

# Heinävaltaisen ja valkoapilavaltaisen laitumen vesistökuormitus ja ravinnetase

Kirsi Saarijärvi ja Perttu Virkajärvi

*MTT Pohjois-Savon tutkimusasema, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, kirsi.saarijarvi@mtt.fi*

## Tiivistelmä

Intensiivinen laiduntaminen vaikuttaa sekä pohja- että pintavesiin. Aiemmassa kokeessa lannoitettu heinäladun ei kuormittanut pohjavettä laidunvuosina, mutta uusimisvuonna tuli typpikuormitusta sekä laitumelta että varsinkin juomapisteestä. Apilalaitumesta ei ole suomalaisia mittauksia. Pintavalunnan osuus hietamaallakin on suuri ja laidun kuormittaa pintavesiä liukoisen fosforin suuren suhteellisen osuuden takia. Ravinnetase on käyttökelpoinen työkalu tarkasteltaessa maatalan ravinnevirtoja. Yhden vuoden ravinnetase ei kuitenkaan sovellu yksittäisen pellon todellisen kuormituksen estimointiin.

Koalue on MTT:n Pohjois-Savon tutkimusaseman lysimetrikenttä. Maan koostumus 60 cm syvyyteen on 43 % hienoa hietaa, 21 % karkeaa hietaa ja 7.0 % savea. Nelivuotisessa (3 laidunvuotta + uusimisvuosi) kokeessa oli 10 lysimetriä, joista 4 kpl heinäladunlaitumella, 4 kpl valkoapilalahinäladunlaitumella. Lisäksi heinäladunlaitumella oli 2 pintakeräintä. Käsittelyt laidunnettiin erikseen. Heinäladun lannoitettiin 220N - 23P - 90K kg ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>. Koalueen nurmen uusimismenetelmä oli kevätkyntö ja italianraiheinä + ohra.

Heinäladunlaitumen lysimetriveden typpipitoisuus ylitti EU:n juomaveden suosituksen kolmantena laidunvuonna ja kasvoi entisestään uusimisvuonna. Heinä-apilalahäitumen typpipitoisuus pysyi kokeen aikana suositusrajan alla. Määrällisesti heinäladun kuormitti jonkin verran enemmän kuin heinä-apilalahäitumen (heinä maks. 60 kg, heinä-apila maks. 40 kg kokonais-N ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>). Heinäladunlaitumen pintavalunnan typpikuormitus pysyi alhaisena. P-kuormitus taas kasvoi laidunvuosien aikana (max n. 1,3 kg liu-P ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>) ja väheni laitumen uusimisvuonna aloitusvuoden lukemiin. Pintaveden fosforikuormituksen osalta heinä-apilalahäitumen vaikutus jää arvoitukseksi, mutta pintamaan viljavuus-P pitoisuuden perusteella kuormitus on ollut vähäisempää kuin heinäladunlaitumelta.

Taseisiin laskettiin saanniksi lannoitteet, väkirehut ja laskeuma, poistoksi maito, lypsyn aikaiset eritteet, laitumelta haihtuneet typpipäästöt sekä pinta- ja pohjavesikuormitus. Heinäladunlaitumen typpitase oli laidunvuosina keskimäärin 104 kg N ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup> ylijäämäinen, kun taas apilan typpitase jäi 108 kg N ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup> alijäämäiseksi. Apilan biologista typensidontaa ei määritetty, joten tase ei kuvaa todellista tilannetta. Koska heinä-apilalahäitumen tuotti lähes saman määrän kuiva-ainetta kuin lannoitettu heinäladunkin ja uusimisen jälkeinen sato oli molemmilla käsittelyillä yhtä suuri (n. 140 kg N ha<sup>-1</sup>), typensidontan on täytynyt olla merkittävää. Toisaalta laidun- ja uusimisvuosien aikana heinä-apilalahäitumelta huuhtoutui vähemmän typpeä kuin heinäladunlaitumelta, joten täyttää lannoitetypen määrää apila tuskin satoi.

