

*Maatalouden  
tutkimuskeskuksen  
julkaisuja*

S A R J A A

11

*Leila Urvas*

**Typpi- ja fosfori-  
huuhtoutumat karja-  
tilojen salaojavesissä**

*Leila Urvas*

*Maatalouden tutkimuskeskus, Ympäristöntutkimuslaitos,  
31600 Jokioinen, puh. (03) 41 881*

---

# **Typpi- ja fosforihuuhtoutumat karjatilojen salaojavesissä**

**Leached nitrogen and phosphorus in drainage  
water on livestock farms**

---

**Maatalouden tutkimuskeskus**

ISBN 951-729-474-3

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: huuhtoutunut typpi, huuhtoutunut fosfori, salaojavesi*

---

Karjatilojen salaojavesien typpi- ja fosforihuuhtoutumia tutkittiin Jokioisilla ja Tammelassa kahtena peräkkäisenä vuonna. Ensimmäinen tutkimusvuosi sisältää toukokuusta 1993 huhtikuulle 1994 ja toinen vuosi toukokuusta 1994 huhtikuulle 1995 otettujen vesinäytteiden tulokset. Viljelijöiden pelloilla olevien kymmenen lohkon salaojavesien valumamäärät vaihtelivat suuresti, ensimmäisenä vuonna 37–197 mm ja toisena 91–355 mm.

Ensimmäisenä vuonna salaojavesistä kahden kolmasosan kokonaistyyppipitoisuus oli alhaisempi kuin maatalouden kuormituslaskelmien perusteena oleva val-

takunnallinen keskiarvo 4,29 mg/l. Toisenakin vuonna joka toisen salaojan typpipitoisuus alitti sen. Ensimmäisenä vuonna eri lohkoilta huuhtoutui salaojien kautta typpeä 1,6–13,5 kg/ha ja toisena vuonna 2,4–30,5 kg/ha. Huuhtoutuneen fosforin määrät vaihtelivat ensimmäisenä vuonna 27–398 g/ha ja toisena vuonna 188–1680 g/ha. Fosforipitoisuudet olivat yleensä pienempiä kuin aikaisemmin MTT:n Kotkanojan huuhtoutumiskentältä mitatut. Lietelannan sijoittamisesta nurmeen kasvukauden aikana saatiin hyviä tuloksia, mutta sianlietteen talvi- ja syyslevitys likasivat pahasti jopa salaojavesiä.

# Summary

---

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

---

The periods when water samples were collected extended from May 1993 to April 1994 and from May 1994 to April 1995. Samples were taken from 10 drainage pipes every other week in summer and once a month in winter. The crops grown in the fields were wheat, oat, barley and grass. One of the plots was fallowed and one was used for field experiments.

The run-offs of drainage pipes ranged in the first year from 37 to 197 mm/pipe and in the second year from 91 to 355 mm/pipe. The amounts of nitrogen leached in drainage water ranged in the first year from 1.6 to 13.5 kg/ha and in the second year from 2.4 to 30.5 kg/ha. The corresponding amounts of phosphorus leached were smaller, that is, 27–398 g/ha/year and 188–1680 g/ha/year.

# Sisällys

Tiivistelmä .....	3
Summary .....	4
1 Johdanto .....	7
2 Aineisto ja menetelmät .....	8
3 Salaojien vesianalyysien tulokset .....	8
3.1 Valumat .....	8
3.2 Ravinnepitoisuudet .....	11
3.2.1 Salaojavesien fosforipitoisuudet .....	11
3.2.2 Salaojavesien tyypipitoisuudet .....	13
3.3 N/P-suhde .....	24
4 Ravinnehuhtoutumat salaojavesissä .....	25
4.1 Kokonaistyyppi .....	25
4.2 Ammoniumtyppi .....	28
4.3 Nitraattityppi .....	28
4.4 Kokonaisfosfori .....	28
4.5 Liukoinen fosfori .....	29
5 Päätelmät .....	29
Kirjallisuus .....	30
LIITTEET	



# 1 Johdanto

Pelloilta huuhtoutuu vesistöihin ympäri vuoden monenlaisia ravinteita. Näistä erityisesti typpi ja fosfori aiheuttavat vesien rehevöitymistä. Ihmisen aiheuttamasta vesistöjen ravinnekuormituksesta on kolme neljäsosaa ns. hajakuormitusta ja loput ns. pistekuormitusta. Ympäristöministeriön ja vesi- ja ympäristöhallituksen tilastojen (1993) mukaan maatalouden osuus koko maan fosforikuormituksesta oli 54 prosenttia ja typpikuormituksesta 41 prosenttia. Nämä valtakunnalliset luvut on laskettu Rekolaisen (1989) tutkimusten perusteella. Hänen mukaansa vesistöihin valuu neliökilometriltä vettä 10 litraa sekunnissa. Tästä lukemasta saadaan vuoden valumaksi 3,2 miljoonaa litraa hehtaarilta. Ilmaistuna sademäärän tapaan tämä on 320 mm vuodessa eli puolet vuotuisesta sademäärästä.

Ravinteita huuhtoutuu pelloilta enemmän kuin metsistä. Sen vuoksi Rekolainen (1989) on kehittänyt ravinteiden huuhtoutumisen laskemiseksi kaavat, joissa valuma-alueen peltoprosentti otetaan huomioon. Fosforikuormitus lasketaan kaavasta  $1,4 \times \text{peltoprosentti} + 9,5$  (kg P/km<sup>2</sup>/vuosi). Valumavesien keskimääräiseksi kokonaisfosforipitoisuudeksi saadaan ylläolevista valuman ja fosforikuormituksen määristä laskien 0,47 mg P/l.

Kokonaistypen huuhtoutumisen laskentakaava on seuraava:  $11,4 \times \text{peltoprosentti} + 240$  (kg N/km<sup>2</sup>/vuosi). Jos peltoa on 100 prosenttia kuten tämän tutkimuksen lohkoilla, luvuksi saadaan 1380 kg/km<sup>2</sup>/vuosi, mikä vastaa 13,8 kg/ha/vuosi. Valumamäärällä jaettuna kokonaistypen pitoisuudeksi saadaan 4,29 mg/l, jota lukua käytämme tässä tutkimuksessa vertailulukuna.

Uusimpien tutkimusten (Rekolainen *et al.* 1995) mukaan peltoviljelyn aiheuttama fosforin ominaiskuormitus vesistöön vaihtelee maassamme 0,8–1,7 kg P/ha/vuosi ja typen välillä 18–20 kg N/ha/vuosi.

Maatalouden tutkimuskeskuksen Kotkanojan huuhtoutumiskentällä Jokioisilla

on yli kymmenen vuoden ajan seurattu ravinteiden huuhtoutumista maasta. Vuosina 1980–82 ohramaasta huuhtoutui nitraattityppeä keskimäärin 11,1 kg/ha vuodessa. Salaojavesien mukana tulleen typen osuus tästä oli 6,3 kg/ha (Turtola & Jaakkola 1985). Nurmesta huuhtoutuminen oli vähäisempää. Salaojavesien mukana tuli 2,3 kg N/ha kokonaishuuhtoutuman ollessa 5,4 kg N/ha. Siten salaojavesissä poistunut nitraattityppi oli noin puolet huuhtoutuneesta. Vuosina 1983–86 on samalta kentältä huuhtoutunut kokonaistypeä keskimäärin 4,4 kg/ha (Turtola & Jaakkola 1987).

Fosforia huuhtoutui ohramaasta vuodessa keskimäärin 1,2 kg/ha, mistä määrästä vain kolmasosa tuli salaojien kautta eli 0,4 kg/ha. Nurmen fosforin 1,6 kilogramman kokonaishuuhtoutumasta kulkeutui salaojavesien mukana suhteellisesti vieläkin vähemmän eli viidennes.

Myös huuhtoutuneiden typpi- ja fosforimäärien keskinäinen suhde vaikuttaa vesistöjen rehevöitymiseen. Nykyisen tietämyksen mukaan typpi rajoittaa levien kasvua, kun N/P-suhde on alle 10 ja fosfori puolestaan silloin, kun suhde on yli 20 (Rekolainen *et al.* 1992). Aikaisemmin kasvua rajoittavana rajana typen osalta pidettiin 5:1. Minimiravinteiden määrittämisestä ei katsottu voitavan tehdä silloin, kun suhde oli 10:n ja viiden välillä (Chiaudani & Vighi 1974).

Kotkanojan huuhtoutumiskentällä viljelytoimenpiteet on voitu tehdä käytäntöä vastaavissa olosuhteissa, sillä kentän salaojitettu pinta-ala on 171 aaria. Kentällä on käytetty vain keinolannoitteita. Käytännön viljelmillä Jokioisilla on kuitenkin runsaasti karjaa, ennen muuta sikoja. Tämän vuoksi keväällä 1992 Ympäristöntutkimuslaitos valitsi paikallisilta karjatiloilta yhdeksän normaaliviljelyksessä olevaa salaojalohkoa sekä yhden viljatilän lohkon, joiden salaojavesiä ryhdyttiin tutkimaan. Kesien 1992 ja 1993 tulokset on julkaistu (Urvas 1994) ja osa niistä tuloksista, jotka saatiin toukokuusta 1993 huhtikuulle 1994 jatkuneesta seurannasta (Urvas 1995).



Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ennen kaikkea viljelykasvin ja lannanlevitystavan vaikutusta salaojavesien ravinnepitoisuuteen käytännön viljelyksillä.

## 2 Aineisto ja menetelmät

Tähän selvitykseen on otettu mukaan kahden vuoden aikana Jokioisilla ja Tammelassa kymmenestä salaojasta mitatut valumat sekä vesianalyysien tulokset. Näytteenotto aloitettiin toukokuussa 1993 ja näytteitä otettiin lokakuun lopulle asti kahden viikon välein. Marraskuusta huhtikuulle näytteet otettiin vain kerran kuussa, aina kuukauden puolivälissä. Toukokuusta 1994 huhtikuulle 1995 sama toistettiin. Kesäisin muutamista ojista ei saatu näytteitä ojen kuivumisen vuoksi ja varsinkin ensimmäisenä talvena osa ojista oli jäässä. Liitteissä 1 ja 2 näiden näytteenottokertojen kohdalla on nollat. Näytteenottokertoja oli molempina vuosina 19 ja näytteitä kertyi kaikkiaan 301. Jokaista mukana ollutta salaojastoa käsitellään tässä lohkona. Salaojalojien pinta-alat, niillä kasvaneet kasvit ja kullekin lohkolle tai sen osalle annetut lanta- ja lannoitemäärät sekä -lajit on kerätty taulukkoon 1. Lohkojen saamat typpi- ja fosforimäärät laskettuina hehtaaria kohti ovat taulukossa 2.

Lohkot 1–3 olivat sikatilan peltoja, mutta tutkimusvuosina sianlietettä levitettiin vain lohkolle 3. Lohko 1 oli aikaisemmin ollut laitumena ja lohkolle 2 oli sianlietettä viety talvella 1991–92. Ainoa viljatilän edustaja, lohko 4, oli aikaisempina vuosina kokonaan viljalla, mutta keväällä 1993 yli puolet siitä kylvettiin viherkesannoksi, joka sitten kynnettiin toisen vuoden syksyllä. Lohkolla 5 oli toisen ja kolmannen vuoden nurmi, joka molempina kesinä tehtiin säilörehuksi. Karjanlantaa oli lohkolle levitetty viimeksi nurmen perustamisen yhteydessä.

Lohko 6 oli ainoa Jokioisten kartanon

mailla oleva alue ja se oli koekenttänä. Lohkot 7–10 kuuluivat karjatilaan, jonka liete- lannasta suurin osa sijoitettiin nurmelle kasvukauden aikana. Vain nurmia uusittaessa liete levitettiin syksyllä ennen kynn- töä. Lohkot 7 ja 8 olivat kokonaan heinällä, lohkoista 9 ja 10 osa oli heinällä ja osa suojaviljalla.

Salaojavesistä analysoitiin liukoinen ja kokonaisfosfori sekä ammonium-, nitraati- ja kokonaistyyppi Suomessa käytetyillä standardimenetelmillä (SFS 3025, 3026, 3030, 3031, 3032). Mittaukset tehtiin AKEA- ja FIASTAR-autoanalysaattoreilla. Salaojasto- jen purkuaukosta näytteenotto- hetkellä tulevien valumien määrät mitattiin.

## 3 Salaojien vesiana- lyysien tulokset

### 3.1 Valumat

Jokioisilla satoi toukokuun 1993 alusta seuraavan huhtikuun loppuun mennessä 569 mm. Sateisin kuukausi oli elokuu (136 mm) ja kuivimmat touko- ja helmikuu (sademäärä 1 mm). Kesä 1994 oli kuivempi ja aurinkoisempi, mutta toinen tutkimusvuosi kokonaisuudessaan oli hiukan sateisempi (606 mm). Erityisesti talvikuukausina satoi 65 mm enemmän kuin ensimmäisenä talvena. Myös talvikuukausien keskilämpötilat olivat noin kolme astetta korkeammat kuin edellisenä talvena.

Ensimmäisenä, kylmempänä talvena helmikuun keskilämpötila oli -14 °C, mikä seurauksena maaliskuussa lähes kaikki salaojien poistoaukotkin olivat jäässä.

