

Minna Kukkonen, Riitta Niinioja ja Markku Puustinen

Viljelykäytäntöjen vaikutus ravinnehuuhtoutumiin Liperin koekentällä Pohjois-Karjalassa



Minna Kukkonen, Riitta Niinioja ja Markku Puustinen

Viljelykäytäntöjen vaikutus
ravinnehuuhtoutumiin Liperin
koekentällä Pohjois-Karjalassa

JOENSUU 2004

*Julkaisua on saatavana myös Internetissä
<http://www.ymparisto.fi/pka>*

ISBN 952-11-1911-X (nid.)
ISBN 952-11-1912-8 (PDF)
ISSN 1238-8610

Valokuvat PKA:n kuva-arkisto
Taitto ja grafiikka: Anita Rämö

Gummerus Kirjapaino Oy
Saarijärvi 2004

Alkusanat

Tämän tutkimuksen toteutuksen on tehnyt mahdolliseksi Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen maasto- ja laboratoriohenkilökunnan ansiokas työ sekä Siikasalmen maatalousoppilaitoksen toimesta hoidetut Liperin koekentän viljelytoimet, joista kiitämme työnjohtaja Aimo Eskelistä kuten myös rehtoreita Jaakko Tervalaa ja Jaakko Helmistä.

Tutkimusaineiston käsittelyn ja raportoinnin on osittain rahoittanut Suomen ympäristökeskuksen vastuulla v. 2002-2004 toteutettu VIHMA-hanke, jota on koordinoanut MMK, agronomi Markku Puustinen. Hanke on saanut rahoitusta ympäristöministeriöltä, maa- ja metsätalousministeriöltä sekä Salaojakeskukselta. VIHMA-hankkeen rahoittajille lämpimät kiitoksemme. Julkaisun kuvien viimeistelystä ja julkaisun taitosta kiitämme metsätalousinsinööri Anita Rämöä Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksesta.

Joensuu ja Helsinki 1.12.2004

Minna Kukkonen

Riitta Niinioja

Markku Puustinen



Sisälllys

Alkusanat	3
I Johdanto	7
2 Tutkimusalue, Liperin koekenttä	8
2.1 Koekentän rakenne	8
2.2 Koekentällä tehdyt tutkimukset	10
3 Aineisto ja menetelmät	11
3.1 Koejärjestely	11
3.1.1 Viljelykierto ja muokkausajankohta	11
3.1.2 Lannoitus	11
3.2 Mittaukset, analyysit ja aineiston käsittely	12
3.2.1 Veden määrä ja vesianalyysit	12
3.2.2 Muut mittaukset	13
3.3 Aineiston käsittely	14
4 Tulokset	15
4.1 Koeolosuhteet	15
4.1.1 Koekentän maaperäanalyysit	15
4.1.2 Sadanta, lumen vesiarvo ja routa	16
4.2 Valunta	17
4.3 Pintavalunnan pitoisuudet ja kuormitus	18
4.4 Salaojavalunnan pitoisuudet ja kuormitus	18
4.4.1 Kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet	18
4.4.2 Eroosio	19
4.4.3 Ravinteiden huuhtoutuma	19
5 Tulosten tarkastelu	21
5.1 Valunta	21
5.2 Pintavalunnan pitoisuudet ja huuhtoutumat	21
5.3 Salaojavalunnan pitoisuudet ja huuhtoutuma	22
5.3.1 Kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet	22
5.3.2 Eroosio	22
5.3.3 Fosforihuuhtoutuma	22
5.3.4 Typpihiuhtoutuma	23
6 Päätelmät	24
Kirjallisuus	25
Liitteet	27
Kuvailulehti	58
Presentationsblad	59
Documentation page	60



Johdanto

Tässä tutkimusraportissa käsitellään Liperin huuhtoutumiskoekentän tuloksia vuosilta 1989-2000. Kentällä tutkittiin syyskynnön, syysrukiin, sängin (kevät-kynnön) sekä nurmen ja niitä vastaavan talviaikaisen kasvipeitteisyyden vaikutusta ravinteiden ja kiintoaineen huuhtoutumiin. Tutkimus oli rinnakkainen Aurajoen kentän tutkimusten kanssa (Puustinen 1999, Puustinen ym. 2004a). Toiminta Liperin koekentällä päättyi vuonna 2000. Tämän raportin luvussa 2.2 on lyhyesti mainittuina koekentällä tehdyt tutkimukset vuodesta 1977 vuoteen 2000.

Tutkimusraportti on osa Suomen ympäristökeskuksen vastuulla olevaa Viljelyalueiden valumavesien hallintamallin kehittämishanketta (VIHMA). Hankkeen tavoitteena on koota käytävissä olevaa tietoa maatalouden aiheuttamasta kuormituksesta, siihen vaikuttavista tekijöistä sekä kuormitusta alentavista viljely- ja muokkaustoimenpiteistä. VIHMA-mallilla vertaillaan ja arvioidaan EU:n ympäristötuen toimenpiteiden kokonaisvaikutuksia ja kustannustehokkuutta valuma-alueitasolla (Puustinen ja Tattari 2004). VIHMA-hanke toteutetaan Suomen ympäristökeskuksen (SYKE), Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT), Teknillisen korkeakoulun, Salojakeskuksen sekä Lounais-Suomen ympäristökeskuksen (LOS) ja Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen (PKA) yhteistyöhankkeena vuosina 2002-2004.

Viljelytoimenpiteiden kuormittavuutta koskeva tieto kootaan VIHMA-hankkeessa eri koekenttien aineistoista. Koekentät ovat Aurajoen koekenttä (mm. Puustinen 1994, 1999, Puustinen ja Tattari 2004, Puustinen ym. 2004a,b), Kotkanojan koekenttä (mm. Turtola 1999, Turtola ym. 2003), Toholammin

koekenttä (mm. Turtola 1997, Turtola & Yli-Halla 1999) ja Liperin koekenttä (mm. Melanen ym. 1985, Niinioja 1993a). Hankkeessa hyödynnetään myös pienten valuma-alueiden pitkäaikaisia seurantatuloksia. Koekentät ovat maalajiltaan ja kaltevuudeltaan erilaisia. Huuhtoutumiskoekenttien tutkimustuloksia yhdistämällä saadaan käsitys eri viljelytoimenpiteiden kuormittavuudesta eri olosuhteissa. Viljely- ja muokkauskäytäntöjä koskeva osa toimitetaan SYKE:n, MTT:n ja PKA:n välisenä yhteistyönä.

2

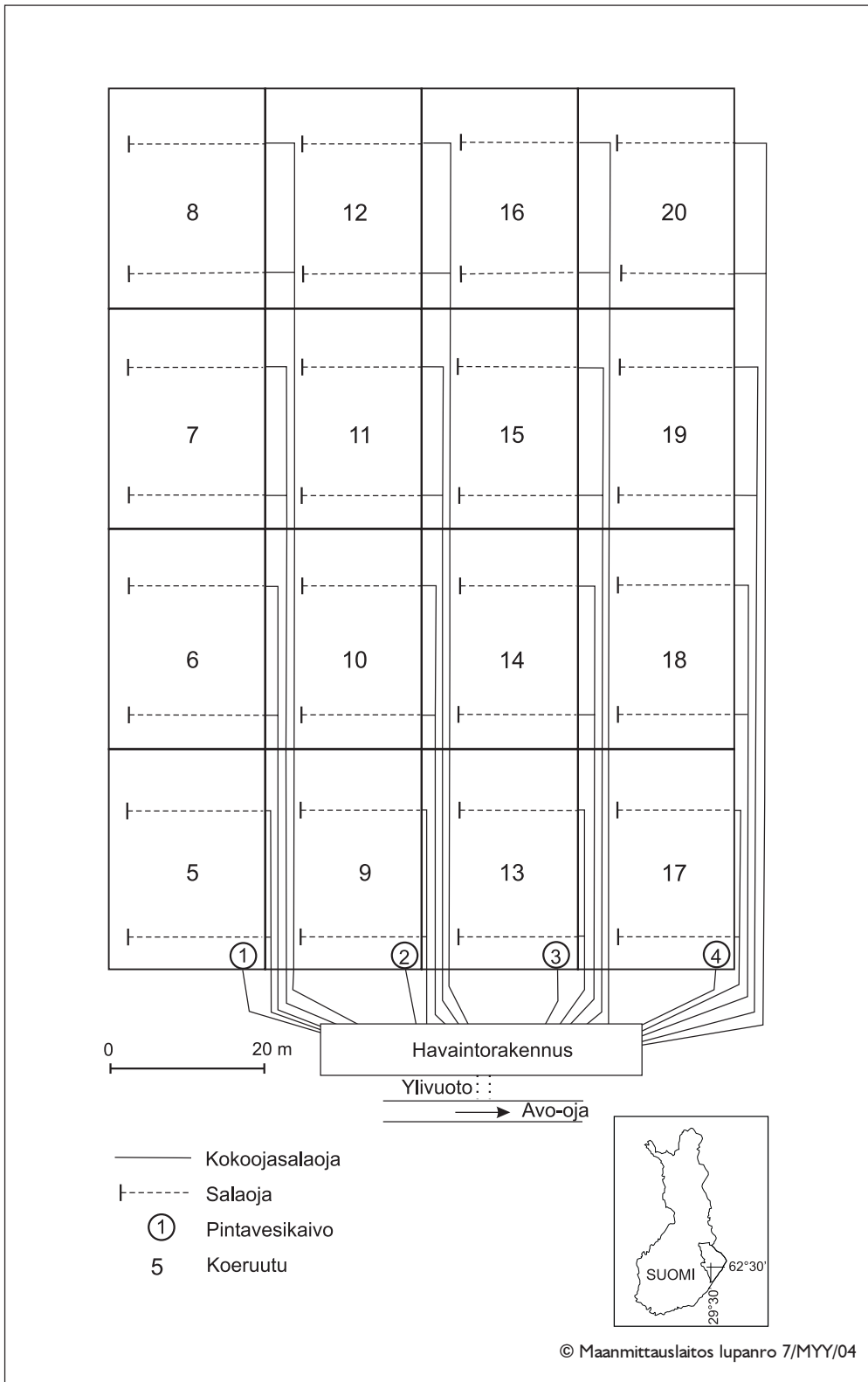
Tutkimusalue, Liperin koekenttä

2.1 Koekentän rakenne

Tutkimus tehtiin vuosina 1989 – 2000 Pohjois-Karjalassa Liperissä Siikasalmen maatalousoppilaitoksen alueella sijaitsevalla Liperin huuhtoutumiskoekentällä (kuva 1). Savimaalla sijaitseva koekenttä on tasainen, kaltevuus on 0,05 – 0,1 % (Melanen ym. 1985). Maalaji on aitosavea kahdessa kerroksessa, 0,1–0,6 ja 2,5–2,9 m:n syvyydessä, jossa saveksen osuus on yli 60 %. Kerrosten välissä, 0,7 – 2,4 m:n syvyydessä maalaji on hiesusavea, saveksen osuus on 35 – 45 % ja siltin osuus 55 – 65 % (Melanen ym. 1985).

Liperin kenttä on salaojitettu vuonna 1976. Kenttä on jaettu 16 ruutuun (4x4), joiden pinta-alat vaihtelevat 609 – 620 m² (kuva 1). Kultakin ruudulta kootaan vedet salaojiin (halkaisija 40 mm) ja lisäksi pintavedet kootaan neljään pintavesikaivoon kaistoittain. Salaojien ja pintavesikaivojen vedet kootaan havaintorakennukseen muovisia kokoojaputkia (halkaisija 34 mm) pitkin. Salaojaputket sijaitsevat 0,9 – 1,2 m:n syvyydessä; kullakin ruudulla on kaksi salaojaa (imuojaa) noin 15 – 16 m:n päässä toisistaan. Pintavesikaivot on rakennettu PVC-muoviputkesta, jonka halkaisija on 500 mm ja syvyys 1 500 mm. Putken yläosa on rei'itetty ojitus-syvyyteen pintavesien keräämiseksi kaivoon. Syksyllä 1997 kenttää kunnostettiin salaojittamalla kentän ympärys Järvi-Suomen Salaojakeskuksen suunnitelman mukaisesti ja sen toimesta.

Havaintorakennuksessa kunkin pintavesikaivon ja yksittäisen koeruudun vesimäärä mitataan kääntyvän kaksiosaisen mitta-astian eli vaapun avulla. Vesimäärä rekisteröidään sekä sähköisillä että mekaanisilla laskureilla. Vaappujen täytyessä osa vedestä kootaan muovisiin näyteastioihin vesianalyysyjä varten. Vesinäytteet ovat virtaaman suhteessa otettuja kokoomänäytteitä.



Kuva 1. Liperin koekenttä.

2.2 Koekentällä tehdyt tutkimukset

Liperin koekenttä perustettiin vuonna 1976 silloisen Pohjois-Karjalan vesipiirin vesitoimiston aloitteesta Siikasalmen maatalousoppilaitoksen pelto- maalle Liperiin. Kenttä ja sillä tehtävät huuhtoutumistutkimukset toteutettiin yhteistyössä silloisten vesihallituksen teknillisen tutkimustoimiston ja Maatalouden tutkimuskeskuksen Karjalan tutkimusaseman (Tohmajärven suokoe- aseman) kanssa, myöhemmin yhteistyökumppaneina olivat vesi- ja ympäristöhallitus, sittemmin Suomen ympäristökeskus ja Maatalouden tutkimuskeskuksen Karjalan tutkimusasema. Liperin kentän käytännön viljelytoimista vastasi Siikasalmen maatalousoppilaitos yhteistyössä Karjalan tutkimusaseman kanssa. Kentän muusta hoidosta ja kentällä tehtävistä tutkimuksista vastasi Pohjois-Karjalan vesipiiri, sittemmin Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri, vuodesta 1995 lähtien Pohjois-Karjalan ympäristökeskus.

Vuodet 1978 – 1979 olivat Liperin koekentän kalibrointivuolia. Vuosina 1980 – 1982 tutkittiin jätevesilietteen levityksestä aiheutuvaa huuhtoutumista ohraa viljeltäessä (Ahtiainen 1984, Lutz 1983, Melanen ym. 1985, Melkas ym. 1985, Melkas ym. 1986). Vuosina 1983 – 1984 koekenttä oli nurmena. Syksystä 1984 vuoteen 1988 kentällä tutkittiin lietelannan levitysajankohdan vaikutusta ravinteiden huuhtoutumiseen ohraa viljeltäessä (Ahtiainen 1987, Melkas ja Ahtiainen 1986, Lehtonen ja Partanen 1992, Niinioja 1992a,b, 1993a,b, 1994).

Vuodet 1988 – 1989 Liperin koekenttä oli nurmena. Vuosina 1990 – 1995 koekentällä tutkittiin muokkaus- ja viljelymenetelmien vaikutusta haja-kuormitukseen rinnakkaistutkimuksena Lounais-Suomessa sijaitsevan Aurajoen koekentän kanssa (Puustinen 1999, Puustinen ja Tattari 2004, Puustinen ym. 2004a,b).

Vuosina 1996 – 2000 kenttä oli nurmella. Toiminta Liperin koekentällä päättyi vuoden 2000 lopulla maa-alueen omistajan vaihtuessa. Koekentän tuloksia käytetään yhdessä muiden koekentätulosten kanssa, mikä edistää maatalouden kuormitukseen ja sen vähentämiseen liittyvän ongelmakentän hahmottamista. Tässä tarkastelussa Liperin koekentän tuloksilla on tärkeä merkityksensä. Koekentän viimeisimmän vaiheen alustavia tuloksia on esitetty useissa eri yhteyksissä (mm. Kukkonen ym. 2004). Tässä raportissa esitellään vuosina 1989 – 2000 tehtyjen kenttäkokeiden tulokset.

Aineisto ja menetelmät

3.1 Koejärjestely

3.1.1 Viljelykierto ja muokkausajankohta

Vuonna 1989 Liperin koekenttä oli nurmella, samoin vuosina 1996–2000. Koejärjestelyssä kentän viljelytoimenpiteet jakautuivat neljään menetelmään talvisen kasvipeitteisyyden – ja samalla myös kyntöajan – suhteen (taulukko 1). Viljelyteknisistä syistä kultakin neljän koeruudun kaistalta kaksi vierekkäistä koeruutua yhdistettiin yhdeksi koejäseneksi (kuva 1). Samaa viljelymenetelmää noudatettiin kahdessa koejäsenessä eli neljällä alkuperäisellä koeruudulla (liite 1).

3.1.2 Lannoitus

Liperin koekentän ruutuja lannoitettiin koeaikana eli 1990-luvun alkupuolella vallinneen yleisen viljelykäytännön mukaisesti. Lannoitteena levitetyt ravinmäärät vuosittain ja viljelykasveittain ovat taulukossa 2. Lannoitukset tehtiin nurmelle ja nurmi+syysrukiille useamman kerran kesässä.

Taulukko 1. Koejärjestelyt ja niitä vastannut talvinen kasvipeitteisyys Liperin koekentällä vuosina 1990–2000.

Kyntöaika ja viljelykasvi	Talvinen kasvipeitteisyys	Jaksot syksystä keväeseen vuosina
Kevätkyntö ja kevätilja: kyntö ja äestys keväällä sekä viljan (ohra) kylvö ja lannoitus; tai keväällä viljan ja heinänsiemenen kylvö ja lannoitus	Sänki (S)	1990–1991, 1991–1992, 1992–1993 ja 1993–1994;
Syyskyntö ja kevätilja: syksyllä kyntö, keväällä äestys ja ohran, kauran tai kevävehnän kylvö ja lannoitus	Sänki + heinänsiemen (S + Hs)	1990–1991, 1993–1994, 1994–1995 ja 1995–1996.
Loppukesän kyntö ja syysruis: loppukesällä kyntö ja rukiin kylvö ja lannoitus	Syyskynnös (Sk)	1990–1991, 1991–1992, 1993–1994 ja 1994–1995.
Nurmi: edellisenä vuonna kylvetty heinänsiemen suojaviljaan tai 2. tai 3. vuoden nurmi; tai 4. vuoden nurmi tai vanhempi nurmi	Rukiin oras (R)	1990–1991, 1991–1992 ja 1993–1994.
	Nurmi (N)	1990–1991, 1991–1992, 1992–1993, 1994–1995 ja 1995–1996; 1996–1997, 1997–1998, 1998–1999 ja 1999–2000.

Taulukko 2. Vuosina 1990 – 2000 Liperin kentälle levitetyt lannoitteiden ravinmäärät typpeä, fosforia ja kalia (N-P-K, kg/ha) lannoituskerroittain ja kalenteri-vuosittain. .. = ei lannoitusta, Hs = suojaviljaan kylvetty heinänsiemen. *Nurmiruutuja lannoitettiin samalla kasvukaudella useampia kertoja; myös ruutuja, jolla on ollut saman kasvukauden aikana ensin nurmea ja loppukesällä kylvettyä syysruista, lannoitettiin useampia kertoja saman kasvukauden aikana.

