



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 22 / 87

EILA TURTOLA ja ANTTI JAAKKOLA
Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto

**Viljelykasvin vaikutus ravinteiden
huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten
huuhtoutumiskentällä v. 1983 — 1986**

JOKIOINEN 1987
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 22/87

EILA TURTOLA ja ANTTI JAAKKOLA

Viljelykasvin vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen savimaasta
Jokioisten huuhtoutumiskentällä v. 1983 - 1986

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto
31600 Jokioinen
916-88 111

Jokioinen, 1987
ISSN 0359-7652

Sisällysluettelo

	Sivu
TIIVISTELMÄ	3
1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	6
2.1. Huuhtoutumiskenttä	6
2.2. Vesi- ja kasvianalyysit	11
2.3. Koejärjestelyt vuosina 1983 - 1986	13
3. TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	17
3.1. Valunnan vaikutus huuhtoutumiseen	17
3.2. Nurmen maahankynnön ja kesannoinnin vaikutus huuhtoutumiseen	21
3.3. Syysvehnän ja kevätvehnän viljelyn vaikutus huuhtoutumiseen	25
3.4. Maaperän ravinnetase	28
4. KIRJALLISUUS	30
LIITTEET	33

TIIVISTELMÄ

Maatalouden tutkimuskeskuksen Jokioisiin perustamalla huuhtoutumiskentällä tutkittiin vuosina 1983 - 1986 viljelykasvin vaikutusta ravinteiden huuhtoutumiseen savimaasta. Huutoutumiskenttä on salaojitettu siten, että muodostuu kuusitoista 11 aarin suuruista ruutua, joilta salaojavedet kerätään erikseen. Pintavedet ohjataan avo-ojien ja vesivakojen avulla neljään pintavesikaivoon, kuhunkin neljän ruudun alalta. Kentän alapuolelle on rakennettu havaintorakennus salaojista ja pintavesikaivoista tulevien vesimäärien mittausta sekä vesinäytteiden keräystä varten.

Tutkimusjakson 1983 - 1986 aikana huuhtoutui typpeä, fosforia, kaliumia, kalsiumia, magnesiumia, natriumia, sulfaattirikkiä ja kloridia seuraavasti (kg/ha vuodessa):

N	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻ -S	Cl
9,2	1,1	7,2	26	17	9,0	15	61

Salaoja- ja pintavesivalunnan suuruus vaikutti selvästi ravinteiden huuhtoutumisen määrään. Mitä enemmän valuntaa muodostui, sitä runsaammin ravinteita huuhtoutui. Tämän vuoksi huuhtoutuminen oli kevät- ja syyskausina kesäkautta suurempaa. Sateisena kesänä 1984 huuhtoutuminen oli kuitenkin poikkeuksellisen runsasta.

Lähes neljä viidesosaa huuhtoutuneesta fosforista kulkeutui pintavesien mukana. Valtaosa fosforista oli sitoutunut veden mukana liikkuvaan eroosioainekseen. Typpeä huuhtoutui salaoja- ja pintavesissä yhtä paljon. Suurin osa typestä oli nitraattimuodossa.

Vuonna 1983 huuhtoutumiskentällä tutkittiin nurmen maahankynnön ja kesannoinnin vaikutusta huuhtoutumiseen. Sekä nurmen maahankyntö että kesannointi lisäsivät typen huuhtoutumista salaojavesissä. Kesannoinnin vaikutus oli suurempi, vaikka sen kesto oli lyhyempi.

Vuosina 1985 - 1986 tutkittiin syysvehnän ja kevätvehnän viljelyn vaikutusta huuhtoutumiseen. Syysvehnää viljeltäessä tyyppiä huuhtoutui salaojavesissä 70 % kevätvehnämaasta huuhtoutuneesta määrästä. Sen sijaan muita ravinteita huuhtoutui syysvehnämaasta enemmän.

Maaperän ravinnetaseesta näkyi kesannoinnin maan typpivaroja kuluttava vaikutus. Ravinnetase osoitti fosforia ja kaliumia kertyneen maahan, kun taas magnesiumin suhteen tase oli tappiollinen.

1. JOHDANTO

Tärkeimpiä ravinteiden huuhtoutumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat sademäärä ja valunnan muodostuminen, ravinneionien pidättyminen maa-ainekseen sekä osallistuminen maassa tapahtuviin biologisiin prosesseihin.

Kasvien ravinteiden oton on havaittu vähentävän erityisesti typen huuhtoutumista. Huuhtoutuvasta tyypestä valtaosa on nitraattityyppiä, jonka heikko pidättyminen maa-ainekseen altistaa sen huuhtoutumiselle.

Koska fosfori pidättyy tiukasti maa-ainekseen, on fosforin kulkeutumisen todettu olevan kiinteästi sidoksissa pintavesivalunnan ja eroosion suuruuteen. Veden pintavirtailuja tapahtuu eniten savimailla, ja näistä maista kulkeutuu fosforia vesistöihin varsin runsaasti (GUSTAFSON 1982, BRINK 1984).

Ravinteiden huuhtoutumiseen vaikuttavia tekijöitä on käsi-

telty seikkaperäisemmin esim. HARTIKAISEN (1978a ja b) artikkeleissa sekä Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedotteissa 6/85 ja 17/86 (TURTOLA ja JAAKKOLA 1985, 1986).

Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto perusti v. 1975 Jokioisiin ($60^{\circ} 49' N$, $23^{\circ} 30' E$) Kotkanojan peltolohkolle huuhtoutumiskentän. Tällä kentällä on tutkittu viljelytoimien vaikutusta ravinteiden huuhtoutumiseen savimaasta käytännön viljelyä vastaavissa oloissa (JAAKKOLA 1978, 1979a ja b, 1981, 1983a, b ja c, 1984, TURTOLA ja JAAKKOLA 1985, 1986).

Vuosina 1983 - 1986 kentällä tutkittiin viljelykasvien vaikutusta ravinteiden huuhtoutumiseen. Aikaisemmissa samalla kentällä suoritetuissa tutkimuksissa havaittiin nurmen vähentävän typen huuhtoutumista viljanviljelyyn verrattuna. Tämän katsottiin johtuvan siitä, että nurmikasvusto käytti maaperän typpivaroja tehokkaammin hyväkseen ja typenotto jatkui myöhempään syksyllä (JAAKKOLA 1984, TURTOLA ja JAAKKOLA 1985). Toisaalta suuri osa nurmikasvuston ottamasta typestä sitoutui juuristoon, ja oli odotettavissa, että nurmen maahankynnön jälkeen juuriston hajoaminen ja typen mineralisaatio heijastuisivat runsaampana typen huuhtoutumisena.

Vuonna 1983 suoritettuna kokeen avulla selvitetettiin nurmen maahankynnön vaikutusta huuhtoutumiseen. Lisäksi haluttiin saada tarkempaa tietoa kesannoinnin vaikutuksesta huuhtoutumiseen. Kesannoinnin oli havaittu lisäävän typen huuhtoutumista vuosina 1976 ja 1977 huuhtoutumiskentän perustamisvaiheessa (JAAKKOLA 1979a, 1984). Huuhtoutuminen lisääntyi kesantomaa-ssa, koska maan orgaanisesta aineksesta mineralisaatiossa vapautuva nitraattityppi oli viljelykasvin puuttuessa erityisen altis huuhtoutumaan.

Viljanviljelyssä ravinteiden huuhtoutuminen lisääntyy syksyllä, kun kasvien ravinteiden ja veden otto loppuvat. Syysviljoja viljeltäessä huuhtoutuminen voi vähentyä, jos syys-

kesällä kylvetty kasvusto pystyy ottamaan tehokkaasti ravinteita. Vuosina 1985 - 1986 suoritettussa kokeessa tutkittiin, onko huuhtoutuminen pienempää syysvehnää viljeltäessä kevätvehnään verrattuna.

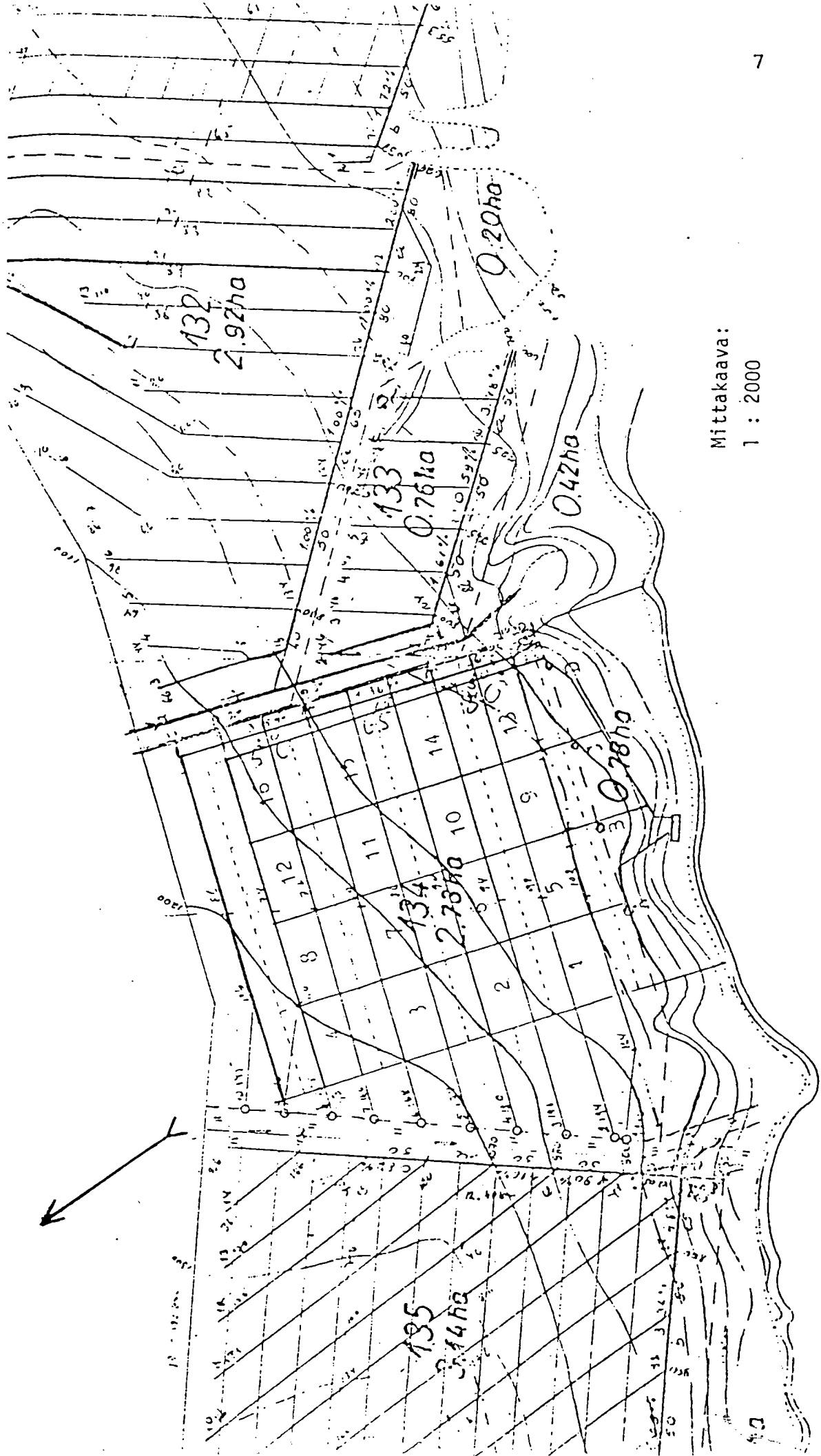
2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Huuhtoutumiskenttä

Huuhtoutumiskenttä sijaitsee syvänteessä virtaavaan puroon loivasti viettävällä peltolohkolla (kuva 1). Lohko on salaojitettu v. 1962 40 mm:n tiiliputkilla. Imuojien etäisyys on 16,5 m. Syksyllä v. 1975 kahdeksan imuojan poikki kaivettiin salaojat 33 m:n välein. Näihin ojiin upotettiin muoviputket, joihin yhdistettiin aina kaksi 33 m:n pituista imuojaa omaksi ojastokseen. Tällöin muodostui 16 erillistä keskimäärin 10,9 a suuruista koeruutua. Näin muodostetuilta ruuduilta salaojavedet voidaan kerätä ja johtaa havaintorakennukseen erikseen (kuva 2).

