

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
**TIEDOTE**

**15/94**

**LEILA URVAS**

**Salaojavesien ravinnehuuhtoutumat karjataloilla**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS  
TIEDOTE 15/94

LEILA URVAS

## **Salaojavesien ravinnehuuhtoutumat karjataloilla**

***Summary: Leached nutrients in drain water on livestock farms***

Maatalouden tutkimuskeskus  
Ympäristöntutkimuslaitos  
31600 JOKIOINEN  
Puh. (916) 1881

Jokioinen 1994  
ISSN 0359-7652

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	5
<i>SUMMARY</i>	6
1 JOHDANTO	7
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	7
3 SALAOJIEN VESI ANALYYSIEN TULOKSET	8
3.1 Valumat	8
3.2 Ravinteiden pitoisuudet salaojavesissä	13
4 RAVINNEHUUHTOUTUMAT SALAOJAVESISSÄ	26
4.1 Kokonaistyyppi	26
4.2 Ammoniumtyppi	28
4.3 Nitraattityppi	28
4.4 Kokonaisfosfori	29
4.5 Liukoinen fosfori	30
5 LOHKOJEN MAALAJI JA VILJAVUUS	30
KIRJALLISUUS	32

**URVAS, L. Salaojavesien ravinnehuhtoutumat karjataloilla.**  
**(Summary: *Leached nutrients in drain water on livestock farms.*)** Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 15/94. 32 p.

Avainsanat: huuhtoutunut typpi, huuhtoutunut fosfori, salaojavesi

## **TIIVISTELMÄ**

Kesällä 1992 kymmenellä eri tavalla viljellyn peltolohkon salaojavesissä ravinnemäärät vaihtelivat suuresti. Vuonna 1992 toukokuusta lokakuulle otettujen vesinäytteiden mukaan eri lohkoilta huuhtoutui typpeä salaojien kautta 0,2–10,2 kg/ha. Huuhtoutuneen fosforin määrät vaihtelivat 9,8 grammasta 2,1 kilogrammaan hehtaarilta. Koska kesä 1992 oli kuiva, ravinteet huuhtoutuivat vasta syysateiden mukana.

Kesällä 1993 hehtaaria kohti lasketut ravinnehuhtoutumat olivat pienemmät kuin edellisenä kesänä. Typpeä huuhtoutui salaojista 0,1–8,3 kg/ha puolen vuoden aikana ja fosforia 0,02–0,34 kg/ha. Mukana oli 14 salaojaa.

Lannoitussuosituksen mukaisella lannoituksella huuhtoutumat olivat vähäisiä, kun taas suosituksia ylitettäessä huuhtoutumat lisääntyivät. Karjanlantaa käytettäessä on karjanlannan sisältämät ravinnemäärät otettava huomioon lisälannoitusta suunniteltaessa, jotta huuhtoutumilta vältytään.

## **SUMMARY**

### **LEACHED NUTRIENTS IN DRAIN WATER ON LIVESTOCK FARMS**

*In 1992, the water samples were collected from 10 drainage pipes every week from May to October, altogether 25 times. In 1993, samples were taken from 14 draining pipes every second week during 26 weeks (half year). The fertilization of the fields varied widely. The plants cultivated were corn, oat, wheat, caraway and grass; one plot lay fallow.*

*The amounts of nitrogen leached in drain water varied in summer 1992 from 0.2 to 10.2 kg/ha/25 weeks, and in the half year 1993 from 0.1 to 8.3 kg/ha. The amounts of phosphorus leached were smaller, in 1992 10–2100 g/ha and 1993 20–340 g/ha.*

*The summer 1992 was dry. Run-offs from drainage pipes varied from 14.1 to 42.3 mm. In the second summer run-offs were more abundant, ranging from 10.2 to 83 mm.*

**Key words:** leached nitrogen, leached phosphorus, drainage water

## 1 JOHDANTO

Suomalaisten kivennäismaiden muokkauskerroksessa on fosforia 2 000–3 000 kg/ha. Suurin osa siitä on epäorgaanisessa muodossa, joka on sitoutunut lujasti maan rauta- ja alumiiniyhdisteisiin. Noin kolmasosa kokonaisfosforista on sitoutuneena maan orgaaniseen ainekseen. Fosforin sitoutuminen maahan vähentää sen huuhtoutumista, mutta toisaalta eniten fosforia lähtee pellostä juuri eroosion irrottamien maahiukkasten mukana pintavaluntana (HARTIKAINEN 1981).

Runsasmultaisen kivennäismaan muokkauskerroksessa voi olla tyypeä jopa 10 000 kg/ha, mutta vain 1–2 % kokonaistypestä on kasveille käyttökelpoisena nitraattityyppinä (RUSSELL 1973). Nitraattityppi on vapaana maanesteessä (LINDEN 1981) ja sen vuoksi myös eniten alttiina huuhtoutumiselle. Ammoniumtyppi sitä vastoin on sitoutuneena maahiukkasten pinnoille eikä huuhtoudu niin herkästi.

Pelloilta huuhtoutuu kuitenkin ympäri vuoden sekä fosforia että tyypeä vesistöihin aiheuttaen rehevöitymistä. Viime vuosina on asiaan ruvettu kiinnittämään yhä enenevää huomiota ja keinoja huuhtoutumisen estämiseksi on ryhdytty tutkimaan.

Maatalouden tutkimuskeskuksen huuhtoutumiskentillä on seurattu yli kymmenen vuoden ajan ravinteiden huuhtoutumista maasta. Vuosina 1980–1982 ohramaasta huuhtoutui nitraattityyppiä keskimäärin 11,1 kg/ha vuodessa. Salaojavesien osuus tästä oli 6,3 kg/ha (TURTOLO ja JAAKKOLA 1985). Nurmesta huuhtoutuminen oli vähäisempää. Salaojavesien mukana tuli 2,3 kg/ha ja kokonaisuuhuttoutuma oli 5,4 kg/ha eli salaojavesissä poistunut nitraattityppi oli noin puolet huuhtoutuneesta. Kokonaistyyppiä on samalta kentältä huuhtoutunut vuosina 1983–86 keskimäärin 4,4 kg/ha (TURTOLO ja JAAKKOLA 1987).

Fosforia huuhtoutui ohramaasta vuodessa keskimäärin 1,2 kg/ha, mistä määrästä vain kolmas osa tuli salaojavesissä eli 0,4 kg/ha. Nurmen 1,6 kilogramman kokonaisuuhuttoutumasta kulkeutui salaojavesien mukana suhteellisesti vieläkin vähemmän eli viidesosa.

Kotkanojan huuhtoutumiskentällä viljelytoimenpiteet voitiin tehdä käytäntöä vastaavissa olosuhteis-

sa, sillä kentän salaojitettu pinta-ala on 171 aaria. Koejäseninä kentällä on käytetty vain keinolanotteita eikä lainkaan karjanlantaa. Käytännön viljelmillä Jokioisilla on kuitenkin runsaasti karjaa, ennen muuta sikoja. Tämän vuoksi keväällä 1992 valittiin paikallisilta karjatiloilta yhdeksän normaali viljelyksessä olevaa salaojalohkoa. Tavoitteena oli selvittää, kuinka nopeasti ja rajusti erilaiset viljelytoimenpiteet kuten esimerkiksi karjanlannan levitys näkyy salaojavesien ravinnemäärissä. Vertailukohtaksi otettiin mukaan yksi viljaila.

Ensimmäisen kesän tulosten perusteella Helsingin vesi- ja ympäristöpiiri suositteli tutkimuksen jatkamista. Kesällä 1993 otettiin mukaan entisten lisäksi neljä salaojaa karjatilalta, jolla lietalanta sijoitetaan nurmeen kasvukauden aikana.

## 2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Keväällä 1992 valittaessa Jokioisten karjatiloilta tutkimukseen sopivia salaojia tärkeintä oli löytää sellaiset lohkot, joiden ojastojen poistoputket olivat koko kasvukauden ajan laskuojan vedenpinnan yläpuolella. Tämä sen vuoksi, että lohkon salaojastosta tuleva vesi pystyttiin mittaamaan. Tutkimukseen valikoitui loivia rinnepeltoja.

Useimmilla lohkoilla kasvoi kevätiljaa, joko ohraa tai vehnää. Mukana oli myös kumina- ja heinäpelto. Salaojalohkolla 8 oli sekä viljaa että laidunta molempina kesinä. Kesän 1993 tammelalaisen karjatiljan lohkoista kaksi oli heinäillä ja kahdella oli sekä heinää että viljaa. Toisena kesänä lohkolla 9 oli viljakokeita. Tutkimuksessa mukana olleiden lohkojen pinta-alat, viljelykasvit sekä niille annetun lannoituksen laatu ja määrät on kerätty taulukoihin 1–4. Lohkot 1–8 ja 10 olivat samat molempina kesinä. Lohko 9 vaihtui ja lohkot 11–14 olivat mukana vain toisena kesänä.

Ensimmäisenä kesänä toukokuun neljännessä päivästä lokakuun 19:een päivään asti tutkittavien salaojalohkojen poistoputkista haettiin vesinäytteet viikottain. Vuonna 1993 ensimmäiset vesinäytteet haettiin toukokuun viidentenä ja kuudentena päivänä ja viimeiset 18. ja 19. lokakuuta. Näytteet otettiin joka toinen viikko.

**Taulukko 1. Tutkittujen salaojalohkojen taustatietoja v. 1992.**

Lohko	Pinta-ala ha	Viljelykasvi	Annettu lannoitus
1	2,65	Ohra	450 kg/ha N-rik. Y-lannos 2
2	6,85	K.vehnä, 3,0 ha Ohra, 3,85 ha	Sianlietelantaa 11 tonnia/ha
3	3,86	Ohra	450 kg/ha N-rik. Y-lannos 1 kesä: 9 t/ha sianlietettä
4	5,30	Vehnä Ohra	500 kg/ha K-köyhä Y-lannos
5	4,95	Nurmi I	500 kg/ha K-köyhä Y-lannos kesä: 400 kg/ha NK-lannosta
6	0,73	Ohra	Sianlietettä 50 tonnia/ha 150 kg/ha K-köyhä Y-lannos
7	1,13	Kumina	—
8	4,76	Laidun 3,46 Ohra 1,30	550 kg/ha N-rik. Y-lann. 1 kesä: 500 kg/ha laitumelle 69 t/ha sianlietettä ohralle
9	5,04	Ohra	550 kg/ha N-rik. Y-lann. 1 karjanlantaa
10	6,06	K.vehnä	100 kg/ha Oulunsalpietaria ed. syksy 80 t/ha karjanlantaa

Salaojavesistä analysoitiin liukoinen ja kokonaisfosfori sekä ammonium-, nitraatti- ja kokonaistyyppi Suomessa käytetyillä standardimenetelmillä (SFS 3025, 3026, 3030, 3031, 3032) ja mittaus tehtiin AKEA- ja FIASTAR-autoanalysaattoreilla. Myös valumien määrät mitattiin.

Syksyllä 1992 jokaiselta tutkimuslohkolta otettiin maanäyte, joka koostui keskimäärin 20 osanäytteestä. Osanäytteet otettiin kairalla linjalta, joka kulki lohkon äärimmäisten kulmien kautta. Lohkojen 11–14 viljavuusluvut ovat syksyllä 1993 tilalta tehdyn perustutkimuksen tuloksia. Maan pH mitattiin maa-vesisuspensiosta 1:2,5. Maan ravinnetila määritettiin hapanammoniumuutteesta, pH 4,65 (VUORINEN ja MÄKITIE 1955).

### 3 SALAOJIEN VESIANALYYSIEN TULOKSET

#### 3.1 Valumat

Alkukesä 1992 oli kuiva. Toukokuun sademäärä Jokioisilla oli vain 7,3 mm ja kesäkuun 14,6 mm.

Heinäkuussa oli 17 sateetonta päivää ja sadetta saatiin yhteensä 47 mm. Elokuun puolivälissä satoi kolmena päivänä saman verran ja kuukauden sademääräksi tuli 107,3 mm. Syys- ja lokakuun yhteinen sademäärä oli 123 mm. Koko tämän tutkimuksen aikana satoi Jokioisilla yhteensä 299 mm. Kevät 1993 oli vieläkin kuivempi kuin edellinen. Toukokuussa satoi vain yhden millimetrin verran. Kesäkuun alkupuoli oli vielä kuiva, mutta koko kuukauden sademääräksi saatiin jo 56 mm. Heinäkuussa satoi runsaasti (sademäärä 107 mm) samoin kuin elokuussa (136 mm), mutta syyskuu oli taas kuiva (13 mm). Koko tutkimusjakson sademääräksi saatiin 363 mm, mikä on 64 mm enemmän kuin edellisenä kesänä.

Salaojitettujen lohkojen kokonaisvalumat kesällä 1992 laskettuina hehtaaria kohti vaihtelivat 141:sta 423:een kuutiometriin (Taulukko 5 ja Kuvat 1 ja 2). Ilmaistuina sademääriä vastaavina millimetreinä valumat olivat 14:sta 42:een mm. Kuivasta alkukesästä huolimatta koko kasvukauden salaojavalumat ovat täysin vertailukelpoisia 1980-luvun alkuvuosien lukuihin. Kesä 1985 oli kuiva ja silloin puolen vuoden salaojavaluma Jokioisilla oli

Taulukko 2. Tutkittujen salaojien taustatietoja v. 1993.

Lohko	Pinta-ala ha	Viljelykasvi	Annettu lannoitus
1	2,65	Ohra	450 kg/ha N-rik. Y-lannos 2
2	6,85	Vehnä 2,85 ha Ohra 4,0 ha	550 kg/ha N-rik. Y-lannos 2 450 kg/ha N-rik. Y-lannos 2
3	3,86	Ohra	kevät: sianlietettä 30 t 450 kg/ha N-rik. Y-lannos 2
4	5,30	Ohra 2,30 ha Kesanto 3,0 ha	450 kg/ha N-rik. Y-lannos 1
5	4,95	Heinä	450 kg/ha N-rik. Y-lannos 1 380 kg/ha N-rik. Y-lannos 1
6	0,73	Ohra	550 kg/ha Vähäkal. Y-lannos
7	1,13	Kumina	250 kg/ha Vähäkal. Y-lannos syksy: sianlietettä 50 t/ha
8	4,76	Laidun 3,46 ha  Ohra 1,30	500 kg/ha N-rik. Y-lannos 1 500 kg/ha N-rik. Y-lannos 1 kesä: sianvirtsa 17 t/ha 520 kg/ha N-rik. Y-lannos 1
9	3,03	Koekenttä	600 kg/ha N-rik. Y-lannos 1
10	6,06	Heinä 5,50 ha Vehnä 0,56 ha	350 kg/ha Oulunsalpietaria 500 kg/ha Vähäkal. Y-lannos
11	4,30	Heinä (1,5 ha) (2,5 ha) (1,5 ha) (2,5 ha) 1.5. (2,5 ha) 14.6. (1,5 ha) 4.10. (0,5 ha)	350 kg/ha Oulunsalpietaria 280 kg/ha Oulunsalpietaria 325 kg/ha Oulunsalpietaria 200 kg/ha Oulunsalpietaria lietelantaa 60 t/ha lietelantaa 50 t/ha lietelantaa 60 t/ha
12	1,75	Heinä, 1.–3.5.	lietelantaa 60 t/ha 250 kg/ha Oulunsalpietaria 240 kg/ha Oulunsalpietaria
13	1,80	Ohra 1,2 ha  Heinä 0,6 ha	Ed. syksy: lietelantaa 50 t/ha 300 kg/ha Oulunsalpietaria 300 kg/ha Oulunsalpietaria 400 kg/ha Oulunsalpietaria
14	4,00	Heinä (2 ha) (1 ha) (2 ha) (1 ha) (1,5 ha) (1,5 ha)  Kaura 1,0 ha	500 kg/ha Vähäkal. Y-lannos 350 kg/ha N-rik. Y-lannos 2 400 kg/ha N-rik. Y-lannos 2 350 kg/ha Oulunsalpietaria lietelantaa 35 t/ha lietelantaa 60 t/ha  Ed. syksy: lietelantaa 60 t/ha 350 kg/ha N-rik. Y-lannos 2

keskimäärin 13 mm. Vuoden 1984 kesä oli sateinen. Silloin salaojista valui vuoden aikana keskimäärin 130 mm (TURTOLA ja JAAKKOLA 1987). Vuosien 1983–86 valumien keskiarvoksi saatiin 75 mm/vuosi, jolloin puolen vuoden valuma olisi 37 mm.

