

*Maatalouden  
tutkimuskeskuksen  
julkaisuja*

S A R J A A

8

*Jaana Väisänen*

**Ravinteiden kauppa-  
taseet nautakarja-  
tilojen ravinteiden-  
käytön kuvaajina**

*Jaana Väisänen*

*Maatalouden tutkimuskeskus, Ekologisen tuotannon tutkimusasema (Partala),  
Savonlinnantie 121, 51900 Juva, puh. (015) 452 490*

---

# **Ravinteiden kauppataseet nautakarjatilojen ravinteiden- käytön kuvaajina**

**Nutrient farm-gate balances as indicators  
of nutrient use on cattle farms**

---

**Maatalouden tutkimuskeskus**

ISBN 951-729-471-9  
ISSN 1238-9935

*Copyright*  
Maatalouden tutkimuskeskus (MTT) 1996

*Julkaisija*  
Maatalouden tutkimuskeskus (MTT), 31600 Jokioinen

*Jakelu ja myynti*  
MTT, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen  
Puh. (03) 41 881, telekopio (03) 418 8339

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.  
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

# Tiivistelmä

*Avainsanat: ravinnetaseet, kotieläintalous, typpi, fosfori, kalium, luonnonmukainen maatalous*

Tutkimuksessa kuvattiin typen, fosforin ja kaliumin kauppataseiden avulla kuuden eteläsavolaisen nautakarjatiljan ravinteiden käyttöä viiden vuoden seurantajakson aikana. Tiloista kahdella viljeltiin tavanomaisesti, kuitenkin apilanurmia hyödyntäen, kaksi tiloista siirtyi seurantakaudella luomuviljelyyn ja kaksi oli jo vuosia harjoittanut luomuviljelyä tai siihen verrattavaa tuotantomuotoa. Tutkimusaineisto perustui pitkälti tilojen verokirjanpitoon sekä karjantarkkailutuloksiin.

Ravinteiden käytön muutokset erilaisessa kehitysvaiheessa olevilla tiloilla olivat selvästikin seurausta valtion maatalouden ympäristöpolitiikasta. Tavanomaisilla tiloilla väkilannoitefosforin käyttö väheni fosforiveron myötä. Kesannointivelvoite lisäsi rehun oston ansiosta tilan ravinneylijäämää ja siten myös ravinnekuormitusta. Siirtymävaihe- ja luomutiloilla johti valtion siirtymävaihetuki biotiitti- ja apatiittikivi- jauheiden lisääntyneeseen käyttöön. Siirty-

minen luomuviljelyyn aiheutti lypsykarjataloilla karkearehupulan, joten tilat ryhtyivät ostamaan karkearehua tilan ulkopuolelta. Ostettu karkearehu lisäsi merkittävästi tiloille tulevan kaliumin ja typen määrää.

Ravinteiden kauppatase on hyvä ravinteiden käytön suunnittelun apuväline varsinkin luomutiloille, joissa ravinnetalous perustuu kierrätykseen. Ravinnetaseen panoksen ja tuotoksen erotukseksi jää useimmiten ylijäämä, joka merkitsee ravinne- lähteistä riippuen joko ravinnekuormitusta ympäristöön tai pidättymistä maaperään. Ravinteiden kauppataseen ja maan helppoliukoisten ravinneanalyyysien yhteys oli tässä tutkimuksessa kuitenkin varsin heikko. Maan helppoliukoinen fosfori väheni lähes kaikilla tiloilla riippumatta fosforitaseesta. Lisääntynyt biotiitin käyttö sen sijaan kohotti osaltaan maan vaihtuvan kaliumin pitoisuutta.

# Summary

---

*Keywords: nutrient balance, animal husbandry, nitrogen, phosphorus, potassium, organic farming*

---

The nutrient management of six cattle farms during five years in the South Savo district was studied by means of farm-gate balances of nitrogen, phosphorus and potassium. Two of the farms were conventionally cultivated, but they used clover-grass leys, two converted during the study period to organic farming and the other two had been cultivated according to organic or almost similar methods for a few years. The study material was based mainly on taxation bookkeeping and on milk records.

The changes in nutrient management were clearly a consequence of the agricultural environmental policy of the Finnish government. The use of fertilizer phosphorus on conventional farms decreased after the phosphorus tax was introduced, and compulsory fallowing increased the nutrient surplus on the farms owing to increased fodder purchase. On the farms at the conversion stage and on the organic farms the use of biotite and apatite rock powders increased due to the

conversion subsidy. The dairy farms converting to organic farming suffered from a lack of forage, resulting in purchase from neighbouring farms. This markedly increased the input of potassium and nitrogen to the farms.

The nutrient farm-gate balance seems to be a useful tool for planning nutrient management, especially on organic farms, where the nutrient economy is based on recycling. The difference between input and output usually reveals a surplus, which, depending on the nutrient sources, means either nutrient load on the environment or immobilization in the soil. The relation between farm-gate balances and the soil analyses of soluble nutrients in the study was, however, rather weak. The soluble phosphorus content of the soils of almost every farm decreased irrespective of the phosphorus surplus in the phosphorus balance. Increased use of biotite contributed to an increased exchangeable potassium content in the soils.

# Sisällys

Tiivistelmä .....	3
Summary .....	4
1 Johdanto .....	7
2 Nautakarjatilojen ravinnetalous ja ravinnetaseet .....	8
2.1 Nautakarjatilojen ravinteidenkäyttö .....	8
2.2 Ravinnetaseista .....	8
2.3 Ravinnetaseet ja maan viljavuuden muutokset .....	10
2.4 Ravinnetaseet ja siirtyminen luomuviljelyyn .....	11
3 Aineisto ja menetelmät .....	12
3.1 Tila-aineisto .....	12
3.2 Eräiden materiaalien ravinnepitoisuuksista .....	13
4 Ravinteiden kauppataseet tavanomaisessa tuotannossa olevilla nautakarjatiloidella .....	13
4.1 Jullen tila .....	13
4.1.1 Tilan kuvaus .....	13
4.1.2 Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet .....	15
4.1.3 Ostotyypen, -fosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet .....	18
4.2 Artun tila .....	18
4.2.1 Tilan kuvaus .....	18
4.2.2 Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet .....	19
4.2.3 Ostotyypen, -fosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet .....	22
4.3 Tulosten tarkastelu .....	22
5 Ravinteiden kauppataseet siirtymävaiheessa luonnonmukaiseen viljelyyn .....	23
5.1 Sällin tila .....	23
5.1.1 Tilan kuvaus ja siirtymävaiheen rakenteelliset muutokset .....	23
5.1.2 Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet .....	24
5.1.3 Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet .....	28
5.2 Reetan tila .....	28
5.2.1 Tilan kuvaus .....	28
5.2.2 Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet .....	29
5.2.3 Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet .....	32
5.3 Tulosten tarkastelu .....	33
5.3.1 Siirtymävaiheen ongelmat .....	33
5.3.2 Pellonkäyttö ja satotasot siirtymävaiheessa .....	33
5.3.3 Ravinteiden kauppataseet siirtymävaiheessa .....	34
5.3.4 Biotiitti kaliumtäydennyksenä .....	34
5.3.5 Fosforitalous siirtymävaihetiloilla .....	35
5.3.6 Kotieläintuotannon muutokset .....	35
6 Ravinteiden kauppataseet pitkään luomutuotannossa olleilla nautakarjatiloidella .....	36
6.1 Jessen tila .....	36
6.1.1 Tilan kuvaus .....	36
6.1.2 Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet .....	36

6.1.3	Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet. ....	40
6.2	Missen tila . . . . .	40
6.2.1	Tilan kuvaus . . . . .	40
6.2.2	Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet . . . . .	41
6.2.3	Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet. ....	44
6.3	Tulosten tarkastelu . . . . .	44
6.3.1	Ravinnetaseet luomutiloilla . . . . .	44
6.3.2	Maan kemiallisen viljavuuden muutokset . . . . .	45
7	Johtopäätökset . . . . .	46
7.1	Biologinen typensidonta ja typen kauppataseet. ....	47
7.2	Fosforin kohtalo karjataloilla. ....	49
7.3	Kaliumylijäämät. ....	50
	Kirjallisuus . . . . .	52
	Liite	

# 1 Johdanto

Ravinnetaseita on maataloustutkimuksessa käytetty pitkään yritettäessä selvittää erityisesti väkilannoitetyypen ja -fosforin kohtaloa erilaisissa viljelyjärjestelmissä. 1970–80-luvuilla yleistyi ravinnetaseiden käyttö myös ns. tilatutkimuksissa, joissa kuvattiin tietyn maatilan ravinnetaloutta ravinnepanosten ja -tuotosten erotuksella. Toimivista maatiloista tehdyt ravinnetaseet saivat julkisuutta, kun nykyaikaisen maatalouden ympäristövaikutukset olivat tulleet ilmeisiksi, ja kun yhä enemmän alettiin peräänkuuluttaa maatalouden ravinnetaloudellista kestävyyttä. Suomessakin kehitys viimeisten kolmenkymmenen vuoden kuluessa oli johtanut väkilannoitetyypen käytön kolminkertaistumiseen. Vuosina 1991–92 maataloudesta poistui elintarvikkeissa tyyppä 23 kg/ha, mutta väkilannoitetyypä levitettiin 93 kg/ha (Granstedt 1995).

Luomukarjatilien ravinnetalous perustuu mahdollisimman suljettuun ravinnekiertoon ja tyyppien osalta biologisen typensidonnan hyväksikäyttöön. Koska myytävissä kotieläin- ja kasvitutotteissa ja tuotannon hävikkeinä kierrosta poistuu jonkin verran kivennäisravinteita, on ne korvattava ulkopuolelta tulevalla panoksella, jottei ravinnevirta maataloudesta muuhun yhteiskuntaan olisi yksisuuntainen eivätkä maaperän kivennäisvarannot vajenisi pitkällä aikavälillä. Maaperä sisältää valtavan ravinnevarannon, ja maaperästä rapautuu ravinteita luonnostaan ja kasvien aktiivisen ravinneobilisaation avulla (Scheller 1991). Maalajista riippuen tällainen ravinteiden rapautuminen voi kuitenkin johtaa maaperän köyhtymiseen. Ravinnetaloudellisesti kestävä maatalouden ostopanosten tarve riippuu tuotannon intensiteetistä. Sellaiselta karjatilalta, jossa eläinmäärän ja kasvitutannon suhde mahdollistaa pääosin omavaraisen rehun saannin, on vuotuinen ravinneemyynti hy-

vin pieni suhteessa tuotannossa tilan sisällä pyörivään ravinneeseen. Omien ravinnevarustusten tehokasta hyödyntämistä tukevat monipuolinen viljelykierto, jossa eri tavoin ravinteita käyttävät viljelykasvit vuorottelevat, sekä karjanlannan ja kasvijätteissä olevien ravinteiden kierrätys.

Luonnonmukainen kasvintuotanto on määritelty laissa luomutuotannosta, joka noudattaa vastaavaa EU-direktiiviä. Luomukotieläintuotannossa noudatetaan tällä hetkellä kotimaisia Luonnonmukaisen Viljelyn Liiton kotieläinsäädöksiä, jotka ovat kansainvälisen IFOAM-kattojärjestön (*International Federation of Organic Agriculture Movements*) standardin mukaisia, mutta koko EU:n kattavia kotieläin-direktiivejä muokataan yhä.

Tarkoitukseni oli alunperin kuvata suomalaisten nautakarjatilojen ravinnetaloutta ja tuoda esiin niitä muutoksia, joita siirtyminen luomutuotantoon tilojen ravinnetaloudessa aiheuttaa. Tahtomattani havaitsin tutkimuksen kuluessa joutuvani myös todistamaan niitä vaikutuksia, joita maatalouspoliittiset päätökset aiheuttivat tilojen olemassaoloon ja ravinteidenkäyttöön. Lähes puolet karjatilastoista, joiden toimintaa tutkimuksessa seurasin, lopetti seurantakauden aikana karjanpidon tai maataloustuotannon kokonaan tai vaihtoi tuotantosuuntaa sellaiseksi, ettei se soveltunut enää tutkimushypoteesien raameihin.

Käytän ravinteiden kauppatasetta tilojen ravinteiden omavaraisuusasteen mittarina. Tyyppien kauppatase soveltuu huonosti tutkimuksessa mukana olevien luomu- ja siirtymävaihetilojen typpitalouden kuvaamiseen, koska melko suuri osa näiden tilojen typpipanoksista tulee biologisesta typensidonnasta. Tyyppien kauppatase kuvaa kuitenkin osaltaan niitä muutoksia, joita siirtyminen luomutuotantoon aiheuttaa tilojen ostopanoksissa. Lisäksi tarkastelen ostopanosten hyödyntämistä, jotka antavat kuvan ravinteidenkäytön tehokkuuden muutoksista seurantakauden aikana.



Kiitän tutkimusta rahoittaneita Kyösti Haatajan säätiötä 30 000 ja Suomen Kulttuurirahastoa 20 000 markan avustuksista.

## 2 Nautakarjatilojen ravinnetalous ja ravinnetaseet

### 2.1 Nautakarjatilojen ravinteidenkäyttö

Suomalaisten nautakarjatilojen ravinteidenkäyttö on erittäin tehotonta, sillä ne käyttävät sekä lannoitteita että ostorehujia ravinnepanoksina, ja kuitenkin kotieläintuotteissa nautakarjatiloilta poistuu pinta-alayksikköä kohti melko vähän ravinteita. Esimerkiksi lypsykarjatiloilta poistuu eläintuotteissa hehtaaria kohti laskettuna tyypeä noin 20 kg, fosforia 5 ja kaliumia 6 kg vuotta kohti, kun vuotuiset lannoitepanokset Suomessa keskimäärin taas ovat noin 94 kg tyypeä, 19 kg fosforia ja 36 kg kaliumia hehtaaria ja vuotta kohti (Peltola *et al.* 1995). Lankosken (1995) tutkimuksessa Suomen nautakarjatilojen ostofosforista vain n. 14 % ja ostotyypistä n. 16 % tuli hyödynnettyä.

### 2.2 Ravinnetaseista

Maatilan ravinnetase tarkoittaa havaintoyksikköön (maatilalle) vuoden aikana tulleiden ja sieltä poistuneiden ravinteiden erotusta. Ravinnetaseita on kolmea eri tyyppiä: kauppatase, kokonaistase ja maataase. Ravinteiden **kauppataseessa** otetaan huomioon tilalle ostetut ja sieltä ulos myydyt ravinteet:

**Kauppatase = ostopanos - myyntituotos**

Ostopanokset sisältävät siemenet, lannoitteet, rehut ja eläimet, jotka tilalle on hankit-

tu vuoden kuluessa. Myyntituotos puolestaan sisältää kaikki tilalta myydyt tai muulla tavalla luovutetut tuotteet. Kauppatase antaa karkean kuvan tilan ravinteidenkäytöstä, ravinneomavaraisuudesta. Se on muihin ravinnetaselajeihin verrattuna todellisuuspohjaisin - ostot ja myynnit kun lähes aina punnitaan. Tilalle ostettavien pannonen ravinnesisältö on useimmiten myös tiedossa. Kauppatase on havainnollinen tuotannon suunnittelun väline, jonka avulla voidaan arvioida ostoravinteiden tarvetta ja pohtia mahdollisuuksia korvata ostoravinteita tilan omien resurssien käytöllä.

Ravinteiden kauppatase on erityisen hyödyllinen tilan ulkopuolelta ostettujen kivennäsravinteiden - kaliumin ja fosforin käyttöä mietittäessä. Kauppatase ilmoittaa karjatilin rehujen ja myyntituotteiden sisältämät kivennäsravinnemäärät, jolloin voidaan arvioida, onko muille kivennäslähteille tarvetta. Sen sijaan typen kauppatase ei anna oikeaa kuvaa sellaisen tilan typpitaloudesta, jonka tilalle tulevasta tyypestä suuri osa on peräisin biologisesta typensidonnasta. Kauppatasetta voi käyttää tavanomaisen tilan typpitalouden ylijäämäisyyden mittarina, jos biologisen typensidonnin osuus tilan ravinnehuollossa on vähäinen.

Ravinteiden **kokonaistase** taas ottaa mukaan edellä mainittujen lisäksi laskeuman ja biologisen typensidonnin mukana saadun typen ja muut ravinteet sekä huuhtoutumisen, denitrifikaation ja ammoniakkin haihtumisen.

**Kokonaistase = ostopanokset + laskeuma + biologinen typensidonta - myyntituotos - huuhtoutuminen - denitrifikaatio - ammoniakkin haihtuminen**

Kokonaistaseen avulla voidaan tarkastella luomutilojen typpitaloutta, sillä kokonaistase sisältää luomutuotannon kaikki ulkoa tulevat typpipanokset. Usein typen kokonaistase lasketaan myös siten, että pannonen ja tuotosten erotukseksi jää ylijäämä, joka sisältää typen huuhtoutumisen, denitrifikaation ja ammoniakkin haihtumi-

sen. Ylijäämä ilmaisee tilan aiheuttaman typpikuormituksen ympäristöön. Kokonaistaseen ylijäämä voi myös merkitä maan typpivarojen lisääntymistä lyhyellä tähtämellä. Rajaus ”lyhyellä tähtämellä” tarkoittaa sitä, että jokainen viljelyjärjestelmä päättyy ennen pitkää sille luonteenomaiseen tasapainotilaan maan typen ja orgaanisen hiilen suhteen (Johnston 1972). Vaikka viljelyjärjestelmään jatkuvasti lisättäisiin enemmän typpeä kuin mitä kasvustoon sitoutuu, ei maan hiilen ja typen määrä enää kasva, kun maan humuksen dynaaminen ns. ”steady state” -tasapainotila on saavutettu (Fried *et al.* 1976). (Ei tapahdu typen nettopidättymistä eikä -mineraloitumista.)

Kokonaistaseen laskentatapoja on monia, sillä kaikki kirjoittajat eivät erottele välttämättä eri hävikkilajeja. Kokonaistaseita ovat esittäneet mm. Nolte (1989), Olesen ja Vester (1995), Granstedt (1990; 1995) sekä useat tutkijat Frisselin ja Kolenbranderin kokoomateoksessa (1977). Kokonaistaseiden ongelmana on se, että typen hävikit joudutaan useimmiten arvioimaan. Laskelmien luotettavuus on näin ollen yhtä hyvä kuin niissä käytettävien hävikkioletusten. Jos hävikkien arviointiin ei ole tieteellistä pohjaa, voi kokonaistaseen tietenkin laskea ilman niitä. Panoksen ja tuotoksen erotukseksi jää silloin hävikki ja maan ravinnevaraston muutos.

Kokonaistasetta voidaan käyttää esimerkiksi tilan eri viljelykiertojen ravinnetalouden kuvaamiseen. Vaikka koko tilan ravinteiden kauppa- tai kokonaistase näyttäisikin tasapainoiselta, voivat eri viljelykiertojen kokonaistaseet osoittaa ravinteiden ylijäämää yhdessä viljelykierrossa ja alijäämää toisessa, mikä käytännössä tarkoittaa maan viljavuuden ja/tai ympäristökuormituksen kasvua yhdessä viljelykierrossa ja viljavuuden heikkenemistä toisessa.

Kokonaistaseen mittaaminen tilaolosuhteissa on huomattavasti vaikeampaa kuin laboratorio-oloissa tai kenttäkokeissa, sillä laskeuman ja biologisen typensidonnan sekä eri hävikkimäärien mittaaminen tuottaa hankaluuksia. Erilaisia typensidon-

nan estimointimalleja ja mittausten menetelmiä on kehitetty. Tilatason tutkimuksissa käyttökelpoisia ovat esimerkiksi nurmien apilapitoisuuteen ja kuiva-ainesatoon perustuva malli (Boller 1988) typpieromalli (Hauser 1992) sekä eri <sup>15</sup>N-menetelmät.

Kokonaistaseen karjatilalle voi myös laskea toisen periaatteen mukaan:

**Kokonaistase = ostoeläimet + karjanlanta - myyntituotos - hävikit**

Tässä laskentatavassa oletetaan, että kaikki karjanlannan ravinteet ovat peräisin ostorehuista, ostolannoitteista ja biologisesta typensidonnasta. Jos tilalla on myyntikasvituotantoa, on sen vaatimat osto- ja typensidontapanokset lisäksi otettava huomioon. Tämän laskelman vaikeutena on määrittää eläinten ulosteiden sisältämä ravinnemäärä. Ongelmallisinta on arvioida helposti haihtuvat tai huuhtoutuvat typpi- ja kaliummäärät.

Tarkin ympäristökuormituksen mittari on **maatase**. Se on tilalla tai peltolohkolla vuoden aikana maahan lisättyjen ja sieltä otettujen ravinteiden erotus (Macduff & White 1984):

**Maatase = S + L + KL + MIN + N-SID + LA - (SA + SJ + HU + HA + ER + IMM) = 0**

Maataseeseen sisältyvät:

**panoksina** siementen (S), lannoitteiden (L), karjanlannan (KL) ja ravinteiden mineraloitumisen maasta (MIN) sekä typensidonnan (N-sid) ja laskeuman (LA) mukana tuodut ravinteet.

**tuotoksina** sadon (SA), satojätteiden ja juuriston (SJ), huuhtoutumisen (HU), haihtumisen (HA) ja eroosion (ER) viemät ravinteet sekä ravinteiden pidättyminen maaperään (IMM).

Maataseessa panos ja tuotos ovat yhtäsuuret. Koska maataseen mittaaminen tilamittakaavassa vaatisi valtavat mittauslaitteet, sitä onkin enimmäkseen käytetty vain laboratorio- ja kenttäkokeissa. Silti tarkoissakin tutkimuksissa asetetaan yleensä

sä oletuksia ja jätetään osa maataseen muuttujista huomioimatta. Esimerkiksi monissa pitkäaikaiskokeissa maataseita on käytetty typpihävikkien suuruuden arviointiin, jolloin oletuksena on, että typen mineraloituminen ja immobilisoituminen maassa olisivat pitkällä aikavälillä yhtäsuuria (Tanji *et al.* 1977, Meisinger 1976).

Ravinnetase panoksen ja tuotoksen erotuksena kuvaa siis ravinteiden riittävyden/ylijäämän tietyssä tuotantosysteemissä. Maatalouden ympäristövaikutuksien kannalta se on maatilan ravinnehajakuorimituksen mittari. Se tarkoittaa hajakuorimituksen helpommin mitattavaksi ”pistekuorimitukseksi” (Lankoski 1995). Pirttijärvi (1996) kuvasi tätä suomalaisen maatalouden hajakuorimitusta ns. **nettotaseen** avulla ja vertasi sitä muihin Euroopan maihin. 90-luvun alussa typen nettotaseen ylijäämä oli suomalaisilla maataloilla keskimäärin 50 kg/ha ja fosforin 13 kg/ha. Karjavaltaisilla alueilla typen nettotaseen ylijäämä oli 70 kg/ha ja fosforin lähes 20 kg/ha. Pirttijärven kirjanpitoaineistosta tekemässä laskelmassa nettotaseen panoksina huomioidaan ostolannoitteiden ja karjanlannan ravinteet ja tuotoksina myyntituotokset. Laskentatapa on harhainen, sillä se laskee rehuntuotantoon levitetty lannoitteet pääosin kahteen kertaan, koska samat väkilannoitteiden ravinteet joutuvat edelleen karjanlantaan. Ostorehujen ravinteita ei oteta lainkaan huomioon. Nettotaselaskelma soveltuu kasvinviljelytilojen sekä sellaisten teollisuusmaisten sika- ja kanatilojen ravinnekuorimituksen arviointiin, joissa karjanlannan ravinteet ovat kokonaan peräisin tilan ulkopuolelta tulleesta rehusta.

Ravinnetase terminä voidaan ymmärtää myös ravinteiden hyödyntämisasteena. Tämä tuotoksen ja panoksen suhde kuvaa siis ravinteiden käytön tehokkuutta. Eri viljelijän hallinnassa ja eri ympäristöolosuhteiden vallitessa sama tuotantosysteemi voi toimia hyvin erilaisilla tehokkuustasoilla. Karjataloilla merkittävien ravinteiden käytön tehokkuuteen vaikuttava tekijä on kotieläintalouden intensiteetti - käytännössä

eläintiheys ja ruokinnan voimakkuus. Mitä enemmän eläimiä tietyllä pinta-alalla on, sitä enemmän joudutaan hankkimaan ulkopuolelta ravintoa ja ravinteita eläinmäärän ruokkimiseksi. Ulostoiden ravinteet puolestaan kuormittavat ympäristöä, jos lantaa joudutaan levittämään liian suurina määriä tietylle pinta-alalle (Frink 1969). Ruokinnan intensiteetin kasvu tarkoittaa yleensä sekä rehun valkuaisen kokonaisuuden määrän että valkuaispitoisuuden lisääntymistä, mikä johtaa eläinten ulostoiden typpipitoisuuden ja määrän kasvuun. Silloin typen hyödyntämisaste heikkenee (Joki-Tokola *et al.* 1995).

## 2.3 Ravinnetaseet ja maan viljavuuden muutokset

Tiloilla tehdyissä ravinnetasetutkimuksissa ei taseella ja maan ravinnepitoisuuden muutoksella ole havaittu kiinteää korrelaatiota. Maanäytteen ottotavat ja ajankohta sekä ravinnefraktioiden analyysimetodit antavat erilaisia tuloksia, joten maanäytteiden perusteella saa lähinnä laadullisen kuvan maan kasvukunnan muutoksista - ei kvantitatiivista. (Boguslawski *et al.* 1978, Nolte 1989.) Myöskään pitkäaikaiskokeiden ravinnetaseet eivät kovin hyvin selitä maan kivennäisravinnepitoisuuksien muutoksia. Rothamstedissa, Englannissa vuosina 1877–1961 tehtyjen viljan monokulttuurikokeiden perusteella havaitsivat Johnston ja Chater (1974) kuitenkin selvän positiivisen korrelaation tutkimusvuosien yhteenlasketun fosforitaseen ja kokeen päättyessä mitattun maan kokonaisfosforipitoisuuden välillä. Fosforitaseen ja kokeen eri vuosina mitattujen maan kokonaisfosforipitoisuuksien välinen yhteys ei kuitenkaan ole kovin selkeä (Mattingly *et al.* 1975, Johnston & Chater 1975). Maan kokonaisfosforipitoisuuden muutokset kokeen lannoittamattomissa jäsenissä näyttivät lisäksi sijoittuvan kokeen ensimmäiseen kymmeneen vuoteen, johon myös maan orgaanisen aineksen voimakkain väheneminen ajoittui, kun

aikaisemmin pysyvänä nurmena ja vuoroviljelyssä olleella lohkokolla siirryttiin viljan monokulttuuriviljelyyn. (Jenkinson & Johnston 1977.)