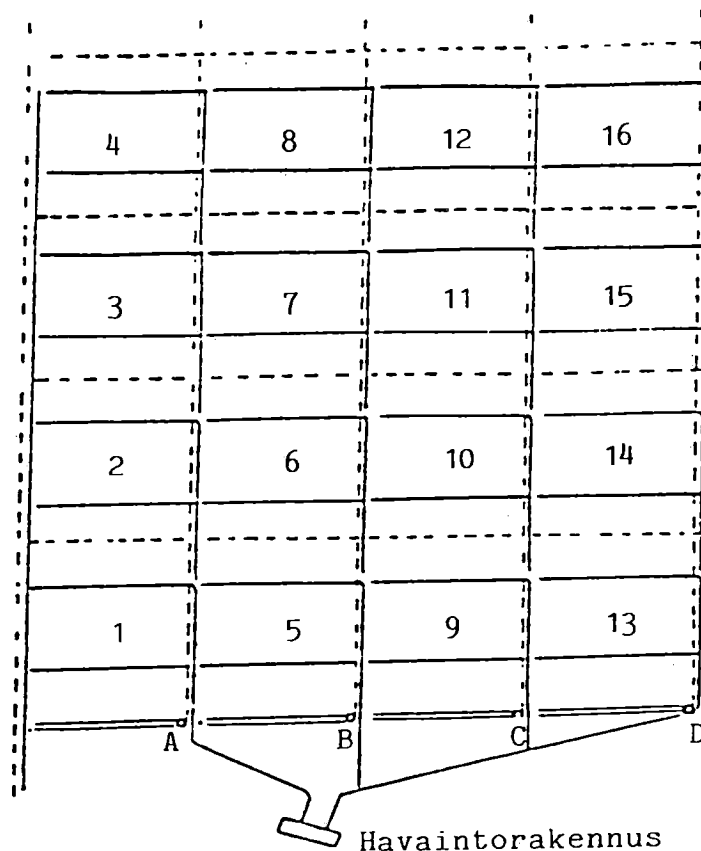
Salaojat sijaitsevat keskimäärin 1 m:n syvyydessä. Suurin keskimääräinen syvyys yksittäisessä ruudussa on 1,17 m ja pienin 0,84 m. Ojien suurin kaltevuus on 1,1 % ja pienin 0,3 %.

Pintavesien keräämistä varten on kaivettu 4 pintavesikaivoa, joihin kuhunkin pintavedet johdetaan vesivakojen ja avo-ojien avulla 4 ruudun alalta. Pintavesikaivot on rakennettu halkaisijaltaan 60 cm:n betonirenkaista. Kaivoon johtavaan ojaan on upotettu 6 m:n pituinen rei'itetty muoviputki noin 0,5 m:n syvyyteen ojan pohjasta. Putki on peitetty ja kaivo ympäröity soralla veden virtauksen edistämiseksi. Vedet johdetaan kaivoista havaintorakennukseen muoviputkia pitkin. Nämä putket ja pintavesikaivot on eristetty 5 cm:n vahvuisella styrox-eristeellä jäätyamisen ehkäisemiseksi.



Mittakaava:
1 : 2000

Kuva 1. Huuhtoutumiskentän sijainti Kotkanojan peltolohkolla.



- Kaivo
- Salaoja ¹⁾
- == Avo-oja
- - - - Vesivako

Mittakaava

0 10 20 30 40 50 m

¹⁾Vaakasuorat yhtenäiset viivat osoittavat vanhojen tiilisalaojaputkien sijaintia. Pystysuorat viivat osoittavat muoviputkia, joita myöten kunkin ruudun salaojavedet johdetaan havaintorakennukseen.

Kuva 2. Huuhtoutumiskentän toimintakaavio

Ruutu n:o 4 on keskimäärin 2,4 m korkeammalla kuin ruutu n:o 1, ja tämän sivun kaltevuus kentällä on keskimäärin 2,5 %. Vastakkaisen sivun kaltevuus on 1,7 %. Alimman sivun kaltevuus on vain 0,2 %. Koska joidenkin vierekkäisten ruutujen välillä on varsin suuria korkeuseroja, pintavesien johtaminen niille tarkoitettuihin kaivoihin ei aina onnistunut halutulla tavalla.

Havaintorakennuksessa kultakin ruudulta tulleet salaojavedet ja neljästä pintavesikaivosta tulleet pintavedet kerättiin ja vesimäärät mitattiin erikseen. Vesimäärä mitattiin kääntyvän kaksiosaisen mitta-astian avulla. Tilavuudeltaan 4,5 l:n astian kääntyminen täyttymisen jälkeen rekisteröityi elektromekaaniseen laskuriin. Mitta-astian tyhjentyessä noin 0,06 % vesimäärästä ohjautui pienen suppilon avulla 10 l:n näyteastiaan. Tällä tavoin kerätystä koko valunutta vesimäärää edustavasta vedestä otettiin vesinäytteet analyysijä varten. Vesinäytteet otettiin polyeteenipulloihin, ja niitä säilytettiin ennen analysointia pimeässä +4 °C:n lämpötilassa.

Huuhtoutumiskentän maaperän laatua tutkittiin ottamalla kentältä maanäytteitä 0,80 cm syvyydeltä syksyllä 1979. Maaperän lajitekoostumuksen määrittämisessä käytettiin ELOSEN (1971) kehittämää menetelmää. Maaperän savespitoisuus oli korkein kentän alareunassa. Muokkauskerroksen savespitoisuus oli suurin ruudussa 14 (79 %) ja pienin ruudussa 8 (43 %) kentän ylälaidalla (taulukko 1, kuva 2). Yhdeksällä ruudulla 16:sta muokkauskerroksen savespitoisuus ylitti 60 % eli ne luokiteltiin aitosaviksi. Muokkauskerroksen alapuolella maa oli aitosavea koko kentän alueella.

Orgaanisen hiilen pitoisuus määritettiin märkäpolttomenetelmällä (GRAHAM 1948). Orgaanisen hiilen pitoisuus oli pienempi kuin mitä se SIPPOLAN ja TAREKSEN (1978) mukaan on Suomen peltomaissa keskimäärin (4 %). Ruutujen välinen vaihtelu oli varsin suuri (taulukko 1).

Maan pH mitattiin maa-vesi -suspensiosta 1:2,5 (v/v). Muokkauskerroksen pH oli varsin lähellä koko maan hiesusavi- ja aitosavimaiden keskiarvoa 6,0 (KURKI 1982). Syvemmissä maakerroksissa pH oli korkeampi, ja 60 - 80 cm:n syvyydessä maa oli neutraalia (taulukko 1).

Taulukko 1. Maan pH, orgaanisen hiilen pitoisuus ja savespitoisuus huuhtoutumiskentän koeruuduissa eri syvyyksissä (\bar{x} = keskiarvo, vv = vaihteluväli).

Syvyys, cm	pH (H ₂ O)		Org. hiili, %		Saves, %	
	\bar{x}	vv	\bar{x}	vv	\bar{x}	vv
0-20	5,9	5,7-6,1	2,7	2,2-3,6	61	43-79
20-40	6,3	6,0-6,6	0,6	0,5-1,0	83	62-93
40-60	6,8	6,4-7,0	-	-	88	65-95
60-80	7,0	6,9-7,2	-	-	92	82-96

Maan ravinnetilan selvittämiseksi määritettiin happamaan ammoniumasetaattiin (pH 4,65) uuttuvien fosforin, kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin määrät (taulukko 2). Menetelmä on sama kuin Viljavuuspalvelu Oy:n käyttämä menetelmä (VUORINEN ja MÄKITIE 1955). Viljavuuspalvelu Oy:n tuloksista on KURKI (1982) julkaissut yhteenvedon. Kotkanojan huuhtoutumiskentän muokkauskerroksessa vaihtuvan kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin pitoisuudet olivat keskimääräistä tasoa.

Sen sijaan fosforin pitoisuudet olivat huomattavasti keskimääräistä pienempiä (taulukko 2). KURJEN (1982) mukaan hiesusavien keskimääräinen fosforiluku on 8,5. Syvemmissä maakerroksissa vaihtuvan kalsiumin ja etenkin magnesiumin määrät olivat korkeita.

Taulukko 2. Happamaan ammoniumasetaattiin (pH 4,65) uuttuvien ravinteiden pitoisuus (mg/l maata) huuhtoutumiskentän koeruuduissa eri syvyyksissä (\bar{x} = keskiarvo, vv = vaihteluväli).

Syvyys, cm	K		Ca		Mg		P	
	\bar{x}	vv	\bar{x}	vv	\bar{x}	vv	\bar{x}	vv
0-20	265	210-340	1900	1350-2200	550	320-730	3,6	2,7-4,8
20-40	310	220-360	2770	2000-3100	1790	1220-2050	0,2	0,0-0,5
40-60	320	230-370	2900	2400-3100	1990	1700-2100	0,2	0,0-0,4
60-80	335	270-390	2880	2700-3300	2000	2700-3300	0,3	0,0-0,6

2.2. Vesi- ja kasvianalyysit

Salaoja- ja pintavesistä määritettiin kokonaistypen, nitraattitypen, ammoniumtypen, kokonaisfosforin, liukoisen ortofosfaattifosforin, kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin ja kloridin pitoisuudet.

Kokonaistypen ja kokonaisfosforin sekä kloridin pitoisuudet määritettiin suodattamattomista vesinäytteistä. Muita määrittäviä varten vesinäytteet suodatettiin kalvosuodattimen (huokoskoko 0,45 μm) läpi.

Kokonaistypen pitoisuus määritettiin vesinäytteistä Vesihaltuuden suosittelemalla menetelmällä (ANON. 1981). Epäorgaaniset ja orgaaniset typpiyhdisteet hapetettiin nitraatiksi alkalisessa liuoksessa kuumentamalla näytettä kaliumperoksidisulfaatin kanssa autoklaavissa. Hapetuksen jälkeen muodostunut nitraattityppi määritettiin AKEA-autoanalysointorilla (valmistaja Datex, Suomi).

Nitraattityppeä määritettäessä nitraatti pelkistettiin kupari-kadmium -pylväässä nitriitiksi ja määritettiin kolorimetrisesti ($\lambda = 520 \text{ nm}$) käyttämällä sulfaniiliamidia ja N-(1-naftyyli)-etyleenidiamiinidihydrokloridia reagensseina. Nitriitti reagoi hyvin happamassa liuoksessa (pH-arvo 1,5 - 2) sulfaniiliamidin kanssa muodostaen diatsoyhdisteen, joka N-(1-naftyyli)-etyleenidiamiinin kanssa muodostaa atsoväriaineen.

Ammoniumtypen pitoisuus määritettiin myös AKEA-autoanalysointorilla kolorimetrisesti ($\lambda = 630 \text{ nm}$) $+60 \text{ }^\circ\text{C}$ lämpötilassa. Alkalinen fenoli ja hypokloriitti reagoivat ammoniumin kanssa muodostaen sinisen indofenoliyhdisteen. Muodostunutta väriä voimistetaan natriumnitroprussidilla.

