KESANNOINTIMENETELMÄN VAIKUTUS TYPEN JA FOSFORIN HUUHTOUTUMISEEN

Eila Turtola
Maatalouden tutkimuskeskus

Tiivistelmä

Typen huuhtoutumista avokesannosta ja heinäkasveilla kylvetystä viherkesannosta tutkittiin savimaalla ja turvemaalla. Savimaan kokeessa typpeä huuhtoutui ensimmäisenä vuonna avokesannosta 15 ja heinäkasvikesannosta 5 kg/ha. Ohraa viljeltäessä typpeä huuhtoutui 10 kg/ha. Kolmivuotisessa heinäkasvikesannossa typen huuhtoutuminen väheni edelleen toisena ja kolmantena vuonna ja salaoja- ja pintavesien nitraattipitoisuudet laskivat lähelle luonnontilaiselta alueelta tulevia pitoisuuksia. Myös turvemaalla viherkesanto vähensi typen huuhtoutumista. Turvemaan kokeessa vain monivuotinen nurmikasvusto pystyi estämään edeltävästä nurmen maahankynnöstä aiheutuneen lisähuuhtoutuman.

Savi-, hiesu-, hieta- ja turvelysimetreissä tutkittiin typen huuhtoutumista yksivuotisista kesannoista. Eniten typpeä huuhtoutui savi- ja hietamaan avokesannoista ja vähiten hiesumaan raiheinäkesannosta. Jos kesanto jätettiin muokkaamatta, typen huuhtoutuminen väheni avokesantoon verrattuna puoleen. Persianapilaa viljeltäessä typpeä huuhtoutui yhtä paljon kuin muokkaamattomasta kesannosta ja noin kaksinkertaisesti raiheinän viljelyyn verrattuna. Raiheinäkesantokierto osoittautui tutkituista yksivuotisista kesannointimenetelmistä vesiensuojelun kannalta ylivoimaisesti parhaaksi.

Kesannointimenetelmän vaikutusta fosforin huuhtoutumiseen tutkittiin savimaalla ja turvemaalla. Savimaan kokeessa viherkesantokasvusto ei vielä ensimmäisenä vuonna pystynyt vähentämään maa-aineksen ja fosforin liikkumista avokesantoon verrattuna. Sen sijaan toisena viherkesantovuonna kokonaisfosforin huuhtoutuminen väheni. Jos kesantonurmi olisi perustettu suojaviljaan, fosforin huuhtoutuminen olisi pienentynyt jo ensimmäisenä varsinaisena kesantovuonna. Turvemaalla heinäkasvit vähensivät fosforin huuhtoutumista avokesantoon verrattuna selvemmin jo ensimmäisenä vuonna. Savimaan kokeessa liukoista ortofosfaattifosforia huuhtoutui toisen vuoden kesantonurmesta ja nurmen maahankynnön jälkeen runsaammin kuin avokesanto- tai ohraruuduilta.

Tutkimuksen tausta ja tavoite

Peltojen kesannointia ryhdyttiin voimakkaasti lisäämään vuonna 1987 ja velvoitekesannointi nosti kesantoalan vuonna 1991 jo lähes viidennekseen Suomen peltoalasta. Toisaalta yleiseksi tavoitteeksi on asetettu pelloilta vesistöihin tulevan ravinnekuormituksen huomattava vähentäminen. Tavoitteen saavuttamiseksi on erityisen tärkeää, että talousviljelyn ulkopuolelle tilapäisesti jätettävän peltoalan vesistökuormitus pysyy vähäisenä.

Aikaisempien tutkimusten perusteella tiedettiin avokesannoinnin lisäävän selvästi typen huuhtoutumista. Vuonna 1987 aloitettiin kesannointimenetelmiä koskeva tutkimus sen selvittämiseksi, kuinka paljon tilapäisesti tuotannosta poistettavan

peltoalan typpikuormitusta voidaan rajoittaa muita kesannointimenetelmiä käyttäen. Lisäksi haluttiin tutkia kesannoinnin vaikutusta fosforin huuhtoutumiseen.

Typen huuhtoutuminen

Koska kasvien typenotto vähentää huuhtoutumisalttiin nitraattitypen määrää maassa, yhdeksi tutkittavaksi kesannointimenetelmäksi valittiin kasvipeitteellinen ns. viherkesanto. Palkokasvien vaikutus maan typpitalouteen on varsin erilainen verrattuna heinäkasveihin. Typensidonnan seurauksena maahan tulee typpilisäys, mistä voi aiheutua huuhtoutumisen lisääntymistä typpipitoisen kasvimassan hajotessa. Tämän vuoksi viherkesannoinnin vaikutusta typen huuhtoutumiseen haluttiin tutkia sekä heinäkasvi- että palkokasvikesannossa. Viherkesantoja ei lannoitettu.

Avokesannon muokkaus nopeuttaa maan orgaanisen typen mineralisaatiota, minkä seurauksena typen huuhtoutuminen lisääntyy. Muokkauksen sijaan rikkakasveja voidaan torjua kesantomaalta herbisideillä, jolloin maata ei tarvitse edellisenä syksynä kyntää eikä kesantovuonna muokata välttämättä lainkaan. Muokkaamattoman kesannon typpihuuhtoutumaa ei oltu aikaisemmin tutkittu, joten oli tärkeää verrata kuormitusta muiden kesannointimenetelmien kanssa.

