

Typpitase huuhtoutumisen indikaattorina

Tapio Salo¹, Eila Turtola¹ ja Juha Grönroos²

¹)MTT, Ympäristöntutkimus, Maaperä ja ympäristö, 31600 Jokioinen, tapio.salo@mtt.fi

²)SYKE, Ympäristöteknologia, 00251 Helsinki, juha.gronroos@ymparisto.fi

Johdanto

OECD on arvioinut typpitaseen (OECD 2002) yhdeksi tärkeimmistä maatalouden ympäristöindikaattoreista. Typpitaseen avulla voidaan arvioida maatalouden ja ympäristön vuorovaikutusta sekä seurata maataloudessa tapahtuvia intensiteetin muutoksia. Typpitasetta arvioidessa on kuitenkin muistettava, että typpitase ei kerro todellista typen huuhtoutumaa vaan tarjoaa edullisen ja käytännöllisen työvälineen arvioida potentiaalista typen huuhtoutumaa (Parris 1998). Typpitasetta voidaankin käyttää huuhtoutuman arvioimisessa esimerkiksi elinkaarianalyysissä (Brentrup ym. 2001). Tämän tutkimuksen tavoitteena oli testata typpitaseen käyttökelpoisuutta kahdella huuhtoutumiskentällä mitatun typen huuhtoutumisen ennustamiseen.

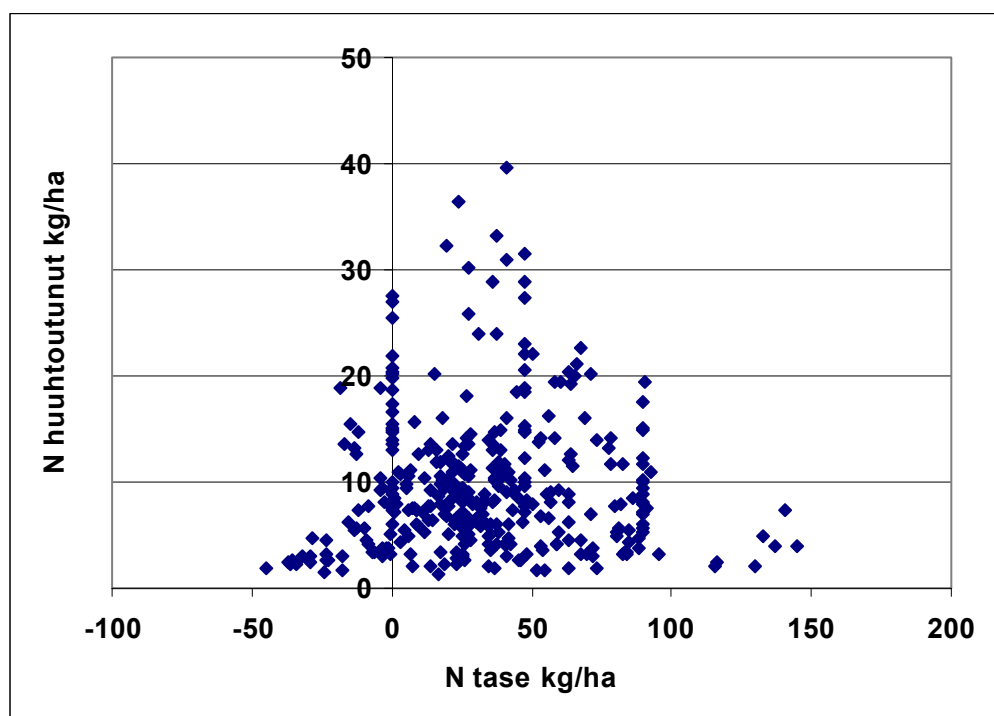
Aineisto ja menetelmät

Aineistoina käytettiin MTT:n huuhtoutumiskenttiä Jokioisilla (1980–2001) ja Toholammella (1992–2000) (Turtola 1999). Jokioisten huuhtoutumiskentän maalaji on hiesusavi/aitosavi. Ensimmäisessä jaksossa 1980–1990 kentän viljelykierron oli nurmen- ja viljanviljelyä sekä avo- ja viherkesannointia. Salaojituksen parantamisen (Turtola ja Paajanen 1995) jälkeen (1994–2001) kentällä on verrattu kyntöä ja kultivointia viljanviljelyssä. Toholammen huuhtoutumiskentän maalaji on hieno hieta, ja kentällä on viljelty pääasiassa nurmea. Ensimmäisessä koesarjassa 1992–1996 testattiin lietalannan levitysjankohtia. Vuodesta 1997 alkaen osa kentästä on luonnonmukaisen tuotannon siirtymävaiheessa, ja kentällä on tutkittu mm. karjan- ja turkislannan lannoitusvaikutusta.