Kokonaisfosforin ja liukoisen ortofosfaattifosforin pitoisuudet määritettiin vesinäytteistä Vesihallituksen suosittellulla menetelmällä (ANON. 1981). Vesinäytteiden kokonaisfosforin määrittämisessä orgaaniset ja epäorgaaniset fosforiyhdisteet muutettiin ortofosfaattimuotoon kuumentamalla niitä kaliumperoksidisulfaatin kanssa autoklaavissa. Ortofosfaatin pitoisuus määritettiin AKEA-autoanalysointilaitteella. Ortofosfaattista muodostettiin ammoniummolybdaatin avulla fosforimolybdeenihappoa, joka pelkistettiin askorbiinihapolla antimonin läsnäollessa siniseksi kompleksiyhdisteeksi. Tämän yhdisteen pitoisuus mitattiin kolorimetrisesti ($\lambda = 880 \text{ nm}$).

Vesinäytteistä määritettiin kaliumin, kalsiumin, magnesiumin ja natriumin pitoisuus atomiabsorptiospektrofotometrillä ilma-asetyleeniliekkiä käyttäen (ANON. 1981).

Kalsiumin ja magnesiumin pitoisuutta määritettäessä mitattava liuos oli 0,25 % lantaanin suhteen. Kalium mitattiin aallonpituudella 766,5 nm, kalsium 422,7 nm, magnesium 285,2 nm ja natrium 588,5 nm.

Sulfaattirikin määrittämisessä sulfaatti saostettiin BaCl_2 :lla suolahapolla happamaksi tehdystä vesinäytteestä kuumentamalla liuosta (70 - 80 °C). BaSO_4 -sakan sentrifugoinnin ja pesun jälkeen sakka liuotettiin EDTA-liuoksella. Tästä liuoksesta määritettiin sulfaatti epäsuorasti mittaamalla bariumin pitoisuus atomiabsorptiospektrofotometrillä (ilmaasetyleeniliekki, $\lambda = 553,6 \text{ nm}$).

Kloridin pitoisuus mitattiin vesinäytteistä kloridispesifisen elektrodin avulla (Orion 94-17A, valmistaja Orion Research Co., USA).

Kasvinäytteistä määritettiin jyvä- ja olkisadon sisältämän kokonaistypen määrä tavanomaisella ammoniakkin tislauksella Kjeldahl-polton jälkeen.

Kasvinäytteiden fosforipitoisuus määritettiin vanadaattimenetelmää käyttäen. Kasviaineksesta polton jälkeen valmistetussa uutuksessa olevasta fosforista muodostettiin ammoniummolybdaatin ja ammoniumvanadaatin avulla keltaista vanadofosfoammoniummolybdaattia, jonka pitoisuus mitattiin spektrofotometrillä ($\lambda = 436 \text{ nm}$).

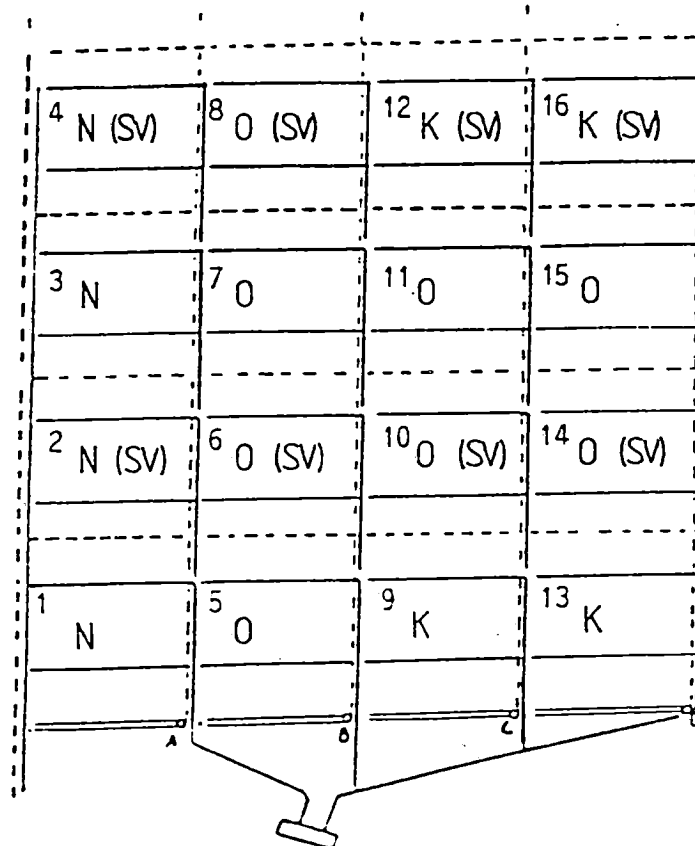
Kasvinäytteiden sisältämän kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin määrä analysoitiin valmistamalla kasvinäytteestä tuhkaute. Näytettä poltettiin ensin $350 \text{ }^{\circ}\text{C}$:en lämpötilassa ja savuttamisen jälkeen lämpötila nostettiin $520 \text{ }^{\circ}\text{C}$:een, missä näytteet olivat seuraavaan aamuun. Tuhkan sisältämät oksidit muutettiin vesiliukoiseen muotoon klorideiksi lisäämällä näytteeseen suolahappoa. Tuhkaute suodatettiin ja suodoksesta mitattiin kaliumin, kalsiumin ja magnesiumin pitoisuudet atomiabsorptiospektrofotometrillä samalla tavoin kuin vesinäytteistä.

2.3. Koejärjestelyt vuosina 1983 - 1986

Vuonna 1983 huuhtoutumiskentällä tutkittiin nurmen maahan-kynnön ja kesannoinnin vaikutusta ravinteiden huuhtoutumiseen. Syksyllä 1983 kentälle kylvettiin syysvehnää, ja tarkoituksena oli tutkia huuhtoutumista syysvehnää ja kevätvehnää viljeltäessä. Syysvehnän itäminen kuitenkin epäonnistui, ja vuonna 1984 koko kentällä viljeltiin ohraa. Syksyllä 1984 kylvettiin jälleen syysvehnää ja vuosina 1985-1986 tutkittiin viljelykasvin vaikutusta huuhtoutumiseen syysvehnää ja kevätvehnää viljeltäessä.

Vuonna 1980-1982 huuhtoutumiskentän ruuduilla 1 - 4 ja 9 - 12 oli viljelty timotei-nurminata -nurmea ja ruuduilla 5 - 8 ja 13 - 16 ohraa. Syksyllä 1982 lokakuussa ruudut 5 - 16 kynnettiin. Keväällä 1983 10.6. ruuduille 5 - 8, 10, 11, 14 ja 15

kylvettiin ohra (Kustaa). Ruuduilla 1 - 4 kasvoi neljännen vuoden nurmi ja ruudut 9, 12, 13 ja 16 jätettiin kesannolle (kuva 3).



Kuva 3. Koejärjestely vuonna 1983. N = nurmi, O = ohra, K = kesanto, (SV) = syysvehnä.

Nurmi lannoitettiin normaali Y-lannoksella 625 kg/ha 28.4. ja 625 kg/ha 30.6. ja ohra kylvön yhteydessä 10.6. normaali Y-lannoksella 625 kg/ha. Lannoitteissa maahan tulleet ravinnemäärät ilmenevät liitteestä 1. Ohra puitiin 18.8. ja nurmi korjattiin 27.6. ja 29.8. Ohran puinnin yhteydessä jyväsato punnittiin ja kasvustoa leikattiin 1 m²/ruutu sadon jyvä-olki-suhteen määrittämiseksi. Jyvistä ja oljista otettiin näytteet sadon sisältämän typen, fosforin, kaliumin, kalsiumin ja

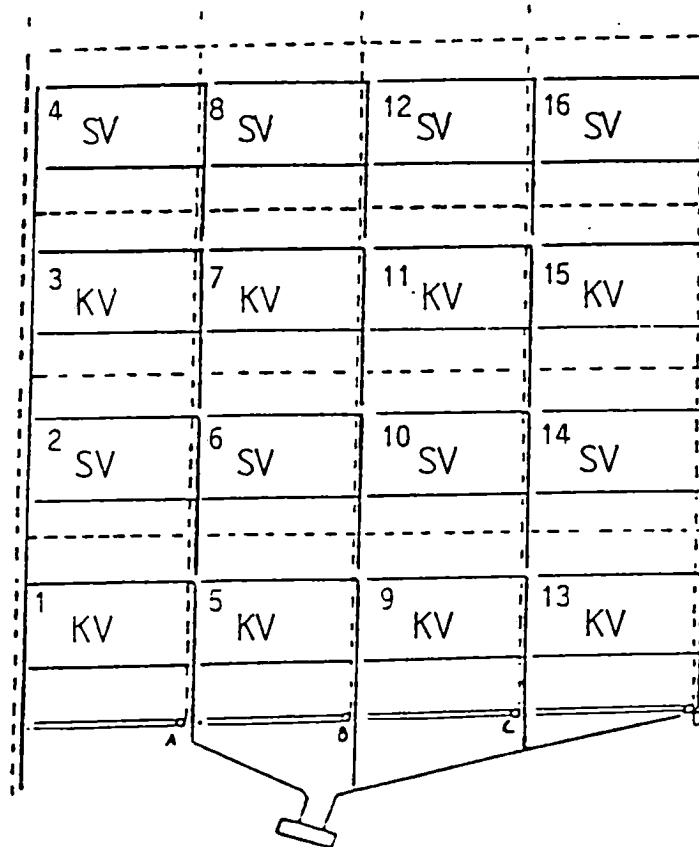
magnesiumin määrittämistä varten. Olki kynnettiin maahan syksyllä. Nurmen niittojen yhteydessä sato punnittiin ja otettiin näytteet ravinneanalyysijä varten.

Koko kenttä kynnettiin 29. - 30.8., ja syysvehnä (Vakka) kylvettiin ruuduille 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 ja 16 5.9. (kuva 3). Syysvehnä lannoitettiin ammonoidulla PK-lannoksella 600 kg/ha. Syysvehnä iti kuitenkin niin huonosti, että alkuperäisestä suunnitelmasta oli luovuttava, ja seuraavana keväänä 1984 koko kentälle kylvettiin ohra (Suvi) 19.5. Ohran lannoitukseen käytettiin typpirikasta Y-lannosta 500 kg/ha. Ohra puitiin 17.8., ja kenttä kynnettiin 22.-23.8.

Kentälle kylvettiin 30.8.1984 syysvehnä (Vakka) ruuduille 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 ja 16 (kuva 4). Syysvehnä lannoitettiin ammonoidulla PK-lannoksella 600 kg/ha. Keväällä 1985 kylvettiin kevätvehnä (Luja) ruuduille 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 ja 15 27.5. (kuva 4). Kevätvehnän lannoitukseen käytettiin 625 kg/ha normaali Y-lannosta, ja syysvehnä lannoitettiin 17.5. oulunsalpietarilla 360 kg/ha. Syysvehnä puitiin 19.8. ja kevätvehnä 9.9. Syysvehnäruudut kynnettiin 22.8. ja kevätvehnäruudut 13.9.

Syysvehnä (Aura) kylvettiin 28.8. samoille ruuduille kuin edellisenäkin syksynä. Lannoitukseen käytettiin syksyllä normaali Y-lannosta 300 kg/ha ja seuraavana keväänä 10.5.1986 oulunsalpietaria 360 kg/ha. 22.5.1986 kylvettiin kevätvehnä (Luja) ja lannoitettiin typpirikkaalla Y-lannoksella 500 kg/ha. Syysvehnä puitiin 15.8. ja kevätvehnä 1.9. Koko kenttä kynnettiin 17. - 18.9.1986.

Viljan puinnin yhteydessä vuosina 1984 - 1986 otettiin näytteet jyvä- ja olkisadon suuruuden ja sen sisältämien ravinne-
määrien selvittämiseksi. Olki kynnettiin maahan syksyllä.