Ensimmäisenä kesänä salaojien kautta valui enemmän vettä kuin toisena. Talvikuukausista taas ensimmäinen oli kuivempi kuin toinen (Taulukko 3). Valumat on laskettu kesäkausina kahden viikon jaksoina näytteenoton yhteydessä mitatun virtaa- man mukaan. Talvikuukausien valumat on

**Taulukko 1.** Tutkittujen salaojalohkojen taustatietoja.

Lohko nro	Kasvilaji	Pinta-ala, ha	Lannoitelaji	Lannoitemäärä	Lannoitettu ala, ha
Vuosi 1993					
1	Ohra	2,65	N-rik. Y-lannos 2	450 kg/ha	Koko ala
2	Vehnä	2,85	N-rik. Y-lannos 2	550 kg/ha	Koko ala
	Ohra	4,00	N-rik. Y-lannos 2	450 kg/ha	Koko ala
3	Ohra	3,86	N-rik. Y-lannos 2	450 kg/ha	Koko ala
			Sianlietettä	8 t/ha	Koko ala
4	Ohra	2,30	N-rik. Y-lannos 1	450 kg/ha	Koko ala
	Kesanto	3,00	–		
5	Heinä	4,95	N-rik. Y-lannos 1	450 kg/ha	Koko ala
			N-rik. Y-lannos 1	380 kg/ha	Koko ala
6	Koekenttä	3,03	N-rik. Y-lannos 1	600 kg/ha	Koko ala
7	Heinä	4,30	Oulunsalpietaria	350 kg/ha	1,5
			Oulunsalpietaria	280 kg/ha	2,50
			Oulunsalpietaria	325 kg/ha	1,50
			Oulunsalpietaria	200 kg/ha	0,50
			Lietelantaa	60 t/ha	2,50
			Lietelantaa	50 t/ha	1,50
			Lietelantaa	60 t/ha	0,50
8	Heinä	1,75	Lietelantaa	60 t/ha	Koko ala
			Oulunsalpietaria	250 kg/ha	Koko ala
			Oulunsalpietaria	240 kg/ha	Koko ala
9	Ohra	1,20	Ed. syksyn lietelantaa	60 t/ha	1,00
			Oulunsalpietaria	300 kg/ha	Koko ala
	Heinä	0,60	Oulunsalpietaria	300 kg/ha	Koko ala
			Oulunsalpietaria	400 kg/ha	Koko ala
10	Heinä	3,00	Vähäkallinen Y-lannos	500 kg/ha	2,00
			N-rik. Y-lannos 2	350 kg/ha	1,00
			N-rik. Y-lannos 2	400 kg/ha	1,00
			Oulunsalpietaria	350 kg/ha	2,00
			Lietelantaa	35 t/ha	1,50
			Lietelantaa	60 t/ha	1,50
	Kaura	1,00	Ed. syksyn lietelantaa	60 t/ha	Koko ala

( jatkuu seuraavalla sivulla)

Taulukko 1 (jatkoa)

Lohko nro	Kasvilaji	Pinta-ala, ha	Lannoitelaji	Lannoitemäärä	Lannoitettu ala, ha
Vuosi 1994					
1	Ohra	2,65	N-rik. Y-lannos I	400 kg/ha	Koko ala
2	Vehnä	6,85	N-rik. Y-lannos I	500 kg/ha	Koko ala
3	Ohra	3,86	Sianliete	10,9 t/ha	Koko ala
			N-rik. Y-lannos I	400 kg/ha	Koko ala
4	Ohra	2,30	Vähäkalinen Y-lannos	510 kg/ha	Koko ala
	Kesanto	3,00	Ei lannoitettu		
5	Heinä	4,95	N-rik. Y-lannos I	450 kg/ha	Koko ala
			N-rik. Y-lannos I	380 kg/ha	Koko ala
6	Koekenttä	3,03	N-rik. Y-lannos I	600 kg/ha	Koko ala
7	Heinä	3,00	Lietelantaa	40 t/ha	3,00
			Oulunsalpietaria	220 kg/ha	3,10
	Vilja	1,10	Oulunsalpietaria	350 kg/ha	1,00
			Oulunsalpietaria	120 kg/ha	1,00
			Lietelantaa	50 t/ha	1,20
	Peruna	0,20	Ei lannoitettu		
8	Heinä	1,75	N-rik. Y-lannos	600 kg/ha	Koko ala
			Lietelantaa	34 t/ha	Koko ala
			Oulunsalpietaria	233 kg/ha	Koko ala
9	Timotei	1,20	Ei lannoitettu		
	Heinä	0,60	Oulunsalpietaria	352 kg/ha	Koko ala
			Lietelantaa	40 t/ha	0,60
			Lietelantaa	50 t/ha	1,50
10	Heinä	4,00	Oulunsalpietaria	200 kg/ha	1,00
			Oulunsalpietaria	350 kg/ha	1,00
			Oulunsalpietaria	700 kg/ha	3,00
			Oulunsalpietaria	200 kg/ha	1,00
			Kalirik. Y-lannos	100 kg/ha	2,00
			Lietelantaa	40 t/ha	1,80

laskettu kuukausien puolivälissä mitattujen virtaamien mukaan. Näin menetellen varsinakin huhtikuun 1995 valumamäärät tulivat liian korkeiksi. Haastateltuani rinnepeltojen isäntiä, jotka kertoivat kyseisen kevään valumahuipun kestäneen noin viikon, laskin lohkoille 1–3 ja 5 valumat siten, että huippulukema huomioitiin viikon ajan ja loput kolme viikkoa maaliskuun virtaamien mukaan. Näinkin laskien lohkojen 1 ja 5 valumat olivat toisena talvena ja tästä

johtuen koko toisena vuonna kaikkein suurimmat. Vaihtelu valumissa eri salaojien välillä oli suuri. Ensimmäisenä vuonna vaihteluväli oli 37–197 mm ja toisena 91–355 mm (Taulukko 3). Maatalouden tutkimuskeskuksen huuhtoutumiskentällä Jokioisilla 1980-luvun alussa salaojavalunta kolmen vuoden keskiarvona oli nurmella 110 mm ja ohrapellolla 152 mm (Turtola & Jaakkola 1985).

**Taulukko 2.** Lannoitteissa ja lannassa annetut ravinteet.

Lohko	Typpi kg/ha	Fosfori kg/ha	Kalium kg/ha	Lannoituksen ajankohta
Vuosi 1993				
1	90	18	36	Kevät
2	98	20	35	Kevät
3	132	33	44	Kevät ja viljankorjuun jälkeen
4	51	6	6	Kevät, osalle lohkoa
5	216	25	25	Kevät ja kesä
6	156	18	28	Kevät
7	254	18		Kevät, kesä, syksy
8	249	18		Kevät, kesä
9	181	10		Edellinen syksy, kevät, kesä, syksy
10	253	40		Edellinen syksy, kevät, kesä, syksy
Vuosi 1994				
1	104	8	12	Kevät
2	130	20	15	Kevät
3	59	21	22	Talvi
	104	8	12	Kevät
4	51	11	9	Kevät
5	117	9	14	Kevät
	99	8	11	Kesä
6	156	12	18	Kevät
7	125	8	78	Kevät ja kesä
	27	4	39	Syksy
8	284	10	113	Kevät ja kesä
9	78	4	36	Kevät ja kesä
	79	12	118	Syksy
10	162	20	241	Kevät ja kesä

Viljelijöiden pelloilla olevien kymmenen salaojan valumien keskiarvo oli ensimmäisenä vuonna 106 mm eli se alitti Kotkanojan huuhtoutumiskentän lukemat. Toisen vuoden valumat kahta lukuunottamatta puolestaan ylittivät ne, keskiarvo oli noin 200 mm. Huuhtoutumiskentälläkään vuodet eivät olleet samanlaisia, joten käytännössä vaihtelu voi todella olla näin suurta. Erot voivat johtua myös siitä, että huuhtoutumiskentällä mitataan kaikki valunut vesi, kun taas peltolohkoilta tulevat vesimäärät laskettiin kerran tai kahdesti kuukaudessa otetun virtaaman mukaan.

## 3.2 Ravinnepitoisuudet

Salaojavesien ravinnepitoisuusmittausten tulokset lohkoittain on esitetty liitteissä 1 ja 2.

### 3.2.1 Salaojavesien fosforipitoisuudet

Seitsemässä salaojassa kymmenestä oli liukoisien fosforin pitoisuus ensimmäisenä vuonna kaikissa näytteissä alle 0,1 mg litrasa. Korkeita pitoisuuksiakin löytyi, mutta tällaisia ”piikkejä” oli jokaisella ojalla yle-

**Taulukko 3.** Salaojien valumat (mm) kesinä 1993 ja 1994 sekä talvina 1993–94 ja 1994–95 ja samojen ajanjaksojen sademäärät (mm).

Lohko	Kesä 93	Talvi 93–94	1. vuosi	Kesä 94	Talvi 94–95	2. vuosi
1	44	148	192	163	192	355
2	19	18	37	33	96	128
3	24	106	167	53	158	201
4	30	11	41	8	83	91
5	69	85	154	69	164	233
6	40	79	119	22	172	194
7	28	18	46	22	207	229
8	52	1	53	10	185	195
9	38	18	56	67	121	188
10	77	64	197	92	94	185
Sademäärä	363	205	569	336	271	606

sä vain yksi tai korkeintaan kaksi niin liukoissa kuin kokonaisfosforissakin. Lohkojen 6 ja 3 salaojista valuneen veden liukoisen fosforin pitoisuus ylitti tammikuussa 1994 kerran 0,1 milligrammaa litrasa ja lohkon 5 salaojavesi kaksi kertaa, kesäkuussa ja elokuussa. Korkein pitoisuus, 0,31 mg/l, mitattiin tammikuussa lohkolta 6.

Toisena vuonna vain lohkoilta 2, 3 ja 10 tulleen salaojaveden liukoisen fosforin määrä oli koko ajan alle 0,1 mg/l. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin tammikuussa 1995 lohkon 8 (0,67 mg/l) ja lohkon 5 (0,22 mg/l) salaojista. Muiden lohkojen korkeimmat pitoisuudet vaihtelivat 0,10–0,20 mg/l välillä. Aikaisemmin julkaistuissa tutkimuksissa on löytynyt huomattavasti korkeampiakin fosforipitoisuuksia. Eräässä lantalan alapuoleisessa laidunlohkon salaojassa, oli säilörehunteon jälkeen jopa 3,74 mg/l liukoista fosforia (Urvas 1994), joka lienee peräisin puristenesteestä. Vertailun vuoksi otimme vesinäytteitä myös sellaisesta putkesta, joka toi talon jätevedet avo-ojaan. Siinä vedessä oli liukoista fosforia 5–39 mg/l.

Kokonaisfosforin korkein pitoisuus oli ensimmäisenä vuonna 0,95 mg/l lohkolta 5 toukokuussa ja toisen vuoden suurimmat pitoisuudet mitattiin lokakuussa lohkon 1

(1,44 mg/l) ja lohkon 4 (1,14 mg/l) salaojavesistä (Taulukko 4 ja kuvat 1–10). Huippulukemista huolimatta kokonaisfosforipitoisuuden 0,1 mg/l ylitti vain noin 16 prosenttia ensimmäisen vuoden näytteistä ja toisen vuoden näytteistä vajaa neljännes (24%). Vuosina 1983–86 huuhtoutumiskentän salaojavesien fosforipitoisuuksien keskiarvoksi oli saatu 0,3 mg/l (Turtola & Jaakkola 1987, kuva 11). Suurin osa tämän aineiston salaojavesistä oli laimeampia. Ensimmäisenä vuonna vain neljä kertaa tavattiin korkeampi kokonaisfosforipitoisuus kuin 0,3 mg/l ja toisenaikin kesänä sen ylitti vain 12 näytettä.

Rekolaisen (1989) kaavan mukaan laskettu valumavesien keskimääräinen fosforipitoisuus on 0,47 mg/l. Tämä pitoisuus ylittyi ensimmäisen vuoden aikana vain kaksi kertaa lohkolta 5 touko- ja elokuussa. Toisena vuonna lokakuun 12. päivän salaojavesinäytteistä viidessä (lohkot 1, 2, 4, 5, 6) oli kokonaisfosforia enemmän kuin 0,47 mg/l ja lokakuun 26. päivän näytteissä vielä neljässä. Kymmenes ylitys sattui tammikuussa 1995 lohkolta 8. Toisin sanoen, mitä suurempi osa valumavesistä saataisiin menemään salaojien kautta, sitä puhtaampia valumavedet olisivat. Kuvasta 11 voidaan myös nähdä, että salaojavesien fosforipitoisuudet ovat yleensä pienempiä

**Taulukko 4.** Salaojavesien korkeimmat typpi- ja fosforipitoisuudet (mg/l) lohkoittain kahtena vuonna. 1. vuosi = toukokuusta 1993 huhtikuulle 1994 ja 2. vuosi = toukokuusta 1994 huhtikuulle 1995.

Lohko	Kokonaistyyppi (mg/l)		Kokonaisfosfori (mg/l)	
	1. vuosi	2. vuosi	1. vuosi	2. vuosi
1	3,38	13,70	0,165	1,440
2	8,13	16,60	0,238	0,779
3	13,40	34,40	0,251	0,356
4	12,40	6,75	0,393	1,140
5	8,40	5,65	0,950	0,566
6	36,70	19,64	0,428	0,637
7	13,52	9,78	0,063	0,208
8	17,20	11,00	0,091	0,772
9	4,04	3,04	0,239	0,380
10	3,09	1,73	0,191	0,167

kuin pintavesien, mutta tyypeä on salaojissa enemmän.

### 3.2.2 Salaojavesien typpipitoisuudet

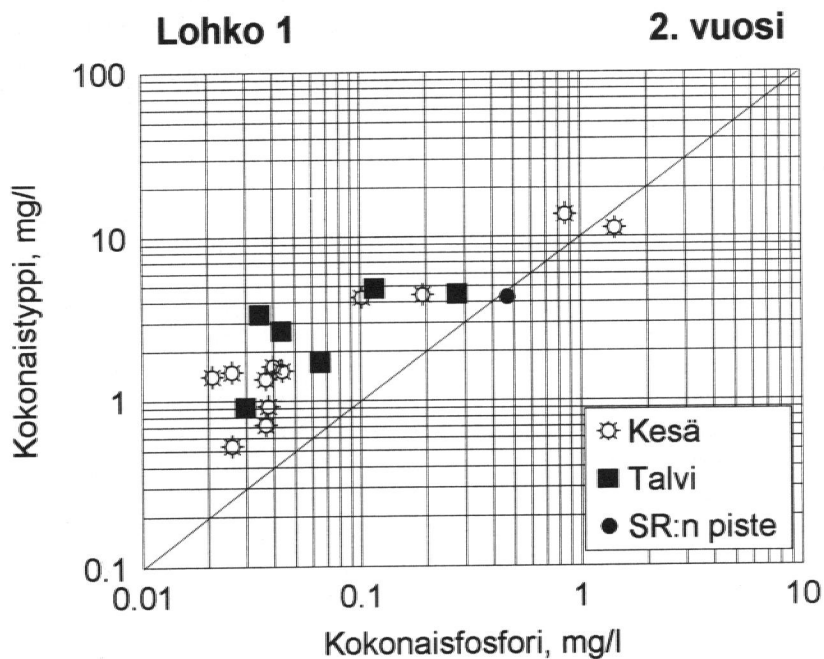
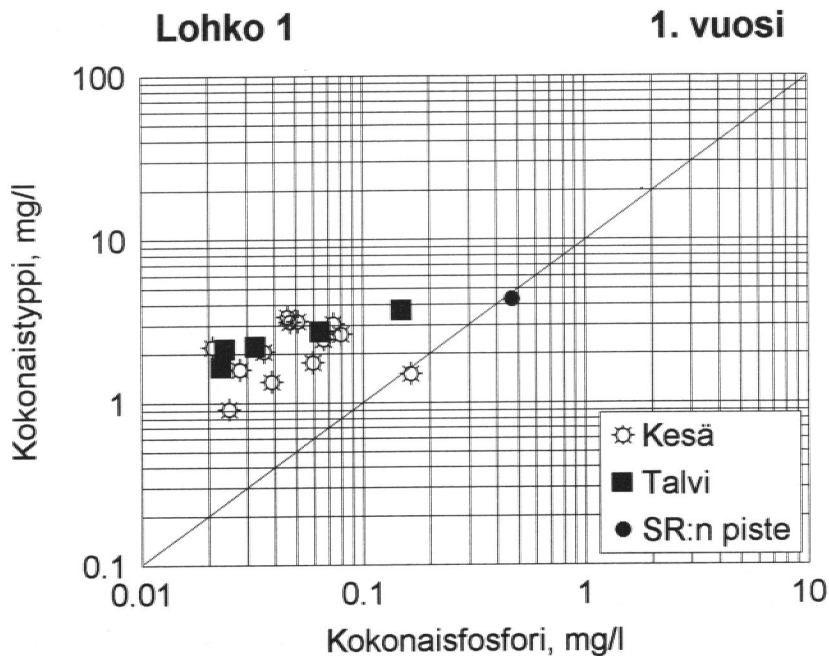
Salaojavesien ammoniumtyppipitoisuus vaihteli 0,001:stä 1,8 milligrammaan litrasa. Korkeimmat pitoisuudet löytyivät kesäkuussa 1993 lohkolta 6 ja tammikuussa 1995 lohkolta 8, joka oli nurmea. Viljatilän lohkolta 4 salaojaveden ammoniumtyppipitoisuus oli molempina vuosina melko alhainen, ensimmäisen vuoden korkein pitoisuus oli 0,05 ja toisen 0,07 mg/l, keskiarvot olivat 0,016 mg/l (17 näytettä) ja 0,032 mg/l (12 näytettä).