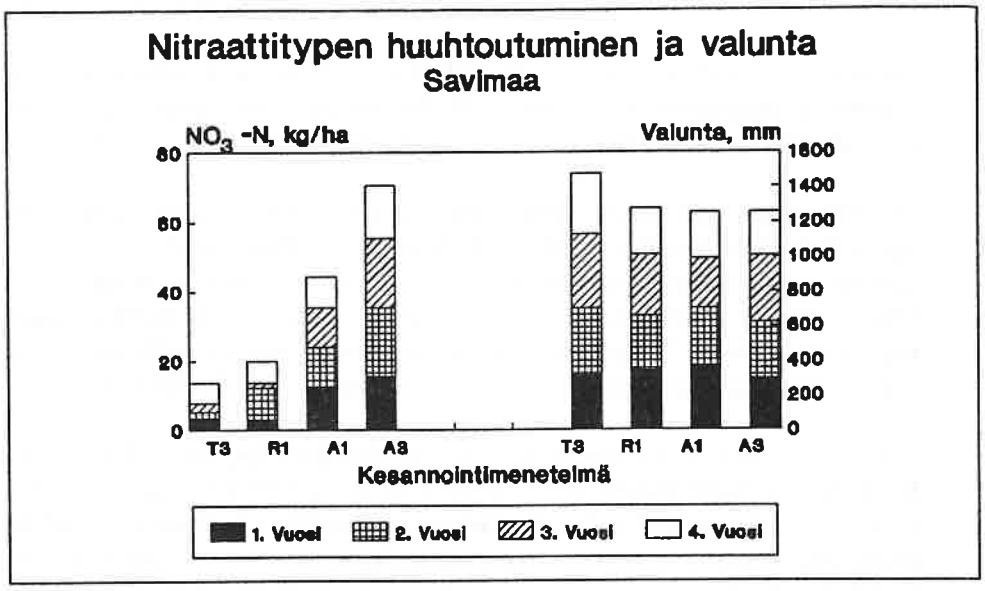
Savimaan huuhtoutumiskentällä Jokioisissa ja turvemaan kentällä Tohmajärvellä tutkittiin typen huuhtoutumista avokesannosta ja heinäkasveilla kylvetystä viherkesannosta. Kesannointi kesti kokeessa yksi tai kolme vuotta. Yksivuotiseen viherkesantoon kylvettiin raiheinää ja kolmivuotiseen timotei–nurminata –seosta. Viherkesannot kylvettiin kesantovuoden keväällä. Avokesannot äestettiin kesän aikana savimaalla kolme kertaa ja turvemaalla kahdeksan kertaa. Turvemaalle jouduttiin kylvämään kolmantena vuonna raiheinä alkuperäisen suunnitelman mukaisille avokesantoruuduille. Kesantovuosien jälkeen viljeltiin ohraa.

Tulokset

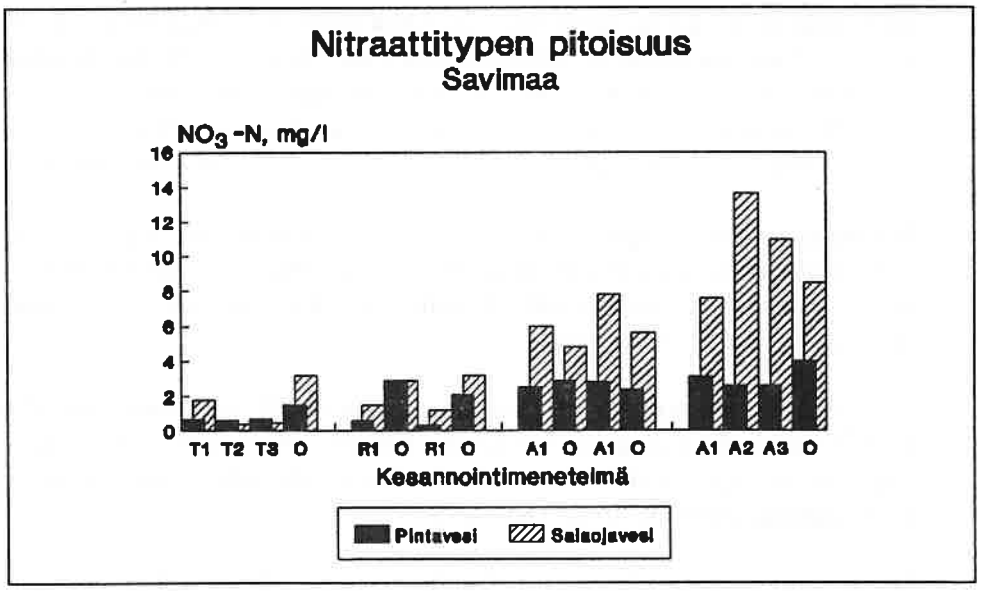
Savimaan kokeessa typpeä huuhtoutui ensimmäisenä vuonna avokesannosta 15 kg/ha ja raiheinällä tai timotei–nurminadalla kylvetystä viherkesannosta 5 kg/ha. Tästä oli nitraattityppeä vastaavasti 13 ja 2,5 kg/ha (Kuva 1). Ohranviljelyyn verrattuna typen huuhtoutuminen väheni viherkesannoitaessa puoleen ja kasvoi avokesannossa 50 prosenttia.

Kolmivuotisesta heinäkasvikesannosta typen huuhtoutuminen väheni edelleen toisena ja kolmantena vuonna (Kuva 1). Kolmantena syksynä nurmen maahankynnön jälkeen huuhtoutuminen lisääntyi hieman yksivuotiseen viherkesantoon verrattuna. Huuhtoutuma ei kuitenkaan noussut yhtä paljon kuin lannoitetun nurmen jälkeen aikaisemmassa kokeessa.

Savimaan kokeessa viherkesantokasvustot eivät kasvaneet kovin reheviksi ja typenotto jäi vähäiseksi, mutta vaatimatonkin kasvusto pystyi lähes tyhjentämään maan pintakerroksen nitraatista. Tämän seurauksena salaoja- ja pintavesien nitraattipitoisuudet laskivat alle 1 mg/l, eli lähelle luonnontilaiselta alueelta tulevia pitoisuuksia (Kuva 2).