Kuva 4. Koejärjestely vuosina 1985 - 1986. SV = syysvehnä,
KV = kevätvehnä.

Vesien ravinnepitoisuuksien ja huuhtoutuneiden ravinnemäärien laskentaa varten kukin koevuosi jaettiin kolmeen havaintojaksoon. Kevätkausi käsitti tammi-, helmi-, maaliskuu- ja huhtikuun, kesäkausi touko-, kesä-, heinä- ja elokuun ja syyskausi loppuvuoden. Jaksot rajattiin pinta- ja salaojavesivälilunna jaksottumisen sekä kylvön ja korjuun ajoittumisen perusteella.

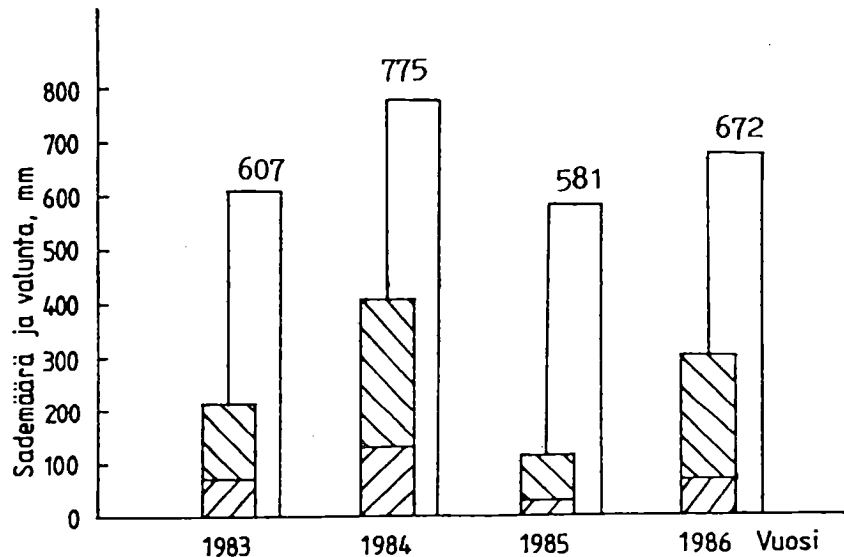
Havaintojaksojen aikana huuhtoutuneet ravinnemäärät ja ravinteiden pitoisuudet laskettiin seuraavasti. Kahden näytteenottokerran välillä huuhtoutunut ravinnemäärä saatiin kertomalla ko. ajanjaksona valuneen veden ravinnepitoisuus valuneen ve-

den määrällä. Nämä ravinnemäärät laskettiin yhteen kunkin havaintojakson sisällä, jolloin saatiin ko. jakson kuluessa huuhtoutunut ravinnemäärä (kg/ha). Havaintojakson aikainen keskimääräinen ravinnepitoisuus (mg/l) laskettiin jakamalla jakson kuluessa huuhtoutunut ravinnemäärä vastaavana aikana muodostuneen valunnan määrällä.

3. TULOKSET JA TARKASTELU

3.1. Valunnan vaikutus huuhtoutumiseen

Ravinteiden huuhtoutuminen oli keskimäärin samansuuruista kuin aikaisempina tutkimusvuosina 1976 - 1982 (JAAKKOLA 1984, TURTOLA ja JAAKKOLA 1985, 1986). Sademäärän, salaoja- ja pintavesivalunnan ja ravinteiden huuhtoutumisen suuruus on esitetty kuvassa 5 ja taulukossa 3.



Kuva 5. Sademäärä Jokioisissa (□) ja pintavesivalunta (▭) sekä salaojavesivalunta (▨), mm, huuhtoutumiskentällä vuosina 1983 - 1986.

Valunnan määrä vaikutti selvästi ravinteiden huuhtoutumisen suuruuteen. Vuoden kokonaisvalunta oli jakson 1983 - 1986 aikana suurin vuonna 1984 (kuva 5), ja vuonna 1984 kaikkia tutkittuja ravinteita fosforia lukuunottamatta huuhtoutui eniten (taulukko 3). Vuonna 1985 valunta ja huuhtoutuminen olivat puolestaan tutkimusjakson pienimpiä.

Kevät- ja syyskausina sekä pinta- että salaojavesivalunta olivat yleensä suurempia kuin kesäkausina (kuva 6). Tämän vuoksi myös ravinteita huuhtoutui eniten keväisin ja syksyisin. Sateisena kesänä 1984 muodostui runsaasti salaojavesivaluntaa, ja tämä aiheutti kesäkaudelle poikkeuksellisen suuren ravinteiden huuhtoutumisen. Kesällä 1985 puolestaan pintavesivalunta oli suuri, mikä heijastui lisääntyneenä fosforin huuhtoutumisena (kuva 7).

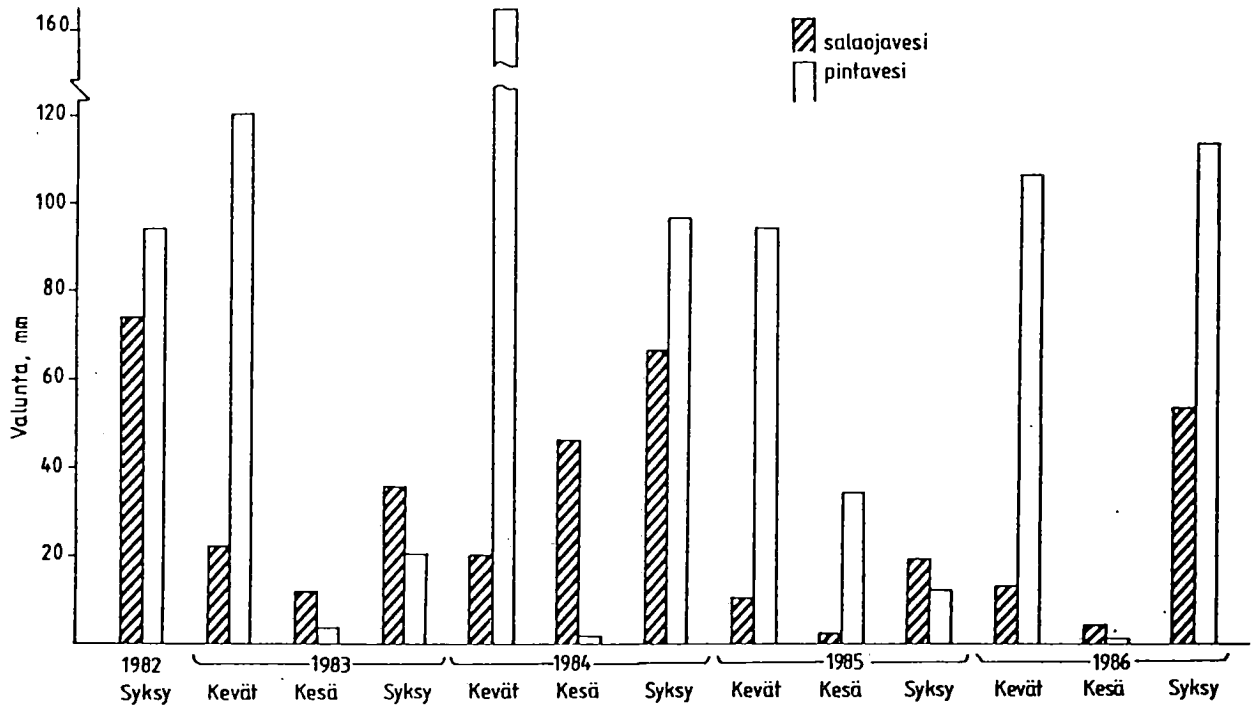
Valunnan jakautuminen pinta- ja salaojavesivaluntaan näkyi selvimmin fosforin huuhtoutumisessa (kuva 6 ja 7). Vuosina 1983 - 1986 pintavesivalunta muodosti 70 % kokonaisvalunnasta, ja pintavesien mukana kulkeutui 77 % koko huuhtoutuneesta fosforimäärästä. Tutkimusjakson aikana fosforia kulkeutui pintavesissä suhteellisesti enemmän kuin samalla huuhtoutumiskentällä aikaisemmin (TURTOLA ja JAAKKOLA 1985) Tähän oli syynä se, että pintavalunnan osuus kokonaisvalunnasta oli suurempi.

Pintavesien keskimääräinen fosforipitoisuus havaintojaksojen aikana (0,1 - 1,0 mg/l) oli suurempi kuin salaojavesien (0,1 - 0,6 mg/l). Liukoisen fosforin osuus pintavesissä oli hieman pienempi (6 - 21 %) kuin salaojavesissä (7 - 33 %). Fosforin huuhtoutumisen painottuminen pintavesiin on seurausta pintavesien suuremmasta eroosioaineksen määrästä. Koska fosfori pidättyy lujasti maa-ainekseen, sen liikkuminen on kiinteästi sidoksissa maahiukkasten kulkeutumiseen veden mukana.

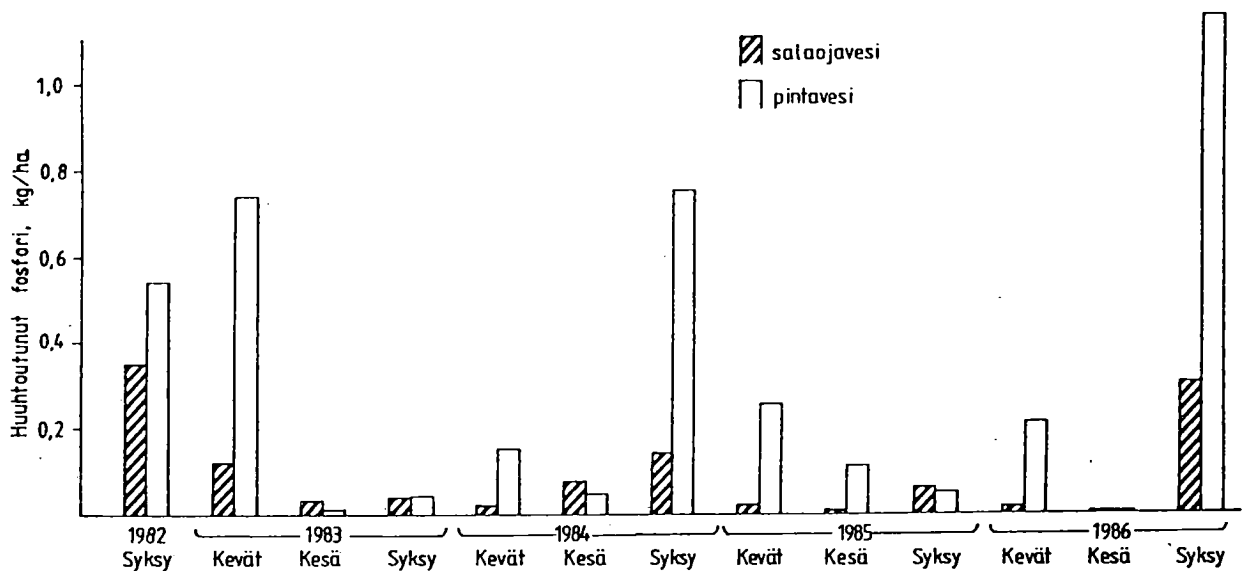
Taulukko 3. Salaoja- ja pintavesivalunta (mm) ja salaojavesissä ja pintavesissä huuhtoutuneet ravinnemäärät (kg/ha vuodessa) vuosina 1983 - 1986.