Salaojavesien tyypeistä suurin osa on nitraatteina. Koekenttänä olleen lohkon 6 salaojavesien nitraattipitoisuus oli molempina vuosina lokakuussa 19,5 mg/l. Lukema oli ensimmäisen vuoden korkein ja toisena vuonna vain lohkon 3 salaojavedessä oli enemmän nitraatteja (29,4 mg/l). Myös tämä lukema oli lokakuulta. Lohko oli saanut ennen kyntöä noin 10 tonnia sianlietettä hehtaarille. Lisäksi Jokioisilla satoi lokakuun 3. päivänä 21 mm, joten lietteenlevitys ehti jo vaikuttaa 12. päivänä otetun salaojaveden typpipitoisuuteen.

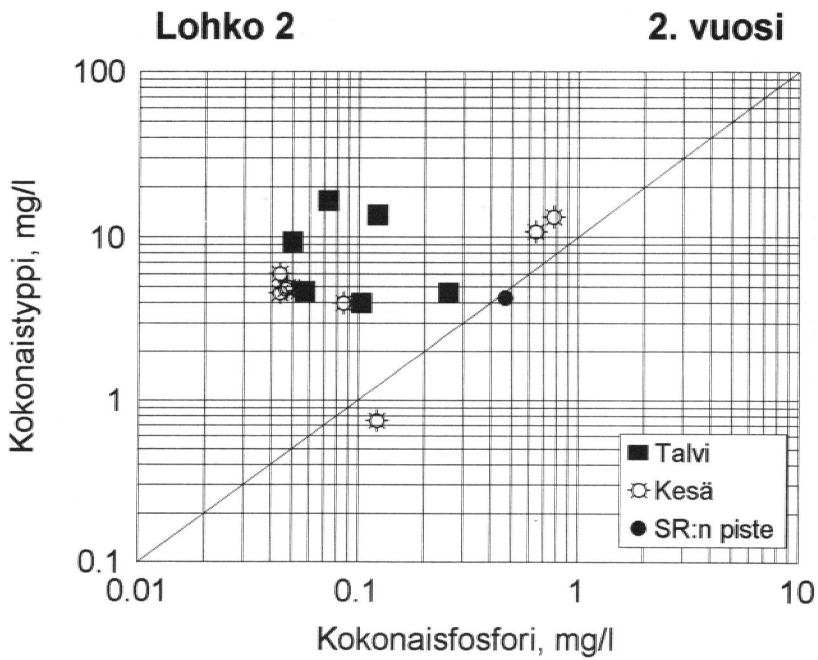
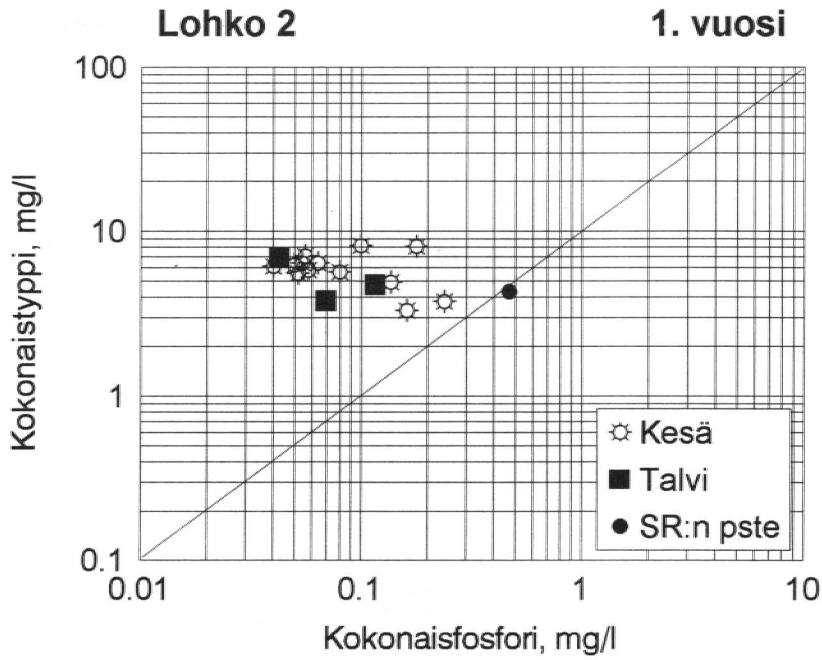
Mittaustulos tukee käsitystä, että lietalan syyslevitykseen tulisi suhtautua varauksellisesti (Niinioja 1993). Toisaalta nitraattipitoisuudet olivat alhaisimmillaan lohkoilla 9 ja 10, jotka kuuluivat lietalan sijoitustiloille. Myös salaojavesien kokonaistyyppipitoisuus oli alhaisin samoilla nurmilohkoilla. Molempina vuosina ojista otettujen vesinäytteiden typpipitoisuuksien keskiarvot olivat pieniä, 1,11 mg/l lohkolta 9 ja 1,57 mg/l lohkolta 10. Näytteitä molemmista ojista saatiin yhteensä 31 kummastakin, sillä osan vuotta ojat olivat kuivina.

Kokonaistyyppipitoisuus oli korkeimmillaan samoilla lohkoilla kuin nitraattityppipitoisuuskin eli ensimmäisenä vuonna lohkolta 6 ja toisena lohkolta 3. Huippulukemat 36,7 ja 34,4 mg/l kokonaistyypeä (Taulukko 4) ovat todella korkeita verrattuna Rekolaisen (1989) laskennalliseen valumaveden typpipitoisuuteen, 4,29 mg/l. Vaihtelut yksittäisissä salaojaveden typpipitoisuuksissa olivat suuret. Lohkoilla 9 ja 10 ei typpipitoisuus ollut kumpanakaan vuonna kertaakaan yli 4,29 mg/l eikä myöskään lohkolta 1 ensimmäisenä kesänä. Lohkolta 5, joka oli säilörehunurmena, typpipitoisuus ylitti tuon rajan ensimmäisenä kesänä kerran ja toisena kaksi. Lietteen

(sivulle 24)

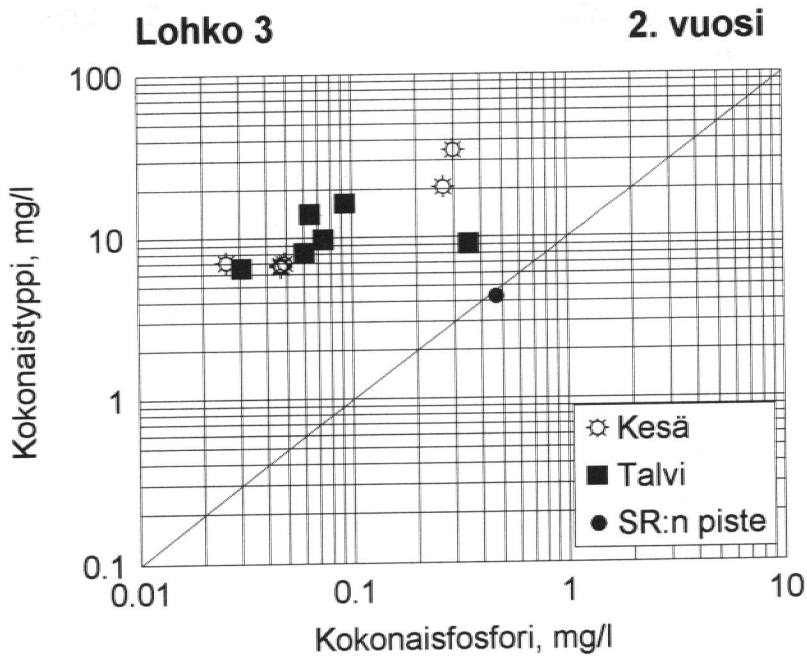
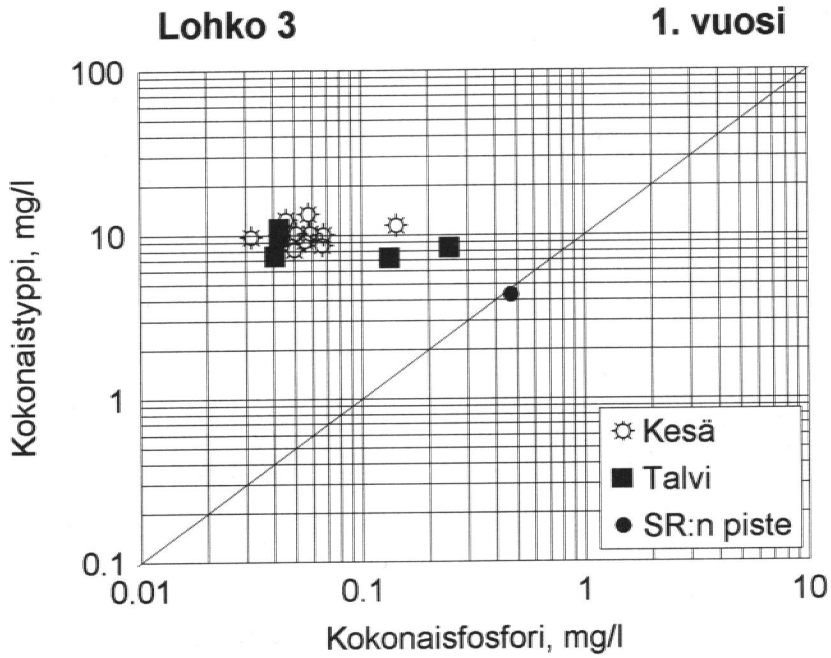


**Kuva 1.** Lohkon 1 salaojavesien kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l) mitattuina toukokuun 1993 ja huhtikuun 1994 välisenä aikana (1. vuosi) sekä toukokuun 1994 ja huhtikuun 1995 välisenä aikana (2. vuosi) otetuista näytteistä. Vertailupiste (SR:n piste) laskettu Rekolaisen *et al.* (1992) tulosten mukaan. Viiva kuvaa N/P -suhdetta 10:1.

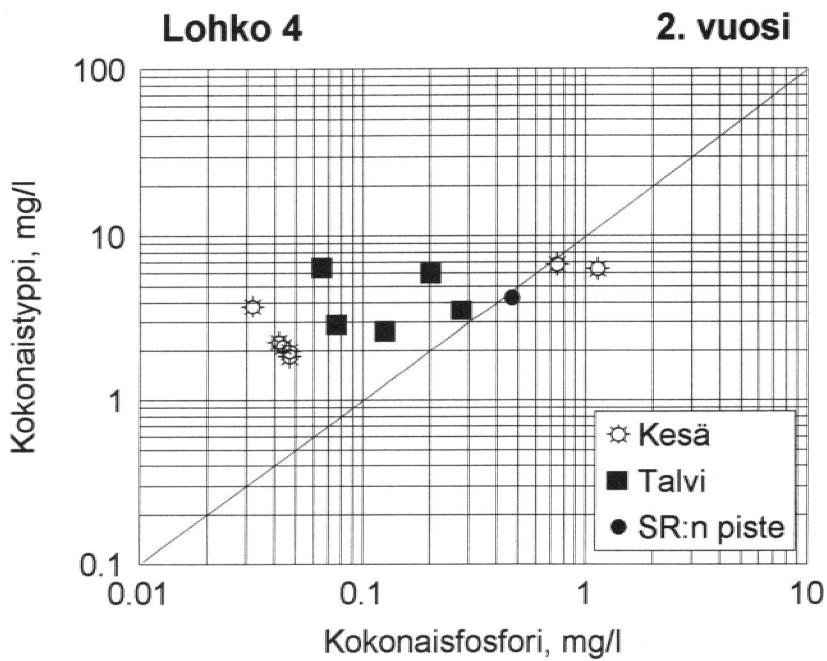
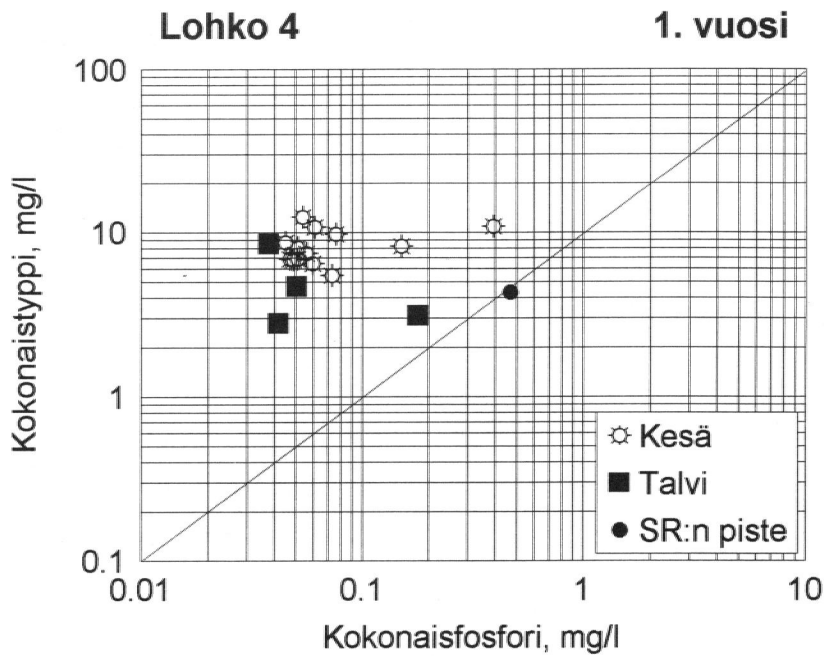


**Kuva 2.** Lohkon 2 salaojavesien kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l) ensimmäisenä ja toisena tutkimusvuonna. Vrt. kuva 1.