Koska apilalahäitumen tuotantovaikutus oli lähes yhtä hyvä ja huuhtoumat selvästi pienempiä kuin lannoitetun heinäladunlaitumen, apilaa tulisi suosia laidunkasvina vastaavilla alueilla. Uusimismenetelmän valinnassa kannattaa miettiä ensisijaista suojelutarvetta. Pintavesien suojelussa hietamailla hyvä vaihtoehto saattaisi olla syyskyntö, pohjavesien osalta taas kevätkyntö. Jos uusimisessa käytetään kevätkyntöä, seuraava kasvi tarvitsee hyvin vähän tai ei ollenkaan typpilannoitusta uusimisvuonna.

**Asiasanat:** laidun, apila, ravinnetase, huuhtoutuminen, pintavalunta

## Johdanto

Intensiivinen laiduntaminen vaikuttaa sekä pohja- että pintavesiin. Aiemmassa kokeessa  $220 \text{ kg N ha}^{-1}$  lannoitettu heinäladun ei kuormittanut pohjavettä laidunvuosina, mutta uusimisvuonna tuli typpi-kuormitusta sekä laitumelta että varsinkin juomapisteestä (Järvenranta ym. 2002). Apilalaitumen pohjavesivaikutuksista ei ole suomalaisia mittauksia.

Pääosa pellolta huuhtoutuvasta fosforista kulkeutuu pintavalunnan mukana. Nurmiviljelyssä, erityisesti laiduntamisessa fosforia sitoutuu maan pintakerrokseen huomattavia määriä. Pintavalunnan osuus ohutroutaisella hietamaalla oli yllättävän suuri ja laidun kuormittaa pintavesistöjä liukoisien fosforin suuren suhteellisen osuuden takia (Saarijärvi ja Virkajärvi 2004).

Ravinnetase on käyttökelpoinen työkalu tarkasteltaessa maatilan ravinnevirtoja, joskin sitä tulee käyttää harkiten. Ravinnetaseiden merkitys ympäristökuormituksen riskin arvioimisessa kasvaa, kun edetään tilan porttitaseesta peltolohkotaseeseen. Yhden vuoden ravinnetase ei kuitenkaan sovellu pellon todellisen kuormituksen estimointiin (Salo ja Turtola, painossa, Uhlen 1988).

Tässä tutkimuksessa selvitettiin suosituksen mukaan lannoitetun heinäladun ja lannoittamattoman apilahäälaitumen vesistö- ja tuotantovaikutuksia sekä näiden laitumien ravinnetaseita.

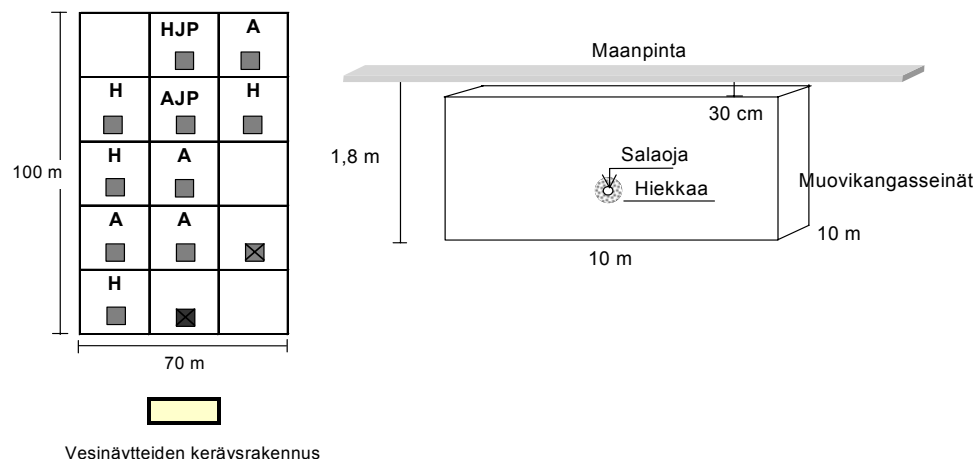
## Aineisto ja menetelmät

Koealue on MTT:n Pohjois-Savon tutkimusasemalle 1986 perustettu 0,7 ha kokoinen lysimetrikenttä. Kentän maaperä FAO-luokituksen mukaan Dystric Regosol, medium textured. Maan koostumus 60 cm syvyyteen on 43 % hienoa hietaa, 21 % karkeaa hietaa ja 7,0 % savea. Timotei-nurminatanurmi perustettiin koetta varten vuonna 2000.