Kuva 1. Nitraattitypen huuhtoutuminen ja kokonaisvalunta savimaan kesannointikokeessa. Kesannointimenetelmät:
T3: 1., 2. ja 3. vuosi timotei–nurminata, 4. vuosi ohra
R1: 1. ja 3. vuosi raiheinä, 2. ja 4. vuosi ohra
A1: 1. ja 3. vuosi avokesanto, 2. ja 4. vuosi ohra
A3: 1., 2. ja 3. vuosi avokesanot, 4. vuosi ohra



Kuva 2. Nitraattitypen keskimääräinen pitoisuus pinta– ja salaojavesissä neljänä peräkkäisenä vuonna savimaan kesannointikokeessa. Kesannointimenetelmät:
T1, T2, T3 – 1., 2. ja 3. timotei–nurminatavuosi
R1 – raiheinävuosi
A1, A2, A3, – 1., 2. ja 3. avokesantovuosi
O – ohravuosi

Kolmivuotisesta avokesannosta typpeä huuhtoutui sekä toisena että kolmantena vuonna 23 kg/ha, josta oli nitraattityppeä 20 kg. Runsaan huuhtoutumisen seurauksena myös pohjaveden nitraattipitoisuus nousi korkeaksi. Avokesantomaahan kertyi enemmän nitraattia paitsi kasvien typenoton puuttumisen myös muokkauksen seurauksena.

Ohravuosina sadettaminen (yht. 50 mm/v) lisäsi kasvuston typenottoa ja vähensi etenkin avokesannoinnin jälkeen viljeltäessä puinnin aikaan maasta löytyvän nitraatin määrää. Siten myös syksyn salaojavesien nitraattipitoisuudet laskivat.

Turvemaalla typen huuhtoutuminen väheni ensimmäisenä vuonna selvästi timotei–nurminataa ja raiheinää viljeltäessä (Kuva 3). Timotei–nurminata kesannolta tulleiden salaojavesien nitraattipitoisuudet laskivat vielä toisena vuonna. Turvemaalta huuhtoutui typpeä enemmän kuin savimaalta, mutta vain puolet kokonaistypestä oli nitraattimuodossa. Salaojavesi oli voimakkaasti humusväritteistä ja orgaanisen typen huuhtoutuminen runsasta. Pintavettä muodostui kentällä mitättömän vähän.

Turvemaan kokeessa näkyi selvästi edeltävän viljelyn vaikutus huuhtoutumiseen. Kentällä oli ollut vuosina 1983–1986 koe, jossa tutkittiin lannoitetun nurmen ja ohran viljelyn vaikutusta huuhtoutumiseen. Nurmea viljeltäessä maahan oli kertynyt enemmän orgaanista typpeä, joka mineralisoitui kesantokokeen aikana. Aikaisemmin nurmella olleiden ruutujen salaojavesissä nitraattipitoisuudet olivat kahden vuoden ajan huomattavasti korkeampia etenkin avokesannoitaessa (Kuva 4). Edeltävä nurmiviljely lisäsi avokesannoinnin aikaista huuhtoutumista enemmän kuin aikaisemmassa kokeessa savimaalla. Turvemaan nitraattipitoisuudet kohosivat lannoitetun nurmen jälkeen myös ensimmäisenä raiheinävuonna ja sitä seuraavana ohravuonna. Vain timotei–nurminata –kasvusto pystyi ottamaan vapautuvaa typpeä niin tehokkaasti, ettei esikasvilla ollut vaikutusta huuhtoutumaan.

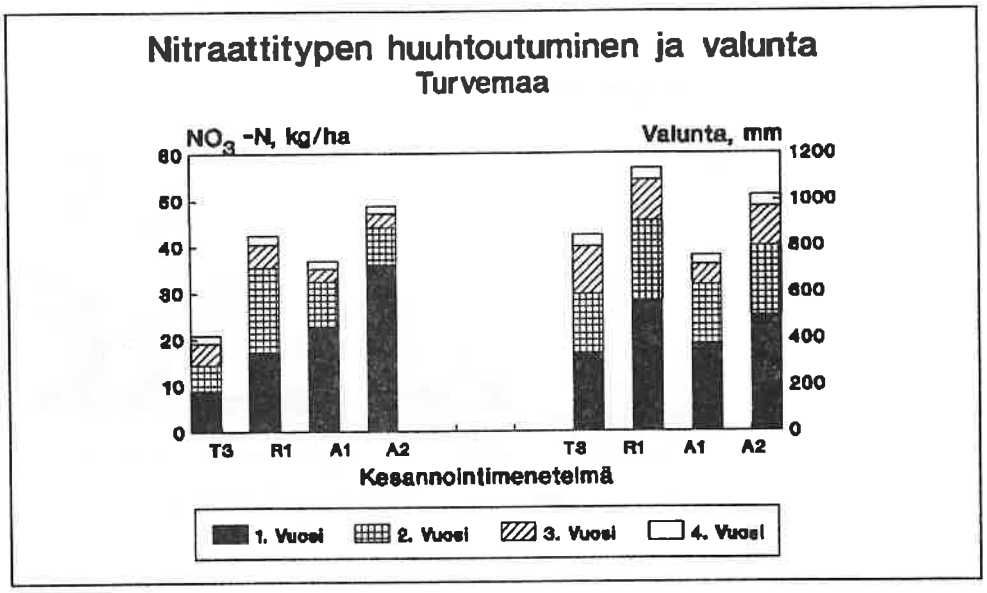
Lysimetrikentällä tutkittiin typen huuhtoutumista neljällä eri maalajilla yksivuotisista kesannoista. Lysimetrit ovat halkaisijaltaan 0,90 m:n muovilieriöitä, jotka on täytetty 1,15 m:n syvyyteen savi–, hiesu–, hieta– ja turvemaalla. Tutkittavia kesannointimenetelmiä olivat avokesanto, muokkaamaton kesanto ja viherkesannot, joihin kylvettiin raiheinää tai persianapilaa. Avokesannot muokattiin kesän aikana 2–3 viikon välein. Muokkaamaton kesanto jätettiin edellisenä syksynä kyntämättä, ja rikkakasvit torjuttiin herbisideillä. Kesantovuotta seuraavana vuonna viljeltiin ohraa (typpilannoitus 100, turvemaalla 50 kg/ha), minkä jälkeen koe toistettiin. Koe aloitettiin vuonna 1988, joten viimeisen vuoden tulokset eivät vielä ole käytettävissä.