Viljelykasvi	Vuosi ja lannoitteena levitetyt ravinmäärät N-P-K (kg/ha)						
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996 - 2000
Kaura + Hs						..	
Kevätvehnä	83-19-39						
Ohra		93-19-37	88-18-35	80-22-45			
Ohra + Hs	76-18-36			80-22-44	108-0-81		
Nurmi*	100-20-40	95-18-38	102-20-41		105-21-42		..
	100-20-40	95-18-38	102-20-41		89-0-67		
Syysruis		54-19-38	77-0-0		..		
Nurmi*	100-20-40			114-23-46			
	100-20-40			94-0-70			
ja syysruis	56-11-22			41-0-31			

3.2 Mittaukset, analyysit ja aineiston käsittely

3.2.1 Veden määrä ja vesianalyysit

Pintavalunta koottiin Liperin koekentällä neljän peräkkäisen koeruudun muodostamalta "kaistalta" neljän pinta-vesikaivon kautta havaintorakennukseen. Koeruutujen (16 kpl) salaojavedet puolestaan koottiin ruuduittain. Vesimääriä mittavien vaappujen tilavuus vaihteli välillä 3,35 – 5,28 litraa. Ve-

simäärä rekisteröitiin sekä sähköisillä että mekaanisilla laskureilla. Laskureita käytiin lukemassa tarpeen mukaan: keväällä, jolloin valunta oli suurimmillaan, niitä luettiin useasti, tarvittaessa päivän välein. Kun valunta oli pientä tai olematonta, kuten kesällä, syksyllä ja talvella, laskureita luettiin harvemmin.



Vesimäärää mittaavia vaappuja.

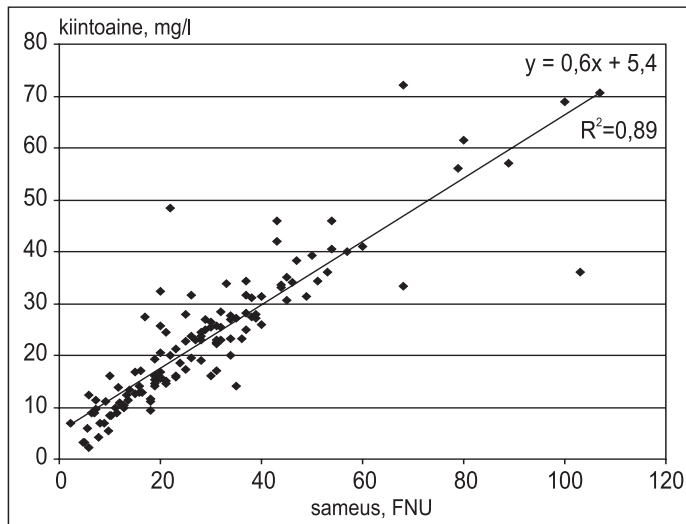
Vaappujen täytettyä osa vedestä ohjattiin muovisiin näyteastioihin vesianalyysijä varten. Vesinäytteet ovat virtaaman suhteessa otettuja kokoomanäytteitä. Kokoomanäyte on kerätty eripituisilta näytejaksoilta siten, että kustakin ruudusta näytteenotto on tehty samanaikaisesti yhtä pitkällä jaksolla.

Koeruutujen valumavedet analysoitiin Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen laboratoriossa vesi- ja ympäristöhallinnossa käytetyillä menetelmillä, joista useimmat on standardoitu. Analyysijä tehtiin runsaan valunnan aikoina viikoittain ja kuivina kausina harvemmin. Näytteistä analysoitiin sameus (nefelometrinen menetelmä), sähköjohtavuus (SFS 3022), pH-arvo (SFS 3021), kokonaisfosfori (SFS 3026) ja -typpi (SFS 5505) sekä liukoinen fosfaattifosfori (SFS 3025, suodatus Nuclepore-suodattimella, 0,45 µm) sekä nitraatti + nitriittityppi (kolorimetrinen menetelmä). Osasta näytteistä analysoitiin AAS-liekkimenetelmällä (atomiabsorbtiopespektrofotometri) seuraavat alkali- ja maa-alkalimetallit: natrium, kalium, kalsium ja magnesium. Kokonaisfosforin ja liukoisen fosfaattifosforin erotuksena laskettiin partikkelifosfori.

Kiintoainepitoisuutta ei analysoitu säännönmukaisesti. Valunnan kiintoainepitoisuus laskettiin sameuden perusteella. Apuvälineenä käytetty regressioyhtälö perustuu Liperin kentältä vuosina 1991 – 2000 otettujen pintavaluntanäytteiden sameuden ja kiintoaineen analyysituloksiin (kuva 2).

3.2.2 Muut mittaukset

Koekentän ruuduilta tehtiin viljavuusanalyysi vuonna 1989 Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisilla. Maaperästä analysoitiin pH, johtoluku, humus%, orgaaninen hiili%, kalsium, kalium, magnesium sekä P-luku (hapan ammoniumasetaattiutto) ja typpi% käyttäen viljavuustutkimuksen standardimenetelmiä (Viljavuuspalvelu 1992). Vuonna 1995 maaperästä analysoitiin vesiuuttainen fosforipitoisuus eri uut-



Kuva 2. Kiintoaineen ja sameuden välinen riippuvuus Liperin kentällä pintavalunnan tuloksissa vuosina 1991-2000.

tosuhteilla askorbiinihappomenetelmällä (Yli-Halla 1996). Näytteet otettiin 0-10 cm pintakerroksesta ruuduittain, ja kahden ruudun eli koejäsenen (ruudut 5-6, 7-8 jne) näytteet yhdistettiin yhdeksi näytteeksi. Koekentällä mitattiin myös muita viljelyyn ja pellon vesitalouteen vaikuttavia tekijöitä. Sellaisia olivat pellon vesitalouteen vaikuttavan laskuojan veden pinnan korkeus sekä routa, jota mitattiin routaputkilla.

Vuosien 1989 – 2000 päivittäiset sademäärät ovat Liperin kentästä noin 20 km koilliseen sijaitsevalla Joensuun lentokentällä tehtyjä havaintoja (Ilmatieteen laitos). Koekentästä noin 8 km länteen sijaitsevan Liperin Kaatamon sadeaseman tiedot kattoivat koejaksosta vain osan, joten niitä ei käytetty. Lumen määrän ja lumipeitteen keston tulokset ovat Liperin Ahonkylältä, noin 15 km luoteeseen Liperin koekentästä, itse kentältä on vain muutamia mittaustuloksia. Lumen vesiarvot ovat Höytiäisen Puntarikoskelta Kontiolahdelta, noin 20 km koilliseen Liperin koekentästä (Ympäristöhallinnon ympäristötietojärjestelmä 2002).

3.3 Aineiston käsittely

Liperin koekentältä mitattiin pintavalunta (mm) neljän peräkkäisen ruudun muodostamilta kaistoilta ja salaojavalunta (mm) ruutukohtaisesti. Laskennassa tulokset summattiin käyttäen seuraavia aikajaksoja: syksy (1.9.-28.2.), kevät (1.3.-31.5.), kesä (1.6.-31.8.), kausi (1.9.-31.5.) ja vuosi (1.9.-31.8.). Salaojavesistä laskettiin valuntapainotetut kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet (mg/l, ks. esim. Niinioja 1993a) sekä eroosio ("kiintoaineen huuhtoutuminen") sekä lisäksi ravinnehuuhtoutumat kokonaisfosforista (Ptot), liukoisesta fosfaattifosforista ($PO_4\text{-P}$), partikkelifosforista (PP), kokonaistypestä (Ntot) sekä nitraatti + nitriittitypestä ($NO_{23}\text{-N}$). Koska samanlainen viljelykäytäntö oli joka vuosi ainakin neljällä eri ruudulla ja koska salaojavalunta- ja pitoisuustiedot olivat kultakin yksittäiseltä ruudulta, saatiin neljä rinnakkaista tulosta.

Vesinäytteistä analysoitujen pitoisuuksien ja niitä vastaavien havaintojakson valumien avulla on laskettu jokaiselle ruudulle syksyn, kevään ja kesän valuntapainotettu pitoisuus, ja näistä viljelymenetelmäkohtaiset keskiarvot, minimi ja maksimi. Valuntapainotettujen pitoisuuksien keskiarvot on laskettu kyseisen ajanjakson kuormituksen ja valunnan osamääränä. Ruudun kokonaisvalunnan ja valuntapainotetun pitoisuuden avulla on laskettu ruuduittain eroosio ja ravinnehuuhtoumat (kg/ha) syksyille, keväälle ja kesälle, ja näistä on laskettu edelleen viljelymenetelmäkohtaisesti keskiarvot, minimi ja maksimi.

Tulokset

4.1 Koeolosuhteet

4.1.1 Koekentän maaperäanalyysit

Ennen koejakson alkua, lokakuussa 1989, Liperin koekentältä otettujen maanäytteiden perusteella koekentän maaperän pH-arvot sekä humuksen ja orgaanisen hiilen osuudet maa-aineksesta olivat suhteellisen tasaiset (taulukko 3a).

Maaperäanalyysien perusteella humuksen osuus oli viljavuusluokituksen mukaan multavan ja runsasmultaisen välillä; P-luku vaihteli välttävän ja tyydyttävän välimailloilla (Viljavuuspalvelu 1992). Typen määrä eri puolilla kenttää oli tasainen.

Koejakson 1989–1995 jälkeen syksyllä 1995 otettujen maanäytteiden tulosten (taulukko 3b) perusteella Liperin kenttä sisälsi varsin vähän vesiuttoista fosforia verrattuna Aurajoen ja Jokioiden tutkimuskenttiin (Yli-Halla 1996).

Taulukko 3a. Maaperäanalyysitulosten mediaanit, keskiarvot, minimi ja maksimit sekä analyysien määrä Liperin koekentällä lokakuussa 1989. n = analyysien lukumäärä. (Tulokset: Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen).

määrittäminen	mediaani	keskiarvo	minimi	maksimi	n
pH-arvo	6,2	..	5,6	6,9	16
Johtoluku	0,95	0,99	0,72	1,36	16
Humus%	6,1	6,2	6,1	6,4	16
Orgaaninen hiili%	3,5	3,5	3,2	4,0	16
Kalsium mg/l	1699	1687	1522	1841	16
Kalium mg/l	85	84	66	105	16
Magnesium mg/l	205	212	171	250	16
P-luku mg/l	7,7	7,5	4,5	10,6	16
Typpi%	0,27	0,27	0,25	0,31	16

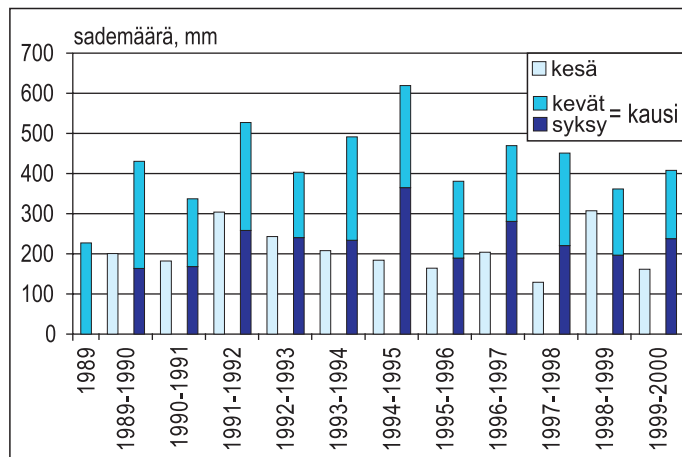
Taulukko 3b. Liperin koekentän maaperän (0-10 cm pintakerros) vesiuttoisen fosforin mediaanit, keskiarvot, minimi ja maksimit lokakuussa 1995. P mg/l = pitoisuus uutteenä, P mg/kg = pitoisuus maan kuiva-ainekiloa kohti. 1:50, 1:250, 1:500 = uuttosuhde, n = analyysien lukumäärä. Tulokset Yli-Hallan (1996) mukaan.

Uuttosuhde	mediaani	keskiarvo	minimi	maksimi	n
1:50 P mg/l	0,082	0,083	0,034	0,118	8
1:50 P mg/kg	4,08	4,17	1,69	5,90	8
1:250 P mg/l	0,053	0,052	0,029	0,071	8
1:250 P mg/kg	13,13	13,05	7,22	17,80	8
1:500 P mg/l	0,039	0,037	0,021	0,048	8
1:500 P mg/kg	19,00	18,25	10,22	23,80	8

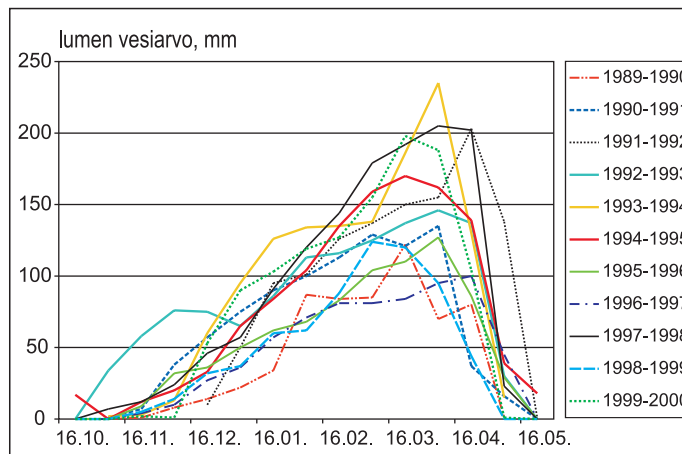
4.1.2 Sadanta, lumen vesiarvo ja routa

Vuosien 1990 – 1995 keskimääräinen syys-toukokuun sadanta eli kausisadanta oli 411 mm, kun se vuosien 1989 – 2000 aikana oli 444 mm Joensuun lentoasemalla tehtyjen havaintojen mukaan. Keväiden (1.3. – 31.5.) keskiarvo oli 222 mm vuosina 1990–1995 ja 213 mm vuosien 1989 – 2000 aikana. Runsassateisinta oli kaudella 1994 – 1995 sekä keväällä 1990, kun taas kuivinta oli kaudella 1990 – 1991 sekä keväällä 1991 (kuva 3).

Liperin koekentällä maa routaan-tui joka talvi koko tutkimusjakson ajan. Routa oli syvimmillään kevättalvella 1991, jolloin se oli 62 cm; muina talvina roudan syvyys pysytteli alle 50 cm:n, ja oli yleensä noin 20 cm (liite 2). Lumen syvyys oli Liperin kentällä talvisin yleensä noin 30 cm, tosin tuloksia on vähän. Lumen sulamista keskellä talvea-kin havaittiin: tammikuun 1990 lopu-sa lunta oli kentällä noin 30 cm, mutta kuukautta myöhemmin vain 4-8 cm. Talvien 1990-2000 lumitietoja on taulu-kossa 4 Liperin Ahonkylästä. Lumen ve-siarvot Puntarikosken valtakunnallisella havaintoasemalla olivat koejaksolla suurimmat talvella 1999 – 2000 ja pie-nimmät 1996 – 1997 (kuva 4). Keskimää-räinen lumen vesiarvo maaliskuu-huhti-kuussa oli 134 mm.



Kuva 3. Sademäärät (mm) tutkimusjaksolla 1989 – 2000 Joensuun lentoasemalla. Kausi = syys-toukokuun sademäärä, kevät = maaliskuu-toukokuun sademäärä, kesä = kesä-elokuun sademäärä. Lähde: Ilmatieteen laitos.



Kuva 4. Lumen vesiarvot 15 päivän välein syysstä 1989 kevääseen 2000 Puntarikoskella. Lähde: Ympäristöhallinnon ympäristötietojärjestelmä 2002.

Taulukko 4. Lumen keskisyvyys (cm) ja maksimisyvyys (cm) sekä lumipeitteen tulon ja sulamisen ajankohta Liperin Ahonkylässä talvina 1990-2000. Lähde: Ympäristöhallinnon ympäristötietojärjestelmä 2002.

talvi	lumen keskisyvyys cm	maksimisyvyys cm	pysyvä lumipeite	sulamis- ajankohta	muuta huomioitavaa
1990-91	52	126	6.11.	1.5.	
1991-92	69	165	4.12.	8.5.	
1992-93	72	121	11.10.	1.5.	
1993-94	105	235	5.11.	6.5.	
1994-95	77	162	11.11.	9.5.	takatalvi 12.5.1995 12 cm lunta
1995-96	46	111	3.11.	3.5.	
1996-97	44	88	28.11.	5.5.	23.10.-1.11.1997 lunta 14 cm
1997-98	72	159	11.11.	2.5.	
1998-99	51	125	4.11.	22.4.	
1999-2000	77	163	5.11./3.12.	26.4.	

4.2 Valunta

Pintavalunta oli Liperin koekentällä vähäistä ja sen osuus kokonaisvalunnasta vaihteli välillä 0,1 –13,5 % keskiarvon ollessa 1,9 % (liite 3a). Salaojavalunta ajoittui 70 – 90 %:sesti kevääseen (liite 3b). Keskimääräinen kausittainen salaojavalunta vaihteli eri kasvipeitteisyyskausien välillä 121 – 415 mm kausina 1990 – 2000 (taulukko 5). Talvinen kasvipeitteisyys vähensi kausivaluntaa; valunta oli suurinta syyskynnökseltä ja syysrukiilta ja pienintä nurmelta. Yksityiskohtaiset tiedot Liperin kentän pintavalunnasta on esitetty liitteessä 3a ja salaojavalunnasta liitteessä 3b.

Taulukko 5. Nurmen, sängen, sänki + heinänsiemenen, syyskynnön ja syysrukiin salaojavalunnan (mm) keskiarvot sekä minimi ja maksimit Liperin koekentällä kausina 1989 – 2000. Kausi = 1.9-1.5.

Valunta mm	keskiarvo	minimi	maksimi
Nurmi	215	121	390
Sänki	275	245	326
Sänki + heinänsiemen	240	156	350
Syyskynnö	391	359	415
Syysruis	303	277	346

4.3 Pintavalunnan pitoisuudet ja kuormitus

Pintavalunnassa kiintoaineen pitoisuudet olivat kausina 1989-2000 keskimäärin 5-8 mg/l nurmelta, sänki + heinänsiemeneltä, sängeltä ja syysrukiilta, mutta syyskynnökseltä 18 mg/l (liite 4). Myös kokonaisfosforin vastaavat keskimääräiset pitoisuudet olivat suurimmat syyskynnökseltä (0,5 mg/l), kun sen sijaan nurmelta ja sänki + heinänsiemeneltä ne olivat 0,31-0,36 mg/l, sängeltä 0,02 mg/l ja syysrukiilta 0,14 mg/l. Muutoinkin syyskynnöksen pitoisuudet olivat yleensä suurimmat kausittaisista pintavalunnan pitoisuuksista, poikkeuksena kuitenkin olivat partikkelifosfori ja nitraatti+nitriittityppi, joiden pitoisuudet olivat suurimmat nurmelta (liite 4). Liperin koekentän pintavalunnan huuhtoutumat on koottu liitteeseen 4. Suurimmat pintavalunnan huuhtoutumat havaittiin tässä tutkimuksessa syysrukiilta. Keskimääräinen eroosio (kiintoainehuuhtoutuma) oli kausina 1989-2000 syysrukiilta 5,0 kg/ha pintavalunnassa, ja muista viljelymenetelmistä 0,5-2,3 kg/ha; vastaavasti kokonaisfosforin osalta syysrukiilta 0,6 kg/ha ja muista viljelymenetelmistä 0,1-0,3 kg/ha (liite 4).