Nelivuotisessa (3 laidunvuotta + uusimisvuosi) kokeessa oli 10 lysimetriä (keruuala  $100 \text{ m}^2$  lysimetri $^{-1}$ , syvyys 1,8 m), joista 4 kpl heinäladunella, 4 kpl valkoapilahäälaitumella ja 1 juomapistelysimetri kummallakin (Kuva 1). Lisäksi heinäladunella oli 2 pintakeräintä (keruuala  $400 \text{ m}^2$  pintakeräin $^{-1}$ ). Lysimetri- ja pintavalunnan määrä kirjattiin valumahuipun aikaan kolmesti vuorokaudessa ja muuna aikana kahdesti viikossa. Lysimetreistä otettiin kokoomavesinäytteet n.  $500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  välein ja pintakeräimistä vastaavasti n.  $125 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  välein ja niistä määritettiin typpi- ja fosforifraktiot sekä kivennäiset ja suolistomikrobit. Käsitellyt laidunnettiin erikseen ja lehmien maitomäärä mitattiin laidunkierroksittain, samoin tarjolla olevan kasvuston ravinnepitoisuudet sekä apilapitoisuus.

Heinäladun lannoitettiin  $220\text{N} - 23\text{P} - 90\text{K} \text{ kg ha}^{-1} \text{ v}^{-1}$ . Maanäytteet otettiin lysimetreittäin 0-2, 0-25, 25-60 cm maakerroksista. Koealueen nurmen uusimismenetelmä oli kevätkyntö ja italianraiheinä + ohra, joka korjattiin kokoviljasäilörehuna sekä laiduntamalla syksyllä.

Kokeen malli oli satunnaistettu lohkokoe. Laidunvuosien 2001-2004 data yhdistettiin ja analysoitiin toistettuina mittauksina. Uusimisvuoden data analysoitiin erikseen. Juomapaikat eivät olleet mukana laskennassa.



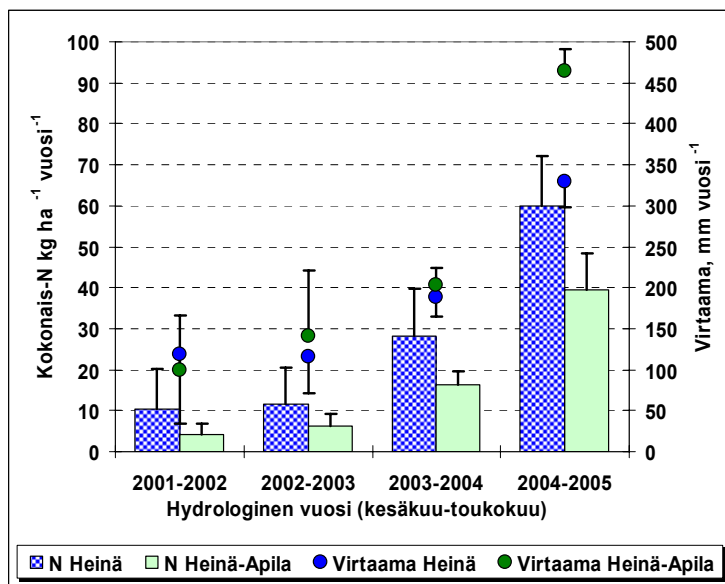
Kuva 1. Kartta lysimetrikentästä (H=heinäladun, A=apilahäälaitum ja JP=juomapiste) sekä lysimetrin rakennekaavio. X:llä merkityt lysimetrit eivät olleet käytössä tässä kokeessa.