	1983		1984		1985		1986		1983-1986	
	sala	pinta	sala	pinta	sala	pinta	sala	pinta	sala	pinta
	yht.		yht.		yht.		yht.		yht.	
valunta	70	143	130	275	30	85	70	230	75	185
	213		405		115		300		258	
N	7,7	3,9	6,3	6,9	1,2	2,6	2,5	5,6	4,4	4,8
	12		13		3,8		8,1		9,2	
P	0,20	0,80	0,25	0,95	0,10	0,30	0,35	1,35	0,23	0,85
	1,0		1,2		0,40		1,7		1,1	
K ⁺	2,4	3,6	4,8	6,2	1,1	2,4	2,1	6,2	2,6	4,6
	6,0		11		3,5		8,3		7,2	
Ca ²⁺	15	8,0	27	17	6,0	8,0	8,4	16	14	12
	23		44		14		24		26	
Mg ²⁺	11	4,7	19	10	4,0	4,4	5,7	9,5	9,9	7,2
	16		29		8,4		15		17	
Na ⁺	4,3	3,3	8,1	5,9	2,0	2,5	3,3	6,6	4,4	4,6
	7,6		14		4,5		9,9		9,0	
SO ₄ ²⁻ -S	5,0	6,0	15	10	2,8	5,7	5,5	9,2	7,1	7,7
	11		25		8,5		15		15	
Cl ⁻	30	10	86	47	11	13	16	32	36	25
	40		133		24		48		61	

Huuhtoutuneesta kaliumista kulkeutui pintavesissä 64 %. Myös kaliumia huuhtoutui pintavesissä enemmän kuin aikaisempina tutkimusvuosina (TURTOLA ja JAAKKOLA 1986). Kalium sitoutuu savekseen huomattavasti muita tutkittuja kationeja lujemmin, ja tämä vähentää sen huuhtoutumisalttiutta salaojavesissä.



Kuva 6. Salaoja- ja pintavesivalunta (mm) kevät-, kesä- ja syyskausina 1.9.1982 - 31.12.1986.



Kuva 7. Salaoja- ja pintavesissä huuhtoutunut kokonaisfosfori (kg/ha) kevät-, kesä- ja syyskausina 1.9.1982 - 31.12.1986.

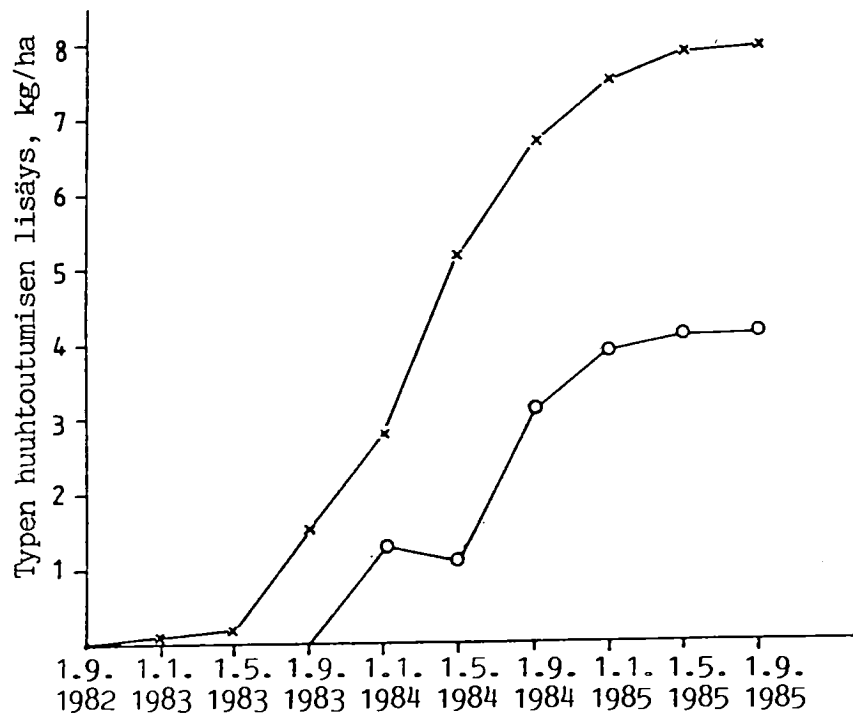
Typpeä, sulfaattirikkiä ja natriumia huuhtoutui salaojavesissä ja pintavesissä yhtä paljon, ja muita tutkittuja ravinteita salaojavesissä pintavesiä enemmän.

Salaojavesien keskimääräinen typpipitoisuus havaintojaksojen aikana (1,0 - 19 mg/l) oli suurempi kuin pintavesien (1,0 - 8,0 mg/l). Nitraattitypen osuus kokonaistypestä oli 90 %. Sekä ammoniumtypen että orgaanisen typen osuudet olivat 5 %. Pintavesien kokonaistypestä oli nitraattityppeä 60 - 90 %. Ammoniumtypen ja orgaanisen typen osuus pintavesien kokonaistypestä oli suurin vuosina 1984 ja 1986 (yht. noin 40 %), jolloin pintavesivalunta oli runsainta.

3.2. Nurmen maahankynnön ja kesannoinnin vaikutus huuhtoutumiseen

Nurmikasvuston maahankyntö lisäsi selvästi typen huuhtoutumista salaojavesissä. Niiltä syksyllä 1982 kynnetyiltä nurmiruuduilta, joilla viljeltiin vuonna 1983 ja 1984 ohraa, huuhtoutui vuoden 1984 loppuun mennessä typpeä 7,5 kg/ha enemmän kuin niiltä ruuduilta, joilla viljeltiin jatkuvasohraa (kuva 8). Syksyllä 1983 kynnetyiltä nurmiruuduilta typpeä huuhtoutui vuoden 1984 loppuun mennessä vastaavasti 3,9 kg/ha enemmän. Tämän jälkeen huuhtoutumisen lisääntyminen näytti vähenevän (kuva 8).

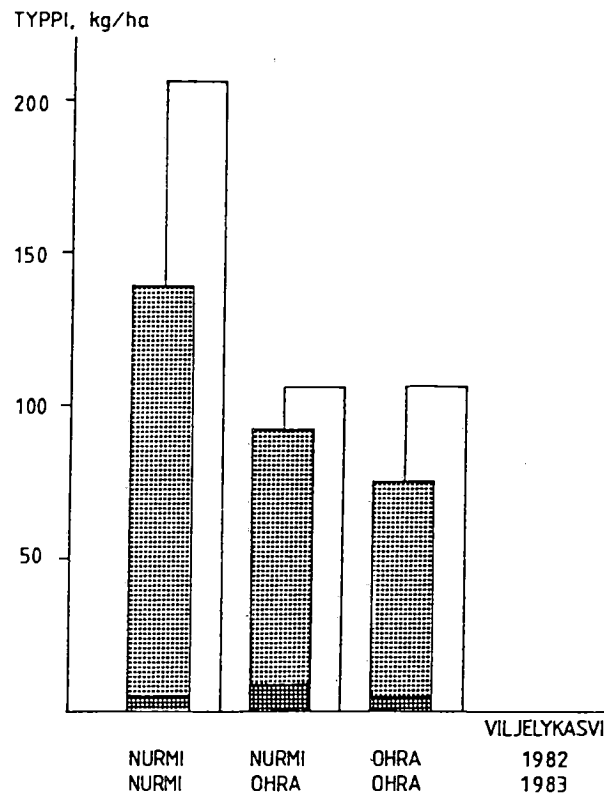
Typen lisääntyneen huuhtoutumisen syynä oli nurmen maahankynnön jälkeen tapahtunut kasvi- ja juuristomassan hajoaminen. Typen lisääntyneen mineralisaation seurauksena maassa oli runsaammin huuhtoutumisaltista nitraattityppeä. Kasveille käyttökelpoisten typpivarojen lisääntyminen nurmen maahankynnön jälkeen näkyi ohrakasvuston kasvaneena typenottona vuonna 1983 (kuva 9).



Kuva 8. Nurmen maahankynnön aiheuttama lisäys typen huuhtoutumiseen viljanviljelyssä. -x- = nurmen maahankyntö syksyllä 1982, -o- = nurmen maahankyntö syksyllä 1983.

Typpeä oli huuhtoutunut salaojavesissä vuosina 1980 - 1982 nurmea viljeltäessä vähemmän kuin ohramaasta. Erotus oli kolmena vuonna yhteensä 12 kg/ha (TURTOLA ja JAAKKOLA 1985). Nurmen maahankyntö ei lisännyt typen huuhtoutumista salaojavesissä näin paljon, joten kaiken kaikkiaan nurmen viljely vaikutti vähentävästi typen huuhtoutumiseen salaojavesissä.

Myös pintavesissä oli typpeä huuhtoutunut vuosina 1980 - 1982 nurmea viljeltäessä vähemmän, mutta vuosien 1983 - 1984 koejärjestely ei antanut mahdollisuutta tehdä vastaavaa laskelmaa pintavesien osalta.

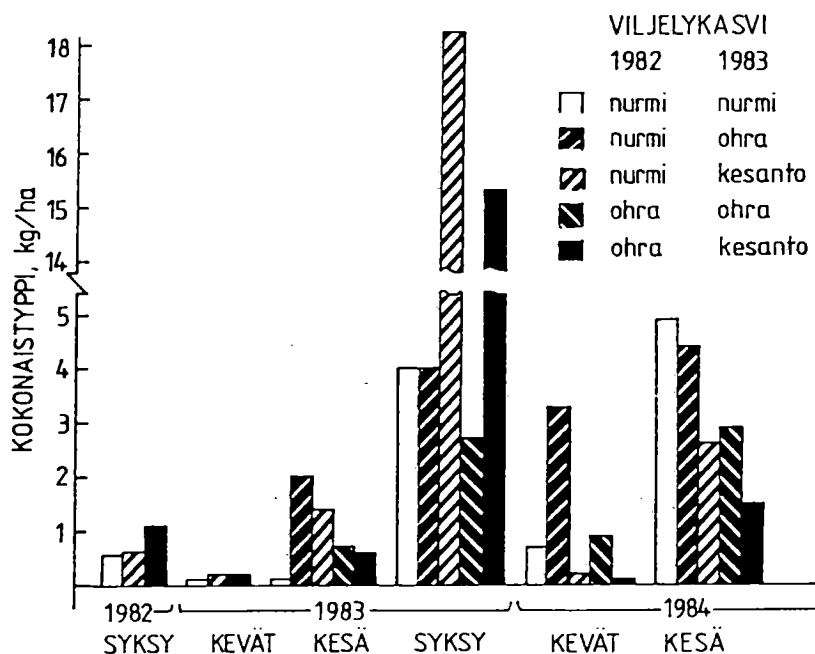


Kuva 9. Viljelykasvi vuonna 1982 ja 1983 sekä typpilannoitus (\square), sadossa poistunut typpi (▒) (kg/ha vuonna 1983 ja typen huuhtoutuminen salaojavesissä (▒) (kg/ha) 1.5.1983 - 30.4.1984.

Kesannointi lisäsi selvästi typen huuhtoutumista (taulukko 4). Huomattavaa on, että typen huuhtoutuminen salaojavesissä oli kesantoruuduilta suurempi vain välittömästi kesantokesää seuranneena syyskautena 1983 (kuva 10). Tällöin huuhtoutuminen oli nurmen jälkeen kesannoitaessa lähes viisinkertaista ja ohran jälkeen kesannoitaessa lähes kuusinkertaista ohran viljelyyn verrattuna. Kesantomaahan kesän kuluessa kertynyt nitraattityppi huuhtoutui syksyllä runsaan salaojavesivalunnan mukana siinä määrin, ettei kesannoimisen vaikutus näkynyt enää vuonna 1984 (kuvat 10 ja 11).

Taulukko 4. Viljelykasvi vuonna 1982 ja 1983 sekä salaojavesivalunta (mm) ja salaojavedessä huuhtoutuneet ravinnemäärät (kg/ha) 1.5.1983 - 30.4.1984.