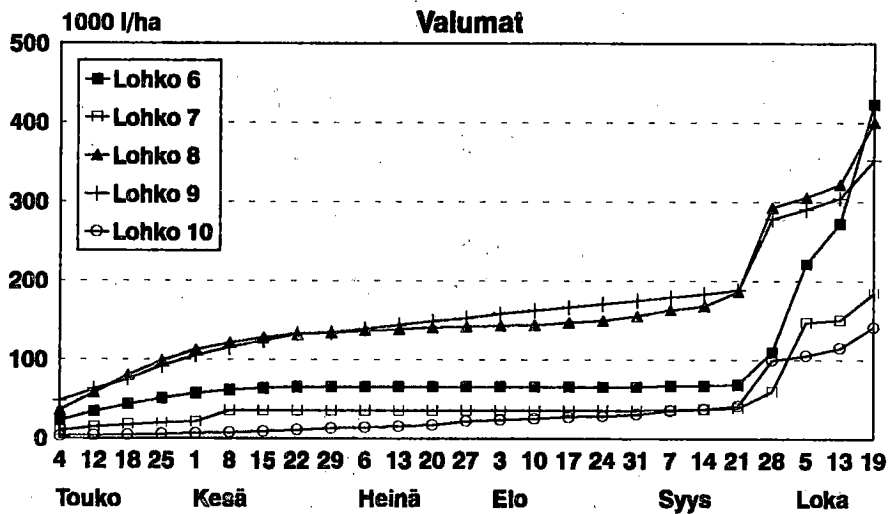
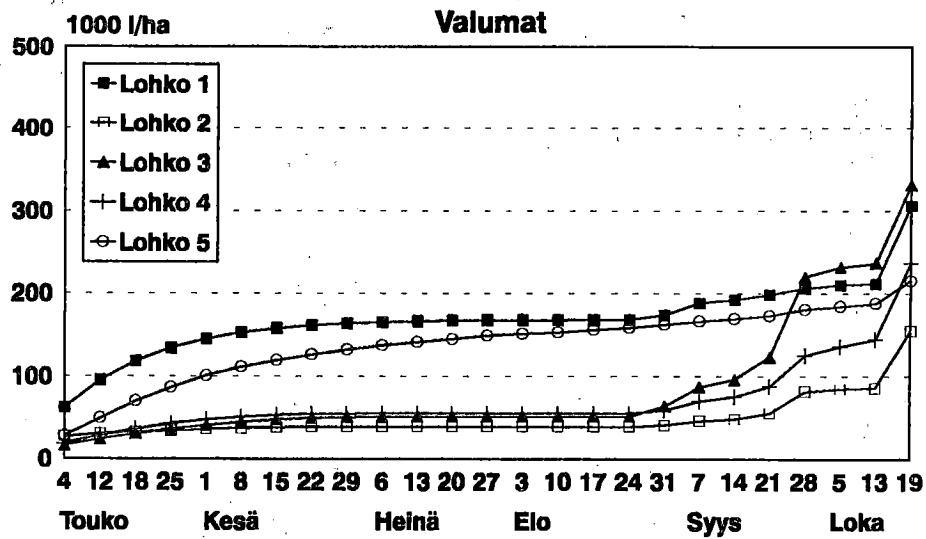
Kesän 1993 salaojista valuneet vesimäärät olivat samaa suuruusluokkaa, mutta vaihtelu oli selvästi suurempaa (10,2–83,4 mm), sillä tälle kesälle olivat tyypillisiä paikalliset kuurosateet.

**Taulukko 3. Peltolohkoille lannoitteissa annetut ravinteet kilogrammoina hehtaarille vuonna 1992.**

Lohko	Typpi kg/ha	Fosfori kg/ha	Kalium kg/ha	Lannoituksen ajankohta
1	90	18	36	Keväällä
2	59	21	22	Edellisenä talvena
3	117	14	14	Keväällä
	49	17	18	Puinnin jälkeen
4	115	20	30	Keväällä
5	115	20	30	Keväällä
	80	0	60	Ensimmäisen niiton jälkeen
6	304	101	112	Keväällä
7	(270)	(95)	(100)	Edellisenä keväänä
8	285	73	178	Keväällä ja kesällä
9	110	22	44	Keväällä + karjanlantaa
10	28			Keväällä
	375	120	315	Edellisenä syksynä

**Taulukko 4. Eri kasveille ja peltolohkoille annetut ravinteet kilogrammoina hehtaarille sekä lannoituksen ajankohdat v. 1993.**

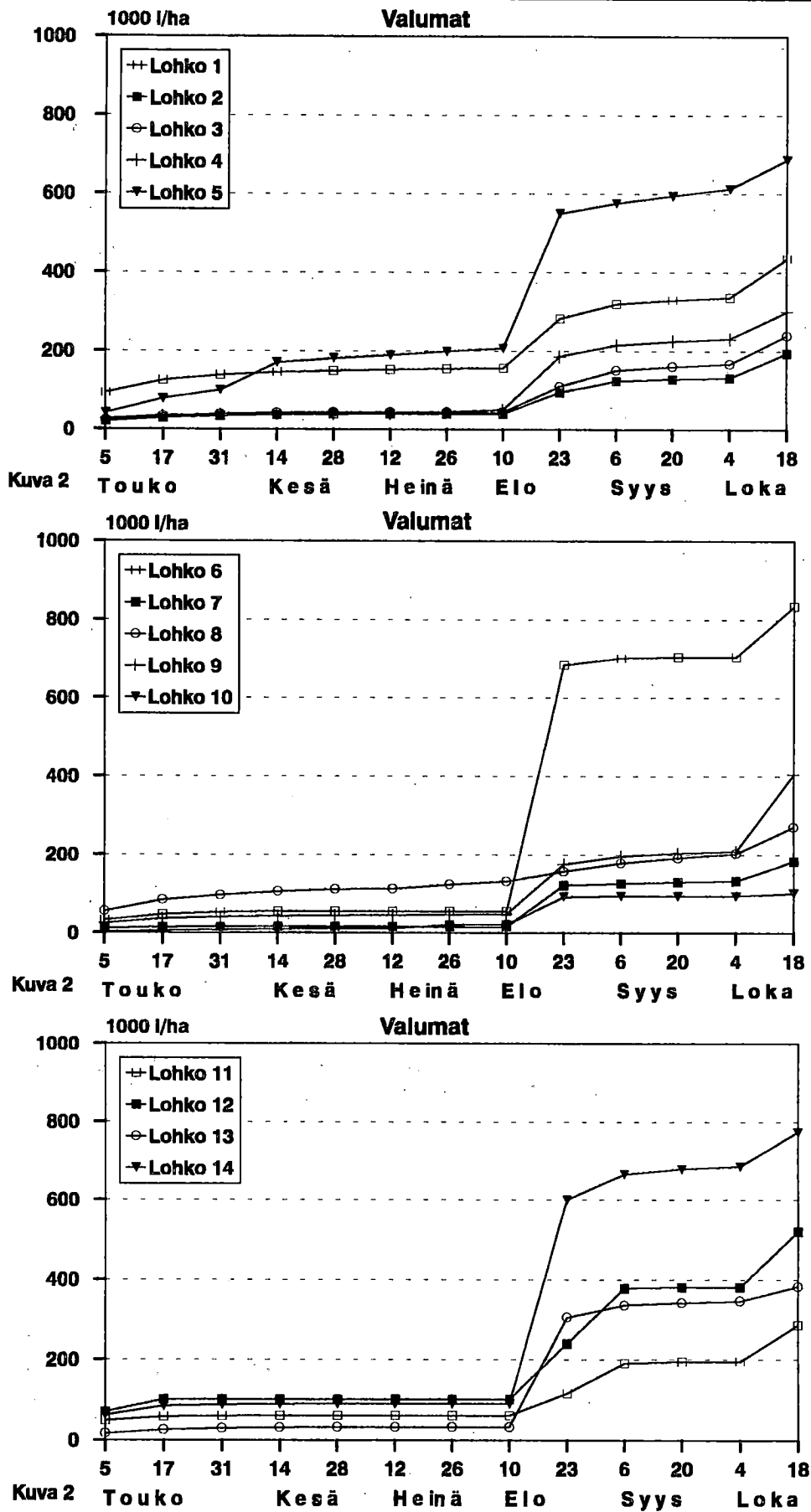
Lohko	Kasvi kg/ha	Typpi kg/ha	Fosfori kg/ha	Kalium kg/ha	Lannoituksen ajankohta	Keskim./lohko	
						Typpi kg/ha	Fosfori kg/ha
1	Ohra	90	18	36	Keväällä	90	18
2	Vehnä	110	22	44	Keväällä		
	Ohra	90	18	29	Keväällä	98	20
3	Ohra	132	33	36	Keväällä	132	33
4	Ohra	143	16	16	Keväällä		
	Kesanto					51	6
5	Heinä	117	14	14	Keväällä		
		99	11	11	Kesällä	216	25
6	Ohra	127	22	33	Keväällä	127	22
7	Kumina	58	10	15	Keväällä		
		270	95	140	Syksyllä	27	105
8	Laidun	130	15	15	Keväällä		
		175	24	63	Kesällä		
	Ohra	135	16	16	Keväällä	259	32
9	Koek.	156	18	18	Keväällä	156	18
10	Heinä	96	–	–	Keväällä		
	Vehnä	115	20	30	Keväällä	98	2
11	Heinä	194	35	98	Keväällä		
		121	17	49	Kesällä		
		23	7	20	Syksyllä	338	59
12	Heinä	267	60	168	Keväällä		
		66	–	–	Kesällä	333	60
13	Ohra	165	50	140	Edell. syksynä		
		82	–	–	Keväällä		
	Heinä	82	–	–	Keväällä		
		110	–	–	Kesällä	229	33
14	Heinä	100	18	29	Keväällä		
		143	29	72	Kesällä		
		99	30	84	Syksyllä		
	Kaura	198	60	168	Edell. syksynä		
		70	14	28	Keväällä	324	76



Kuva 1. Salaojista kesän 1992 aikana valuneiden vesien summakäyrät (1 000 l/ha). Valumat on mitattu kerran viikossa. Lisätietoja lohkoista taulukoissa 1 ja 3.

Kesällä 1992 ensimmäinen salaojaputki ehtyi kesäkuun puolivälissä ja elokuun alkuviiikkoina kuivuneita ojia oli kuusi kymmenestä. Kauimmin eli 12 viikkoa oli kuivana lohko seitsemän. Syyskuun lopussa saatiin taas vettä joka salaojasta. Runsaimmillaan valumat olivat lokakuussa. Suurin hehtaa-ria kohti laskettu valuma oli noin 70 kuutiometriä viikossa.

Toisena kesänä ensimmäinen salaoja kuivui kesäkuussa ja heinäkuun 12. päivänä saatiin vesinäyte vain kuudesta salaojasta. Elokuun lopulla kaikista putkista tuli taas vettä, mutta lokakuun alussa kaksi putkea oli jälleen kuivana. Suurimmat valumat mitattiin lokakuun 18. ja elokuun 23. päivänä. Koko kesän suurin vuorokauden sademäärä (38,4 mm) mitattiin heinäkuun 19. päivänä.



Kuva 2. Salaojista kesän 1993 aikana valuneiden vesien summakäyrät (1000 l/ha). Valumat on mitattu joka toinen viikko. Lisätietoja lohkoista taulukoissa 2 ja 4.

**Taulukko 5. Salaojavesivalumat kesinä 1992 ja 1993.**

Lohko	Valuma 1992 mm	Valuma 1993 mm
1	30,6	43,5
2	15,4	19,4
3	33,1	23,9
4	23,6	30,0
5	21,5	68,6
6	42,3	83,4
7	18,4	18,4
8	40,1	27,0
9	35,3	40,4
10	14,1	10,2
11		28,5
12		51,9
13		38,1
14		77,3
Sademäärä ajalta	299 mm 4.5.–25.10.92	363 mm 3.5.–31.10.93

### 3.2 Ravinteiden pitoisuudet salaojavesissä

Ensimmäisenä kesänä ammoniumtyypin pitoisuudet salaojavesissä olivat yleensä alle 0,2 mg/l. Poikkeuksena koko kesän ajan olivat lohkon 8 NH<sub>4</sub>-pitoisuudet, jotka vaihtelivat alkukesästä 4,6–18,1 ja syksyllä 2,1–2,9 mg/l. Korkein pitoisuus saatiin säilörehun teon aikoihin, jolloin ammoniumtyyppiä oli 54,6 mg/l (Kuva 2). Toisena kesänä huippulukema 74,6 mg/l saatiin heinäkuun puolivälissä muulloin vaihtelun ollessa 3,8–32,8 mg/l.

Yleistasosta poikkeava huippupitoisuus löytyi ensimmäisenä kesänä myös lohkoilta 1 ja 4, jotka sijaitsevat melko lähellä toisiaan. Samat sadekuurot lienevät aiheuttaneet elokuun suurimmat ammoniumtyyppipitoisuudet, jotka olivat 0,54 mg/l lohkoilla 4 ja 0,32 mg/l lohkoilla 1. Molemmilla lohkoilla NH<sub>4</sub>-pitoisuus oli salaojavedessä muutoin koko kesän alle 0,1 mg/l.

Toisena kesänä 0,2 mg/l ylittäviä pitoisuuksia oli kolme (Kuva 3), kesäkuussa lohkoilla 9 (1,8 mg/l), heinäkuussa lohkoilla 1 (0,27 mg/l) ja lokakuussa lohkoilla 7 (1,05 mg/l). Tämä viimeksi mainittu lohko sai ennen kyntöä lokakuun alussa sianlietettä 50 t/ha, mikä on vaikuttanut ammoniumtyyppipitoisuuteen. Saman näytteen nitraattipitoisuus oli myös sen lohkon korkein.

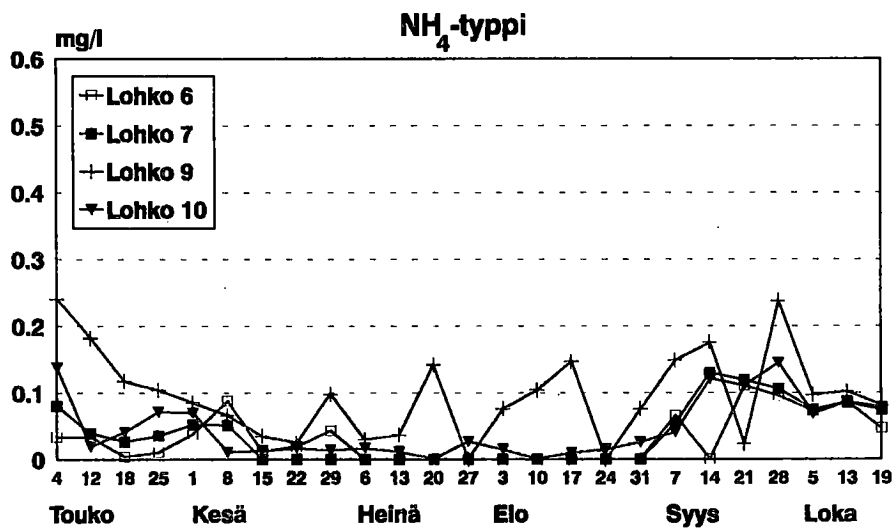
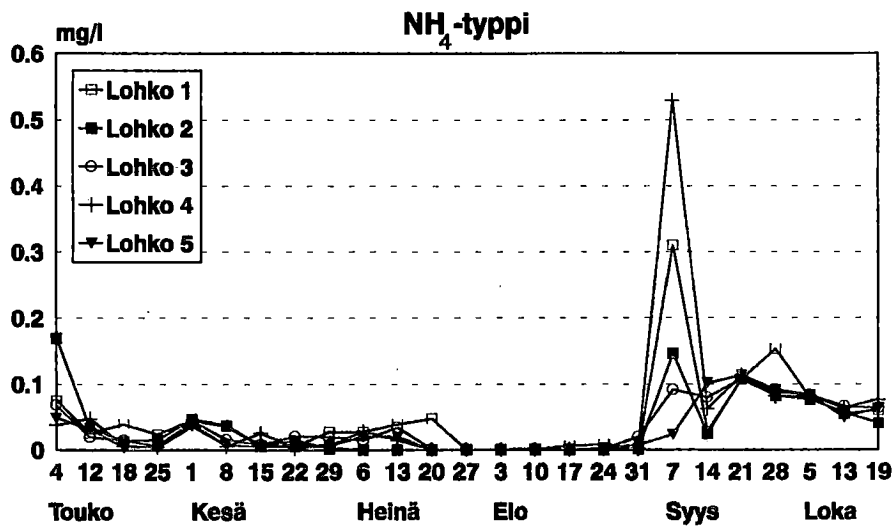
Nitraattityyppiä oli alkukesästä 1992 elokuun puoliväliin asti kaikissa (paitsi lohko 8) salaojavesissä alle 10 mg/l (Kuva 5). Syys-lokakuun aikana NO<sub>3</sub>-pitoisuudet nousivat ja vaihtelu oli suurta. Lohkoilla 2 ja 6 korkeimmat pitoisuudet olivat 44,7 ja 45,4 mg/l. Lohkon 8 nitraattipitoisuuden huippu ajoittui elokuun 17. päiväksi (48,8 mg/l).