## Tulokset ja tulosten tarkastelu

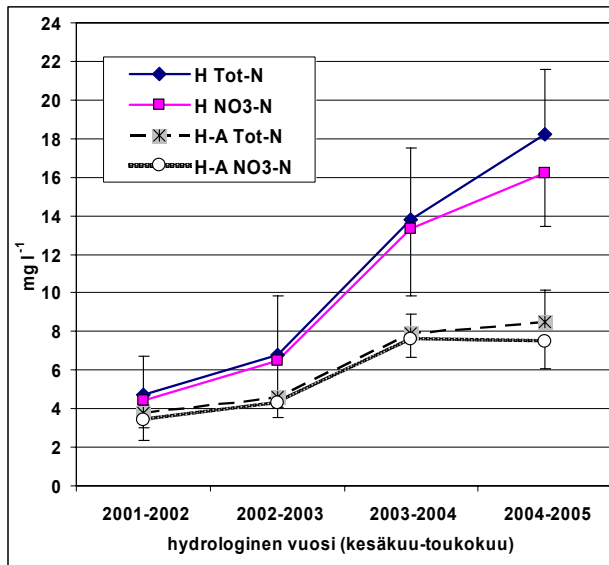
### Vesistökuormitus

Tällä kentällä maan läpi huuhtoutuvan veden määrä riippuu kuluvan vuoden sademäärästä ja roudan paksuudesta (aineistossa vuodet 1986 - 2004,  $R^2 = 0,73$ ). Pintavalunnan osuus kokonaisvalunnasta on viiden mittausvuoden aikana ollut yli 30 %. Keskimäärin lysimetrialunaa on ollut n. 200 mm  $v^{-1}$  ja pintavaluntaa n. 90 mm  $v^{-1}$ .

Toista nurmikiertoa samassa paikassa sijaitsevan lannoitetun heinä- ja heinä-apilalaitumen pohjaveteen kohdistuva typpikuormitus kasvoi vuosittain ja oli suurimmillaan nurmen uusimisvuonna 2004-2005 (Kuva 2). Tulosten hajonta oli suurta, mutta heinä- ja apilaheinälaitumen ero oli kolmantena vuonna merkitsevä. Sama kehitys näkyi myös molempien käsittelyiden lysimetriverden typpipitoisuudessa (Kuva 3). Heinälaitumen lysimetriverden typpipitoisuus ylitti EU:n juomavedelle asettaman suosituksen (11,3 mg  $l^{-1}$   $NO_3-N$ ) kolmantena laidunvuonna ja kasvoi entisestään uusimisvuoden aikana. Heinä-apilalaitumen typpipitoisuus pysyi kokeen aikana suositusrajan alapuolella. Juomapiste kuormitti pohjavettä eniten, heinälaitumella juomapisteen lysimetriverden kokonais-N pitoisuus ylitti pahimmillaan 48 mg  $l^{-1}$ , kun vastaava luku apilaheinällä oli 27 mg kok-N  $l^{-1}$ . Suolistoperäisiä mikrobeja lysimetriveresistä ei löytynyt. Koska suurimmat päästöt syntyivät nurmen uusimisvuonna, tulos tukee aiempia tutkimustuloksia laidunnurmen uusimisesta. Lannoitettu heinälaidun kuormitti pohjavettä selvästi enemmän kuin lannoittamaton heinä-apilalaidun, vaikka molempien käsittelyiden tuotantovai-  
kutukset olivat lähes yhdenmukaiset (Taulukko 1).



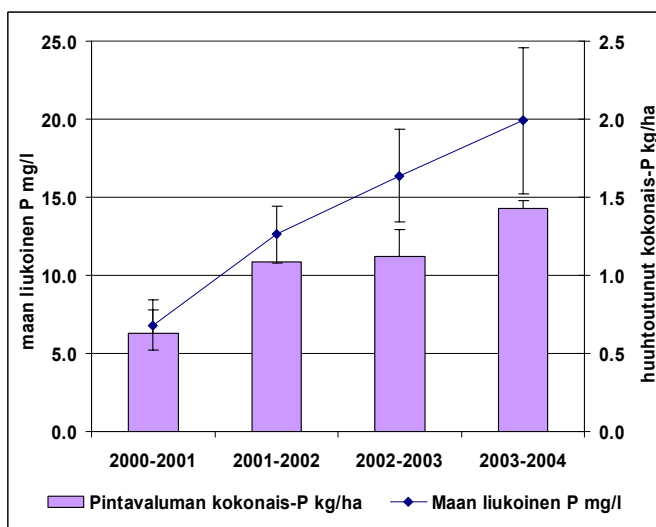
Kuva 2. Kokonaistyyppihuuhtouma sekä virtaama nurmivuosina 2001-2004 sekä uusimisvuonna 2004-2005.



Kuva 3. Lysimetriveden kokonais- ja nitraattityppipitoisuudet nurmivuosina 2001-2004 sekä uusimisvuonna 2004-2005.