Kaikkein vähiten typpeä huuhtoutui raiheinäkesannosta (Kuva 5). Avokesantoon ja muokkaamattomaan kesantoon nähden tämä johtui osittain valunnan vähenemisestä, mutta suurin syy oli nitraattipitoisuuksien pieneneminen raiheinäkesantokierrossa olleiden lysimetrien vesissä.

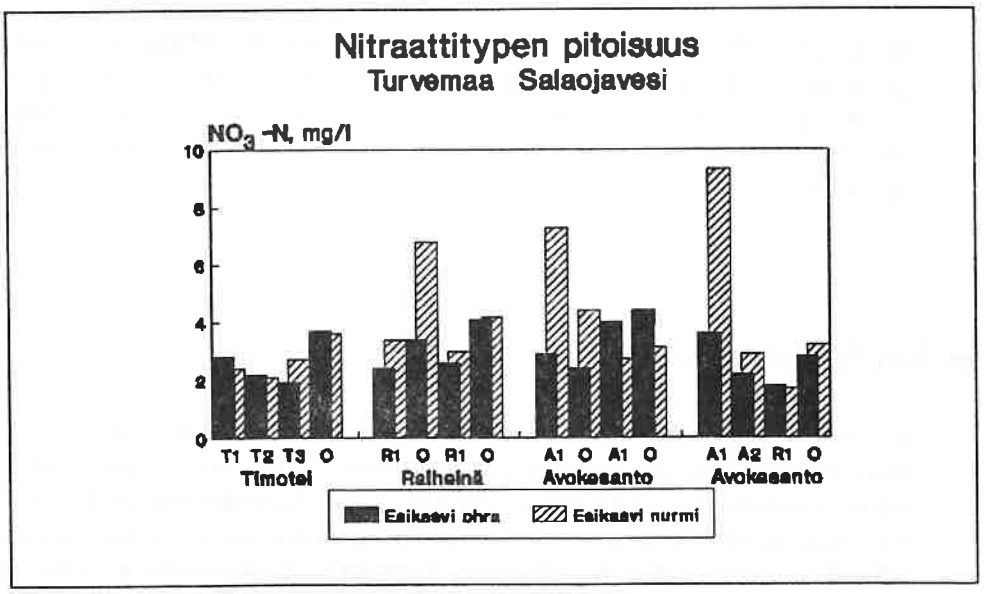
Persianapilalysimetreistä tulleiden vesien nitraattipitoisuudet nousivat ensimmäistä kesannointia seuraavasta keväästä lähtien pysyvästi korkeiksi. Apilamassasta vapautuvan typen vuoksi maassa oli seuraavana ohravuonna typpeä yli tarpeen ja huuhtoutuma pysyi suurena (Kuva 5).

Muokkaamattoman kesannon huuhtoutumat olivat lähes samansuuruisia kuin persianapilakesannon. Muokkaamattomalta kesannolta tulleissa vesissä vuodenaikojen väliset vaihtelut typpipitoisuudessa olivat pienempiä kuin muissa kesannoissa.

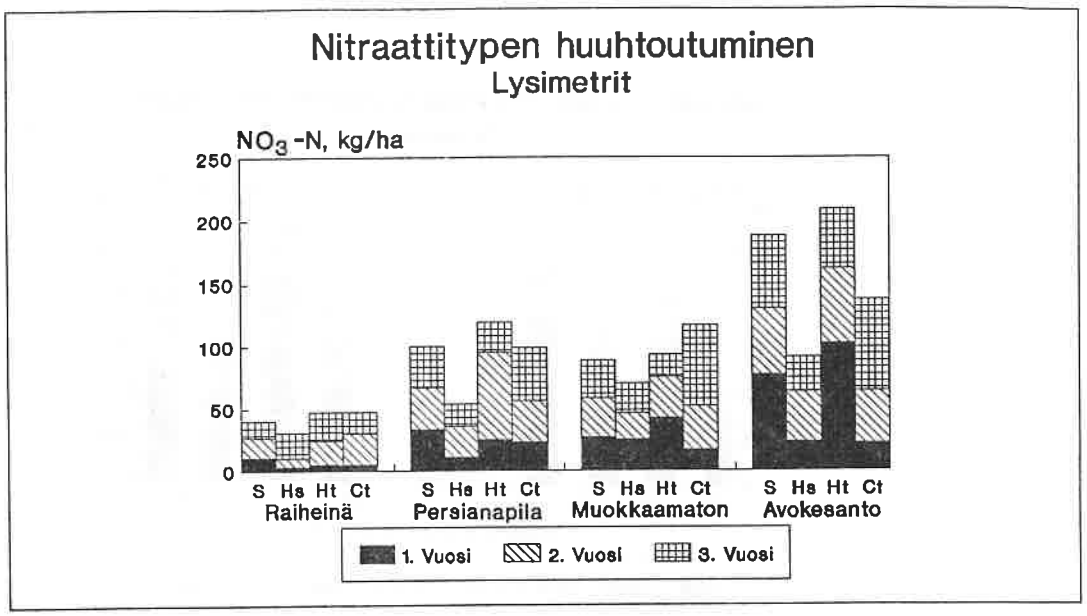
Eniten typpeä huuhtoutui avokesannoista. Savi– ja hietamaalta huuhtoutuminen oli raiheinäkesantoon verrattuna 4,5 –kertaista ja muihin kesantoihin verrattuna noin kaksinkertaista. Hiesu– ja turvemaan avokesannosta huuhtoutui typpeä lähes kolminkertaisesti raiheinäkesantoon verrattuna.