Fosforin jatkuva nettopidättyminen maahan lisää ennen pitkää liukoisen fosforin pitoisuutta maanesteessä. Näin on käynyt esimerkiksi Suomen peltomaiden fosforilannoituksessa (Saarela *et al.* 1996). Fosforilannoitusuosituksia on peltomaiden heppoliukoisen fosforin korkean pitoisuuden vuoksi jouduttu alentamaan.

Kuten edellä jo mainittiin, reagoi maan humus viljelyjärjestelmän muutoksiin. Typen nettopidättymistä maan humukseen tapahtuu, kun tilan tuotantosysteemi muuttuu humusta vähemmän kuluttavaksi, kuten siirryttäessä nurmivaltaisempaan viljelykiertoon, karjanlantalannoitusta lisättäessä ja useimmiten myös kun siirrytään väkilannoitevaltaisesta viljelytavasta luomuviljelyyn. Karjanlannan kompostointi luomuviljelyssä on omiaan kohottamaan maan humuspitoisuutta, sillä kompostoitumisen loppuvaiheessa alkaa eloperäisestä aineksesta muodostua humusaineita. Lisääntynyt typen pidättyminen humukseen ylimenokaudella saattaa merkitä kasvien typensaannin heikentymistä suhteessa typpi-panoksiin. Satotasojen on havaittu eri viljelyjärjestelmäkokeissa kohoavan maan humuspitoisuuden kasvun myötä (Granstedt 1993, Pettersson 1982). Humuksen lisääntyminen jatkuu jonkin aikaa, mutta ennen pitkää tuotantosysteemin vakiinnutua saavutetaan maan orgaanisen hiilen ja typen suhteen uusi tasapainotila, ns. ”steady state”, jolloin typen kokonaistaseen panoksen ja tuotoksen erotus tilatason tarkastelussa merkitsee typen todellista hävikkiä ilmaan tai vesistöihin (Fried *et al.* 1976, Tanji *et al.* 1977, Hülsbergen *et al.* 1992).

## 2.4 Ravinnetaseet ja siirtyminen luomuviljelyyn

Kun karjatila siirtyy luonnonmukaiseen viljelyyn, tilalle ostopanosten mukana kul-

keutuva ravinnemäärä vähenee. Selvin muutos tapahtuu väkilannoitteissa, sillä niiden käyttö jää vähitellen kokonaan pois. Siirtymävaihe merkitsee useimmilla tiloilla myös perusparannusten kautta, jolloin tilalle ostetaan kalkitusaineita ja kivijauheita. Näiden sisältämät kalsium-, kalium- ja fosforimäärät voivat jopa ylittää aikaisemmat vuosittaiset ravinneostot, joten kivennäisravinteiden kauppataseet saattavat kohota tilapäisesti. On kuitenkin pantava merkille, että kivijauheissa ostetut ravinteet eivät ole huuhtoutumisalttiita, niin kuin esim. väkilannoitekalium. Kivijauheiden käytöstä johtuva positiivinen kauppatase ei siten välttämättä merkitse ympäristökuormitusta.

Karjatilan rehuostoissa ei välttämättä tapahdu muutosta, ellei myös kotieläintaloutta siirretä luonnonmukaiseksi. Toistaiseksi Suomessa on ollut mahdollista siirtää tilan kasvintuotanto luonnonmukaiseen viljelyyn, mutta pitää kotieläintalous tavanomaisena. Syynä tähän on ollut vaikeus järjestää luonnonmukaisesti tuotettujen kotieläintuotteiden markkinointi ja jatkojalostus. Eräät karjatilat ovat tuottaneet tästä huolimatta myös luomukotieläintuotteita. Nämä tilat ovat hoitaneet jatkojalostuksen ja markkinoinnin itse, tai sitten tyytyneet myymään tuotteensa tavanomaisina kotieläintuotteina entisten kanavien kautta.

Siirtymävaihe vähentää useimmiten tilan myyntituotteiden määrää, koska tuotantoa joudutaan organisoimaan uudelleen. Peltojen perusparannukset - salaajitukset, kesannointi, nurmien uusiminen - vähentävät tuotantoa väliaikaisesti. Siirtymävaiheessa kasvien ravinteidensaanti muuttuu siten, että maan biologisesta aktiivisuudesta, eli kasvien ja maamikrobien yhteistoinnasta tulee keskeinen ravinteiden saantiin vaikuttava tekijä. Ravinteidenoton siirtyminen maanesteen liukoisten ravinteiden hyödyntämisestä niukkaliukoisempien ravinnelähteiden hyödyntämiseen yhteistyössä mikrobiston kanssa johtaa useimmiten satojen vähenemiseen joko pysyvästi tai tilapäisesti. Todennäköisyys pysyvästi pienempiin satoihin riippuu aiemmasta sa-

totasosta. Siirtymävaiheen pienemmät sadot johtuvat osaltaan siitä, että osa typensidonnassa kasviainekseen kerääntyneestä tpeystä sitoutuu maaperään maan humuspitoisuuden asettuessa uuteen tasapainotilaan (Pettersson 1982). Tavoitteena on siirtymävaiheessa lisätä maan nopeasti hajoavan ravintohumuksen määrää kestohumuksen sijaan. Käytännössä tämä tarkoittaa voimakaskasvuisten ja -juuristen viherlannoitus- ja nurmikasvien käyttöä, jotka ruokkivat maan pieneliöstöä runsailla juuristoeritteillä ja hajoituskelpoisilla eloperäisellä aineksella. Humuspitoisuuden kohoaminen voi jatkua vuosia, ja sen kestoaika on riippuvainen viljelytavan muutoksen suuruudesta. Siirtymävaiheen pituus riippuu myös siitä, miten nopeasti maan biologinen aktiivisuus elpyy.

Kuten jo edellä kävi ilmi, ei typen kauppatase anna luomutuotannosta oikeaa kuvaa, koska pääosa typpipanoksesta voi olla peräisin typensidonnasta. Luomutuotannon typpitaloutta kuvaavan typen kokonaistaseen typpiylijäämän vähenemisen edellytyksenä on se, että biologisesti sidottu typpi saadaan tehokkaasti rehuntuotantoon ja eläinten kautta karjanlantaan ja edelleen maahan. Siirtymävaiheen alussa ei typpiylijäämän väheneminen ole itsestään selvää, koska todennäköisesti myös sadot pienenevät, ja kotieläintuotoksetkin saattavat laskea. Kotoisen rehuntuotannon väheneminen taas näkyy ostorehun määrän kasvuna. Ravinnetaseiden eroja tavanomaisen ja luomutuotannon välillä ovat selvitellet mm. saksalaiset Peters *et al.* (1990) ja Nolte (1989) sekä typen osalta Granstedt (1990). Nolte (1989) vertaili kahden vierekäisen tilan maataseita, ja totesi tavanomaisen tilan typpihävikkien pelto- maasta olevan n. 79 kg/ha/v ja luomutilan 26 kg/ha/v. Ravinteiden kauppataseet luomutilalla olivat keskimäärin -14 kg/ha N, -1 kg/ha P ja -5 kg/ha K vuodessa. Vastaavasti Petersin ym. (1990) vertailussa oli tavanomaisen ja luomuviljelyn hiekka- maan maataseissa selvä ero luomupellon hyväksi. Merkillepantavaa oli, että kaliumia huuhtoutui luomupellosta 72 % vähemmän

kuin tavanomaisesta pellosta. Tanskassa vertaili tutkijaryhmä erilaisten luomutilojen ravinteiden kauppa-, kokonais- ja maataseita. Eläintiheys oli merkittävä tekijä pääravinteiden N, P, ja K taseissa. Eläintiheyden kasvaessa muuttuivat ravinteiden kauppataseet alijäämäisistä ylijäämäisiksi. (Olesen & Vester 1995.)

## 3 Aineisto ja menetelmät

### 3.1 Tila-aineisto

Tilat valittiin vuonna 1987 yhdessä Mikkelin maaseutukeskuksen silloisen luomuneuvojan Jukka Rajalan kanssa. Tutkimukseen osallistuneet nautakarjatilat olivat jo ennestään hänen asiakkaitaan ja kiinnostuneita tilojensa kehittämisestä luonnonmukaisempaan suuntaan. Tilaseuranta kesti useimmilla tiloilla vuodesta 1988 vuoteen 1992, mutta yhdellä tilalla viisivuotis- seuranta alkoi vuotta myöhemmin ja yhdellä tilalla se keskeytyi jo vuonna 1991. Tiloilla käytiin kerran kasvukauden aikana ja kerran talvikautena, jolloin kerättiin kirjanpitoliedot.

Tilojen pääravinteiden kauppataseet muodostin seuraavien lähdetietojen perusteella:

1. Viljelijän verokirjanpito, josta ilmenivät osto- ja myyntimäärät
2. Tuotantopanosten myyjien ilmoitukset ja tavaraselosteet tuotteiden ravinnepitoisuuksista.
3. Karjantarkkailutulokset maidon koostumuksesta ja rehunkulutuksesta
4. Kotoisia rehuja myytäessä ja ostettaessa rehu-aulukkoarvot (Salo & Tuori 1982) tai viljelijän teettämän rehuanalyysin tulokset.
5. Viljelijän lohkokirjanpitoliedot satotasoista.

Tuotantopanos- ja tuotevarastojen muutoksia en ottanut huomioon ellei kyseessä ollut suuri kertaosto moneksi vuodeksi eteenpäin, kuten esimerkiksi biotiitin osto ja sen levitys useana vuonna.

Ravinteiden kauppatasept laskin Mikkelin maaseutukeskuksessa kehitetyllä ravinnetaselaskelmalla. Laskelmamalli on liitteessä 1. Laskelma toimii Plan Perfect -ohjelmassa. Kaaviot piirsin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla.

Ravinnetasept laskin sekä tilalle tulevana/tilalta poistuvina kokonaisravinnemäärinä kalenterivuonna että ravinnemäärinä hehtaaria kohti vuodessa. Ensinmainittu esitystapa kuvaa paremmin nautakarjatilan ravinteidenkäyttöä kokonaisuutena, sillä peltopinta-alaan suhteutettuna esimerkiksi kotieläintuotos muuttuu peltopinta-alan muuttuessa, vaikka todellista muutosta ei eläinmäärässä tai eläintuotoksissa tapahdukaan. Sama pätee siirtymävaihetilojen ravinnepanosten ja-tuotosten muutoksiin peltopinta-alan muuttuessa.

### 3.2 Eräiden materiaalien ravinnepitoisuuksista

**Kivennäiset:** Nautakarjan kivennäisrehujen kohdalla olen käyttänyt kivennäisseoksen keskimääräisenä fosforipitoisuutena 8 %, mikä vastaa viherkivennäisten pitoisuutta.

**Biotiitti:** Biotiitin kaliumpitoisuudeksi laskin 3 %, vaikka sen kokonaiskaliumpitoisuus on noin 5 %. Valmistajan ilmoituksen mukaan näet 3 %:n osuus vapautuu 0–5 vuoden kuluessa (Kumpu-Huhtala 1992).

**Laidun:** Jos karja laidunsi tilan ulkopuolella, otin laitumen huomioon eläinten painon lisäyksenä laidunkauden aikana.

## 4 Ravinteiden kauppataseptit tavanomaisessa tuotannossa olevilla nautakarjatililla

### 4.1 Julleen tila

#### 4.1.1 Tilan kuvaus

Tila on lypsykarjatilalla. Tilaa pitää vuodesta 1974 alkaen pariskunta, jolla on kaksi lasta. Tila on suojatyöpaikkana myös kahdelle vajaakuntoiselle miehelle. Tilan emäntä käy toisinaan töissä tilan ulkopuolella.

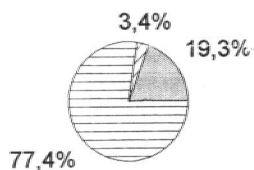
Peltoalaa tilalla on 25,8 ha. Tilalla viljeltiin 70-luvun puolivälissä perunaa, mutta satovaihteluiden takia se oli tuntunut liian epävarmalta. Pellot ja erityisesti päisteet olivat päässeet perunanviljelyssä pahasti tiivistymään, mistä kärsittiin vielä 80-luvun loppupuolellakin. Perunanviljelyn jälkeen tilalla on keskitytty lypsykarjatalouteen. Toisinaan tosin naapurin kanssa vaihdetaan peltoja, jolloin niillä viljellään perunaa. Peltoista 19 ha on multavia hietamoreeneja ja n. 7 ha ”suopeltoja”, eli multamaata ja erittäin runsasmultaisia moreenimaita.

Karjan koko on Mikkelin läänin 80- ja 90-luvun vaihteen keskiarvoa hieman suurempi, 14 kpl ja keskituotos noin 7 400 kg. Mikkelin läänin keskituotos oli tänä aikana noin 6 500 kg. Karja on syyspoikivaa. Tilalla on myös 1–2 ratsuhevosta. Hevoset mukaan laskettuna tilan eläintiheys on n. 0,8 ey/ha.

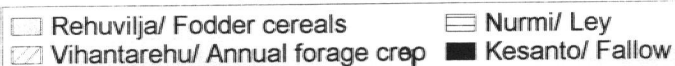
#### Viljelykierrot ja satotasot

Viljelykierto talouskeskuksen ympärillä olevilla kivennäismailla jakaantuu laidunkiertoon ja peltokiertoon, joissa molemmissa nurmi useimmiten perustetaan viherrehuun. Suomaiden viljelykierto on pitempi ja viljapainotteisempi, koska loh-

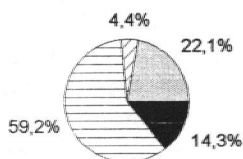
### Julle. Pellonkäyttö 1992



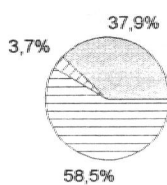
1992



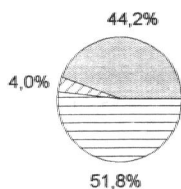
### Julle. Pellonkäyttö 1988 - 91



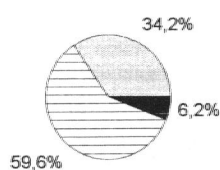
1988



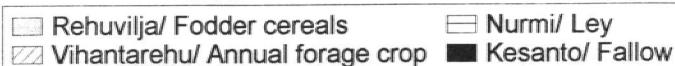
1989



1990



1991



**Kuva 1.** Pellon jakautuminen eri viljelykasveille vuosina 1988–92.  
**Fig. 1.** Crop proportions of the arable land during 1988–92.

**Taulukko 1.** Julle. Peltomaan pH sekä liukoinen fosfori ja vaihtuva kalium, mg/l 1986 ja 1992.

**Table 1.** Julle. Soil pH, soluble phosphorus and exchangeable potassium mg/l 1986 and 1992 according to the acidic ammonium acetate method.

Lohko		1988	1992
Laidunlohkot <i>Soils under grazing</i>	K	192	161
	P	13	8,4
	pH	5,9	5,7
Kivennäismaalohkot <i>Mineral soils</i>	K	85	120
	P	8,6	7,8
	pH	6,3	5,9
Suomaalohkot <i>Organic soils</i>	K	n.a.	113
	P	n.a.	8,9
	pH	n.a.	5,8

kot sijaitsevat kauempana. Tutkimuskaudella viljelykierrot ovat painottuneet yhä enemmän nurmenviljelyyn, koska rehuviljan viljely ei ole ollut hintasuhteiden muuttuttua enää kannattavaa, ja valtion velvoitekesannoinnistakin välttyi nurmenviljelyllä. Kun vuosina 1989–90 viljan osuus peltoalasta oli lähes 40 %, oli se vuosina 1991 ja 1992 vähentynyt 30 ja 22 %:een. Osa tästä vilja-alasta oli nurmen suojaviljaa, josta sato korjattiin niittorehukseksi.

Ohran sato vaihteli tutkimuskaudella 2400–3100 kg/ha ja suojaviljana 1500–2200 kg/ha ja kauran sato 2000–4200 kg/ha. Säilörehua saatiin keskimäärin 25–27 t/ha kolmen niiton järjestelmässä, ja heinää n. 4000 kg/ha. Herneen viljelyä kokeiltiin useana vuonna, mutta sato jäi yleensä 1 000 kg:n tasolle. Kivennäismaiden rehunurmiin kylvettiin yleensä apilaa, mutta useimmiten alkukesän nurmisadon apilapitoisuus jäi alle 10 %:n. Näissä nurmissa saattoi odellamasadossa olla apilaa - lannoituksesta riippuen - 10–25 %.

Peltojen viljavuuden kehitys on koottu oheiseen taulukkoon 1.

## Karjatalous

Tilalla on ayrshirekarja. Lehmä on keskimäärin 13 kpl. Lehmät poikivat syksyllä,

joten laitumen käyttö ei ole kovin tehokasta. Keskituotokset vaihtelivat tutkimuskaudella 7 200–7 800 kg/v välillä.

Maidontuotannon tunnusluvut näkyvät taulukossa 2.

## 4.1.2 Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet

Kaikkien ravinteiden kauppataseet olivat ylijäämäisiä. Typen ylijäämä oli keskimäärin 103 kg/ha/v. Fosforin ylijäämä laski 33:sta 15 kg:aan/ha/v siirryttäessä vähäfosforisten lannoitteiden käyttöön. Kaliumin ylijäämä oli keskimäärin 94 kg/ha/v. Vuonna 1989, jolloin tilalle ostettiin sekä biotiittia että haketuhkaa, ylijäämä kohosi 165 kg:aan. Taseet eri vuosina on esitetty taulukossa 3 sekä jaoteltuna eri ravinnelähteisiin kuvissa 2, 3 ja 4.

## Lannoiteostot

Nurmiviljelyssä käytettiin pääasiassa typpirikkaita Y-lannoksia. Tutkimuskauden lopulla käytettiin myös vähäfosforista Y-lannosta sekä NK-lannosta. Tilalle ostettiin biotiittia vuosina 1989–91 sekä vuonna -89 haketuhkaa.



**Taulukko 2.** Julle. Maidontuotannon tunnusluvut vuosina 1988–92.  
**Table 2.** Julle. Milk records during 1988–92.

	1988	1989	1990	1991	1992
Keskituotos kg Milk yield kg	7310	7198	7171	7832	7468
Maidon rasva % Milk fat content %	4,4	4,7	4,6	4,4	4,5
Maidon valkuais-% Milk protein content %	3,2	3,3	3,2	3,3	3,3
Lehmät+hiehot ey Cows+heifers lsu	13 + ?	13,8 + 3,6	13,2 + 3,6	11,9 + 3,2	13,9 + 5,3
Rehunkulutus ry/lehmä Fodder consumption fu/cow	n.a.	4774	4718	4844	5149
4-% maitoa kg/ry 4-% milk kg/fu	n.a.	1,67	1,66	1,71	1,56
Väkirehun osuus % Concentrates of fodder %	31	30	28	38	42

ry = rehuyksikkö, ey = eläinyksikkö  
fu = fodder unit, lsu = livestock unit

**Taulukko 3.** Julle. Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet kg/v, vuosina 1988-92, suluissa kg/ha/v.  
**Table 3.** Julle. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balances kg/year 1988-92, in parentheses kg/ha/year.

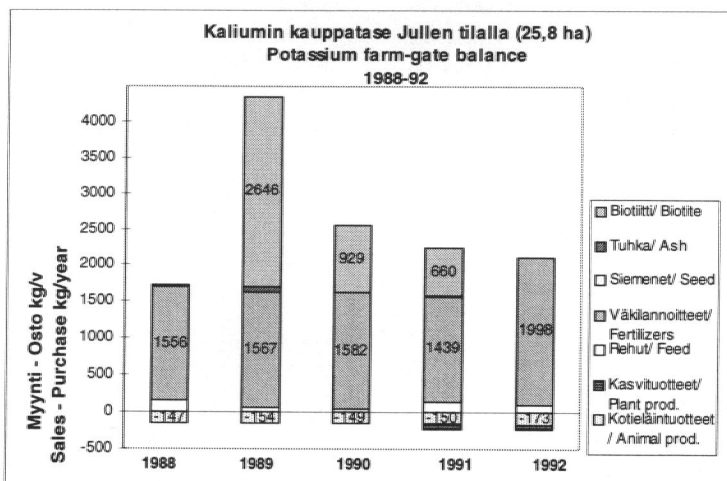
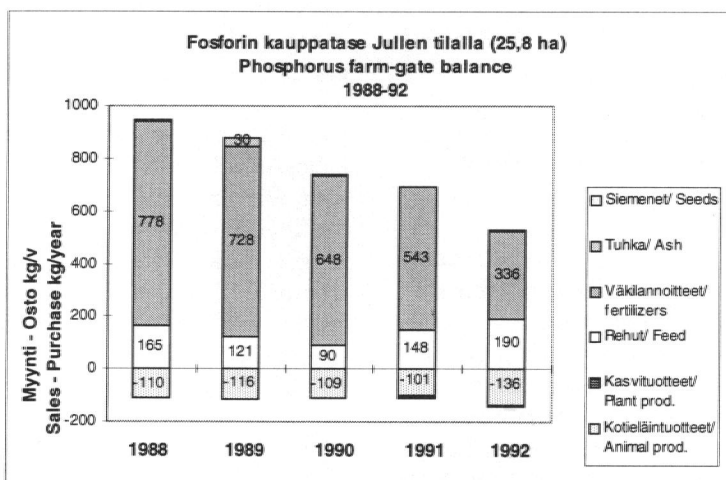
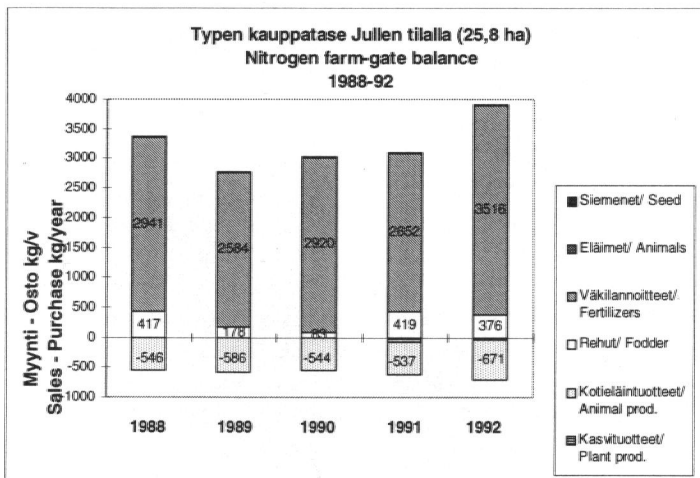
Vuosi/Year	1988	1989	1990	1991	1992
N-osto	3370 (133)	2769 (109)	3021 (117)	3098 (120)	3916 (152)
N-myynti	545 (21)	586 (23)	544 (21)	621 (24)	708 (27)
N-erotus	2824 (111)	2183 (86)	2478 (96)	2478 (96)	3208 (124)
P-osto	944 (37)	880 (35)	740 (29)	695 (27)	530 (21)
P-myynti	110 (4)	116 (5)	109 (4)	110 (4)	141 (5)
P-erotus	833 (33)	764 (30)	631 (24)	585 (23)	389 (15)
K-osto	1710 (67)	4341 (172)	2551 (99)	2238 (87)	2108 (82)
K-myynti	147 (5)	154 (6)	149 (6)	225 (9)	231 (9)
K-erotus	1562 (61)	4187 (165)	2402 (93)	2014 (78)	1877 (73)

osto = purchase, myynti = sales, erotus = difference

## Rehuostot

Ostorehuissa siirryttiin vähitellen täysrehuista rehuviljaan. Kun vuonna 1988 rehuviljan osuus ostorehujen tyypestä oli 21 %, oli se v. 1992 jo 52 %. Rehuviljan ohella ostettiin soijarouhetta ja puolitiivistettä. Rehuissa tapahtunut muutos oli seurausta nurmiviljelyn laajenemisesta.

Tila oli keskimäärin hyvin omavarainen rehujen suhteen, sillä ostorehun osuus rehunkulutuksesta oli melko pieni. Poikkeuksen tekee vuosi 1988, jolloin isännän sairastelu lisäsi ostorehujen määrää. Tilanne heikkeni taas vuonna 1991, kun velvoitekesannointi otettiin käyttöön, mikä johti ostorehuissa tilalle tulleiden ravinteiden määrän kohoamiseen.



Kuvat 2, 3 ja 4. Julle. Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet.

Figures 2, 3 and 4. Julle. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balances.

## Siemenet

Vuositain tilalle ostettiin rehuviljan ja nurmen siemeniä. Hernettä ostettiin myös. Siemenissä tuli tilalle tyypeä vuosittain n. 20–30 kg ja muita ravinteita 5–10 kiloa.

## Kotieläintuotteet

Maidossa ja myydyissä eläimissä tilalta myytiin vuosittain tyypeä n. 23 kg/ha, fosforia n. 5 kg/ha ja kaliumia n. 6 kg/ha. Vaihtelu oli hyvin vähäistä.

## Kasvituotteet

Kasvituotteita ei yleensä myyty, ellei heinää tai säilörehua jäänyt yli.

### 4.1.3 Ostotyypen, -fosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet

Ostotyperästä keskimäärin 19 % saatiin myytyä tuotteissa. Kesannointi ilmeisesti heikensi hyödyntämisastetta, sillä rehuomavaraisuus heikkeni ja hehtaaria kohti levitetyn väkilannoitetypen määrä kohosi. Ostofosforin hyödyntämisasteet kohosivat fosforilannoiteveron myötä. Ostokaliumin hyödyntämisaste oli heikko. Vuonna 1989 biotiitin ja tuhkan kalium heikensivät hyödyntämisastetta. Vuosina 1991 ja 1992 kohotti karkearehun myynti hyödyntämisastetta huomattavasti.