Heinälaitumen pintavaluman typpikuormitus oli alle 4 kg kokonais-N ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>. Suurin osa kokonaistyyppistä oli ammoniumtyppimuodossa. Heinälaitumen P-kuormitus kasvoi laidunvuosien aikana (Kuva 4.) ja väheni laitumen uusimisvuonna aloitusvuoden lukemiin (0,7 kg kokonais-P ha<sup>-1</sup> v<sup>-1</sup>). Nurmen kyntäminen vähensi selvästi sekä liukoisen että kokonaisfosforin huuhtoutumista kevään valumavesien mukana. Tätä tukee myös Turtolan ja Kemppaisen (1998) Toholammin kentällä saama tulos, jossa kynnön jälkeisen kevään kokonaisfosforikuormitus oli alhaisin koko nurmikierron aikana. Pintaveden fosforikuormituksen osalta heinä-apilalaitumen vaikutus jää arvoitukseksi, mutta esim. pintamaan viljavuusfosforipitoisuuden perusteella arvioituna kuormitus on ollut merkittävästi vähäisempää kuin heinälaitumelta (Saarijärvi ja Virkajärvi 2004).

Nurmen ja erityisesti laitumen uusimisen kanssa ollaankin paradoksaalisessa tilanteessa: syyskyntö lisää typen huuhtoutumista pohjaveteen ja verottaa näin seuraavan kasvuston typpivaroja. Toisaalta taas syyskyntö saa liukoista fosforia pidättymään maahan ja vähentää pintavesien fosforikuormitusta. Tähän suhteeseen vaikuttaa tietenkin vesistöjen ja pohjavesialueiden sijainti peltoihin nähden, pellon maalaji ja kaltevuus yms., mutta ainakin hietamaiden osalta kyseessä on myös arvoelementti: suojellaanko pinta- vai pohjavesiä ja millä perusteella? Kevätkyntö vähentää tai tekee tarpeettomaksi seuraavan kasvin typpilannoituksen, mutta toisaalta taas saattaa lisätä rikkakasvien torjunnan tarvetta.



Kuva 4. Pintavalunnassa huuhtoutuneen P:n ja maan viljavuus-P:n yhteys vuosina 2001-2004.

## Ravinnetase

Taseisiin laskettiin saantipuolelle lannoitteet ja väkirehut, poistopuolelle maito, lypsyn aikana eritteissä navettaan jääneet ravinteet, laitumelta haihtuneet kaasumaiset typpipäästöt sekä pinta- ja pohjavesikuormitus. Ravinnetaseista tärkeimmät ovat N- ja P-taseet, joten tässä keskitytään niiden tarkasteluun. Heinälaitumen typpitase oli laidunvuosina keskimäärin  $104 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ v}^{-1}$  ylijäämäinen, kun taas apilan typpitase jäi  $108 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ v}^{-1}$  alijäämäiseksi. Laitumen P-tase (ylijäämä n.  $20 \text{ kg P ha}^{-1} \text{ v}^{-1}$ ) on käsitelty aiemmassa julkaisussa (Saarijärvi ja Virkajärvi 2004).

Apilan biologista typensidontaa ei määritetty, joten tase ei kuvaa todellista tilannetta. Koska heinä-apilalaidun tuotti lähes saman määrän kuiva-ainetta kuin lannoitettu heinälaidunkin ja uusimisen jälkeinen sato oli molemmilla käsittelyillä yhtä suuri (n.  $140 \text{ kg N ha}^{-1}$ ), typensidonnan on täytynyt olla merkittävää. Toisaalta laidun- ja uusimisvuosien aikana heinä-apilalaitumelta huuhtoutui vähemmän typpeä kuin heinälaitumelta, joten täyttä lannoitetypen määrää apila tuskin sitoi.

Salon ja Turtolan (painossa) mukaan typpitase ei ole sopiva työkalu huuhtoutuvan typen määrän arvioimiseksi vuosittain. Tämä tutkimus tukee samaa johtopäätöstä. Typpitaseesta ei pystynyt ennustamaan vuosittain huuhtoutunutta typpimäärää kummankaan käsittelyn osalta. P-tase on hyvin stabiili, ja koska pintavalunnan mukana huuhtoutunut P-määrä ovat suhteellisen pieni saantiin verrattuna, tase ei tässä tapauksessa anna luotettavaa kuvaa huuhtoutumisriskistä. Vaikka taseet eivät sovellukaan yksittäisen vuoden kuormituksen arvioimiseen, toisaalta vuodesta toiseen runsaasti ylijäämäiset N-että P-taseet kertovat pitkällä aikavälillä pellon potentiaalista purkaa ravinteita ympäristöön sopivien olosuhteiden sattuessa. Ylenmääräinen ravinteiden käyttö on myös viljelijän kannalta tappiollista eikä sellaista ole enää nykyään syytä sallia.