4.4 Salaojavalunnan pitoisuudet ja kuormitus

4.4.1 Kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet

Eri viljelykäytäntöjen salaojavesien kiintoaineen ja ravinnepitoisuuksien valuntapainotetut keskiarvot, minimi ja maksimit kausina 1989-2000 ovat taulukossa 6a-6c. Viljelymenetelmäkohtaiset salaojavesien syksyn, kevään ja kesän valuntapainotetut pitoisuuskeskiarvot sekä minimi ja maksimit eri vuosina ovat liitteessä 5a-f.

Salaojavesissä kiintoaineen pitoisuudet (kiintoaineen laskennalliset pitoisuudet, ks. luku 3.2.1 ja kuva 2) olivat suurimmat syksyllä kynnetyistä ruuduista ja syysruisruuduista ja pienimmät ne olivat sänki+heinänsiemen-ruuduista (taulukko 6a). Kokonaisfosforin ja fosfaattifosforin pitoisuudet salaojavedessä olivat suurimmat syksyllä kynnetyistä ruuduista sekä syysruikiin ruuduilta. Partikkelimaisen fosforin pitoisuuksissa ei ollut suuria eroja eri viljelymenetelmien välillä (taulukko 6b). Kokonaistypen sekä liukoisen typen pitoisuudet olivat suurimmat syysruisruuduilta, ja myös sänkiruutujen ja heinänsiemen + sänki -ruutujen typpi-pitoisuudet olivat korkeita (taulukko 6c).

Taulukko 6a. Nurmen, sängen, sänki + heinänsiemenen, syyskynnön ja syysruikiin salaojavesien kiintoainepitoisuuksien (mg/l) valuntapainotetut keskiarvot, minimi ja maksimit Liperin koekentällä kausina 1989 – 2000. Kiintoainetulokset laskennallisia. Kausi = 1.9.-31.5.

Viljelymenetelmä	Kiintoainepitoisuus mg/l		
	keskiarvo	minimi	maksimi
Nurmi	22	9	56
Sänki	24	12	40
Sänki + heinänsiemen	19	12	22
Syyskyntö	29	16	55
Syysruis	28	21	49

Taulukko 6b. Nurmen, sängen, sänki + heinänsiemenen, syyskynnön ja syysrukiin salaojavesien kokonaisfosforin, liukoisen fosforin ja partikkelifosforin (mg/l) valuntapainotetut pitoisuuskeskiarvot, minimi (min.) ja maksimit (maks.) Liperin koekentällä kausina 1989 – 2000. Kausi = 1.9.-31.5.

Viljelymenetelmä	Kokonaisfosfori mg/l			Fosfaattifosfori mg/l			Partikkelifosfori mg/l		
	keskiarvo	min.	maks.	keskiarvo	min.	maks.	keskiarvo	min.	maks.
Nurmi	0,16	0,08	0,32	0,09	0,04	0,26	0,07	0,04	0,16
Sänki	0,19	0,12	0,32	0,13	0,05	0,27	0,06	0,05	0,08
Sänki + heinänsiemen	0,16	0,10	0,23	0,10	0,05	0,18	0,06	0,05	0,07
Syyskyntö	0,28	0,13	0,49	0,20	0,07	0,41	0,08	0,05	0,12
Syysruis	0,30	0,20	0,45	0,21	0,10	0,38	0,09	0,07	0,11

Taulukko 6c. Nurmen, sängen, sänki + heinänsiemenen, syyskynnön ja syysrukiin salaojavesien kokonaistypen ja nitraatti + nitriittityypin (mg/l) valuntapainotetut pitoisuuskeskiarvot, minimi (min.) ja maksimit (maks.) Liperin koekentällä kausina 1989 – 2000. Kausi = 1.9.-31.5.

Viljelymenetelmä	Kokonaistyyppi mg/l			Nitraatti + nitriittityppi mg/l		
	keskiarvo	min.	maks.	keskiarvo	min.	maks.
Nurmi	2,35	1,13	3,53	1,12	0,30	2,54
Sänki	4,18	3,13	6,19	2,85	2,04	4,46
Sänki + heinänsiemen	3,95	3,17	5,14	2,29	1,66	2,79
Syyskyntö	3,53	2,40	4,63	1,94	1,03	3,17
Syysruis	8,85	7,02	9,84	7,00	4,92	7,84

4.4.2 Eroosio

Salaojavesissä eroosio vaihteli kausittain vuosina 1989-2000 välillä 17-163 kg/ha (taulukko 7) kuormituksen painottuessa huhtikuulle. Suurinta eroosio oli syksyllä kynnetyiltä ruuduilta ja pienintä nurmiruuduilta. Viljelymenetelmittäin eroosio eri vuosina on liitteessä 6a.

Taulukko 7. Nurmen, sängen, sänki + heinänsiemenen, syyskynnön ja syysrukiin eroosion (kg/ha) keskiarvot sekä minimi ja maksimit Liperin koekentällä kausina 1989 – 2000. Kausi = 1.9.-31.5.

Viljelymenetelmä	Eroosio kg/ha		
	keskiarvo	minimi	maksimi
Nurmi	46	17	160
Sänki	67	33	98
Sänki + heinänsiemen	45	18	69
Syyskyntö	114	67	163
Syysruis	84	49	130

4.4.3 Ravinteiden huuhtoutuma

Fosforin huuhtoutuminen salaojien kautta – niin kokonaisfosforin, fosfaattifosforin kuin partikkelifosforinkin osalta - oli suurinta syyskynnökseltä ja pienintä nurmelta (taulukko 8). Syysrukiilta huuhtoutui salaojavesiin fosforia toiseksi eniten tässä tutkimuksessa käytetyistä viljelymenetelmistä. Sängeltä huuhtoutui enemmän fosfaattifosforia kuin sänki + heinänsiemeneltä. Viljelymenetelmittäin kuormitusluvut on esitetty kokonaisfosforin osalta liitteessä 6b, partikkelifosforin liitteessä 6c ja fosfaattifosforin liitteessä 6d.

Typen salaojahuuhtoumassa oli eri menetelmien välillä suuriakin eroja. Kokonaistypen sekä nitraatti + nitriittityypin huuhtoutuma oli pienintä nurmesta ja suurinta syysrukiista (taulukko 9). Viljelymenetelmittäin kokonaistypen huuhtouma on liitteessä 6e ja nitraatti + nitriittityypin liitteessä 6f.

Taulukko 8. Nurmen, sängen, sänki + heinänsiemenen, syyskynnön ja syysrukiin salaojavesien kokonaisfosforin, partikkelifosforin ja fosfaattifosforin kuormituksen (kg/ha) keskiarvot sekä minimi- (min.) ja maksimit (maks.) Liperin koekentällä kausina 1989 – 2000. Kausi = 1.9.-31.5.

Viljelymenetelmä	Kokonaisfosfori kg/ha			Partikkelifosfori kg/ha			Fosfaattifosfori kg/ha		
	keskiarvo	min.	maks.	keskiarvo	min.	maks.	keskiarvo	min.	maks.
Nurmi	0,34	0,10	0,81	0,15	0,06	0,45	0,19	0,05	0,41
Sänki	0,51	0,18	0,87	0,16	0,09	0,20	0,35	0,09	0,73
Sänki + heinänsiemen	0,39	0,21	0,60	0,15	0,08	0,20	0,24	0,09	0,41
Syyskyntö	1,10	0,53	1,76	0,31	0,21	0,36	0,79	0,23	1,47
Syysruis	0,91	0,57	1,29	0,26	0,20	0,28	0,63	0,29	1,08

Taulukko 9. Nurmen, sängen, sänki + heinänsiemenen, syyskynnön ja syysrukiin salaojavesien kokonaistypen ja nitraatti + nitriittitypen kuormituksen (kg/ha) keskiarvot, minimi- (min.) ja maksimit (maks.) Liperin koekentällä kausina 1989 – 2000. Kausi = 1.9.-31.5.

Viljelymenetelmä	Kokonaistyyppi kg/ha			Nitraatti + nitriittityppi kg/ha		
	keskiarvo	min.	maks.	keskiarvo	min.	maks.
Nurmi	5,0	0,60	9,7	2,4	0,3	6,4
Sänki	11,5	7,8	16,6	7,8	4,6	12,0
Sänki + heinänsiemen	9,5	5,3	12,9	5,5	2,7	9,0
Syyskyntö	13,8	10,2	16,6	7,6	3,6	10,4
Syysruis	26,8	20,1	29,3	21,2	14,1	25,7

Tulosten tarkastelu

5.1 Valunta

Tässä tutkimuksessa Liperin kentällä havaittu pintavalunnan osuus (keskimäärin 1,9 %) kokonaisvalunnasta on varsin pieni verrattaessa Aurajoen (70–90 %) ja Jokioisten Kotkanojan (7–36 %) kenttien pintavalunnan osuuksiin (Turtola ja Puustinen 1998). Liperin kentän pintavalunnan osuus oli 1–2,6 % vuosivalunnasta vuosina 1983–1988 Niiniojan (1993a) mukaan, kun taas Melasen ym. (1985) tutkimuksessa vuosina 1979–1982 pintavalunnan osuus kentän kokonaisvalunnasta oli nyt havaittua suurempi vaihdellen välillä 15–25 %. Jokioisten kentän huonosti toimiva salaojitus lisäsi osaltaan pintavaluntaa Jokioisissa 1980-luvulla (Turtola ja Paajanen 1985).

Liperin kentän vähäiseen pintavaluntaan vaikuttaa paljolti kentän tasaisuus. Myös salaojituksella ja maan rakenteella on merkityksensä. Savimaiden vedenläpäisykyky on yleensä huono, jolloin pintavalunta on runsasta. Salaojitus lisää savimaiden vedenläpäisykykyä kuivattamalla ja kutistamalla maaperää, jolloin prismamainen rakenteellisuus ulottuu syvemmälle kuin ilman salaojitusta tapahtuisi. Savimaahan imeytyvä vesi kulkee salaojitetussa maassa usein näitä maahan muodostuneita halkeamia pitkin, jolloin pintavalunta vähenee. Salaojitus vähensi pintavaluntaa mm. Hovin 12 ha peltoalueella Etelä-Suomessa (Seuna ja Kauppi 1981). Hovissa pintavalunnan osuus oli salaojituksen jälkeen keskimäärin 20–30 % vuosittaisesta kokonaisvalunnasta, kuitenkin 1990-luvun puolivälistä lähtien pintavalunnan osuus on ollut noin 60 % (julkaisematon aineisto, M. Puustinen, joulukuu 2004). Liperin tasisaisella kentällä, jolla ei kaltevuuden vä-

häisyyden takiaakaan ole paljoa pintavaluntaa, vesi virtaa todennäköisesti pääsääntöisesti savimaan halkeamia pitkin salaojiin. Myös silmämääräisten havaintojen perusteella koekentän pinta on yleensä ollut kuiva.

Viljelymenetelmien valuntaeroihin vaikuttavat maan fysikaaliset erot talvella. Kasvipeitteinen maa sitoo kosteutta paremmin itseensä. Maan jäätmishetkisellä kosteudella on merkityksensä: pieni kosteuspitoisuus lisää maan rakenteen talviaikaista veden läpäisevyyttä verrattuna kosteana jäätymiseen (Vakkilainen 1986). Syyskyntö saattaa lisätä pellon kuivuutta jo syksyllä, jolloin maan läpäisevyys pysyy suurempana talven yli.

5.2 Pintavalunnan pitoisuudet ja huuhtoutumat

Pintavalunnassa kiintoaineen pitoisuudet olivat pieniä (suurimmat keskiarvot tutkimusjaksolta 18 mg/l) verrattuna muiden koekenttien pintavaluntojen pitoisuuksiin. Muutoinkin pintavalunnassa havaitut pitoisuudet ja huuhtoutumat olivat varsin pieniä Liperin kentällä, mitä pääosin selittää vähäinen pintavesivalunta.

5.3 Salaojavalunnan pitoisuudet ja huuhtoutuma

5.3.1 Kiintoaine- ja ravinnepitoisuudet

Liperin kentän laskennalliset kiintoainepitoisuudet salaojavalunnassa olivat suurimmillaan 55–56 mg/l, nurmelta ja syyskynnöksestä. Nämä arvot ovat varsin pienet verrattuna Jokioisten Kotkanojan kentän salaojavesien kiintoainepitoisuuksiin: ne olivat luokkaa 420–540 mg/l suurimpien pitoisuuksien ollessa sänkimuokkauksesta (Turtola ja Puustinen 1998) eli noin kymmenkertaisia Liperin kenttään verrattuna.

Ravinnepitoisuuksissa Liperin kentällä partikkelifosforin pitoisuuksissa eri viljelymenetelmien välillä ei havaittu eroa. Tämä johtunee eroosion vähäisyydestä kentän salaojavesissä. Liukoisen fosforin pitoisuudet olivat suurimmat syyskynnöstä ja syysrukiilta, noin 0,20 mg/l. Nämä pitoisuudet olivat suuria verrattuna Kotkanojan kentällä todettuihin arvoihin, jotka keskimäärin vaihtelivat salaojavesissä kynnön pitoisuudesta 0,033 mg/l sänkimuokkauksen arvoon 0,044 mg/l. Syynä tähän lienee mm. se, että Liperin kentällä lähes kaikki vesi kulkee salaojien kautta. Tällöin maahiukkasista ennättää huuhtoutua melko runsaastikin fosforia veteen, varsinkin maan fosforilukujen ollessa kohtalaisen suuria.

Kokonaistyyppipitoisuus salaojavesissä oli suurin syysrukiilta, jopa suurempi kuin Aurajoella pintavesissä syyskynnöstä todettu pitoisuus (Turtola ja Puustinen 1998). Muutoin Liperin kentällä todetut salaojavesien kokonaistyyppipitoisuudet olivat jonkin verran pienempiä, välillä 2,35–4,18 mg/l, kuin Jokioisten kentällä kynnöstä ja sängeltä todetut arvot 5,0–5,7 mg/l (Turtola ja Puustinen 1998).

5.3.2 Eroosio

Eroosio oli Liperissä vähäistä verrattuna Aurajoen ja Jokioisten Kotkanojan koekenttiin (Turtola ja Puustinen 1998) ja Vihdissä sijaitsevan Hovin maatalousvaltaiseen valuma-alueeseen (Puustinen ym. 2004a, b). Liperin viljelymenetelmiä verrattaessa syyskynnöksestä eli talven avomulloksena olevasta pellostä oli eroosio suurinta, kuten myös Aurajoen ja Jokioisten Kotkanojan kentillä (Turtola ja Puustinen 1998). Kasvilisuus sitoo kiintoainetta ja siksi kasvipeitteisyyttä suositaan mm. EU:n maatalouden ympäristötuessa. Kasvipeitteisyyden laadulla on kuitenkin vaikutuksensa; tämän tutkimuksen laskennallisten arvojen mukaan nurmi esti eroosiota parhaiten, sänki, sänki + heinänsiemen ja syysruis tulivat sen jälkeen.

5.3.3 Fosforihuuhtoutuma

Fosforin huuhtoutuminen salaojavesien kautta oli määrällisesti Liperissä melko vähäistä, kun sitä verrataan Aurajoen ja Jokioisten Kotkanojan koekenttien pääosin pintavaluntana tapahtuvaan fosforin huuhtoutumiseen (mm. Puustinen 1994, Turtola ja Puustinen 1998). Liperissä routaa on talvisin Aurajokea ja Kotkanojaa varmemmin, ja routa vähentänee osaltaan ravinteiden ja kiintoaineen huuhtoutumista. Pintavalunnan niukkuus ja kiintoaineksen vähäisyys salaojavesissä pienensivät partikkelimaisen fosforin huuhtoutumista Liperissä. Maaperän talviaikainen routa saattaa vähentää eroosiota ja hajakuorimitusta (Airaksinen 1978).

Fosfaattifosforin huuhtoutuman osuus salaojien kautta tapahtuvasta kokonaisfosforihuuhtoutumasta oli Liperissä suurempi kuin Aurajoen ja Kotkanojan vertailukentillä havaitusta pintavesihuuhtoutumasta (mm. Puustinen 1994, Turtola ja Puustinen 1998). Liperin kentän tasaisuus ja savisen maaperän rakenne edesauttavat valumaveden nopeata kulkeutumista salojastoon. Tällöin valumaveden ja ympäröivän maa-aineksen välillä ei ehdi tapahtua

kemiallisia reaktioita, jolloin maan pinnalta lähtevä liukoinen fosfori ei ehdi reagoida suuren fosforinpidätyskapasiteetin omaavien syvempien maakerrosten kanssa, vaan jatkaa matkaansa salaovavesien mukana (mm. Sippola ja Saarela 1992, Yli-Halla ym. 1995). Todennäköisesti liunneen fosforin suureen osuuteen Liperin kentän salaojahuuhtoumissa vaikutti myös nurmiruutujen pintalannoitus: se on nostanut salaojiin joutuneen veden liukoisen fosforin pitoisuuksia kentän pintavalunnan ollessa vähäistä. Esim. Turtola ja Puustinen (1998) havaitsivat Jokioisten kentällä sekä pinta- että salaojavalunnan liukoisen fosforin kuormituksen nousevan ja ilmeisimpinä syinä olivat juuri nurmen pintalannoitus ja sen jälkeiset sateiset jaksot. Kun kyntö korvataan matalammalla muokkauksella tai kun viljellään nurmea, nousee varsinkin pintamaan helppoliukoisen fosforin pitoisuus Pitkäsen (1988) mukaan.