**Taulukko 4.** Julle. Ostotyypen, -fosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet 1988–92.

**Table 4.** Julle. Recovery of purchased nitrogen, phosphorus and potassium 1988–92.

	1988	1989	1990	1991	1992
N	0,16	0,21	0,18	0,20	0,18
P	0,11	0,11	0,14	0,15	0,25
K	0,09	0,04	0,06	0,10	0,11

## 4.2 Artun tila

### 4.2.1 Tilan kuvaus

Tilaa asustaa nuorehko perhe, jossa on isäntä, emäntä ja kouluikäinen poika. Tilalla pidettiin lypsykarjaa vuoteen 1980 asti, jolloin se vaihdettiin lihakarjaan. Tilaa isännöivä sukupolvi vaihtui vuonna 1983. Aluksi kokeiltiin puna-apilan siemenviljelystä, mutta se ei onnistunut toivotulla tavalla. Vuonna 1987 aloitettiin sokerijuurikkaan viljely. Lihakarjan lisäksi tilalla on noin 40 kanaa, joiden munat myydään pääasiassa suoraan kuluttajille. Luomuviljelyn menetelmiä on tilan viljelyssä käytetty jo ennen tutkimuskauten alkua - mainittakoon hyvin onnistunut apilanurmien viljely.

Tilalla on 24,3 ha peltoa. Pellot ovat kahdessa lohossa. Niinsanotut suopellot ovat erittäin runsasmultaista hietamoreenia/hietaa ja taluskeskuksen ympärillä olevat lohkot multavia hieta-hietamoreenimaita. Peltojen viljavuus on analysoitu 1988 ja 1992, ja tulokset näkyvät oheisessa taulukossa.

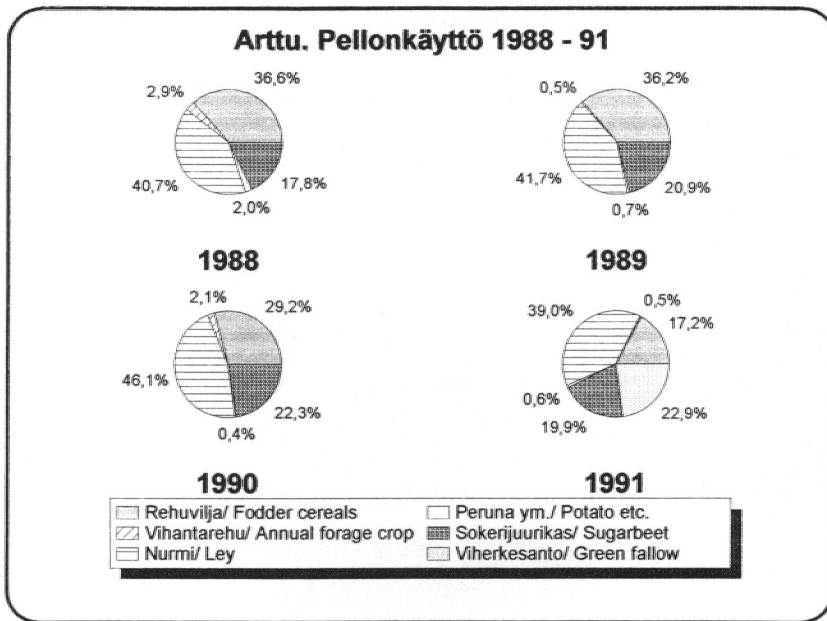
**Taulukko 5.** Arttu. Peltomaan pH sekä helppo-liukoinen fosfori ja vaihtuva kalium mg/l 1988 ja 1992 viljavuustutkimuksen mukaan.

**Table 5.** Arttu. Soil pH, soluble phosphorus and exchangeable potassium 1988 and 1992, according to the acidic ammonium acetate method, mg/l.

		1988	1992
Kivennäismaat Mineral soils	K	104	124
	P	9,0	7,7
	pH	6,2	6,4
Suomaat Organic soils	K	73	66
	P	10	8,9
	pH	6,1	6,0

### Viljelykierto ja satotasot

Pellon jakauma eri viljelykasveille vuosina 1988–92 on kuvassa 5.



**Kuva 5.** Pellon jakautuminen eri viljelykasveille vuosina 1988-91.  
**Fig. 5.** Crop proportions of the arable land during 1988-91.

Nurmensiemenen suojaviljana on ohra. Nurmissa on yllättävän runsaasti apilaa ottaen huomioon, että nurmia lannoitetaan lietteellä ja väkilannoitteilla. Nurmet korjataan säilörehuksi ja pieni ala tehdään heinäksi. Kesäisin karja saa niittorehua. Viljojen korjuussa on siirrytty jyvien murskesäilöntään, mikä helpottaa syksyn työruuhkaa ja puimurin saa helpommin vuokrattua käyttöön. Sokerijuurikkaan naatit syötetään säilörehuna karjalle.

Velvoitekesannoinnin alettua viljelykiertoa muokattiin siten, että kesantolohkoista muodostettiin ns. luomukierto, jossa apilanurmen lisäksi suunniteltiin myöhemmin viljeltävän myös perunaa ja porkkanaa. Kivennäismaalohkoilla uusi kierto sisälsi 2-vuotisen apilanurmen, ohraa 1-2 vuotta ja 2 vuotta sokerijuurikasta.

Suomaalohkoille sokerijuurikasta viedtiin vasta kesantovuonna 1991, kun kivennäismaista alkoi olla pulaa. Suomaiden kierto oli siihen asti sisältänyt 2 vuotta rehuviljaa ja 3 vuotta (apila)nurmea.

Sokerijuurikkaan sato on tutkimuskaudella ollut noin 36 t/ha, vaihdellen

26-45 t/ha. Murskesäilötyn rehuviljan satoa on ollut vaikea arvioida, koska hehtolitransapainoa ei ole ollut tiedossa. Kuivaviljaksi korjattujen ohrasatojen keskiarvo on n. 3600 kg/ha. Säilörehua ja niittorehua korjataan apilanurmista säilörehuksi laskettuna n. 21,8 t/ha. Heinää korjataan vain vähän, ja keskimääräinen heinäsaato on n. 5,5 tonnia. Perunaa viljellään n. 10 aarin alalla, ja siitä korjataan satoa keskimäärin 1400 kg.

### Karjatalous

Tilalla kasvatetaan lihanautoja. Eläimiä on navetassa vajaa 40 kpl, arviolta noin 25 ey. Vasikoiden ruokinnassa käytetään tarpeen mukaan juottorehuja ja sen jälkeen täyssekä karkearehua. Vanhemmat eläimet saavat litisteviljaa sekä apilanurmisäilörehua. Jonkin verran on tehty säilörehua myös sokerijuurikkaan naatista. Kesäruokinta hoidetaan niittorehulla. Eläimet myydään n. 18 kk:n ikäisinä, jolloin lihapaino on n. 275 kg. Lisäksi tilalla on n. 40 kanaa, joiden ruokinta perustuu omaan viljaan sekä puo-

**Taulukko 6.** Arttu. Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet kg/v vuosina 1988-91, suluissa kg/ha/v.  
**Table 6.** Arttu. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balances 1988-91 kg/year, in parentheses kg/ha/year.

	1988	1989	1990	1991
N-osto /N-purchase	1818 (75)	2866 (118)	2303 (95)	2162 (89)
N-myynti /N-sales	811 (33)	1063 (44)	938 (39)	985 (41)
N-erotus /N-difference	1007 (41)	1803 (74)	1365 (56)	1177 (48)
P-osto /P-purchase	645 (27)	1032 (42)	903 (37)	678 (28)
P-myynti /P-sales	207 (9)	274 (11)	236 (10)	261 (11)
P-erotus /P-difference	438 (18)	758 (31)	667 (27)	417 (17)
K-osto /K-purchase	2832 (117)	1705 (70)	1560 (64)	1394 (57)
K-myynti /K-sales	377 (16)	490 (20)	455 (19)	399 (16)
K-erotus /K-difference	2455 (101)	1215 (50)	1105 (45)	995 (41)

litiivisteisiin. Tilalla on siten hieman yli yksi eläinyksikkö/ha.

#### 4.2.2 Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet

##### Ostorehut

Ostorehujen typpimäärä lisääntyi selvästi kesannointivelvoitteen astuttua voimaan. Lisäys kohdistui sekä mullitäsrehuihin että karkearehuihin. Vastaavasti ostorehujen fosfori- ja kaliummäärätkin lisääntyivät. Viimeisenä vuonna ostettu suurehko määrä sokerijuurikkaan naatista tehtyä säilörehua sisälsi kaliumia n. 460 kg.

##### Lannoitteet

Peltojen lannoitussuunnitelmat tehtiin tutkimuskauden loppupuolella VISU-ohjelman perusteella, mikä saattoi jonkin verran täsmentää lannoitteiden käyttöä. Väkilannoitteiden typpimäärä vaihteli vuodesta toiseen. Väkilannoitetyyppeä levitettiin alimmillaan n. 60 kg/ha ja korkeimmillaan n. 100 kg/ha. Sen sijaan fosforimäärä väheni selvästi lannoitefosforiveron tultua voi-

maan. Tilalle ostettiin biotiittia vuonna 1988, jossa hidasliukoista kaliumia tuotiin 1590 kg. Osto näkyi kaliumyli jäämän kak-sinkertaistumisena. Biotiitin käyttö ei kuitenkaan vähentänyt väkilannoitekaliumin käyttöä seuraavina vuosina. Tuhkaa ostettiin tilalle vuonna 1990, mikä sisälsi kaliumia n. 210 kg ja fosforia n. 90 kg.

##### Ostoeläimet

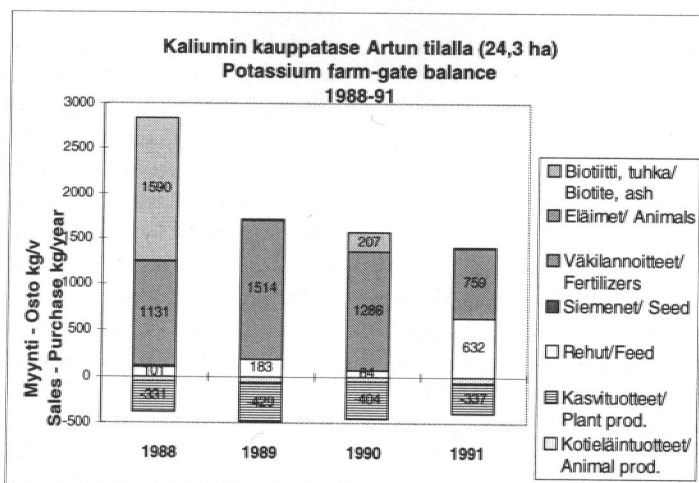
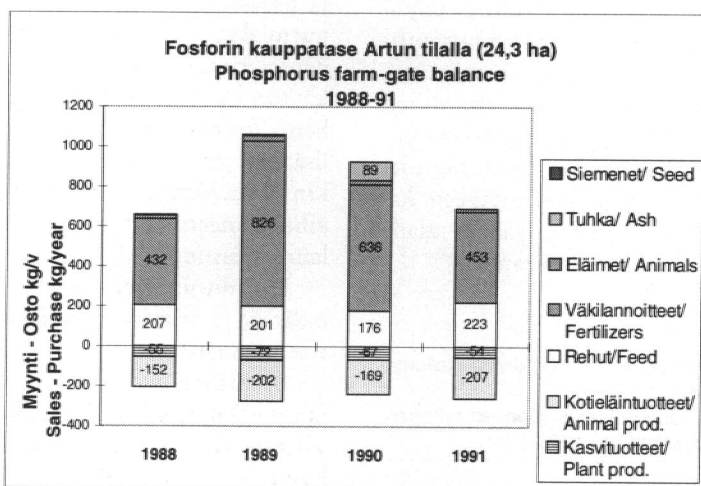
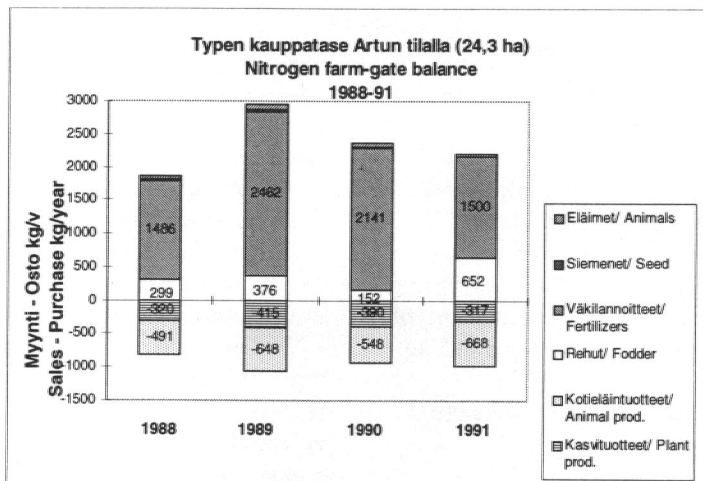
Eläimissä tilalle tuli vuosittain keskimäärin 62 kg typpeä, 20 kg fosforia ja 6 kg kaliumia.

##### Ostosiemenet ja -kuivikkeet

Ostosiemenissä tilalle tuli vuosittain keskimäärin 20 kg typpeä, 4 kg fosforia ja 6 kg kaliumia. Kuivikkeita ei ostettu.

##### Eläinten myynti

Lihamullien myynnissä tilalta poistui keskimäärin 583 kg typpeä, 182 kg fosforia ja 55 kg kaliumia. Kananmunien myynti oli suurinta vuonna 1990, jolloin munia myytiin n. 500 kg, jossa typpeä oli n. 11 kg. Muutoin munien myynnissä poistui typpeä n. 5 kg ja muita ravinteita alle kilon.



Kuvat 6, 7 ja 8. Arttu. Typen fosforin ja kaliumin kauppataseet.  
 Figures 6, 7 and 8. Arttu. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balances

## Kasvituotteiden myynti

Kasvituotteiden myynti vaihteli sokerijuurikasalan ja -sadon mukaan. Suurimmillaan sokerijuurikkaan myynti oli vuonna 1989. Myyty sokerijuurikas sisälsi keskimäärin 359 kg typpeä, 62 kg fosforia ja 372 kg kaliumia. Perunasadot jaettiin sukulaisten kesken, eikä tilalta poistuvaa määrää merkitty ylös. Tilalta poistui perunan myötä muutama kilo typpeä ja kaliumia n. 5 kg.

### 4.2.3 Ostotyypen, -fosforin ja -kaliumin hyödyntämisaasteet

Noin 40 % ostetusta tyypestä saatiin hyödynnettyä myyntituotteiksi. Hyötyprosentti on korkea ottaen huomioon myös sen, että tilan eläintiheys (n. 1 ey/ha) oli suhteellisen korkea. Ostofosforin hyödyntämisaaste kohosi fosforiveron myötä. Kesannointi vuonna 1991 ei näytä heikentäneen kaliumin hyödyntämisaastetta, vaikka tilalle jouduttiinkin ostamaan karkearehua.

**Taulukko 7.** Arttu. Ostotyypen, -fosforin ja -kaliumin hyödyntämisaasteet 1988–91.

**Table 7.** Arttu. Recovery of purchased nitrogen, phosphorus and potassium 1988–91.

	1988	1989	1990	1991
N	0,44	0,37	0,41	0,46
P	0,31	0,26	0,23	0,38
K	0,13	0,29	0,29	0,29

## 4.3 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksessa mukana olleet tavanomaiset tilat eivät välttämättä ole tyypillisimpiä tavanomaisesti viljeltyjä karjatilajoja, sillä molemmilla tiloilla viljeltiin tutkimuskaudella jonkin verran apilaa. Tyyppien kauppataseen perusteella vaikuttaa kuitenkin siltä, ettei Jullen lypsykarjatilalla apiloiden biologinen typensidonta alentanut väkilannoitetyypen käyttöä, sillä tyyppien kauppataseen

ylijäämä edusti eteläsvolaisten lypsykarjatiloiden keskiarvoa (Peltola *et al.* 1995). Sen sijaan Artun lihanautatilalla väkilannoitetyypen käyttö oli vähäisempää, ja kauppataseen ylijäämä myös alhaisempi. On tietenkin huomattava se, että korkeatuotoksen lypsykarjan vaatimustaso rehun valkuaispitoisuuden ja energia-arvon suhteen on lihakarjaa paljon suurempi ja vaikuttaa siten nurmien lannoitusstrategiaan.

Jullen tilan ravinteidenkäyttöön näyttäisi eniten vaikuttaneen fosforilannoitteen verotuksen kiristyminen sekä velvoitekesannoinnin käyttöönotto. Viimeksimainittu heikensi tyyppien kauppatasetta lisäämällä ostorehujen tarvetta. Lisäksi nurmialan suhteellinen lisääntyminen aiheutti runsastyyppisten väkilannoitteiden käytön kasvun. Fosforivero puolestaan vähensi fosforin ylijäämää. Kaliumin käyttö lisääntyi myös nurmialan kasvaessa. Artunkin tilalla näyttää lannoitteiden fosforivero aiheuttaneen siirtymisen vähäfosforisiin lannoitteisiin.

Kesannointivelvoite lisäsi ostorehun määrää, ja erityisesti karkearehua jouduttiin ostamaan.

Biotiitin käyttö ei näillä tiloilla vähentänyt väkilannoitekaliumin käyttöä nurmiviljelyssä, vaikka tämän kivijauheen käyttöä suositellaankin juuri nurmien perustamisvaiheessa tasaamaan nurmien kaliuminottoa.

Jullen tilalla ostotyypen hyödyntämisaaste oli hieman nautakarjatiloiden keskiarvoa (16 %) korkeampi. Tilalla päädyttiin myös selvästi tehokkaampaan väkilannoitefosforin käyttöön kuin mitä Lankoski (1995) on laskenut vuosien 1991 ja 1992 kirjanpito-tila-aineistosta. Artun tilalla ostotyyppiä ja -fosforia hyödynnettiin selvästi paremmin kuin kirjanpitoaineiston nautakarjatiloidella. Lankosken aineistossa oli ostofosforin hyödyntämisaaste kasvinviljelytiloilla noin 62 %, sikatiloilla 34 % ja nautakarjatiloidella 16 %. Artun tilalla paransivat ravinteiden hyödyntämisaasteita korkea rehuomavaraisuus - valkuaispitoisen apilanurmirehun saanti sekä sokerijuurikkaan naattien käyttö rehuna. Myös

lietteen ja biologisen typensidonnan avulla säästettiin jonkin verran väkilannoitetyyppeä. Vaikuttaa siltä, että sokerijuurikkaan viljely ja lihanautojen kasvatusta soveltuvat tilan ravinnetalouden kannalta hyvin yhteen. Mielenkiintoista on se, että vaikka tilalla on eläimiä hehtaaria kohti enemmän kuin Jullen tilalla, ovat ostoravinteiden hyötyprosentit suurempia. Yleensä eläintiheyden kasvu merkitsee ravinneylijäämien lisääntymistä (Olesen & Vester 1995).

## **5 Ravinteiden kauppatasept siirtymävaiheessa luonnonomukaiseen viljelyyn**

### **5.1 Sällin tila**

#### **5.1.1 Tilan kuvaus ja siirtymävaiheen rakenteelliset muutokset**

Tila Sälli siirtyi omistajilleen vuonna 1987 ja välittömästi sen jälkeen tehtiin myös ensimmäinen siirtymissuunnitelma luonnonomukaiseen viljelyyn Mikkelin maaseutokeskuksen luomuneuvojan kanssa. Tilan peltoala oli silloin 11,5 ha ja eläinmäärä n. 14 ey, joten eläintiheydeksi muodostui n. 1,2 ey/ha. Tilan ainoana tuotantosuuntana oli maidontuotanto. Tilalla tuotettiin vain eläinten karkearehu ja väkirehut ostettiin. Nurmia oli aiemmin uusittu harvakseltaan, ja osassa nurmista kasvoi luonnonheiniä. Tilan pellot sijaitsivat kolmessa lohkoissa, joista suurin talouskeskuksen ympärillä. Vuonna 1989 tila onnistui vuokraamaan lisämaata ja peltoala kohosi 18,9 ha:iin. Peltoala lisääntyi vuonna 1990 0,6 hehtaarilla, kun metsälaitumesta raivattiin peltoa. Vuonna 1991 vuokrapellot vaihtuivat, kun naapurin kanssa tehtiin pikäaikainen vuokrasopimus. Peltoala ei juuri muuttunut.

Siirtymävaiheen kuluessa peltoja salaojitettiin, oja perattiin ja nurmien alle levitettiin biotiittia. Lohkojako muutettiin selkeämmäksi. Eläintiheys oli seurantakauden loppulla n. 0,7 ey/ha.

Sällin tilan navetassa on 16 parsipaikkaa, joista n. 9–10 lypsylehmien käytössä. Kiinteä karjanlanta poistetaan karjasuojasta koneellisesti. Lantakouruista virtsa johdetaan virtsakaivoon ja sonta siirretään navetan takana sijaitsevaan avolantalaan.

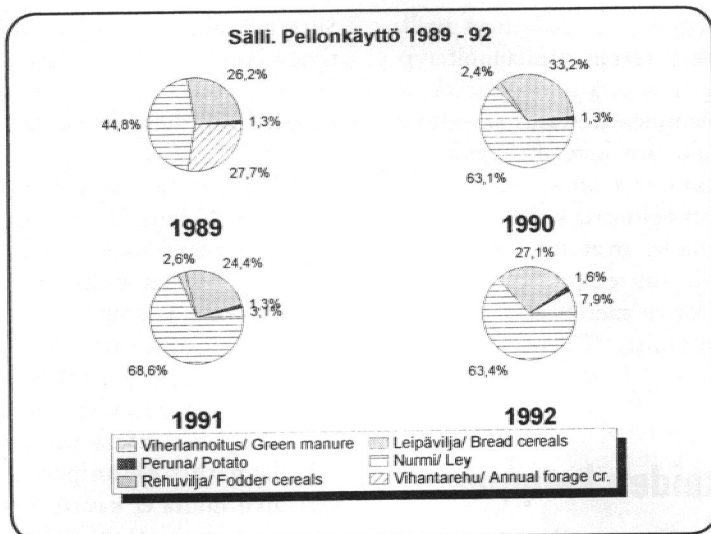
Lannankäsittelyä ryhdyttiin parantamaan heti siirtymävaiheen aluksi. Kattamaton maapohjalantala uusittiin. Uuteen lantalaan tuli betonipohja ja valumavesikaivo mutta ei kattoa. Lantaa ryhdyttiin kompostoimaan aumoissa pellolla, mutta aluksi olkikuivikkeesta oli pulaa, koska tilalla ei viljelty viljaa. Olkea ja turvetta jouduttiin siis ostamaan.

Tilan eläinmäärä pysyi lähes ennallaan koko siirtymävaiheen ajan. Maidon lisäksi siirtymävaiheen loppuvaiheessa ryhdyttiin tuottamaan hieman luomuperunaa ja leipäviljaa.

Tilan pellot ovat multavia ja runsasmultaisia hietamoreeneja. Peltomaiden liukoinen fosfori ja vaihtuva kalium olivat keskimäärin 10,5 ja 127 mg/l vuonna 1987 tehdyssä viljavuustutkimuksessa. Maan pH oli keskimäärin 5,8. Viljavuustutkimuksessa vuonna 1992 liukoinen fosfori oli edelleen välttävissä luokassa, keskimäärin 8,4 mg/l, mutta vaihtuva kalium oli kohonnut tyydyttäväksi ollen keskimäärin 167 mg/l. Maan pH oli kohonnut 6,2:een.

Viljelykierto luonnonomukaiseen viljelyyn siirryttäessä koki muutoksia tilan pinta-alan vähitellen kasvaessa. Vuonna 1988 kaikki pellot kasvoivat yksi- tai monivuotista nurmea. Siirtymävaiheen alussa jouduttiin käyttämään maan kunnostamiseksi ja nurmirehutarpeen täyttämiseksi yksi- vuotisia virna-kauraseoksia, joiden alle kylvettiin apila-heinäseos (Kuva 9). Uudet vuokramaat olivat myös huonokuntoisia; niillä viihtyi vain apilanurmi, mutta viljat epäonnistuivat - niinpä viljelijäperhe päätyi viljelemään niillä jatkossakin pääasiassa apilanurmia.





**Kuva 9.** Säili. Peltoalan jakautuminen eri viljelykasveille.  
**Fig. 9.** Säili. Crop proportions of the arable land.

### 5.1.2 Typpen, fosforin ja kaliumin kauppatasept

Ostotyypen ylijäämä tilalla oli alkutilanteessa 1565 kg (136 kg/ha). Vuoteen 1992 mennessä ylijäämä väheni noin 30 kiloon (1,5 kg/ha). Ostofosforin ylijäämä puolestaan oli vuonna 1988 400 kg (35 kg/ha) ja kaliumin 920 kg (80 kg/ha). Fosforin ylijäämä aleni samana aikana 70 kiloon (3,5 kg/ha) ja kaliumin ylijäämä 140 kiloon (7 kg/ha). Kaliumin osalta on kuitenkin huomattava se, että suuri osa taseen ylijäämäkaliumista oli biotiitin vaikealiukoista kaliumia (Taulukko 8).

Eri pääravinteiden kauppatasept jaoteltuna panos- ja tuotoslajeittain ovat kuvissa 10, 11 ja 12.

#### Lannoiteostot

Sällin tilalle ostettiin tyyppä vuonna 1988 yhteensä 1972 kg. Siitä väkilannoitetyyppeä oli 68 %. Väkilannoitteet olivat pääasiassa typpirikkaita Y-lannoksia. Seuraavana vuonna peltoala laajeni 18,9 hehtaariin, mikä lisäsi väkilannoitetyypen määrää edellisvuotiseen verrattuna. Pinta-alaa kohti las-

kettuna määrä kuitenkin väheni edellisvuoden 117 kilosta 84 kiloon/ha. Vuonna 1990 tilalle ostettiin edelleen runsaasti typpilannoitteita, joita käytettiin pääasiassa vuokra- mailla, joilla viljeltiin kauraa ja nurmirehua. Vuonna 1991 tilan peltoala laajeni edelleen, kun metsälaidunta raivattiin pelloksi. Väkilannoitteiden käyttö aleni voimakkaasti, 25 kiloon/ha, kun biologinen typensidonta uusissa nurmissa oli päässyt vauhtiin. Viimeisenä tutkimusvuonna ei tilalle enää hankittu väkilannoitteita.