Kuva 3. Nitraattitypen huuhtoutuminen ja salaojavesivalunta turvemaan kesannointi-kokeessa. Kesannointimenetelmät:
T3: 1., 2. ja 3. vuosi timotei-nurminata, 4. vuosi ohra
R1: 1. ja 3. vuosi raiheinä, 2. ja 4. vuosi ohra
A1: 1. ja 3. vuosi avokesanto, 2. ja 4. vuosi ohra
A3: 1. ja 2. vuosi avokesanto, 3. vuosi raiheinä, 4. vuosi ohra



Kuva 4. Nitraattitypen keskimääräinen pitoisuus salaojavesissä neljänä peräkkäisenä vuonna turvemaan kesannointikokeessa. Kesannointimenetelmät:
T1, T2, T3 – 1., 2. ja 3. timotei-nurminatavuosi
R1 – raiheinävuosi
A1, A2 – 1. ja 2. avokesantovuosi
O – ohravuosi



Kuva 5. Nitraattitypen huuhtoutuminen savi–, hiesu–, hieta– ja turvelysimetreistä kesannointikokeessa. 1. ja 3. vuosi kesantovuosia, 2. vuosi ohraa.

Typpeä huuhtoutui lysimetreistä huomattavasti enemmän kuin vastaavista koejäsenistä pellolla. Avokesantona pidetyistä lysimetreistä nitraattityppeä huuhtoutui savimaalta yli kolminkertaisesti ja turvemaaltakin kaksinkertaisesti kenttäkokeisiin verrattuna. Suurimpana syynä olivat veden korkeammat nitraattipitoisuudet, jotka puolestaan olivat ainakin osittain seurausta lysimetrikesantojen tiheämmästä muokkauksesta ja sen aiheuttamasta typen mineralisaatiosta.

Kaikkein vähiten typpeä huuhtoutui hiesumaalta. Valunta hiesulysimetreistä oli pienempi kuin muilta maalajeilta, mutta se ei yksin riitä selittämään eroa huuhtoutumassa. Suurin syy oli se, että kesällä veden kapillaarinen kulkeutuminen nosti myös alemmas painunutta nitraattia maassa ylöspäin. Tämä vähensi sen huuhtoutumista talven kuluessa.

Fosforin huuhtoutuminen

Suurin osa peltomaalta tulevasta fosforista kulkee erodoituneen maa–aineksen mukana. Kasvipeite vähentää viljelymaan eroosiota, koska se suojaa maata sadepisaroiden iskuilta ja hidastaa veden pintavirtailuja. Koska lannoittamaton kasvusto ei peitä maata yhtä tehokkaasti kuin rehevä lannoitettu kasvusto, oli syytä tutkia, kuinka tehokkaasti viherkesanto kykenee rajoittamaan eroosiota. Avokesantoon verrattuna viherkesannointi saattaisi vähentää eroosiota myös parantamalla maan vedenläpäisykykyä ja siten pienentämällä maan pinnalla valuvan veden määrää.

Aikaisemmin oli havaittu liukoisen fosforin huuhtoutumisen lisääntyvän nurmea viljeltäessä. Tämän arveltiin liittyvän suurimmaksi osaksi käytettyyn pintalannoitustekniikkaan. Kesannointikokeiden yhteydessä nähtiin tarpeelliseksi tutkia, lisääntyisi–

kö liukoisen fosforin huuhtoutuminen myös viherkesantona viljeltävästä lannoittamattomasta nurmesta.

Kesannointimenetelmän vaikutusta eroosioon ja fosforin huuhtoutumiseen tutkittiin sekä savimaalla että turvemaalla. Savimaan kenttä on loivasti viettävä (noin kaksi prosenttia) ja suuri osa valunnasta tapahtuu pintavaluntana, kun taas turvemaan kentällä lähes koko valunta tulee salaojaston kautta.