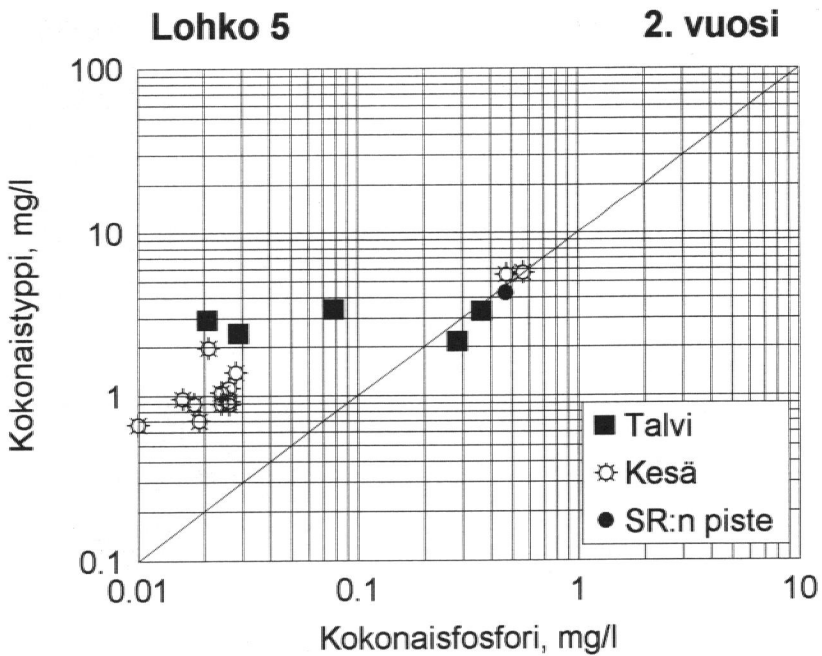
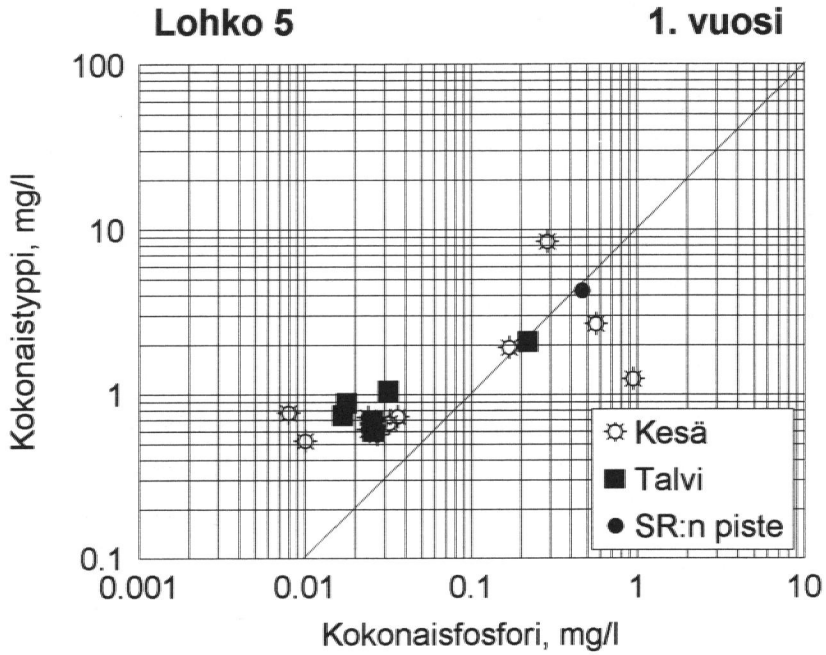




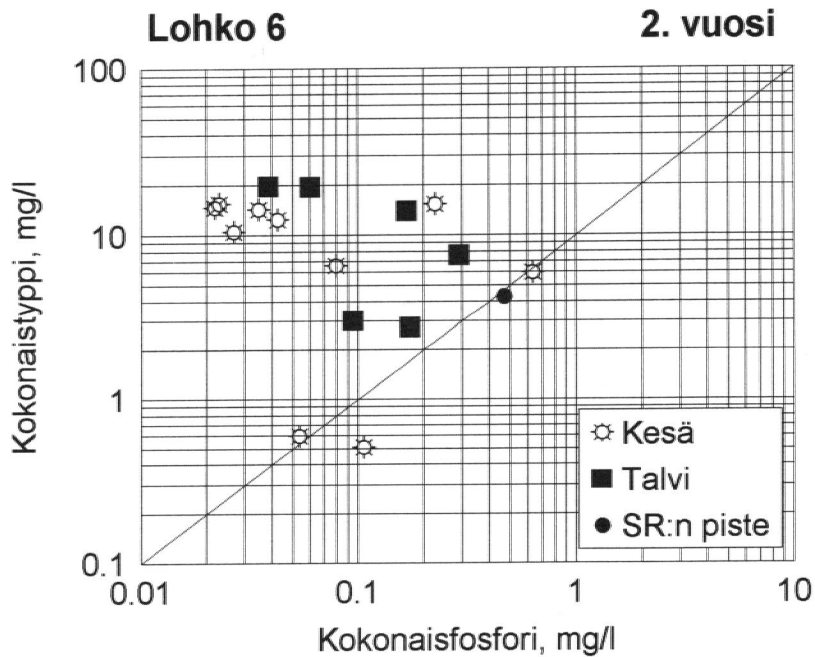
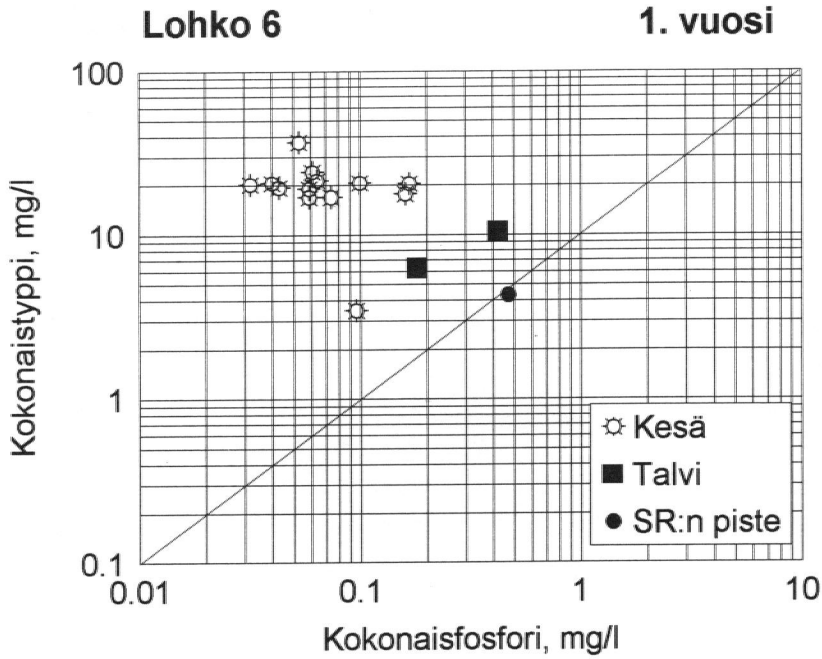
**Kuva 3.** Lohkon 3 salaojavesien kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l) ensimmäisenä ja toisena tutkimusvuonna. Vrt. kuva 1.



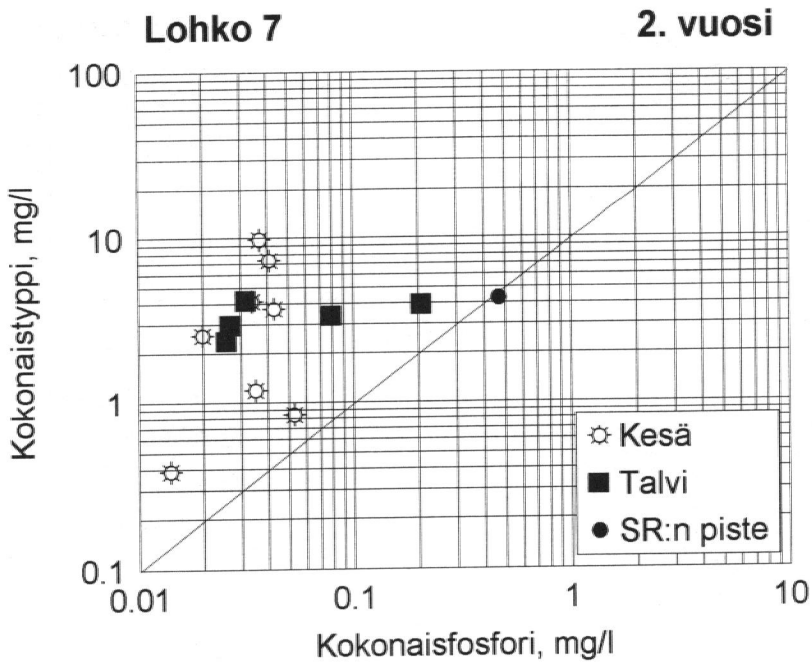
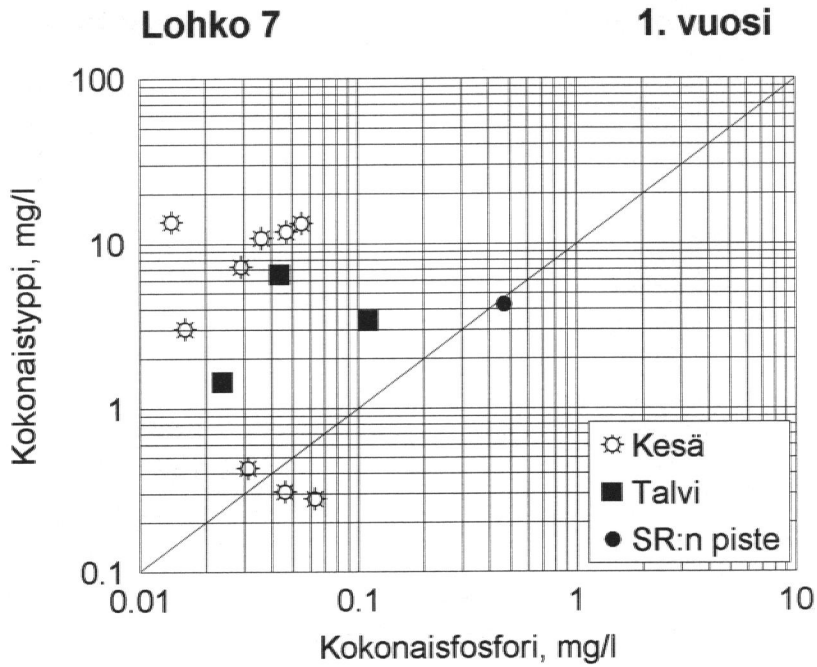
**Kuva 4.** Lohkon 4 salaojavesien kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l) ensimmäisenä ja toisena tutkimusvuonna. Vrt. kuva 1.



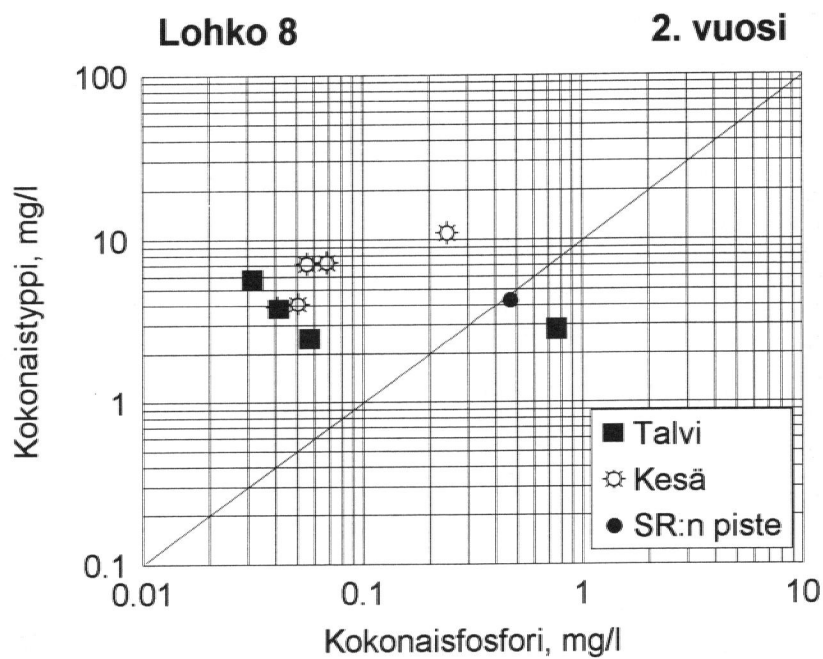
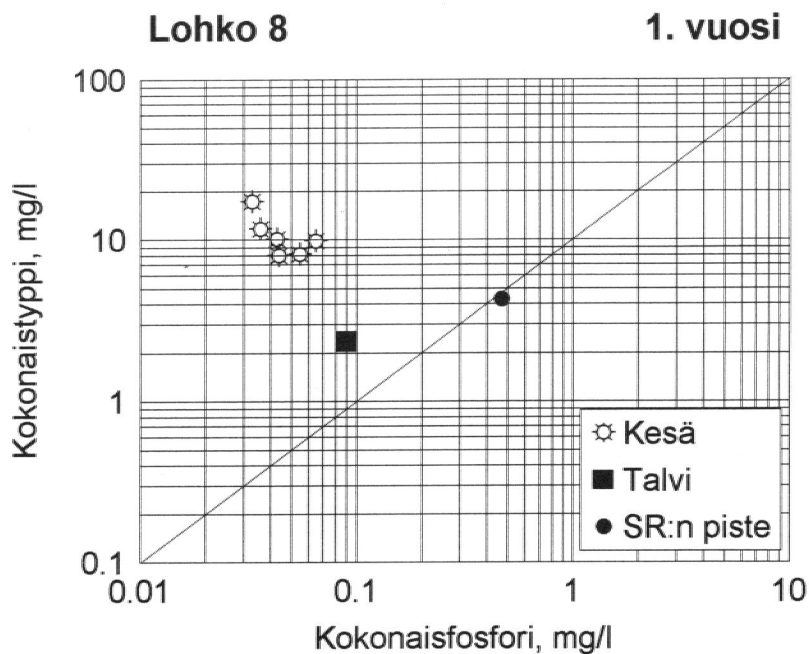
**Kuva 5.** Lohkon 5 salaojavesien kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l) ensimmäisenä ja toisena tutkimusvuonna. Vrt. kuva 1.



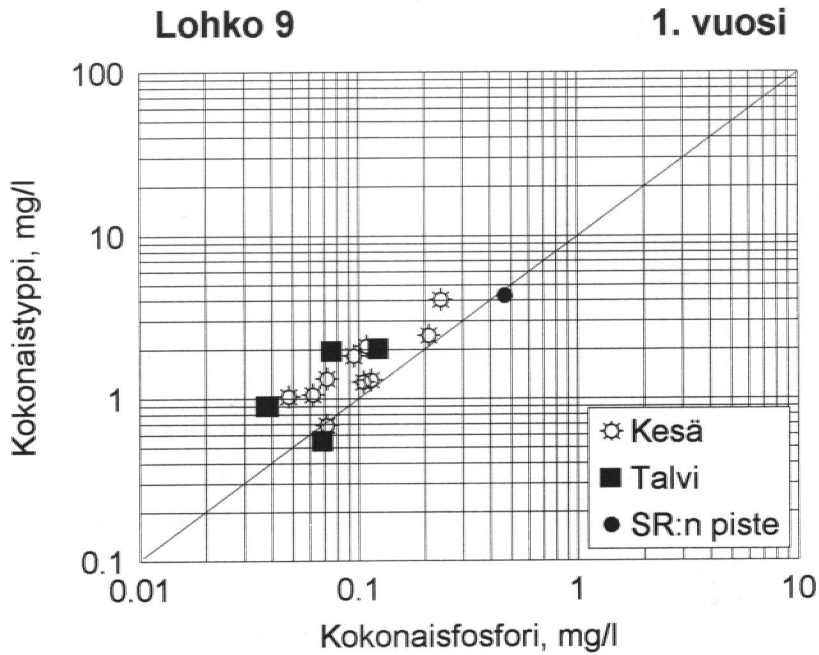
**Kuva 6.** Lohkon 6 salaojavesien kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l) ensimmäisenä ja toisena tutkimusvuonna. Vrt. kuva 1.