Fosforin osto väkilannoitteissa väheni vuodesta toiseen siirtymävaiheen kuluessa. Vuonna 1988 väkilannoitefosforia tilalle tuli 300 kg, ja viimeisenä väkilannoitteiden käyttövuonna 96 kg. Väkilannoitefosforin osuus ostofosforista vuonna 1988 oli 62 %. Siirtymävaiheessa vuosina 1989-91 tilalle ostettiin apatiittia ja raakafosfaattia. Panos oli suurimmillaan vuonna 1990, jolloin 240 kg eli 37 % tilalle ostetusta lannoitefosforista oli vaikealiukoista.

Tilalle tuli tutkimuksen ensimmäisenä vuonna väkilannoitekaliumia 755 kg. Seuraavana vuonna peltoalan kohotessa lannoitteissa ja maanparannusaineissa kaliumia ostettiin n. 1700 kg, mutta siitä biotiitin osuus oli 56 %. Biotiitin käyttö lisääntyi vielä vuonna 1990, jolloin siinä

**Taulukko 8.** Sälli. Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet 1988–92, kg/vuosi, suluissa kg/ha.  
**Table 8.** Sälli. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balances 1988–92 kg/year, in parentheses kg/ha/year.

Vuosi	1988	1989	1990	1991	1992
N-osto	1972 (171)	1844 (98)	1880 (100)	922 (47)	366 (19)
N-myynti	407 (35)	396 (21)	356 (19)	413 (21)	337 (17)
N-erotus	1565 (136)	1448 (77)	1524 (81)	509 (26)	29 (1)
P-osto	481 (42)	505 (27)	756 (40)	343 (18)	135 (7)
P-myynti	79 (7)	72 (4)	70 (4)	81 (5)	66 (3)
P-erotus	402 (35)	433 (23)	686 (36)	262 (13)	69 (4)
K-osto	1037 (90)	1891 (100)	2841 (150)	1501 (77)	236 (12)
K-myynti	118 (10)	134 (7)	107 (5)	116 (6)	98 (5)
K-erotus	919 (80)	1757 (93)	2734 (145)	1385 (71)	138 (7)

osto = purchase, myynti = sales, erotus = difference

tuli kaliumia 95 kg hehtaaria kohti laskettuna. Väkilannoitekaliumin käyttö lisääntyi myös. Sen sijaan vuonna 1991 väkilannoitekaliumia tuli tilalle enää vain 192 kg, mutta biotiittikaliumia vielä 930 kg. Vuonna 1992 ei kaliumlannoitteita eikä maanparannusaineita enää käytetty.

### Ostorehu

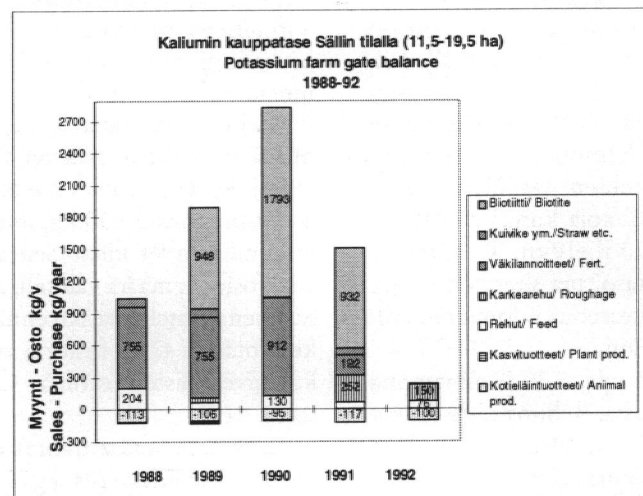
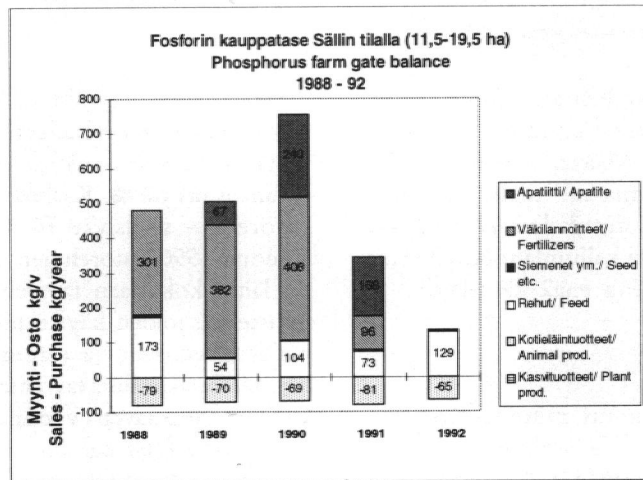
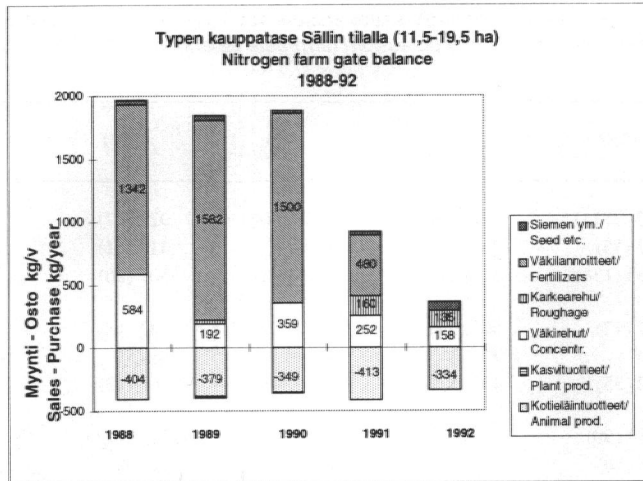
Ostorehun koostumus muuttui siirtymävaiheen kuluessa. Täysrehujen käytöstä siirryttiin rehuviljaan. Ostorehun koostumus vaihteli vuodesta toiseen myös siksi, että tila oli riippuvainen vuokrateltojen saannista. Kun aluksi tila sai vuokralle heinänurmea kasvavan lohkon, painottui ostorehu rehuviljaan ja muuhun väkirehuun. Kun tila sitten sai solmittua pitkäaikaisemmän vuokrasopimuksen naapurin kanssa, ryhdyttiin näitä lohkoja kunnostamaan ja siirtämään luomuviljelyyn. Ostorehun koostumus alkoi tasoittua siten, että vajaa puolet siitä oli karkearehua ja loput rehuviljaa ja muita väkirehuja.

Sällin tilan ostotyperästä 30 % oli vuonna 1988 peräisin rehuista. Rehuostoista suurin tyyppierä sisältyi täysrehuihin, mutta tilalla oli jo edellisenä vuonna ryhdytty lisäämään rehuviljan syöttöä. Seuraavana vuonna ostorehutypen määrä väheni, sillä tila oli nyt omavaraisempi rehun suhteen. Rehutypen

määrä 223 kg, oli vain 12 % ostotyperästä. Täysrehujen ja tiivisteiden osuus rehutyperästä oli tänä vuonna enää 15 % ja rehuviljan osuus 62 %. Karkearehut - heinä ja säilörehu - sisälsivät 14 % rehutyperästä. Vuonna 1990 ostorehujen tyyppi, 359 kg, oli lähes kokonaan täysrehuissa ja puoli-tiivisteissä, joiden käyttö hieman lisääntyi maidontuotoksen ja eläinmäärän kasvun myötä. Karkearehua tai rehuviljaa ei ostettu lainkaan. Seuraavana vuonna ostorehun tyyppistä 37 % (160 kg) oli karkearehussa ja loput rehuviljassa sekä muissa väkirehuissa. Rehussa tyyppä ostettiin kaikkiaan 412 kg. Viimeisenä tutkimusvuonna rehutyyppä ostettiin tilalle 293 kg/ha ja siitä karkearehuissa 46 %.

Rehujen mukana tilalle tullut fosforimäärä väheni siirryttäessä täysrehuista rehuviljojen syöttöön. Vuonna 1988 fosforia ostettiin rehussa 213 kg, mutta seuraavana vuonna vain 94 kiloa. Seuraavina vuosina rehufosforin määrä vaihteli, mikä johtui rehuviljojen vaihteluista. Kivennäisissä ostettiin keskimäärin 47 kg fosforia vuodessa. Tarkkaa kivennäisten ostomäärää ei dokumentoitu.

Ensimmäisenä seurantavuonna ostettiin kaliumia rehuissa 204 kg, mikä oli 20 % ostokaliumista. Siirtyminen rehuviljan syöttöön vähensi kaliumin ostoa selvästi. Vuonna 1989 kaliumia oli ostorehussa puo-



Kuvat 10, 11 ja 12. Säilli. Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet  
 Figures 10, 11 and 12. Säilli. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balances.

**Taulukko 9.** Sälli. Maidontuotannon tunnusluvut vuosina 1988–92.  
**Table 9.** Sälli. Milk records during 1988–92.

	1988	1989	1990	1991	1992
Keskituotos kg <i>Milk yield kg</i>	6396	7586	6627	6732	6076
Maidon valkuaispitoisuus % <i>Mean protein content %</i>	3,2	3,3	3,2	3,2	3,3
Maidon rasvapitoisuus % <i>Mean fat content %</i>	4,2	4,6	4,4	4,3	4,4
Lehmät + hiehot ey <i>Cows + heifers lsu</i>	11,3 + 2,0	9,7 + 2,8	9,7 + 3,7	11,3 + 2,9	11,0 + 2,0
Rehunkulutus/lehmä ry <i>Fodder consumption/cow fu</i>	4187	4668	4802	4864	4504
4-% Maitoa kg/ry <i>Milk yield kg/fu</i>	1,57	1,77	1,46	1,45	1,43
Väkirehun osuus % <i>Concentrates %</i>	42	39	42	35	39

ry = rehuyksikkö, ey = eläinyksikkö  
 fu = fodder unit, lsu = livestock unit

let vähemmän. Karkearehussa oli rehun kaliumista 39 %. Vuonna 1990 ostorehukaliumin määrä taas väheni, koska tila oli omavarainen karkearehun suhteen. Vuonna 1991 karkearehua jouduttiin jälleen ostamaan, ja se sisälsikin 70 % ostorehun kaliumista, eli 252 kg. Viimeisenä tutkimusvuonna ostorehun kaliummäärä väheni jälleen, mutta edelleen karkearehun osuus ostoista pysyi suurena, noin 67 %:na. Kaliumia ostettiin tilalle ostorehun myötä 225 kg, eli 12 kg/ha.

### Kuivikkeet ja siemenet

Kuivikkeiden ja siementen sisältämät ravinnemäärät olivat hyvin pieniä - keskimäärin n. 22 kg tyypeä, 3 kg fosforia ja 40 kg kaliumia. Kuivike oli pääasiassa olkea ja sen ostotarve vaihteli vuodesta toiseen, joten kaliummäärä vaihteli voimakkaasti vuosien välillä.

Lannan kompostointiin hankittiin viimeisenä vuonna 45 m<sup>3</sup> turvetta, jossa tyypeä tilalle tuli noin 40 kg.

### Kotieläintuotteet

Alkutilanteessa, kun tilan peltoala oli vielä pieni, kotieläintuotteissa myytiin tyypeä

hieman yli 400 kg, eli 35 kg/ha vuodessa. Vuoden 1989 typpituotoksen (379 kg) lasku on seurausta lehmämäärän vähenemisestä 11,3:sta 9,7:ään. Lehmien keskituotos kuitenkin kohosi (Taulukko 9). Seuraavana vuonna maidossa ja eläimissä tilalta myyty typpimäärä väheni edelleen, sillä maitoa käytettiin aikaisempaa enemmän vasikoiden ruokinnassa. Tämä näkyy myös maidon keskituotoksen alenemisena. Kotieläintalouden typenmyynti vuonna 1991 kohosi yli 60 kg, sillä lehmämäärä lisääntyi taas. Keskituotoskin kohosi lievästi. Viimeisenä tutkimusvuonna lehmämäärä väheni jälleen. Ehkä myös panostus suomenkarjaan vaikutti siihen, että lehmien keskituotos putosi voimakkaasti edellisvuotisesta. Kotieläintuotteissa tyypeä myytiin yhteensä 335 kg, eli 17 kg/ha.

Kotieläintuotteiden kaliumpitoisuus on hyvin alhainen, ja niinpä yli 90 % rehujen kaliumista siirtyy eläinten ulosteisiin. Tällä tilalla vuosittainen kaliumin poistuma oli keskimäärin 105 kiloa vuodessa. 19,5 ha:n peltoalaa kohti laskettuna se on 5,4 kg.

Fosforia myytiin kotieläintuotteissa vuosittain keskimäärin 73 kg, mikä peltoalan ollessa 19,5 ha on 3,8 kg/ha. Myytyyn fosforimäärään vaikutti maitoa enemmän teuraseläinten määrä.

## Kasvintuotanto

Perunantuotanto oli tilalla pienimuotoista. Sitä viljeltiin omassa viljelykierrossaan talouskeskuksen lähellä. Perunaa myytiin vuosittain vain muutamia tonneja, mutta sen pakkaaminen toi kuitenkin hieman lisätuloja. Typen ja kaliumin poistuma perunan myynnissä oli hyvin vähäistä.

### 5.1.3 Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet

Seuraavia ostoravinteiden hyödyntämistuloksia tarkasteltaessa on huomioitava se, että tilan pinta-ala ensimmäisenä vuonna oli noin 60 % lopullisesta alasta ja eläintiheys vastaavasti tilalle liian suuri, mikä alensi hyödyntämisasteita. Ostofosforin hyödyntämisaste siirtymävaiheessa aleni, koska apatiitti ei ainakaan välittömästi kohottanut tuotosta. Apatiittia käytettiin vielä vuonna 1991, mutta jo silloin ostofosforin hyödyntämisaste oli kohonnut entistä tasoa korkeammaksi.

**Taulukko 10.** Säili. Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet.

**Table 10.** Säili. Recovery of purchased phosphorus and potassium

	1988	1989	1990	1991	1992
P	0,16	0,14	0,09	0,22	0,49
K	0,11	0,07	0,04	0,08	0,42

Kaliumin hyödyntämisaste, jossa on p-noksiin sisällytetty ostetun biotiitin 5 vuoden tähtämellä todennäköisesti vapautuvan kokonaiskaliumin määrä, antaa osin väärän kuvan tilan kaliuminkäytön tehokkuudesta. Todennäköistä näet on, että vain n. 20 % biotiitin kaliumista on vapautunut levitysvuosina.

## 5.2 Reetan tila

### 5.2.1 Tilan kuvaus

Tila Reeta siirtyi isännilleen sukupolvenvaihdoksessa vuonna 1989. Tila liittyi tutkimukseen samana vuonna, siis vuotta myöhemmin kuin muut tilat. Tilalla alettiin jo silloin valmistautua siirtymiseen luonnonmukaiseen viljelyyn, mutta siirtymissopimus tehtiin vasta seuraavana vuonna. Tilan suurin ongelma oli lietalannan käsittely; sitä oli sekä varastointikapasiteettiin nähden että vuosittaiseen mullosalaan nähden liikaa.

Tilalla on 24,5 ha peltoa ja n. 20 ny lypsykarjaa, eli 0,8 ey/ha. Sukupolvenvaihdoksen aikoihin tilan vanha emäntä piti myös muutamia kanoja ja lampaita. Kanoista kuitenkin luovuttiin varsin pian. Tilalla päätettiin keskittyä luomumaidon tuotantoon.

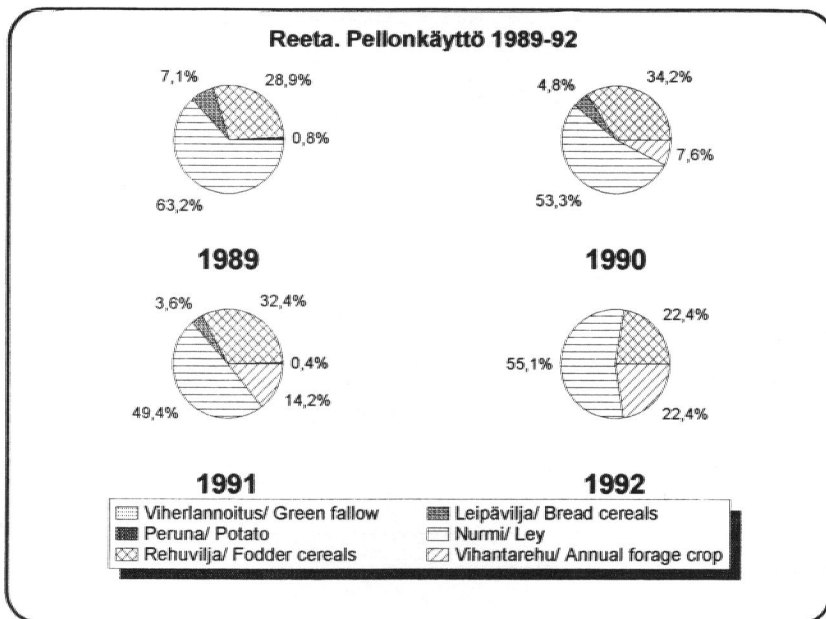
Pellot ovat kolmessa lohkoissa. Suurin osa pelloista on talouskeskuksen ympärillä, mutta osa niistä on hiehojen pysyviä kivisiä laitumia. Pellot ovat multavia ja runsasmultaisia hietamoreeneja. Multavimmat "suomaat" ovat etäämpänä talouskeskuksesta ja niitä ojitettiin siirtymävaiheen kuluessa. Viljavuustutkimuksen tulokset vuosilta 1987 ja 1992 on koottu taulukkoon 11.

Navetan yhteydessä on katettu 220 m<sup>3</sup> lietalantasäiliö, johon ohjataan myös säilörehun puristenesteet. Lietettä jouduttiin levittämään talvisin myös pelloille. Vuosina

**Taulukko 11.** Reeta. Peltomaan pH, vaihtuva kalium ja helppoliukoinen fosfori, mg/l, vuosina 1987 ja 1992 viljavuustutkimuksen mukaan.

**Table 11.** Reeta. Soil pH, exchangeable K and soluble P mg/l 1987 and 1992 according to the acidic ammonium acetate method.

	1987	1992
K	114	165
P	12	16,5
pH	6,0	6,2



**Kuva 13.** Reeta. Peltoalan jakautuminen eri viljelykasveille.  
**Fig. 13.** Reeta. Crop proportions of the arable land.

1989 ja -90 kokeiltiin myös lietteen imeytämistä turpeeseen, jotta talvileivitykseltä vältyttäisiin. Vuonna 1991 ryhdyttiin rakentamaan uutta lietesäiliötä ilmastetun lietteen varastointiin.

Laidunten viljely muotoutui kierroksi, jossa 3-vuotinen apilanurmi uusitaan vihantakauraan kylvetyllä monipuolisella siemenseoksella. Peltoviljelyssä 3-vuotista apilanurmea seurasi seosvilja tai kaura ja rehuvilja uuden nurmen suojaviljana. Toisinaan nurmi uusittiin peltoviljelyssäkin vihantakauran avulla. Isäntä innostui siirtymävaiheen lopussa myös vuohenhermenurmen viljelystä, jota oli tarkoitus pitää kauemmin kuin 3 vuotta.

Pellonkäyttö muuttui siirtymävaiheessa hieman nurmivaltaisemmaksi. Vuonna 1989 nurmena oli 63 % peltopinta-alasta ja vuonna 1992 nurmen osuus oli kasvanut 78 %:iin. Siirtymävaiheen alkuvuosina vanhoja nurmia uusittiin, mikä tilapäisesti vähensi nurmen osuutta pinta-alasta (Kuva 13).

## 5.2.2 Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet

Typen kauppataseen tulos seurannan ensimmäisenä vuonna oli lypsykarjatilalle hyvin tyypillinen. Se osoitti 87 kilon ylijäämää hehtaaria kohti. Fosforin kauppatase puolestaan osoitti 24 kilon ylijäämää ja kaliumin 52 kg/ha. Seurannan viimeisenä vuonna typen kauppataseen ylijäämä oli alentunut 11 kiloon ja fosforin ylijäämä 4 kiloon/ha. Kaliumin ylijäämä sen sijaan oli kasvanut 68 kiloon/ha, koska biotiittia oli hankittu edelleen runsaasti. Typen kauppataseen suurin ostopanos oli esikuivattu säilörehu (Taulukko 12).

Reetan tilan typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet ovat jaoteltuna panos- ja tuotelajeittain kuvissa 14, 15 ja 16.

### Lannoitteet

Typpiostot tilalle vuonna 1989 olivat pääosin väkilannoitetyyppeä, lähinnä typpirikkaita Y-lannoksia, yhteensä 2135 kg. Väkilannoitetyypen ostoa säilyi vielä seura-

**Taulukko 12.** Reeta. Typen, fosforin ja kaliumin kauppataaset kg/v, suluissa kg/ha.

**Table 12.** Reeta. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balances kg/year, in parentheses kg/ha/year.

Vuosi	1989	1990	1991	1992	1993
N-osto	2631 (107)	2537 (104)	1277 (52)	889 (36)	764 (31)
N-myynti	533 (22)	558 (23)	561 (23)	497 (20)	479 (20)
N-erotus	2098 (86)	1979 (81)	716 (29)	392 (16)	285 (12)
P-osto	672 (27)	929 (38)	749 (31)	292 (12)	187 (8)
P-myynti	102 (4)	102 (4)	114 (5)	103 (4)	96 (4)
P-erotus	570 (23)	827 (34)	635 (26)	189 (8)	91 (4)
K-osto	1408 (57)	2110 (86)	2591 (106)	3230 (132)	1778 (73)
K-myynti	145 (6)	154 (6)	160 (7)	123 (5)	130 (5)
K-erotus	1263 (52)	1955 (80)	2432 (99)	3107 (127)	1648 (67)

osto = purchase, myynti = sales, erotus = difference

vanakin vuonna lähes ennallaan. Vuonna 1991 väkilannoitteiden käyttö väheni ja entiset typpirikkaat Y-lannokset vaihtuivat vähäfosforiseen ja kalirikkaaseen Y-lannokseen. Seuraavana vuonna väkilannoitetyypä ostettiin enää runsas kymmenesosa lähtötilanteen ostosta, minkä jälkeen väkilannoitteita ei enää ostettu.

Väkilannoitteissa fosforia tuli tilalle aluksi 490 kg. Fosforin kauppataase muuttui siirtymävaiheen vuosina 1990 ja 1991 entistä positiivisemmaksi, koska tilalle ostettiin sekä hidasliukoista apatiittia että väkilannoitteita. Apatiitin osuus lannoitefosforista oli näinä vuosina 43 % ja 73 %. Sittemmin apatiittia ei enää hankittu. Viimeisenä väkilannoitteiden käyttövuonna lannoitefosforia tuli tilalle enää 84 kiloa.

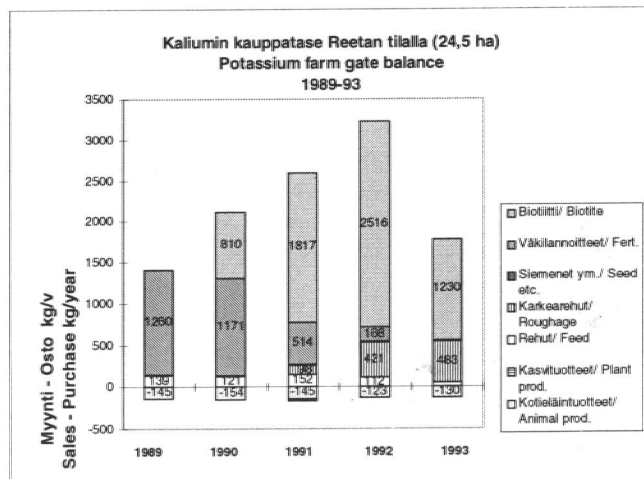
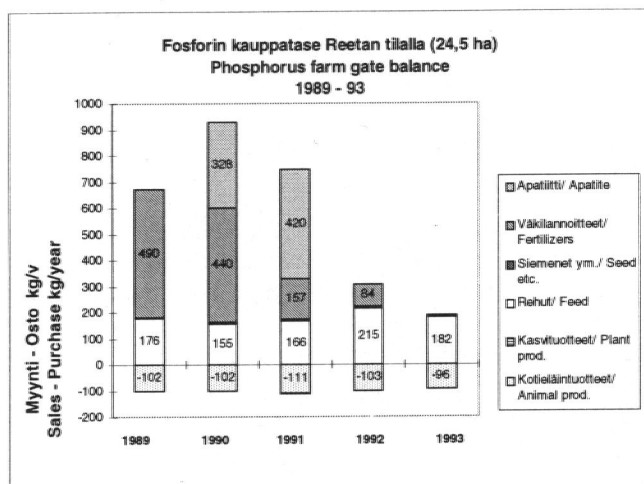
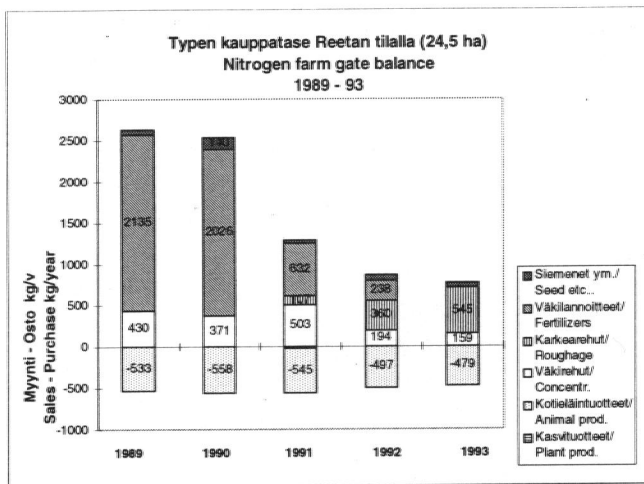
Kaliumin kauppataaseen ostopanoksissa näkyvät sekä siirtyminen väkilannoitteista biotiitin runsaaseen käyttöön että väkilannoitelajien vaihtelu. Vuonna 1989 väkilannoitteet olivat pääosin typpirikkaita Y-lannoksia, joiden mukana kaliumia tuli tilalle 1260 kg. Seuraavana vuonna levitettiin sekä vähäfosforista että kalirikasta Y-lannosta, joissa kaliumia tuli vielä 1171 kg. Samalla aloitettiin biotiitin käyttö, joka jatkui koko seurannan loppuajan. Väkilannoitekaliumin määrä vuoden 1990 jälkeen oli enää hyvin vähäinen, kunnes se koko-

naan jäi pois. Biotiitin käyttömäärä oli suurimmillaan vuonna 1992, jolloin peltoon levitettiin biotiitin kaliumia yhteensä 2516 kg, eli 103 kg/ha.