Toisena kesänä nitraattipitoisuudet pysyttelivät kolmea ylitystä ja lohkoa 9 lukuunottamatta alle 10 mg/l (Kuva 6). Lohko yhdeksän sai keväällä typpirikasta Y-lannosta 600 kg/ha. Koko lohko lannoitettiin tasaisesti, mutta vain osalle pinta-alasta perustettiin kenttäkokeita. Käytävät pidettiin puhtaina rikkaruohoista, joten ne vastasivat lannoitettua ja muokattua avokesantoa ilman ravinteita sitovaa kasvillisuutta. Sen vuoksi tyyppiä valui salaojiin saakka. Salaojaveden tyypipitoisuus vaihteli 2,73–19,46 mg/l.

Kesannointimenetelmiä tutkittaessa on savimaalla nitraattityypin pitoisuus vaihdellut 6:sta 14:ään mg/l, kun samassa kokeessa nurmen salaojien nitraattipitoisuus oli vain 3 mg/l tai vähemmän (TURTOLA 1992).

Eestissä tehdyissä tutkimuksissa oli jäykällä savimaalla saatu salaojavesien korkeimmaksi NO<sub>3</sub>-pitoisuudeksi 7,1 mg/l syysvehnäpellossa (HANNO-LAINEN ja TOMSON 1993). Tanskassa karkeilla kivennäismailla salaojavesien nitraattipitoisuudet vaihtelivat 10,0–23,5 mg/l (KYLLINGSBAEK 1992). Näiden raja-arvojen väliin sopivat kaikki toisen kesän NO<sub>3</sub>-pitoisuudet, mutta kesän 1992 huiput ylittivät ne.

Salaojaveden kokonaistyyppipitoisuudet olivat alle 10 mg/l kesällä 1992 lohkoilla 1, 5 ja 7 ja muillakin lohkoilla elokuun loppuun asti (Kuva 7). Syyslokakuussa korkeimmat pitoisuudet olivat lohkoilla 6 kerran 51,4 mg/l ja lohkoilla 2 ja 3 pari kertaa yli 40 mg/l. Lohkon 8 huippupitoisuudet ylittivät 150 mg N/l. Toinen huipuista ajoittui säilörehun teon aikoihin. Nämä lukemat ovat korkeita verrattuna esimerkiksi aikaisemmin tehtyihin hollantilaisiin tutkimuksiin. Näiden mukaansa tämän vuosisadan alkupuolella salaojavesien keskimääräinen tyypipitoisuus oli metrin syvyydessä 4,0 mg/l ja 1,25 metrissä 10,5 mg/l (KOLENBRANDER 1969). Vuosivaihtelu viljanviljelyssä oli 1,8–11,5 mg/l. Lan-



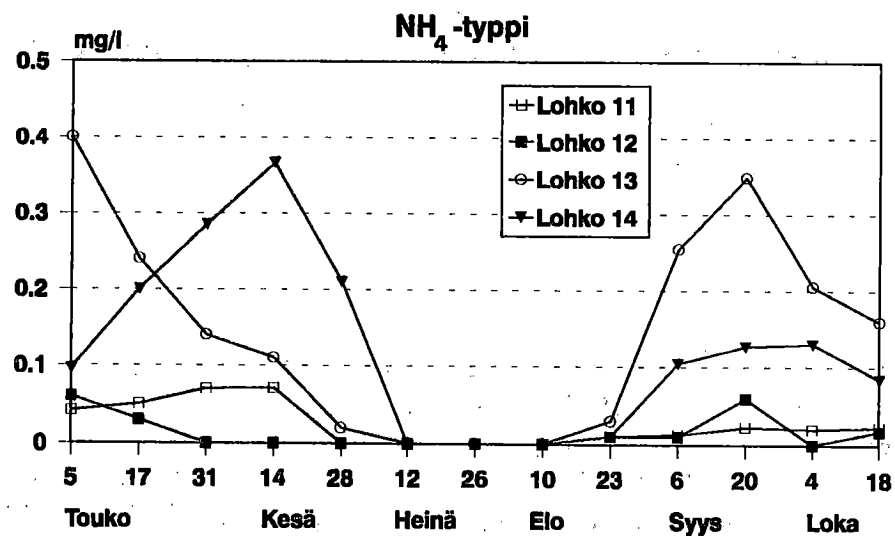
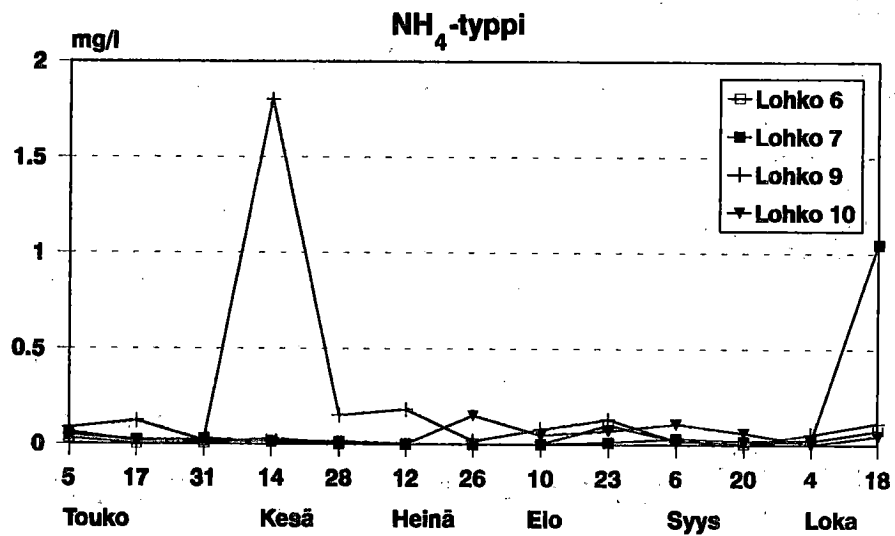
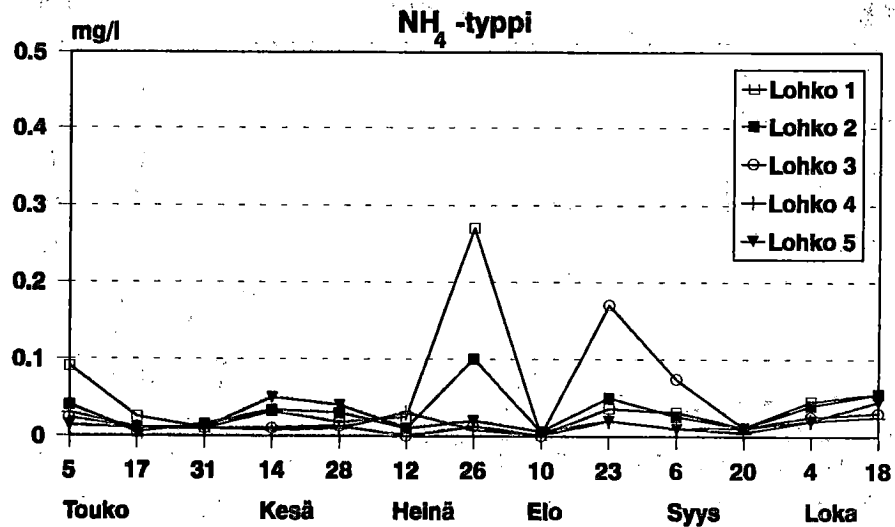
**Kuva 3. Salaojavesien ammoniumtyppipitoisuudet (NH<sub>4</sub>-N) mg/l kesällä 1992. Vesinäytteet on otettu kerran viikossa.**

noitustaso lienee siihen aikaan ollut sielläkin alhaisempi kuin meillä nyt.

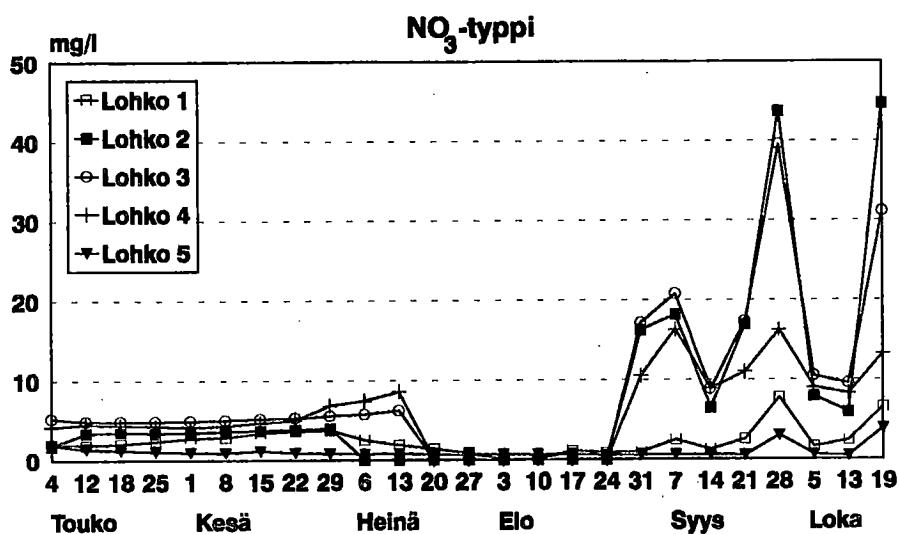
Kesällä 1993 kokonaistyyppipitoisuus pysyi alle 10 mg/l seitsemällä lohkoilla (1, 2, 5, 7, 10, 13 ja 14) neljästätoista (Kuva 8). Lohkoilla 3, 4, 6, 11 ja 12 tuo 10 mg/l ylittyi vain yhdestä neljään kertaa kesän ja syksyn aikana korkeimman yksittäisen pitoisuuden ollessa 17,2 mg/l. Lohkon 9 kokonaistyyppi-

pitoisuuksien keskiarvo oli 19,7 mg/l ja lohkon 8 keskiarvo 28,6 mg/l korkeimman pitoisuuden ollessa 87,7 mg/l heinäkuun alkupuolella säilörehunteen jälkeen. Viimeksi mainituilla lohkoilla hollantilaiset lukemat ylittyivät selvästi.

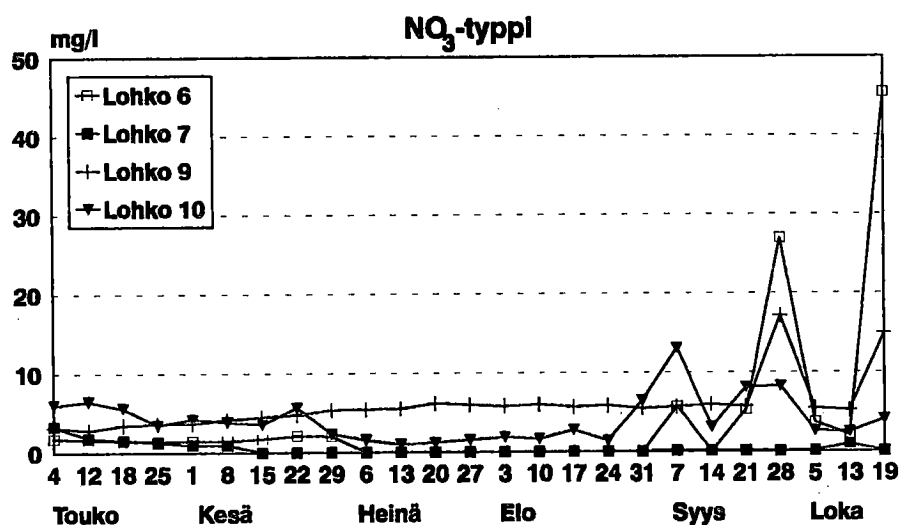
Jokioisten läpi virtaavan Loimijoen tyyppipitoisuus vaihteli vuosina 1986–1991 Haapajoen liittymän jälkeen 1,7–4,2 mg/l (Helsingin vesi- ja ympäristö-



Kuva 4. Salaojavesien ammoniumtyppipitoisuudet (NH<sub>4</sub>-N) mg/l kesällä 1993. Vesinäytteet on otettu joka toinen viikko.



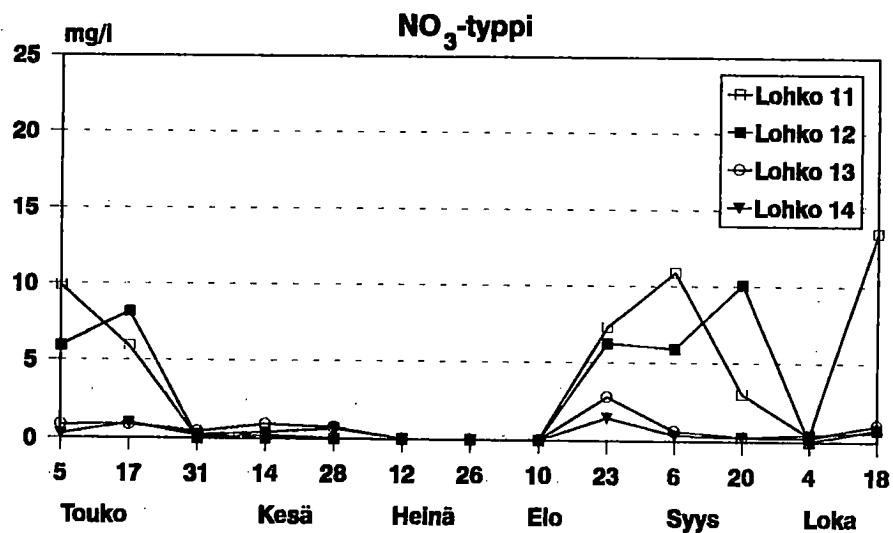
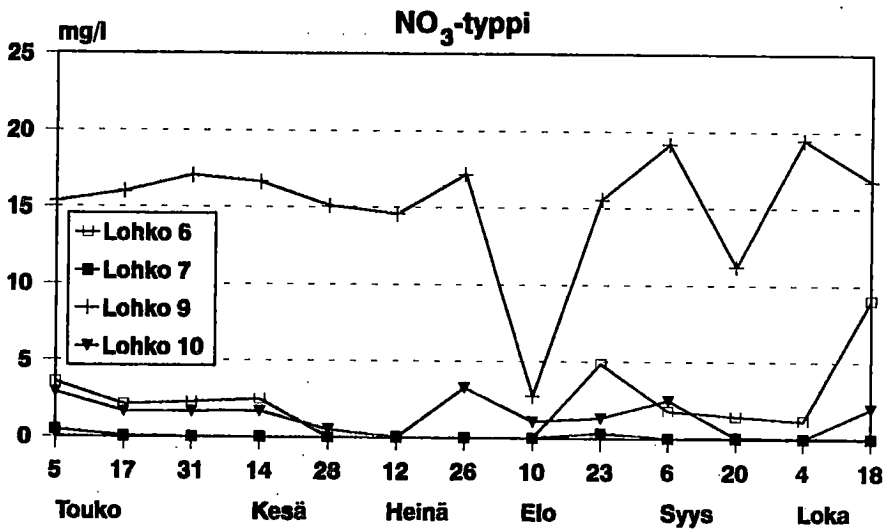
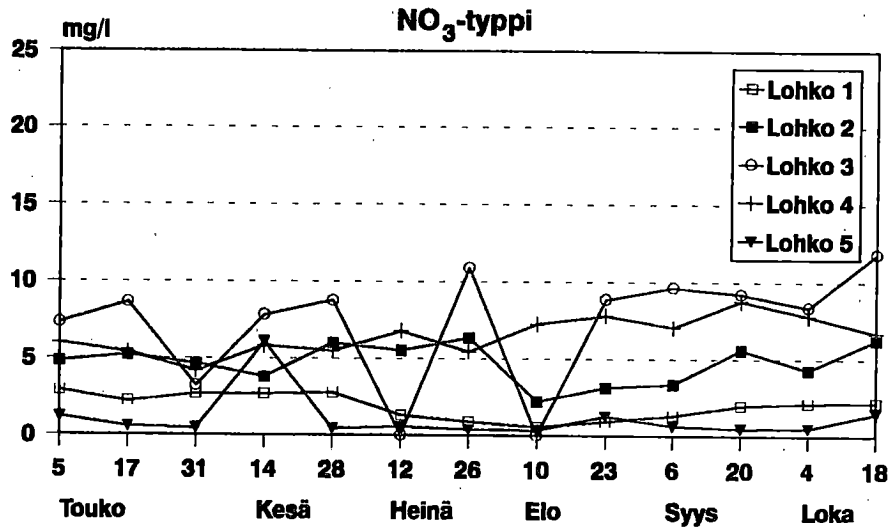
Kuva 5

Kuva 5. Salaojavesien nitraattityppipitoisuudet (NO<sub>3</sub>-N) mg/l kesällä 1992.