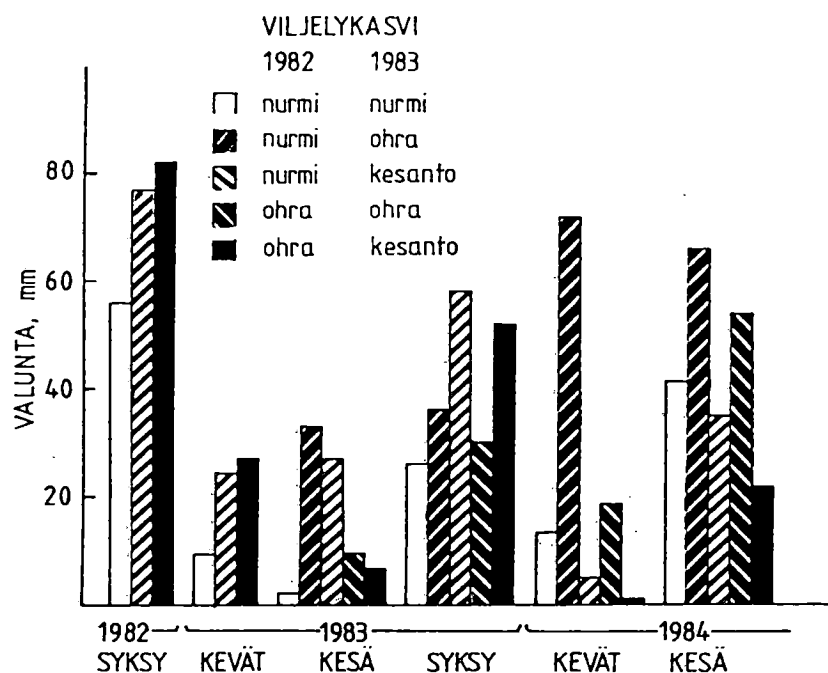
Viljelykasvi 1982	Ruutu- 1983	Ruutu- jen lkm	Sala- ojav. val.	N	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻ -S	Cl ⁻
nurmi	nurmi	4	42	4,8	0,08	1,5	11	7,7	2,8	3,6	30
nurmi	ohra	2	141	9,3	0,22	3,7	22	14	6,2	6,0	55
nurmi	kesanto	2	90	20	0,14	2,8	25	17	6,8	6,3	34
ohra	ohra	6	58	4,3	0,08	1,8	12	7,9	3,4	4,8	31
ohra	kesanto	2	53	16	0,07	2,2	19	13	5,2	6,9	24



Kuva 10. Salaojavesissä huuhtoutunut kokonaistyyppi (kg/ha) kevät-, kesä- ja syyskausina 1.9.1982 - 31.8.1984.

Kesantoruuduilta ei huuhtoutunut yhtä runsaasti typpeä salaojavesissä kuin kesannoinnin yhteydessä vuosina 1976 - 1977 (JAAKKOLA 1984). Tähän oli ilmeisesti yhtenä syynä huomattavasti niukempi salaojavesivalunta kesantovuotta seuraavana

keväänä 1984 kuin keväänä 1977, jolloin huuhtoutui suuri osa kesantovuoden 1976 jälkeisestä lisähuuhtoutumasta. Lisäksi huuhtoutumiskentän kaltevuus voi vaikuttaa vähentävästi vuoden 1983 tuloksiin, sillä on todennäköistä, että näennäisesti tietyltä koeruudulta tuleva salaojavesi on osittain peräisin ko. ruutua ylempänä olevalta alueelta. Myös kesantoruuutujen pieni lukumäärä vuonna 1983 ja suuret erot salaojavesivalun-
nan määrässä vähentävät tulosten luotettavuutta.



Kuva 11. Salaojavesivalunta (mm) kevät-, kesä- ja syyskausi-
na 1.9.1982 - 31.8.1984.

3.3. Syysvehnän ja kevätvehnän viljelyn vaikutus huuhtoutumi- seen

Typen huuhtoutuminen salaojavesissä oli syysvehnää viljel-
täessä kolmanneksen pienempi kuin kevätvehnamaasta (taulukko
5). Ero oli suurin vuoden 1984 syksyllä sekä vuoden 1986
keväällä ja syksyllä, jolloin valunta oli runsainta (kuvat 12

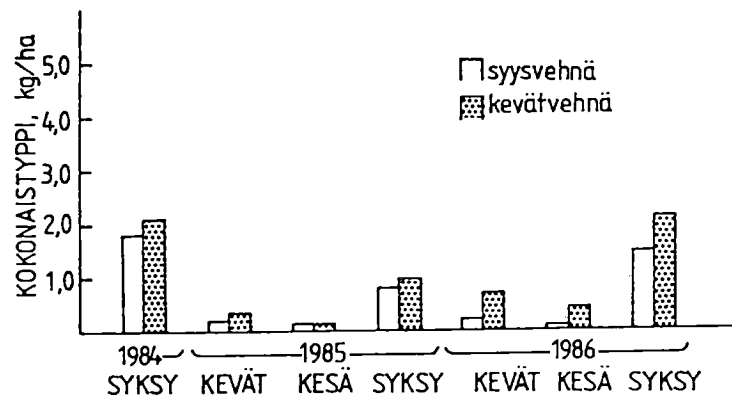
ja 13). Koska syysvehnä- ja kevätvehnäruudut sijaitsivat huuhtoutumiskentällä poikittaisina kaistoina (kuva 4), on todennäköistä, että kentän kaltevuuden vuoksi kevätvehnä-alueelta tullut salaojavesi oli osittain peräisin syysvehnäruuduilta ja päinvastoin. Tästä syystä todellinen ero typen huuhtoutumisessa saattoi olla nyt havaittua suurempi.

Taulukko 5. Salaojavesivalunta (mm) ja salaojavedessä huuhtoutuneet ravinnemäärät (kg/ha) syysvehnää ja kevätvehnää viljeltäessä 1.9.1984 - 31.8.1985 (jakso 1) ja 1.9.1985 - 31.12.1986 (jakso 2).

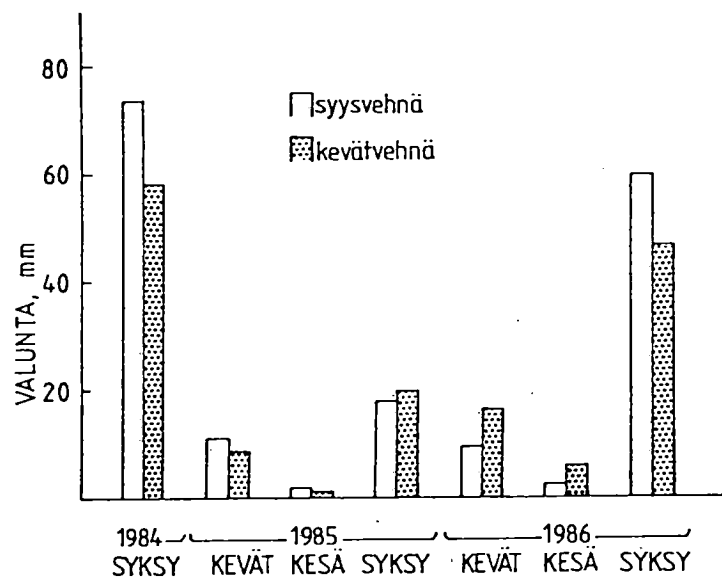
Viljelykasvi	Jakso	Salaoja- vesival.	N	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SO ²⁻ -S	Cl ⁻
syysvehnä	1	87	2,1	0,17	3,8	24	16	6,2	14	72
	2	90	2,5	0,48	2,7	12	10	4,6	8,2	21
	yht.	177	4,6	0,65	6,5	36	26	11	22	93
kevätvehnä	1	68	2,4	0,15	2,4	12	8,4	4,3	5,7	39
	2	89	4,1	0,33	3,1	13	8,1	4,6	6,5	26
	yht.	157	6,5	0,48	5,5	25	17	9	12	65

Typen huuhtoutuminen salaojavesissä oli syysvehnäalueelta pienempi, vaikka syysvehnän saaman lannoitetyypen ja sadossa poistuneen typpimäärän erotus oli kevätvehnää suurempi (kuva 14). Selityksenä on ilmeisesti se, että syysvehnän juuristo sisälsi enemmän typpeä kuin kevätvehnän juuristo.

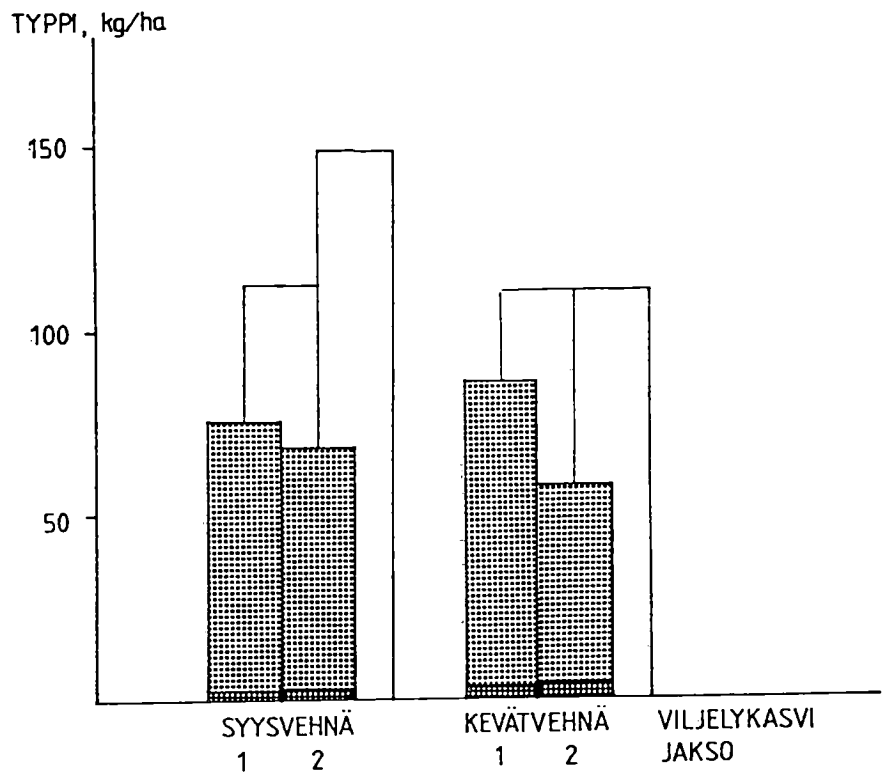
Muita ravinteita huuhtoutui salaojavesissä syysvehnää viljeltäessä enemmän kuin kevätvehnäalueelta. Tähän olivat syynä syysvehnäalueen runsaampi salaojavesivalunta ja lannoitteissa maahan tulleet suuremmat ravinnemäärät (liite 2). Tässä ko-
keessa ei voitu verrata sitä, kuinka paljon ravinteita kulkeutui syysvehnä- ja kevätvehnäalueelta pintavesien mukana.



Kuva 12. Salaojavesissä huuhtoutunut typpi (kg/ha) syysvehnää ja kevätevehnää viljeltäessä kevät-, kesä- ja syyskausina 1.9.1984 - 31.12.1986.



Kuva 13. Salaojavesivalunta (mm) syysvehnää ja kevätevehnää viljeltäessä kevät-, kesä- ja syyskausina 1.9.1984 - 31.12.1986.



Kuva 14. Typpilannoitus (\square), sadossa poistunut typpi (■) (kg/ha) vuonna 1985 (1) ja 1986 (2) sekä salaojavesissä huuhtoutunut typpi (■) (kg/ha) 1.9.1984 - 31.8.1985 (1) ja 1.9.1985 - 31.12.1986 (2) syysvehnää ja kevätvehnää viljeltäessä.