### Ostorehut

Vuonna 1989 ostettiin rehutyyppä vain 430 kg (18 kg/ha), sillä tila oli suhteellisen omavarainen lypsykarjan väkirehujen suhteen. Nautakarjan rehujen lisäksi ostettiin tyyppä kanojen täysrehussa. Lypsykarjan täysrehut sisälsivät 71 % ostorehujen tyyppästä. Seuraavana vuonna rehuissa pyrittiin siirtymään täysrehuista rehuviljaan, joten vain 58 % tyyppästä sisältyi täysrehuihin. Vuonna 1991 tyyppä siirtyi tilalle ostorehuissa 610 kg, josta pääosa oli peräisin rehuviljasta ja rehuherneestä. Karkearehuihin sisältyi 13 % ja varsinaisiin väkirehuseoksiin 19 % ostorehun tyyppästä. Tästä eteenkin päin ostorehujen tyyppimäärä pysyi edelleen suurena, mutta tyyppä ostettiin lähes pelkästään rehuviljan ja karkearehujen muodossa. Viimeisenä tutkimusvuonna ostorehun tyyppä tuli tilalle 704 kg, josta karkearehun osuus oli 545 kg eli 77 %.

Koska varastomuutosten vaikutusta ei kauppataaseissa huomioitu, vaihteli rehufosforin määrä vuodesta toiseen - lähinnä sen mukaan ostettiin kiviennäisiä varastoon



Kuvat 14,15 ja 16. Reeta. Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet  
 Figures 14, 15 and 16. Reeta. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balances



**Taulukko 13.** Reeta. Maidontuotannon tunnusluvut vuosina 1989–93.  
**Table 13.** Reeta. Milk records during 1989–93.

	1989	1990	1991	1992	1993
Maitotuotos kg Milk yield kg	6725	6939	6773	6229	6351
Maidon valkuaispitoisuus % Mean protein content %	3,2	3,3	3,2	3,3	3,2
Maidon rasvapitoisuus % Mean fat content %	4,3	4,4	4,4	5,1	4,3
Lehmät + hiehot ey Cows + heifers lsu	13,9	14,2	14,0	12,4	13,3
Rehunkulutus ry/lehmä Fodder consumption fu/cow	4914	4884	4790	4748	4793
4-% Maitoa kg/ry 4-%Milk kg/fu	1,43	1,51	1,50	1,53	1,38
Väkirehun osuus % Concentrates in fodder %	40	37	31	31	28

ry = rehuyksikkö, ey = eläinyksikkö  
 fu = fodder unit, lsu = livestock unit

vai ei. Lähtötilanteessa fosforia siirtyi tilalle ostorehuissa 176 kg. Tämän jälkeen fosforin osto muissa kuin kivennäisrehuissa alkoi vähentyä, koska siirryttiin täysrehuista viljan ja karkearehujen ostoon.

Tilalle ryhdyttiin ostamaan karkearehua vuonna 1991, mikä näkyy kaliumin kauppataaseissa selvästi. Syynä ostoon oli aluksi siirtyminen tuoresäilörehusta esikuivattuun säilörehuun, eikä ensimmäisenä talvena rehu riittänyt kevääseen asti. Karkearehun ostoa jatkettiin myös seuraavina vuosina. Kaliumin osto karkearehussa oli suurinta seurantakauden lopussa.

### Kuivikkeet ja siemenet

Reetan tilalle ostettiin vuosittain turvetta, jota käytettiin sekä kuivikkeena että lietelannan kompostointiin. Typpeä tilalle tuli vuosittain turpeessa n. 48 kg. Muita ravinteita turve sisälsi muutamia kiloja.

### Kotieläintuotanto

Typen myynti koostui lähes tyystin maidon ja eläinten myynnistä. Kananmunissa myytiin vuosina 1989 ja 1990 kumpanakin

noin 10 kg typpeä. Kananrehuissa sitä tuli tilalle samaan aikaan keskimäärin 30 kg. Typen myynti väheni siirtymävaiheessa lievästi, mikä johtui tuotostason laskusta sekä eläinmäärän vähenemisestä. Rehun koostumus muuttui siirtymävaiheessa selvästi karkearehuvaltaisemmaksi. Vuonna 1992 lehmien rehussa oli liikaa valkuaista suhteessa energiaan, mikä näkyy rasvaprosentin kohoamisena. Maidontuotokset ja rehunkulutukset näkyvät taulukossa 13.

Fosforia myytiin eläimissä ja maidossa tilalta keskimäärin 104 kg (4 kg/ha) vuodessa. Fosforin myynnin trendi oli laskeva, kuten typessäkin. Kotieläintuotteissa tilalta poistui hyvin vähän kaliumia, noin 139 kg (n. 5 kg/ha) vuodessa.

### 5.2.3 Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet

Fosforin hyödyntämisasteen tilapäinen pudotus johtuu lähinnä apatiitin käytöstä vuosina 1990 ja -91. Ostokaliumin hyödyntämisaste sen sijaan heikkeni jokavuotisen biotiitin oston vuoksi. Vaikka vain osa bio-

**Taulukko 14.** Reeta. Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet.

**Table 14.** Recovery of purchased phosphorus and potassium.

	1989	1990	1991	1992	1993
P	0,15	0,09	0,15	0,36	0,51
K	0,10	0,07	0,06	0,04	0,07

tiitin kaliumista laskettaisiinkin levitysvuonna ostopanokseksi, jäisi hyödyntämisaste entiselle tasolle.

## 5.3 Tulosten tarkastelu

### 5.3.1 Siirtymävaiheen ongelmat

Sällin tilalla siirtymistä luonnonmukaiseen viljelyyn vaikeutti selvästi liian pieni peltoala suhteessa eläinmäärään. Koska tila oli vast'ikään siirtynyt isäntävaelleen, taloudellisia mahdollisuuksia ei ollut eläimäärän vähentämiseen. Ainoa vaihtoehto oli siten peltoalan kasvattaminen vuokraamalla, mikä lisäksi tilan rehuomavaraisuutta, mutta hankaloitti samalla viljelykierron pitkäjänteistä suunnittelua. Vuokramaiden siirto luonnonmukaiseen viljelyyn alkoi vasta vuonna 1991, jolloin naapurin kanssa saatiin solmittua pitkäaikainen vuokrasopimus. Tätä ennen tilalla oli lyhytaikainen vuokrasopimus tavanomaisesti viljellystä heinälohkosta. Vuokramaiden vaihtuminen näkyy voimakkaana vaihteluna ostetun karkearehun, kuivikkeen ja rehuviljan määrissä. Sekä omat että vuokrapellot olivat monokulttuuriviljelyn jäljiltä heikossa kunnossa, joten siirtymävaihekausi oli liian lyhyt maan viljavuuden kohottamiseen.

### 5.3.2 Pellonkäyttö ja satotasot siirtymävaiheessa

Näillä kahdella lypsykarjatilalla pellonkäyttö muuttui siten, että erityisesti siirty-

mävaiheen alkuvuosina nurmen osuus peltoalasta väheni. Väheneminen johtui vanhojen heinänurmiin uusimisesta ja perusparannuksista, jotta apila saataisiin jatkossa viihtymään ja samalla biologinen typensidonta toimimaan tehokkaasti. Nurmen vähyys ja vaikeudet apilaturmien viljelyssä aiheuttivat karkearehupulaa. Siihen oli useita syitä:

- Tehollinen nurmiala väheni tilapäisesti nurmiin uudistuksen ja peltojen perusparannusten vuoksi (Kuvat 9 ja 13).

- Siirtyminen karkearehuvaltaiseen ruokintaan Reetan tilalla. Vaikka nurmen osuus tilan peltopinta-alasta kohosi, aleni kokonaisnurmisato.

- Siirtyminen puna-apilaturmien viljelyyn. Aikaisemmin nurmisatoa oli korjattu toisinaan kolme kertaa, mutta puna-apilaviljelyssä ei kolmatta satoa enää otettu. Nurmenkäytön intensiteetti siis hieman laski. Satotaso alentui myös sen vuoksi, ettei puna-apila viihtynyt nurmissa kahta vuotta pitempään, joten kolmannen vuoden sato jäi heikoksi.

Satotason aleneminen näkyy parhaiten Reetan tilalla, jossa nurmiala vuonna 1992 oli neljä hehtaaria suurempi kuin alkutilanteessa. Eläinmäärä oli tosin vähentynyt kahdella eläinyksiköllä alkutilanteeseen verrattuna, mutta toisaalta eläinten rehuvälio oli muuttunut huomattavasti karkearehuvaltaisemmaksi. Nämä kaksi muutosta tasapainottivat toisensa, joten karkearehun tarve oli pysynyt ennallaan tai jopa hiukan vähentynyt. Tilalle jouduttiin suuremmasta nurmialasta huolimatta ostamaan karkearehua.

On todennäköistä, että tilat edelleenkin jatkavat sekä karkearehun että rehuviljan ostoa, koska lähitoltta on molempia luonnonmukaisesti tuotettuna saatavilla. Viljelijöiden mielestä kuitenkin siirtymävaiheen jälkeen ovat sadot vuosi vuodelta kohonneet.

Lypsykarjatilan siirtyessä luomutuotantoon kannattaa ehkä pyrkiä ainakin alkuvaiheessa perustamaan nurmet vihan-tarehuun ja pitää apilanurmea vain kaksi vuotta, jotta tilan karkearehun tarve saadaan tyydytettyä ja satotasot pysyvät korkealla. Kaksivuotiaan apilanurmen esikasviarvo seuraavalle rehuviljalle on myös parempi (Granstedt 1990).

### 5.3.3 Ravinteiden kauppataseet siirtymävaiheessa

Siirtymävaihe oli kauppataseen valossa molemmilla tiloilla sekä kaliumin että fosforin tankkausvaihe, kun biotiittia ja apatiittia käytettiin uusien nurmien peruslannoitteeksi. Apatiitti-kivijauheen käyttö rajoittui näillä tiloilla kauteen, jolloin tilat saivat valtion siirtymävaihetukea.

Typen kauppataseen ylijäämä väheni voimakkaasti siirtymävaiheessa luomutuotantoon, mikä suurimmaksi osaksi johtui siitä, että luovuttiin typpilannoitteiden käytöstä. Typeä tuli luomutiloille sen jälkeen käytännössä enää rehun mukana. Tilojen rehuomavaraisuus heikkeni, vaikka kokonaisuudessaan ravinneomavaraisuus paranikin. Tavallaan karkearehun osto tilojen ulkopuolelta korvasi nurmiviljelyyn ennen käytettyjä kalirikkaita Y-lannoksia.

Fosforin kauppatase tasapainottui siirtymävaiheessa, varsinkin Sällin tilalla, jossa aikaisemmin oli käytetty runsaasti kaupallisia rehuseoksia ja fosforipitoisia lannoitteita. Huolimatta siitä, että tilat luopuivat sekä kaupallisten rehuseosten että väkilannoitteiden käytöstä tuli tiloille edelleenkin rehun mukana enemmän fosforia kuin kotieläintuotteissa myytiin. Reetan tilalle tuli viimeisenä vuonna yhä kaksinkertainen määrä fosforia maidossa ja eläinten myynnissä tilalta poistuneeseen verrattuna.

Kaliumin kauppatase muuttui siirtymävaiheessa molemmilla tiloilla entistä ylijäämäisemmäksi. Aikaisemmin kalium oli peräisin lähinnä väkilannoitteista mutta siirtymävaiheessa ja sen jälkeenkin ka-

liumia ostettiin biotiitissa, jonka kalium vapautuu hitaasti. Kaliumia tuli tiloille myös entistä enemmän karkearehussa. Kummallakaan tilalla ei biotiitin käyttö ravinnetaseen perusteella näytä perustellulta, koska myyty kaliummäärä jäi selvästi pienemmäksi kuin ostorehun kaliummäärä. Karjanlannassa peltoon annettava kaliummäärä riittäisi ylläpitämään maan kaliumvarat, ainakin Reetan tilalla, jossa ilmastetun lietteen levitys nurmille antaa tehokkaan kaliumtäydennyksen nurmentuotantoon.

### 5.3.4 Biotiitti kaliumtäydennyksenä

Valtion siirtymävaihetuen vaikutus näkyi biotiitin käytön lisääntymisenä. Sitä käytettiin runsaasti nurmien uudistamisvaiheessa. Biotiitin käyttö oli tilojen talouden kannalta perusteltua, sillä tuen käytön vaihtoehtona olisi ollut verojen maksu. Biotiitissä kaliumia levitettiin peltomaahan Sällin tilalla kolmena vuonna noin 188 kg/ha ja Reetan tilalla noin 260 kg/ha. Käyttö johti peltomaiden heppoliukoisen kaliumin määrän kohoamiseen. Kemiran antamien ohjeiden mukaan 60 % biotiitin kaliumista liukenee viiden vuoden kuluessa (Kumpu-Huhtala 1992). Biotiitin ”hajoamissarja” riippuu maalajista, maan kaliumtilanteesta sekä viljelykierron kasvilajikoostumuksesta ja satotasosta. Suomalaisissa biotiitin lannoitusvaikutusta selvittävässä tutkimuksessa ovat nurmisadot ottaneet kolmen vuoden aikana 14–43 % biotiitin kaliumista (Linna & Jansson 1994, Kempainen 1995). Näiden tilojen puna-apilanurmivaltaisissa kierroissa ja maan vaihtuvan kaliumin pitoisuuden ollessa melko heikko on kaliumia ehkä vapautunut jopa edellä mainittua nopeammin. Tästä antavat viitteitä vaihtuvan kaliumin kohonneet pitoisuudet siirtymävaiheen lopussa tiloilla tehdyissä viljavuustutkimuksissa.

Sällin tilalla maan vaihtuvan kaliumin määrä oli kohonnut 5 vuoden jakson aikana 40 mg/l, 25 cm maakerroksessa n. 100 kg kaliumia hehtaarilta. Todennäköisin selitys vaihtuvan kaliumin kohoamiseen piilee

biotiitin lisäksi entistä tarkemmassa lannankäsittelyssä ja palkokasvinurmien tehokkaammassa kaliumin otossa syvemmistä maakerroksista. Myös Reetan tilalla muokauskerroksen liukoisen kaliumin pitoisuus oli lisääntynyt 51 mg/l, mikä 25 cm:n maakerroksessa vastaisi 127,5 kiloa/ha. Biotiitin levityksen lisäksi oli siellä siirrytty lietteen levitykseen nurmille ja ostorehusta oli karjanlantaan tullut kaliumia runsaasti alkutilannetta enemmän.

Koska kaliumin poistuma molemmilta tiloilta pysyy jatkossa edelleenkin noin 5 kg:na/ha, ja rehuissa kaliumia kuitenkin ilmeisesti jatkossa siirtyy tiloilta enemmän kuin sitä myynneissä poistuu, ei biotiitin käyttö näytä jatkossa välttämättömältä. Edellytyksenä kuitenkin on, että kompostoinnin kaliumhävikköjä vähennetään, ja että lannan ja virtsan levitys jakautuu koko peltoalan kesken tasaisesti. Biotiitin käyttö tulisi keskittää vähän varastokalia sisältäville lohkoille sekä lohkoille, jotka sijaitsevat etäällä talouskeskuksesta ja jonne sen takia ei karjanlanta kovin usein saada levitettyä.

### 5.3.5 Fosforitalous siirtymävaihetiloilla

Siirtymävaiheen kaikkina vuosina ostorehun fosfori olisi riittänyt kattamaan huuhtoutumisessa, eroosiossa ja kotieläintuotteiden myynnissä tiloilta poistuvan fosforin. Niinpä fosforin riittävyys kasvien tarpeisiin edellyttäisi näillä tiloilla sitä, että karjanlanta tulisi levittää tasaisesti kaikille peltolohkoille. Karjanlannan arvostamista fosforilähteenä tukee se, että lannan fosfori on kasveille käyttökelpoisempaa kuin väkilannoitefosfori (Saarela 1991, Mattingly 1974).

Ruokamullan helppoliukoisen fosforin pitoisuus kohosi Reetan tilalla 12 mg:sta 16,5 mg:aan/l. Tällä tilalla apatiittia ja raakafosfaattia levitettiin siirtymävaiheen ensimmäisinä vuosina yhteensä 750 kg, eli 31 kg/ha. Sen sijaan Sällissä maan helppoliukoisen fosforin pitoisuus väheni

10,5:stä 8,4 mg:aan/l. Vuosina 1989–91 tilan pelloille levitettiin apatiittia ja raakafosfaattia lantakompostin seassa 475 kg, eli 25 kg/ha. Viljelijät luopuivat apatiitista siksi, etteivät he uskoneet siitä olevan mitään hyötyä. Siilinjärven apatiittijauheen fosfori, jota tiloilla käytettiin, on erittäin hidasliukoista, joten maan helppoliukoisen fosforin kohoaminen Reetan tilalla ei pelkästään johdu apatiitin käytöstä vaan pikemminkin karjanlannan tehokkaammasta käytöstä. Tilallahan luovuttiin lietteen talvilevityksestä ja siirryttiin vähitellen levittämään ilmastettu liete keväällä viljoille ja kesällä kasvavaan nurmeen.

Molempien tilojen maat ovat runsasmultaisia moreeneja, mikä tarkoittaa sitä, että maan eloperäiseen ainekseen on pidätynyt suuri osa maan fosforivarannoista, minkä suuruutta viljavuusanalyysitulokset eivät kerro. Sällin tilalla kiinteän karjanlannan kompostointi on omiaan lisäämään humuspitoisuutta, sillä osa karjanlannasta muuttuu kompostoinnissa humuksen kaltaiseksi hitaammin hajoavaksi ainekseksi, johon karjanlannan fosforyhdisteet ovat pidättyneen (Oberson *et al.* 1995).

### 5.3.6 Kotieläintuotannon muutokset

Molemmilla tiloilla karjan keskituotokset alenivat siirtymävaiheen kuluessa. Merkilepantavin muutos entiseen karjanhoitoon oli se, että vuodesta 1991 alkaen vasikat saivat imeä emäänsä ensimmäisten kuu-kausien ajan - mikä voi alentaa keskituotosta jopa 300 kg. Sisäruokintakaudella eläinten ylläpitoenergian tarve myös hie- man kasvoi, sillä eläimien annettiin jatkossa jaloitella ulkona viikoittain. Reetan tilalla lehmien rehuväli muuttui karkearehuvältaisemmäksi. Sen sijaan Sällin tilalla väkirehun osuus pysyi lähes ennallaan, mutta silti keskituotos aleni. Osasyynä alenemiseen oli myös se, että seurantajakson aikana isäntäväki ryhtyi vähitellen vaihtamaan karjarotua pienituottoisempaan mutta terveempään suomenkarjaan.

# 6 Ravinteiden kauppa taseet pitkään luomu- tuotannossa olleilla nautakarjatiloiilla

## 6.1 Jessen tila

### 6.1.1 Tilan kuvaus

Tila on entinen asutustila, johon on 60- ja 70-luvuilla hankittu lisämaita. Tilan omistaa perhe, jossa on vanhempien lisäksi 3 lasta. Tila tuottaa maitoa, leipäviljaa ja juureksia. Maito menee tavanomaisena maitona Idän Maidon meijeriin ja kasvituotteet osaksi suoraan ruokapiireille, osaksi tukku-kauppaan ja leipomoihin. Tilan peltopinta-ala on 16,7 ha. Lypsylehmiä on 5–6 kpl ja nuorkarja, joten eläintiheys on n. 0,5 ey/ha. Seurantakaudella pyrittiin suomenkarjan osuutta karjassa lisäämään.

Lannankäsittely navetassa toimii virtsakaivo-kuivikelantaperiaatteella. Koska navetta on pieni, lanta työnnetään ulos käsin. Kuivikkeena käytetään olkea. Lantala on pienehkö, joten kompostia tehdään myös talvella. Myös suuri osa virtsasta kompostoidaan turpeen ja oljen kanssa. Lantakomposteihin sekoitetaan vielä aumojen tekovaiheessa olkea, ja auma kateaan turpeella ja oljella.

Tilalla aloitettiin siirtyminen luomuviljelyyn lohko kerrallaan vuonna 1983. Yhtä hietaista lohkoa viljeltiin kuitenkin tavanomaisesti vuoteen 1990 asti, koska isäntä halusi pitää sen verranteena luomuviljelyihin lohkoihin nähden. Valtion siirtymävaihesopimuksen tekeminen kuitenkin pakotti lopettamaan vertailun.

Tilan pellot ovat hiesua tai hietamooreenia. Laidunlohkot ovat multamaita. Seuraavaan taulukkoon on merkitty viljavuustutkimusten tulokset peltojen kalium-

**Taulukko 15.** Jesse. Peltomaan pH sekä vaihtuva kalium ja helppoliukoinen fosfori mg/l vuosina 1984, 1989 ja 1994 viljavuustutkimuksen mukaan. *Table 15.* Jesse. Soil pH, exchangeable K and soluble P mg/l 1984, 1989 and 1994 according to the acidic ammonium acetate method

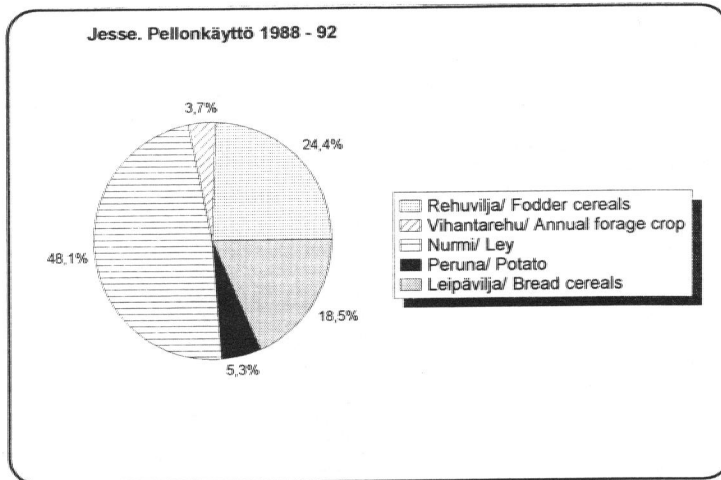
Lohko		1984	1989	1994
Multamaalohkot <i>Organic soils</i>	K	80	115	127
	P	10	8	11
	pH	5,6	6,0	5,6
Kivennäismaalohkot <i>Mineral soils</i>	K	83	115	146
	P	12	10	9
	pH	6,3	n.a.	6,4

ja fosforipitoisuuden sekä pH:n osalta vuosina 1984, 1989 ja 1994.

Laidunkierto on nelivuotinen: yleensä vihantana syötettävä suojavilja, ja kolmi- vuotinen apilapitoinen nurmi. Peltojen viljelykierto on 6-vuotinen: 3-vuotinen apilanurmi, ruis/kevätvehnä, hernekaura, nurmen suojavilja (kaura/ohra). Peruna sijoitellaan vapaasti sopivalle lohkolle, mutta yleensä se on herne-kauralohkolla. Viljelijän lohkokirjanpidossaan ilmoittamat keskimääräiset satotasot on lueteltu seuraavassa, suluisia ilmoitettuna vaihteluväli: vehnä 2250 (1000–4000), ruis 1350 (< 1000–1900), ohra 2000 (> 1000–2900), hernekaura 2000 (1450–2400) kg/ha, peruna 12,2 (9–18) t/ha, kuiva heinä 4,1 ja säilörehu 23 t/ha. Peltoalan jakautuminen eri viljelykasveille on esitetty kuvassa 17.

### 6.1.2 Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet

Tila oli mukana myös ennen tätä seurantalutkimusta eteläsavolaisista luomukarjatiloiista vuonna 1987 tehdyssä ravinteidenkäyttöselvityksessä, josta Rea Peltola (1990) tyypitalouden osalta teki pro gradu -työnsä. Peltolan keräämien tietojen perusteella laskin vertailun vuoksi kauppataseet myös tältä vuodelta. Vuonna 1987 typpeä ostettiin tilalle 432 kg ja myytiin 453



**Kuva 17.** Pellon keskimääräinen jakautuminen eri viljelykasveille vuosina 1988–92.  
**Fig. 17.** The average crop proportions of the arable land during 1988–92.

kg, joten alijäämä oli -22 kg (-1 kg/ha). Fosforia ostettiin 224 kg ja myytiin 82 kg, eli ylijäämää jäi 142 kg (9 kg/ha). Kaliumin ylijäämä 925 kg (55 kg/ha) muodostui 1092 kg:n ostoista ja 167 kg:n myynneistä.

Typhen kauppatase vuosina 1988–92 vaihteli tasapainon molemmin puolin. Fosforin ja kaliumin kauppataseet sen sijaan olivat koko seurantakauden ajan ylijäämäisiä, mikä johtui lähinnä biotiitin ja apatiitin tai väkilannoitteiden käytöstä. Seurantakauden kahtena viimeisenä vuonna ei fosforipitoisia maanparannusaineita hankittu, mutta silti fosforitase pysyi positiivisena. Kun otetaan myös vuosi 1987 huomioon, on tilan fosforin ylijäämissä nähtävissä laskeva trendi. Viimeisenä vuonna ei myöskään käytetty kaliumpitoisia maanparannusaineita ja kaliumtase oli tasapainossa.