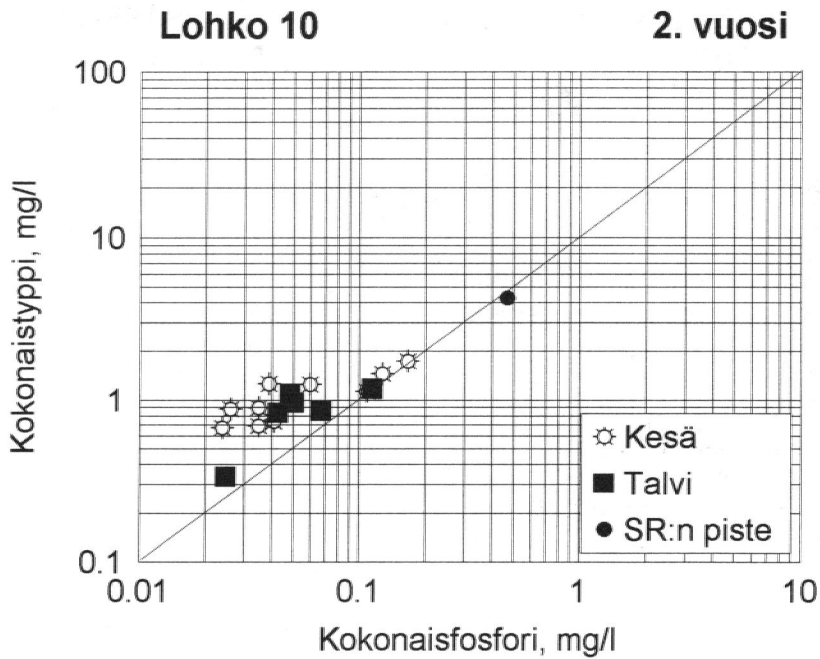
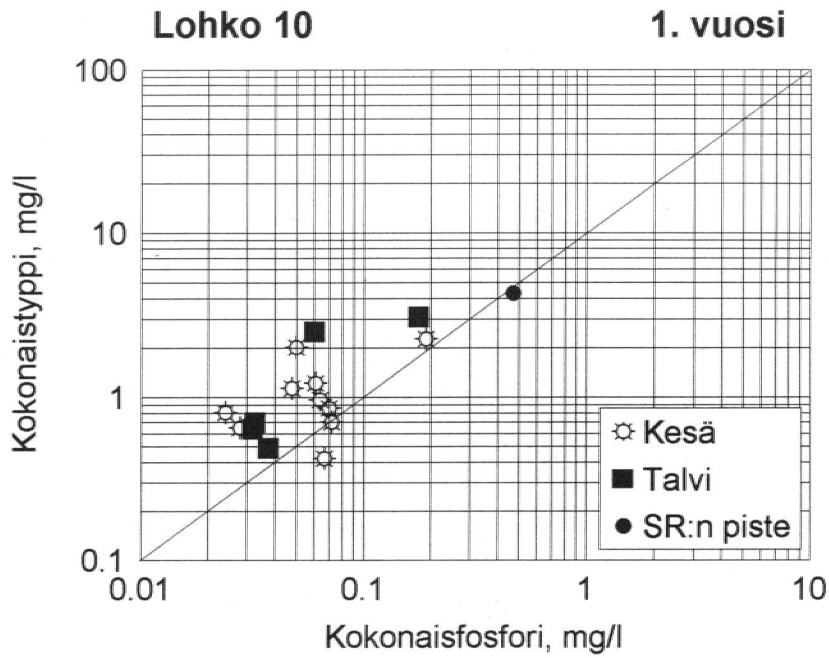


**Kuva 7.** Lohkon 7 salaojavesien kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l) ensimmäisenä ja toisena tutkimusvuonna. Vrt. kuva 1.



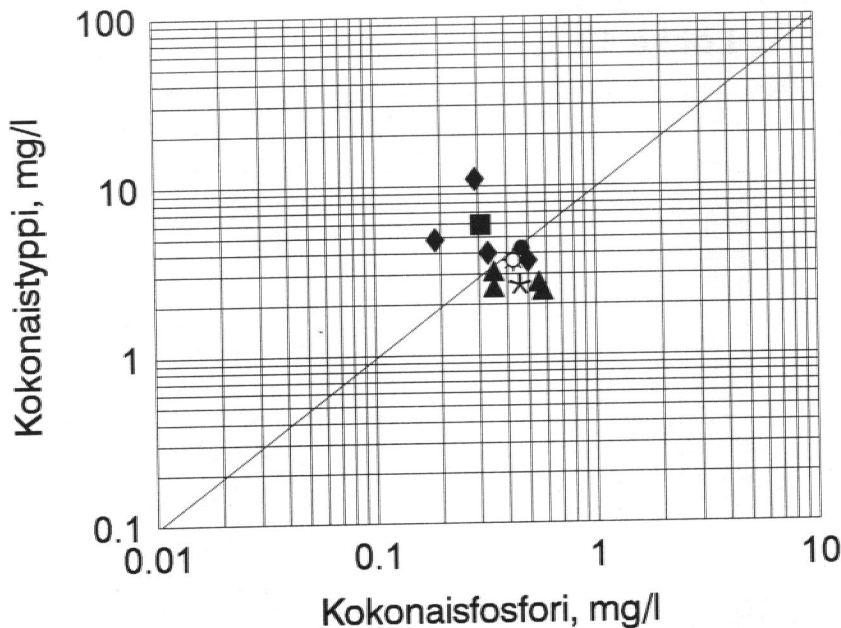
**Kuva 8.** Lohkon 8 salaojavesien kokonaistypppi- ja kokonaifosforipitoisuudet (mg/l) ensimmäisenä ja toisena tutkimusvuonna. Vrt. kuva 1.





**Kuva 10.** Lohkon 10 salaojavesien kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet (mg/l) ensimmäisenä ja toisena tutkimusvuonna. Vrt. kuva 1.





- ◆ Salaojavedet 1983 - 86
- ▲ Pintavedet 1983 - 86
- Salaojavedet kaikki
- \* Pintavedet kaikki
- ⊙ Kaikki
- SR:n piste

Kuva 11. Vuosina 1983–86 huuhtoutumiskentältä kerättyjen pinta- ja salaojavesinäytteiden kokonaistyppi- ja kokonaisfosforipitoisuuksien keskiarvot (Turtola & Jaakkola 1987).

sijoitustilan lohkoilla 7 ja 8 ylityksiä oli noin joka neljäs kerta. Viljatilalla kokonaistyypipitoisuudet olivat korkeita ensimmäisenä vuonna, mutta toisena vuonna vain joka viidennen näytteen tyypipitoisuus ylitti laskennallisen keskiarvon. Lohkolla 1 ensimmäisenä vuonna ja lohkoilla 2, 3 ja 6 eli koekentällä ja sikatilan mailla noin 70 % näytteistä sisälsi typpeä yli edellä kerrotun keskiarvon.

### 3.3 N/P -suhde

N/P -suhteen tarkastelun helpottamiseksi kuviin on piirretty viiva, joka kuvaa typen ja fosforin suhdetta vedessä silloin, kun se

on 10:1. Ensimmäisenä tutkimusvuonna vain yhdeksässä näytteessä N/P -suhde oli alle 10, jolloin typpi on rajoittavana tekijänä levien kasvuille. Toisenakin vuonna tällaisia tapauksia oli vain 13. Esimerkki näistä on lohkon 5 salaojavesi, jonka korkein fosforipitoisuus oli ensimmäisenä keväänä ennen heinämaan lannoitusta 0,95 mg/l ja sen N/P -suhteeksi saatiin 1,3:1. Tyypillisintä typenpuute on hevostilojen liepeillä. Kuivikkeena käytettävä sahanpuru voi imeä lannassa olleen typen niin tarkkaan, että vain fosfori jää huuhtoutumiselle alttiiksi (Jansson 1996). Näissä tapauksissa salaojavesien kokonaisfosforipitoisuudet ovat olleet korkeampia kuin tässä tutkimuksessa.

Suurimmassa osassa mukana olleista salaojavesistä N/P -suhde oli suurempi kuin 20, joten näiden vesien joutuminen vesistöön lisää sen fosforirajoitteisuutta. Kyseessä olivat karjatilat ja karjanlannasta huuhtoutuu helpommin tyypeä kuin fosforia. Lohkoilla 9 ja 10 salaojavesien N/P-suhdeluvut olivat lähes koko tutkimuksen ajan 10:n ja 20:n välillä eli tyyden ja fosforin pitoisuudet olivat tasapainoiset. Kotkanojan huuhtoutumiskentällä, jossa käytettiin vain väkilannoitteita, salaojavesien N/P -suhde oli noin 20 (Turtola & Jaakkola 1987). Rekolaisen *et al.* (1992) mukaan salaojasta tulevan veden N/P -suhde oli 10 sellaiselta valuma-alueelta, joka oli kokonaan peltoa.

## 4 Ravinnehuuhtoutumat salaojavesissä

### 4.1 Kokonaistyyppi

Kokonaistyypeä huuhtoutui salaojien kautta vähemmän heinä- kuin viljapelloilta. Ensimmäisenä tutkimusvuonna tyyppihuuhtoutumat olivat kaikilla lohkoilla pienempiä kuin toisena vuonna (Taulukko 5). Ensimmäisenä vuonna tyypeä huuhtoutui eniten koekenttänä olleelta lohkolta 6. Keväällä koko lohkolle levitettiin 600 kg/ha tyyppirikasta Y-lannosta (Taulukko 1). Koeruudut peittivät kuitenkin vain osan koko alasta ja käytävät pidettiin puhtaina rikkaruohoista, joten ruutujen välit olivat kuin lannoitettua avokesantoa. Tästä johtuneen, että lohkolta huuhtoutui kesäkuukausien aikana 8,3 kg/ha tyypeä eli enemmän kuin muilta lohkoilta.

Sianlietettä käyttävän karjatilan kolmelta viljalohkolta (1, 2, 3) huuhtoutui tyypeä vuoden aikana keskimäärin 6,2 kg/ha, kun viiden heinälohkon huuhtoutumien keskiarvo oli 3,4 kg/ha. Tarkkailussa mukana ollut viljatilan lohko 4, josta yli puolet oli viherkesantona, oli samalla tasolla heinä-

lohkojen kanssa. Toisena vuonna, jolloin salaojista valuneen veden määrät olivat lähes kaksinkertaiset, myös kokonaistyyden valumat olivat suurentuneet. Lisäys oli suurin lohkoilla 1, 2 ja 3. Sianlietteen syys- ja talvileivityksen jäljet sateille alttiilla kynnök-sellä näkyivät selvästi myös salaojavesien tyyppimäärissä. Tyyppihuuhtoutumat syksyllä kynnetyltä koekentältä (lohko 6) olivat kuitenkin lähes yhtä suuret (19,9 kg/ha). Heinälohkoista numero 5 sai kaikki lannoitteet pintaan, mutta lohkoille 7–10, jotka kaikki ovat saman tilan peltoja, lietalanta pääosin sijoitettiin nurmeen. Poikkeuksena oli lohko 7, jossa kasvoi nurmen lisäksi viljaa ja perunaa ja lietalanta levitettiin keväällä kynnöksele. Kuitenkin tyypeä huuhtoutui selvästi vähemmän karjatilojen heinä- kuin viljapelloista. Vertailuna olleelta viljatilan lohkolta kokonaistyyden huuhtoutuma oli 3,7 kg/ha.

Jokioisilla Kotkanojan huuhtoutumiskentällä, jossa on käytetty vain keinolannoitteita, on huuhtoutumia seurattu pitempänä ajanjaksona. Tyypeä on salaojavesien mukana huuhtoutunut siellä vuodesta riippuen 4,3–20 kg hehtaarilta (Turtola & Jaakkola 1987). Verrattaessa viljelijöiden pelloilta saatuja tuloksia edellä oleviin lukuihin ensimmäisenä vuonna salaojista puolet alitti kentältä saadut lukemat. Toisena vuonna suurin osa viljelijöiden peltojen huuhtoutumista oli samaa suuruusluokkaa. Vain lohkojen 1 ja 3 tyyppihuuhtoutumat olivat suurempia.

Koekentältä saatujen tulosten mukaan pelloilta huuhtoutuvasta kokonaistyypestä puolet tulee salaojien kautta, puolet pinta-valunnan mukana. Kahdella kerrottuna ensimmäisen vuoden kokonaistyyppi-huuhtoutuman vaihteluksi saadaan 3,2–27,0 kg/ha ja kymmenen salaojan tyyppihuuhtoutuman keskiarvoksi 10,4 kg/ha. Kahdesta ojasta mitatut arvot ylittivät Rekolaisen *et al.* (1992) valtakunnallisesti käyttämät luvut 7,6–20 kg/ha.

Rekolaisen *et al.* (1995) myöhempien tutkimusten mukaan Porvoonjoen valuma-alueen pelloilta tyyppihuuhtoutuma oli

**Taulukko 5.** Tuloksia salaojavesien ravinnehuuhtoutumista ajalta toukokuu 1993 – huhtikuu 1995. 1. kesä = 1.5.–30.9.93, 1. talvi = 1.10.93–30.4.94, 2. kesä = 1.5.–30.9.94, 2. talvi = 1.10.94–30.4.95.

Lohko	Kokonaistyyppi (kg/ha)			Kokonaistyyppi (kg/ha)		
	1. vuosi		Koko vuosi	2. vuosi		Koko vuosi
	1. kesä	1. talvi		2. kesä	2. talvi	
1	1,0	5,0	6,0	19,32	6,08	25,70
2	1,1	0,9	2,0	3,65	7,15	10,80
3	2,6	7,9	10,5	15,29	15,21	30,50
4	2,9	0,4	3,3	0,44	3,23	3,67
5	1,8	1,4	3,2	2,63	4,37	7,00
6	8,3	5,2	13,5	1,81	18,05	19,86
7	3,4	0,6	4,0	1,16	7,15	8,31
8	4,8	0,0	4,8	0,67	5,05	5,72
9	1,3	0,3	1,6	1,46	2,81	4,27
10	1,4	1,9	3,3	1,48	0,96	2,44

Lohko	Ammomiumtyppi (kg/ha)			Ammomiumtyppi (kg/ha)		
	1. vuosi		Koko vuosi	2. vuosi		Koko vuosi
	1. kesä	1. talvi		2. kesä	2. talvi	
1	0,022	0,066	0,088	0,207	0,101	0,308
2	0,008	0,008	0,016	0,025	0,063	0,088
3	0,017	0,118	0,135	0,037	0,149	0,186
4	0,006	0,004	0,010	0,004	0,045	0,049
5	0,016	0,033	0,049	0,035	0,296	0,331
6	0,047	0,216	0,263	0,014	0,181	0,195
7	0,006	0,091	0,097	0,010	0,363	0,373
8	0,011	0,001	0,012	0,004	0,169	0,173
9	0,034	0,008	0,042	0,068	0,180	0,248
10	0,034	0,256	0,290	0,049	0,085	0,134

Lohko	Nitraattityppi (kg/ha)			Nitraattityppi (kg/ha)		
	1. vuosi		Koko vuosi	2. vuosi		Koko vuosi
	1. kesä	1. talvi		2. kesä	2. talvi	
1	0,083	4,423	5,248	14,245	5,680	19,930
2	0,891	0,738	1,629	2,675	6,500	9,180
3	2,291	6,434	8,725	13,120	14,660	27,780
4	2,155	0,317	2,472	0,317	3,087	3,404
5	1,095	0,849	1,944	1,442	3,325	4,770
6	6,565	3,763	10,328	1,541	16,728	18,269
7	2,975	0,436	3,411	1,055	5,994	7,049
8	2,483	0,025	2,508	0,609	4,301	4,910
9	0,847	0,135	0,982	0,313	1,541	1,854
10	0,871	0,807	1,679	0,601	0,197	0,798