Tässä tutkimuksessa käytetyistä viljelymenetelmistä fosforin ja partikkelimaisen fosforin huuhtoutuminen salaovavesiin oli syyskynnökseltä suurinta. Syyskynnökseltä huuhtoutui myös Aurajoen ja Kotkanojan koekentillä pintavesien mukana eniten fosforia ja partikkelimaista fosforia (Puustinen 1994, Turtola ja Puustinen 1998). Partikkelifosfori kulkeutuu eroosion yhteydessä. Kynnetyiltä pellolta kiintoaines lähtee helpommin liikkeelle kuin kasvipeitteiseltä pellolta. Salaojavesien kautta huuhtoutuvan liunneen fosforin huuhtoutuminen voi olla varsin suurta pintavalunnan ollessa pientä tässä tarkasteltujen Liperin koekentän tulosten perusteella. Tämän salaojavesien kautta tulevan liukoisen fosforin huuhtoutuman rajoittaminen tai pienentäminen olisi vesiensuojelullisesti erittäin tärkeää. Peltomailta huuhtoutuvasta liukoisesta fosforista noin 29% on kasveille käyttökelpoisessa muodossa (Ekholm 1998), joten liukoisen fosforin pysyttäminen kasvien käytettävissä olisi myös taloudellisesti tärkeää.

Liperissä kasvipeitteisyys vähensi fosforin kulkeutumista salaojavesiin: sänki+heinänsiemen ja nurmi vähen-

sivät sitä eniten. Syysrukiin fosforinpidätyskyky vaikutti sänkeä huonommalta, mihin on saattanut vaikuttaa syysrukiin heikko orastuminen. Suurin fosforikuormitus aiheutui syyskynnökseltä.

5.3.4 Typpihuuhtoutuma

Typen huuhtoutuminen ajoittui Liperissä yleisesti enemmän syksyille kuin fosforin, joka pääsääntöisesti huuhtoutui keväällä. Kuten Kotkanojalla (Turtola 1999) Liperissäkin typen huuhtoutuminen oli vähäisintä nurmelta, vaikka Liperissä nurmea lannoitettiin yli kaksi kertaa enemmän kuin ohraa. Aurajoen ja Kotkanojan koekentillä syysviljasta huuhtoutui typpeä pintavesiin vähemmän kuin syksyllä kynnetystä maasta ja Kotkanojalla myös sängestä (mm. Turtola ja Puustinen 1998). Aurajoella ja Kotkanojalla syysviljana oli vehnä, kun taas Liperissä ruis. Oma vaikutuksensa Liperin tuloksiin on saattanut olla myös syysruisruutujen typpilannoituksella: syysrukiille typpeä käytettiin hieman yli nykyisten suositusten (suositus 30-40 kg/ha, käytettiin noin 50 kg) ja samojen ruutujen ruista edeltävää nurmea lannoitettiin typpellä kahdesti (kummallakin kerralla noin 94-100 kg/ha) saman kasvukauden aikana (taulukko 2). Typpihuuhtoutumaa ko. ruuduilta on saattanut osaltaan lisätä myös nurmen kynnön jälkeen tapahtunut typen mineralisaatio (mm. Turtola ja Jaakkola 1985). Typpihuuhtoutuman suuruuteen vaikuttaa oleellisesti myös syyskylvön onnistuminen (esim. Turtola ja Lemola 2000). Liperin kentän viljelyjen onnistumista ja sen vaikutusta huuhtoumiin ei voida tarkastella tarkemmin satotietojen puuttuessa.

Typpeä kulkeutuu enemmän salaovavesien kuin pintavalunnan mukana ja salaojavalunnassa nitraattitypen osuus on esim. Kotkanojalla ollut korkeampi kuin pintavalunnassa (Turtola ja Lemola 2000, Turtola ja Puustinen 1998). Kun Liperin kentän valunnasta suurin osa on salaojavaluntaa, tämäkin on saattanut vaikuttaa typen salaojavesihuuhtoutuman suuruuteen.

6

Päätelmät

Liperin koekentän ruutujen valunnasta ja ravinnekuormituksesta yli 90 % tapahtui viljelykauden ulkopuolella syys- ja kevätvaluntana. Valunnan ja ravinnehuuhtoutumien huiput olivat yleensä huhtikuun puolenvälin jälkeen, kun lumi alkoi sulaa ja maa vapautua roudasta. Suurimmat vuosittaiset valunnat ja ravinnehuuhtoutumat olivat sateisimpina vuosina pienimpien ravinnehuuhtoutumien jakaantuessa tasaisemmin eri vuosille ilman selkeää yhteyttä sademäärään.

Pellon talviaikainen kasvipeitteisyys ja kevääseen ajoitettu muokkaus suojaavat pellon pintaa sade-, sulamis- ja valumavesien aiheuttamalta kiintoaineen menetykseltä ja samalla vähentävät kiintoainekseen sitoutuneiden ravinteiden huuhtoutumista vesistöön. Myös salaojitus vähentää kiintoaineen huuhtoutumaa. Liperin kentän tulosten perusteella nurmi pidatti sänkeä paremmin ravinteita. Syyskynnökseltä valunta ja fosforihuuhtouma olivat suurimmat, kun taas syysrukiilla typen huuhtoutuminen oli suurempi kuin sängellä tai sänki+heinänsiemenellä. Liperin kentällä tässä tutkimuksessa käytetyt ravinne määrät olivat silloisen viljelykäytännön mukaiset ja osin suurempia kuin maatalouden nykyisen EU-tukijärjestelmän mukaiset typen ja fosforin suurimmat määrät (Maa- ja metsätalousministeriö 2000).

Syysrukiilla typen huuhtoutuminen oli suurinta, mutta syysrukiin vaikutus fosforin huuhtoumaan oli vähäisempi. Kentän syysruisruuduista osa perustettiin nurmiruuduille, joita oli samana kasvukautena lannoitettu useampia kertoja, ja syysruistakin lannoitettiin kylvölannoituksena. Myös kylvön ja orastumisen onnistumisella ja sateiden ajoittumisella on suuri vaiku-

tus huuhtoutumiin. Tarkkojen orastumis- ja satotietojen puuttuessa viljelyn onnistumisen vaikutusta huuhtoutumiin voidaan tässä vain arvioida.

Liperin kentän tasaisuus on omiaan pienentämään pintavaluntaa ja eroosiota (kiintoaineen huuhtoutumista); kaltevilla pelloilla kuormitusta ja kiintoaineshävikkiä on tasaisia peltoja enemmän. Pintavalunnan vähäisyys näyttäisi pienentävän kuormitusta sellaisiin tilanteisiin verrattuna, joissa valunta tulee pääosin pintavaluntana tai pinta- ja salaojavaluntana.

Salaojavalunnassa liukoisen fosforin osuus kokonaisfosforihuuhtoutumasta oli 45-65 %. Suuri osuus johtuu pääosin eroosion vähäisyydestä, minkä vuoksi myös partikkelimaisen fosforin huuhtoutuminen jää pieneksi. Liukoisen fosforin huuhtoutuminen on vahvasti sidoksissa muokkauserroksen P-lukuun ja toisaalta vallitsevaan kasvipeitteisyyteen. Myös roudalla ja lumen sulamisajankohdalla sekä sulamisnopeudella on vaikutusta peltomailta tapahtuvaan ravinteiden huuhtoutumiseen.

Aluskasvi vähensi selvästi kaikkia ravinnehuuhtoutumia Liperin koekentän vuosien 1989–2000 tutkimuksen mukaan. Heinän kylvö viljojen yhteydessä pidatti ravinteita pelkkää sänkeä paremmin. Heinä lisää kasvipeitteen määrää pelkkään sänkeen verrattuna. Nurmen kasvu aika myös jatkuu pidemmälle kuin viljan ja alkaa keväällä ennen kylvöä, jolloin se sitoo ravinteita pidemmällä aikajaksolla kuin vilja.

Kirjallisuus

- Ahtiainen, M. 1984. Run-off of sludge constituents from sewage sludge application and its environmental effects. The 6th European Sewage and Refuse Symposium, Munich, May 21-25, 1984. 9 pp.
- Ahtiainen, M. 1987. Asumajätevesilietteen ja lietalannan huuhtoutuminen. Maatalous ja ympäristö, Kanta-Hämeen kesäyliopisto 1.6.1987. Moniste, 7 s.
- Airaksinen, J. U. 1978. Maa- ja pohjavesihydrologia. Oulu, kustannusyhtiö Pohjonen Oy. 248 s.
- Ekholm, P. 1998. Algal-available phosphorus originating from agriculture and municipalities. Monographs of Boreal Environment Res. 11. 60 pp.
- Kukkonen, M., Puustinen, M., Niinioja, R., Eskelinen, J. & Turtola, E. 2004. Long-term studies of erosion and phosphorus load under different cultivation methods in three experimental fields in Finland. Poster and abstract 2 pp. in the Nordic workshop "Tools for Assessing Phosphorus Loss from Nordic Agriculture", February 2-3, 2004, Foulum, Denmark.
- Lehtonen, S. & Partanen, P. 1992. Lietelannan levityksestä aiheutuva ravinteiden huuhtoutuminen. Tilastollisten kokeiden suunnittelun ja analyysin menetelmien kurssin harjoitustyö. Jyväskylän yliopiston tilastotieteen laitos. 23. huhtikuuta 1992. Moniste 14 s. ja liitteet.
- Lutz, H. 1983. Studienbericht zur Stipendienzeit vom 1. August 1982 – 15. Oktober 1983 (Arbeitsort: Vesihallitus, Helsinki, Finnland). Moniste 15 s. + liitteet.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2000. Ympäristötukiopas. Maatalouden ympäristötuki v. 2000-2006. 28 s.
- Melanen, M., Jaakkola, A., Melkas, M., Ahtiainen, M. & Matinvesi, J. 1985. Leaching resulting from land application of sewage sludge and slurry. Helsinki, vesihallitus. National Board of Waters. Publ. Water Res. Inst. 61. 124 pp.
- Melkas, M. & Ahtiainen, M. 1986. Fältförsök med spridning av stallgödsel. NJF-seminarium nr 109, 23.-25.9.1986, Jokioinen, 5 s.
- Melkas, M., Melanen, M., Jaakkola, A., Ahtiainen, M. & Matinvesi, J. 1985. Peltomaalle levitetystä jätevesilietteestä aiheutuva huuhtoutuminen. Ympäristö ja Terveys 1985, 1: 14-16.
- Melkas, M., Melanen, M., Jaakkola, A. & Ahtiainen, M. 1986. Leaching resulting from land application of sewage sludge. In, L'Hermite, P. (ed.), Processing and use of organic sludge and liquid agricultural wastes. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Proceedings of the Fourth International Symposium, October 8-11, 1985, Rome, Italy. p. 366-373
- Niinioja, R. 1992a. Lietelannan levitys ja ravinteiden huuhtoutuminen Liperin koekentällä. 89 s. MML-tutkielma. Helsingin yliopisto, Limnologian ja ympäristönsuojelun laitos, limnologian osasto.
- Niinioja, R. 1992b. Ravinteiden huuhtoutuminen on pienintä keväällä tehdyn lietalannan levityksen jälkeen. Julk. Rekolainen, S., Kauppi, L. & Turtola, E. (toim.). Maatalous ja vesien tila. MAVERON loppuraportti. Luonnonvarainneuvosto, Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. Luonnonvara-julkaisuja 15: 60.
- Niinioja, R. 1993a. Lietelannan levitys ja ravinteiden huuhtoutuminen. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A 150. 87 s.
- Niinioja, R. 1993b. Leaching of nitrogen from land application of slurry during different seasons. Julk.: Giussani, G. & Calglieri, C. (eds.), Strategies for Lake Ecosystems Beyond 2000. Stresa, Italy, May 17 - 21, 1993. Proceedings of the 5th International Conference on the Conservation and Management of Lakes. P. 385-388.
- Niinioja, R. 1994. Subdrainage leaching of phosphorus from land application of slurry. Verh. Internat. Verein. Limnol. 25:1989-1992.
- Pitkänen, J. 1988. Aurattoman viljelyn vaikutukset maan fysikaalisiin ominaisuuksiin ja maan viljavuuteen. MTTK Tiedote 21/88: 62-66.
- Puustinen, M. 1994. Effect of soil tillage on erosion and nutrient transport in plough layer runoff. Publ. of the Water and Env. Res. Institute. 17:71-90.

- Puustinen, M. 1999. Viljelymenetelmien vaikutus pintaeroosioon ja ravinteiden huuhtoutumiseen. Helsinki, Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 285. 116 s.
- Puustinen, M. & Tattari, S. 2004. The VIHMA model – assessing measures to reduce erosion and P loss in runoff from agricultural land in Finland. The Nordic workshop "Tools for Assessing Phosphorus Loss from Nordic Agriculture", February 2-3, 2004, Foulum, Denmark. Extended abstract (in print).
- Puustinen, M., Koskiaho, J. & Peltonen, K. 2004a. Influence of cultivation methods on suspended solids and phosphorus concentrations in surface runoff on clayey sloped fields in boreal climate. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (in print).
- Puustinen, M., Turtola, E. & Tattari, S. 2004b. Leudot talvet ja peltoviljely. *Vesitalous* 3/2004:17-21.
- Seuna, P. & Kauppi, L. 1981. Influence of sub-drainage on water quantity and quality in a cultivated area in Finland. *Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja* 43: 32-47.
- Sippola, J. & Saarela, I. 1992. Suomen maalajien fosforinpidätysominaisuudet ja niiden merkitys vesien kuormituksen kannalta. *Julk.: Rekolainen, S. & Kauppi, L. (toim.). Maatalous ja vesien kuormitus. Yhteistutkimusprojektin loppuraportit.* Helsinki, vesi- ja ympäristöhallitus. *Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja* 359: 27-36.
- Turtola, E. 1997. Fosforin kulkeutuminen ja maan fosforitila. *Julk.: Karjalouden vesistökuormitus: tutkimukset Toholammin huuhtoutumiskentällä -tutkimusseminaari, Toholampi 5.6.1997.* p. 5-7. Maatalouden tutkimuskeskus.
- Turtola, E. 1999. Phosphorus in surface runoff and drainage water affected by cultivation practices. *Diss. University of Helsinki.* 108 pp.
- Turtola, E. & Jaakkola, A. 1985. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. *Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote* 6/85. 43 s.
- Turtola, E. & Paajanen, A. 1995. Influence of improved subsurface drainage on phosphorus lossess and nitrogen leaching from a heavy clay soil. *Agricultural Water Management* 28, 4: 295-310.
- Turtola, E. & Puustinen, M. 1998. Kasvipeitteisyys ravinnehuuhtoutumien vähentäjänä. *Vesitalous* 1/1998: 6-11.
- Turtola, E. & Yli-Halla, M. 1999. Fate of phosphorus applied in slurry and mineral fertilizer: accumulation in soil and release into surface runoff water. *Nutrient cycling in agroecosystems* 552:165-174.
- Turtola, E. & Lemola, R. 2000. Vesistökuormitus kyntämättä viljelyssä. *Loppuraportti 31.3.2000, Maatalouden tutkimuskeskus, Jokioinen.* Moniste. 22 s. ja liitteet.
- Turtola, E., Uusitalo, R., Lemola, R., Eskelinen, J. & Kaseva, A. 2003. P and N in runoff from a heavy clay soil under reduced tillage. *Proceedings of NJF's 22nd Congress Turku, Finland:* 358.
- Vakkilainen, P. 1986. Haihdunta ja maavedet. *Teoksessa: Sovellettu hydrologia.* Helsinki, Vesi-yhdistys r.y. s. 64-94.
- Viljavuuspalvelu 1992. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. *Mikkeli, Viljavuuspalvelu Oy.* 64 s.
- Yli-Halla, M. 1996. Liperin maanäytteiden tulokset. *MTT, Jokioinen, moniste,* 1 s., 1.2.1996.
- Yli-Halla, M., Hartikainen, H., Ekholm, P., Turtola, E., Puustinen, M. & Kallio, K. 1995. Assessment of soluble P load in surface runoff by soil analyses. *Agriculture Ecosystems & Environment* 56, 1 :53-61.
- Ympäristöhallinnon ympäristötietojärjestelmä 2002. *Hydrologiset tiedot.*

Liite I. Viljelykierto ja kyntöajat koeruuduittain (5-20) Liperin kentällä v. 1990-2000. R= syysruis, Hs= heinänsiemen (=heinän siemen kylvetty yhdessä viljan kanssa); kyntöaika: Kk=kevätkyntö, Sk= syyskyntö, Lk=loppukesän kyntö.

Koeruudut/vuosi	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996-00
5-6	Ohra + Hs	Nurmi	Nurmi	Nurmi Lk R	R Sk	Kaura + Hs	Nurmi
7-8	Ohra + Hs	Nurmi	Nurmi	Nurmi Lk R	R Sk	Kaura + Hs	Nurmi
15-16	Nurmi Lk R	R Lk R	R	Kk Ohra	Kk Ohra + Hs	Nurmi	Nurmi
17-18	Nurmi Lk R	R Lk R	R	Kk Ohra	Kk Ohra + Hs	Nurmi	Nurmi
11-12	Vehnä Sk	Ohra Sk	Ohra	Kk Ohra Sk	Ohra + Hs	Nurmi	Nurmi
13-14	Nurmi Sk	Ohra Sk	Ohra	Kk Ohra Sk	Ohra + Hs	Nurmi	Nurmi
9-10	Vehnä	Kk Ohra	Kk Ohra	Kk Ohra + Hs	Nurmi	Nurmi	Nurmi
19-20	Nurmi	Kk Ohra	Kk Ohra	Kk Ohra + Hs	Nurmi	Nurmi	Nurmi

Liite 2. Routa (cm) Liperin koekentällä vuosina 1989-2000. Mittaustulokset alkutalvesta, maaliskuuhun vaihteesta ja roudan sulamisajalta. .. = ei tuloksia. Mittaukset: Pohjois-Karjalan ympäristökeskus.

ruutu	5	7	9	11	13	15	17	19
3.4.1989	20	13	15	23	20	11	22	9
5.12.1989	30	22	..	20	23	14	..	21
26.3.1990	59	38	..	35	..	..	..	..
23.4.1990	0	33	..	49	5	23	..	10
5.10.1990	6	4,5	8,5	8,5	10	9,5	12	6
29.11.1990	22	4	15	15	17	15	13	4
5.4.1991	61	26	29	42	53	50	52	..
16.4.1991	maan pinta sula,routaa 20-30 cmssä.							
13.12.1991	28	26	44	..	39	..	76	..
1.4.1992	17	0	5	5	17	0	4	..
24.4.1992	14	0	7	2	18	0	0	..
8.1.1993	27	18	34	31	34	53	33,5	..
30.5.25.3.1993	41	37,5	44	37	49,5	55	37	38
19.5.1993	35	..	..	..	13	33	23	17
18.11.1993	19	13	22	15	24	15	25	25
30.3.1994	37	30	26	29	49	22	30	33
11.5.1994	33	8	0	..	0	0	0	0
28.11.1994	9	11	14	14	14	12	15	12
31.3.1995	23	21	10	26	15	18	12	6
24.4.1995	14	8	10	12	14	7	9	5
8.11.1995	6	10	..	16	10	..	10	12
29.3.1996	39	42	32	52	51	42	41	41
10.5.1996	33	5	0	46	25	12	33	31
20.5.1996	0	0	0	0	0	0	0	0
28.2.1997	21	32	7	29	42	28	21	23
24.3.1997	22	32	11	31	40,5	29	19,5	25
9.5.1997	2	12	0	5	19	11	11	17
16.5.1997	0	0	0	0	0	0	0	0
20.11.1997	8	13	5	10	9	18	8	10
27.3.1998	24	36	6	25	27	24	10	19
15.4.1998	25	38	6	26	29	25	10	19
20.11.1998	22	12	12	13	24	10	18	15
26.3.1999	55	43	32	46	52	42	42	36
21.4.1999	30	35	27	31	34	27	49	20
10.5.1999	0	22	0	10	15	8	15	0
26.11.1999	15	7	6	5	15	10	11	7
3.3.2000	17	17	8	8	30	16	15	14

Liite 3a. Liperin koekentän pintavalunta (mm), keskiarvot, minimi ja maksimit eri vuodenaikoina sekä pintavalunnan osuus (%) kokonaisvalunnasta eri vuodenaikoina, eri menetelmillä vuosina 1989-2000.