### Ostolannoitteet

Jessen tilalle ostettiin lannoitetyyppeä vuonna 1988 hiven-PK-lannoksessa ja booripitoisessa Y-lannoksessa yhteensä 73 kg. Väkilannoitteita käytettiin vielä seuraavana vuonna 2,9 ha:lla (laidunlohkoilla, joilla apila viihtyy heikommin sekä ”verranne-lohkolla”), ja vuonna 1990 enää vain 0,9 ha:n laidunpalalla. Lisäksi muutamille loh-

koille levitettiin magnesiumlannosta ja booria lehtilannoitteena. Typpilannoitteita ei tämän jälkeen käytetty.

Fosforia tuli tilalle tutkimuskauden aikana aluksi muutamia kiloja vuodessa väkilannoitteissa sekä raakafosfaatissa. Sen ostosta luovuttiin vuoden 1990 jälkeen. Myös tuhkaa on ostettu silloin tällöin.

Kaliumia tuli tilalle aluksi väkilannoitteissa ja biotiitissa. Biotiitin käyttöä vuoden 1989 jälkeen lisäsi selvästi valtion siirtymävaihetuki, jolloin hidasliukoista kaliumia ostettiin tilalle 57 kg/ha ja seuraavana vuonna 71 kg/ha. Viimeisenä tutkimusvuonna kaliumlannoitteita ei tilalle hankittu.

### Ostorehut

Ostorehu tutkimuksen ensimmäisinä vuosina koostui pääasiassa väkirehuseoksista. Myös hiukan rehuviljaa ja soijarouhetta ostettiin. Ostorehujen typpimäärä vuosina 1988 ja 1989 oli n. 170 kg. Myöhemmin karjan ruokinnassa siirryttiin käyttämään enemmän rehuviljaa sekä läheisen myllyn jauhatusjätteitä, jotka osittain olivat peräisin oman viljan, osaksi muun viljan jauhatuksista. Muu ostorehu oli sokeri- ja juottorehuja. Valkuaistiivisteiden sijasta

**Taulukko 16.** Jesse. Typen, fosforin ja kaliumin kauppataaseet vuosina 1988–92, kg/vuosi, suluissa kg/ha.  
**Table 16.** Jesse. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balance during 1988–92, kg/year, in parentheses kg/ha/year.

Vuosi	1988	1989	1990	1991	1992
N-osto	262 (16)	519 (31)	368 (22)	238 (14)	402 (24)
N-myynti	392 (23)	415 (25)	417 (25)	367 (22)	353 (21)
N-erotus	-130 (-8)	104 (6)	-50 (-3)	-129 (-8)	49 (3)
P-osto	175 (10)	527 (32)	215 (13)	130 (8)	129 (8)
P-myynti	66 (4)	84 (5)	69 (4)	63 (4)	56 (3)
P-erotus	109 (7)	443 (27)	147 (9)	67 (4)	73 (4)
K-osto	415 (25)	284 (17)	1093 (65)	1437 (86)	153 (9)
K-myynti	168 (10)	165 (10)	179 (11)	162 (10)	153 (9)
K-erotus	246 (15)	119 (7)	914 (55)	1275 (76)	0 (0)

osto = purchase, myynti = sales, erotus = difference

hankittiin hieman rypsirouhetta. Ostorehun sisältämä typpimäärä lisääntyi tutkimuskauden loppua kohti. Viimeisenä tutkimusvuonna tilalle ostettiin rehussa 340 kg typpeä.

Ostorehujen fosforimäärä vaihteli vuodesta toiseen ostetun kivennäismäärän mukaan. Mitään selvää trendiä fosforin käytön suhteen ei ollut havaittavissa.

Ostorehun kaliummäärä nousi tutkimuskauden loppua kohti lievästi. Selvä kaliumhuippu näkyy vuoden 1992 kohdalla, sillä säilörehua ostettiin tilalle 10 tonnia, mikä tekee kolmanneksen ostorehun kaliummäärästä.

### Siemenet ja kuivikkeet

Typpeä siemenissä tuli tilalle vuosittain noin 30–50 kg. Isännän käyttämät vehnän siemenmäärät ovat suuria - n. 300 kg/ha, mikä johtuu hiesumaiden kuoretumistai-pumuksesta sekä siitä, että hänen tavoitteenaan on saada aikaan tiheä kasvusto rikkakasvien vähentämiseksi. Nurmen suojaviljojen siemenmäärät olivat normaaleja, eli n. 140–150 kg/ha.

Kuivikkeena ostettiin vain turvetta, jota pääasiassa käytettiin virtsan kompostoinnissa sekä kompostiaumojen katteena. Turvetta isäntä käyttää kompostin katteena vähentääkseen kompostoinnissa syntyvän

ammoniakin haihtumistappioita. Turvetta käytettiin n. 50 m<sup>3</sup> vuodessa, mutta ostomäärä vaihteli vuodesta toiseen. Turpeessa tuli tilalle n. 20–35 kg typpeä.

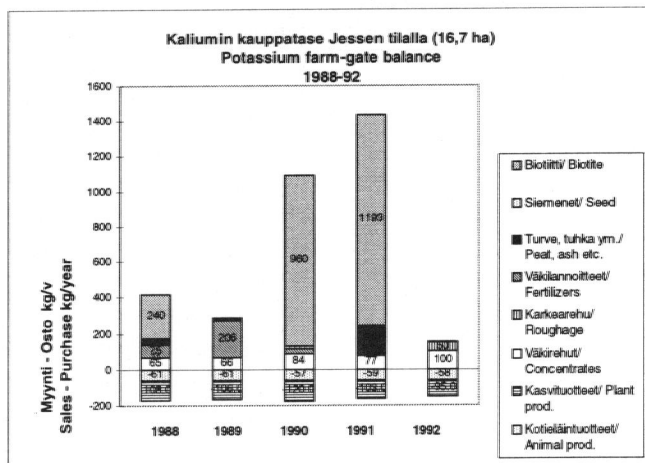
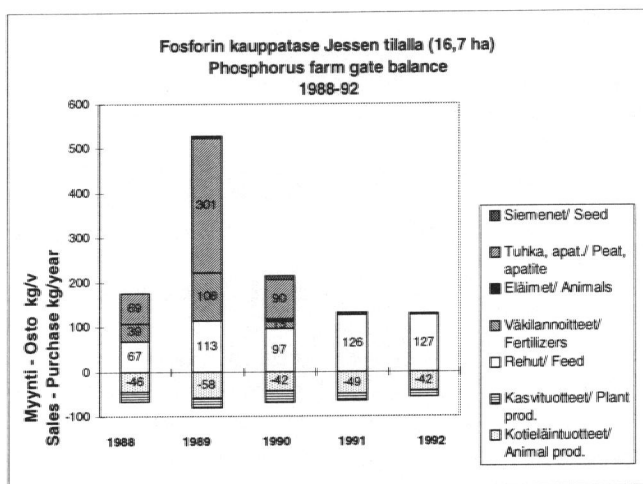
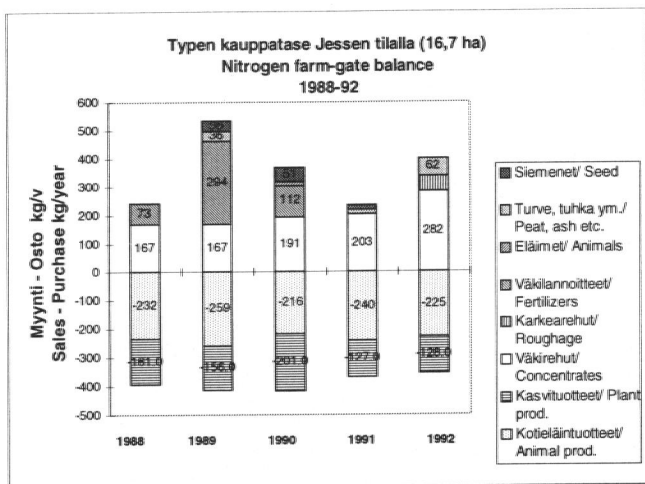
### Kotieläintuotteiden myynti

Maidon vuosimyynti meijeriin oli noin 34–35 tonnia, mikä typeksi laskettuna tekee n. 180–190 kg. Teuras- ja välityseläimien typpimäärä oli n. 35–55 kg. Poikkeuksena tästä on vuosi 1989, jolloin pari lehmää puhaltui pahasti ja ne jouduttiin lopettamaan. Nämä lehmät laskettiin kauppataaseessa myydyiksi. Yhteensä typpeä eläintuotteissa myytiin keskimäärin 230 kg, eli 13,8 kg/ha.

Fosforia myytiin eläintuotteissa vuosittain 40–50 kg, eli 2,4–3 kg/ha, ja kaliumia n. 60 kg, eli 3,6 kg/ha.

### Kasvituotteiden myynti

Tilalta myytiin joka vuosi kevätvehnää ja useimmiten myös ruista sekä rehuviljaa. Suurin osa leipäviljasta myytiin jauhona. Kauppataaselaskelmassa jauhatuksen aiheuttamaa viljan typpipitoisuuden nousua ja kaliumpitoisuuden laskua ei huomioitu. Perunaa myytiin n. 2–4 tonnia sekä usein myös säilörehua naapuriin. Kasvituotteissa poistuneet ravinnemäärät vaihtelivat voimakkaasti, mikä johtui satovaihteluista



**Kuvat 18, 19, ja 20. Jesse. Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet vuosina 1988–92.**  
**Figures 18, 19 and 20. Jesse. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balances during 1988–92.**



**Taulukko 17.** Jesse. Maidontuotannon tunnusluvut vuosina 1988–92.**Table 17.** Jesse. Milk records during 1988–92.

	1988	1989	1990	1991	1992
Maitotuotos kg	6675	6773	6381	6174	5832
Milk yield kg					
Maidon rasvapitoisuus %	4,6	4,6	4,78	4,78	4,78
Mean fat content %					
Maidon valkuaispitoisuus %	3,2	3,2	3,23	3,35	3,44
Mean protein content %					
Lehmät + hiehot ey	5,9+	6,0+	6,0+	6,0+	6,5+
Cows and heifers lsu	1,2	2,4	2,7	1,2	1,3
Rehunkulutus ry/lehmä	4820	4761	4065	4361	3961
Fodder consumption fu/cow					
4-% maitoa kg/ry	1,51	1,55	1,76	1,59	1,65
4-% milk kg/fu					
Väkirehun osuus %	31	30	28	38	42
Concentrate %					

ry = rehuyksikkö, ey = eläinyksikkö

fu = folder unit, lsu = livestock unit

sekä markkinatilanteesta. Vuosittain typpeä poistui kasvituoiteissa keskimäärin 155 kg (9,3 kg/ha), fosforia 20 kg (1,2 kg/ha) ja kaliumia 106 kg (6,3 kg/ha).

### 6.1.3 Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisaasteet

Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisaasteet olivat erittäin korkeat. Vuosina, jolloin tilalle hankittiin biotiittia, laski kaliumin hyödyntämisaaste.

**Taulukko 18.** Jesse. Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisaasteet.**Table 18.** Jesse. Recovery of purchased phosphorus and potassium.

	1988	1989	1990	1991	1992
P	0,38	0,16	0,32	0,48	0,43
K	0,40	0,58	0,16	0,11	1,0

## 6.2 Missen tila

### 6.2.1 Tilan kuvaus

Missen tilan päätuotantosuunta on syysoikivien hiehojen kasvatus. Vasikat otetaan välityksestä, ja ne myydään parivuotiaina kantavina hiehoina. Eläimiä on yleensä vajaat 20 kpl. Tilalla on myös työhevonen ja muutamia mehiläispesä, joten eläinyksiköitä on n. 10. Tila tuottaa leipäviljaa, ja sitä jatkojalostetaan mysliksi. Perheessä maatilalla töihin osallistuvat pääasiassa isäntä ja emäntä. Lapset ovat jo siirtymässä pois kotoa ja osallistuvat töihin loma-aikoinaan.

Tila koostuu neljän eri tilan maista. Kymmenen hehtaaria naapurien maita on jo pitkään ollut tilan käytössä lyhytaikaisilla vuokrasopimuksilla, mikä onkin vaikeuttanut perusparannusten tekoa. Omaa peltoa on 8 ha. Lähellä oleva metsäyhtiön omistama saari, jossa hiehot laiduntavat koko kesän, on myös vuokralla. Vuonna 1988 tilan peltoala oli 19,5 ha, koska rehua niitettiin myös 1,5 ha:n vuokralohkolta, joka oli lähes luonnontilassa. Myöhemmin peltoala pysyi 18 hehtaarissa.

**Taulukko 19.** Misse. Peltomaan pH sekä vaihtuva kalium ja helppoliukoinen fosfori, mg/l, vuosina 1982 ja 1992 viljavuustutkimuksen mukaan.

**Table 19.** Misse. Soil pH, exchangeable K and soluble P mg/l, 1982 and 1992 according to the acidic ammonium acetate method

	1982	1992
K	81	83
P	11	8
pH	5,9	6,0

Tilan pellot ovat multavia hietamooreenimaita. Maan liukoisen kaliumin, fosforin ja pH:n keskiarvot 1982 ja -92 tehdyissä viljavuusanalyysissä on esitetty oheisessa taulukossa. Valitettavasti oli viljavuustutkimus vuonna 1988 jäänyt ottamatta.

### Viljelykierto ja lannoitus

Viljelykierto on seuraava: apilanurmi 2-3 vuotta, ruis, nurmen suojavilja. Suojaviljana on vehnä tai ohra. Samalla lohkolla nurmen suojaviljan kanssa viljellään usein perunaa. Karjanlanta, jota muodostuu n. 45 t/v, saa kompostoitua katetussa lantalassa kesäkauden. Lanta levitetään syksyllä ja keväällä perunalle ja viljalohkoille. Kivi- ja jauheita ja tuhkaa levitetään nurmille ennen syyskyntöä. Nurmista korjataan useimmiten vain yksi heinäsaato ja loppukesän odelmalla laiduntaa vain hevonen. Toisinaan hiehot voivat olla syksyllä saaresta tultuaan laitumella myös kotipelloilla. Peltoalan jakautuminen eri viljelykasveille on esitetty kuvassa 21.

Vehnänsatotasot olivat tutkimuskaudella keskimäärin 1550 (500-2000) kg/ha, ohran 1300 (1000-1650) kg/ha, kauran 1550 (900-2350) kg/ha ja rukiin 1350 (750-1900) kg/ha. Nurmien heinäsaato oli keskimäärin 2,7 (1,5-4,8) t/ha.

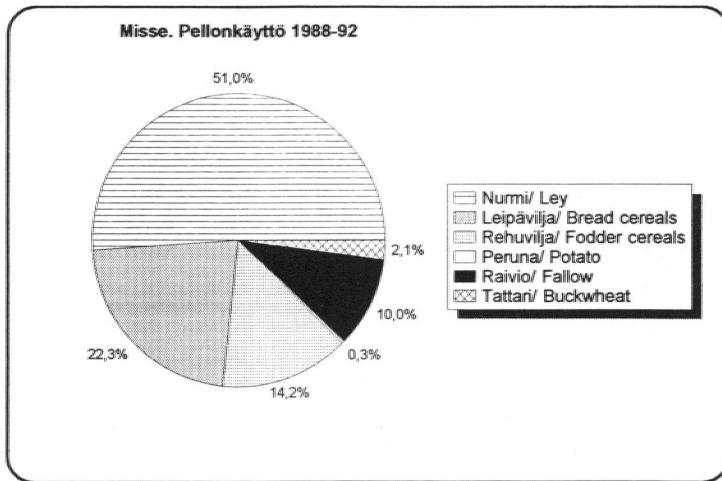
### 6.2.2 Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet

Typen kauppataseet olivat viimeistä vuotta lukuunottamatta alijäämäisiä. Fosforin ja kaliumin kauppataseet puolestaan pysyivät ylijäämäisinä koko seurantakauden ajan. Ylijäämäisyys johtui vuosittain tilalle hankitusta tuhkasta ja raakafosfaatista tai apatiitista. Isäntä pyrki kohottamaan peltojen alhaisia liukoisien kaliumin ja fosforin pitoisuuksia, mutta kuten taulukosta 19 käy ilmi, ei maan ravinnepitoisuuksissa ollut kymmenen vuoden kuluessa tapahtunut merkittävää muutosta.

Tilalle tehtiin typen kauppatase ensimmäisen kerran vuonna 1987 (Peltola 1990 p. 47). Samassa yhteydessä Peltola selvitti myös tilan muiden ravinteiden käytön, mutta tuloksia ei fosforin ja kaliumin osalta julkaistu pro gradu -työssä. Peltoala vuonna 1987 oli 22 ha. Vuoden 1987 tietojen perusteella laskin typen ostoksi 182 kg ja myynniksi 280 kg. Erotukseksi jää -98 kg, eli noin -4 kg/ha. Fosforin osto oli 550 kg ja myynti 67 kg, joten erotukseksi jää 484 (22 kg/ha). Kaliumia tilalle ostettiin 219 kg ja sitä myytiin 51 kg, ja ylijäämäksi jäi 168 kg (8 kg/ha). Tulokset tältä vuodelta poikkeavat oikeastaan vain typen kohdalla seurantakaudella lasketuista kauppataseista. Raakafosfaatin ja tuhkan käyttö vastasi seurantakauden käyttöä. Ravinnetaseet on esitetty sekä taulukossa 20 että kuvissa 22, 23 ja 24.

### Lannoiteostot

Tilalla käytettiin vuoteen 1992 saakka pieniä määriä väkilannoitteita, lähinnä typpirikas Y-lannos 3:a, jossa typpeä tilalle tuli keskimäärin 37 kg, fosforia 12 kg ja kaliumia 25 kg. Typpirikasta Y-lannosta isäntä käytti "Mutahaudan" heinänuurmelle -puolen hehtaarin multamaalohkolle. Maan fosforitilanteen parantamiseen viljelijä käytti vuosittain raakafosfaattia, apatiittia ja sahanpurun ja puunkuoren poltossa syntyvää tuhkaa. Tuhkassa oli keskimäärin n.



**Kuva 21.** Misse. Pellon keskimääräinen jakautuminen eri viljelykasveille vuosina 1988–92.  
**Fig. 21.** Misse. The average crop proportions of the arable land during 1988–92.

**Taulukko 20.** Misse. Typen, fosforin ja kaliumin kauppataaseet vuosina 1988–92 kg/vuosi, suluissa kg/ha.  
**Table 20.** Misse. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balance 1988–92 kg/year, in parentheses kg/ha.

Vuosi	1988	1989	1990	1991	1992
N-osto	158 (8)	179 (10)	160 (9)	194 (11)	200 (11)
N-myynti	202 (10)	193 (11)	213 (12)	251 (14)	132 (7)
N-erotus	-44 (-2)	-14 (-1)	-53 (-3)	-57 (-3)	68 (4)
P-osto	144 (7)	362 (20)	521 (29)	189 (11)	434 (24)
P-myynti	53 (3)	51 (3)	56 (3)	56 (3)	33 (2)
P-erotus	91 (5)	311 (17)	465 (26)	133 (7)	401 (22)
K-osto	142 (7)	332 (18)	246 (14)	330 (18)	99 (6)
K-myynti	31 (2)	29 (2)	32 (2)	50 (3)	22 (1)
K-erotus	111 (6)	303 (17)	214 (12)	280 (16)	77 (4)

osto = purchase, myynti = sales, erotus = difference

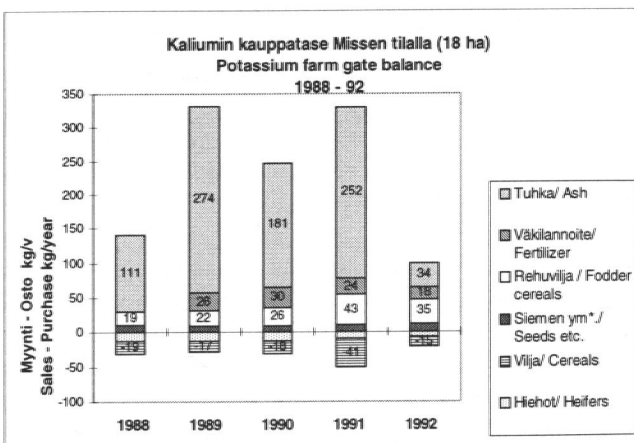
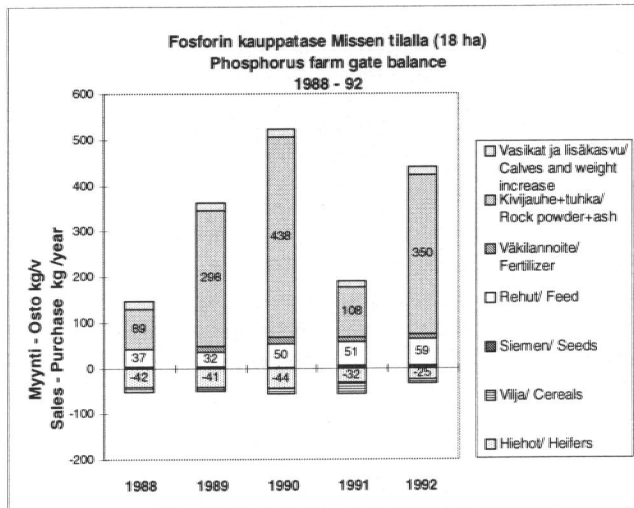
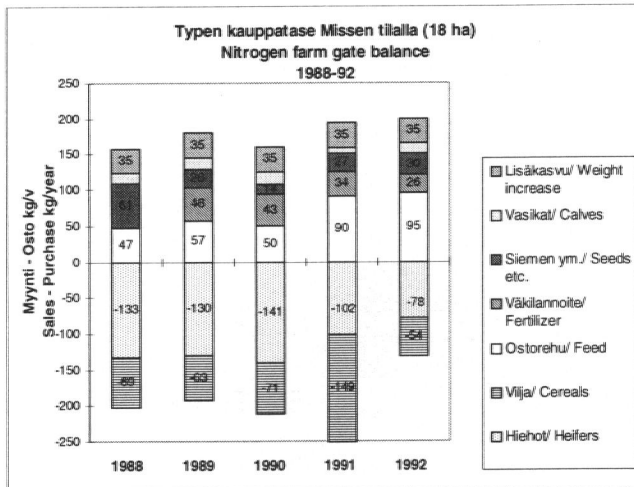
0,7 % kaliumia, 0,3 % fosforia ja 29 % kalsiumia.

### Rehuostot

Ostorehut olivat pääasiassa myllystä hankittuja jätejauhoja ja vehnänlesettä. Vasikoille ostettiin vuosittain muutama säkki rasvatonta maitojauhetta. Kivennäisiä ja merilevää ostettiin n. 200 kg vuodessa. Niiden keskimääräiseksi fosforipitoisuudeksi

arvioin 8 %. Joinakin vuosina niitä ostettiin isompi määrä varastoon, mutta varastomuutosta ei huomioitu laskelmissa.

Hieholaitemen otin kauppataaseissa huomioon ainoastaan lisäkasvuna, en rehuna, koska eläimet ulostivat suuren osan laidunrehun ravinteista saareissa ollessaan. Hiehojen laitemella vuosittain saaman lisäkasvun sisältämän ravinnemäärän arvioin keskimäärin 35 kiloksi typpeä, 11 kiloksi fosforia ja 3 kiloksi kaliumia.



Kuvat 22, 23 ja 24. Misse. Typen, fosforin ja kaliumin kauppataseet  
 Figures 22, 23 and 24. Misse. Nitrogen, phosphorus and potassium farm-gate balances.

## Ostoeläimet

Tilalle ostettiin vuosittain 5–10 lehmävasikkaa, joissa tyypeä tuli keskimäärin 14 kg, fosforia 4 kg ja kaliumia 1 kg.

## Ostosiemenet

Siemenissä ostettiin vuosittain 7–30 kiloa tyypeä, 1–5 kg fosforia ja 2–8 kg kaliumia. Leipäviljojen siemeniä ostettiin joka vuosi, muiden viljojen ja herneen siemeniä sekä siemenperunaa tarpeen mukaan.

## Kotieläintuotteet

Eläimissä myytiin vuosittain keskimäärin 116 kg N, 36 kg P ja 11 kg K. Eläimet myytiin pääasiassa syyspoikivina tiineinä hiehoina alkusyksyn aikana. Joitain eläimiä jouduttiin vuosittain panemaan teuraaksi.

## Kasvituotteet

Kasvituotteet myytiin joko suoraan kuluttajille tai vähittäiskauppaan jauhoina, ryyneinä ja myslinä. Mysliin tarvittavia pähkinöitä ja rusinoita ei huomioitu kauppataseen ostopuolella. Niiden sisältämä ravinnemäärä jäi niin pieneksi, ettei niillä olisi ollut merkitystä kauppataseisiin. Myytyjen kasvituotteiden sisältämät ravinnemäärät olivat keskimäärin 82 kg N, 12 kg P ja 21 kg K.

### 6.2.3 Ostofosforin ja -kaliumin hyödyntämisasteet

Kuoriketuhkan ja fosforipitoisten kivi- jauheiden laajemman käytön alkaessa vuonna 1989 heikkenivät ostoravinteiden hyödyntämisasteet. Tosin jo ensimmäisenäkin vuonna tilalle hankittiin lisäravinteita, mutta vähemmän kuin siitä eteenpäin.

**Taulukko 21.** Misse. Ostofosforin- ja -kaliumin hyödyntämisasteet vuosina 1988–92.

**Table 21.** Misse. Recovery of purchased phosphorus and potassium 1988–92.

	1988	1989	1990	1991	1992
P	0,36	0,14	0,11	0,30	0,08
K	0,22	0,09	0,13	0,15	0,22

## 6.3 Tulosten tarkastelu

Näiden kahden pitkään luonnonmukaisessa tuotannossa olleen tilan toimintastrategia on samankaltainen; molemmat myyvät sekä kotieläintuotteita että tavalla tai toisella jalostettuja kasvituotteita. Molemmat myös käyttävät viljan jalostuksessa syntyviä jätteitä eläinten rehuna sekä teollisuuden jäteaineita maanparannusaineina. Tilat voisivat periaatteessa olla rehuomavaraisia, sillä eläintiheys Jessen tilalla oli 0,5 ey/ha ja Missen tilalla 0,6 ey/ha. Useimmiten luomutuotannossa pätee sääntö, jonka mukaan nautakarjatilan rehuomavaraisuus on varmalla pohjalla, kun lehmää kohti on kaksi hehtaaria peltoa. Näillä tiloilla on kuitenkin myyntikasvituotanto olennaisena osana taloutta, ja siksi on käytetty ostorehua. Molemmilla tiloilla ostorehujen käyttö lisääntyi seurantakauden kuluessa.