Huuhtoutumiskentillä tehdyistä kokeista laskettiin koeruuduittain ja vuosittain typpitase sekä typen huuhtoutuminen. Typpitaseeseen laskettiin lannoituksen ja mahdollisen typensidonnan tuottama typpi, josta vähennettiin korjatussa sadossa ja lannan ammoniakkin haihtumisesta poistunut typpi. Huuhtoutumisvuosi jaettiin kevätvalunnan päättymisen mukaan. Huuhtoutunut typpi laskettiin kokonaistyppimäärityksen perusteella tai sen puuttuessa ammonium- ja nitraattitypen summana. Pinta- ja salaojavalunnassa huuhtoutunut typpi yhdistettiin. Toholammen kentällä viljeltyjen typensitojakasvien typenotto laskettiin käyttäen Tanskassa kehitettyjä yhtälöjä (Høgh-Jensen ym. 1998). Käytännössä tämä merkitsi, että biologinen typen sidonta oli 140 % sadonkorjuussa poistuneesta typensitojakasvin typestä. Lannan ammoniakkin haihtuminen laskettiin levityshetken lämpötilan, maan pinnan vedenlämpöisyyden ja lannan pellon pinnalla oloajan mukaan (Horlacher ja Marschner 1990).

Typen huuhtoutumista selitettiin regressioanalyysillä vuosittaisen typpitaseen ja kokonaisvalunnan tai salaojavalunnan avulla. Toisessa analyysitavassa vuosittainen säätövaihtelu poistettiin laskemalla analysoitavalle ajanjaksolle typpitaseen ja typen huuhtoutumisen keskiarvo. Samanlaista menetelmää ovat Norjassa käyttäneet Korsaaeth ja Eltun (2000). Heidän tutkimuksessaan valunnan asemasta käytettiin sadantaa.

Ensimmäisissä tarkasteluissa jokaisen koeruudun vuosittainen typpitase ja typen huuhtoutuminen esitettiin samoissa kuvissa ja laskettiin mahdollisia selittäviä yhtälöjä. Koska vuosittaisilla taseilla ja typen vuosittaisella huuhtoutumalla ei näyttänyt olevan ruutukohtaisessa tarkastelussa yhteyttä (esim. Kuva 1), jaettiin kenttien aineistot ensiksi neljään osaan. Kotkanojan aineistoa tarkasteltiin ennen (1980–1990) ja jälkeen salaojituksen (1994–2001). Toholammen aineisto jaettiin lietalannan levityskokeeseen (1992–1996) ja lantakokeeseen (1997–2001). Koska vuosittainen typpitase ja valunta selittivät näissäkin neljässä aineistossa alle 50 % huuhtoutumisesta, muodostettiin edelleen yhtenäisempiä viljelykiertoja ja käsitteilyä sisältäviä osia (Taulukko 1).



Kuva 1. Koeruutujen vuosittaisen typpitaseen ja typen huuhtoutuman yhteys Jokioisten Kotkanojan huuhtoutumiskentällä 1980–2001.

Taulukko 1. Huuhtoutumiskentiltä valitut koejaksot.

Kenttä	Ajanjakso	Koekasvit	n/vuosi
Kotkanoja	1980–1984	nurmi	8
Kotkanoja	1980–1986	vilja	6
Kotkanoja	1980–1990	nurmi tai vilja, jonka jälkeen avokesanto	8
Kotkanoja	1980–1990	nurmi tai vilja, jonka jälkeen viherkesanto	8
Kotkanoja	1994–2001	vilja (kyntö)	8
Kotkanoja	1994–2001	vilja (säntä tai kultivointi)	8
Toholampi	1992–1996	nurmi (kevätlevitys pois)	12
Toholampi	1992–1996	nurmi (syyslevitys pois)	12
Toholampi	1992–1996	nurmi (kevät ja syyslevitys pois)	8
Toholampi	1992–1996	nurmi (kevät ja talvilevitys pois)	8
Toholampi	1992–1996	nurmi (syys- ja talvilevitys pois)	8
Toholampi	1997–2000	nurmi (luonnonmukainen)	12
Toholampi	1997–2000	nurmi (tavanomainen)	12