Tulokset

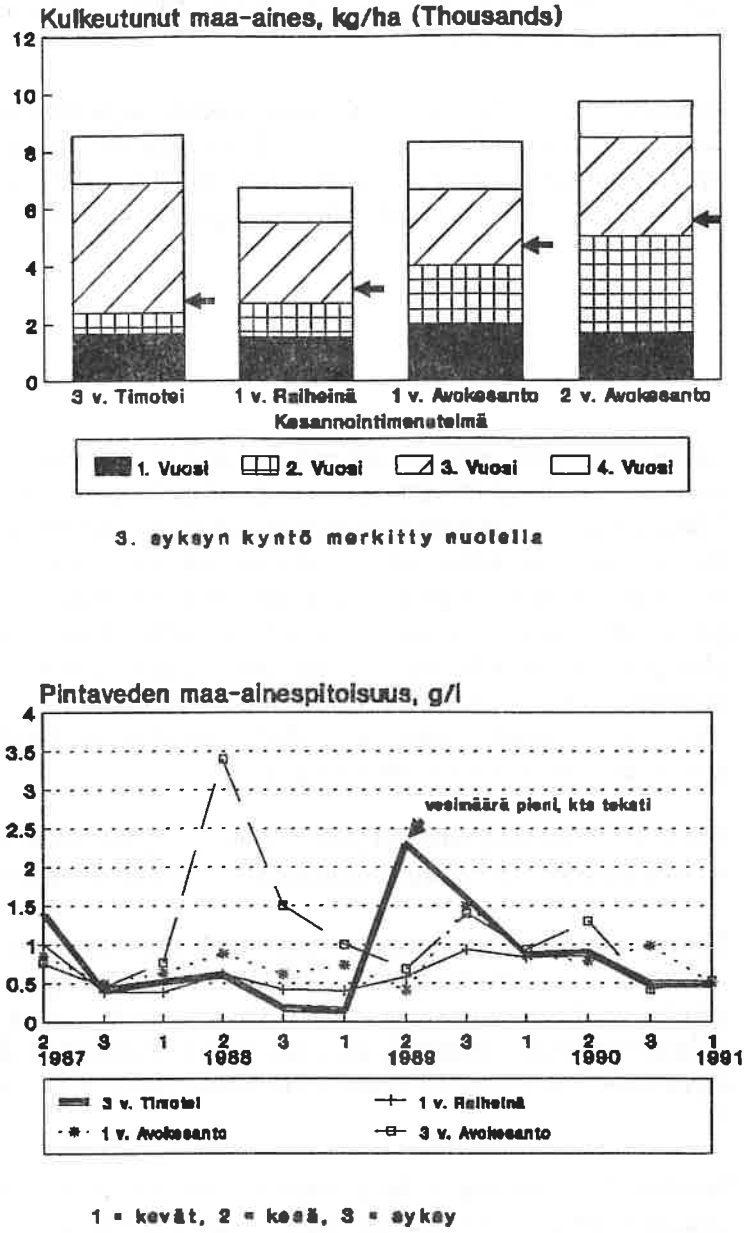
Savimaalla tiheä ympärivuotinen kasvipeite vähensi eroosiota, vaikka ensimmäisen vuoden viherkesantonurmi ei vielä pystynytkään estämään maa-aineksen ja fosforin liikkumista avokesantoon verrattuna (Kuvat 6 ja 7). Vasta toisena vuonna timotei-nurminata -ruuduilta tulevan pintaveden maa-aines- ja kokonaisfosforipitoisuudet laskivat selvästi. Toisen viherkesantovuoden syksyllä ja sitä seuraavana keväänä pintaveden pitoisuudet olivat ajoittain pienempiä kuin salaojaveden. Jos kesantonurmi olisi perustettu edellisenä vuonna suojaviljaan, se olisi pystynyt ehkäisemään fosforin kulkeutumista jo ensimmäisenä vuonna. Kolmantena kesänä itse pintavesimäärä oli pieni ja pitoisuudet nousivat veden keräyskaivon lähellä olleen kasvipeitteettömän alueen erodoitumisen vuoksi (Kuva 7).

Myös yksivuotinen raiheinä pystyi hieman rajoittamaan syksyllä tapahtuvaa eroosiota. Avokesantomaa erodoitui voimakkaasti toisena kesantovuonna (Kuva 6).

Timotei-nurminata -nurmi ei näyttänyt pysyvästi parantaneen maan rakennetta ja vähentäneen pintavesimääriä. Kasvuston maahankynnön jälkeen pintaveden maa-aines- ja fosforipitoisuus nousi yhtä suureksi kuin muilla lohkoilla. Eroosion kokonaismäärä ja fosforin kulkeutuminen pintaveden mukana kasvoivat tällöin suuriksi myös siksi, että alueelle pääsi virtaamaan pintavettä muiltakin lohkoilta (Kuvat 6 ja 7).

Savimaalla eroosion kokonaismäärä oli suoraan verrannollinen valuntaan, eikä eroosioaineksen pitoisuus näyttänyt riippuvan valunnan suuruudesta. Kesannointikokeen aikana pintavalunnan osuus vuoden kokonaisvalunnasta oli 50–85 prosenttia. Pintavesivalunnan kyky irroittaa mukaansa maa-ainesta oli kaksinkertainen salaojavaluntaan verrattuna, jos viljeltiin ohraa tai maa oli ensimmäistä vuotta avokesantona. Noin 95 prosenttia erodoituneesta aineksesta oli saveksen kokoluokkaa ja tästä valtaosa näytti olevan hienoa savesta.

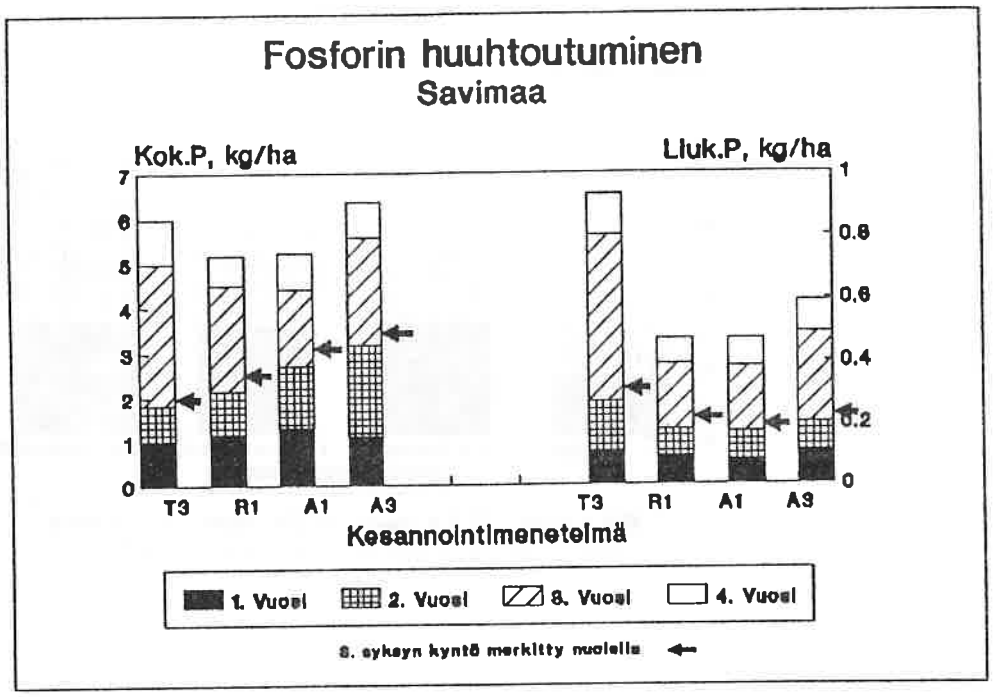
Vaikka kokonaisfosforin huuhtoutuminen väheni toisena viherkesantovuonna, liukoista ortofosfaattifosforia huuhtoutui enemmän sekä toisena vuonna että nurmikasvuston maahankynnön jälkeen (Kuva 7).