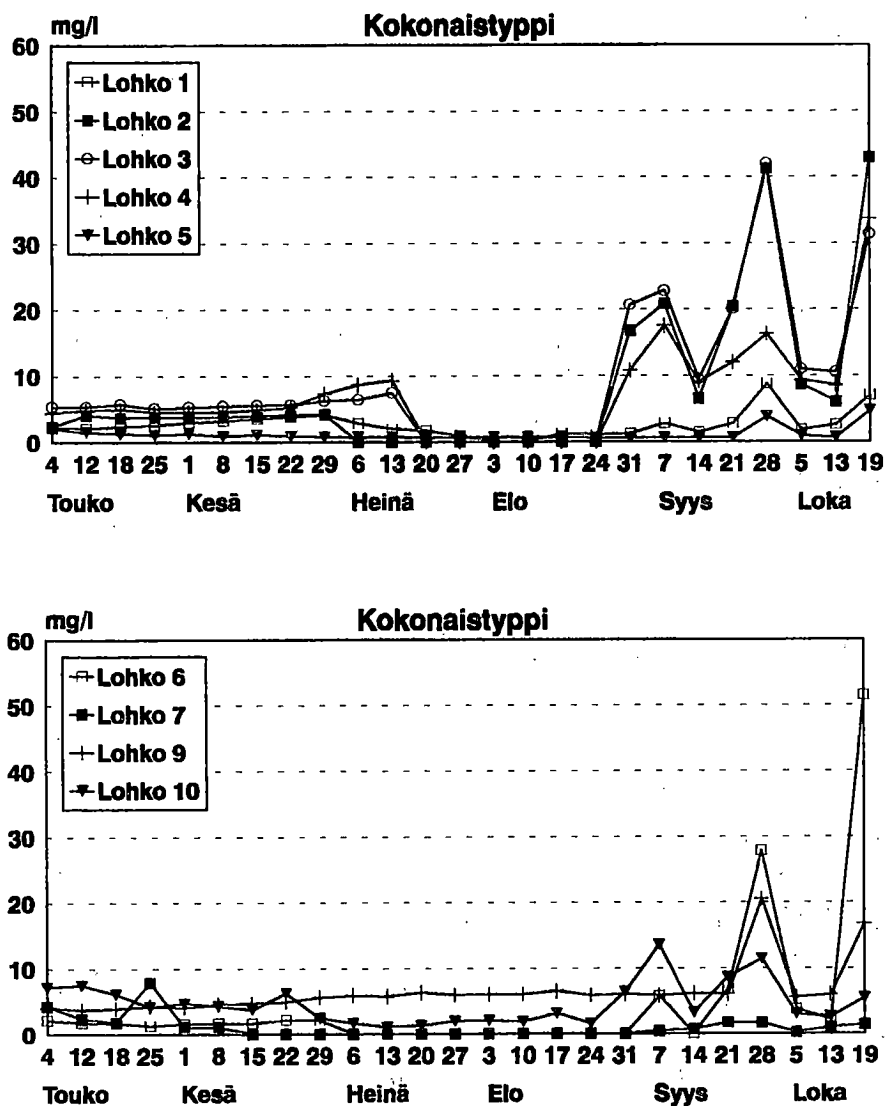
piiristä saatu tieto). Salaojalohkojen 1, 2, 5 ja 6 putkistoista tullut vesi ei alkukesästä 1992 sisältänyt typpeä enempää kuin mitä jo oli joessa. Samoin kesällä 1993 lohkojen 1, 10, 13 ja 14 salaojaveden kokonaistyyppipitoisuus oli samaa suuruusluokkaa jokiveden kanssa ja lohkoilla 5 ja 7 oli vain kerran korkeampi pitoisuus kuin tuo 4,2 mg/l. Pyhäjärven luusuan veteen verrattuna (1,8 mg/l) salaojavesissä oli keskimäärin enemmän

typpeä positiivisena poikkeuksena kuminapellon salaoja.

Liukoisen fosforin pitoisuudet olivat lohkojen 2–7 ja 9 salaojavesissä alle 0,1 mg/l (Kuva 9). Lohkolla 1 ”viimeiset pisarat” ennen vedentulon tyrehtymistä kokonaan olivat fosforipitoisempia (0,14 mg/l) kuin muulloin. Kuminapellon (lohko 7) salaoja oli 12 viikkoa kuivana. Juuri ennen kuivumista



Kuva 6. Salaojavesien nitraattityppipitoisuudet (NO<sub>3</sub>-N) mg/l kesällä 1993.



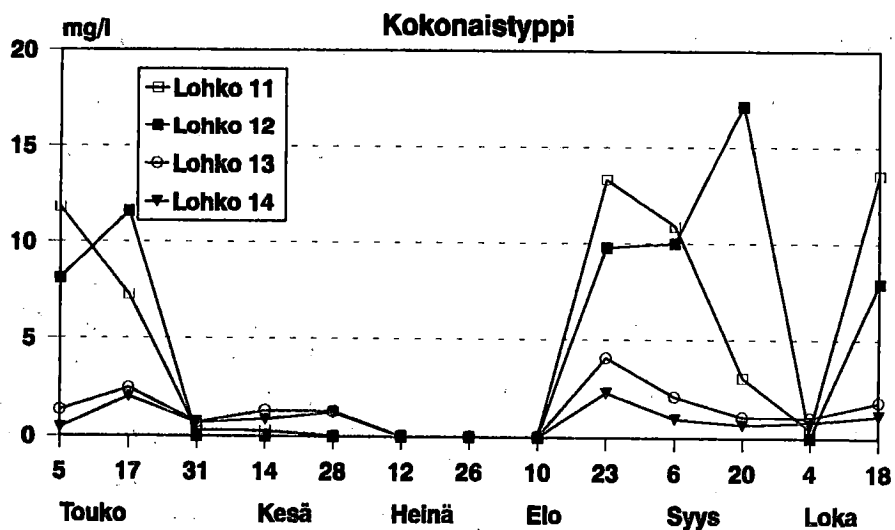
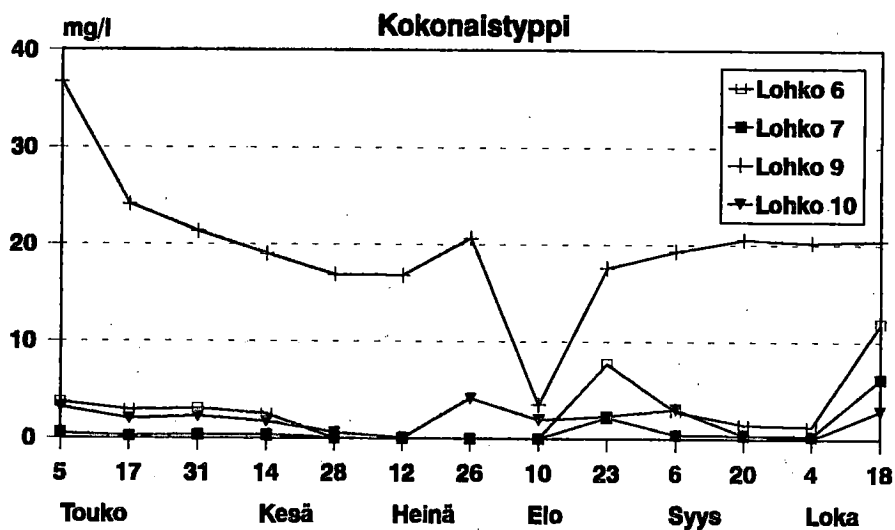
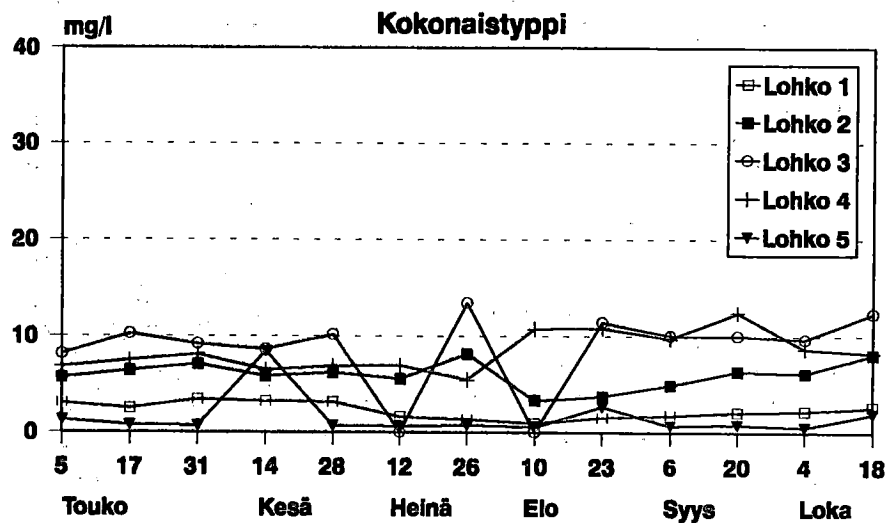
Kuva 7. Salaojavesien kokonaistyyppipitoisuudet (N) mg/l kesällä 1992.

liukoisen fosforin pitoisuus oli sielläkin suurimmillaan (0,12 mg/l). Kuivikelantaa saaneella lohkoilla liukoista fosforia oli keskimäärin enemmän kuin muilla normaalilohkoilla, vaihtelun ollessa 0,04–0,20 mg/l. Suurimmat pitoisuudet löytyivät lohkon 8 salaojasta (14 mg/l).

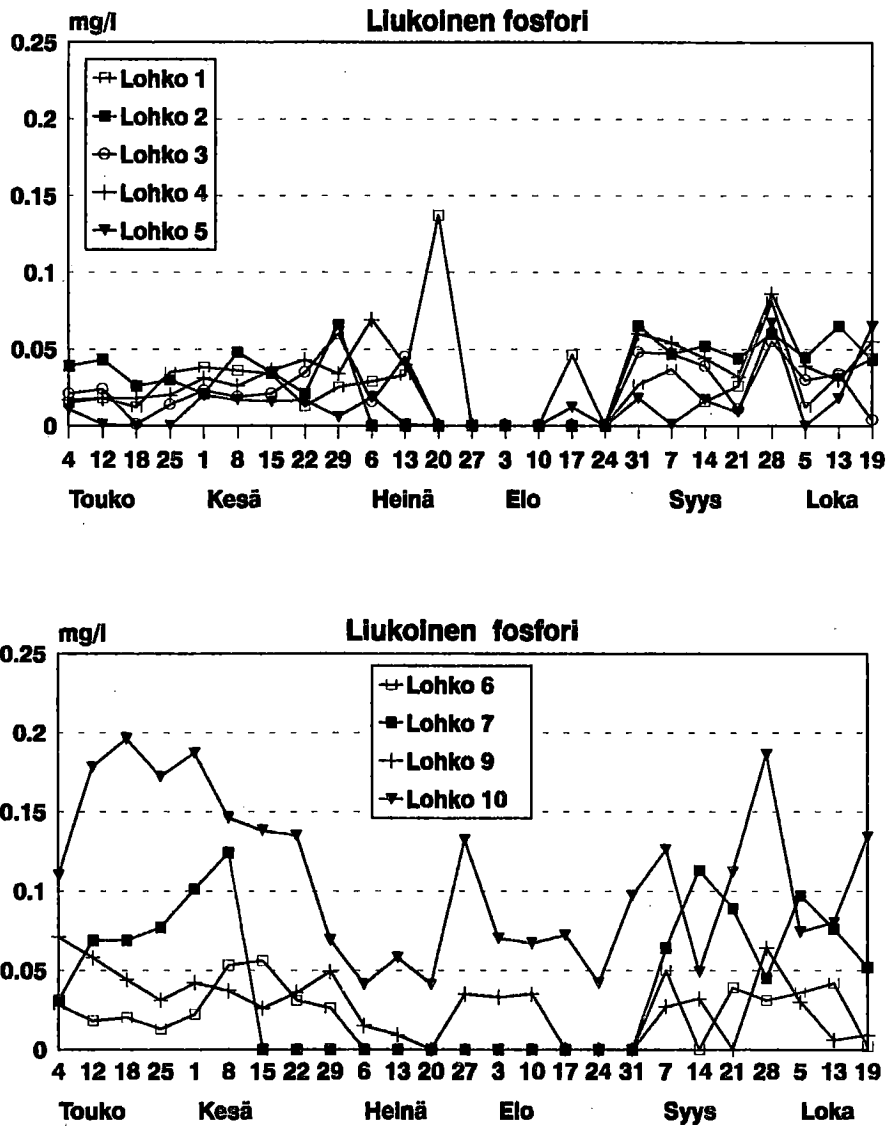
Kesällä 1993 liukoisen fosforin pitoisuudet vaihtelivat melkoisesti eri näytteenottokerroilla, mutta

0,1 mg/l -pitoisuus ylittyi lohkoilla 5 vain kahdesti ja lohkoilla 10 kerran (Kuva 10). Poikkeuksena toisenakin kesänä oli lohko 8, jolla alhaisin liukoisen fosforin pitoisuus oli 0,04 ja korkein 3,74 mg/l.

Myös kokonaisfosforipitoisuudet olivat lohkoilla 8 omaa luokkaansa molempina vuosina (Kuvat 11 ja 12). Ensimmäisenä kesänä syyskuun puoliväliin asti pitoisuus oli alle 5,5 mg/l, mutta 21.9. ja 5.10.



Kuva 8. Salaojavesien kokonaistyyppipitoisuudet (N) mg/l kesällä 1993.