### 6.3.1 Ravinnetaseet luomutiloilla

Typen kauppatase Jessen tilalla vaihteli tutkimuskauden aikana tasapainon molemmin puolin. Ostotyyppi oli pääasiassa rehua, ja sen koostumus vaihteli vuodesta toiseen. Typen myynti sen sijaan pysyi vakaana. Fosforin kauppatase vakiintui tutkimuskauden loppua kohti noin viiden kilon ylimäärään/ha. Kaliumin kauppatase sen sijaan vaihteli voimakkaasti, mikä johtuu erilaisesta biotiitin käytöstä eri vuosina. Siirtymävaihetuen avulla hankittiin biotiittia peltojen perusparannukseen vuosina

1990 ja 1991. Biotiitin ja muiden kaliumlannoitteiden käyttö oli tilalla perusteltua, koska maan liukoisen kaliumin pitoisuus oli 80-luvun alkupuolella kovin alhainen. Ilman biotiittia, tuhkaa ja väkilannoitteita olisi kaliumin kauppatase seurantajaksolla ollut vuosittain n. -80–100 kg, eli 5–6 kg/ha alijäämäinen. Kaliumin nettopoistumaan on lisättävä vielä kaliumin huuhtoutuminen, mikä lienee muutaman kilon luokkaa. Tilan hiesu- ja hietamoreenimaiden luontaisesta kyvystä vapauttaa kaliumia ei tutkimustiedon vähäisyyden takia voi antaa arvioita. Tosin 30-vuotisissa Saksan Geldersheimin kokeissa ovat sadot pystyneet ilman kaliumlannoitusta irrottamaan kaliumia maaperästä n. 70 kg/v. Oletuksena oli että kasvit olisivat hyödyntäneet maaperän savesfraktion kaliumvarastoja, mutta Scheller (1984) totesi kasvien kaliumin lähteenä olleen pääasiassa muokkauskerroksen kiilteet ja maasälvät.

Lantakompostien kaliumin huuhtoutumista estävä kattaminen vettäpitävällä pressulla olisi juuri tällä tilalla tärkeää karjanlannan kaliumin säästämiseksi, kuten Roinila (1995) kompostien kattamistutkimuksissaan havaitsi. Virtsan kompostointi turpeen ja oljen kanssa lisää myös näiden kaliumpitoisten materiaalien kaliumhävikkejä. Virtsan levitys vedellä laimennettuna olisi kaliumin kannalta turvallisempi käyttömenetelmä, mutta typen hävikin kannalta kompostoinnin kanssa samaa luokkaa. Biotiitin tai kaliumpitoisten tuhkien satunnainen käyttö tällä tilalla on perusteltua jatkossakin.

Missen tilan ravinnehuolto oli laajape- räistä. Lähes kolmasosa eläinten lannasta päätyi tilan ulkopuolella olevalle laitumelle, mikä pudotti eläintiheyden 0,6:sta 0,4 ey:öön/ha. Tästä syystä perustui tilan typpitalous suurelta osin apilanurmien biologiseen typensidontaan. Koska nurmista korjattiin vain yksi sato, ei typensidontaa saatu tehokkaasti hyödynnettyksi, ellei loppukesän odelmaa kynnetty syysviljan viherlannoitukseksi. Tilan typpitalouden tekee mielenkiintoiseksi eläinten laidunnus tilan ulkopuolella. Vuosittaisen eläinten

myynnin ollessa typeksi laskettuna keskimäärin 116 kg, voi arvioida, että 14 kg tästä on peräisin ostetuista vasikoista ja 35 kg laitumelta, jossa hiehot ehtivät viettää kaksi kesää ennen myyntiään. Kotieläintuotanto painottuu näin laskien suurelta osin ostopanoksiin.

Tilalle ostettiin fosforia moninkertaisesti enemmän kuin fosforia myytiin, mikä johtui apatiitin ja tuhkan vuosittaisesta käytöstä. Kauppataseen perusteella näyttää siltä, että tilan fosforitalous olisi ollut tasapainossa pelkän ostorehun ja ostosiementen varassakin. Fosforipitoisia ostorehuja olivat erityisesti vehnänleseet ja kivennäiset. Myös kaliumia ostettiin tilalle enemmän kuin mitä sitä myytiin tuotteissa. Merkittävimpiä kaliumlähteitä olivat tuhka ja ostorehut. Ostorehuihin ja siemeniin sisältynyt kaliummäärä, keskimäärin 35 kg/v ei ehkä aivan olisi riittänyt kattamaan tuotteiden myynnissä (33 kg/v) ja huuhtoutumisessa tilalta poistunutta kaliummäärää.

### 6.3.2 Maan kemiallisen viljavuuden muutokset

Jessen tilan kivennäismaiden liukoisen kaliumin pitoisuus kohosi vuoden 1984 tilanteesta (83 ja 80 mg/l) kivennäismaissa 146:een ja multamaissa 127:ään. Syitä näin merkittävään lisäykseen on vaikea ilman lähempiä tutkimuksia antaa. Kaliumin huuhtoutumisalttius on ilmeisesti vähentynyt, sillä sen huuhtoutuminen luomuviljellystä maasta on vähäisempää kuin tavanomaisesti viljellystä maasta (Peters *et al.* 1990). Syväjuuristen palkokasvien kyvyllä rapauttaa hidasliukoisia ravinteita on varmasti myös merkitystä kaliumpitoisuuksien nousuun. Biotiitin kaliumin vapautuminen maanesteeseen riippuu myös maalajista ja maan kaliumtilasta. Vähän vaihtuvaa kaliumia sisältävät ja/tai sitä heikosti pidättävät maat hyötyvät siitä eniten (Linna & Jansson 1994).

Liukoisen fosforin pitoisuus maassa las- ki hieman kymmenen vuoden aikana, vaiko-

ka fosforin kauppatase osoittikin lievää fosforiylijäämää joka vuosi. Suuri osa tilan multavien tai runsasmultaisten peltöjen fosforista on ilmeisesti orgaanisena fosforina, joka liukenee vain pieneltä osin viljavuusanalysissä käytettyyn happamaan ammoniumasetaattiin.

Missen peltomaiden helppoliukoisen kalin ja fosforin pitoisuudet olivat tavanomaisen viljelyn näkökulmasta katsellen alhaiset. Maan pH oli tuhkan käytön ansiosta kohonnut kuuteen. Vaikka maanparannusaineissa ja lannoitteissa ostettiin vuosittain fosforia keskimäärin 266 kg ja kaliumia 190 kg, ei viljavuustuloksissa näy apatiitin eikä tuhkan vaikutusta. Fosforin osalta viljavuusanalysitulokset osittain ymmärtääkin, sillä sekä apatiitin että kuorituhkan fosfori ovat vaikealiukoisia. Saarelan (1991) kokeissa kuorituhkan fosfori oli lähes kokonaan vaikealiukoista (liukeni vain suolahappoon), mutta silti raiheinä pystyi hyödyntämään sitä. Ohra otti fosforia kuorituhkasta huomattavasti heikommin. Edelleen Saarelan mukaan kuorituhkan kaliumista helppoliukoista on kolmannes, ja astiakokeessa raiheinä kykeni sitä kohtalaisesti käyttämään. Kun apilaturmien vaikealiukoisen kaliumin otto on lisäksi tehokkaampaa kuin hiениen tai viljakasvien, ja nurmen käyttö Missen tilalla varsin eksteniivistä, olisi aihetta odottaa, että tuhkalannoitus kohottaisi maan helppoliukoisen kaliumin pitoisuutta. Näin ei kuitenkaan ollut käynyt. Mittava kaliumin huuhtoutuminen viljelykierrosta, jossa yli 50 % on nurmena, ei ole todennäköistä, sillä suurin osa levitetystä kaliumista oli hidasliukoista. Sen sijaan syksyllä peltoon levitetystä karjanlantakompostista saattoi kaliumia huuhtoutua runsaastikin.

Siirtymävaihetuen vaikutus ravinteidenkäyttöön näkyy selvästi Jessen tilalla. Missen tilan ravinteidenkäyttö ei puolestaan muuttunut lainkaan siirtymävaihetuen aikana. Jo ennen tukikautta tuotiin molemmille tiloille kivennäisravinteita tilan ulkopuolelta vaihtelevia määriä, vaikka ostorehun ja muiden ostopanosten sisältämät

ravinmäärä olisikin kattanut myynnissä vuosittain poistuneet ravinteet. Tosin Jessen tilan kaliumin myynti ylitti perunan myyntituotannon takia kaliumin oston. Osto ”lannoitteiden” tarve on ilmeisesti perua tavanomaisen viljelyn perinteestä, jossa väkilannoitteiden levitys on olennainen osa viljelytoimia.

Missen tilan eläintiheydeksi voi antaa n. 0,4 ey/ha, kun arvioidaan tilan eläinten viettävän lähes kolmanneksen vuodesta laitumella tilan ulkopuolella. Missen tila menettää siten merkittävän osan lannasta laitumelle ja tilan typpihuolto painottuu typensidontaan. Jessen tilalla taas karjanlannalla on merkittävämpi rooli kasvien typpihuollossa. Eläinten laiduntaminen tilan pelloilla tehostaa myös kaliumin ja fosforin kierrätystä ja kasvien ravinteiden saantia.

## 7 Johtopäätökset

Maataloudesta joutuu paljon ravinteita ympäristöön, kuten näidenkin tilojen ravinteiden kauppatasitulokset kertovat. Tutkituilla luomutiloilla ostetut ravinlähteet olivat pääasiassa rehuja ja varsinkin siirtymävaihetuen saannin aikana, kivijauheita. Tämä tarkoittaa sitä, että ravinneylijäämä sisältyy toisaalta karjanlantaan ja toisaalta varastoituu maaperään, kun kivijauheet on levitetty peltoon. Karjanlantaan päätyneet rehujen ravinteet ovat kompostoinnissa ja muussa lannankäsittelyssä alttiina haihtumiselle tai huuhtoutumiselle. Sen sijaan kivijauheiden ravinteet ovat hitaammasta mobilisaatiosta johtuen paremmin turvassa. Tavanomaisten karjatilojen ravinneostot taas olivat pääasiassa väkilannoitteita ja rehuja. Todennäköisesti ravinteita häviää näillä tiloilla eniten peltoviljelyssä harjoitetun ylilannoituksen, eli karjanlannan ja väkilannoitteiden yhteiskäytön ansiosta. Suuri osa väkilannoitefosforista tosin pidättyy kivennäisainekseen, mutta erityisesti nurmia pintalannoitettaessa ovat väkilannoiteravinteet alttiina pintavalunnalle (Turtola & Jaakkola 1986, 1995).

Kauppatase kuvasi varsin hyvin niitä muutoksia, joita maatalouspoliittiset ratkaisut aiheuttivat tilojen ravinteidenkäyttöön - fosforivero, kesannointivelvoite ja siirtymävaihetuki luomutuotantoon. Fosforivero vähensi selvästi lannoitefosforin käyttöä tavanomaisilla tiloilla ja kesannointivelvoite puolestaan lisäsi ostorehuissa tavanomaisille tiloille tulevia ravinteita. Siirtymävaihetuella oli merkittävä vaikutus kivijauheiden käyttöön luomu- ja siirtymävaihetiloilla.

Kauppataseet ja ostoravinteiden hyödyntämistä osoittivat myös, että viljelytavasta riippumatta on ravinteita sekä tehokkaasti että tehottomasti käyttäviä tiloja. Kivijauheet ovat näissä laskelmissa vaikeasti muiden ravinnelähteiden kanssa yhteensovitettavissa, sillä kivijauheiden todellinen hyväksikäyttöaste riippuu monista tekijöistä, ja ennen kaikkea ravinteita rapautuu niistä vuosia. Niinpä käytännössä tiloille tehtäviin ravinnetaselaskelmiin ei kivijauheita kannata sisällyttää laisinkaan, vaan tarkastella niiden vaikutusta erikseen, kun ravinnetaseen ali- tai ylijäämä on selvillä. Tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että kivijauheet ovat lannoituksen ja maanparannuksen suunnittelussa hankalia ravinnelähteitä. Niihin sisältyy suuria ravinnemääriä, ja niiden vaikutus ulottuu niin pitkälle ajanjaksolle, että viljelijä ei niitä jaksa muistaa. Tämä kävi ilmi sekä tavanomaisten tilojen että luomutilojen kohdalla.

Oheisiin kuviin olen koonnut kaikkien tilojen typen, fosforin ja kaliumin ylijäämät kg/ha/v (ks. seuraava sivu).

Kuvia tarkastellessa kannattaa ottaa huomioon, että melko suuri osa luomutilojen typpipanoksista - biologinen typensidonta - puuttuu. Myös tämän tutkimuksen tavanomaisilla tiloilla oli jonkin verran apilaa, mikä lisää myös niiden typpipanoksia.

## 7.1 Biologinen typensidonta ja typen kauppataseet

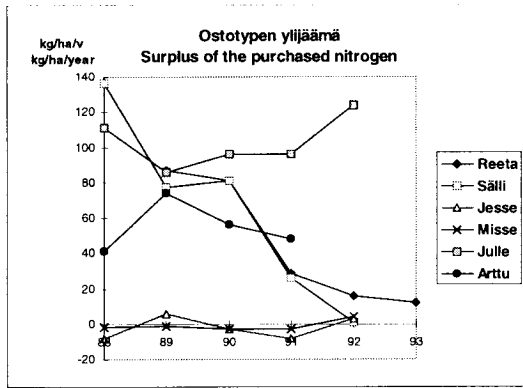
Apilanurmien biologinen typensidonta ei valitettavasti sisältynyt tähän tutkimukseen, sillä sen mittaaminen tilaolosuhteissa olisi vaatinut suppeampaa tutkimusnäkökulmaa ja -aineistoa. Tämä tutkimus sai kuitenkin jatkukseen typensidontatutkimuksen, josta raportoin myöhemmin. Seuraavassa haluan kuitenkin karkeasti arvioida, miten suuriksi typen ylijäämät muodostuisivat, jos biologisesti sidottu tyyppi otettaisiin panoksena huomioon:

Siirtymävaihetilojen typen kauppataseet seurantajakson lopussa osoittivat 1 kilon ja 12 kilon ylijäämää hehtaaria kohti. Jos realistinen arvio apilanurmien keskimääräisestä typensidonnasta näillä tiloilla on 70 kg/ha, ja kun apilanurmia peltoalasta laitumet mukaan lukien molemmissa tapauksissa oli n. 75 %, olisi koko tilan typensidontan määrä 52,5 kg/ha. Typen kokonaistaseessa ylijäämäksi, joka pidättyy maaperään tai häviää denitrifioitumalla, huuhtoutumalla tai haihtumalla ammoniakkinä, muodostuisi Sällin tilalla 53,5 kg/ha ja Reetan tilalla 64,5 kg/ha. Kauppataseen ylijäämä näillä tiloilla johtui ensi sijassa karkearehun ostosta. Tilojen talouden kannalta oli ilmeisesti välttämätöntä ylläpitää suurempaa eläinmäärää kuin mitä rehuomavaraisuus olisi sallinut.

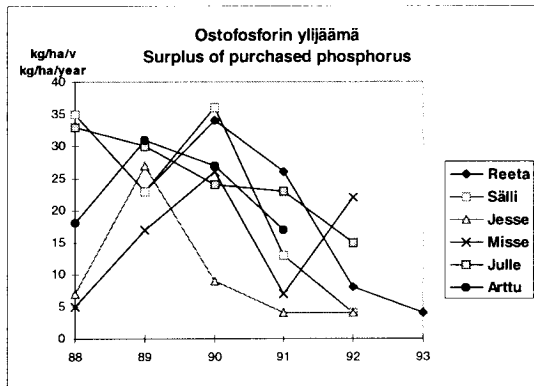
Pitkään luomutuotannossa olleilla tiloilla typen kauppataseet olivat pääasiassa alijäämäisiä, Missen tilalla -1 kg/ha ja Jessen tilalla -2 kg/ha. Keskimäärin puolet tilojen pinta-alasta kasvoi apilanurmea. Jos typensidonta nurmissa olisi samaa luokkaa kuin siirtymävaihetiloilla, tulisi keskimääräiseksi typensidonta-arvioksi 35 kg/ha. Typen ylijäämäksi muodostuisi näin Missellä 34 kg/ha ja Jessellä 33 kg/ha.

Tavanomaisesti viljellyillä tiloilla on vaikea arvioida typensidontan määrää, sillä niillä apilan esiintyminen nurmissa ei välttämättä merkitse niin voimakasta typensidontaa kuin luomutiloilla. Väkilannoitteiden käyttö vähentää näet nurmien

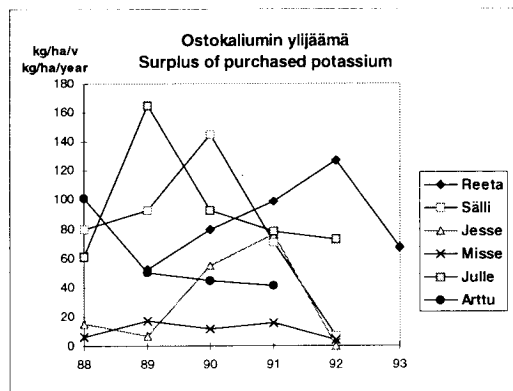




**Kuva 25.** Ostotyypen ylijäämät eri tiloilla kg/ha/v  
**Fig. 25.** Surplus of purchased nitrogen on different farms kg/ha/year



**Kuva 26.** Ostofosforin ylijäämät eri tiloilla kg/ha/v  
**Fig. 26.** Surplus of purchased phosphorus on different farms kg/ha/year



**Kuva 27.** Ostokaliumin ylijäämät eri tiloilla kg/ha/v.  
**Fig. 27.** Surplus of purchased potassium on different farms kg/ha/year

apilapitoisuutta ja alentaa myös ilmakehästä peräisin olevan typen osuutta apilatypestä (Høgh-Jensen & Schjørring 1994). Ehkä maltillinen arvio olisi 10–20 kg:n lisäys typpipanon hehtaaria kohti. Typen ylijäämäksi muodostuisi näin Julen tilalla noin 110–120 kg/ha ja Artun tilalla n. 65–75 kg/ha.

Kaikilla tiloilla typpeä siis jää ravinnetaselaskelmien mukaan yli. Siirtymävaihe-tiloilla pidättyy eloperäiseen ainekseen sitoutunut ”ylijäämätyppi” ilmeisesti ainakin alkuvaiheessa maan humukseen (Pettersson 1982, Hülsbergen *et al.* 1992), mutta kysymykseksi jää, miten kauan nettopidättyminen jatkuu. Typpikuormituksen vähentämiseksi avaintekijä näillä tiloilla on rehuomavaraisuuden kohottaminen joko lisämaata vuokraamalla tai nykyisen rehuntuotannon tehostaminen korvaamalla kolmannen vuoden apilanurmia yksivuotisilla palkokasvirehunnurmilli.

Typpipanon koostumus vaikuttaa olennaisesti typen ylijäämän ”kohtaloon”. Väkilannoitetyppi voi huuhtoutua (Turto-la & Jaakkola 1995), mutta se voi myös haihtua kasvuston lehtien kautta (Schjørring *et al.* 1989). Ostorehun typpi puolestaan on alttiina karjanlannan typpihävikkeille. Eloperäisen aineksen hajotessa siihen sitoutunut typpi sen sijaan voi denitrifioitua herkästi (Reddy *et al.* 1986).

## 7.2 Fosforin kohtalo karjatiloiilla

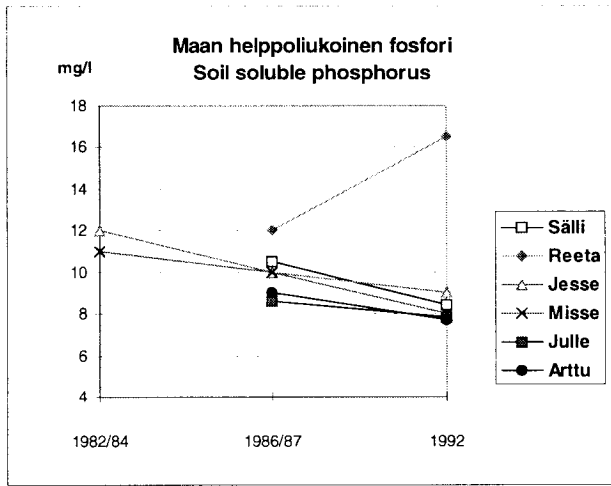
Fosforiylijäämä näyttää lähes kaikilla tiloilla vähenevän seurantakauden loppua kohti. On kuitenkin muistettava se, että eri tiloilla fosforilähteet ovat hyvin erilaisia - karjan rehu, väkilannoite, tuhka ja apatiitti - ja näin ollen ylijäämän todennäköisyys kuormittaa ympäristöä hyvin erilainen.

Yllättävää on se, etteivät pitkään positiivisina pysyneet fosforin kauppataseet peilaudu korkeampina maan heppoliukoisen fosforin pitoisuuksina. Kuvasta 28 päinvastoin käy ilmi, että luomutiloilla lähes poikkeuksetta liukoisen fosforin pitoisuus

maassa on laskenut seurantakaudella. Myös tavanomaisten tilojen fosforiluvut ovat laskusuunnassa, mikä johtuu väkilannoitefosforin käytön vähenemisestä seurantakauden lopulla. Kysymykseksi jää, mihin ylijäämät oikein päätyvät - pidättyvätkö ne humukseen vai kivennäisainekseen?

Tulokset karjanlannan vaikutuksesta maan liukoiseen fosforiin ovat ristiriitaisia. Muun muassa Voplakal (1990) havaitsi karjanlannan lisäävän maan liukoisen fosforin pitoisuutta ja mobilisoivan maan fosforivarastoja. Hän havaitsi karjanlantalan- noituksen myös lisäävän heikommin pidättyneiden fosfaattien kulkeutumista pohjamaahan. Sen sijaan Obersonin (1995) ym. viljelyjärjestelmiä vertaileessa DOK-tutkimuksessa perinteisin menetelmin mitatut kasveille käyttökelpoisen fosforin pitoisuudet olivat melko alhaisia karjanlantannoitetuissa viljelyjärjestelmissä tavanomaiseen väkilannoitettuun viljelyjärjestelmään verrattuna. Biodynaamisessa, karjanlantakompostilla lannoitetussa viljelyjärjestelmässä oli eloperäiseen ainekseen sitoutuneen fosforin määrä sekä ns. fosforin vaihtonopeus suurin. Tutkijat päättelivät tukeutuen Frossardin *et al.* (1986) tutkimuksiin, että vaihtonopeus riippuisi ensi sijassa fosforin sitoutumismuodosta maaperään. Orgaaninen fosfori ja sen saatavuus kasveille olisikin jatkossa erittäin tärkeä tutkimusaihe. Eri tuotantosysteemien peltojen muokkauskerroksen ja jankon labiilin eloperäisen fosforin sekä varastofosforin määrät tulisi selvittää. Kivennäisainekseen sitoutuneen varastofosforin vähäisyys voi myös olla syynä siihen, ettei fosforia vapaudu riittävästi heppoliukoiseen muotoon.

Se, että viljavuusanalyyseissä ei luomutilojen tuloksissa näy tuhkan, raakafosfaatin tai apatiitin vaikutusta, voi johtua tuhkan fosforin pidättymisestä Al-, Fe ja Mn-yhdisteiden pinnoille tiloilla peltomais- sa vallitsevilla pH-oloissa. Apatiitin fosfori taas on kalsiumfosfaattia, jonka liukoisuus on erittäin alhainen. Vasta kun runsasmul- taisen maan reaktio kohoaa yli pH 6,5:n,



**Kuva 28.** Peltomaiden helppoliukoinen fosfori  
**Fig. 28.** Soluble phosphorus in the soils

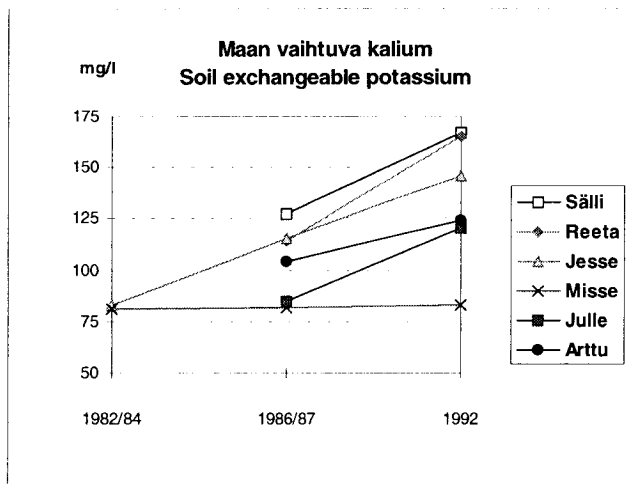
alkaa fosforia vapautua maanesteeseen. (Saarela & Sippola 1987.)

### 7.3 Kaliumylijäämät

Kaikki tämän tutkimuksen tilat sijaitsevat runsasmultaisilla karkeilla kivennäismailla. On pikemminkin sääntö kuin poikkeus, että tämän alueen karjatilojen maiden kaliumluvut ovat alhaiset - huolimatta siitä, että kaliumin kauppataseet osoittavat yleensä 50–90 kilon ylijäämää/ha (Peltola *et al.* 1995). Tavanomaisilla tiloilla johtaa viljavuustutkimusten tulosten tulkinta jatkuvaan helppoliukoisien kaliumin liikakäyttöön. Ongelmana lienee se, että viljavuustutkimuksen perusteella on vaikea saada kokonaiskuvaa maan kaliumpitoisuuden määrällisestä kehityksestä, kuten Nolte (1989) antaa ymmärtää. Kuvaan 29 olen koonnut tutkimustilojen maiden kaliumpitoisuuksien muutoksen seurantakaudella.

