

Väliraportti ympäristöministeriölle SYKEN tutkimushankkeesta:

Puhdistamolietteen haitallisten aineiden pysyvyys ja kulkeutuminen

SYKE diaarinumero: SYKE 2011-P-63

Vastuuyksikkö SYKEssä: Kulutuksen ja tuotannon keskus, Haitallisten aineiden yksikkö

Vastuuhenkilöt: Katri Siimes ja Lauri Äystö

Päiväys: 30.9.2013

Hankkeen tavoite

Jäteveden puhdistamoilla syntyvän lietteen hyötykäyttöä maataloudessa saattaa rajoittaa lietteen sisältämät haitalliset aineet. Tässä työssä selvitettiin kirjallisuuden ja matemaattisten mallien avulla haitallisten aineiden käyttäytymistä suomalaisilla pelloilla ja aineiden huuhtoutumista pelloilta vesiin. Työn tarkoituksena oli priorisoida aineita ja valita mahdollisesti ympäristöriskisiä aiheuttavia aineita myöhempään kokeelliseen tutkimukseen.

Aineisto ja menetelmät lyhyesti

Kirjallisuuden avulla tunnistettiin 300 orgaanista haitallista ainetta, joita on havaittu jätevesien puhdistamolieteteissä. Suomalaista mitta-aineistoa on melko vähän, mutta sen ja runsaamman ruotsalaisen aineiston sekä asiantuntija-arvion perusteella valittiin tarkempaan jatkokäsittelyyn 79 ainetta. Näistä vain 34 aineelle löytyi kirjallisuudesta tarvittavat tiedot maaperähajoamista ja kertyvyyttä koskeviin simulointeihin, jotka tehtiin PECsoil-laskurilla (Mattsoff 2005). Aineiden ominaisuuksien perusteella valittiin seitsemän ainetta huuhtoutumissimulointeihin, joissa selvitettiin aineiden kulkeutumista pinta- ja pohjaveteen MACRO5.2 mallilla (Jarvis ja Larsbo 2012). Näitä malleja käytetään Euroopan yhteisössä kasvinsuojeluaineiden rekisteröinnissä ympäristöriskien arvioinnissa. Mallien tarvitsemien lähtötietojen lukuarvot (pitoisuus lietteessä, hajoamisnopeus maassa, sitoutumiskerroin) ja vertailuarvot vaihtelivat kirjallisuudessa suuresti. Lähtöarvojen vaihtelun vaikutuksia simulointituloksiin kvantifioitiin simuloimalla erilaisia lähtöarvojen yhdistelmiä.

Simulointien luotettavuus

Kirjallisuudesta löytyneiden lähtöarvojen erilaisilla yhdistelmillä simuloidut yksittäisten aineiden pitoisuudet maaperässä vaihtelivat simulointien välillä jopa kahden kertaluokan verran ja valumavesien pitoisuudet kymmeniä kertaluokkia. Tätä voidaan pitää simulointien osittaisena epävarmuustarkasteluna. Loppuraportissa tarkastellaan tarkemmin luotettavuusasioita. Pitoisuuksien suurta epävarmuutta ei kuitenkaan tule käsittää yksinomaan huonona asiana. Oletettavasti pitoisuudet vaihtelevat myös reaali maailmassa useita kertaluokkia.

Simuloitu haitallisten aineiden kertyminen maaperään

Simuloidut haitta-aineiden pitoisuudet maaperässä eivät ylittäneet kirjallisuudesta löytyneitä alimpia haitattomaksi oletettuja pitoisuuksia (PNECsoil; predicted no effect concentration in soil) kahta poikkeusta lukuunottamatta: Triklosaanin ja 17alfa-etinyyliestradiolin simuloidut pitoisuudet ylittivät PNECsoil arvot, kun simuloinneissa käytettiin pahimpia kirjallisuudesta löytyneitä hajoamisajan ja lietteessä olevan haitallisen aineen pitoisuuksien yhdistelmiä. Lisäksi useampi kuin toinen aine kertyi maahan lietelevitysten toistuessa vuosittain. Pahimmin kertyvät aineet eivät saavuttaneet tasapainopitoisuutta edes sadan vuoden simuloinneissa, kun lietettä lisättiin vuosittain. Liitteenä on simuloituihin maaperäpitoisuuksiin liittyvä poster (liite 1a) ja sen lisämateriaali (liite 1b), jotka esitettiin toukokuussa 2013 SETAC:n Euroopan konferenssissa (SETAC; Society of Environmental Toxicology and Chemistry) Glasgowissa.