Taulukko 5. (jatkoa)

Lohko	Kokonaisfosfori (g/ha)			Kokonaisfosfori (g/ha)		
	1. vuosi		Koko vuosi	2. vuosi		Koko vuosi
	1. kesä	1. talvi		2. kesä	2. talvi	
1	42	169	229	1427	253	1680
2	31	20	51	212	177	389
3	19	157	176	151	345	496
4	70	16	86	59	208	267
5	270	128	398	218	250	369
6	57	160	217	104	344	448
7	10	20	30	8	188	196
8	26	1	27	8	182	190
9	76	20	96	167	127	294
10	112	107	219	139	49	188

Lohko	Liukoinen fosfori (g/ha)			Liukoinen fosfori (g/ha)		
	1. vuosi		Koko vuosi	2. vuosi		Koko vuosi
	1. kesä	1. talvi		2. kesä	2. talvi	
1	14	92	107	142	146	288
2	7	6	13	12	36	48
3	9	77	86	20	91	111
4	19	5	24	5	9	84
5	93	43	136	81	248	329
6	19	54	73	19	154	173
7	4	4	8	3	95	98
8	14	1	15	3	123	126
9	23	4	27	54	41	95
10	27	5	32	44	19	63

22 kg/ha, Aurajoen rantapelloilta 12–13 kg/ha ja Uskelanjoen rantapelloilta 6–11 kg/ha. Ensimmäisenä tutkimusvuonna Jokioisten ja Tammelan kymmenestä lohokosta seitsemän pääsi Uskelanjoen valuma-alueen tasolle. Toisena vuonna vain kolmen lohkon typpihuuhtoutuma oli alle 11 kg/ha. Toisen vuoden kaksi korkeinta salaojista mitattua kokonaistyppihuuhtoutumaa (lohkot 1 ja 3) kerrottuna kahdella ylittivät jopa Alankomaissa pitkäaikaisissa mittauksissa saadun keskiarvon, 40 kg typpeä hehtaarilta (Kolenbrander 1969). Lä-

hempi tarkastelu osoitti, että molemmat lohkot oli kynnetty syyskuun lopulla ja lokakuun kolmantena päivänä Jokioisilla satoi 21 mm, minkä seurauksena koko kesän vähäisenä pysynyt typpihuuhtoutuma tuli molemmilta lohkoilta lähes kokonaan lokakuussa. Lohkon 1 typpihuuhtoutuma oli lokakuussa 19 kg/ha ja lohkon 3 typpihuuhtoutuma 15 kg/ha kahden valuntamittauksen ja kahden näytteen perusteella. Lohkon 3 salaoja oli tätä ennen ollut kuivana kolme ja puoli kuukautta.

## 4.2 Ammoniumtyppi

Salaojavesien tyypestä on tavallisesti vain pieni osa ammoniumtyyppinä. Esimerkiksi Kotkanojan huuhtoutumiskentällä ammoniumtyyppiä oli vain 5 prosenttia kokonaistyypestä (Turtola & Jaakkola 1987). Tutkimuksessa mukana olleiden salaojavesien tyypestä oli ensimmäisenä vuonna ammoniumtyyppiä 0,3–2,6 %, poikkeuksena lohko 10, jossa ammoniumtyypin osuus oli 8,8 %. Toisena vuonna osuudet vaihtelivat 0,6:sta 5,8:aan prosenttiin, ja vilja- ja heinälohkojen ero oli selvempi. Viljalohkoilla ammoniumtyypin osuus oli vain 0,6–1,3 %, kun nurmilohkoilla vastaavat luvut olivat 3,0–5,8 %.

## 4.3 Nitraattityppi

Ensimmäisenä vuonna kuuden salaojan vedessä oli kokonaistyypestä 75 prosenttia tai enemmän nitraattityyppinä. Neljällä nurmilohkolla nitraattityypin osuus oli puolet tai vähän enemmän. Toisena vuonna sen osuus oli viljapelloilla suurempi kuin ensimmäisenä, mutta heinäpelloilla oli tapahtunut muutoksia molempiin suuntiin. Heinälohkojen alhaisemmat nitraattipitoisuudet viittaavat siihen, että monivuotinen nurmi pystyy viljoja paremmin käyttämään maaperän typpivaroja hyödykseen (Turtola & Jaakkola 1985). Aikaisemmissa tutkimuksissa on myös havaittu, että salaojavesien tyypestä suurin osa on nitraattityyppinä. Turtolan & Jaakkolan (1987) tutkimuksissa nitraattityypin osuus oli noin 90 prosenttia.

Viljelijöiden pelloilla nitraattihuuhtoutumien määrät vaihtelivat suuresti eri salaojalohkojen välillä. Ensimmäisenä vuonna vaihtelu oli 0,98–10,33 kg/ha ja toisena vuonna 0,80–27,78 kg/ha. Toisen vuoden suurimmat määrät huuhtoutuivat lohkoilta 3 ja 1. Myös lohkon 6 nitraattimäärä oli kolminkertainen verrattuna Kotkanojan kentällä, ohralla olleelta lohkolta mitattuun määrään, 6,3 kg/ha (Turtola & Jaakkola 1987). Ensimmäisenä

vuonna tämän lannoitettua kesantoa muistuttavan koekentän nitraattihuuhtoutuma oli vuoden suurin (10,3 kg/ha).

Kanadassa Ontariossa, jossa talvi on lyhyempi kuin meillä, on maissipellon salaojista huuhtoutunut nitraattityyppiä 5,6–15,1 kg/ha vuodessa (Bolton *et al.* 1970). Nurmikkopelloilta oli nitraattityyppiä huuhtoutunut vain 0,3–0,7 kg/ha/vuosi. Näin alhaisiin nitraattityypin huuhtoutumiin ei Jokioisten ja Tammelan heinäpelloilla päästy, mutta alle 15 kg/ha/vuosi jäivät ensimmäisenä vuonna kaikki lohkot ja toisenakin vuonna seitsemän kymmenestä lohkoista.

Ruotsissa tehdyissä kokeissa salaojavesien mukana huuhtoutuneen nitraattityypin määrät ovat vaihdelleet suuresti kasvusta ja vuosien säävaihteluista riippuen. Nurmilla vaihtelua on ollut enemmän kuin viljoilla (Bergström 1987). Kaurapellon suurin huuhtoutuma Ruotsissa oli 27 kg/ha/vuosi. Tutkimuksessani lohkon 3 nitraattityppi huuhtoutuma oli vajaan kilogramman verran tätäkin korkeampi.

## 4.4 Kokonaisfosfori

Ensimmäisenä koevuonna (Taulukko 5) viljelijöiden pelloilla kahdeksan salaojalohkon kokonaisfosforin huuhtoutuma jäi alle 230 gramman hehtaarilta. Tämä luku on Jokioisilla Kotkanojan huuhtoutumiskentällä salaojavesien mukana tulleen fosforihuuhtoutuman keskiarvo vuosina 1983–86 vuosivaihtelun ollessa 0,10–0,35 kg/ha (Turtola & Jaakkola 1987). Huuhtoutumiskentältä mitatut määrät ylittyivät vain lohkolle 5, joka oli nurmea ja jota kuivan alkukesän takia sadetettiin. Elokuulla sattuneet paikalliset ukkoskuurot aiheuttivat erittäin runsaan valuman. Näytteitä otettaessa vesi oli savista ja vaahoavaa ja sen fosforipitoisuus oli korkea. Kesäkauden kokonaisfosforin huuhtoutumaksi lohkolle 5 saatiin 270 g/ha, kun samanaikaisesti kaikkien kymmenen lohkon koko vuoden keskiarvo oli 153 g fosforia hehtaarilta.

Toisena tutkimusvuonna kokonaisfosforin huuhtoutumat salaojavesissä olivat kolminkertaiset ensimmäiseen vuoteen verrattuna. Huuhtoutumiskentän keskiarvon alapuolelle jäi vain kolme lohkoa (7, 8, 10), jotka kaikki sijaitsevat lietalannan ”sijoi-tustilalla”. Lokakuinen 21 mm:n vuoro-kautinen sade vaikutti eniten lohkoon 1, joka on karjasuojan alapuolella oleva rin-nepelto. Myöhäinen sianlietteen levitys lohkolle 3 näkyi myös talven salaojavesissä ja erikoisesti huhtikuun runsaissa ravinne-huuhtoutumissa. Rekolaisen *et al.* (1992) mukaan pelloilta huuhtoutuu fosforia 0,9–1,8 kg/ha vuodessa. Turtolan & Jaak-kolan (1985) tutkimusten mukaan viljapel-lon fosforista 1/3 tulee salaojien kautta ja nurmien fosforista vain 1/5. Valtakunnal-lisesti käytössä olevista luvuista teoreetti-sesti laskien kolmasosa vaihteluarvoista on 0,3–0,6 kg/ha/vuosi ja viidennes 0,18–0,36 kg/ha/vuosi. Ensimmäisenä vuonna vilje-lijoiden viljapelloilta huuhtoutui vain puolet teoreettisesti laskettujen määrien ala-rajasta. Toisen vuoden keskiarvo ylitti ylä-ajan 56 grammalla, mikä johtui lohkon 1 suuresta huuhtoutumasta. Heinälohkojen fosforihuuhtoutumien keskiarvot olivat en-simmäisenä vuonna pienemmät kuin val-takunnallisesti lasketut ja toisena vuonna ne olivat lähes samansuuruiset.

Etelä-Suomen jokien valuma-alueilta mitatut peltoalueiden fosforihuuhtoutu-mat vaihtelivat Porvoonjoen yhdestä kilogrammasta hehtaarilta Aura- ja Van-taanjoen 1,7 kilogrammaan hehtaarilta (Rekolainen *et al.* 1995). Näin laskien Jo-kioisten ja Tammelan karjatilojen peltojen fosforihuuhtoutumat olivat ensimmäisenä kesänä pienempiä kuin Porvoonjoen val-uma-alueella. Toisena vuonna ne yltivät lähes Aurajoen lukemiin.

## 4.5 Liukoinen fosfori

Huuhtoutuneen liukoisin fosforin määrät salaojavesissä vaihtelivat suuresti eri loh-koilla. Ensimmäisenä vuonna määrät olivat

pienempiä (8–136 g/ha/a) ja toisena vuonna runsaampia (63–329 g/ha/a). Eniten liu-koista fosforia huuhtoutui molempina vuo-sina lohkolta 5, joka on nurmea. Aikaisempien tutkimusten mukaan kaikki-en viljapelloilta valuvien vesien - siis sekä salaojien kautta että pintavesien mukana tulleiden - kokonaisfosforista vain kol-masosa on liukoista (Turtola & Jaakkola 1985). Nurmilta huuhtoutuneesta fosforista voi liukoista olla jopa kaksi kolmannesta (Hartikainen 1981). Tässä tutkimuksessa liukoisin fosforin osuus huuhtoutuneesta kokonaisfosforista vaihteli ensimmäisenä vuonna 15–56 prosenttiin (keskiarvo 34 %) ja toisena 12:sta 89 prosenttiin. Toisena vuonna viljalohkojen salaojien fosforista oli vain 24 prosenttia liukoista, nurmilla vas-taava luku oli 54 %. Nämä osuudet ovat pienempiä kuin edellä mainitut, mutta nämä ovatkin salaojavesien pitoisuuksia. Liukoisin fosforin osuuden on todettu ole-van suuremman pinta- kuin salaojavesissä (Turtola & Jaakkola 1987).

## 5 Päätelmät

Sääolot vaikuttavat suuresti pelloilta valu-van veden määrään. Lämmin ja sateinen talvi 1994–95 lisäsi selvästi salaojienkin va-lumia. Pakkastalvena 1993–94 osa salaojien laskuaukoista oli osan talvea jäässä. Toisaal-ta kuumat ja sateettomat jaksot kuten kesäl-lä 1993 ja elo-syyskuussa 1994 vähentävät merkittävästi kokonaisvalumien määriä, koska salaojat kuivuvat. Viimeiset pisarat ennen salaojan kuivumista ja toisaalta en-simmäiset kuivana olemisen jälkeen ovat runsasravinteisempia kuin vedet tulvien ai-kaan. Vuodet eivät ole samanlaisia, mutta yleensä rajuimmat valumat ja runsaimmat huuhtoutumat tulevat keväällä ja syksyl-lä. Tutkimuksessa oli mukana karjatilaja, minkä vuoksi salaojavesien typpipitoisuu-det olivat suhteellisesti korkeammat kuin fosforipitoisuudet. Typen ja fosforin suhde-luku 10:1 alittui ensimmäisenä vuonna yh-

deksän ja toisena vuonna 13 kertaa. Näytettä otettiin kaikkiaan 301.

Salaojavesien kokonaistyyppipitoisuudet viljelijöiden peltolohkoilla olivat suurimaksi osaksi alhaisempia kuin huuhtoutumiskentän neljän vuoden keskiarvo 6,0 mg N/l. Aikaisempien tutkimusten mukaan salaojavesien tyyppipitoisuudet ovat suurempia kuin pintavesien. Koska tämän tutkimuksen ensimmäisenä vuonna otetuista 154 salaojavesinäytteestä kahden kolmasosan kokonaistyyppipitoisuus oli alhaisempi kuin valtakunnallisten valumavesien keskiarvo, 4,29 mg/l, ja toisenakin vuonna 147 näytteestä 76:n pitoisuus alittsen, täytyy Jokioisten vesistöjen tyyppipitoisuuden olla alhaisempi kuin Suomessa keskimäärin.

Typeä huuhtoutui heinäpeltojen salaojavesiin vähemmän kuin viljalohkojen salaojavesiin. Tutkimuksessa ei selvitetty, miten paljon tähän vaikutti lietalannan sijoittaminen nurmeen. Sianlietteen levityksellä syyskynnön yhteydessä oli selvä vaikutus talvella salaojista tulleen veden tyyppipitoisuuteen. Myös talvilevitys kohotti salaojavesien tyyppipitoisuutta. Viljelijöiden peltöjen salaojavesien fosforipitoisuudet olivat yleensä pienempiä kuin huuhtoutumiskentän salaojavesien. Myös salaojavesissä huuhtoutuneet fosforimäärät olivat joko pienempiä tai samansuuruisia kuin ne keskiarvot, joiden mukaan koko maata koskevat vesienkuorimitukset maatalouden osalta lasketaan.

## Kirjallisuus

---

**Bergström, L.** 1987. Nitrate leaching and drainage from annual and perennial crops in tile-drained plots and lysimeters. *Journal of Environmental Quality* 16: 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* 50: 275–279.

**Chiaudani, G. & Vighi, M.** 1974. The N:P ratio and tests with Selenastrum to predict eutrophication in lakes. *Water Research* 8: 1063–1069.

**Hartikainen, H.** 1981. Keinot maatalouden vesien-suojelun edistämiseksi. 1. Maanviljelys. Turku Lounais-Suomen vesien-suojeluyhdistys r.y. Julkaisu 49.

**Jansson, H.** 1996. Suullinen tiedonanto. Maatalouden tutkimuskeskus, Ympäristötutkimuslaitos.

**Kolenbrander, G.J.** 1969. Nitrate content and nitrogen loss in drain-water. *Netherlander Journal of Science*. 17: 246–255.

**Niinioja, R.** 1993. Lietelannan levitys ja huuhtoutuminen. Helsinki. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja, sarja A, nro 150. Vesi- ja ympäristöhallitus. Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri.