3.4. Maaperän ravinnetase

Maaperän ravinnetase saatiin laskemalla yhteen lannoitteissa (liite 1) sekä laskeumassa (liite 2) tulleet typpi-, fosfori-, kalium-, kalsium- ja magnesiummäärät ja vähentämällä näistä sadon mukana (liite 3) ja huuhtoutumalla (taulukot 4 ja 5) poistuneet määrät. Ravinnetaseet laskettiin erikseen neljälle jaksolle (taulukko 6).

On huomattava, että typen tase ei ole todellinen, sillä laskelmassa ei otettu huomioon typen poistumista maasta haihtumalla ja denitrifikaation seurauksena. Tästä huolimatta typpitaseesta näkyy kesannoimisen maaperän typpivaroja kuluttava vaikutus. Eniten typpeä kertyi maahan nurmea ja syysvehnää viljeltäessä. Tähän on syynä suuri erotus annetun typpilannoituksen ja sadon typen oton välillä (kuvat 9 ja 14), minkä selittää osittain juuriston sisältämä suurempi typpimäärä.

Taulukko 6. Maaperän ravinnetase (kg/ha) huuhtoutumiskentällä vuosina 1983 - 1986.

Jakso	Vuosi		N	P	K	Ca	Mg
	Viljelykasvi						
1.5.1983- 30.4.1984	1982	1983					
		nurmi nurmi	+69	+91	-36	+31	-16
		nurmi ohra	+15	+50	+90	+21	-15
		nurmi kesanto	-12	+24	+33	+10	-13
		ohra ohra	+32	+52	+94	+31	- 9
		ohra kesanto	- 8	+24	+34	+16	- 9
1.5.1984- 31.8.1984	1984						
		ohra	+47	+11	+20	- 1	- 6
1.9.1984- 31.8.1985	1985						
		syysvehnä	+34	+35	+49	+51	- 8
		kevätevehnä	+10	+31	+61	-13	-22
1.9.1985- 31.12.1986	1986						
		syysvehnä	+82	+ 7	+17	- 6	-17
		kevätevehnä	+44	+13	+27	-18	-16

Viljaa viljeltäessä fosforia kertyi maahan 10 - 30 kg/ha vuodessa. Jakson 1.5.1983 - 30.4.1984 fosforikertymät olivat poikkeuksellisen suuria, koska syksyllä 1983 kentälle levitettiin keskimäärin 24 kg/ha fosforia syysvehnän kylvön yhteydessä.

Nurmea viljeltäessä fosforikertymä oli hyvin suuri. Tähän oli syynä se, että lannoitteena käytettiin normaali Y-lannosta. Fosforin kertyminen maahan on pitkään jatkuessaan haitallista vesistöjen kannalta, koska sen seurauksena veden kuljettaman maa-aineksen fosforipitoisuus lisääntyy.

Viljanviljelyssä kaliumia kertyi maahan 20 - 60 kg/ha vuodessa. Jos oljet olisi maahankynnön sijasta korjattu pois, kaliumia ei olisi kertynyt maahan, vaan tase olisi ollut tasapainossa.

Kalsiumin kertyminen maahan johtui levitetystä ammonoidusta PK-lannoitteesta, joka sisälsi runsaasti kalsiumia. Magnesiumin tase oli kaikissa tapauksissa tappiollinen. Kalsiumin ja magnesiumin väheneminen maasta lisää ylläpitokalkitustarvetta. Savimaan magnesium- ja etenkin kalsiumvarat ovat kuitenkin niin suuret, että muut tekijät vaikuttavat huuhtoutumista enemmän maan happamuuden lisääntymiseen.

4. KIRJALLISUUS

- ANON. 1981. Vesihallituksen analyysimenetelmät. Tiedotus 213.
- BRINK, N. 1984. Faktorer som påverkar växtnäringsförluster i åkermark. Nordforsk, Miljövårdsserien Publ. 2: 79 - 88.
- ELONEN, P. 1971. Particle-size analysis of soil. Acta Agr. Fenn. 122: 1 - 122.
- GRAHAM, E. R. 1948. Determination of soil organic matter by means of a photoelectric colorimeter. Soil Sci. 65: 181 - 183.

- GUSTAFSON, A. 1982. Växtnäringsförluster från åkermark i Sverige. *Ekohydrologi* 11: 19 - 27.
- HARTIKAINEN, H. 1978a. Leaching of plant nutrients from cultivated soils. I. Leaching of cations. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 50: 263 - 269.
- 1978b. Leaching of plant nutrients from cultivated soils. II. Leaching of anions. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 50: 270 - 275.
- JAAKKOLA, A. 1978. Viekö vesi voiman? *Pellervo* 79, 17: 10 - 11, 16.
- 1979a. Ravinteiden huuhtoutumistutkimus käynnistynyt. *Koetoim. ja Käyt.* 24.4.1979.
- 1979b. Maanviljelys ja vesistöjen ravinnekuormitus. *Vesipäivä* 19.11.1979: 76 - 82. *Vesiyhdistys ry.*
- 1981. Huuhtoutuminen ja lannoitustarve. *Koetoim. ja Käyt.* 24.11.1981.
- 1983a. Typpilannoituksen optimointi. *Koetoim. ja Käyt.* 19.4.1983.
- 1983b. Leaching losses in Finnish agriculture. The Second National Symposium on Biological Nitrogen Fixation, Helsinki 8-10th June 1982. *Report 1: 307 - 313.*
- 1983c. Salaojitus vähentää fosforin ja kaliumin huuhtoutumista. *Salaojittaja* 1: 15.
- 1984. Leaching losses of nitrogen from a clay soil under grass and cereal crops in Finland. *Plant and Soil* 79: 59 - 66.
- KURKI, M. 1982. Suomen peltojen viljavuudesta. III. 181 p. Helsinki.
- SIPPOLA, J. & TARES, T. 1978. The soluble content of mineral elements in cultivated Finnish soils. *Acta Agric. Scand. Suppl.* 20: 11 - 25.
- TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. 1985. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. *Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote* 6/85. 43 p.

- & JAAKKOLA, A. 1986. Viljelykasvin, lannoituksen ja sadetuksen vaikutus kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin ja kloridin huuhtoutumiseen savimaasta. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 17/86. 43 p.
- ULEN, B. 1984. Påverkan på yt-, dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. Ekohydrologi 18: 3 - 38.
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Agrogeol. Publ. 63: 1 - 14.

Liite 1. Lannoitteissa maahan tulleet ravinnemäärät (kg/ha) vuosina 1983 - 1986.

Jakso	Vuosi		N	P	K	Ca	Mg	Na	S	Cl ⁻
	Viljelykasvi									
1.5.1983- 30.4.1984	1982	1983								
	nurmi	nurmi	206	112	200	69	8,7	6,5	45	195
	nurmi	ohra	106	68	118	49	8,3	4,0	33	115
	nurmi	kesanto	6	24	37	39	7,5	1,5	20	36
	ohra	ohra	106	68	118	49	8,3	4,0	33	115
	ohra	kesanto	6	24	37	39	7,5	1,5	20	36
1.5.1984- 31.8.1984	1984									
	ohra		100	22	42	10	5,0	1,0	20	40
1.9.1984- 31.8.1985	1985									
	syysvehnä		112	48	74	91	23	3,0	40	71
	kevätvehnä		100	44	81	15	0,6	2,5	13	79
1.9.1985- 31.12.1986	1986									
	syysvehnä		148	21	40	21	8,3	1,2	6,0	38
	kevätvehnä		100	22	42	10	5,0	1,0	20	40

Liite 2. Laskeumassa maahan tulleet ravinnemäärät (kg/ha vuodessa) Jokioisissa vuosina 1984 - 1986 (ILMATIETEEN LAITOS, ILMANLAATUOSASTO 1985, 1986, 1987).

$\text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NH}_4^+ \text{-N}$	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	$\text{SO}_4^{2-} \text{-S}$	Cl
7,1	1,6	2,5	0,4	1,5	7,3	3,1

Liite 3. Viljelykasvien kuiva-ainesato ja sadon sisältämät ravinnemäärät (kg/ha) vuosina 1983 - 1986.

Vuosi	Viljelykasvi		Sato	N	P	K	Ca	Mg	
1983	Esikasvi	Kasvi							
	nurmi	nurmi	1. niitto	6640	97	17	190	16	9,1
			2. niitto	1450	37	4,0	43	7,0	3,6
			yhteensä	8090	134	21	233	23	13
	nurmi	ohra	juvät	4500	83	18	23	1,8	6,0
			oljet	3930	18	2,6	57	8,6	3,7
			yhteensä	8430	101	21	80	10	9,7
	ohra	ohra	juvät	4210	72	16	21	1,7	5,3
			oljet	3480	18	1,8	52	8,1	3,2
			yhteensä	7690	90	18	73	9,8	8,5
1984			juvät	2910	51	11	20	1,0	3,4
			oljet	4100	38	4,9	59	8,6	3,3
			yhteensä	7010	89	16	79	9,6	6,7
1985			juvät	3720	71	12	16	0,8	4,8
			oljet	4280	13	2,1	45	4,8	2,9
			yhteensä	8000	84	14	61	5,6	7,7
	kevätevehnä		juvät	3220	83	12	13	0,6	3,9
			oljet	3460	18	2,7	34	4,5	2,8
			yhteensä	6680	101	15	47	5,1	6,7
1986			juvät	3840	65	12	15	0,8	4,6
			oljet	5040	19	2,4	42	5,7	3,7
			yhteensä	8880	84	14	57	6,5	8,3
	kevätevehnä		juvät	1740	53	7,0	6,9	0,5	2,5
			oljet	2310	20	2,7	21	3,7	2,4
			yhteensä	4050	73	9,7	28	4,2	4,9

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailta. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaiistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanniskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-1982. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTTK:n julkaisuista 1983. 74 p.

2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.
4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-1983. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaatilla. 21 p.
6. VUORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehusteella. 54 p.
9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskoekokeiden tuloksia 1978-1983. 42 p.
11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinnesuhdetta Suomen maalojeissa. 10 p.
14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.

22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
- PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.
23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteiden kompostointi. I Typpi- ja fosforilisä oljen kompostoinnissa. II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina. III Kompostin arvo lannoitteena. 52 p.

1985

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1984. 67 p.
2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORDLUND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjakoikeissa 1970-luvulla. 270 p.
4. ETTALA, E. Laidun lypsykarjaruokinnassa. 220 p.
5. TUORI, M. & NISULA, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla. Kirjallisuustutkimus. 38 p.
6. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
7. AURA, E. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve. Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage. 61 p.
8. Puutarhaosaston tutkimustuloksia. Taimitarha ja dendrologia. 94 p.
9. KEMPPAINEN, E. Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon. Kuivikkeiden ammoniakki sitomiskyky. 25 p.
10. JAAKKOLA, A., HAKKOLA, H., HIIVOLA, S-L., JÄRVI, A., KÖYLIJÄRVI, J. & VUORINEN, M. Terästeollisuuden kuonat kalkitusaineina. 44 p.
11. JAAKKOLA, A., ETTALA, E., HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R. & VUORINEN, M. Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. 53 p.
12. TAKALA, M. Asumajätevesien imeyttäminen maahan ja energiapajun viljely imeytyskentällä. 36 p.
13. JOKINEN, R. & HYVÄRINEN, S. Eri maalajien magnesiumpitoisuus ja sen vaikutus ravinnesuhteisiin Ca/Mg ja Mg/K. 15 p.
14. JUNNILA, S. Rikkakasvien siementen itämislepo. Kirjallisuuskatsaus. 29 p.