Simuloitu haitallisten aineiden huuhtoutuminen pohjaveteen

Huuhtoutumissimuloinneissa selvitettiin lietteen kertalevityksestä seuraavaa vesistökuormitusta karkealla hietamaalla. Yhdisteille, joille huuhtoumariski oli näiden ajojen perusteella merkittävin, simuloituihin huuhtouma myös aitosavimaalle. Molemmissa maissa ajateltiin olevan hyvin toimivat

salaojat, joten simulointeja ei voi pitää pohjavesiriskin arvioinnin kannalta pahimpina mahdollisina. Näissä simuloinneissa salaojasyvyyden alapuolelle suotautuneet ainemäärät olivat useimmille yhdisteille merkityksettömän pieniä. Yhdisteet, joita huuhtoutui eniten salaojasyvyyden ohi olivat karbamatsepiini ja ibuprofeeni. Näitä yhdisteitä huuhtoutui salaojien alapuolelle enimmillään 8,6 % ja 2,2 % levitetystä ainemäärästä.

Simuloitu huuhtoutuminen pintaveteen

Kahden aineen pitoisuudet pintavesiin kulkeutuviissa vesissä nousivat simuloinneissa arveluttavan korkeiksi: Triklosaanin pitoisuudet savimaan valumavesissä ylittivät PNECwater arvot moninkertaisesti: suurin simuloitu hetkellinen pitoisuus oli 90-kertainen ja suurin simuloitu vuosikeskiarvo 10-kertainen vertailuarvoon verrattuna. Ibuprofeinin simuloitujen pitoisuuksien valumavedessä olivat 2 - 10 kertaa PNECwater arvoja alhaisempia, mutta ylittivät kuitenkin pahimmillaan sille ehdotetun ympäristölaatu normin (EQS, environmental quality standard) 320-kertaisesti. Muiden aineiden simuloitujen pitoisuudet jäivät vertailuarvoja alhaisemmiksi. On kuitenkin muistettava, että huuhtoutumissimuloinneissa tarkasteltiin kertalevityksen jälkeistä tilannetta ja toistuvasta lietekäsittelystä seuraisi suurempi vesistökuormitus.

Johtopäätökset

Simulointitulosten ja yhdistelle ilmoitetun toksisuusaineiston perusteella triklosaani, ibuprofeeni, karbamatsepiini ja 17alfa-etinyyliestradioli näyttäisivät olevan lietteen käyttöä eniten rajoittavia aineita. Näiden tulisi lukeutua jatkotutkimukseen valittaviin aineisiin. Triklosaania käytetään muunmuassa deodoranteissa ja hammastahnoissa, ibuprofeiinia tulehduskipulääkkeissä, karbamatsepiiniä epilepsialääkkeissä ja 17alfa-etinyyliestradiolia ehkäisytableteissa.

Lisäksi hanketta tehdessä selvisi tietoa: suomalaisen lietteen ja jäteveden haitta-aineiden pitoisuuksista on hyvin vähän tietoa. Lisäksi tarvittaisiin perustutkimusta haitta-aineiden ympäristökäyttäytymisestä ja toksisuudesta maaympäristöissä. Hankkeessa tehtyjen simulointien perusteella voidaan päätellä, että eräät lietteen sisältämät yhdisteet voivat kertyä maatalousmaahan sekä huuhtoutua vesistöihin. Jatkossa tulisi selvittää, tarvitaanko tämän vuoksi säätelyä samalle lohkolle tehtävien levitysten tiheyden tai levitettävään määrään.

Viitteet

Mattsoff, Leona 2005. Torjunta-aineiden maaperän eliöille aiheuttamien riskien arviointi – toistuvan käytön rajoitusten tarkentaminen. Suomen ympäristö 804. 56 s.
Jarvis, Nicholas ja Mats Larsbo 2012. MACRO (v5.2): Model use, calibration and validation. Transactions of ASABE 55(4):1413-1423.

Liitteet

Liite 1a. Poster: Persistence of organic contaminants in Finnish sludge-amended agricultural soils (1 sivu)
Liite 1b. Posterin lisämateriaali (2 sivua)