Tulokset ja tulosten tarkastelu

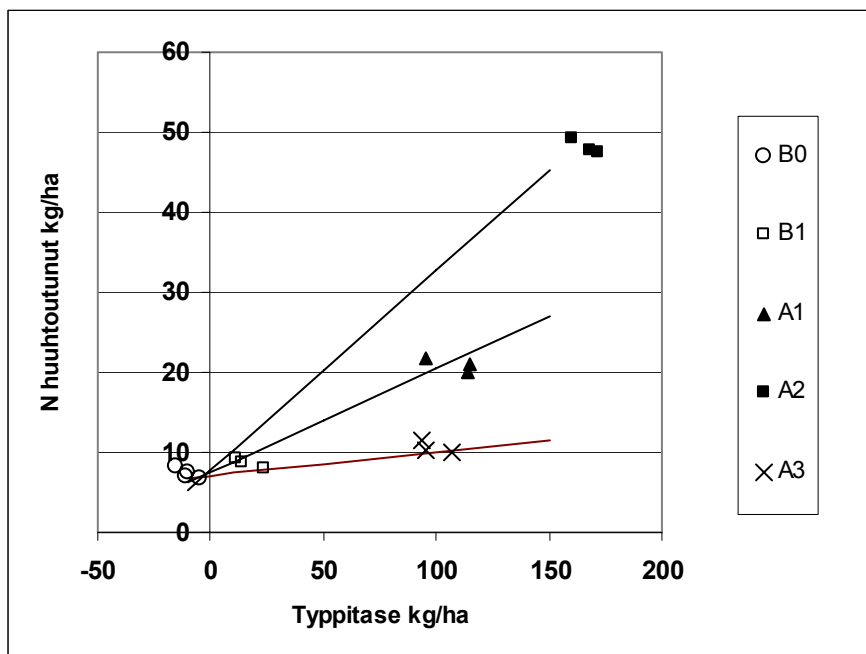
Kotkanoja

Typen vuosittainen huuhtoutuminen oli Jokioisten savimaalla 2–40 kg/ha ja vuosittaiset typpitaseet -44–145 kg/ha. Viljanviljelyssä vuosittainen typpitase ja kokonaisvalunta selittivät enimmillään 55–63% vuosittaisesta typen huuhtoutumisesta. Parhaat selitysasteet ($R^2=0,63$) saatiin vuosien 1980–1986 viljakierrosta (typen huuhtoutuminen = $-3,6 + 0,04 \times$ typpitase + $0,04 \times$ kokonaisvalunta) ja vuosien 1994–2001 säntämuokkauksista (typen huuhtoutuminen = $-2,6 + 0,14 \times$ typpitase + $0,07 \times$ salaojavälunta). Keskiarvojen avulla typpitase selitti typen huuhtoutumasta enimmillään 71%. Tällöin viljelykierrossa, jossa viljaa tai nurmea seurasi avokesanto 1980–1989, vaihteluvälillä 30–50 kg/ha olleesta taseesta huuhtoutui keskimäärin 27%.

Toholampi

Toholammen hietamaalla vuosittainen huuhtoutuminen oli 2–104 kg/ha ja vuosittaiset typpitaseet -63 – 417 kg/ha. Vuosien 1992–1996 lietalannan levityskokeissa saatiin vuosittaisella aineistolla vain alle 40 % selitysasteita. Kun aineisto jaettiin käyttäen lannoittamatonta ja NPK-lannoitettua käsittelyä kunkin lietalannan levitysjankohdan kanssa, saatiin typpitaseiden keskiarvoille (Kuva 2) 69–98 % selitysasteet. Tällöin huuhtoutumisen osuus nousi 3:sta 25 %:iin, kun siirryttiin vähiten huuhtoutumista tuottaneesta lietalannan kevätlevityksestä syys- ja talvilevitykseen.

Vuosien 1997–2001 koesarjassa typpitaseet olivat korkeita, mutta huuhtoutuminen alhainen. Vuosittaisessa aineistossa paras selitysaste oli vain 56 % (typen huuhtoutuminen = $-1,2 + 0,02 \times$ typpitase + $0,09 \times$ salaojavalunta).