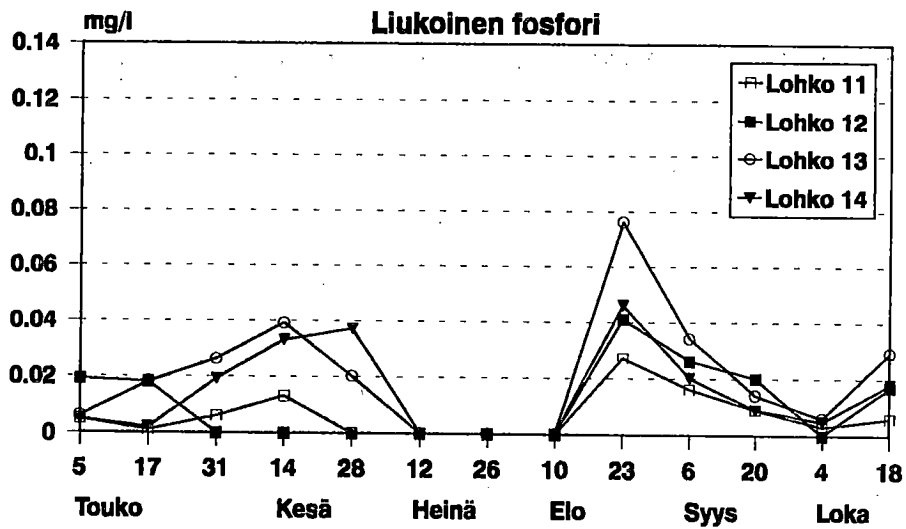
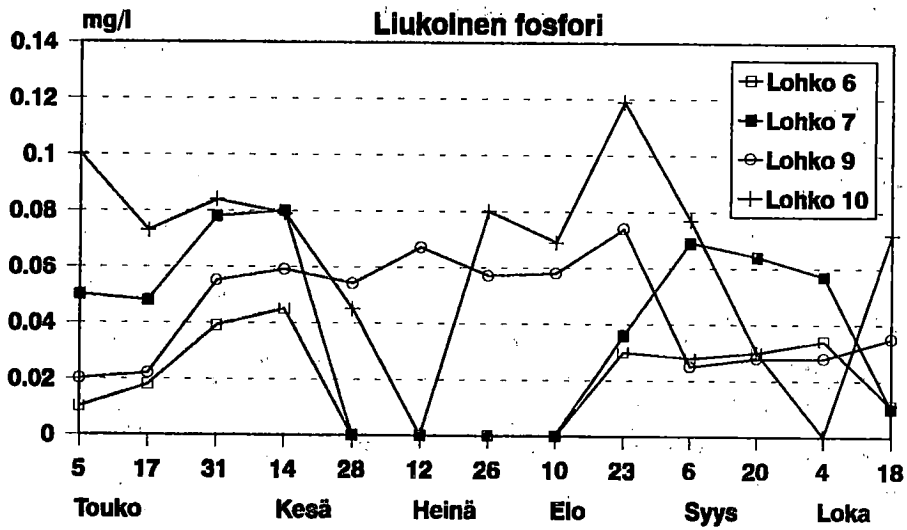
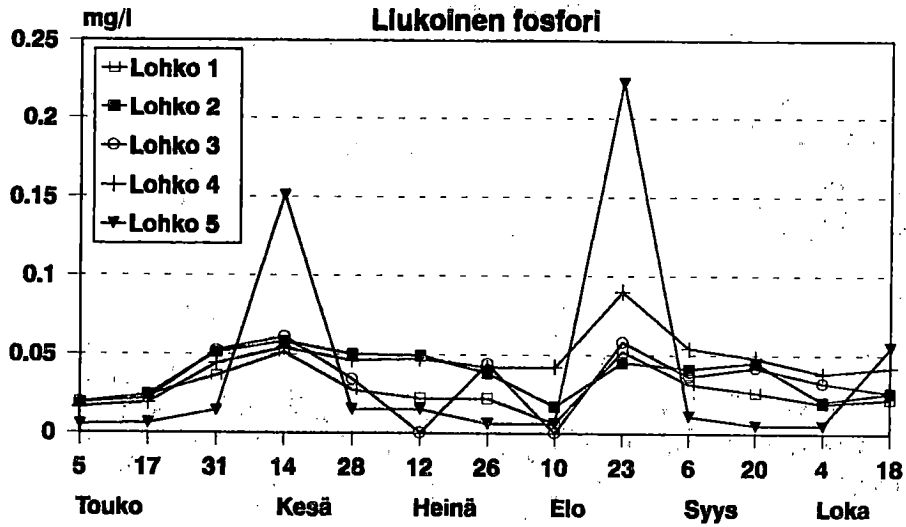


Kuva 9. Salaojavesien liukoisen fosforin pitoisuudet mg/l kesällä 1992.

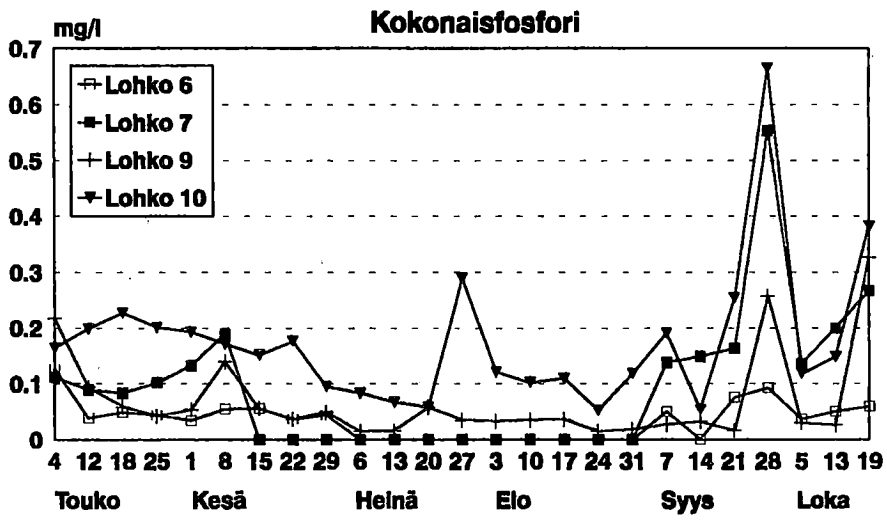
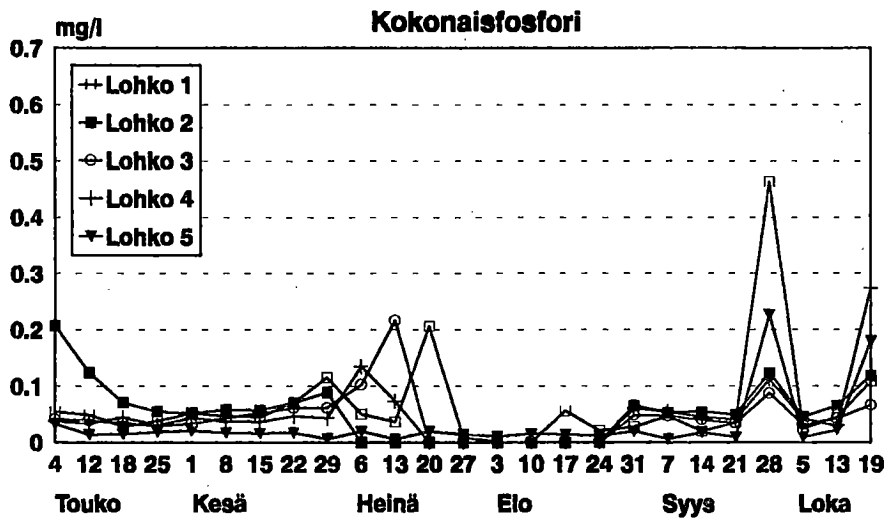
se nousi yli 30 mg/l. Toisena kesänä lohkon 8 sala-  
 ojavedessä oli fosforia selvästi vähemmän kuin  
 edellisenä vuonna. Suurimmillaan kokonaisfosfo-  
 rin pitoisuus oli kesäkuussa (4,73 mg/l) ja pienim-  
 millään toukokuun alussa (0,47 mg/l).

Muiden lohkojen suurimmat pitoisuudet olivat  
 0,67 (lohko 10), 0,55 (lohko 7) ja 0,47 mg P/l (loh-  
 ko 1, Kuva 6). Lohkolla 10 oli myös vuonna 1993  
 yksi huippu (0,70 mg/l) samoin kuin lohkolla 7

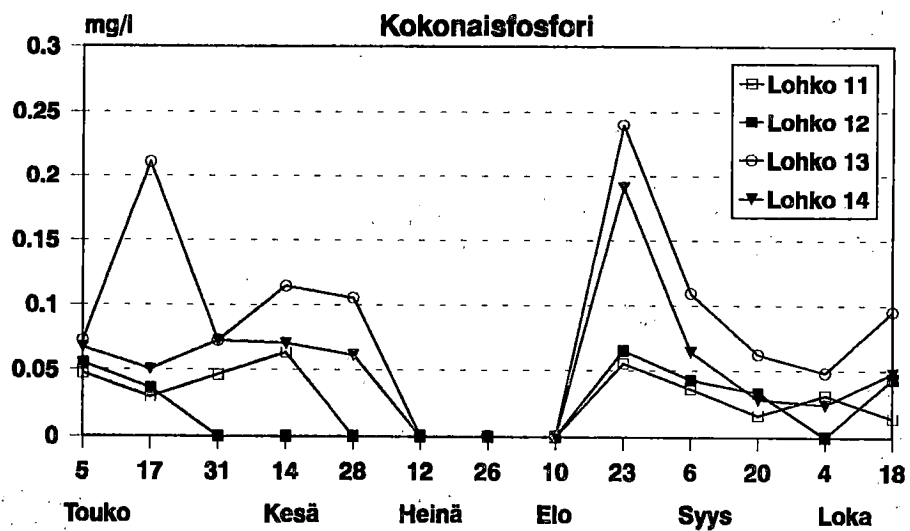
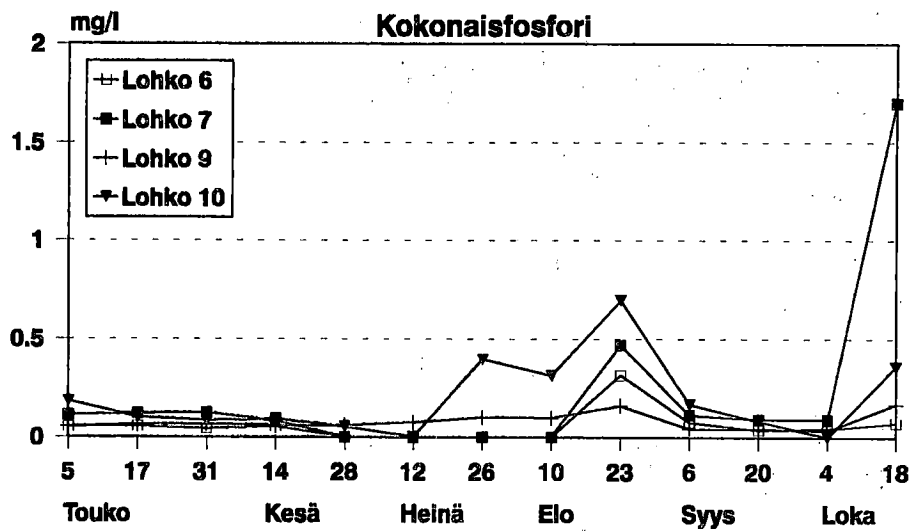
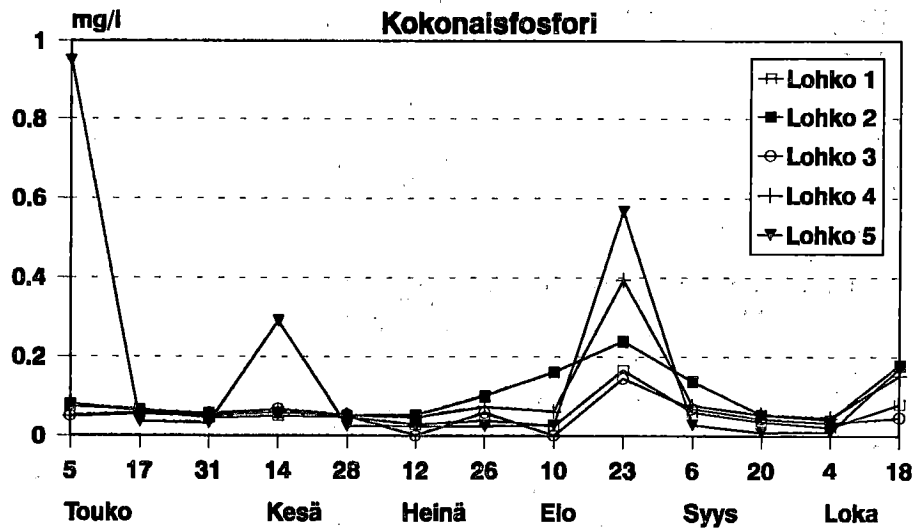
(1,70 mg/l). Suurimman osan kesästä 1992 lohko-  
 jen 1–6 ja 9 kokonaisfosforipitoisuus oli kuitenkin  
 alle 0,1 mg/l. Toisena kesänä lohkojen 1, 3, 4, 6,  
 11 ja 12 salaojavesissä oli yhtä vähän fosforia.  
 Verrattaessa näitä pitoisuuksia Loimijoen veden  
 fosforipitoisuuteen voidaan todeta, että pitoisuudet  
 ovat osittain suurempia kuin Pyhäjärven luusuassa  
 (0,05 mgP/l) keskimäärin vuosina 1986–1991,  
 mutta pienempiä kuin Jokioisten alapuolella Haa-  
 pajoen liittymän jälkeen.



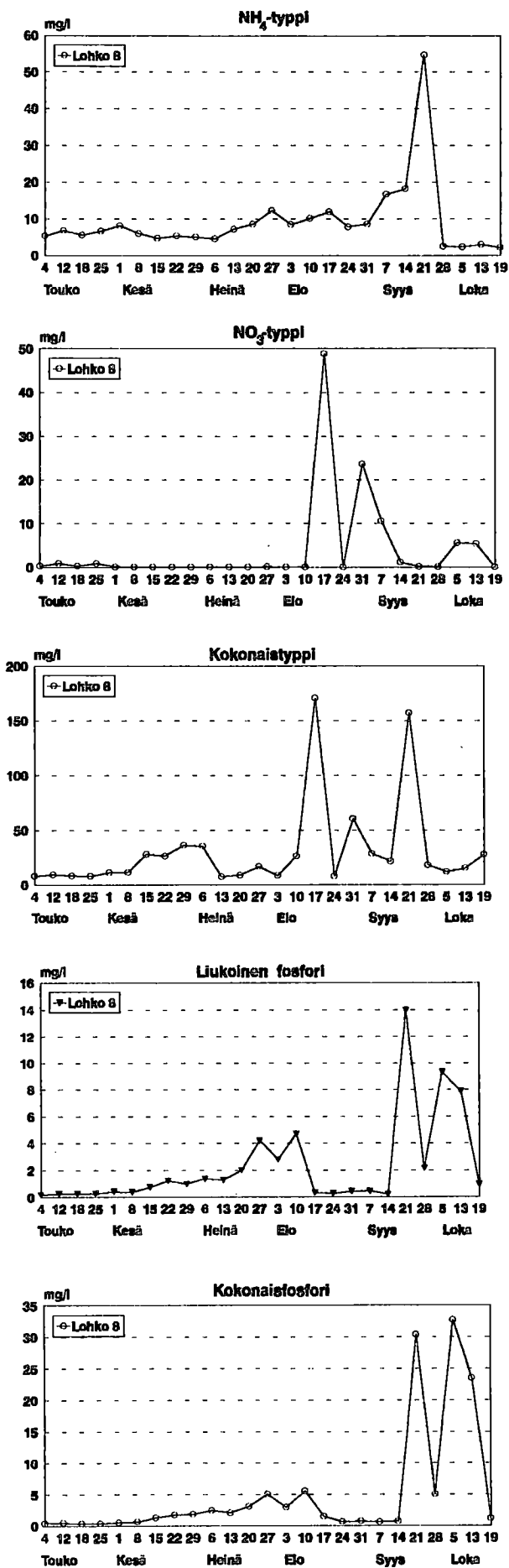
Kuva 10. Salaojavesien liukoisen fosforin pitoisuudet mg/l kesällä 1993.



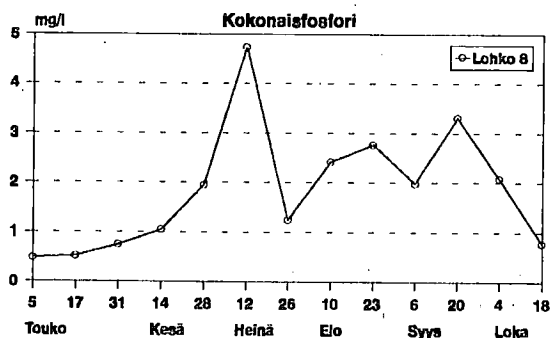
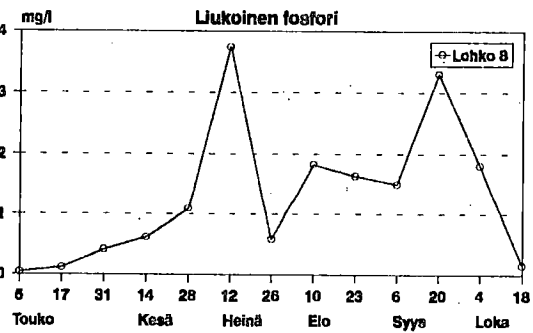
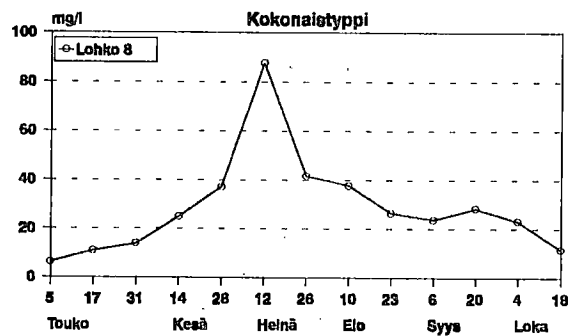
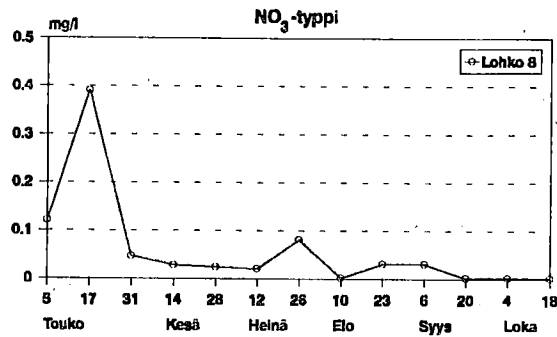
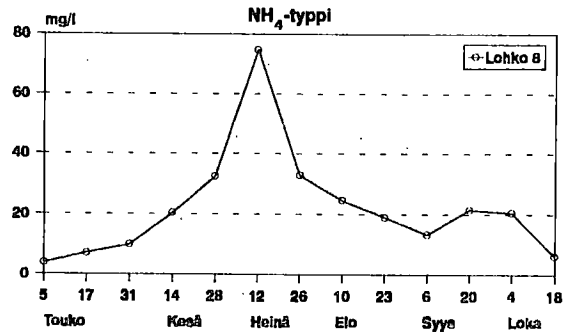
Kuva 11. Salaojavesien kokonaisfosforipitoisuudet (P) mg/l kesällä 1992.