Taulukko 1. Heinä- ja heinä-apilalaitumen keskimääräinen N saanti ja poistuma  $\text{kg ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  kolmen nurmivuoden sekä uusimisvuoden aikana.

	Nurmivuodet		Uusimisvuosi	
	Heinä	Heinä-Apila	Heinä	Heinä-Apila
<b>N saanti <math>\text{kg ha}^{-1}</math></b>				
Lannoitteet	220	0	0	0
Väkirehu	67	62	15	15
laskeuma	3	3	4	4
Biologinen N sidonta	0	(100-200)*	0	0
<b>Kokonaissaanti <math>\text{kg ha}^{-1}</math></b>	<b>290</b>	-	<b>19</b>	<b>19</b>
<b>N poistuma <math>\text{kg ha}^{-1}</math></b>				
Sato			144	143
Maito	69	66	20	20
Sonta ja virtsa lypsyaikana	71	66	19	19
$\text{NH}_3\text{-N}$ haihdunta **	17	em	em	em
$\text{N}_2\text{O-N}$ haihdunta **	8	8	em	em
Pintavalunta	4	em	3	em
Huuhtouma	17	9	60	40
<b>Kokonaispoistuma <math>\text{kg ha}^{-1}</math></b>	<b>186</b>	-	-	-

\* ei määritetty, mutta oletettavasti merkittävä. \*\* (Saarijärvi ym. 2004)

## Johtopäätökset

Koska apilaheinälaitumen tuotantovaikutus oli yhtä hyvä ja huuhtoumat selvästi pienempiä kuin lannoitetun heinälaitumen, apilaa tulisi suosia laidunkasvina vastaavilla alueilla. Juomapisteen paikkaa on syytä vaihtaa kesän aikana. Uusimismenetelmän valinnassa kannattaa miettiä ensisijaista suojelutarvetta: pinta- vai pohjavesi? Pintavesien suojelussa hietamailla parempi vaihtoehto saattaa olla syyskyntö, pohjavesien osalta taas kevätkyntö. Jos uusimisessa käytetään kevätkyntöä, seuraava kasvi tarvitsee hyvin vähän tai ei ollenkaan typpilannoitusta uusimisvuonna. Ravinnetase on arveluttava työkalu vuosittaisen kuormitusriskin arvioimiseen. Tase pitäisi laskea vähintään koko viljelykierrolle, ja silloinkin se kertoo lähinnä maksimaalisesta kuormituspotentiaalista, ei todellisesta tilanteesta.

## **Lähdeluettelo**

Järvenranta, K., Virkajärvi, P., Heinonen-Tanski, H., Taipainen, I. 2002. Laiduntamisen ja säilörehuniiton aiheuttama ravinne- ja mikrobikuormitus pohjaveteen hietamailla. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 18: 4 p.

Saarijärvi, K., Virkajärvi, P. 2004. Laitumen fosforikuormitus, tase ja pintavalunta. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 20: p. 72.

Saarijärvi, K., Maljanen, M., Mattila, P., Virkajärvi, P., Martikainen, P. 2004 Nitrous oxide and ammonia emissions from dairy pasture in Finland. Grassland Science in Europe 9 337-339.

Salo, T., Turtola, E. (painossa). Nitrogen balance as an indicator of nitrogen leaching in Finland. Agriculture Ecosystems & Environment. Painossa.

Turtola, E., Kemppainen, E. 1998. Nitrogen and phosphorus losses in surface runoff and drainage water after application of slurry and mineral fertilizer to perennial grass ley. Agricultural and Food Science in Finland. 7: 569-581

Uhlen, G., 1988. Surface runoff losses of phosphorus and other nutrient elements from fertilized grassland. Norwegian. Journal of Agricultural Science, 3:47-55