		Syysy	Kevät	Kausi	Kesä	Vuosi
		1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.	1.9.-31.8.
Nurmi	ka	0,2	4,9	5,7	0,2	5,9
	min.	0,0	0,2	0,2	0,0	0,2
	maks.	0,9	54,7	54,8	1,3	56,0
Sänki + hs	ka	0,6	17,3	17,8	0,2	18,0
	min.	0,0	1,0	1,7	0,0	1,7
	maks.	1,7	41,8	41,8	0,5	42,3
Sänki	ka	0,6	8,1	8,6	0,1	8,7
	min.	0,3	0,4	0,8	0,0	0,8
	maks.	1,4	36,3	36,3	0,2	36,5
Kyntö	ka	0,6	12,4	12,9	0,1	13,0
	min.	0,1	2,4	2,6	0,0	2,7
	maks.	1,4	36,8	36,9	0,2	37,1
Ruis	ka	0,5	67,2	67,5	0,3	67,8
	min.	0,2	3,3	4,0	0,1	4,1
	maks.	0,7	152,7	152,7	0,6	153,3

Pintavalunnan osuus (%) kokonaisvalunnasta eri vuodenaikoina, eri menetelmillä.

		Syysy	Kevät	Kausi	Kesä
		1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.
Nurmi	ka	0,4	1,6	1,1	20,4
	min.	0,0	0,1	0,1	0,0
	maks.	1,2	14,9	8,2	100,0
Sänki + hs	ka	0,5	5,8	5,2	0,3
	min.	0,2	0,7	0,6	0,0
	maks.	1,0	13,4	13,4	0,5
Sänki	ka	0,3	1,9	1,6	0,1
	min.	0,1	0,2	0,2	0,0
	maks.	0,7	6,6	6,6	0,2
Kyntö	ka	0,4	2,5	2,2	0,1
	min.	0,1	0,6	0,5	0,1
	maks.	0,8	6,9	6,2	0,2
Ruis	ka	0,4	3,8	3,4	0,5
	min.	0,4	0,4	0,4	0,5
	maks.	0,5	10,2	9,1	0,6

Liite 3b. Salaojavalunta (mm) Liperin kentällä eri vuodenaikoina ja eri menetelmillä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syysy 1.9.-31.12.	Kevät 1.1.-31.5.	Kausi 1.9.-31.5.	Kesä 1.6.-31.8.	Vuosi 1.9.-31.8.	
Kevät 1989	Nurmi	ka	205		1		
		min.	87		1		
		maks.	332		3		
		n	16		16		
1989-1990	Nurmi	ka	11	275	285	0	286
		min.	3	115	124	0	124
		maks.	16	389	399	0	399
		n	16	16	16	16	16
1990-1991	Nurmi	ka	0	157	157	49	205
		min.	0	120	120	47	170
		maks.	0	194	194	50	241
		n	2	2	2	2	2
1991-1992	Nurmi	ka	111	279	390	11	401
		min.	105	247	361	9	376
		maks.	121	313	418	15	427
		n	4	4	4	4	4
1992-1993	Nurmi	ka	131	120	251	37	288
		min.	116	43	159	34	203
		maks.	165	209	325	45	360
		n	4	4	4	4	4
1994-1995	Nurmi	ka	125	152	277	4	281
		min.	106	110	267	2	270
		maks.	162	176	290	8	297
		n	4	4	4	4	4
1995-1996	Nurmi	ka	20	129	148		
		min.	10	68	89		
		maks.	28	185	204		
		n	12	12	12		
1996-1997	Nurmi	ka	10	125	135	6	141
		min.	4	68	74	4	79
		maks.	16	184	195	10	201
		n	16	16	16	16	16
1997-1998	Nurmi	ka	18	103	121	78	199
		min.	10	75	85	48	149
		maks.	22	135	157	152	274
		n	16	16	16	16	16
1998-1999	Nurmi	ka	125	131	257	16	272
		min.	77	65	184	10	196
		maks.	189	253	348	24	360
		n	16	16	16	16	16
1999-2000	Nurmi	ka	33	96	129		
		min.	19	72	100		
		maks.	47	128	161		
		n	16	16	16		
1990-1991	Sänki + hs	ka	0	156	156	86	242
		min.	0	118	118	81	204
		maks.	0	191	191	90	272
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Sänki + hs	ka	40	242	282	18	300
		min.	33	179	217	12	233
		maks.	52	314	350	22	372
		n	4	4	4	4	4
1994-1995	Sänki + hs	ka	138	212	350	5	355
		min.	106	110	267	2	270
		maks.	162	176	290	8	297
		n	8	8	8	8	8
1995-1996	Sänki + hs	ka	24	147	171		
		min.	20	128	147		
		maks.	29	166	189		
		n	4	4	4		

Liite 3b jatkuu. Salaojavalunta (mm) Liperin kentällä eri vuodenaikoina ja eri menetelmillä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy 1.9.-31.12.	Kevät 1.1.-31.5.	Kausi 1.9.-31.5.	Kesä 1.6.-31.8.	Vuosi 1.9.-31.8.	
1990-1991	Sänki	ka	0	269	269	65	333
		min.	0	226	226	49	306
		maks.	0	311	311	80	360
		n	2	2	2	2	2
1991-1992	Sänki	ka	110	216	326	16	342
		min.	87	176	310	11	321
		maks.	150	241	340	21	360
		n	4	4	4	4	4
1992-1993	Sänki	ka	129	116	245	27	272
		min.	109	81	192	18	216
		maks.	167	202	337	34	367
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Sänki	ka	36	222	259	17	276
		min.	33	145	182	13	199
		maks.	42	299	340	23	357
		n	4	4	4	4	4
1990-1991	Kyntö	ka	0	359	359	73	432
		min.	0	350	350	60	410
		maks.	0	368	368	84	452
		n	4	4	4	4	4
1991-1992	Kyntö	ka	120	268	388	14	402
		min.	109	225	348	10	359
		maks.	144	330	446	18	463
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Kyntö	ka	39	364	403	18	421
		min.	33	293	336	12	356
		maks.	46	420	455	20	467
		n	4	4	4	4	4
1994-1995	Kyntö	ka	113	302	415	10	426
		min.	75	268	343	6	357
		maks.	152	335	448	14	456
		n	4	4	4	4	4
1990-1991	Syysruis	ka	0	286	286	77	364
		min.	0	142	142	69	217
		maks.	0	407	407	87	494
		n	4	4	4	4	4
1991-1992	Syysruis	ka	105	241	346	16	362
		min.	98	199	297	14	314
		maks.	114	269	374	18	390
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Syysruis	ka	47	231	277	12	289
		min.	40	208	252	7	264
		maks.	59	273	313	16	326
		n	4	4	4	4	4

Liite 4. Pintavalunnan keskimääräiset valuntapainotetut pitoisuudet (mg/l) sekä minimi- ja maksimit viljelymenetelmittäin Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Viljelymenetelmä		Kiintoainepitoisuus				Kokonaisfosfori			
		Syksy	Kevät	Kausi	Kesä	Syksy	Kevät	Kausi	Kesä
		1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.	1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.
Nurmi	ka	21	151	8	148	0,11	0,37	0,36	0,46
	min.	0	3	8	0	0,00	0,08	0,08	0,10
	maks.	34	303	40	69	0,33	0,76	0,76	0,20
Sänki + hs	ka	21	12	5	69	0,11	0,45	0,31	0,62
	min.	0	3	3	25	0,00	0,08	0,08	0,22
	maks.	23	38	36	25	0,12	0,51	0,51	0,22
Sänki	ka	9	23	7	40	0,05	0,22	0,02	0,16
	min.	5	20	22	0	0,04	0,10	0,09	0,06
	maks.	31	71	56	81	0,08	0,25	0,20	0,30
Kyntö	ka	31	18	18	100	0,15	0,45	0,50	0,32
	min.	22	9	9	0	0,09	0,12	0,13	0,11
	maks.	72	70	70	78	0,16	0,56	0,49	0,24
Ruis	ka	35	5	7	18	0,11	0,11	0,14	0,08
	min.	22	9	10	0	0,06	0,09	0,14	0,06
	maks.	71	84	77	21	0,35	0,63	0,63	0,09

Pintavalunnan keskimääräiset kuormitukset (kg/ha), minimi- ja maksimit menetelmittäin Liperin koekentällä.

Viljelymenetelmä		Eroosio				Kokonaisfosfori			
		Syksy	Kevät	Kausi	Kesä	Syksy	Kevät	Kausi	Kesä
		1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.	1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.
Nurmi	ka	0,1	7,5	0,5	0,3	0,000	0,018	0,020	0,001
	min.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,001	0,000
	maks.	0,2	165,6	2,0	0,9	0,001	0,348	0,348	0,002
Sänki + hs	ka	0,1	2,1	1,0	0,1	0,001	0,078	0,056	0,001
	min.	0,0	0,2	0,3	0,1	0,000	0,001	0,001	0,001
	maks.	0,4	7,0	1,5	0,1	0,002	0,214	0,214	0,001
Sänki	ka	0,1	1,9	0,6	0,0	0,000	0,018	0,002	0,000
	min.	0,0	0,1	0,2	0,0	0,000	0,001	0,001	0,000
	maks.	0,1	7,2	1,0	0,2	0,001	0,082	0,003	0,001
Kyntö	ka	0,2	2,2	2,3	0,1	0,001	0,056	0,065	0,000
	min.	0,0	1,4	1,8	0,0	0,000	0,005	0,005	0,000
	maks.	0,4	3,3	3,3	0,2	0,002	0,181	0,181	0,001
Ruis	ka	0,2	3,7	5,0	0,1	0,001	0,073	0,098	0,000
	min.	0,1	0,2	3,1	0,0	0,000	0,001	0,012	0,000
	maks.	0,3	8,6	8,6	0,1	0,001	0,217	0,218	0,001

Liite 4 jatkuu. Pintavalunnan keskimääräiset valuntapainotetut pitoisuudet (mg/l) sekä minimi- ja maksimit menetelmittäin Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Viljelymenetelmä		Fosfaattifosfori				Partikkelifosfori			
		Syksy	Kevät	Kausi	Kesä	Syksy	Kevät	Kausi	Kesä
		1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.	1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.
Nurmi	ka	0,06	0,18	0,17	0,18	0,05	0,20	0,19	0,28
	min.	0,00	0,02	0,02	0,04	0,00	0,04	0,04	0,04
	maks.	0,21	0,57	0,57	0,10	0,14	0,34	0,34	0,12
Sänki + hs	ka	0,05	0,34	0,27	0,44	0,05	0,04	0,03	0,00
	min.	0,00	0,04	0,04	0,16	0,00	0,04	0,00	0,00
	maks.	0,07	0,45	0,45	0,16	0,07	0,09	0,08	0,00
Sänki	ka	0,02	0,15	0,01	0,06	0,02	0,02	0,01	0,04
	min.	0,01	0,03	0,02	0,03	0,00	0,06	0,00	0,03
	maks.	0,04	0,16	0,06	0,11	0,05	0,19	0,15	0,06
Kyntö	ka	0,08	0,38	0,42	0,12	0,05	0,08	0,06	0,02
	min.	0,03	0,05	0,05	0,03	0,00	0,06	0,00	0,08
	maks.	0,09	0,48	0,42	0,09	0,07	0,15	0,14	0,08
Ruis	ka	0,05	0,08	0,10	0,03	0,05	0,04	0,03	0,01
	min.	0,02	0,04	0,07	0,03	0,00	0,07	0,00	0,03
	maks.	0,20	0,52	0,52	0,04	0,15	0,22	0,20	0,03

Pintavalunnan keskimääräiset kuormitukset (kg/ha), minimi- ja maksimit menetelmittäin Liperin koekentällä.

Viljelymenetelmä		Fosfaattifosfori				Partikkelifosfori			
		Syksy	Kevät	Kausi	Kesä	Syksy	Kevät	Kausi	Kesä
		1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.	1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.
Nurmi	ka	0,0001	0,0087	0,0095	0,0004	0,0001	0,0097	0,0110	0,0007
	min.	0,0000	0,0002	0,0003	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000
	maks.	0,0006	0,1597	0,1597	0,0011	0,0005	0,1882	0,1882	0,0014
Sänki + hs	ka	0,0003	0,0589	0,0484	0,0008	0,0003	0,0070	0,0060	
	min.	0,0000	0,0004	0,0007	0,0008	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000
	maks.	0,0008	0,1897	0,1897	0,0008	0,0012	0,0244	0,0244	0,0000
Sänki	ka	0,0001	0,0124	0,0006	0,0001	0,0001	0,0012	0,0011	0,0000
	min.	0,0001	0,0003	0,0005	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000
	maks.	0,0002	0,0599	0,0008	0,0002	0,0003	0,0023	0,0024	0,0001
Kyntö	ka	0,0004	0,0468	0,0539	0,0001	0,0003	0,0104	0,0081	0,0000
	min.	0,0001	0,0012	0,0013	0,0000	0,0000	0,0030	0,0000	0,0000
	maks.	0,0012	0,1559	0,1560	0,0002	0,0010	0,0247	0,0248	0,0000
Ruis	ka	0,0002	0,0531	0,0708	0,0001	0,0002	0,0267	0,0202	0,0000
	min.	0,0000	0,0005	0,0043	0,0000	0,0000	0,0072	0,0000	0,0000
	maks.	0,0003	0,1776	0,1779	0,0002	0,0006	0,0396	0,0399	0,0000

Liite 4 jatkuu. Pintavalunnan keskimääräiset valuntapainotetut pitoisuudet (mg/l) sekä minimi ja maksimit menetelmittain Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Viljelymenetelmä		Kokonaistyyppi				NO ₂₃ -typpi			
		Syksy	Kevät	Kausi	Kesä	Syksy	Kevät	Kausi	Kesä
		1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.	1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.
Nurmi	ka	2045	2300	2282	12144	1111	627	629	7784
	min.	0	715	889	1010	0	152	344	512
	maks.	4880	5063	4846	6759	3634	3770	3519	5236
Sänki + hs	ka	1907	3646	2413	25702	687	841	229	23705
	min.	0	1281	1408	9270	0	242	242	8550
	maks.	2686	3796	3796	9270	1164	1487	1003	8550
Sänki	ka	1226	2213	219	4071	549	1257	83	3293
	min.	932	978	1044	977	357	231	306	478
	maks.	1321	2342	1220	6930	607	1359	615	6750
Kyntö	ka	1602	2907	3370	8174	407	548	552	7289
	min.	666	1219	1332	1810	252	417	419	1230
	maks.	1741	3181	3176	6190	842	1199	1069	5560
Ruis	ka	2913	919	1240	1789	2248	206	225	989
	min.	1080	3	1682	1650	438	228	253	816
	maks.	6800	4657	4668	2520	5410	9192	2503	1900

Pintavalunnan keskimääräiset kuormitukset (kg/ha), minimi ja maksimit menetelmittain Liperin koekentällä.

Viljelymenetelmä		Kokonaistyyppi				NO ₂₃ -typpi			
		Syksy	Kevät	Kausi	Kesä	Syksy	Kevät	Kausi	Kesä
		1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.	1.9.-31.12.	1.1.-31.5.	1.9.-31.5.	1.6.-31.8.
Nurmi	ka	5	114	129	29	3	31	36	18
	min.	0	6	6	0	0	2	4	0
	maks.	18	1822	1824	77	13	309	311	55
Sänki + hs	ka	12	632	430	44	4	146	41	41
	min.	0	15	33	44	0	9	15	41
	maks.	27	1588	1588	44	9	582	101	41
Sänki	ka	8	179	19	4	3	102	7	4
	min.	3	4	9	0	1	1	3	0
	maks.	18	851	32	13	8	494	12	13
Kyntö	ka	9	362	434	8	2	68	71	7
	min.	1	43	45	0	1	25	28	0
	maks.	24	1170	1171	15	5	153	154	13
Ruis	ka	14	617	837	6	11	138	152	3
	min.	3	0	135	3	1	77	87	2
	maks.	28	1594	1605	10	22	268	269	5

Liite 5a. Salaojavesien kiintoaineen valutapainotetut pitoisuudet Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
Kevät 1989	Nurmi		13			
			10			
			16			
			16			
1989-1990	Nurmi	16	57	56		
		10	24	23		
		26	90	87		
		16	16	16		
1990-1991	Nurmi		13		27	
			11		17	
			14		38	
			2		2	
1991-1992	Nurmi	7	14	12	11	12
		6	10	9	9	9
		9	17	15	13	15
		4	4	4	4	4
1992-1993	Nurmi	8	11	9	12	10
		7	10	8	10	8
		8	11	10	15	10
		4	4	4	4	4
1994-1995	Nurmi	16	15	15		
		14	11	13		
		18	20	18		
		4	4	4		
1995-1996	Nurmi	12	26	24		
		9	20	18		
		18	41	38		
		12	12	12		
1996-1997	Nurmi	17	16	16		
		12	8	9		
		21	61	58		
		16	16	16		
1997-1998	Nurmi	18	13	14	14	14
		11	8	9	10	9
		25	19	20	28	22
		16	16	16	16	16
1998-1999	Nurmi	14	28	21		
		9	13	10		
		19	49	40		
		16	16	16		
1999-2000	Nurmi					
1990-1991	Sänki+hs		12		12	
			9		7	
			15		18	
			4		4	
1993-1994	Sänki+hs	27	19	20		
		24	17	20		
		32	20	21		
		4	4	4		
1994-1995	Sänki+hs	14	24	20		
		10	15	14		
		21	40	30		
		8	8	8		
1995-1996	Sänki+hs	9	16	15		
		8	12	12		
		12	20	19		
		4	4	4		