Kuva 12. Salaojavesien kokonaisfosforipitoisuudet (P) mg/l kesällä 1993.



Kuva 13. Näytteenot-  
tolohko 8:n salaoja-  
veden fosfori- ja typ-  
pipitoisuudet mg/l  
kesällä 1992.



Kuva 14. Näytteenot-  
tolohko 8:n salaoja-  
veden fosfori- ja typ-  
pipitoisuudet mg/l  
kesällä 1993.

## 4 RAVINNEHUHTOUTUMAT SALAOJAVESISSÄ

### 4.1 Kokonaistyyppi

Ensimmäisenä tutkimuskautena eri lohkojen tyyppi-huhtoutumat laskettuina hehtaaria kohti vaihtelivat suuresti (Taulukko 6). Vähiten tyypeä oli huuhtoutunut kuminapellosta (0,2 kg/ha, lohko 7), joka oli lannoitettu sianlietteellä edellisenä keväänä, jolloin kumina oli kylvetty. Myös ensimmäisen vuoden nurmelta (lohko 4) tuli salaojavesien mukana vain 0,4 kg tyypeä hehtaarilta. Kevätvehnäpelloilta (lohko 10), jolle edellisenä syksynä oli levitetty pellonlaidalla varastoituna olutta karjanlantaa 80 tonnia hehtaarille ja jolle keväällä oli annettu 100 kg/ha Oulunsalpietaria, huuhtoutui 1,1 kg. Samaa suuruusluokkaa edusti ohrapelto (lohko 1), joka aikaisemmin oli ollut pitkään laitumena, mutta tutkimuskeväänä sai vain Y-lannosta 450 kg/ha.

Lohkolle 2 oli talvella 1991–92 levitetty sianlietettä 11 tonnia hehtaarille ja lohkolle 9 keväällä karjanlannan lisäksi 550 kg/ha typpirikasta Y-lannosta. Näiltä lohkoilta huuhtoutui tyypeä salaojavesiin suunnilleen saman verran kuin viljatilän vehnää ja ohraa kasvavalla lohkolta (numero 4; 4,6 kg/ha), jolle oli levitetty 500 kg/ha kaliköyhää Y-lannosta.

Ohrapelto (lohko 3) sai keväällä 450 kg/ha typpirikasta Y-lannosta ja puinnin jälkeen sianlietettä noin yhdeksän tonnia hehtaarille. Kokonaistypen huuhtoutuma pysyi alhaisena elokuulle asti, mutta lisääntyi selvästi syys- ja lokakuussa. Kokonaismääräksi ennen lokakuun loppua tuli 8,9 kg/ha. Keväällä levitetystä Y-lannoksessa tuli pellolle 117 kg tyypeä/ha (Taulukko 2). Normaalisuositus viljalle on 100 kg/ha, joten tässä oli jo pieni yliannostus. Puinnin jälkeen levitetystä lietteestä tuli 49 kg/ha lisää tyypeä ja koska pellossa ei enää ollut viljelykasvia, osa tyypestä jäi alttiiksi huuhtoutumiselle.

Lohkolla 6 kasvanut ohra sai keväällä sianlietettä 50 tonnia hehtaarille sekä lisäksi 150 kg/ha kaliumköyhää Y-lannosta. Jos lasketaan, että tonnissa sianlietettä on tyypeä 5,4 kg, niin 50 tonnissa on 270 kg. Lisäksi tuli Y-lannoksen typpi 34,5 kg, joten hehtaarille annettiin 305 kg tyypeä eli lähes 200 kg yli suositusten. Kuivasta alkukesästä joh-

tuen kokonaistyypeä oli salaojaveteen huuhtoutunut syyskuun puoliväliin mennessä vain 133 grammaa hehtaarilta. Sateiden alettua ylimääräinen typpi lähti salaojia kohti ja syys-lokakuun aikana huuhtoutui 9,5 kg/ha tyypeä.

Lohkosta 8 suurin osa oli laitumena koko kesän. Keväällä sille annettiin 550 kg/ha typpirikasta Y-lannosta ja kesällä 500 kg/ha. Kolmasosa lohkoista oli ohralla. Puinnin jälkeen ohramaalle levitettiin 69 tonnia hehtaaria kohti sianlietettä. Koko kesän ajan tämän lohkon salaojasta huuhtoutui tyypeä enemmän kuin muilta lohkoilta. Lohkon sijainti navetan alapuolisella rinteellä lienee osaltaan vaikuttanut tuloksiin, mutta myös tämä lohko on saanut yliannostuksen tyypeä (285 kg/ha).

Pienin hehtaarin alalta huuhtoutunut typpimäärä oli siis 0,2 ja suurin 10,2 kg/ha. Vähäisintä huuhtoutuminen oli kuminakesannosta ja runsainta ohran puinnin jälkeen lietettä saaneilta lohkoilta. Pelkkiä kemiallisia lannoitteita saaneelta lohkolta tyypeä tuli 4,6 kg/ha 25 viikon eli noin puolen vuoden aikana.

Toisena kesänä suositusten mukaan lannoitetuilla viljapelloilta (90–130 kg tyypeä hehtaarille savimaalla) tyypeä huuhtoutui salaojien kautta 0,1–2,6 kg/ha (lohkot 1, 2, 3). Normaallilannoituksesta huolimatta lohkon 6 edellisiä suurempaan huuhtoutumaan (6,6 kg/ha) lienee vielä vaikuttanut edellisessä kesänä sianlietteessä peltoon tullut typpi.

Nurmilohkon (5) kokonaistyyppihuhtoutuma ei ollut vielääkään suuri (1,8 kg/ha), mutta se oli nelinkertainen verrattuna edelliseen vuoteen. Syynä tähän lienee kesällä 1993 heinä- ja elokuun runsaat sateet. Ennen muita tämän lohkon ja naapuristossa olevan lohkon 6 salaojavalumat olivat runsaat elokuun 23. päivän mittauksissa. Valuman määrä vaikuttaa suoraan myös pelloilta lähtevien ravinteiden määrään.

Lohkon 8 salaojasta tuli 1993 kasvukauden aikana alle puolet siitä tyypestä mitä edellisenä vuonna. Lannoitteita lohko sai molempina vuosina suunnilleen saman verran. Muita toimenpiteitä ei tilalla ole tehty kuin että navetassa on ruvettu käyttämään turvepehkoa olkikuivikkeiden sijasta.

**Taulukko 6. Salaojavesiin huuhtoutuneet ammonium-(NH<sub>4</sub>), nitraatti-(NO<sub>3</sub>) ja kokonaistypen (N) määrät sekä liukoisten osuudet kokonaistypestä prosentteina.**

Lohko	NH <sub>4</sub> -N g/ha	NO <sub>3</sub> -N g/ha	N kg/ha	NH <sub>4</sub> -N %	NO <sub>3</sub> -N %
Vuonna 1992					
1	20	1106	1,2	1,7	92
2	12	4616	4,6	0,2	99
3	24	8467	8,9	0,3	95
4	21	2640	4,6	0,4	58
5	7	320	0,4	1,8	88
6	26	8597	9,6	0,2	90
7	14	69	0,2	7,2	35
8	2709	593	10,2	26,6	6
9	52	3175	3,7	1,4	86
10	14	817	1,1	1,3	77
Vuonna 1993					
1	22	825	1,0	2,2	83
2	8	891	1,1	0,7	78
3	17	2291	2,6	0,7	88
4	6	2155	2,9	0,2	75
5	16	1095	1,8	0,9	61
6	74	4393	6,6	1,1	67
7	55	42	0,6	9,9	8
8	3250	21	4,7	69,1	0,0
9	47	6565	8,3	0,6	80
10	7	162	0,2	2,9	65
11	6	2975	3,4	0,2	87
12	11	2483	4,8	0,2	52
13	34	847	1,3	2,6	66
14	34	871	1,4	2,4	62

Kesän 1993 aikana tyyppiä huuhtoutui eniten (8,3 kg/ha) koekentältä, jonka ruutujen väliset käytävät vastasivat lannoitettua avokesantoa. Kotkanojan huuhtoutumiskentällä kesannon vuotuiseksi tyypin huuhtoutumismääräksi saatiin 16–20 kg/ha (TUR-TOLA ja JAAKKOLA 1987), jota määrää koekentän puolen vuoden lukemat vastaavat ( $2 \times 8,3=16,6$ ). Viherkesannon paremmuudesta kertoo lohkon 4 tyyppihuuhtoutuma. Lohkon pinta-alasta yli puolet oli lannoittamattomana viherkesantona ja loput viljalla, joka sai tyyppiä 90 kg/ha. Lohkon salaojaveiteen huuhtoutui tyyppiä keskimäärin hehtaaria kohti laskettuna 2,9 kg/ha.

Uusina tulokkaina kesällä 1993 olivat lohkot 11–14 Tammelassa. Lohkolta 13 ja 14, joilla molemmilla kasvoi sekä nurmea että viljaa, huuhtoutui tyyppiä lähes saman verran kuin säilörehunurmelta savimaalta (lohko 5). Lohkojen 11 ja 12, joille lie-

telantaa sijoitettiin 60 tonnia hehtaarille, salaojiin huuhtoutui tyyppiä 3,4 ja 4,8 kg/ha. Nämä määrät ovat samansuuruisia yhdistetyn laidun- ja ohralohkon kanssa, mutta selvästi pienempiä kuin koekenttä-avokesannon.

Taulukossa 4 esitetyt eri lohkojen saamat ravinne-määrät on laskettu KEMPPAISEN (1989) esittämien keskiarvojen mukaan. Lohkojen 11–14 saamat typpimäärät vaikuttavat suurilta salaojien kautta huuhtoutuneisiin typpimääriin verrattuina. Tilan liete-lannasta tehtiin yksi ravinneanalyysi, jonka mukaan sen kokonaistyyppipitoisuus 1,7 g/kg olisi vain puolet valtakunnallisesta keskiarvosta (3,3 g/kg). Lohkojen 11–14 saamat typpimäärät ovat käytännössä olleet keskimäärin 65 kg pienemmät kuin taulukossa, mikä osaltaan selittää kyseisiin salaojavesiin valuneiden typpimäärien vähäisyyttä.

TURTOLAN ja JAAKKOLAN (1987) tutkimuksissa 1980-luvun alkupuolella Jokioisilla huuhtoutui salaojavesiin 4,3–20 kg/ha typpeä vuodessa. Kertomalla viljelijöiden pelloilta puolessa vuodessa huuhtoutuneet typpimäärät kahdella, ne ovat samaa suuruusluokkaa kuin huuhtoutumiskentältä vuodessa tulleet typpimäärät. Kumina- ja viherkesannolla sekä nurmella päästiin jopa pienempiin lukemiin. Pitkäaikaisissa mittauksissa Alankomaissa typen huuhtoutuminen vuodessa hehtaarilta vaihteli 5–80 kg:aan keskiarvon ollessa 40 kg/ha/vuosi (KOLENBRANDER 1969). Vaihtelun sanottiin johtuvan maalajista ja annetuista lannoitemääristä. Hollantilaisten typpi huuhtoutumat ovat kaksinkertaiset viljelijöiden pelloilta Jokioisilta saatuihin tuloksiin verrattuina.

## 4.2 Ammoniumtyppi

Salaojavesien tyypestä on tavallisesti vain pieni osa ammoniumtyppinä (Taulukko 6). Esimerkiksi Kotkanojan huuhtoutumiskentällä ammonium- ja orgaanista typpeä oli kumpaakin vain 5 prosenttia kokonaistyyppinä (TURTOLA ja JAAKKOLA 1987). Tutkimuksessa mukana olleissa salaojavesissä pitoisuudet suurimmalla osalla olivat tätäkin pienempiä (Taulukko 4). Poikkeuksellisen paljon ammoniumtyppinä oli tullut yhdistetyn laidun- ja ohralohkon salaojasta. Sen osuus kokonaistyyppinä ensimmäisenä kesänä oli 27 ja toisena 69 prosenttia. Selitykseksi riittänee navetan sijainti lohkon yläosassa tai puristenesteen karkaaminen salaojaan.

## 4.3 Nitraattityppi

Salaojavesien tyypestä on yleensä suurin osa nitraattityppinä. TURTOLAN ja JAAKKOLAN (1987) tutkimuksissa nitraattitypen osuus oli noin 90 prosenttia. Tässä tutkimuksessa seitsemällä mukana olleella lohkoilla oli nitraattitypeä ensimmäisenä kesänä yli 75 prosenttia. Viljatilalla nitraattitypen osuus oli 58 prosenttia ja kuminakesannon salaojavedessä sitä oli vain 35 prosenttia. Laidunlohkolta oli nitraattitypeä huuhtoutunut harvinaisen vähän (592 g/ha) eli alle kuusi prosenttia kokonaistyyppinä.

Määrällisesti eniten (n. 8,5 kg/ha) nitraattityppinä huuhtoutui lohkoilta 6 ja 3, joille kasvukauden aikana oli levitetty sianlietettä (Taulukot 1 ja 6).

Pienin huuhtoutuma oli kuminakesannolta, 70 g/ha. Myös nurmilohkolta huuhtoutui salaojaveden vain 320 g/ha (vrt. laidun). Karjanlannan kompostointi (lohko 10) on myös vähentänyt nitraattitypen huuhtoutumista, 817 g/ha on kymmenesosa verrattuna yllämainittujen lohkojen huuhtoutumiseen.

Ensimmäisenä kesänä hehtaarin alalta huuhtoutuneen nitraattitypen määrät vaihtelivat 0,07–8,60 kg:aan ja toisena kesänä 0,02–6,57 kg:aan. Toisen vuoden suurin nitraattitypen huuhtoutuma (6,6 kg/ha) puolessa vuodessa oli koekentältä, joka oli mukana tutkimuksessa ensimmäistä kertaa (eri lohko kuin kesällä 1992). Edellisenä kesänä sianlietettä saanut lohko 6 oli selvänä kakkosena (4,4 kg/ha). Kolmanneksi eniten NO<sub>3</sub>-typpeä huuhtoutui nurmilohkolta (11), joka sai kesän ja syksyn aikana lietelannassa ja lannoitteissa typpeä yhteensä keskimäärin 338 kg/ha, vaikka suositus on 200 kg/ha.

Pienimmät nitraattihuuhtoutumat olivat kuminalohkolla ja laidunlohkolla, jonka kokonaistyyppihuuhtoutumat eivät suinkaan olleet vähäiset, mutta sen salaojaveden typpi oli lähes kokonaan ammoniumtyppinä. Edellisenä kesänä kompostoitua lietelantaa saaneen lohkon (10) NO<sub>3</sub>-typen huuhtoutuma oli myös todella pieni (162 g/ha), joten nurmi oli käyttänyt hyvin keväällä annetun Oulunsalpietarin.

Kotkanojan kentällä nurmen salaojista on nitraattitypeä huuhtoutunut vuodessa 1,5–3,1 kg/ha lannoitustasosta riippuen (TURTOLA ja JAAKKOLA 1987). Ohrapellosta vuosihuuhtoutuma oli 6,3 kg/ha. Viljelijöiden pelloilla viidellä lohkoilla nitraattityppihuuhtoutuma puolessa vuodessa kesällä 1992 oli vähemmän kuin 3,15 kg/ha, mikä on puolet salaojiin huuhtoutumiskentän ohralohkolta tulleet nitraattityppinä. Toisena kesänä 14 lohkoista vain kahdelta pelloilta tuli salaojavesissä NO<sub>3</sub>-typpeä enemmän kuin tuo yllämainittu 3,15 kg/ha.