15. MÄKELÄ, K. Talven aikana kuolleiden ryhmäruusujen versoissa esiintyvä sienilajisto vuosina 1976-1982. 13 p. + 8 liitettä.
16. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1977-1984. 168 p. + 4 liitettä.
17. SÄKÖ, J. Maatalouden tutkimuskeskuksen puutarhaosastolla Piikkiössä kokeillut ja kokeiltavana olevat omenalajikkeet. Perusrungon merkitys omenapuiden talvehtimisessä 1983-1984.
SÄKÖ, J. & LAURINEN, E. Omenapuiden harjuistutus.
HIIRSALMI, H. & SÄKÖ, J. Mansikan jalostus johtanut tulokseen.
18. ETTALA, E., SUVITIE, M., VIRTANEN, E., PITKÄNEN, T., ZITTING, M., NÄSI, M., TUOMIKOSKI, T. & NISKANEN, M. Metsä- ja maatalouden sivutuotteet lihamullien rehuna. 51 p.
19. MANNER, R. & AALTONEN, T. Pitko-syysvehnä. 6 p. + 27 liitettä.
20. MANNER, R. & AALTONEN, T. Kartano-syysruis. 5 p. + 13 liitettä.
21. ANISZEWSKI, T. Lupiini viljelykasvina. 134 p.
22. HUOKUNA, E., JÄRVI, A., RINNE, K. & TALVITIE, H. Nurmipalkokasvit puhtaana kasvustona ja heinäseoksena. p. 1-12.
HUOKUNA, E. Apilan pahkahomeen esiintymisestä. p. 13-20.
HUOKUNA, E. & HÄKKINEN, S. Englanninraiheinä säilörehunurmissa. p. 21-26.
23. VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., LARPES, E., MICORDIA, A. & LAMPILA, M. Eri säilöntäaineet esikuivatun ja tuoreen säilörehun valmistuksessa sekä kiinteä ja nouseva väkirehun annostus mullien kasvatuksessa. p. 1-32.
VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., SORMUNEN-CRISTIAN, R. & LAMPILA, M. Eri säilöntäaineet nurmirehun säilönnässä. p. 33-45.
24. RISSANEN, H., ETTALA, E., MELA, T. & MUSTONEN, L. Laitumen sadetuksen ja väkirehujen käytön vaikutus lehmien tuotoksiin. p. 1-21.
RISSANEN, H., KOSSILA, V. & VASARA, A. Urean, urea-fosforihap-po-viherjauhoyhdisteen (UPV) ja soijan vertailu raakaval-kuaislähteinä maidontuotantokokeissa lehmillä. p. 22-30.
KOSSILA, V., KOMMERI, M. & RISSANEN, H. Monokalsiumfosfaatti ja ureafosfaatti sekä käsittelemätön olki ja ammoniakilla käsitelty olki mullien ruokinnassa. p. 31-40.
25. KORTET, S. Puna-apilan paikalliskantojen ekologia. 66 p.
26. MEHTO, U. Viljojen rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. Kirjallisuustutkimus. 77 p.
27. HUHTA, H. & HEIKKILÄ, R. Rehuviljan viljely Pohjois-Karjalassa. 24 p. + 2 liitettä.

1986

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1985. 69 p.

2. KEMPPAINEN, E. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. 102 p. + 6 liitettä.
3. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Lietelanta nurmen peruslannoitteenä. 25 p.
4. NIEMELÄINEN, O. Nurmikkoheinien ominaisuudet. Kirjallisuustutkimus. Tuloksia punanätojen ja niittynurmikan virallisista nurmikon lajikekokeista vuosilta 1977-1984. 48 p.
5. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1978-1985. 128 p. + 4 liitettä.
6. NIEMELÄINEN, O. & PULLI, S. Puna-apilalajikkeiden siemenmuodostus. Tuloksia apilan virallisista siemenviljelyn lajikekokeista vuosilta 1978-1984. 42 p.
7. NIEMELÄINEN, O. Syksyn, talven ja kevään lämpö- ja valo-olojen vaikutus koiranheinän, niittynurmikan ja punanadan röyhymuodostukseen. Kirjallisuustutkimus. 51 p.
8. ERVIÖ, L-R. & ERKAMO, M. Pakettipellon viljelyn uudelleen aloittaminen herbisidien avulla. p. 1-15.
 ERVIÖ, L-R. Korren vahvistaminen timotein siemenviljelyksillä. p. 16-21.
 HIIVOLA, S-L. Klormekvatin käyttö timotein siemennurmilla. p. 22-27.
 ERVIÖ, L-R. & HIIVOLA, S-L. Herbisidien käytön vähentäminen viljakasvustossa. p. 28-42.
9. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Säilörehun puristeneste ja virtsa lannoitteina. 43 p.
10. MATIKAINEN, A. & HUHTA, H. Nurmikasvilajikkeet Karjalan tutkimusasemalla. 24 p.
11. SOVERO, M. Nopsa-kevätrypsi. 15 p. + 2 liitettä.
12. NIEMELÄ, P. Kuiviketurpeen soveltuvuus turkistarhoilla kertyvän sonnan ja virtsan käsittelyyn. 15 p. + 4 liitettä.
13. PULLI, S., VESTMAN, E., TOIVONEN, V. & AALTONEN, M. Yksivuotisten tuorerehukasvien sopeutuminen Suomen kasvuoloihin. 51 p.
14. SIMOJOKI, P., RINNE, S-L., SIPPOLA, J., RINNE, K., HIIVOLA, S-L. & TALVITIE, H. Herneaurasta saatava typpilannoitusohje. 27 p. + 22 liitettä.
15. SÄKÖ, J. & YLI-PIETILÄ, M. Hedelmäpuiden ja marjakasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 28 p.
16. MANNER, R. & KORTET, S. Niina-ohra. 31 p. + liite.
17. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien, lannoituksen ja sadetuksen vaikutus kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin sekä kloridin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.

18. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikasvisäilörehujen valmistus, laatu, rehuarvo ja mahdollinen käyttö etanolin valmistuksessa. 106 p. + 23 liitettä.
19. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 1. Kolmen ensimmäisen lypsykauden tuotantotulokset. 114 p. + 5 liitettä.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 2. Lehmien syöntikyky, ravinnonsaanti ja rehun hyväksikäyttö sekä hedelmällisyys ja kestävyys kolmen ensimmäisen tuotantovuoden aikana. 293 p. + 23 liitettä.
21. RAVANTTI, S. Iki-timotei. 33 p. + 1 liite.
22. URVAS, L. & VIRKKI, K. Maaperäkarttaselitys. Turku-Rymättylä. 34 p. + 7 liitettä.
23. VUORINEN, M. Kalkituskoekiden tuloksia saraturvemaalta 1977-1983. 22 p.

1987

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1 liite.
3. LEIVISKÄ, P. & NISSILÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasemalla Ruukissa. 31 p.
4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus, sängenkorkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kulumisen nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. p. 1-30.
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. p. 31-42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykoekiden tuloksia 1981-1985. 25 p.
7. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekoekiden tuloksia 1979-1986. 165 p. + 9 liitettä.
8. SEPPÄLÄ, R. & KONTTURI, M. Mallasohran reagointi typpilannoitukseen. p. 1-66.
KUISMA, T. & KONTTURI, M. Typpilannoituksen vaikutus ohralajikkeiden mallastuvuuteen. p. 67-134.
9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koristekasvien talvehtiminen talvella 1984-1985. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus, typpilannoitus ja kalkitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.

11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. p. 1-8.
Domestic Varieties. p. 9-17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä. p. 1-17. Pih-
lajanmarjakoin ennustemenetelmä. p. 18-32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinänsiemenen
itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyval-
vonta. PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljely-
kasveihin. 62 p.
Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja
eläintuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja
tuotantoon. 109 p.
15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981-1984.
29 p.
17. JOKINEN, R. & TÄHTINEN, H. Karkeiden kivennäismaiden ja turve-
maiden kuparipitoisuus ja sen vaikutus kauran kasvuun astia-
kokeessa. p. 1-17.
Maan kuparipitoisuuden ja happamuuden vaikutus kuparilannoit-
uksella saatuihin kauran satotuloksiin. p. 18-37.
Maan pH-luvun ja kuparilannoituksen vaikutus kauran hivenra-
vinnepitoisuuksiin. p. 38-47.
Kaura- ja ohralajikkeiden herkkyys kuparin puutteelle ja eri
kuparimäärillä saadut tulokset. p. 48-62.
Kuparilannoittelajien vertailu astiakokeessa kauralla. p.
63-68.
18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen
viljelylajike. p. 1-8.
Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. p. 9-21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahin-
kojen arviointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ymppäys Rhizobium-bakteerilla.
Inoculation of red clover by Rhizobium strain. 24 p.
21. LAMPILA, M., VÄÄTÄINEN, H. & ALASPÄÄ, M. Korsirehujen vertailu
kasvavien ayrshire-sonnien ruokinnassa. p. 1-40.
ARONEN, I., HEPOLA, H., ALASPÄÄ, M. & LAMPILA, M. Erisuuruiset
väkirehuannokset kasvavien ayrshire-sonnien olkiruokinnassa.
P. 41-66.
ARONEN, I., ALASPÄÄ, M., HEPOLA, H. & LAMPILA, M. Bentsoehappo
säilörehun valmistuksessa. p. 67-86.
22. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvien vaikutus ravinteiden
huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä
v. 1983-1986. 32 p. + 2 liitettä.

1988

2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fenologinen tutkimus. Phenological study on the trees, bushes and arable peat land. 120 p. + 5 liitettä.
3. RINNE, S-L., HIIVOLA, S-L., TALVITIE, H., SIMOJOKI, P., RINNE, K. & SIPPOLA, J. Viherkesannon vaihtoehdot rukiin viljelyssä. 53 p. sisältäen 9 liitettä.
4. JUNNILA, S. Pienannosherbisidit kevätiljoilla - Glean 20 DF, Ally 20 DF ja Logran 20 WG. p. 1-15.
Starane M kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 16-18.
Kamilon B ja Kamilon D kevätiljojen rikkakasvien torjunnassa. p. 19-23.
Kevätviljaherbisidit Rikkahävite KH 10/77, KH 2/83 ja Ipactril. p. 24-31.
5. KIIISKINEN, T. & MÄKELÄ, J. Kasvipiperäisten valkuaisrehujen sulavuus minkillä. Smältbarhet av vegetabiliska proteinfodermedel hos mink. Digestibility of protein feedstuffs derived from plants in mink. p. 1-13
KIIISKINEN, T., MÄKELÄ, J. & ROUVINEN, K. Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla. Smältbarhet av olika spannmål hos mink och blåräv. Digestibility of different grains in mink and blue fox. p. 14-23.
6. SIMOJOKI, P. Ohran boorinpuutos. 100 p. + 3 liitettä.
9. ERVIÖ, R., & HÄMÄLÄINEN, I. Maaperäkarttaselitys, Lahti. 41 p. + 2 liitettä.
10. TAKALA, M. Palkokasvien biologiasta. 18 p. + 26 taulukkoa.
12. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1980-1987. 138 p. + 1 liite.
14. SÄKÖ, J. & LUNDEN, K. Talven 1986-87 tuhot hedelmä- ja marjatarhoissa. 34 p.
15. RINNE, K. & MÄKELÄ, J. Karitsoiden kasvu laitumella. 18 p.
16. ILOLA, A. Katovuoden 1987 kevätiljojen siemenen orastumisko-
keet. p. 1-17.
RANTANEN, O. & SOLANTIE, R. Uusi peltoviljelyn alue- ja vyöhy-
kejakoehdotus. p. 18-31.
17. RAHKONEN, A. & ESALA, M. Kevätviljojen ja -öljykasvien kylvö-
aika. 72 p.
18. JUNNILA, S. Perunaherbisidejä tehokkuustarkastuksessa. p. 1-15.
Lehvästön hävitys herneellä ja öljykasveilla. p. 16-24.
19. KEMPPAINEN, E. Didinin (disyandiamidi) vaikutus naudän liete-
lannan tehoon ohran lannoitteena. 35 p.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkar-
jan vertailu vasikka- ja hiehkokaudella säilörehu-vilja- ja
heinä-vilja-urea-ruokinnalla. 92 p.