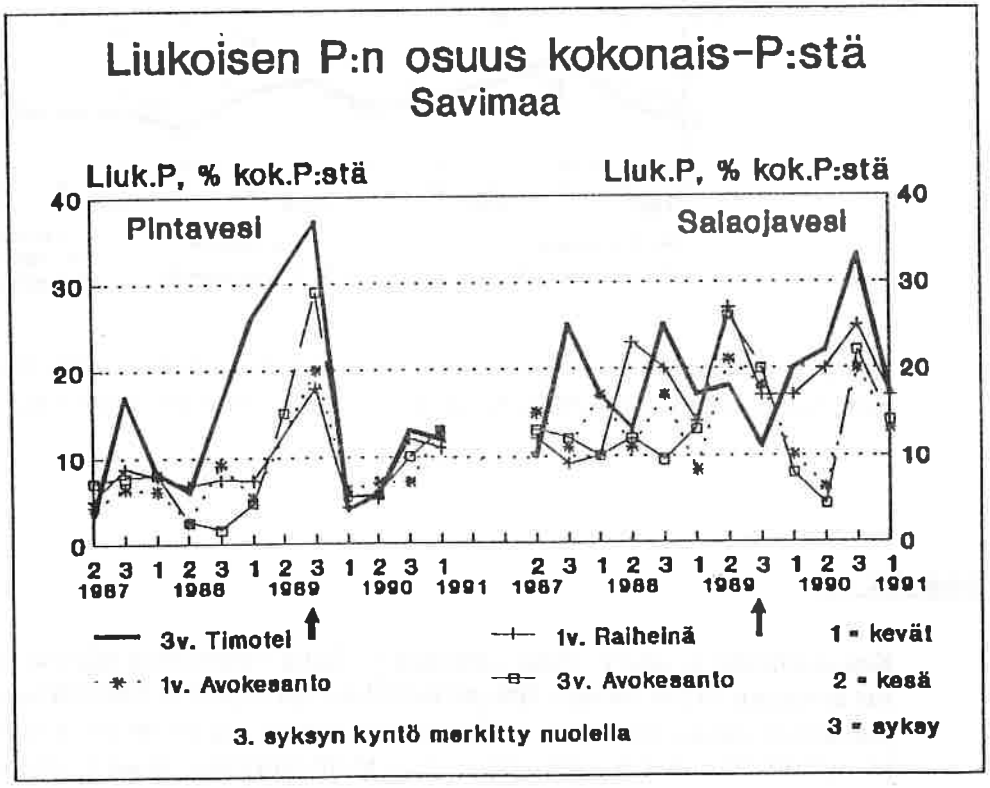
Kuva 6. Pintavesien ja salaojavesien mukana yhteensä kulkeutunut maa–ainesmäärä (ylhäällä) ja pintaveden maa–ainespitoisuus (alhaalla) savimaan kesannointikokeessa. Kesannointimenetelmät samat kuin kuvassa 1.

Enimmillään liukoisen fosforin osuus oli nurmen maahankynnön jälkeen 30–40 prosenttia pintaveden mukana kulkeutuneesta kokonaisfosforista (Kuva 8). Liukoisen ortofosfaattifosforin pitoisuus oli kyseisenä syyskautena näiltä ruuduilta tulleessa pintavedessä keskimäärin 0,3 mg/l. Koska nurmea ei lannoitettu, lannoitukseen liittyviä korkeita pitoisuuksia ei esiintynyt kesäisin, kuten aikaisemmassa kokeesssa. Liukoisen fosforin lisääntynyt huuhtoutuminen oli ilmeisesti seurausta fosforin vapautumisesta kasvisoluista.

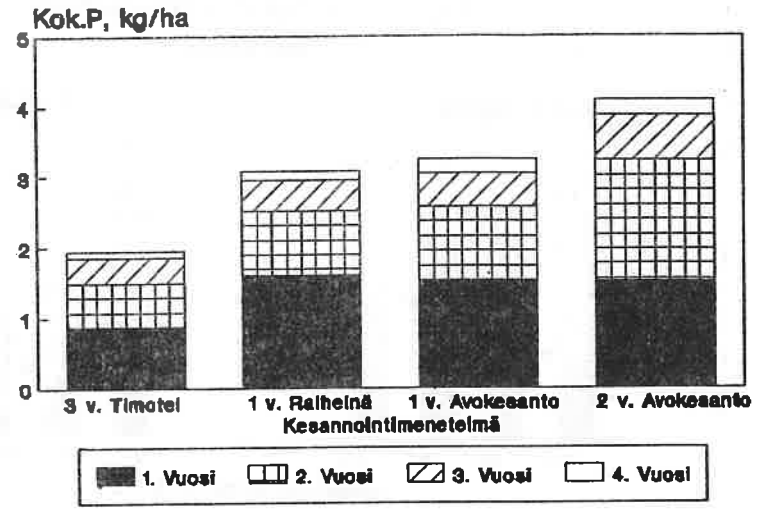
Turvemaalla timotei–nurminata ja raiheinä vähensivät fosforin huuhtoutumista avokesannointiin verrattuna selvemmin jo ensimmäisenä vuonna (Kuva 9). Turve kykenee pidättämään liukoista fosforia vain heikosti, jolloin viherkesantokasvuston fosforinotto voi ratkaisevammin vaikuttaa fosforin huuhtoutumista vähentävästi. Liukoisen fosforin osuus kokonaisfosforista näytti turvemaalla suuremmalta kuin savimaalla. Turvemaan kokeessa viherkesannointi ei lisännyt liukoisen fosforin huuhtoutumista.