**Rekolainen, S.** 1989. Phosphorus and nitrogen load from forest and agricultural areas in Finland. *Aqua Fennica* 19: 95–107.

**Rekolainen, S., Kauppi, L. & Turtola, E.** 1992. Maatalous ja vesien tila. MAVEROn loppuraportti. Luonnonvarajulkaisuja 15. 61 p.

**Rekolainen, S., Pitkänen, H., Bleeker, A. & Siet-ske, F.** 1995. Nitrogen and phosphorus fluxes from Finnish agricultural areas to Baltic sea. *Nordic Hydrology* 26: 55–72.

**SFS 3025.** Fosfaatin määrittäminen vedestä. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki 1986. 10 p.

**SFS 3026.** Kokonaisfosforin määrittäminen vedestä. Uutto peroksidisulfaattilla. Suomen standardisoimisliitto. Helsinki 1986. 11 p.

**SFS 3030.** Nitriitti- ja nitraattitypen 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. & Jaakkola, A.** 1985. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 6. 43 p. (ISSN 0359-7672)

**Turtola, E. & Jaakkola, A.** 1987. Viljelykasvin vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä v. 1983–1986. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 22. 34 p (ISSN- 0359-7672)

**Urvas, L.** 1994. Salaojavesien ravinnehuuhtoutumat karjataloilla. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 15. 32 p. (ISSN 0359-7672)

**Urvas, L.** 1995. Salaojavesien huuhtoutumat suurimmillaan huhtikuussa. Koetoiminta ja käytäntö 52 (28.3.1995).

**Ympäristöministeriö & Vesi- ja ympäristöhallitus** 1993. Ympäristön tila Suomessa. 51 piirtoheitinkalvoa. (Eeva-Liisa Hallanaro & Erik Wahlström, eds.)





LIITE 1  
1(4)

Salaojavesien ravinnepitoisuudet (mg/l) lohkoittain toukokuulta 1993 huhtikuulle 1994  
(0-havainto = salaoja kuiva)

Lohko	Pinta-ala	Valuma ml	s.	Liukoinen fosfori	Kokonais- fosfori	NH <sup>4</sup> -typpi	NO <sup>3</sup> -typpi	Kokonais- typpi	Näytteenoton ajankohta
1	2.65	1015	5	0.019	0.074	0.09	2.9	3.03	5.5.1993
1	2.65	710	10	0.024	0.067	0.025	2.197	2.45	17.5.1993
1	2.65	300	10	0.036	0.046	0.01	2.686	3.38	31.5.1993
1	2.65	310	20	0.051	0.051	0.032	2.67	3.17	14.6.1993
1	2.65	500	60	0.027	0.047	0.018	2.763	3.11	28.6.1993
1	2.65	175	30	0.022	0.028	0.025	1.298	1.6	12.7.1993
1	2.65	280	60	0.022	0.039	0.27	0.89	1.35	26.7.1993
1	2.65	230	60	0.006	0.025	0.001	0.555	0.91	10.8.1993
1	2.65	1380	5	0.052	0.165	0.036	0.915	1.5	23.8.1993
1	2.65	400	5	0.031	0.06	0.031	1.313	1.76	6.9.1993
1	2.65	460	20	0.026	0.036	0.011	1.969	2.07	20.9.1993
1	2.65	275	20	0.019	0.021	0.045	2.145	2.2	4.10.1993
1	2.65	1085	5	0.022	0.08	0.055	2.174	2.63	18.10.1993
1	2.65	340	10	0.012	0.033	0.02	1.685	2.22	16.11.1993
1	2.65	540	10	0.012	0.024	0.03	1.424	2.15	14.12.1993
1	2.65	1150	5	0.029	0.065	0.032	2.538	2.74	17.1.1994
1	2.65	180	5	0.011	0.023	0.005	1.666	1.67	16.2.1994
1	2.65	0	0	0	0	0	0	0	16.3.1994
1	2.65	1150	1	0.075	0.15	0.05	3.24	3.68	15.4.1994
2	6.85	1140	10	0.019	0.08	0.04	4.8	5.65	5.5.1993
2	6.85	990	20	0.024	0.064	0.005	5.192	6.38	17.5.1993
2	6.85	290	10	0.051	0.056	0.015	4.64	7.04	31.5.1993
2	6.85	410	20	0.058	0.058	0.034	3.776	5.8	14.6.1993
2	6.85	270	30	0.05	0.05	0.03	5.94	6.2	28.6.1993
2	6.85	105	60	0.049	0.052	0.01	5.51	5.55	12.7.1993
2	6.85	75	60	0.038	0.1	0.1	6.34	8.13	26.7.1993
2	6.85	90	180	0.017	0.161	0.006	2.205	3.3	10.8.1993
2	6.85	1550	5	0.045	0.238	0.05	3.12	3.73	23.8.1993
2	6.85	830	5	0.041	0.137	0.026	3.348	4.86	6.9.1993
2	6.85	500	20	0.045	0.054	0.011	5.6	6.35	20.9.1993
2	6.85	370	20	0.02	0.04	0.04	4.309	6.1	4.10.1993
2	6.85	1770	5	0.026	0.178	0.055	6.255	8.05	18.10.1993
2	6.85	215	10	0.031	0.043	0.026	4.79	6.9	16.11.1993
2	6.85	320	10	0.03	0.07	0.046	2.822	3.79	14.12.1993
2	6.85	2050	5	0.035	0.117	0.044	4.14	4.74	17.1.1994
2	6.85	0	0	0	0	0	0	0	16.2.1994
2	6.85	0	0	0	0	0	0	0	16.3.1994
2	6.85	0	0	0	0	0	0	0	15.4.1994
3	3.86	735	10	0.019	0.05	0.024	7.296	8.1	5.5.1993
3	3.86	320	10	0.022	0.059	0.01	8.624	10.2	17.5.1993
3	3.86	320	20	0.052	0.056	0.01	3.2	9.15	31.5.1993
3	3.86	240	20	0.061	0.067	0.01	7.8	8.56	14.6.1993
3	3.86	120	30	0.034	0.051	0.013	8.723	10.15	28.6.1993
3	3.86	0	0	0	0	0	0	0	12.7.1993
3	3.86	160	300	0.044	0.058	0.013	10.868	13.4	26.7.1993
3	3.86	0	0	0	0	0	0	0	10.8.1993
3	3.86	1050	5	0.058	0.144	0.17	8.84	11.4	23.8.1993
3	3.86	670	5	0.036	0.068	0.074	9.62	10	6.9.1993
3	3.86	620	20	0.042	0.043	0.011	9.184	9.98	20.9.1993
3	3.86	400	20	0.032	0.032	0.025	8.34	9.64	4.10.1993
3	3.86	1150	5	0.026	0.046	0.03	11.815	12.3	18.10.1993
3	3.86	180	10	0.03	0.043	0.019	8.08	9.82	16.11.1993
3	3.86	225	20	0.035	0.043	0.019	7.94	10.9	14.12.1993

Salaojavesien ravinnepitoisuudet (mg/l) lohkoittain toukokuulta 1993 huhtikuulle 1994  
(0-havainto = salaoja kuiva)

Lohko	Pinta-ala	Valuma		Liukoinen	Kokonais-	NH <sup>4</sup> -typpi	NO <sup>3</sup> -typpi	Kokonais-	Näytteenoton
		ml	s.	fosfori	fosfori			typpi	ajankohta
3	3.86	950	5	0.176	0.251	0.069	7.107	8.31	17.1.1994
3	3.86	110	10	0.03	0.041	0.001	6.279	7.38	16.2.1994
3	3.86	0	0	0	0	0	0	0	16.3.1994
3	3.86	1350	1	0.058	0.135	0.12	5.84	7.25	15.4.1994
4	5.3	585	5	0.016	0.049	0.03	5.952	6.8	5.5.1993
4	5.3	350	10	0.019	0.056	0.01	5.36	7.45	17.5.1993
4	5.3	250	20	0.044	0.051	0.01	4.16	8.08	31.5.1993
4	5.3	190	30	0.054	0.06	0.008	5.79	6.44	14.6.1993
4	5.3	150	60	0.046	0.051	0.01	5.46	6.85	28.6.1993
4	5.3	50	60	0.047	0.047	0.03	6.76	6.9	12.7.1993
4	5.3	400	30	0.042	0.073	0.009	5.434	5.44	26.7.1993
4	5.3	270	10	0.042	0.061	0.001	7.224	10.7	10.8.1993
4	5.3	1200	2	0.09	0.393	0.02	7.8	10.8	23.8.1993
4	5.3	635	5	0.054	0.076	0.01	7.03	9.7	6.9.1993
4	5.3	460	10	0.048	0.054	0.005	8.736	12.4	20.9.1993
4	5.3	500	20	0.038	0.045	0.02	7.784	8.69	4.10.1993
4	5.3	1510	5	0.042	0.151	0.025	6.672	8.2	18.10.1993
4	5.3	300	10	0.036	0.038	0.014	6.85	8.55	16.11.1993
4	5.3	190	10	0.031	0.051	0.021	3.21	4.71	14.12.1993
4	5.3	810	5	0.05	0.18	0.049	2.187	3.12	17.1.1994
4	5.3	100	20	0.03	0.042	0.001	2.967	2.81	16.2.1994
4	5.3	0	0	0	0	0	0	0	16.3.1994
4	5.3	0	0	0	0	0	0	0	15.4.1994
5	4.95	850	5	0.005	0.95	0.014	1.168	1.24	5.5.1993
5	4.95	750	5	0.006	0.036	0.011	0.56	0.73	17.5.1993
5	4.95	440	5	0.014	0.032	0.01	0.448	0.67	31.5.1993
5	4.95	1450	5	0.151	0.29	0.05	6.05	8.4	14.6.1993
5	4.95	445	10	0.015	0.025	0.04	0.42	0.66	28.6.1993
5	4.95	310	10	0.015	0.024	0.01	0.55	0.61	12.7.1993
5	4.95	380	10	0.006	0.024	0.02	0.38	0.72	26.7.1993
5	4.95	340	10	0.006	0.027	0.006	0.336	0.57	10.8.1993
5	4.95	1400	1	0.223	0.567	0.02	1.25	2.65	23.8.1993
5	4.95	550	5	0.011	0.028	0.01	0.651	0.67	6.9.1993
5	4.95	780	10	0.005	0.008	0.011	0.493	0.77	20.9.1993
5	4.95	720	10	0.005	0.01	0.02	0.504	0.52	4.10.1993
5	4.95	1500	5	0.055	0.17	0.045	1.483	1.91	18.10.1993
5	4.95	950	10	0.004	0.017	0.025	0.616	0.75	16.11.1993
5	4.95	720	5	0.004	0.018	0.018	0.767	0.89	14.12.1993
5	4.95	1000	5	0.016	0.032	0.039	0.915	1.05	17.1.1994
5	4.95	190	1	0.004	0.026	0.01	0.601	0.69	16.2.1994
5	4.95	900	5	0.005	0.026	0.04	0.283	0.6	16.3.1994
5	4.95	1000	1	0.076	0.224	0.04	1.1	2.08	15.4.1994
6	3.03	590	10	0.02	0.053	0.084	15.36	36.7	5.5.1993
6	3.03	320	10	0.022	0.061	0.12	16	24.1	17.5.1993
6	3.03	300	30	0.055	0.064	0.018	17.04	21.3	31.5.1993
6	3.03	155	30	0.059	0.059	1.8	16.64	18.96	14.6.1993
6	3.03	180	30	0.054	0.059	0.15	15.08	16.84	28.6.1993
6	3.03	430	300	0.067	0.074	0.18	14.56	16.76	12.7.1993
6	3.03	120	30	0.057	0.1	0.018	17.16	20.6	26.7.1993
6	3.03	200	60	0.058	0.096	0.078	2.73	3.46	10.8.1993
6	3.03	1590	5	0.074	0.16	0.13	15.54	17.54	23.8.1993
6	3.03	500	10	0.025	0.043	0.018	19.163	19.28	6.9.1993
6	3.03	400	20	0.028	0.04	0.001	11.2	20.5	20.9.1993



Salaojavesien ravinnepitoisuudet (mg/l) lohkoittain toukokuulta 1993 huhtikuulle 1994  
(0-havainto = salaoja kuiva)

Lohko	Pinta-ala	Valuma ml	s.	Liukoinen fosfori	Kokonais- fosfori	NH <sup>4</sup> -typpi	NO <sup>3</sup> -typpi	Kokonais- typpi	Näytteenoton ajankohta
9	1.8	0	0	0	0	0	0	0	10.8.1993
9	1.8	2100	5	0.076	0.239	0.03	2.79	4.04	24.8.1993
9	1.8	460	10	0.034	0.109	0.254	0.629	2.08	6.9.1993
9	1.8	570	60	0.014	0.062	0.348	0.268	1.05	21.9.1993
9	1.8	140	20	0.006	0.048	0.205	0.244	1.02	4.10.1993
9	1.8	550	10	0.029	0.095	0.159	1.05	1.82	19.10.1993
9	1.8	180	20	0.009	0.039	0.14	0.274	0.9	16.11.1993
9	1.8	190	190	0.005	0.038	0.092	0.26	0.9	14.12.1993
9	1.8	300	30	0.019	0.076	0.05	1.101	1.96	17.1.1994
9	1.8	90	20	0.005	0.069	0.13	0.235	0.55	16.2.1994
9	1.8	0	0	0	0	0	0	0	16.3.1994
9	1.8	1050	10	0.022	0.124	0.03	0.78	2.02	15.4.1994
10	4.0	1180	5	0.005	0.067	0.096	0.24	0.42	6.5.1993
10	4.0	870	10	0.002	0.05	0.2	0.949	2.01	17.5.1993
10	4.0	320	30	0.019	0.072	0.285	0.238	0.7	1.6.1993
10	4.0	300	60	0.033	0.07	0.366	0.368	0.86	14.6.1993
10	4.0	145	60	0.037	0.061	0.21	0.682	1.22	28.6.1993
10	4.0	0	0	0	0	0	0	0	12.7.1993
10	4.0	0	0	0	0	0	0	0	27.7.1993
10	4.0	0	0	0	0	0	0	0	10.8.1993
10	4.0	1940	1	0.046	0.191	0.01	1.46	2.27	24.8.1993
10	4.0	1250	5	0.02	0.064	0.104	0.388	0.96	6.9.1993
10	4.0	500	10	0.009	0.028	0.127	0.268	0.65	21.9.1993
10	4.0	500	20	0.005	0.024	0.13	0.417	0.8	4.10.1993
10	4.0	1670	5	0.018	0.048	0.084	0.639	1.13	19.10.1993
10	4.0	260	10	0.024	0.032	0.039	0.315	0.64	16.11.1993
10	4.0	350	30	0.007	0.033	0.098	0.369	0.7	14.12.1993
10	4.0	650	20	0.022	0.061	0.024	2.159	2.51	17.1.1994
10	4.0	140	10	0.013	0.038	0.043	0.358	0.49	16.2.1994
10	4.0	0	0	0	0	0	0	0	16.3.1994
10	4.0	2100	2	0.007	0.178	0.43	1.28	3.09	15.4.1994

Salaojavesien ravinnepitoisuudet (mg/l) lohkoittain toukokuulta 1994 huhtikuulle 1995  
(0-havainto = salaoja kuiva)