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
1990-1991	Sänki	ka min. maks. n	12 12 20 2		65 35 83 2	
1991-1992	Sänki	ka min. maks. n	9 8 11 4	41 29 52 4	30 22 41 4	15 12 20 4
1992-1993	Sänki	ka min. maks. n	11 9 15 12	45 23 80 12	27 16 48 12	15 10 22 12
1993-1994	Sänki	ka min. maks. n	35 29 48 4	21 20 22 4	23 21 26 4	
1990-1991	Kyntö	ka min. maks. n		22 18 26 4		27 15 36 4
1991-1992	Kyntö	ka min. maks. n	9 9 10 4	56 43 69 4	42 30 54 4	18 15 23 4
1993-1994	Kyntö	ka min. maks. n	37 29 46 4	33 18 53 4	33 20 52 4	
1994-1995	Kyntö	ka min. maks. n	13 12 15 4	17 16 19 4	16 14 18 4	
1990-1991	Syysruis	ka min. maks. n		21 14 25 4		14 12 19 4
1991-1992	Syysruis	ka min. maks. n	9 7 10 4	50 24 68 4	38 19 51 4	19 11 36 4
1993-1994	Syysruis	ka min. maks. n	31 27 35 4	15 13 16 4	18 15 19 4	

Liite 5b. Salaojavesien kokonaisfosforin valuntapainotetut pitoisuudet Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
Kevät 1989	Nurmi		0,10 0,06 0,15 16			
1989-1990	Nurmi	0,07 0,03 0,10 16	0,29 0,17 0,34 16	0,28 0,16 0,33 16		
1990-1991	Nurmi		0,32 0,22 0,39 2		0,12 0,06 0,18 2	
1991-1992	Nurmi	0,04 0,03 0,07 4	0,11 0,06 0,14 4	0,09 0,05 0,11 4	0,08 0,05 0,09 4	0,09 0,05 0,11 4
1992-1993	Nurmi	0,10 0,08 0,13 4	0,13 0,09 0,17 4	0,11 0,09 0,16 4	0,32 0,19 0,53 4	0,14 0,11 0,19 4
1994-1995	Nurmi	0,10 0,08 0,12 4	0,07 0,04 0,09 4	0,08 0,06 0,10 4		
1995-1996	Nurmi	0,06 0,05 0,09 12	0,15 0,13 0,17 12	0,13 0,12 0,16 12		
1996-1997	Nurmi	0,06 0,05 0,08 16	0,15 0,07 0,46 16	0,14 0,07 0,43 16		
1997-1998	Nurmi	0,08 0,07 0,10 16	0,08 0,07 0,09 16	0,08 0,07 0,09 16	0,11 0,08 0,13 16	0,09 0,08 0,11 16
1998-1999	Nurmi	0,11 0,04 0,21 16	0,18 0,14 0,26 16	0,15 0,08 0,20 16		
1999-2000	Nurmi	0,09 0,07 0,26 16		16		
1990-1991	Sänki + hs		0,22 0,12 0,33 4		0,18 0,10 0,25 4	
1993-1994	Sänki + hs	0,08 0,07 0,10 4	0,24 0,15 0,35 4	0,21 0,14 0,30 4		
1994-1995	Sänki + hs	0,09 0,08 0,11 8	0,10 0,08 0,15 8	0,10 0,08 0,13 8		
1995-1996	Sänki + hs	0,07 0,04 0,11 4	0,13 0,12 0,16 4	0,13 0,10 0,16 4		

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
1990-1991	Sänki	ka min. maks. n	0,32 0,12 0,41 2		0,15 0,12 0,16 2	
1991-1992	Sänki	ka min. maks. n	0,04 0,04 0,05 4	0,15 0,12 0,18 4	0,11 0,10 0,14 4	0,07 0,04 0,14 4
1992-1993	Sänki	ka min. maks. n	0,07 0,05 0,10 12	0,08 0,06 0,12 12	0,08 0,06 0,10 12	0,14 0,09 0,24 12
1993-1994	Sänki	ka min. maks. n	0,10 0,09 0,11 4	0,25 0,15 0,31 4	0,23 0,15 0,29 4	
1990-1991	Kyntö	ka min. maks. n		0,49 0,44 0,57 4		0,24 0,09 0,45 4
1991-1992	Kyntö	ka min. maks. n	0,05 0,04 0,06 4	0,20 0,18 0,25 4	0,15 0,12 0,20 4	0,08 0,06 0,13 4
1993-1994	Kyntö	ka min. maks. n	0,12 0,10 0,16 4	0,37 0,32 0,44 4	0,35 0,30 0,40 4	
1994-1995	Kyntö	ka min. maks. n	0,12 0,10 0,12 4	0,13 0,10 0,16 4	0,13 0,10 0,15 4	
1990-1991	Syysruis	ka min. maks. n		0,45 0,20 0,52 4		0,14 0,11 0,17 4
1991-1992	Syysruis	ka min. maks. n	0,07 0,05 0,08 4	0,21 0,13 0,28 4	0,16 0,11 0,22 4	0,15 0,06 0,27 4
1993-1994	Syysruis	ka min. maks. n	0,18 0,16 0,23 4	0,30 0,26 0,38 4	0,28 0,24 0,33 4	

Liite 5c. Salaojavesien fosfaattifosforin valuntapainotetut pitoisuudet Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
Kevät 1989	Nurmi		0,06 0,03 0,11 16			
1989-1990	Nurmi	0,03 0,02 0,06 16	0,13 0,07 0,17 16	0,13 0,07 0,16 16		
1990-1991	Nurmi		0,26 0,16 0,33 2		0,05 0,03 0,08 2	
1991-1992	Nurmi	0,03 0,02 0,05 4	0,07 0,03 0,09 4	0,06 0,03 0,08 4	0,05 0,03 0,06 4	0,06 0,03 0,08 4
1992-1993	Nurmi	0,06 0,05 0,08 4	0,08 0,06 0,11 4	0,07 0,06 0,10 4	0,22 0,13 0,36 4	0,09 0,07 0,12 4
1994-1995	Nurmi	0,05 0,04 0,05 4	0,03 0,02 0,04 4	0,04 0,03 0,05 4		
1995-1996	Nurmi	0,03 0,03 0,04 12	0,05 0,04 0,06 12	0,04 0,04 0,05 12		
1996-1997	Nurmi	0,02 0,01 0,03 16	0,09 0,04 0,26 16	0,09 0,03 0,24 16		
1997-1998	Nurmi	0,04 0,03 0,05 16	0,04 0,03 0,05 16	0,04 0,03 0,04 16	0,06 0,05 0,08 16	0,05 0,04 0,05 16
1998-1999	Nurmi	0,07 0,02 0,15 16	0,07 0,03 0,12 16	0,07 0,02 0,11 16		
1999-2000	Nurmi	0,04 0,04 0,05 16				
1990-1991	Sänki + hs		0,17 0,06 0,27 4		0,16 0,09 0,22 4	
1993-1994	Sänki + hs	0,02 0,01 0,04 4	0,16 0,09 0,27 4	0,14 0,08 0,23 4		
1994-1995	Sänki + hs	0,05 0,04 0,06 8	0,05 0,04 0,07 8	0,04 0,00 0,07 8		
1995-1996	Sänki + hs	0,04 0,02 0,06 4	0,06 0,05 0,08 4	0,05 0,04 0,07 4		

Ajankohta	Viljelymenetelmä		Syksy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
1990-1991	Sänki	ka		0,27		0,05	
		min.		0,05		0,05	
		maks.		0,35		0,06	
		n		2		2	
1991-1992	Sänki	ka	0,03	0,07	0,06	0,03	0,05
		min.	0,02	0,05	0,05	0,02	0,05
		maks.	0,03	0,08	0,08	0,04	0,06
		n			4		4
1992-1993	Sänki	ka	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04
		min.	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
		maks.	0,05	0,07	0,06	0,13	0,06
		n	12	12	12	12	12
1993-1994	Sänki	ka	0,03	0,17	0,13		
		min.	0,02	0,09	0,07		
		maks.	0,03	0,23	0,18		
		n	4	4	4		
1990-1991	Kyntö	ka		0,41		0,18	
		min.		0,37		0,06	
		maks.		0,47		0,38	
		n		4		4	
1991-1992	Kyntö	ka	0,04	0,07	0,07	0,03	0,06
		min.	0,02	0,06	0,06	0,03	0,05
		maks.	0,04	0,08	0,08	0,05	0,07
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Kyntö	ka	0,05	0,28	0,18		
		min.	0,04	0,23	0,21		
		maks.	0,09	0,37	0,26		
		n	4	4	4		
1994-1995	Kyntö	ka	0,06	0,08	0,08		
		min.	0,05	0,06	0,06		
		maks.	0,07	0,10	0,09		
		n	4	4	4		
1990-1991	Syysruis	ka		0,38		0,10	
		min.		0,14		0,07	
		maks.		0,46		0,13	
		n		4		4	
1991-1992	Syysruis	ka	0,05	0,10	0,10	0,06	0,08
		min.	0,04	0,07	0,07	0,04	0,06
		maks.	0,06	0,14	0,13	0,10	0,11
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Syysruis	ka	0,07	0,21	0,16		
		min.	0,06	0,16	0,14		
		maks.	0,10	0,28	0,18		
		n	4	4	4		

Liite 5d. Salaojavesien partikkelifosforin valuntapainotetut pitoisuudet Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
Kevät 1989	Nurmi		0,04 0,04 0,05 16			
1989-1990	Nurmi	0,03 0,01 0,06 16	0,16 0,09 0,21 16	0,16 0,08 0,19 16		
1990-1991	Nurmi		0,06 0,06 0,06 2		0,06 0,04 0,09 2	
1991-1992	Nurmi	0,01 0,01 0,02 4	0,04 0,02 0,06 4	0,03 0,02 0,05 4	0,03 0,02 0,04 4	0,03 0,02 0,05 4
1992-1993	Nurmi	0,03 0,03 0,05 4	0,05 0,03 0,07 4	0,08 0,03 0,06 4	0,04 0,00 0,00 4	0,07 0,04 0,07 4
1994-1995	Nurmi	0,06 0,05 0,06 4	0,03 0,02 0,05 4	0,04 0,03 0,05 4		
1995-1996	Nurmi	0,03 0,02 0,05 12	0,10 0,08 0,12 12	0,09 0,08 0,11 12		
1996-1997	Nurmi	0,04 0,04 0,06 16	0,06 0,03 0,20 16	0,06 0,03 0,19 16		
1997-1998	Nurmi	0,05 0,04 0,06 16	0,05 0,04 0,06 16	0,05 0,04 0,05 16	0,05 0,02 0,06 16	0,04 0,03 0,03 16
1998-1999	Nurmi	0,04 0,02 0,06 16	0,11 0,10 0,19 16	0,08 0,05 0,11 16		
1999-2000	Nurmi	0,05 0,03 0,21 16		16		
1990-1991	Sänki + hs		0,05 0,04 0,06 4		0,05 0,03 0,09 4	
1993-1994	Sänki + hs	0,06 0,05 0,06 4	0,07 0,05 0,08 4	0,07 0,05 0,08 4		
1994-1995	Sänki + hs	0,05 0,04 0,06 8	0,06 0,04 0,10 8	0,05 0,04 0,08 8		
1995-1996	Sänki + hs	0,03 0,02 0,05 4	0,08 0,07 0,09 4	0,07 0,06 0,08 4		

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
1990-1991	Sänki	ka min. maks. n	0,05 0,04 0,09 2		0,05 0,05 0,06	
1991-1992	Sänki	ka min. maks. n	0,02 0,01 0,02 4	0,08 0,07 0,10 4	0,06 0,03 0,07 4,00	0,04 0,02 0,10 4,00
1992-1993	Sänki	ka min. maks. n	0,03 0,02 0,05 12	0,04 0,03 0,06 12	0,07 0,03 0,05 12	0,03 0,03 0,06 12
1993-1994	Sänki	ka min. maks. n	0,07 0,07 0,08 4	0,08 0,06 0,09 4	0,08 0,07 0,11 4	
1990-1991	Kyntö	ka min. maks. n		0,08 0,07 0,10 4		0,08 0,06 0,15 4
1991-1992	Kyntö	ka min. maks. n	0,02 0,01 0,02 4	0,13 0,10 0,17 4	0,09 0,06 0,12 4	0,05 0,03 0,08 4
1993-1994	Kyntö	ka min. maks. n	0,07 0,05 0,08 4	0,09 0,06 0,13 4	0,09 0,07 0,40 4	
1994-1995	Kyntö	ka min. maks. n	0,05 0,05 0,06 4	0,05 0,04 0,05 4	0,05 0,04 0,06 4	
1990-1991	Syysruis	ka min. maks. n		0,07 0,06 0,08 4		0,07 0,06 0,10 4
1991-1992	Syysruis	ka min. maks. n	0,02 0,01 0,02 4	0,11 0,06 0,14 4	0,08 0,03 0,09 4	0,08 0,02 0,17 4
1993-1994	Syysruis	ka min. maks. n	0,11 0,09 0,13 4	0,09 0,07 0,10 4	0,09 0,10 0,19 4	

Liite 5e. Salaojavesien kokonaistypen valuntapainotetut pitoisuudet Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
Kevät 1989	Nurmi	ka min. maks. n	0,7 0,6 0,9 16			
1989-1990	Nurmi	ka min. maks. n	1,3 0,8 2,7 16	2,2 1,2 3,4 16	2,2 1,2 3,4 16	
1990-1991	Nurmi	ka min. maks. n		2,7 2,6 2,7 2		2,1 1,4 2,8 2
1991-1992	Nurmi	ka min. maks. n	0,6 0,3 0,9 4	1,1 0,6 1,5 4	1,0 0,5 1,3 4	0,5 0,4 0,6 4
1992-1993	Nurmi	ka min. maks. n	0,9 0,7 1,3 4	3,0 1,9 4,0 4	1,9 1,0 2,9 4	1,8 1,2 2,4 4
1994-1995	Nurmi	ka min. maks. n	5,2 2,7 9,1 4	2,1 1,8 2,5 4	3,5 2,2 5,3 4	
1995-1996	Nurmi	ka min. maks. n	1,6 1,1 2,6 12	3,7 2,5 5,4 12	3,4 2,3 5,0 12	
1996-1997	Nurmi	ka min. maks. n	4,2 1,1 9,5 16	2,7 0,9 5,3 16	2,8 0,9 5,5 16	
1997-1998	Nurmi	ka min. maks. n	2,3 1,6 3,2 16	1,9 1,4 2,8 16	2,0 1,4 2,9 16	3,2 1,5 5,7 16
1998-1999	Nurmi	ka min. maks. n	2,2 1,1 3,7 16	3,2 2,0 4,7 16	2,7 1,6 4,4 16	
1999-2000	Nurmi	ka min. maks. n	1,7 1,2 2,3 16			
1990-1991	Sänki + hs	ka min. maks. n		5,1 4,5 5,8 4		13,4 11,4 14,6 4
1993-1994	Sänki + hs	ka min. maks. n	4,2 3,7 5,0 4	3,0 2,0 4,0 4	3,1 2,3 4,1 4	
1994-1995	Sänki + hs	ka min. maks. n	4,6 3,6 5,4 8	3,1 2,8 3,4 8	3,7 3,3 4,0 8	
1995-1996	Sänki + hs	ka min. maks. n	1,5 1,1 2,0 4	3,3 2,8 4,1 4	3,1 2,6 3,8 4	

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syysy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
1990-1991	Sänki	ka min. maks. n	6,2 2,8 7,7 2		15,8 15,2 16,7 2	
1991-1992	Sänki	ka min. maks. n	1,6 1,1 2,1 4,0	3,7 2,9 4,8 4,0	3,0 2,2 3,9 4,0	1,4 1,1 2,2 4,0
1992-1993	Sänki	ka min. maks. n	3,7 2,3 5,3 12	2,6 1,4 4,0 12	3,2 2,1 4,7 12	17,9 15,5 22,1 12
1993-1994	Sänki	ka min. maks. n	5,6 5,2 6,1 4	3,1 2,3 3,4 4	3,5 2,7 3,9 4	
1990-1991	Kyntö	ka min. maks. n		4,6 3,7 6,0 4		12,9 8,4 16,6 4
1991-1992	Kyntö	ka min. maks. n	2,0 1,4 2,4 4	4,2 3,5 5,3 4	3,5 2,8 4,3 4	1,8 1,6 2,4 4
1993-1994	Kyntö	ka min. maks. n	3,9 3,6 4,6 4	3,1 2,6 3,5 4	3,1 2,8 3,5 4	
1994-1995	Kyntö	ka min. maks. n	2,0 1,8 2,2 4	2,6 2,2 3,2 4	2,4 2,1 2,5 4	
1990-1991	Syysruis	ka min. maks. n		7,0 5,4 9,6 4		2,7 2,3 3,3 4
1991-1992	Syysruis	ka min. maks. n	9,9 8,0 11,1 4	7,9 6,9 9,2 4	8,5 7,2 9,8 4	3,2 2,3 4,1 4
1993-1994	Syysruis	ka min. maks. n	15,1 12,6 16,8 4	6,7 5,0 8,5 4	8,1 6,4 10,0 4	

Liite 5f. Salaojavesien nitraatti- ja nitriittitypen valuntapainotetut pitoisuudet Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
Kevät 1989	Nurmi	ka min. maks. n	0,1 0,1 0,2 16			
1989-1990	Nurmi	ka min. maks. n	0,3 0,2 0,5 16	0,7 0,2 2,0 16	0,7 0,2 1,9 16	
1990-1991	Nurmi	ka min. maks. n		1,2 1,2 1,3 2		1,0 0,7 1,3 2
1991-1992	Nurmi	ka min. maks. n	0,2 0,1 0,3 4	0,5 0,2 0,8 4	0,4 0,2 0,7 4	0,2 0,2 0,3 4
1992-1993	Nurmi	ka min. maks. n	0,2 0,1 0,5 4	0,4 0,2 0,6 4	0,3 0,1 0,6 4	1,1 0,8 1,4 4
1994-1995	Nurmi	ka min. maks. n	3,8 1,4 7,6 4	1,1 0,7 1,5 4	2,3 1,0 4,1 4	
1995-1996	Nurmi	ka min. maks. n	0,5 0,1 1,2 12	2,0 1,0 3,5 12	1,8 0,9 3,2 12	
1996-1997	Nurmi	ka min. maks. n	2,9 0,1 7,7 16	1,8 0,3 4,3 16	1,8 0,3 4,5 16	
1997-1998	Nurmi	ka min. maks. n	0,8 0,1 1,6 16	0,9 0,3 1,8 16	0,9 0,3 1,7 16	1,4 0,4 3,2 16
1998-1999	Nurmi	ka min. maks. n	1,4 0,5 2,8 16	1,6 0,7 3,0 16	1,5 0,6 3,0 16	
1999-2000	Nurmi	ka min. maks. n	0,4 1,3 16			
1990-1991	Sänki + hs	ka min. maks. n		2,7 0,3 4,8 4		11,1 9,1 12,0 4
1993-1994	Sänki + hs	ka min. maks. n	3,3 2,8 4,1 4	1,2 0,9 1,7 4	1,5 1,2 2,0 4	
1994-1995	Sänki + hs	ka min. maks. n	3,0 1,8 3,7 8	2,3 2,0 2,6 8	2,6 2,0 2,9 8	
1995-1996	Sänki + hs	ka min. maks. n	0,4 0,2 0,7 4	1,8 1,4 2,5 4	1,6 1,2 2,3 4	