Kuva 2. Toholammen kentällä vuosilta 1992–1996 laskettujen vuosittaisten typpitaseiden ja typen huuhtoutumisen keskiarvot koeruuduittain. Viivat kuvaavat kunkin lietalannan levitysjankohdan vaikutusta huuhtoutumiseen. Käsittelyt: B0=lannoittamaton, B1=NPK-lannoitus, lietalannan levitys syksyllä =A1, talvella =A2 ja keväällä =A3.

Johtopäätökset

Vuosittainen typpitase ei selittänyt erityisen hyvin typen huuhtoutumista. Vuosittaisen typpitaseen ongelmana on maahan jäävä ja vasta seuraavina vuosina huuhtoutuva typpi (Mitchell ym. 2001). Samaten avokesannointi aiheutti korkean huuhtoutumisen taseen olleessa nolla. Parhaiten vuosittainen typpitase ennusti huuhtoutumista, kun viljelykierto ja käsittelyt olivat mahdollisimman samanlaisia. Samoin Norjassa tehdyssä valuma-alue tutkimuksessa saatiin parhaat selitysasteet, kun yhdistettiin maalajiltaan yhtenäiset valuma-alueet ja samanlaiset vuosittaiset säät (Bechmann ym. 1998). Korsath ja Eltun (2000) havaitsivat omassa tutkimuksessaan sadannan olevan typpitasetta merkittävämpi vuosittaisen huuhtoutuman selittäjä. Useamman vuoden keskiarvona laskettava typpitase näyttääkin olevan käyttökelpoisempi ennustettaessa huuhtoutumista vaihtelevassa viljelykierron. Korsath ja Eltun (2000) saivat typpitaseesta huuhtoutuvaksi osuudeksi viljanviljelyssä 15% ja nurmenviljelyssä 10%.

Epäedulliset viljelytekniikat, kuten nykyisin kielletty lietalannan levitys talvella tai avokesanto, liittyivät korkeisiin typen huuhtoutumisiin enemmän kuin korkeat typpitaseet. Typpitaseen todettiin selittävän varsin hyvin typen huuhtoutumista, kun viljelytekniikat sisälsivät huuhtoutumista lisääviä menetelmiä kuten avokesantoa ja lietalannan talvilevitystä.

Kirjallisuus

- Bechmann, M., Eggestad, H.O. & Vagstad, N.** 1998. Nitrogen balances and runoff in four agricultural catchments in southeastern Norway. *Environmental Pollution* 102: 493-499.
- Brentrup, F., Küsters, J., Kuhlmann, H. & Lammel, J.** 2001. Application of the Life Cycle Assessment methodology to agricultural production: an example of sugar beet production with different forms of nitrogen fertilisers. *European Journal of Agronomy* 14:221-233.
- Horlacher, D. & Marschner, H.** 1990. Schätzrahmen zur Beurteilung von Ammoniakverlusten nach Ausbringung von Rinderflüssigmist. *Zeitung für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 153: 107-115.
- Høgh-Jensen, H., Loges, R., Jensen, E.S., Jørgensen, F.V. & Vinther, F.P.** 1998. Empiriskmodel til kvantificering af symbiotisk kvælstoffiksering i bælglplanerna. In. *Kvælstofudvaskning og -balancer I konventionelle og økologiske produktionssystemer*. Eds. Steen Kristensen, E. & Olesen, J.E. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug. 69-86.
- Korsaeth, A. & Eltun, R.** 2000. Nitrogen mass balances in conventional, integrated and ecological cropping systems and the relationship between balance calculations and nitrogen runoff in a 8-year field experiment in Norway. *Agriculture, Ecosystems and Environment*: 79: 199-214.
- Mitchell, R., Webb, J. & Harrison R.** 2001. Crop residues can affect N leaching over at least two winters. *European Journal of Agronomy* 15: 17-29.
- OECD.** 2002. Gross nitrogen balances. Handbook. The 2nd draft 30 September 2002. <http://webdomino1.oecd.org/comnet/agr/nutrient.nsf>
- Parris, K.** 1998. Agricultural nutrient balances as agri-environmental indicators: an OECD perspective. *Environmental Pollution* 102: 219-225.
- Turtola, E.** 1999. Phosphorus in surface runoff and drainage water affected by cultivation practices. Academic Dissertation. University of Helsinki. 47 p.
- Turtola, E. & Paajanen, A.** 1995. Influence of improved subsurface drainage on phosphorus losses and nitrogen runoff from a heavy clay soil. *Agricultural Water Management* 28: 295-310.