Lohko	Pinta-ala	Valuma		Liukoinen	Kokonais-	NH <sup>4</sup> -typpi	NO <sup>3</sup> -typpi	Kokonais-	Näytteenoton
		ml	s.	fosfori	fosfori			typpi	ajankohta
1	2.65	740	5	0.015	0.021	0.06	1.23	1.4	11.5.1994
1	2.65	320	5	0.016	0.037	0.067	1.207	1.35	25.5.1994
1	2.65	670	10	0.022	0.044	0.023	1.444	1.52	8.6.1994
1	2.65	410	10	0.017	0.04	0.007	1.537	1.61	22.6.1994
1	2.65	690	30	0.018	0.026	0.028	1.441	1.49	6.7.1994
1	2.65	385	60	0.017	0.038	0.026	0.772	0.926	20.7.1994
1	2.65	260	60	0.021	0.102	0.016	3.823	4.26	3.8.1994
1	2.65	195	60	0.007	0.026	0.011	0.491	0.532	18.8.1994
1	2.65	70	60	0.004	0.037	0.011	0.596	0.712	31.8.1994
1	2.65	210	5	0.019	0.037	0.016	0.594	0.712	14.9.1994
1	2.65	280	60	0.159	0.194	0.1	3.95	4.4	27.9.1994
1	2.65	1340	2	0.08	1.44	0.07	6.541	11.2	12.10.1994
1	2.65	2500	1	0.1	0.859	0.156	10.523	13.7	12.10.1994
1	2.65	420	5	0.032	0.044	0.037	2.362	2.68	14.11.1994
1	2.65	1480	5	0.027	0.035	0.063	3.298	3.361	15.12.1994
1	2.65	1780	5	0.071	0.117	0.057	4.757	4.814	17.1.1995
1	2.65	680	10	0.059	0.066	0.081	1.406	1.7	15.2.1995
1	2.65	1350	5	0.01	0.03	0.015	0.648	0.904	15.3.1995
1	2.65	5200	2	0.16	0.28	0.073	3.766	4.48	18.4.1995
2	6.85	550	10	0.024	0.044	0.06	5.66	5.94	11.5.1994
2	6.85	350	20	0.033	0.054	0.056	4.587	4.705	25.5.1994
2	6.85	270	20	0.031	0.047	0.013	4.32	4.81	8.6.1994
2	6.85	270	20	0.032	0.048	0.01	4.71	4.975	22.6.1994
2	6.85	380	60	0.029	0.044	0.021	4.197	4.57	6.7.1994
2	6.85	180	5	0.045	0.086	0.026	3.582	3.98	20.7.1994
2	6.85	0	0	0	0	0	0	0	3.8.1994
2	6.85	0	0	0	0	0	0	0	18.8.1994
2	6.85	0	0	0	0	0	0	0	31.8.1994
2	6.85	0	0	0	0	0	0	0	14.9.1994
2	6.85	240	120	0.03	0.123	0.05	0.28	0.742	27.9.1994
2	6.85	1400	2	0.034	0.779	0.046	9.849	13.2	12.10.1994
2	6.85	1000	1	0.04	0.647	0.104	7.586	10.7	26.10.1994
2	6.85	400	5	0.041	0.051	0.033	9.305	9.37	14.11.1994
2	6.85	1360	5	0.042	0.124	0.057	13.108	13.6	15.12.1994
2	6.85	1820	5	0.037	0.074	0.048	16.551	16.599	17.1.1995
2	6.85	750	10	0.055	0.058	0.219	4.12	4.66	15.2.1995
2	6.85	990	5	0.021	0.105	0.014	3.278	3.98	15.3.1995
2	6.85	5500	1	0.04	0.261	0.08	3.688	4.585	18.4.1995
3	3.86	260	10	0.026	0.026	0.06	6.71	7	11.5.1994
3	3.86	270	30	0.037	0.049	0.033	6.92	6.953	25.5.1994
3	3.86	200	30	0.034	0.047	0.007	6.51	6.75	8.6.1994
3	3.86	210	30	0.038	0.047	0.007	6.58	6.587	22.6.1994
3	3.86	40	360	0	0	0	0	0	6.7.1994
3	3.86	0	0	0	0	0	0	0	20.7.1994
3	3.86	0	0	0	0	0	0	0	3.8.1994
3	3.86	0	0	0	0	0	0	0	18.8.1994
3	3.86	0	0	0	0	0	0	0	31.8.1994
3	3.86	0	0	0	0	0	0	0	14.9.1994
3	3.86	0	0	0	0	0	0	0	27.9.1994
3	3.86	2100	2	0.036	0.301	0.061	29.456	34.4	12.10.1994
3	3.86	1210	2	0.045	0.269	0.087	17.541	20.4	26.10.1994
3	3.86	410	5	0.037	0.075	0.031	9.258	9.78	14.11.1994
3	3.86	820	5	0.037	0.065	0.042	13.978	14.02	15.12.1994

Salaojavesien ravinnepitoisuudet (mg/l) lohkoittain toukokuulta 1994 huhtikuulle 1995  
(0-havainto = salaoja kuiva)

Lohko	Pinta-ala	Valuma		Liukoinen	Kokonais-	NH <sup>4</sup> -typpi	NO <sup>3</sup> -typpi	Kokonais-	Näytteenoton
		ml	s.	fosfori	fosfori			typpi	ajankohta
3	3.86	1460	5	0.038	0.095	0.036	16.263	16.299	17.1.1995
3	3.86	470	30	0.028	0.031	0.039	5.79	6.533	15.2.1995
3	3.86	1070	5	0.027	0.061	0.017	8.108	8.125	15.3.1995
3	3.86	5000	1	0.082	0.356	0.155	8.451	9.05	18.4.1995
4	5.3	560	10	0.024	0.032	0.05	3.48	3.76	11.5.1994
4	5.3	290	20	0.029	0.044	0.026	2.085	2.111	25.5.1994
4	5.3	310	20	0.026	0.047	0.007	1.959	1.97	8.6.1994
4	5.3	320	30	0.031	0.047	0.007	1.83	1.837	22.6.1994
4	5.3	540	180	0.027	0.042	0.026	2.154	2.24	6.7.1994
4	5.3	0	0	0	0	0	0	0	20.7.1994
4	5.3	0	0	0	0	0	0	0	3.8.1994
4	5.3	0	0	0	0	0	0	0	18.8.1994
4	5.3	0	0	0	0	0	0	0	31.8.1994
4	5.3	0	0	0	0	0	0	0	14.9.1994
4	5.3	0	0	0	0	0	0	0	27.9.1994
4	5.3	810	5	0.066	1.14	0.037	4.075	6.3	12.10.1994
4	5.3	460	5	0.087	0.753	0.074	4.885	6.75	26.10.1994
4	5.3	410	10	0.051	0.066	0.021	6.367	6.45	14.11.1994
4	5.3	1200	5	0.067	0.205	0.038	5.295	5.95	15.12.1994
4	5.3	2430	2	0.107	0.281	0.064	3.483	3.547	17.1.1995
4	5.3	620	30	0.069	0.077	0.021	2.838	2.883	15.2.1995
4	5.3	650	5	0.047	0.127	0.015	2.315	2.63	15.3.1995
4	5.3	0	0	0	0	0	0	0	18.4.1995
5	4.95	1200	5	0.006	0.028	0.04	1.33	1.39	11.5.1994
5	4.95	750	5	0.011	0.026	0.018	1.057	1.11	25.5.94
5	4.95	710	5	0.006	0.024	0.007	0.958	1.04	8.6.1994
5	4.95	670	5	0.008	0.018	0.007	0.858	0.886	22.6.1994
5	4.95	560	5	0.012	0.016	0.014	0.824	0.951	6.7.1994
5	4.95	315	5	0.006	0.024	0.013	0.871	0.884	20.7.1994
5	4.95	350	10	0.007	0.026	0.014	0.904	0.92	3.8.1994
5	4.95	380	10	0.007	0.01	0.011	0.596	0.66	18.8.1994
5	4.95	410	10	0.005	0.019	0.011	0.579	0.696	31.8.1994
5	4.95	350	5	0.006	0.026	0.016	0.72	0.878	14.9.1994
5	4.95	500	5	0.01	0.021	0.03	1.56	1.97	27.9.1994
5	4.95	2000	2	0.191	0.473	0.072	2.618	5.55	12.10.1994
5	4.95	700	1	0.186	0.566	0.069	3.033	5.65	26.10.1994
5	4.95	1000	5	0.021	0.029	0.014	2.085	2.42	14.11.1994
5	4.95	450	1	0.037	0.079	0.028	3.066	3.41	15.12.1994
5	4.95	2000	2	0.224	0.286	0.261	1.654	2.16	17.1.1995
5	4.95	1000	2	0.224	0.286	0.261	1.654	2.16	15.2.1995
5	4.95	270	1	0.011	0.021	0.013	2.799	2.92	15.3.1995
5	4.95	3900	2	0.23	0.37	0.312	1.357	3.3	18.4.1995
6	3.03	700	10	0.013	0.023	0.04	13.52	15.5	11.5.1994
6	3.03	300	10	0.02	0.043	0.029	11.879	12.4	25.5.1994
6	3.03	330	10	0.017	0.035	0.007	14.32	14.327	8.6.1994
6	3.03	370	20	0.017	0.022	0.007	14.71	14.717	22.6.1994
6	3.03	180	30	0.019	0.027	0.02	9.647	10.5	6.7.1994
6	3.03	105	5	0.057	0.08	0.038	6.513	6.551	20.7.1994
6	3.03	0	0	0	0	0	0	0	3.8.1994
6	3.03	0	0	0	0	0	0	0	18.8.1994
6	3.03	0	0	0	0	0	0	0	31.8.1994
6	3.03	200	30	0.034	0.107	0.024	0.144	0.506	14.9.1994
6	3.03	430	60	0.027	0.054	0.05	0.395	0.593	27.9.1994





Salaojavesien ravinnepitoisuudet (mg/l) lohkoittain toukokuulta 1994 huhtikuulle 1995  
(0-havainto = salaoja kuiva)

Lohko	Pinta-ala	Valuma ml	s.	Liukoinen fosfori	Kokonais- fosfori	NH <sup>4</sup> -typpi	NO <sup>3</sup> -typpi	Kokonais- typpi	Näytteenoton ajankohta
9	1.8	0	0	0	0	0	0	0	18.8.1994
9	1.8	0	0	0	0	0	0	0	31.8.1994
9	1.8	420	30	0.197	0.318	0.036	1.332	2.73	14.9.1994
9	1.8	270	60	0.015	0.101	0.08	0.41	1.2	27.9.1994
9	1.8	1770	2	0.086	0.264	0.099	0.448	2.28	12.10.1994
9	1.8	350	10	0.031	0.174	0.157	0.664	1.72	26.10.1994
9	1.8	240	10	0.022	0.055	0.077	0.544	1.22	14.11.1994
9	1.8	710	10	0.032	0.081	0.056	2.555	3.04	15.12.1994
9	1.8	360	5	0.075	0.144	0.071	2.612	2.683	17.1.1995
9	1.8	450	20	0.046	0.38	0.033	1.279	1.66	15.2.1995
9	1.8	360	10	0.021	0.026	0.048	1.343	1.62	15.3.1995
9	1.8	1840	3	0.03	0.1	0.182	0.976	2.29	18.4.1995
10	4	500	5	0.008	0.026	0.08	0.7	0.879	11.5.1994
10	4	690	10	0.008	0.039	0.161	1.019	1.25	25.5.1994
10	4	330	10	0.009	0.035	0.039	0.536	0.691	8.6.1994
10	4	630	30	0.007	0.041	0.052	0.579	0.733	22.6.1994
10	4	425	30	0.012	0.024	0.034	0.545	0.672	6.7.1994
10	4	90	5	0.024	0.035	0.036	0.809	0.892	20.7.1994
10	4	0	0	0	0	0	0	0	3.8.1994
10	4	0	0	0	0	0	0	0	18.8.1994
10	4	0	0	0	0	0	0	0	31.8.1994
10	4	270	10	0.076	0.128	0.016	0.702	1.44	14.9.1994
10	4	280	30	0.035	0.06	0.052	0.972	1.24	27.9.1994
10	4	2500	1	0.053	0.167	0.048	0.639	1.73	12.10.1994
10	4	1310	5	0.027	0.109	0.065	0.652	1.12	26.10.1994
10	4	500	5	0.028	0.043	0.039	0.539	0.833	14.11.1994
10	4	700	5	0.024	0.051	0.038	0.59	0.959	15.12.1994
10	4	500	5	0.075	0.116	0.077	0.868	1.17	17.1.1995
10	4	260	20	0.016	0.068	0.069	0.61	0.851	15.2.1995
10	4	430	10	0.009	0.025	0.072	0.125	0.333	15.3.1995
10	4	2040	2	0.015	0.049	0.108	0.06	1.09	18.4.1995

31600 JOKIOINEN

Julkaisun sarja ja numero  
Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja.  
Sarja A 11

Julkaisu-aika (kk ja vuosi)  
Lokakuu 1996

Tekijä(t)

Leila Urvas

Tutkimushankkeen nimi

Toimeksiantaja(t)  
Maatalouden tutkimuskeskus

Nimike

Typpi- ja fosforihuuhtoutumat karjatilojen salaojavesissä

Tiivistelmä

Karjatilojen salaojavesien typpi- ja fosforihuuhtoutumia tutkittiin Jokioisilla ja Tammelassa kahtena peräkkäisenä vuonna. Ensimmäinen tutkimusvuosi sisältää toukokuusta 1993 huhtikuulle 1994 ja toinen vuosi toukokuusta 1994 huhtikuulle 1995 otettujen vesinäytteiden tulokset. Viljelijöiden pelloilla olevien kymmenen lohkon salaojavesien valumamäärät vaihtelivat suuresti, ensimmäisenä vuonna 37–197 mm ja toisena 91–355 mm.

Ensimmäisenä vuonna salaojavesistä kahden kolmasosan kokonaistyyppipitoisuus oli alhaisempi kuin maatalouden kuormituslaskelmien perusteena oleva valtakunnallinen keskiarvo 4,29 mg/l ja toisenakin vuonna joka toisen salaojan typpipitoisuus alitti sen. Ensimmäisenä vuonna eri lohkoilta huuhtoutui salaojien kautta tyyppiä 1,6–13,5 kg/ha ja toisena vuonna 2,4–30,5 kg/ha. Huuhtoutuneen fosforin määrät vaihtelivat ensimmäisenä vuonna 27–398 g/ha ja toisena vuonna 188–1680 g/ha. Fosforipitoisuudet olivat yleensä pienempiä kuin aikaisemmin MTT:n Kotkanojan huuhtoutumiskentältä mitatut. Lietelannan sijoittamisesta nurmeen kasvukauden aikana saatiin hyviä tuloksia, mutta sianlietteen talvi- ja syyslevitys likasivat pahasti jopa salaojavesiä.

Avainsanat

huuhtoutunut typpi, huuhtoutunut fosfori, salaojavesi

Toimintayksikkö

Ympäristöntutkimuslaitos, 31600 JOKIOINEN

ISSN

1238-9935

ISBN

951-729-474-3

 Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä

Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN

Puh. (03) 41 881

Telekopio (03) 4188 339

Sivuja

31 s. + 2 liitettä

Hinta

40 mk + alv





Jokioinen 1996  
ISBN 951-729-474-3  
ISSN 1238-9935