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy mg/l	Kevät mg/l	Kausi mg/l	Kesä mg/l	Vuosi mg/l
1990-1991	Sänki	ka min. maks. n	4,5 1,4 6,0 2		13,6 13,1 14,4 2	
1991-1992	Sänki	ka min. maks. n	1,2 0,8 1,6 4,0	2,9 2,2 3,8 4,0	2,3 1,7 3,1 4,0	2,2 1,7 3,0 4,0
1992-1993	Sänki	ka min. maks. n	2,6 1,2 4,1 12	1,5 0,7 2,9 12	2,1 1,1 3,5 12	15,8 12,1 20,7 12
1993-1994	Sänki	ka min. maks. n	4,5 4,2 4,9 4	1,4 1,1 1,9 4	1,8 1,5 2,4 4	
1990-1991	Kyntö	ka min. maks. n		2,6 1,6 3,8 4		10,7 6,6 13,5 4
1991-1992	Kyntö	ka min. maks. n	1,6 1,0 2,0 4	3,2 2,5 4,2 4	2,7 2,1 3,5 4	2,6 2,1 3,5 4
1993-1994	Kyntö	ka min. maks. n	3,0 2,7 3,5 4	0,7 0,6 0,7 4	0,9 0,8 1,0 4	
1994-1995	Kyntö	ka min. maks. n	0,6 0,4 1,1 4	1,7 1,5 2,1 4	1,4 1,3 1,4 4	
1990-1991	Syysruis	ka min. maks. n		4,9 3,3 7,4 4		1,1 0,7 1,6 4
1991-1992	Syysruis	ka min. maks. n	9,1 7,3 10,4 4	6,7 5,8 8,1 4	7,4 6,3 8,6 4	7,2 6,1 8,2 4
1993-1994	Syysruis	ka min. maks. n	13,9 11,5 15,6 4	4,1 3,0 5,0 4	5,7 4,6 7,0 4	

Liite 6a. Salaojavesien menetelmäkohtainen kiintoainehuuhtouma (kg/ha) Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha
Kevät 89	Nurmi		26			
			11			
			38			
			16			
1989-1990	Nurmi	2	158	160		
		1	28	29		
		3	300	302		
		16	16	16		
1990-1991	Nurmi		20		13	
			14		9	
			26		18	
			2		2	
1991-1992	Nurmi	8	39	47	1	49
		7	24	32	1	33
		10	53	60	2	62
		4	4	4	4	4
1992-1993	Nurmi	10	13	23	5	28
		8	4	13	4	17
		13	23	31	5	36
		4	4	4	4	4
1994-1995	Nurmi	20	22	42		
		16	14	35		
		29	32	48		
		4	4	4		
1995-1996	Nurmi	2	34	36		
		1	22	24		
		4	55	59		
		12	12	12		
1996-1997	Nurmi	2	20	22		
		1	8	11		
		3	84	87		
			16	16		
1997-1998	Nurmi	3	13	17	11	28
		1	7	9	6	15
		5	23	27	25	45
		16	16	16	16	16
1998-1999	Nurmi	18	37	55		
		11	12	23		
		26	124	138		
		16	16	16		
1999-2000	Nurmi					
1990-1991	Sänki+hs		18		11	
			16		6	
			21		15	
			4		4	
1993-1994	Sänki+hs	11	46	57		
		9	31	43		
		12	64	73		
		4	4	4		
1994-1995	Sänki+hs	20	51	71		
		15	33	48		
		24	77	98		
		8	8	8		
1995-1996	Sänki+hs	2	24	26		
		2	16	18		
		3	34	36		
		4	4	4		

Ajankohta	Viljelymenetelmä		Syksy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha
1990-1991	Sänki	ka		33		42	
		min.		30		17	
		maks.		36		66	
		n		2		2	
1991-1992	Sänki	ka	10	88	98	2	101
		min.	8	61	68	1	70
		maks.	13	126	136	3	139
		n	4	4	4	4	4
1992-1993	Sänki	ka	14	52	66	4	70
		min.	10	24	35	2	39
		maks.	17	103	115	7	118
		n	12	12	12	12	12
1993-1994	Sänki	ka	13	46	59		
		min.	9	29	47		
		maks.	18	64	79		
		n	4	4	4		
1990-1991	Kyntö	ka		78		20	
		min.		66		12	
		maks.		92		25	
		n		4		4	
1991-1992	Kyntö	ka	11	151	163	3	165
		min.	11	97	110	1	113
		maks.	13	228	239	3	243
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Kyntö	ka	15	119	134		
		min.	11	54	66		
		maks.	21	202	212		
		n	4	4	4		
1994-1995	Kyntö	ka	15	52	67		
		min.	10	44	61		
		maks.	18	59	75		
		n	4	4	4		
1990-1991	Syysruis	ka		60		11	
		min.		19		9	
		maks.		82		13	
		n		4		4	
1991-1992	Syysruis	ka	9	120	130	3	133
		min.	7	49	56	2	57
		maks.	10	168	178	5	181
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Syysruis	ka	15	34	49		
		min.	11	32	47		
		maks.	19	37	51		
		n	4	4	4		

Liite 6b. Salaojavesien menetelmäkohtainen kokonaisfosforihuuhtouma (kg/ha) Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha
Kevät 89	Nurmi		0,21 0,07 0,51 16			
1989-1990	Nurmi	0,01 0,00 0,01 16	0,80 0,19 1,27 16	0,81 0,20 1,28 16		0,81 0,20 1,28 16
1990-1991	Nurmi		0,51 0,26 0,75 2		0,06 0,03 0,09 2	
1991-1992	Nurmi	0,04 0,03 0,08 4	0,32 0,14 0,42 4	0,36 0,17 0,46 4	0,01 0,01 0,01 4	0,37 0,17 0,47 4
1992-1993	Nurmi	0,13 0,10 0,15 4	0,16 0,04 0,36 4	0,28 0,14 0,51 4	0,12 0,08 0,19 4	0,40 0,22 0,70 4
1994-1995	Nurmi	0,13 0,09 0,19 4	0,10 0,08 0,14 4	0,23 0,17 0,28 4		
1995-1996	Nurmi	0,01 0,01 0,02 12	0,19 0,11 0,26 12	0,20 0,13 0,26 12		
1996-1997	Nurmi	0,01 0,00 0,01 16	0,19 0,05 0,63 16	0,19 0,06 0,64 16		
1997-1998	Nurmi	0,02 0,01 0,02 16	0,09 0,05 0,10 16	0,10 0,06 0,12 16	0,08 0,04 0,17 16	0,18 0,13 0,29 16
1998-1999	Nurmi	0,13 0,07 0,28 16	0,24 0,11 0,60 16	0,37 0,20 0,68 16		
1999-2000	Nurmi	0,03 0,01 0,08 16				
1990-1991	Sänki + hs		0,35 0,14 0,63 4		0,16 0,09 0,22 4	
1993-1994	Sänki + hs	0,03 0,03 0,04 4	0,57 0,46 0,70 4	0,60 0,48 0,73 4		
1994-1995	Sänki + hs	0,13 0,10 0,17 8	0,22 0,15 0,30 8	0,35 0,26 0,47 8		
1995-1996	Sänki + hs	0,02 0,01 0,03 4	0,20 0,15 0,24 4	0,21 0,16 0,27 4		

Ajankohta	Viljelymenetelmä		Syksy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha
1990-1991	Sänki	ka		0,87		0,09	
		min.		0,47		0,06	
		maks.		1,26		0,13	
		n		2		2	
1991-1992	Sänki	ka	0,05	0,31	0,36	0,01	0,37
		min.	0,04	0,27	0,31	0,01	0,32
		maks.	0,06	0,43	0,48	0,02	0,50
		n	4	4	4	4	4
1992-1993	Sänki	ka	0,09	0,10	0,18	0,04	0,22
		min.	0,06	0,06	0,12	0,02	0,16
		maks.	0,11	0,19	0,29	0,07	0,37
		n	12	12	12	12	12
1993-1994	Sänki	ka	0,04	0,55	0,58		
		min.	0,03	0,31	0,34		
		maks.	0,04	0,81	0,85		
		n	4	4	4		
1990-1991	Kyntö	ka		1,76		0,18	
		min.		1,52		0,07	
		maks.		2,10		0,38	
		n		4		4	
1991-1992	Kyntö	ka	0,06	0,54	0,60	0,01	0,61
		min.	0,05	0,40	0,45	0,01	0,46
		maks.	0,07	0,81	0,88	0,01	0,89
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Kyntö	ka	0,05	1,36	1,41		
		min.	0,04	1,17	1,22		
		maks.	0,05	1,61	1,66		
		n	4	4	4		
1994-1995	Kyntö	ka	0,13	0,40	0,53		
		min.	0,09	0,31	0,40		
		maks.	0,19	0,51	0,65		
		n	4	4	4		
1990-1991	Syysruis	ka		1,29		0,11	
		min.		0,29		0,08	
		maks.		2,12		0,12	
		n		4		4	
1991-1992	Syysruis	ka	0,07	0,50	0,57	0,02	0,59
		min.	0,05	0,27	0,32	0,01	0,33
		maks.	0,08	0,67	0,75	0,04	0,78
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Syysruis	ka	0,08	0,70	0,79		
		min.	0,07	0,59	0,67		
		maks.	0,09	0,79	0,89		
		n	4	4	4		

Liite 6c. Salaojavesien menetelmäkohtainen partikkelifosforihuutouma (kg/ha) Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha
Kevät 1989	Nurmi	ka min. maks. n	0,09 0,04 0,15 16			
1989-1990	Nurmi	ka min. maks. n	0,00 0,00 0,01 16	0,44 0,10 0,64 16	0,44 0,11 0,65 16	0,90 0,11 0,65 16
1990-1991	Nurmi	ka min. maks. n		0,10 0,08 0,12 2		0,10 0,08 0,12 2
1991-1992	Nurmi	ka min. maks. n	0,01 0,01 0,02 4	0,12 0,06 0,18 4	0,13 0,07 0,19 4	0,00 0,00 0,01 4
1992-1993	Nurmi	ka min. maks. n	0,04 0,03 0,05 4	0,06 0,01 0,14 4	0,20 0,07 0,43 4	0,10 0,04 0,19 4
1994-1995	Nurmi	ka min. maks. n	0,07 0,05 0,10 4	0,05 0,04 0,07 4	0,12 0,09 0,15 4	
1995-1996	Nurmi	ka min. maks. n	0,01 0,00 0,01 12	0,13 0,08 0,19 12	0,14 0,09 0,19 12	0,13 0,09 0,19 12
1996-1997	Nurmi	ka min. maks. n	0,00 0,00 0,01 16	0,07 0,03 0,27 16	0,07 0,03 0,27 16	0,08 0,03 0,28 16
1997-1998	Nurmi	ka min. maks. n	0,01 0,00 0,01 16	0,05 0,03 0,06 16	0,06 0,03 0,07 16	0,04 0,02 0,09 16
1998-1999	Nurmi	ka min. maks. n	0,05 0,03 0,09 16	0,15 0,06 0,30 16	0,20 0,12 0,37 16	
1999-2000	Nurmi	ka min. maks. n	0,02 0,01 0,06 16			
1990-1991	Sänki + hs	ka min. maks. n		0,08 0,04 0,12 4		0,08 0,04 0,12 4
1993-1994	Sänki + hs	ka min. maks. n	0,02 0,02 0,02 4	0,17 0,15 0,22 4	0,20 0,17 0,24 4	
1994-1995	Sänki + hs	ka min. maks. n	0,07 0,06 0,08 8	0,12 0,08 0,20 8	0,18 0,14 0,27 8	
1995-1996	Sänki + hs	ka min. maks. n	0,01 0,00 0,01 4	0,11 0,09 0,14 4	0,13 0,09 0,15 4	0,12 0,09 0,15 4

Ajankohta	Viljelymenetelmä		Syksy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha
1990-1991	Sänki	ka		0,14		0,14	
		min.		0,10		0,10	
		maks.		0,18		0,18	
		n		2		2	
1991-1992	Sänki	ka	0,02	0,17	0,19	0,01	0,20
		min.	0,01	0,14	0,15	0,00	0,15
		maks.	0,02	0,25	0,27	0,02	0,28
		n			4		4
1992-1993	Sänki	ka	0,04	0,05	0,16	0,09	0,17
		min.	0,02	0,03	0,10	0,05	0,11
		maks.	0,05	0,08	0,29	0,13	0,27
		n	12	12	12	12	12
1993-1994	Sänki	ka	0,03	0,17	0,20		
		min.	0,02	0,12	0,15		
		maks.	0,03	0,23	0,26		
		n	4	4	4		
1990-1991	Kyntö	ka		0,28		0,28	
		min.		0,23		0,23	
		maks.		0,36		0,36	
		n		4		4	
1991-1992	Kyntö	ka	0,02	0,34	0,36	0,01	0,37
		min.	0,02	0,23	0,25	0,01	0,26
		maks.	0,02	0,55	0,57	0,01	0,57
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Kyntö	ka	0,03	0,34	0,37		
		min.	0,02	0,22	0,25		
		maks.	0,03	0,49	0,51		
		n	4	4	4		
1994-1995	Kyntö	ka	0,06	0,15	0,21		
		min.	0,04	0,13	0,17		
		maks.	0,08	0,17	0,24		
		n	4	4	4		
1990-1991	Syysruis	ka		0,20		0,20	
		min.		0,09		0,09	
		maks.		0,27		0,27	
		n		4		4	
1991-1992	Syysruis	ka	0,02	0,26	0,28	0,01	0,29
		min.	0,01	0,12	0,13	0,00	0,13
		maks.	0,02	0,36	0,38	0,03	0,41
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Syysruis	ka	0,05	0,21	0,26		
		min.	0,04	0,19	0,24		
		maks.	0,06	0,23	0,28		
		n	4	4	4		

Liite 6d. Salaojavesien menetelmäkohtainen fosfaattifosforihuuhtouma (kg/ha) Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syksy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha
Kevät 1989	Nurmi		0,13 0,03 0,36 16			
1989-1990	Nurmi	0,00 0,00 0,01 16	0,36 0,09 0,64 16	0,36 0,09 0,65 16		
1990-1991	Nurmi		0,41 0,19 0,64 2		0,03 0,01 0,04 2	
1991-1992	Nurmi	0,03 0,02 0,05 4	0,20 0,08 0,24 4	0,23 0,10 0,29 4	0,01 0,00 0,01 4	0,23 0,11 0,29 4
1992-1993	Nurmi	0,08 0,07 0,10 4	0,10 0,03 0,22 4	0,18 0,09 0,32 4	0,08 0,06 0,13 4	0,26 0,15 0,45 4
1994-1995	Nurmi	0,06 0,04 0,09 4	0,05 0,04 0,07 4	0,11 0,08 0,13 4		
1995-1996	Nurmi	0,01 0,01 0,01 12	0,06 0,03 0,09 12	0,07 0,04 0,10 12		
1996-1997	Nurmi	0,00 0,00 0,00 16	0,11 0,03 0,36 16	0,12 0,03 0,36 16		
1997-1998	Nurmi	0,01 0,00 0,01 16	0,04 0,02 0,05 16	0,04 0,03 0,05 16	0,05 0,02 0,09 16	0,09 0,06 0,14 16
1998-1999	Nurmi	0,08 0,03 0,18 16	0,09 0,03 0,30 16	0,18 0,07 0,34 16		
1999-2000	Nurmi	0,01 0,01 0,02 16				
1990-1991	Sänki + hs		0,27 0,08 0,51 4		0,13 0,07 0,19 4	
1993-1994	Sänki + hs	0,01 0,01 0,01 4	0,40 0,29 0,48 4	0,41 0,30 0,49 4		
1994-1995	Sänki + hs	0,06 0,04 0,09 8	0,10 0,07 0,16 8	0,15 0,00 0,23 8		
1995-1996	Sänki + hs	0,01 0,01 0,01 4	0,08 0,06 0,11 4	0,09 0,07 0,13 4		

Ajankohta	Viljelymenetelmä		Syysy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha
1990-1991	Sänki	ka		0,73		0,03	
		min.		0,37		0,03	
		maks.		1,09		0,04	
		n		2		2	
1991-1992	Sänki	ka	0,03	0,14	0,21	0,01	0,18
		min.	0,03	0,12	0,18	0,00	0,16
		maks.	0,03	0,18	0,25	0,01	0,22
		n	4	4	4	4	4
1992-1993	Sänki	ka	0,05	0,05	0,10	0,01	0,11
		min.	0,03	0,02	0,06	0,01	0,06
		maks.	0,07	0,10	0,17	0,04	0,21
		n	12	12	12	12	12
1993-1994	Sänki	ka	0,01	0,38	0,33		
		min.	0,01	0,18	0,17		
		maks.	0,01	0,58	0,50		
		n	4	4	4		
1990-1991	Kyntö	ka		1,47	1,47	0,13	1,61
		min.		1,30	1,30	0,05	1,37
		maks.		1,74	1,74	0,32	2,06
		n		4	4	4	4
1991-1992	Kyntö	ka	0,04	0,20	0,28	0,00	0,25
		min.	0,03	0,14	0,23	0,00	0,18
		maks.	0,05	0,26	0,35	0,01	0,32
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Kyntö	ka	0,05	1,06	0,74		
		min.	0,02	0,87	0,00		
		maks.	0,13	1,23	1,17		
		n	4	4	4		
1994-1995	Kyntö	ka	0,07	0,25	0,31		
		min.	0,05	0,17	0,22		
		maks.	0,11	0,34	0,40		
		n	4	4	4		
1990-1991	Syysruis	ka		1,08		0,08	
		min.		0,19		0,06	
		maks.		1,87		0,09	
		n		4		4	
1991-1992	Syysruis	ka	0,05	0,24	0,33	0,01	0,30
		min.	0,04	0,15	0,22	0,01	0,20
		maks.	0,06	0,33	0,46	0,02	0,40
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Syysruis	ka	0,03	0,49	0,43		
		min.	0,03	0,36	0,38		
		maks.	0,04	0,58	0,57		
		n	4	4	4		