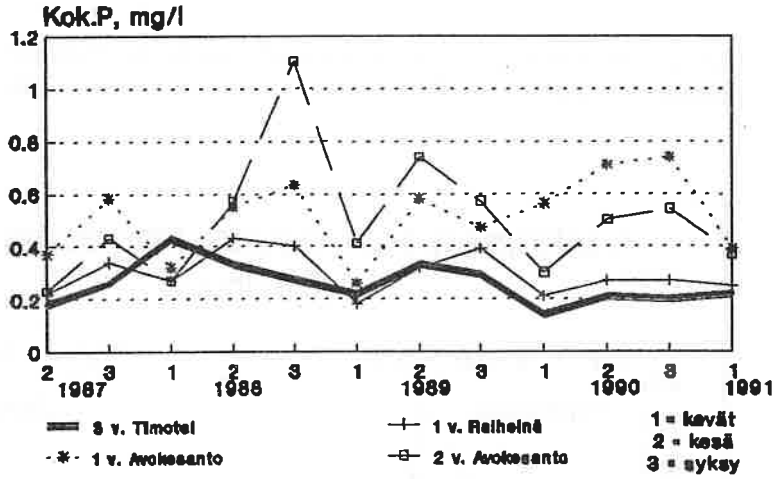


Kuva 7. Kokonaisfosforin ja liukoisen ortofosfaattifosforin huuhtoutuminen savimaan kesannointikokeessa. Kesannointimenetelmät samat kuin kuvassa 1.



Kuva 8. Liukoisen ortofosfaattifosforin osuus pintavesissä ja salaojavesissä huuhtoutuneesta kokonaisfosforista savimaan kesannointikokeessa. Kesannointimenetelmät samat kuin kuvassa 1.





Kuva 9. Fosforin huuhtoutuminen (ylhäällä) ja pitoisuus salaojavesissä (alhaalla) turvemaan kesannointikokeessa. Kesannointimenetelmät samat kuin kuvassa 3.

Johtopäätökset

Kesannoinnin avulla voidaan vähentää pelloilta vesistöihin tulevaa typpikuormitusta, jos kesannointi toteutetaan lähinnä heinäkasveja viljellen. Nurmikasvusto pystyy tyhjentämään maata nitraatista ja alentamaan salaoja- ja pintavesien nitraattipitoisuuksia jo ensimmäisenä kesantovuonna. Kasvipeitteellisessä maassa edeltävästä viljelystä aiheutuva runsaskaan typen mineralisoituminen ei lisää huuhtoutumista.

Fosforikuormituksen voidaan odottaa vähenevän vain, jos viherkesantokasvusto on varsin tiheä. Näin käy jo ensimmäisenä kesannointivuonna, jos viherkesanto on

perustettu suojaviljaan. Kokonaisfosforikuormituksen rajoittamiseksi kesannointi tulisikin aloittaa jo edellisenä keväänä kylvämällä viherkesantokasvit suojaviljaan. Tällöin myös typpikuormitus vähenisi entisestään ja samalla säästyttäisiin kesannoitavien lohkojen syys- ja kevätmuokkaukselta.

Viherkesannoinnin aikana ja sen jälkeen liukoisen fosforin huuhtoutuminen voi lisääntyä avokesannointiin verrattuna. Ilmiön haitallisuus riippuu siitä, kuinka suureksi arvioidaan kokonaisfosforikuormituksen vähentymisestä saavutettava etu vesistöjen kannalta. Jos todellisuudessa vain pieni osa maa-ainekseen sitoutuneesta fosforista on leville käyttökelpoista, lisäys liukoisen fosforin huuhtoutumisessa on merkittävä. Jatkossa olisi syytä tutkia lähemmin mahdollisuuksia rajoittaa liukoisen fosforin huuhtoutumista esimerkiksi nurmen korjuun avulla.

Palkokasveja viljeltäessä viherkesannon typpihuuhtoutuma kasvaa heinäkasveihin verrattuna. Jälkivaikutuksen vuoksi tällöin on vaikeutena myös seuraavan viljelykasvin typpilannoitusmäärän arviointi.

Muokkaamaton kesanto on typen huuhtoutumisen suhteen avokesantoa parempi vaihtoehto. Tämän tutkimuksen pohjalta ei voida päätellä, millainen olisi muokkaamattoman kesannon vaikutus fosforikuormitukseen.

Avokesannointi altistaa maan ravinnevarat huuhtoutumiselle. Haitallisten vesistövaikutusten vuoksi siitä tulisi luopua kokonaan.

Kirjallisuus

Jaakkola, A. 1984. Leaching losses of nitrogen from a clay soil under grass and cereal crops in Finland. Plant and Soil 76: 59–66.

Turtola, E. & Jaakkola, A. 1985. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote 6/85. 43 p.

Turtola, E. & Jaakkola, A. 1987. Viljelykasvin vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen savimaasta Jokioisten huuhtoutumiskentällä v. 1983– 1986. Maatalouden tutkimuskeskuksen tiedote 22/87. 34 p.

Turtola, E. 1989. Minskning av utlakning genom grönträda. Nordisk Jordbruksforskning 72(2):200.