Kanadan Ontariossa, jossa talvi on lyhyempi kuin meillä, on maissipellon salaojista huuhtoutunut nitraattityppinä 5,6–15,1 kg/ha/a (BOLTON ym. 1970). Nurmikkapelloilta oli nitraattityppinä huuhtoutunut vain 0,3–0,7 kg/ha/a. Näin alhaisiin nitraattitypen huuhtoutumiin ylsi Jokioisilla vain kuminapello.

Ruotsissa tehdyissä kokeissa salaojavesien mukana huuhtoutuneen nitraattitypen määrät vaihtelivat myös suuresti kasvista ja vuosien säävaihteluista riippuen, nurmilla vähemmän kuin viljoilla (BERGSTRÖM 1987). Kauralla suurin huuhtoutuma Ruotsissa oli 27 kg/ha/a, kun Jokioisilla ensimmäisen kesän vastaava luku oli 17 kg/ha/a ( $2 \times 8,6$  kg).

Laidunlohkolta huuhtoutuneesta tyypestä suurin osa (67,6 %) oli kesällä 1992 orgaanista tyypeä, mikä viittaa siihen, että salaojaan on päässyt ureaa tai säilörehun puristenestettä. Kuminapellolla orgaanisen typen suuret osuudet (57,4 % ja 82,5 %) selittynevät sillä, että maassa oleva typpi on sitoutuneena kasvien juuristoon. Ensimmäisenä vuonna viljatilan lohkolta orgaanista tyypeä oli 42 prosenttia, muilla lohkoilla se jäi alle 25:n. Toisena kesänä orgaanisen typen määrät olivat suurempia varsinkin heinäpelloilla (lohkot 5, 10, 12, 13, 14).

#### 4.4 Kokonaisfosfori

Kuivan alkukesän 1992 aikana fosforin huuhtoutuminen viljelijöiden pelloilta salaojavesien mukana oli todella vähäistä (Taulukko 7). Syyskuun puoliväliin asti fosforia oli huuhtoutunut kahta lohkoa lukuun ottamatta alle 10 g hehtaarilta. Elokuun puolivälissä satoi ensi kerran Jokioisilla runsaasti (47 mm/3 vrk), mutta pitkän poutakauden jälkeen savimaan kostuminen ja veden kulkeutuminen salaojiin kesti yli kuukauden. Syyskuun aikana salaojien valumat lisääntyivät, mutta ravinnehuuhtoutumat suurensivat vasta syyskuun lopussa. Kokonaisfosforia huuhtoutui 25 viikon aikana hehtaarin alalta 10–58 g poikkeuksena lohko 8, jonka salaojavedestä löytyi 2,1 kg fosforia hehtaaria kohden laskettuna. Säilörehun puristenesteellä lienee oma osuutensa tähän lukemaan. Vähäisintä fosforin huuhtoutuminen salaojien kautta oli nurmella.

Kotkanojan huuhtoutumiskentältä on neljän kesäkuukauden aikana vuosina 1982–86 huuhtoutunut fosforia alle 100 g/ha (TURTOLA ja JAAKKOLA 1987). Neljän vuoden keskiarvoksi oli saatu 0,23 kg/ha vuosivaihtelun ollessa 0,10–0,35 kg/ha. Viljelijöiden ohrapelloilla fosforihuuhoutumat olivat 0,02–0,06 kg/ha puolella vuodessa eli siis yhtä lukuunottamatta pienempiä kuin huuhtoutumiskentältä saadut.

**Taulukko 7. Salaojavesiin huuhtoutuneet liukoisen fosforin (P I) ja kokonaisfosforin (P) määrät sekä liukoisen osuus kokonaisfosforista prosentteina (%).**

Lohko	P I g/ha	P g/ha	Liukoisen osuus kokonaisfosforista %
Vuonna 1992			
1	9	24	40
2	7	19	37
3	10	20	47
4	12	34	34
5	4	10	38
6	10	24	40
7	15	39	38
8	885	2109	42
9	14	57	25
10	20	58	34
Vuonna 1993			
1	14	42	33
2	7	31	21
3	9	19	48
4	19	70	27
5	93	270	34
6	22	210	10
7	6	138	4
8	195	340	57
9	19	57	32
10	11	58	19
11	4	10	36
12	14	26	52
13	23	76	31
14	27	112	24

Toisena kesänä 14:stä pellostä yhdeksän fosforihuuhoutumat jäivät alle 100 gramman. Ne siis alittivat huuhtoutumiskentältä saadun puolitetun keskiarvon (0,115 kg/ha). Kahdelta lohkolta (5,8) kasvukauden aikana huuhtoutuneet fosforimäärät olivat suurempia kuin huuhtoutumiskentän neljän vuoden keskiarvo 0,23 kg/ha. Lohkolla 8 lienee edelleen salaojaan päässyt puristenestettä. Lohko 5 on nurmea, jota kuivan kevään vuoksi sadetettiin. Elokuulla sattuneet paikalliset sadekuurot aiheuttivat erittäin runsaan valunnan. Näytettä otettaessa vesi oli savista ja vaahtoavaa ja sen fosforipitoisuus oli korkea. Kokonaishuuhtoutumaksi saatiin 270 g/ha eli 540 g/ha/vuosi.

REKOLAISEN (1992) mukaan pelloilta huuhtoutuu vesistöihin fosforia 0,9–1,8 kg/ha vuodessa. TURTOLAN ja JAAKKOLAN (1985) tutkimusten mukaan viljapellon fosforista 1/3 tulee salaojien kautta ja

nurmien fosforista vain 1/5. Teoreettisesti laskien kolmasosa vaihteluarvoista on 0,3–0,6 kg ja viidennes 0,18–0,36 kg/ha/vuosi. Jokioislaisten viljapellojen (lohkot 1, 2, 3, 4, 6, 7) keskimääräinen salaojavesien mukana poistunut fosforimäärä oli 95 g puolessa vuodessa ja siis 190 g/ha vuodessa eli kolmasosa teoreettisesti lasketusta ylärajasta 0,6 kg/ha/a. Nurmilla (lohkot 5, 10, 11, 12) vastaava keskiarvo oli 121 g (vaihtelu 20–540 g/ha), mikä on myös 1/3 teoreettisesti lasketusta 0,36 kg/ha/a. Yksittäisistä lohkoista 5 ja 8 (541 ja 679 g/ha) ylittivät REKOLAISEN keskiarvot kesällä 1993 ja vuonna 1992 vain lohkon 8 huuhtoutumat.

Kanadassa tehdyissä tutkimuksissa (BOLTON ym. 1970) salaojavesissä huuhtoutui maissipellosta eniten (0,13–0,29 kg/ha/a) ja nurmikkapellosta vähiten (0,01–0,12 kg/ha/a) fosforia. Huuhtoutuneet fosforimäärät ovat täysin samaa suuruusluokkaa Jokioisilla saatujen tulosten kanssa.

#### 4.5 Liukoinen fosfori

Jos jätämme navetan alta tulevan salaojan pois, olivat liukoisen fosforin lukemat todella pieniä, kesällä 1992 vain neljästä 20:een grammaan hehtaarilta (Taulukko 7). Kesällä 1993 liukoista fosforia huuhtoutui hiukan runsaammin, viljapelloilta kuudesta 22:een ja heinäpelloilla neljästä 93 grammaan hehtaarilta. Pienimmät huuhtoutumat olivat nurmilohkoilla, vuonna 1992 lohkolta 5 ja toisena kesänä lohkolta 11.

Aikaisempien tutkimusten mukaan viljapelloilta valuvien vesien — salaojista ja pintavaluntana tulleista yhteenlaskien — kokonaisfosforista vain kolmannes oli liukoista (TURTOLA ja JAAKKOLA 1985). Nurmilta huuhtoutuneesta fosforista voi olla jopa kaksi kolmasosaa liukoisena (HARTIKAINEN 1981). Tutkituissa salaojavesissä liukoisen fosforin osuus vaihteli suuresti sekä viljapelloilla, ensimmäisenä kesänä 25–47 prosenttiin ja toisena vielä enemmän eli neljästä 57:ään. Nämä prosenttiluvut ovat kuitenkin pienempiä kuin edellämainitut, mutta nehan edustavatkin kaikkia valumavesiä. Liukoisen fosforin osuuden on todettu olevan pintavesissä yleensä suurempi kuin salaojavesissä (TURTOLA ja JAAKKOLA 1987).

### 5 LOHKOJEN MAALAJI JA VILJAVUUS

Maanäytteistä tehtiin lajitekoostumusanalyysit, jotka osoittivat, että kaikki tutkimuksessa aluksi mukana olleet lohkot ovat savea (Taulukko 8). Näytteiden savesprosentit olivat 47:n ja 73:n välillä. Lohkojen 11 ja 12 maalaji on karkea hieta. Lajitekoostumusanalyysi tehtiin vain lohkolta 12 samoin kuin lohkolta 13, joka on savea. Lohko 14 on suurimmaksi osaksi hienoa hietaa, mutta ojanreunassa on pieni kaistale savea.

Muokkauskerroksen multavuus määritetään humusprosentin avulla (Taulukko 8). Lohkoista puolet kuului multavuusluokkaan multava (humusta

**Taulukko 8. Peltolohkojen maalajit. Lajitekoostumusanalyysin tulokset. Lyhenteet: Sa = savi, Hs = hiesu, Ht = hieta, Hk = hiekka, H = hieno, K = karkea, rm = runsasmultainen, m = multava.**

Lohko	Maalaji	Lajitteet prosentteina						Humus %
		Sa	Hs	HHt	KHt	HHk	KHk	
1	m HsSa	59,0	22,4	6,2	6,3	4,3	1,8	5,81
2	m HsSa	52,0	29,3	9,5	6,3	2,0	0,9	4,92
3	m HsSa	46,9	33,6	9,2	3,3	3,6	3,4	4,35
4	m HsSa	51,1	31,3	7,3	3,2	3,1	4,0	4,35
5	m HsSa	55,3	25,2	9,0	6,7	2,5	1,3	5,31
6	rm ASa	67,2	16,3	6,3	6,1	2,3	1,8	7,58
7	rmHtSa	57,1	22,6	8,7	4,2	3,8	3,6	6,49
8	rm ASa	65,8	11,1	6,1	9,8	3,8	3,4	6,21
9	rm ASa	72,6	11,2	4,1	4,6	4,4	3,1	6,82
10	rm ASa	70,5	14,2	6,3	3,8	2,5	2,7	6,05
11	KHt	1,9	2,3	1,7	11,9	69,2	12,4	
13	HsSa	46,7	12,8	16,7	0,7	0,7	0,7	

**Taulukko 9. Peltolohkojen viljavuusluvut syksyllä 1992–93.**

Lohko	Maa-laji	pH	Johto-luku	Ca mg/l	K mg/l	Mg mg/l	P mg/l	N %
Syksyllä 1992								
1	Sa	6,1	0,9	2915	237	547	10,0	0,27
2	Sa	5,7	0,9	1887	192	522	4,2	0,21
3	Sa	6,0	0,8	1739	218	445	5,8	0,18
4	Sa	6,3	0,7	2301	257	598	9,4	0,21
5	Sa	6,1	0,8	2466	255	518	10,1	0,25
6	Sa	5,4	1,0	1337	392	648	6,0	0,29
7	Sa	5,9	0,8	2011	220	529	3,6	0,25
8	Sa	5,7	1,2	2619	341	1001	3,6	0,33
9	Sa	5,9	0,8	2736	266	1228	2,1	0,33
10	Sa	6,2	0,8	2867	465	830	8,9	0,25
Syksyllä 1993								
11	KHt	6,2	1,0	1780	137	164	32,7	
12	KHt	5,9	0,6	835	206	103	26,9	
13	Sa	6,0	1,2	3284	152	428	5,8	
14	HHt	5,6	0,6	1709	92	237	7,8	

3–6 %) ja toinen puoli luokkaan runsasmultainen (humusta 6–12 %).

Viljavuuspalvelun käyttämällä viljavuusluokilla mitattuna (Viljavuuspalvelu Oy 1986) lohkojen 1–10 magnesiumtaso oli viljavuusluokkaa hyvä, neljällä jopa korkea (Taulukko 9). Kaliumtaso oli tyydyttävä, vain yhdellä loholla kaliumia oli alle 200 mg/l maata (viljavuusluokka välttävä). Kalsium- ja pH-luvut olivat suurimmaksi osaksi joko viljavuusluokkaa tyydyttävä tai hyvä. Molemmilla oli yksi tapaus viljavuusluokkaa huononlainen ja kaksi välttävää.

Fosforitaso oli huonoin kuten usein savimailla. Vain viidellä loholla oli liukoista fosforia riittävästi eli viljavuusluokka tyydyttävä. Neljän lohkon fosforitaso oli välttävä ja yhden huononlainen (2,1 mg/l). Hehtaaria kohti laskettuna (2 milj. litraa maata) tämä vastaa 4,2 kg P/ha. Verrattaessa maan fosforipitoisuuksia salaojavesiin huuhtoutuneisiin määriin on vaikea löytää keskinäistä riippuvuutta.

Mielenkiintoinen esimerkki on kuitenkin nurmi-lohko, jolla maassa oli eniten liukoista fosforia (20,2 kg/ha) syksyllä 1992 ja sieltä huuhtoutui ensimmäisenä kesänä salaojien kautta vähiten. Toise-

na kesänä tämän lohkon kokonaisfosforin huuhtoutuma oli toiseksi suurin. Lohkolla 8 maassa oli vähän fosforia (7,2 kg/ha) ja silti huuhtoutumat olivat suuria. Näiden tulosten perusteella voitaneekin todeta, että fosforia tulee tähän salaojaan muualtakin kuin pellostä.

Eri lohkojen kokonaistypen pitoisuudet vaihtelivat 0,18–0,33 %. Kilogrammoina hehtaaria kohti laskettuna määrät olivat 3 600–6 600 kg. Liukoista tyyppiä — ammonium- ja nitraattityypen summa — oli 10–50 kilogramman välillä hehtaaria kohti.

Lohkoilta 11–14 viljavuusluvut on laskettu tilalta syksyllä 1993 tehdyn perustutkimuksen mukaan (Taulukko 9). Lohkojen viljavuus on keskimäärin tyydyttävä. Poikkeuksena kuitenkin lohkon 12 kalsium- ja magnesiumtasot, jotka olivat välttävää, samoin kuin lohkojen 13 ja 14 kalium- ja fosforiluvut, jotka myös olivat viljavuusluokkaa välttävä. Maan viljavuustasolla ei näyttänyt näilläkään lohkoilla olevan selvää vaikutusta salaojavesien mukana huuhtoutuvien ravinteiden määrään. Sen sijaan maalajiero tuli näkyviin. Savilohkoilta 13 ja 14 huuhtoutui enemmän fosforia ja vähemmän tyyppiä kuin hietalohkoilta 11 ja 12.