Liite 6e. Salaojavesien menetelmäkohtainen kokonaistypen huuhtoumat (kg/ha) Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syysy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha
Kevät 1989	Nurmi		1 1 3 16			
1989-1990	Nurmi	0 0 0 16	6 1 13 16	6 2 13 16		2
1990-1991	Nurmi		4 3 5 2		1 1 1 2	
1991-1992	Nurmi	1 0 1 4	3 2 4 4	4 2 5 4	0 0 0 4	4 2 5 4
1992-1993	Nurmi	1 1 2 4	4 1 8 4	5 2 10 4	1 1 1 4	6 2 10 4
1994-1995	Nurmi	7 3 11 4	3 2 4 4	10 6 15 4		
1995-1996	Nurmi	0 12	5 12	5 12		
1996-1997	Nurmi	0 0 1 16	3 1 7 16	4 2 8 16		
1997-1998	Nurmi	0 0 1 16	2 1 3 16	2 2 3 16	2 1 5 16	5 3 8 16
1998-1999	Nurmi	3 1 4 16	4 2 12 16	7 4 15 16		
1999-2000	Nurmi	1 0 1 16				
1990-1991	Sänki + hs		8 7 10 4		11 9 13 4	
1993-1994	Sänki + hs	2 1 2 4	7 6 8 4	9 8 10 4		
1994-1995	Sänki + hs	6 5 8 8	7 6 8 8	13 11 15 8		
1995-1996	Sänki + hs	0 0 0 4	5 4 6 4	5 4 7 4		

Ajankohta	Viljelymenetelmä	Syysy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha	
1990-1991	Sänki	ka	17		10		
		min.	16		8		
		maks.	18		12		
		n	2		2		
1991-1992	Sänki	ka	2	8	10	0	10
		min.	1	5	7	0	7
		maks.	2	11	13	0	14
		n	4	4	4	4	4
1992-1993	Sänki	ka	5	3	8	5	13
		min.	3	1	5	4	9
		maks.	7	6	11	7	17
		n	12	12	12	12	12
1993-1994	Sänki	ka	2	7	9		
		min.	2	5	6		
		maks.	2	10	12		
		n	4	4	4		
1990-1991	Kyntö	ka		17		9	
		min.		13		6	
		maks.		22		14	
		n		4		4	
1991-1992	Kyntö	ka	2	11	14	0	14
		min.	2	8	10	0	11
		maks.	3	13	15	0	15
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Kyntö	ka	2	11	13		
		min.	1	10	12		
		maks.	2	13	15		
		n	4	4	4		
1994-1995	Kyntö	ka	2	8	10		
		min.	1	6	7		
		maks.	3	9	11		
		n	4	4	4		
1990-1991	Syysruis	ka		20		2	
		min.		10		2	
		maks.		25		2	
		n		4		4	
1991-1992	Syysruis	ka	10	19	29	1	30
		min.	9	18	27	0	27
		maks.	12	21	33	1	34
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Syysruis	ka	7	15	22		
		min.	6	14	20		
		maks.	9	18	27		
		n	4	4	4		

Liite 6f. Salaojavesien menetelmäkohtainen nitraatti + nitriittitypen huuhtoumat (kg/ha) Liperin koekentällä vuosina 1989-2000.

Ajankohta	Viljelymenetelmä		Syksy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha
Kevät 1989	Nurmi	ka		0,3			
		min.		0,0			
		maks.		0,8			
		n		16			
1989-1990	Nurmi	ka	0,0	2,0	2,0		2,0
		min.	0,0	0,2	0,3		0,3
		maks.	0,1	7,3	7,3		7,3
		n	16	16	16		16
1990-1991	Nurmi	ka		1,9		0,5	
		min.		1,5		0,3	
		maks.		2,3		0,7	
		n		2		2	
1991-1992	Nurmi	ka	0,2	1,4	1,6	0,0	1,6
		min.	0,1	0,5	0,6	0,0	0,6
		maks.	0,4	2,1	2,4	0,0	2,4
		n	4	4	4	4	4
1992-1993	Nurmi	ka	0,3	0,5	0,7	0,4	1,1
		min.	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5
		maks.	0,7	0,6	1,3	0,5	1,7
		n	4	4	4	4	4
1994-1995	Nurmi	ka	4,7	1,6	6,4		
		min.	1,5	1,1	2,6		
		maks.	8,9	2,4	11,3		
		n	4	4	4		
1995-1996	Nurmi	ka	0,1	2,6	2,6		2,6
		min.	0,0	1,1	1,1		1,1
		maks.	0,2	4,7	4,9		4,9
		n	12	12	12		12
1996-1997	Nurmi	ka	0,3	2,2	2,5		
		min.	0,0	0,4	0,4		
		maks.	0,8	5,5	6,0		
		n	16	16	16		
1997-1998	Nurmi	ka	0,1	1,0	1,1	1,1	2,2
		min.	0,0	0,4	0,4	0,2	1,1
		maks.	0,3	1,8	2,0	2,9	4,1
		n	16	16	16	16	16
1998-1999	Nurmi	ka	1,7	2,1	3,8		
		min.	0,5	0,7	1,4		
		maks.	3,0	7,7	10,3		
		n	16	16	16		
1999-2000	Nurmi	ka	0,2				
		min.	0,1				
		maks.	0,5				
		n	16				
1990-1991	Sänki + hs	ka		4,2		9,5	
		min.		0,6		7,4	
		maks.		5,6		10,8	
		n		4		4	
1993-1994	Sänki + hs	ka	1,3	2,9	4,2		
		min.	1,0	2,2	3,2		
		maks.	1,7	3,6	5,2		
		n	4	4	4		
1994-1995	Sänki + hs	ka	4,1	4,8	9,0		
		min.	2,0	3,7	5,7		
		maks.	5,5	6,8	11,4		
		n	8	8	8		

Ajankohta	Viljelymenetelmä		Syksy kg/ha	Kevät kg/ha	Kausi kg/ha	Kesä kg/ha	Vuosi kg/ha
1995-1996	Sänki + hs	ka	0,1	2,6	2,7		
		min.	0,1	1,8	1,8		
		maks.	0,2	3,7	3,9		
		n	4	4	4		
1990-1991	Sänki	ka		12,0		8,8	
		min.		10,4		7,1	
		maks.		13,6		10,5	
		n		2		2	
1991-1992	Sänki	ka	1,4	6,2	7,5	0,2	7,7
		min.	0,8	3,8	5,6	0,1	5,6
		maks.	1,7	9,1	10,6	0,3	10,7
		n	4	4	4	4	4
1992-1993	Sänki	ka	3,3	1,8	5,1	4,3	9,4
		min.	1,5	0,6	2,6	3,1	5,7
		maks.	4,7	3,0	7,3	6,4	12,9
		n	12	12	12	12	12
1993-1994	Sänki	ka	1,6	3,0	4,6		
		min.	1,4	2,6	3,9		
		maks.	1,7	4,1	5,9		
		n	4	4	4		
1990-1991	Kyntö	ka		9,3		7,8	
		min.		5,9		4,4	
		maks.		13,8		11,4	
		n		4		4	
1991-1992	Kyntö	ka	1,9	8,5	10,4	0,2	10,6
		min.	1,4	6,4	7,8	0,2	8,0
		maks.	2,3	9,9	12,2	0,2	12,4
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Kyntö	ka	1,2	2,5	3,6		
		min.	1,0	2,2	3,4		
		maks.	1,3	2,6	3,8		
		n	4	4	4		
1994-1995	Kyntö	ka	0,7	5,0	5,7		
		min.	0,5	4,0	4,8		
		maks.	0,9	5,9	5,9		
		n	4	4	4		
1990-1991	Syysruis	ka		14,1		0,8	
		min.		8,1		0,5	
		maks.		19,1		1,1	
		n		4		4	
1991-1992	Syysruis	ka	9,5	16,2	25,7	0,3	26,0
		min.	8,3	14,9	23,2	0,3	23,5
		maks.	11,0	18,3	29,2	0,4	29,5
		n	4	4	4	4	4
1993-1994	Syysruis	ka	6,5	9,4	15,9		
		min.	5,4	8,2	14,3		
		maks.	8,2	10,4	18,6		
		n	4	4	4		

Kuvailulehti

Julkaisija	Pohjois-Karjalan ympäristökeskus	Julkaisu-aika Joulukuu 2004
Tekijä(t)	Minna Kukkonen, Riitta Niinioja ja Markku Puustinen	
Julkaisun nimi	Viljelykäytäntöjen vaikutus ravinnehuhtoutumiin Liperin koekentällä Pohjois-Karjalassa	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut		
Tiivistelmä	<p>Pohjois-Karjalassa Liperissä tasaisella savimaalla sijaitsevalla huuhtoutumiskoekentällä tutkittiin vuosina 1989-2000 eri viljelykäytäntöjen vaikutusta eroosioon ja ravinteiden huuhtoutumiin. Viljelykäytäntöinä olivat tavanomainen syyskylvö, syysruis, sänki (kevätkylvö) ja nurmi sekä vastaava talviaikainen kasvipeitteisyys. Tutkimusraportti on osa VIHMA-hanketta eli Viljelyalueiden valumavesien hallintamallin kehittämishanketta, josta vastaa Suomen ympäristökeskus.</p> <p>Liperin koekentän valunnasta ja ravinnekuormituksesta yli 90 % tapahtui viljelykauden ulkopuolella. Valunnan ja ravinnehuhtoutumien huiput olivat huhtikuun puolenvälin jälkeen. Liperin kentän tulosten perusteella nurmi pidatti sänkeä paremmin ravinteita. Kynnetyltä maalta eroosio ja fosforihuuhtoutumat olivat muita käsittelyitä suuremmat. Syysrukiilla typen huuhtoutuminen oli suurempi kuin sängellä (tai sänki + heinänsiemenellä). Salaojavalunnan liukoisen fosforin (leville käyttökelpoisen fosforin) osuus fosforin kokonaishuuhtoumasta oli melko suuri, noin 45 – 65 %. Tämä johtui vaatimattomista eroosiomääristä ja partikkelimaisen fosforin vähäisestä huuhtoutumisesta. Aluskasvi vähensi selvästi kaikkia ravinnehuhtoutumia Liperin koekentän vuosien 1989-2000 tutkimuksen mukaan. Heinän kylvö viljojen yhteydessä pidatti ravinteita pelkkää sänkeä paremmin.</p>	
Asiasanat	Viljelymenetelmät, kasvipeitteisyys, fosfori, typi, eroosio, salaojat	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Alueelliset ympäristöjulkaisut 367	
Julkaisun teema		
Projektihankkeen nimi ja projektinumero	Viljelyalueiden valumavesien hallintamallin kehittämishanke (RA03034)	
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Ympäristöministeriö, Maa- ja metsätalousministeriö, Suomen ympäristökeskus, Pohjois-Karjalan ympäristökeskus ja Salaojakeskus	
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot		
	ISSN 1238-8610	ISBN 952-11-1911-X
		952-11-1912-8 (PDF)
	Sivuja 60	Kieli Suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta 8,00 euroa (sis. alv 8%)
Julkaisun myynti/ jakaja	Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, puh. (013) 141 2702, telefax (013) 123 622 Edita Oyj, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Edita, puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380 sähköpostiosoite: asiakaspalvelu@edita.fi, www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket	
Julkaisun kustantaja	Pohjois-Karjalan ympäristökeskus	
Painopaikka ja -aika	Gummerus Kirjapaino Oy, Saarijärvi 2004	

Presentationsblad

Utgivare	Norra Karelen miljöcentral	Datum December 2004
Författare	Minna Kukkonen, Riitta Niinioja och Markku Puustinen	
Publikationens titel	Urlakningen av näringsämnen under varierande odlingsmetoder i Libelits experimentfält, i Norra Karelen, Finland	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt		
Sammandrag	<p>Urlakningen av näringsämnen och erosion under varierande odlingsmetoder undersöktes genom fältförsök på plan lerjord i Libelits i Norra Karelen 1989-2000. Odlingsmetoderna var plöjning på hösten, rågsådd på hösten, stubb över vintern (plöjning på våren) och gräsvall samt motsvarande vegetationstäcke under vintern. Rapporten är en del av det s.k. VIHMA-projektet "Management-modell för urlakningen från odlingsområden", som leds av Finlands miljöcentral.</p> <p>Över 90 % av experimentfältets avrinning och urlakning av näringsämnen skedde utanför växtperioden. De var som störst under sista delen av april. Vall minskade urlakningen av näringsämnen bättre än stubb enligt resultaten av detta experimentfält. Höstplöjning gjorde avrinningen och fosforutlakningen större. Höstråg gjorde utlakningen av kväve större än urlakningen från stubben (eller stubb + höfrö). I täckdiksvattnet var andelen fosfatfosfor (fosfor som är tillgänglig för alger) av den totala fosforutlakningen ganska stor, ca 45 – 65 %. Detta beror på obetydliga erosionsmängder och obetydlig urlakning av fosfor i partikelform. Undervegetationen minskade urlakningen av alla näringsämnen enligt resultaten från experimentfälten i Libelits 1989 – 2000. Sådden av hö samtidigt med spannmålen minskade urlakningen av näringsämnen bättre än stubben.</p>	
Nyckelord	Odlingsmetoder, vegetationstäcke, fosfor, kväve, erosion, täckdiken	
Publikationsserie och nummer	Regionala miljöpublikationer 367	
Publikationens tema		
Projektets namn och nummer	Management-modell för urlakningen från odlingsområden (RA03034)	
Finansiär/ uppdragsgivare	Miljöministeriet, Jord- och Skogsbruksministeriet, Finlands miljöcentral, Norra Karelen miljöcentral och Dräneringscentralen rf	
Organisationer i projektgruppen		
	ISSN 1238-8610	ISBN 952-11-1911-X
		952-11-1912-8 (PDF)
	Sidantal 60	Språk Finska
	Offentlighet Offentlig	Pris 8,00 EUR (inkl. moms. 8 %)
Beställningar/ distribution	Norra Karelen miljöcentral, tel. +358-13 141 2702, telefax +358 13 123 622, Edita Abp, Kundservice, PB 800, FIN-00043 Edita, Finland, tel. +358 20 450 05, telefax +358 20 450 2380, e-mail: asiakaspalvelu@edita.fi, www-server: http://www.edita.fi/netmarket	
Förläggare	Norra Karelen miljöcentral, Joensuu	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Gummerus Boktryckeri AB, Saarijärvi 2004	

Documentation page

Publisher	North Karelia Regional Environment Centre	Date December 2004
Author(s)	Minna Kukkonen, Riitta Niinioja and Markku Puustinen	
Title of publication	Leaching of nutrients under different cultivation methods in the Liperi test field in North Karelia, Finland	
Parts of publication/ other project publications		
Abstract	<p>Different cultivation methods and their effects on erosion and leaching of nutrients were studied at an even clay soil test field in Liperi, North Karelia, during the years 1989-2000. The cultivation methods were ploughing in autumn, rye seeding in autumn, stubble (ploughing in spring) and hay and the corresponding vegetation cover in winter. This report is a part of the VIHMA project, "Management model for runoff water from cultivated areas", lead by the Finnish Environment Institute.</p> <p>Over 90 % of the runoff and leaching of nutrients took place outside the cultivation period. The highest peaks in runoff and nutrient leaching were in late April. According to the results of the Liperi test field hay diminished the leaching of nutrients better than stubble. Ploughing in autumn increased the runoff and leaching of phosphorus. Autumn rye increased leaching of nitrogen compared to stubble (or stubble + hay seeding). In the subdrainage waters, the share of dissolved phosphorus (phosphorus readily available to algae) of the total phosphorus leaching was quite high, about 45 – 65 %. This was due to the low degree of erosion and the slight leaching of particle phosphorus. Undergrowth vegetation clearly diminished the leaching of all nutrients according to the results of the Liperi test field in the years 1989-2000. Sowing of hay with cereals decreased nutrient leaching better than plain stubble.</p>	
Keywords	Cultivation methods, vegetation cover, phosphorus, nitrogen, erosion, subdrainage pipes	
Publication series and number	Regional Environment Publications 367	
Theme of publication		
Project name and number, if any	Management model for runoff water from cultivated areas (RA03034)	
Financier/ commissioner	Ministry of the Environment, Ministry of Agriculture and Forestry, Finnish Environment Institute, North Karelia Regional Environment Centre and Finnish Field Drainage Center	
Project organization		
	ISSN 1238-8610	ISBN 952-11-1911-X
		952-11-1912-8 (PDF)
	No. of pages 60	Language Finnish
	Restrictions For public use	Price 8,00 EUR (incl. tax 8 %)
For sale at/ distributor	North Karelia Regional Environment Centre, tel. +358 13 141 2702, fax +358 13 123 622 Edita Plc, customer service, tel. +358 02 450 05, telefax +358 20 450 2380	
Financier of publication	North Karelia Regional Environment Centre, Joensuu	
Printing place and year	Gummerus Printing Plc, Saarijärvi 2004	

Viljelykäytäntöjen vaikutus ravinnehuuhtoutumiin

Pohjois-Karjalassa Liperissä tasaisella savimaalla sijaitsevalla huuhtoutumiskoekentällä tutkittiin vuosina 1989-2000 eri viljelykäytäntöjen vaikutusta eroosioon ja ravinteiden huuhtoutumiin. Viljelykäytäntöinä olivat tavanomainen syyskylvö, syysruis, sänki (kevätkylvö) ja nurmi sekä vastaava talviaikainen kasvipeitteisyys. Tutkimusraportti on osa VIHMA-hanketta eli Viljelyalueiden valumavesien hallintamallin kehittämishanketta, josta vastaa Suomen ympäristökeskus.

Liperin koekentän valunnasta ja ravinnekuormituksesta yli 90 % tapahtui viljelykauden ulkopuolella. Liperin kentän tulosten perusteella nurmi pidatti sänkeä paremmin ravinteita. Kynnetyiltä maalta eroosio ja fosforihuuhtoutumat olivat muita käsittelyitä suuremmat. Syysrukiilla typen huuhtoutuminen oli suurempi kuin sängellä tai sänki + heinänsiemenellä. Salaojavalunnan liukoisen fosforin (leville käyttökelpoisen fosforin) osuus fosforin kokonaishuuhtoumasta oli melko suuri, noin 45 – 65 %. Tämä johtui vaatimattomista eroosiomääristä ja partikkelimaisen fosforin vähäisestä huuhtoutumisesta. Aluskasvi vähensi selvästi kaikkia ravinnehuuhtoutumia Liperin koekentän vuosien 1989-2000 tutkimuksen mukaan. Heinän kylvö viljojen yhteydessä pidatti ravinteita pelkkää sänkeä paremmin.

Julkaisu on saatavissa myös Internetissä:
<http://www.ymparisto.fi/pka>

ISBN 952-11-1911-X
ISBN 952-11-1912-8 (PDF)
ISSN 1238-8610

Myynti:
Pohjois-Karjalan ympäristökeskus
Torikatu 36 A, 80100 Joensuu
puh. (013) 141 2702, telefax (013) 123 622

Edita Oyj, Asiakaspalvelu
PL 800, 00043 Editä,
puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380