Lähes kaikki tilat käyttivät biotiittia yhtenä tai useampana seurantavuonna. Biotiitilla oli selvä vaikutus maan vaihtuvan kaliumin pitoisuuksiin Sällin, Reetan, Jullen ja Jessen tiloilla. Tuhkan käyttö ei puolestaan kohottanut Missen peltojen kaliumarvoja. Sekä tuhkan että biotiitin kaliumin vapautumiseen luomuviljelyssä vai-

kuttavat tekijät tulisi tarkemmin selvittää, sillä tähänastiset tutkimukset ovat antaneet varsin vaihtelevia tuloksia biotiitin käyttökelpoisuudesta. Eräät tutkimukset näet antavat viitteitä siitä, että kasvien kaliuminotto voi perustua merkittävältä osalta hidasliukoiseen kaliumiin (Meyer & Jungk 1993). Esimerkiksi Sällin tilalla arvioin tilan kaliumtaseen ja satojen arvioitun kaliumsisällön perusteella siirtymävaiheen kolmen vuoden aikana levitetystä biotiitista liunneen yli 50 %. Linnan ja Janssonin (1994) tutkimuksessa koiranheina otti karkean hietamaan kokeessa 43 % biotiitin kaliumista kolmen vuoden aikana. Sen sijaan timotei ei turvemaan vastaavassa kokeessa pystynyt hyödyntämään kuin 14 % biotiitin kaliumista. Molemmissa kokeissa maan vaihtuvan kaliumin pitoisuus oli välttävä. Hiesuisella hiedalla, jonka vaihtuvan kaliumin pitoisuus oli aluksi 140 mg/l ei apilanurmi ottanut kolmivuotisessa kokeessa myöskään kuin 14 % biotiitin kaliumista (Kempainen 1995). Synä heikkoon hyväksikäyttöön saattaa olla hiesuisen maan karkeata hietaa parempi kyky luovuttaa kaliumia kasvien käyttöön. Toisaalta kasvit ottavat myös melkoisen osan kaliumistaan syvemmistä maakerroksista, eikä pintamaasta johon biotiittia on levitetty (Kuhlmann 1988).



**Kuva 29.** Peltomaiden vaihtuva kalium  
**Fig. 29.** Exchangeable potassium in the soils

Maan vaihtuvan kaliumin lisäksi on myös vaikuttanut palkokasvinurmien heinänuurmia tehokkaampi pohjamaan kaliumvarojen sekä hidasliukoisten kaliumvarojen käyttö. Esimerkiksi Seurin ja Nykäsen (1995) kivijauheiden ravinteiden hyväksikäyttöä selvittävässä tutkimuksessa kävi ilmi, että puna-apilan kaliumpitoisuus kohosi merkittävästi biotiittilannoituksen jälkeen. Sen sijaan timotein kaliumpitoisuus ei kohonnut. Nurmet pumppaavat pohjamaan huuhtoutunutta kaliumia takaisin pintamaahan, ja juuristoon pidättynyt kalium vapautuu juurten kuollessa taas maanesteeseen ja kasvien käyttöön. Peters *et al.* (1990) havaitsivat, että luomuviljelyssä olevan hiekkamaan pintamaassa vaihtuvan kaliumin pitoisuus oli korkea, vaikka maan kaliumtaseen ylijäämä oli vain vajaa kolmannes tavanomaisen tilan pellon kaliumtaseesta. Korkea kaliumpitoisuus luomuviljelyssä maassa ei aiheuttanut kaliumin huuhtoutumista.

Kaliumin huuhtoutumisesta ei myöskään ole juuri kotimaista tutkittua tietoa. Tiedetään kyllä, että moreenimaat ovat alttiita kaliumin huuhtoutumiseen. Tämä käy ilmi mm. Gustafsonin ja Hanssonin (1979, 1980) Etelä-Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa, joissa valuma-alueen maat olivat tavanomaisesti viljeltyjä ja sisälsivät viljelykierrossa vain vähän nurmea. Moreeni- ja multamaasta huuhtoutui 8 ja 9,6 kg/ha/v, hiekka- ja hietamaasta 14,8 ja 13,4 kg/ha/v, mutta savimaasta vain 4 kg/ha/v. Kaliumin huuhtoutuminen samoista maaloista nurmivaltaisemmassa viljelyssä sen sijaan oli vähäisempää, 2,2–6,1 kg/ha/v. Turtolan ja Jaakkolan (1986) mukaan savimaan nurmesta huuhtoutui kaliumia merkittävämmän vain sadetettaessa. Heidän tutkimuksestaan on kuitenkin vaikea vetää johtopäätöksiä hidasliukoisen kaliumlannoitteen huuhtoutumisalttiudesta.

- Boguslawski, E.von, Özgüven, M. & Debruck, J.** 1978. Nährstoffdynamik, Düngung und Nährstoffbilanz. Landwirtschaftliche Forschung 32, Sonderheft 35: 454–470.
- Boller, B.** 1988. Biologische Stickstoff-Fixierung von Weiss- und Rotklee unter Feldbedingungen. Landwirtschaft Schweiz 1 (4): 251–253.
- Fried, M., Tanji, K.K. & Van De Pol, R.M.** 1976. Simplified long term concept for evaluating leaching of nitrogen from agricultural land, J, Environ. Qual, 5: 197–200.
- Frissel, M.J. & Kolenbrander, G.J.** 1977. The nutrient balances: Summarizing graphs and tables. In: Frissel, M.J. (ed.), Cycling of Mineral Nutrients in Agricultural Ecosystems, Agro-Ecosystems 4: 277–291.
- Frossard, E., Truong, B. & Jacquin, F.** 1986. Influence de l'apport de composés organique sur l'absorption et la résorption des ions phosphates en sol ferrallitique.
- Granstedt, A.** 1990. Fallstudier av kväveförsörjning i alternativ odling. Alternativ Odling 4. 271 p.
- 1993. Conversion experiments and soil fertility in ecological agriculture. NJF-Utredning Nr. 93. Converting to organic agriculture: 45–55.
- 1995. Ekologiskt lantbruk - ett resursekonomiskt brukande av jorden. Luonnonmukaisen maatalouden seminaaripäivät 13.–14.2.1995. Helsinki. p. 39–51.
- Gustafson, A. & Hansson, M.** 1979. Växtnäringssläckage på Kristianstadsslätten. Ekohydrologi 3: 1–12.
- 1980. Växtnäringförluster i Skåne och Halland. Ekohydrologi 6: 3–20.
- Hauser, S.** 1992. Estimation of symbiotically fixed nitrogen using extended N difference methods. In: Mullongoy, K., Gueye, M. & Spencer, D.S.C. (ed.). Biological Nitrogen Fixation and Sustainability of Tropical Agriculture. IITA.: 309–321.
- Hülsbergen, K.-J., Rauhe, K., Scharf, H. & Matthies, H.** 1992. Langjähriger Einfluss kombinierter organisch-mineralischer Düngung auf Ertrag, Humusgehalt und Stickstoffverwertung. Kühn-Archiv 86, 2: 11–24.
- Jenkinson, & Johnston, A.E.** 1977. Soil organic matter in the Hoosfield Continuous Barley Experiment. Rothamsted Report for 1976. Part 2: 87–101
- Johnston, A.E.** 1973. The effects of ley and arable cropping systems on the amounts of soil organic matter in the Rothamsted and Woburn ley-arable experiments. Rothamsted Report for 1972. Part 2: 131–156.
- & **Chater, M.** 1975. Experiments made on Stackyard Field, Woburn, 1876-1974. II. Effects of treatments on soil pH, P and K in the continuous wheat and barley experiments. Rothamsted Report for 1974. Part 2: 45–60.
- Joki-Tokola, E., Aronen, I. & Vehkaoja, H.** 1995. Rehunurmen typpilannoituksen ja säilörehun korjuuajan sekä väkirehutäydennyksen vaikutukset säilörehun hyväksikäyttöön naudalla. B. Ruukin kenttätutkimus. Säilörehun laadun ja väkirehutäydennyksen vaikutukset naudanlihantuotantoon. Maatalouden tutkimuskeskus Tiedote12/95: 59–70.
- Kemppainen, R.** 1995. Biotiitti ja raakafosfaatti apilanurmien lannoitteina. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 10/95. 21 p.
- Kuhlmann, H.** 1988. Ursachen und Ausmaß der N-, P-, K- und Mg-Ernährung der Pflanzen aus dem Unterboden. Habil.schrift. Hannover.
- Kumpu-Huhtala, T.** 1992. Siilinjärven maanparannustuotteilla lisää kannattavuutta. Leipä leveämäksi 2/1992: 24–25.
- Lankoski, J.** 1995. Ravinnetaseperusteinen ohjauksjärjestelmä maatalouden ympäristökuormituksen vähentämisessä. Maatalouspolitiikan pro-gradu-työ. Helsingin yliopisto, Taloustieteen laitos.
- Linna, P. & Jansson, H.** 1994. Biotiitti nurmen kaliumlannoitteena. Maatalouden tutkimuskeskus Tiedote 1/94. 13 p.
- Maatalouden laskentakeskus** 1991. Nautakarjan väkirehun valinta ja ruokinnan suunnittelu.
- Macduff, J.H. & White, R.E.** 1984. Components of the nitrogen cycle measured for cropped and grassland soil-plant systems. Plant and Soil 76: 35–47.
- Mattingly, G.E.G.** 1974. The Woburn organic manuring experiment. 1. Design, crop yields and

nutrient balance 1964–72. Report of Rothamsted Research Station for 1973, Part 2: 98–133.

— **Chater, M. & Johnston, A.E.** 1975. Experiments made on Stackyard field, Woburn 1876–1974. III. Effects of fertilisers and farmyard manure on soil carbon, nitrogen and organic phosphorus. Report of Rothamsted Research Station for 1974, Part 2: 61–77.

**Meisinger, J.J.** 1976. Nitrogen application rates consistent with environmental constraints for potatoes on Long Island. Search Agriculture. Agronomy 5. 19 p.

**Meyer, D. & Jungk, A.** 1993. A new approach to quantify the utilization of non-exchangeable soil potassium by plants. Plant and Soil 149: 235–243.

**Nolte, C.** 1989. Bilanzierung des Nährstoffkreislaufes auf dem biologisch-dynamisch bewirtschafteten 'Bosheidhof' sowie Untersuchungen zum Phosphor-, Kaliumhaushalt in drei ausgewählten Böden im Vergleich zu drei Böden eines benachbarten konventionellen Betriebes. Diss. Bonn. 176 p.

**Oberson, A., Besson, J.-M. & Sticher, H.** 1995. Phosphordynamik im Boden des DOK-Versuchs. FAC-Oktobertagung 1995: Biologischer Landbau: Beitrag des DOK-Versuches. Schriftenreihe der FAC. Nr 21.

**Olesen, J.E. & Vester, J. (eds).** 1995. Naeringsstofbalancer og energiforbrug i oekologisk jordbrug - fokus på kvaegbedrifter og planteavl. Statens Planteavlforsoeg, Rapport 9/1995.

**Peltola, R.** 1990. Typen kierto ja tyypitaseet neljällä eteläsavolaisella karjatilalla. Pro gradu -työ. Kasvinviljelytieteen laitos. Helsingin yliopisto.

— **Seuri, P.M., Granstedt, A., Parviainen, T. & Vehkasalo, V.** 1995. Ympäristötaloudellisesti kestävä maatalouden mahdollisuudet Mikelin läänissä. Helsingin yliopisto. Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus Mikkeli, Julkaisuja 42.

**Peters, M. Blume, H.-P., Gömpel, H. & Sattelmacher, B.** 1990. Nährstoffdynamik und -bilanz eines Podsol unter konventioneller und alternativer Ackernutzung. Journal of Agronomy and Crop Science 165, 5: 289–296.

**Pettersson, B.D.** 1982. Konventionell och biodynamisk odling. Jämförande försök mellan två odlingssystem 1971–79. Nordisk Forskningsring. Meddelande nr. 32.

**Pirttijärvi, R.** 1996. Maatalouden ravinneongelmat Hollannissa, Saksassa ja Suomessa. Maatalouden

taloudellinen tutkimuslaitos. Tiedonantoja 205: 5–36.

**Reddy, K.R., Feijtel, T.C. & Patrick, W.H. Jr.** 1986. Effect of soil redox conditions on microbial oxidation of organic matter. In: The Role of Organic Matter in Modern Agriculture (Chen, Y. & Avnimelech, Y., eds) Martinus Nijhoff Publ., Dordrecht, p. 117–156.

**Roinila, P.** 1995. Kattamisen vaikutus ravinnetappioihin karjanlannan aumakompostoinnissa. Pro gradu -työ. Kasvintuotantotieteen laitos. Helsingin yliopisto.

**Saarela, I., Järvi, A., Hakkola, H. & Rinne, K.** 1996. Fosforilannoituksen porraskokeet 1977–1994. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 16/95.

**Saarela, I.** 1991. Maan fosforitase ja lannoituksen ravinnesuhteet. Käytännön maamies 9/91: 40–43.

— **& Sippola, J.** 1987. Kalkituksen vaikutus kasvien fosforin saantiin. Koetointa ja käytäntö 47: 52.

**Salo, M.-L., Tuori, M. & Kiiskinen, T.** 1982. Rehu-taulukot ja ruokintanormit. Helsingin yliopisto. Kotieläintieteen laitos. MTT. Kotieläintuotannon tutkimuslaitos.

**Scheller, E.** 1984. Bestimmung der Kaliumverfügbarkeit in einem 30jährigen Düngungsversuch und in Böden mit verschiedenen Formen des Nährstoffersatzes. Diplomarbeit. Weihenstephan. Ref. in Sheller, E. 1991.

**Scheller, E.** 1991. Wissenschaftliche Grundlagen zum Verständnis der Düngungspraxis im Ökologischen Landbau - Aktive Nährstoffmobilisierung und ihre Rahmenbedingungen. Gesellschaft für Goetheanistische Forschung e.V. Dipperz.

**Schjørring, J.K., Nielsen, N.E., Jensen, H.E. & Gottschau, A.** 1989. Nitrogen losses from field-grown spring barley plants as affected by rate of nitrogen application. Plant and Soil 116: 167–175

**Seuri, P.V. & Nykänen, A.** 1995. Luonnonmukaisen viljelyn fosfori- ja kaliumlannoitus. Posterit. MTT Luonnonmukaisen tuotannon tutkimusasema.

**Tanji, K.K., Fried, M. & Van De Pol, R.M.** 1977. A steady-state conceptual nitrogen model for estimating nitrogen emissions from cropped lands. J. Environ. Qual. 6 (2): 155–159.

**Turtola, E. & Jaakkola, A.** 1986. Viljelykasvien lannoituksen ja sadetuksen vaikutus kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin sekä

kloridin huuhtoutumiseen savimaasta. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 17/86.

— 1995. Loss of phosphorus by surface runoff and leaching from a heavy clay soil under barley and grass ley in Finland. *Acta. Scand. Section B. Soil and Plant Sci.* 45: 159–165.

**Voplakal, K.** 1990. Long-continued development of phosphorus regime on brown soil at different fertilization. (In Czech.) *Rostlinna-Vyroba-UVTIZ (CSFR)* 36, 8: 805–810

## RAVINTEIEN KAUPPAT ELÄSKELMÄ

2.4.1991

TILA 4/89 VERSIO 30.11.95

Peltoa ha 24,5

## A. RAVINTEIDEN OST , kg/vuosi

Rehut		tonnia	x %N	= kg N	x %P	= kg P	x %K	= kg K
	Heinäns.	0,14	3,58	5	0,30		0,50	
Siemen-	Ohra	0,46	1,73	8	0,30	1	0,50	2
vilja	Kaura	1,12	1,73	19	0,30	3	0,50	6
Rehu-	Rehuvilja	1,47	1,73	25	0,30	4	0,50	7
Karkea-	Apilaheinä		1,97		0,18		2,50	
	Apila-thein		1,53		0,18		1,80	
rehu	Timoteihinä		1,33		0,17		2,10	
16 %	Säilörehu		0,48		0,07		0,50	
H2O	Ofki		0,54		0,08		1,70	
	Herneenolki		1,36		0,13		1,20	
Väki-	Soija	0,68	7,32	50	0,63	4	1,60	11
rehu	Puolitiiviste		4,38		0,90		1,60	
	Täysrehu 17		3,20		0,85		0,90	
	Täysrehu 12	12,56	2,43	305	0,80	100	0,80	100
	Täysrehu 10		2,08		0,75		0,80	
	Juottorehu	0,30	4,00	12	0,80	2	1,50	5
	Kurrijauhe		5,89		0,80		1,20	
	Herajauhe	0,20	1,71	3	0,79	2	1,20	2
	Seosmellasi		1,07		0,04		3,20	
	Melassileike	0,36	2,02	7	0,10	0	1,80	6
	Kananrehut	0,80	3,50	28	1,20	10	1,00	8
Kivenn	Viherkivenn.	0,68	0,00	0	8,00	54	0,00	0

## RAVINTEIÄ OSTOREHUSSA YHT KG

463

182

148

## &amp; SIEMENISSÄ

32

5

8

Ostolannoitteet		tonnia	x %N	= kg N	x %P	= kg P	x %K	= kg K
Naudan	Eläimiä	0,07	3,20	2	1,00	1	0,30	0
	Lietelanta		0,33		0,10		0,28	
	Virtsa		0,31		0,02		0,50	
Sian	Kuivikelanta		0,72		0,37		0,40	
	Lietelanta		0,54		0,19		0,20	
	Virtsa		0,26		0,05		0,14	
Kanan	Kuivikelanta		1,56		0,73		0,74	
	Kananlantarat		4,10		1,50		2,00	
	Turve m3	35,00	0,90	32	0,0	1	0,0	1
Kivi-	Biotiitti		0,0		0,0		3,0	
jauhe	Apatiitti		0,0		16,0		0,0	
jauhe	Raakafosf		0,0		15,0		0,0	
	Tuhka		0,0		0,7		1,1	
Väki-	Typpir Y-1		25,0		4,0		4,0	
lannoite	Typpir Y-2	5,50	20,0	1100	4,0	220	8,0	440
	Typpir Y-3	1,50	17,0	255	6,0	90	12,0	180
	O tr Y	4,00	18,0	720	3,0	120	12,0	480
	Vähät Y	1,00	6,0	60	6,0	60	16,0	160
	Kalir Y-2		10,0		7,0		17,0	
	Booripit Y-1		17,0		6,0		12,0	
	Klooriv Y-1		7,0		7,0		8,0	
	Oulunsalp		27,5		0,0		0,0	
			3,0		10,0		18,0	

Ostolannoitteet yht kg g 2167 491 1261

Eläinmäärän muutos 2 1 0

RAVINTEIDEN OSTOT YHT. KG 2662 678 1417

KG/HA 109 28 58



**B. RAVINTEIDEN MYYNIT**

		tonnia	x %N	=kg N	x %P	=kg P	x %K	=kg K
Eläin- tuotteet	Maito	<u>85,55</u>	0,52	445	0,09	77	0,16	137
	Eläimet elop	<u>2,43</u>	3,20	78	1,00	24	0,30	7
	Kananmunat	<u>0,45</u>	2,20	10	0,21	1	0,13	1
Kasvi- tuotteet	Ruis	_____	1,79		0,30		0,50	
	Vehnä	_____	2,01		0,30		0,50	
	Ohra	_____	1,73		0,30		0,50	
	Kaura	_____	1,73		0,30		0,50	
	Herne	_____	3,58		0,39		1,10	
	Apilaheinä	_____	1,97		0,20		2,50	
	Apila-rheinä	_____	1,53		0,18		1,80	
	Timoteihinä	_____	1,33		0,17		2,10	
	Säilörehu	_____	0,48		0,06		0,50	
	Olki	_____	0,54		0,09		1,70	
	Peruna	_____	0,33		0,05		0,55	
	Porkkana	_____	0,19		0,03		0,39	
	Sipuli	_____	0,21		0,04		0,34	
			_____	0,00		0,00		0,00

<b>RAVINTEIDEN MYYNIT</b>	<b>YHT KG</b>	<b>533</b>	<b>102</b>	<b>145</b>
		<b>22</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

**C. RAVINTEIDEN KAUPPATASE**

<b>RAVINTEIDEN OSTOT KG</b>	<b>2662</b>	<b>678</b>	<b>1417</b>
<b>KG/HA</b>	<b>109</b>	<b>28</b>	<b>58</b>
<b>RAVINTEIDEN MYYNIT KG</b>	<b>533</b>	<b>102</b>	<b>145</b>
<b>KG/HA</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>RAVINTEIDEN</b>	<b>2130</b>	<b>576</b>	<b>1273</b>
<b>KG/HA</b>	<b>87</b>	<b>24</b>	<b>52</b>

**D. SADON RAVINNESISÄLTÖ, POISTUMA PELLOLTA SADON MUKANA kg/vuosi**

Tuotteet	tonnia	x %N	=kg N	x %P	=kg P	x %K	=kg K	
Kasvi- tuotteet	Ruis	<u>3,27</u>	1,79	59	0,30	10	0,50	16
	Vehnä	<u>0,95</u>	2,01	19	0,30	3	0,50	5
	Ohra	<u>8,18</u>	1,73	142	0,30	25	0,50	41
	Kaura	<u>16,23</u>	1,73	281	0,30	49	0,50	81
	Herne	_____	3,58		0,39		1,10	
	Apilaheinä	_____	1,97		0,20		2,50	
	Apila-rheinä	_____	1,53		0,18		1,80	
	Timoteihinä	<u>15,00</u>	1,33	200	0,17	26	2,10	315
	Säilörehu	<u>165,5</u>	0,48	794	0,06	99	0,50	828
	Apilasäilör	<u>14,9</u>	0,54	80	0,09	13	0,50	74
	Olki	<u>5,0</u>	0,54	27	0,05	3	1,70	85
	Peruna	<u>1,00</u>	0,33	3	0,03	0	0,55	6
	Porkkana	_____	0,19		0,04		0,22	
	Niittor. ry	_____	3,55		0,45		3,90	
Laidun ry	20,8	3,55	738	0,45	94	3,90	811	
<b>RAVINTEID</b>			<b>2343</b>		<b>320</b>		<b>2262</b>	
			<b>96</b>		<b>13</b>		<b>92</b>	

**Varaston muutos 1.1.-31.12.**

	N	P	K
Siemensvilja	1,73	0,30	0,50
Leipävilja	2,00	0,30	0,50
Leipävilja	1,79	0,30	0,50
Heinä	1,53	0,10	1,70
?Rehuvilja(arvio)	1,73	0	0,50
Täysrehu 12	-5,4	2,43	-130
Soija	-0,5	7,32	-34
Ostorehu	0,00	0,00	0,00
Ostorehu	0,00	0,00	0,00
Ostorehu	0,00	0,00	0,00
Olki	0,00	0,00	0,00

<b>RAVINTEITA VARASTOSSA KG</b>	<b>-164</b>	<b>-45,7</b>	<b>-50</b>
<b>KG/HA</b>			

Julkaisun sarja ja numero  
Maatalouden tutkimuskeskuksen  
julkaisuja. Sarja A 8

Julkaisuaika (kk ja vuosi)  
Syyskuu 1996

Tekijä(t)

Jaana Väisänen

Tutkimushankkeen nimi

Toimeksiantaja(t)  
Maatalouden tutkimuskeskus

Nimike

Ravinteiden kauppataseet nautakarjatilojen ravinteidenkäytön kuvaajina

Tiivistelmä

Tutkimuksessa kuvattiin typen, fosforin ja kaliumin kauppataseiden avulla kuuden eteläsvolalaisen nautakarjatiljan ravinteiden käyttöä viiden vuoden seurantajakson aikana. Tiloista kahdella viljeltiin tavanomaisesti, kuitenkin apilanurmia hyödyntäen, kaksi tiloista siirtyi seurantakaudella luomuviljelyyn ja kaksi oli jo vuosia harjoittanut luomuviljelyä tai siihen verrattavaa tuotantomuotoa. Tutkimusaineisto perustui pitkälti tilojen verokirjanpitoon sekä karjantarkkailutuloksiin.

Ravinteiden käytön muutokset erilaisessa kehitysvaiheessa olevilla tiloilla olivat selvästikin seurausta valtion maatalouden ympäristöpolitiikasta. Tavanomaisilla tiloilla väkilannoite-fosforin käyttö väheni fosforiveron myötä. Kesannointivelvoite lisäsi rehun oston ansiosta tilan ravinneylijäämää ja siten myös ravinnekuormitusta. Siirtymävaihe- ja luomutiloilla johti valtion siirtymävaihetuki biotiitti- ja apatiittikivijauheiden lisääntyneeseen käyttöön. Siirtyminen luomuviljelyyn aiheutti lypsykarjatiljoilla karkearehupulaan, joten tilat ryhtyivät ostamaan karkearehua tilan ulkopuolelta. Ostettu karkearehu lisäsi merkittävästi tiloille tulevan kaliumin ja typen määrää.

Ravinteiden kauppatase on hyvä ravinteiden käytön suunnittelun apuväline varsinkin luomutiloille, jossa ravinnetalous perustuu kierrätykseen. Ravinnetaseen panoksen ja tuotoksen erotukseksi jää useimmiten ylijäämä, joka merkitsee ravinnelähteistä riippuen joko ravinnekuormitusta ympäristöön tai pidättymistä maaperään. Ravinteiden kauppataseen ja maan helppoliukoisten ravinneanalyysojen yhteys oli tässä tutkimuksessa kuitenkin varsin heikko. Maan helppoliukoinen fosfori väheni lähes kaikilla tiloilla riippumatta fosforitaseesta. Lisääntynyt biotiitin käyttö sen sijaan kohotti osaltaan maan vaihtuvan kaliumin pitoisuutta.

Avainsanat

ravinnetaseet, kotieläintalous, typpi, fosfori, kalium, luonnonmukainen maatalous

Toimintayksikkö

Ekologisen tuotannon tutkimusasema (Partala)

ISSN

1238-9935

ISBN

951-729-471-9

 Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä

Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN  
Puh. (03) 41 881  
Telekopio (03) 4188 339

Sivuja

54 s. + liite

Hinta

55 mk + alv









Jokioinen 1996  
ISBN 951-729-471-9  
ISSN 1238-9935