## KIRJALLISUUS

- BERGSTRÖM, L. 1987. Nitrate leaching and drainage from annual and perennial crops in tile-drained plots and lysimeters. *Journal Environ. Qual.*, Vol. 16, 1: 11–18.
- BOLTON, E.F., AYLESWORTH, J.W. & HORE, F.R. 1970. Nutrient losses through tile drains under three cropping systems and two fertility levels on a Brookston clay soil. *Canadian Journal of Soil Science.*, Vol. 50, No. 3: 275–279.
- HANNOLAINEN, G. & TOMSON, H. 1993. Leaching of nutrients by drainage water from heavy clay soils of Estonia. *Proceedings of NJF-seminar no. 228 Soil tillage and environment.* Jokioinen, Finland 8–10 June 1993.
- HARTIKAINEN, H. 1981. Keinot maatalouden vesiensuojelun edistämiseksi. 1. Maanviljelys. Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys r.y. Julkaisu 49. Turku.
- KEMPPAINEN, E. 1989. Nutrient content and fertilizer value of livestock manure with special reference to cow manure. *Annales Agriculturae Fenniae* 28: 163–284.
- KOLENBRANDER, G.J. 1969. Nitrate content and nitrogen loss in drainwater. *Nethr. J. Sci.* 17: 246–255.
- KYLLINGSBAEK, A. 1992. Jordbrug og miljø. *Planteproduktion. Statusrede gørelse* — juni 1992. Danish Journal of Plant and Soil Science. Report no. S2200.
- LINDEN, B. 1981. Ammonium- och nitratkvävet rörelser och fördelning i marken II. *Litteraturöversikt. Rapport. Avd. för växtnäringslära, Inst. för markvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet.* 132. 77 p.
- REKOLAINEN, S. 1992. Phosphorus and nitrogen load from forest and agricultural areas in Finland. *Aqua Fennica* 19, 2: 95–107.
- RUSSELL, E.W. 1973. *Soil conditions and plant growth.* 849 p. London.
- SFS 3025. Fosfaatin määrittäminen vedestä. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki 1986. 10 p.
- SFS 3026. Kokonaisfosforin määrittäminen vedestä. Utto peroxodisulfaattilla. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki 1986. 11 p.
- SFS 3030. Nitriitti- ja nitraattityypen summan määrittäminen vedestä. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki 1990. 5 p.
- SFS 3031. Kokonaistypen määrittäminen vedestä. Hapettaminen peroxodisulfaattilla. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki 1990. 6 p.
- SFS 3032. Ammoniumtypen määrittäminen vedestä. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki 1976. 6 p.
- TURTOLA, E. 1992. Kesannointimenetelmien vaikutus typen ja fosforin huuhtoutumiseen. *Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja 359:* 135–146.
- & JAakkola, A. 1985. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. *Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 6/85:* 1–43.
- & JAakkola, A. 1987. Viljelykasvin vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä v. 1983–1986. *Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 22/87:* 1–34.
- Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. 1986. *Viljavuuspalvelu Oy.* 63 p.
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeol. Julk.* 63: 1–14.

## MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

(Tiedotteet vuosilta 1983–90 on lueteltu aiempien vuosikertojen numeroissa.)

1991

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983–1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kulta-kevätropsi. 20 p. + 1 liite.
4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkamon maanparannuskoe). 22 p.
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmistöön Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKKALA, A. E. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.
8. JUHANOJA, S. Freesian sadon ajoittaminen. 57 p.
9. LAURILA, L., HIIVOLA, S-L. & KARVONEN, T. Rukiin sakoluku Etelä-Pohjanmaalla. 56 p.
10. HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Kirjallisuustutkimus. 36 p. + 1 liite.
11. TIIRI, J. Muokkauksen vaikutus maan toimintoihin. 82 p.
12. NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Typpilannoituksen vaikutus niittynurmikka-, nurmirölli-, puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyys. 38 p.
13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkuun vaikutus niittynurmikka-natanurmikon menestymiseen. 33 p.
14. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Siemenmäärä nurmikon perustamisessa. 30 p.
15. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E., NISSINEN, O., AHVENNIEMI, P., LAURILA, A. & RAVANTTI, S. Lannoituksen ja leikkuukorkeuden vaikutus nata- ja niittynurmikkalajikkeiden peittävyys ja kestävyys nurmikossa. 35 p. + 1 liite.
16. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E. NISSINEN, O. & TALVITIE, H. Nurmikkosiemen-seosten menestyminen eri tavoin kunnostetulla kasvialustalla. 51 p., 5 liitettä.
17. HÄRKÖNEN, E., NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Englanninraiheinä nurmikon perustamisessa Suomessa. 26 p. + 1 liite.

18. JUNNILA, S. & ERVIÖ, L-R. Uusien herbisidien tehokkuus ja käyttökelpoisuus viljakasvustoissa. 48 p.
19. ALAVIUHKOLA, T., SUOMI, K. & FRIMAN, T. Uusimmat koetulokset sikatalouden tutkimus-asemalta. 77p.
20. KEMPPAINEN, E., ANISZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kainuussa. 17 p.
21. **Salaatin viljely ja sadon laatu. *Cultivation of lettuce and quality of yield.***  
Yhteistutkimuksen "Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun" loppuraportti. 179 p.  
Toimittaneet RAILI JOKINEN ja RISTO TAHVONEN.
22. AVIKAINEN, H., HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M., MEINANDER, B. & TAHVONEN, R. Desinfointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. 52 p. + 2 liitettä.
23. JOKI-TOKOLA, E. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen. 27 p.
24. JUHANOJA, S. & HIIRSALMI, A. Tuloksia puiden ja koristepensaiden menestymisen seurannasta vuosina 1970–90. 116 p.

## 1992

1. HAKKOLA, H. & KERÄNEN, T. Rehuviljakokeiden tuloksia 1977-91 Pohjois-Pohjamaan tutkimusasemalta. 22 p.
2. KOSSILA, V. & MÄNTYSAARI, P. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia Maatalouden tutkimuskeskuksessa v. 1973-89. 110 p. + 3 liitettä.
3. URVAS, L. Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus timotein ravinnepitoisuuteen Pohjois-Suomen suonurmilla. 23 p.
4. NISSINEN, O. Yksivuotisten tuoreherukasvien soveltuminen laidun- ja niittoruokintaan Pohjois-Suomessa. 45 p.
5. HANNUKKALA, A.E. Timoteinurmen perustaminen Pohjois-Lapissa. 15 p.
6. MÄKELÄ-KURTTO, R., SIPPOLA, J. & JOKINEN, R. Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden hyötykäyttö maataloudessa. (Loppuraportti tutkimushankkeesta "Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden mahdollinen hyväksikäyttö maataloudessa".) 51 p. + 40 liitettä.
7. VANHALA, P. Rikkakasvien fyysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana. 68 p.
8. SAASTAMOINEN, M. Sohvi-herne. 41 p. + 2 liitettä.
9. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1984–1991. 109 p. + 2 liitettä.
10. GALAMBOSI, B. & RAHUNEN, I. Yrttien käyttö ja viljely. 39 p. + 1 liite.

11. SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U., LAITINEN, V. & RÄKKÖLÄINEN, M. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. 37 p.
12. **Hiehoikasvatuskokeiden tuloksia.**  
 SAIRANEN, S., KOSSILA, V., ARONEN, I. & MICORDIA, A. Risteytyshiehot. P. 4–23.  
 KOSSILA, V., SAIRANEN, S., MICORDIA, A., VALMARI, A. & HAKKOLA, H. Hiehot ja hieholehmät. P. 24–40 + 9 liitettä.  
 KOSSILA, V., HEIKKILÄ, T. & SAIRANEN, S. Kaksoiset ja kolmoset. P. 41–48 + 2 liitettä.  
 Toimittaneet VAPPU KOSSILA ja SILJA SAIRANEN.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Maaperäkarttaselitys. Lapinlahti. 13 p. + 2 liitettä.
14. **Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia 1990–91.** 57 p. + 1 liite.  
 KOSSILA, V., ARONEN, I., TOIVONEN, V. & SAIRANEN, S. Korsirehun korjuuasteen vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun ja rehunkulutukseen. P. 4–20.  
 KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & MÄNTYSAARI, P. Piimäjauhe ja maitojauhe-10 verrattuna kurrijauhejuottoon ja ohrajauhoihin lisätyn kauraproteiinin vaikutus vasikoilla. P. 21–40.  
 KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & NOUSIAINEN, J. Probioottien vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun, rehunkulutukseen ja terveyteen. Eri suoliston osiin vaikuttavien probioottien yhdysvaikutus. P. 41–57.  
 Toimittaneet VAPPU KOSSILA & SILJA SAIRANEN.
15. NISSLÄ, E. Arttu-ohra. 16 p. + 3 liitettä.
16. SALO, T. Typpi- ja kloridilannoituksen vaikutus punajuurikkaan nitraattipitoisuuteen ja satoon. *The effect of nitrogen and chloride fertilization on the nitrate content and yield of beetroot.* 37 p. + 6 liitettä.
17. GALAMBOSI, B. & PIEKKARI, S. Yrtit, mausteet ja rohdokset Suomessa. Luettelo julkaisuista. 48 p.
18. MÄKELÄ-KURTTO, R., LINDSTEDT, L. & SIPPOLA, J. Laboratorioiden ja analyysimenetelmien välinen vertailututkimus viljelymaan raskasmetalleista. 61 p. + 3 liitettä.

## 1993

1. SAASTAMOINEN, M. Sisko-kaura. 24 p. + 2 liitettä.
2. MÜSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1985–1992. 108 p. + 2 liitettä.
3. KIVIJÄRVI, P., DALMAN, P. & VALO, R. Vihanneslajikkeet Etelä-Savon tutkimusasemalla vuosina 1983–91. (*Summary: Vegetable varieties tested at the South-Savo Research Station of the Agricultural Research Centre of Finland in 1983–91.*) 34 p.
4. RINNE, S-L., SIPPOLA, J. & SIMOJOKI, P. Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin. (*Summary: Effect of self-sufficient cultivation on soil properties.*) 26 p. + 12 liitettä.

5. RINNE, K., SUVITIE, M. & RINNE, S-L. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. Lehmien rehunkulutus, ravinnonsaanti, tuotokset, maidon koostumus sekä hedelmällisyys ja kestävyys 4.-6. lypsykausina. *Comparison of Finnish Ayrshire, Friesian and Finncattle on grass silage-cereal and hay-urea-cereal diets. Feed intake and nutrient supply, production and composition of milk, fertility and culling of the cows during the 4th-6th production years.* 48 p. + 1 liite.
6. VILKKI, J. Helmi-öljypellava. 8 p. + 3 liitettä.
7. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timotein fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. *Grass production on cut-away peatlands. Phosphorus fertilization for timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.* 27 p. + 2 liitettä.
8. SANKARI, H. Bioenergian tuotantoon soveltuvat peltokasvit. Kirjallisuuskatsaus. Kasvin-tuotannon osaraportti esitutkimukseen "Energian tuottaminen elintarviketuotannosta vapautu-valla peltoalalla." *Suitability of cultivated plants for bioenergy production. Literary survey. The partial report of plant production to the preliminary study entitled "Energy production in the areas released from food production."* 38 p.
9. GALAMBOSI, B., KEMPPAINEN, R., SIKKILÄ, J. & TALVITIE, H. Maustekasvien merkitys mehiläisille. ( *Summary: The significance of culinary herbs to bees.* ) 62 p. + 9 liitettä.
10. URONEN, K.R., TAHVONEN, R., JOKINEN, R. & BARTOSIK, M-L. Kasvualustan johtokyvyn vaikutus vaikutus turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. ( *Summary; Samman-fattning.* ) 34 p. + 3 liitettä.
11. ARONEN, I., LAMPILA, M. & HEPOLA, H. Säilörehu, heinä ja olki kasvavien ayrshiresonniien ruokinnassa. ( *English summary.* ) 24 p.
12. SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotisen karitsoinnin merkitys lihan-tuotantoon ja kannattavuuteen. *Effect of out-of-season lambing on meat production and profi-tability.* 52 p. + 3 liitettä.  
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotinen karitsointi ja lihantuotanto. P. 7-43.  
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Tiheän ja normaalin karitsoinnin vertailu. P. 44-52.
13. SIMOJOKI, P. Selluloosatehtaan jätelietteen lannoitusvaikutus. ( *Summary: Fertilizer effect of sludge from a sulphate and paper mill.* ) 17 p. + 2 liitettä.
14. **Omavaraisen viljelyn kannattavuuslaskelmia.** 33 p. + 4 liitettä.  
MÄKINEN-HANKAMÄKI, S. Laskelmia omavaraisten viljelymenetelmien kannattavuudesta. ( *Summary: Calculations on the profitability of self-sufficient cultivation methods.* ) p. 7-23.  
RIEPPONEN, L. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuuden vertailu. ( *Summary: Comparison of the profitability of self-sufficient and conventional cultivation methods.* ) p. 25-33.
15. KEMPPAINEN, E., JAAKKOLA, A. & ELONEN, P. Peltomaiden kalkitustarve ja kalkituksen vaikutus viljan ja nurmen satoon. ( *Summary: Effect of liming on yield of cereals and grass.* ) 44 p. + 29 liitettä ja 7 kuvaliitettä.
16. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Sinimailasen viljelyyn vaikuttavia tekijöitä. ( *Summary: Management of alfalfa.* ) 17 p. + 1 liite ja 19 liitetaulukkoa.

17. VILKKI, J. Jyty-sareptansinappi. (*English summary.*) 12 p. + 8 liitettä.
18. PÄRSSINEN, P. Antti-nurminata. (*English summary.*) 10 p. + 2 liitettä.
19. LUOSTARINEN, M. & OLIN, A. Maatilojen ympäristönhoito ja -suunnittelu. Lounais-Hämeen maatilojen ympäristösuunnittelun tulokset ja maatilayhteistyön tutkimusohjelma vuosille 1993–96. (*Abstract: Environmental management and planning by farms. The results of environmental planning by farms in South-West Häme, Finland, and the research plan for farm co-operation during 1993 to 1996.*) 86 p. + 1 liite.
20. HUHTA, H. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoituksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen turvemaasta Tohmajärven huuhtoutumiskentällä v. 1983–87. 66 p. + 7 liitettä.

1994

1. LINNA, P. & JANSSON, H. Biotiitti nurmen kaliumlannoitteena. (*Summary: Biotite as a potassium fertilizer in grass production.*) 13 p. + 18 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., SANKARI, H., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1986–1993. 112 p. + 1 liite.
3. HAKKOLA, H. Turpeeseen sekoitetun naudanlietelannan lannoitusvaikutus ja varastoinnin aikaiset ravinnehävikit. (*Summary: The fertilization effect of peat manure and nutrient losses during storage.*) 20 p. + 1 liite.
4. EVERS, A-M. Lannoituksen vaikutus kasvien ravitsemukselliseen laatuun. Kirjallisuustutkimus. (*Summary: The effect of fertilization on the nutritional quality of vegetables. A literature review.*) 22 p.
5. KEMPPAINEN, R. Lannoitustavan vaikutus porkkana-, peruna- ja ohralajikkeiden satoon ja sadon laatuun. Komposti- ja väkilannoituksen vertailu. (*Summary: Effect of fertilization method on yield and yield quality of carrot, potato and barley. Comparison between compost and mineral fertilizer.*) 29 p. + 5 liitettä.
6. KANGAS, A., SIMOJOKI, P. & TALVITIE, H. Kevätviljojen kylvösiemenen taantuminen. (*Summary: Deterioration of the yielding capacity of cereal seed.*) 17 p.
7. VÄNNINEN, I. Kasvihuoneviljelmien tuhoeläimet ja torjunta-aineiden käyttö. Vuoden 1992 kyselytutkimuksen tulokset. (*Summary: Pests and pesticide usage on greenhouse cultivations. Results of a questionnaire survey from 1992.*) 30 p.
8. VIRKAJÄRVI, P. & KARVONEN, K. Mittalautasen soveltuvuus timoteivaltaisen laidunnurmen kuiva-ainemassan määrittämiseen. 21 p. + 1 liite.
9. RANTALA, M., UUSIVIRTA, R., ULMANEN, S. & HANNUKKALA, A. Sellutehtaan kuorijäte lietelannan, sakokaivolietteen ja jätevesien käsittelyssä. (*Summary: The barking waste from a pulp mill in the treatment of cow slurry, septic tank sludge and waste water.*) 54 p.
10. KALLIO, M. & SAIRANEN, S. Kotieläinten luonnonmukainen ruokinta. Kirjallisuuskatsaus. 20 p.

11. REGÅRDH, E. & NIEMELÄINEN, O. Luonnonvaraisten ruohovartisten kasvien siemenlisäyksen kehittäminen. Kirjallisuusselvitys. (*Summary: Developing the seed multiplication of herbaceous wild plants. A literature survey.*) 50 p. + 2 liitettä.
12. PAHKALA, K., MELA, T. & LAAMANEN, L. Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa. Alustavan tutkimuksen loppuraportti 1990–1992. (*Summary: Prospects for the production and use of agrofibre in Finland. Final report of the preliminary study in 1990–1992.*) 56 p. + 2 liitettä.
13. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA, H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen kaliumlannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. (*Summary: Grass production on cut-away peatlands. Potassium fertilization of timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.*) 23 p. + 10 liitettä.
14. LAITINEN, P. Allelopatia – kasvien ja muiden eliöiden biokemiallinen vuorovaikutus. Kirjallisuustutkimus. 44 p.
15. URVAS, L. Salaojavesien ravinnehuuhtoutumat karjataloilla. (*Summary: leached nutrients in drain water on livestock farms.*) 32 p.

**JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**  
Kirjasto  
31600 JOKIOINEN  
puh. (916) 1881, telekopio (916) 188 339

**HINTA: 50 mk (+ alv.)**