

Kasvinsuojeluaineiden valuma-aluekohtainen kuormitusindikaattori

Katri Siimes, Emmi Vähä, Matti Joukola

Suomen ympäristökeskus, PL 140, 00251 Helsinki, etunimi.sukunimi@ymparisto.fi

Pintavesien kasvinsuojeluainepitoisuuksia on selvitetty vesinäytteiden avulla Maa- ja metsätalouden vesistökuormituksen seuranta -hankkeessa (MaaMet) vuodesta 2007 lähtien, mutta toistaiseksi ei ole tiedetty, ovatko seurantapaikat olleet suomalaisittain keskimääräisen vai korkean kasvinsuojeluainekuormituksen alueilla. Lisäksi uusien seurantapaikkojen valintaan oli tarve kehittää riskiperusteinen selkeä menetelmä. Valuma-aluepohjainen kuormitusindikaattori päätettiin kehittää helpottamaan uusien seuranta-alueiden valintaa ja auttamaan vanhojen tulosten alueellisen yleistettävyyden arvioinnissa.

Indikaattori perustuu lohko kohtaiseen viljelykasviaineistoon, valuma-alueisiin sekä kertoimiin, jotka kuvaavat kasvinsuojeluaineiden käyttöä ja käytettyjen aineiden haitallisuutta. Lähtöaineistona on käytetty SYKE:ssä valmisteilla olevan uuden valtakunnallisen valuma-aluejaon vuonna 2014 laadittua luonnosta. Pinta-alaltaan alle 10 km² valuma-alueet on yhdistetty pääsääntöisesti alempaan valuma-alueeseen. Kunkin valuma-alueen luomupellot on poistettu aineistosta ja sen jälkeen laskettu kunkin kasvin viljelyala valuma-alueella. Lohko kohtainen viljelykasviaineisto on vuodelta 2015. Kasvit ryhmiteltiin 21 ryhmään, joille kullekin on arvioitu tyypillinen kasvinsuojeluaineiden käyttö tehoainekohtaisesti (tehoaineita mukana 130). Käyttömäärä arvio perustui pääosin vuoden 2013 käyttötilastoon, joka on toistaiseksi ainoa valtakunnallinen tilasto kasvinsuojeluaineiden käytöstä. Kasvinsuojeluaineiden käyttö tilastoitiin tietyille valituille kasveille, mutta indikaattori pyrkii huomioimaan kaikki viljelykasvit. Lisäksi se huomioi myös ne vuoden 2015 myyntitilastoissa olleet tehoaineet, joita ei vuoden 2013 käyttötilastossa ollut. Käyttömäärien arvioinnissa on käytetty viljelyoppaita ja vertailtu arvioituja käyttömääriä valtakunnallisiin myyntimäärätilastoihin. Lopulta eri aineiden haitallisuutta on painotettu kertoimilla ja painotettu tehoaineiden kokonaiskäyttömäärä on jaettu valuma-alueen kokonaispinta-alalla.

Indikaattorin avulla on helppo visualisoida mahdollista kasvinsuojeluainekuormitusta karttoina. Sen avulla voi etsiä alueet, joilla kasvinsuojeluaineet saattavat aiheuttaa ongelmia vesistöissä, ja alueita, joilla ongelmia ei todennäköisesti ole. Kuormitusindikaattorin tulokset kertovat, missä viljely on intensiivisintä ja millä alueilla viljellään paljon erikoiskasveja, ja tiivistää tiedot kasvinsuojeluaineiden vesistövaikutusten kannalta yhteismitalliseksi arvoksi. Nyt tutkijoilla on käytössään ensimmäinen versio indikaattorista. Sen kertoimia pitää vielä tarkastaa ja tarvittaessa korjata. Indikaattori ei toistaiseksi vielä huomioi valmisteiden riskinvähennystoimia kuten vesistörajoituksia. Se ei myöskään huomioi eri vuosien välisiä eroja eikä yksittäisen viljelijän tekemiä päätöksiä kasvinsuojeluaineiden käytöstä. Silti jo tämä raakileversio on osoittautunut käyttökelpoiseksi ja tarpeelliseksi työkaluksi.

Asiasanat: kasvinsuojeluaineet, ympäristökuormitus, GIS

Johdanto

Kasvinsuojeluaineita käytetään maanviljelyssä mm. rikkakasvien, tuhoeläinten ja kasvitautien torjuntaan. Suomessa myytiin vuonna 2016 maatalous- ja puutarhakäyttöön 11575 tehoainetonna kasvinsuojeluaineita ja tästä herbisidien osuus oli 80 % (Tukes 2017). Pieni osa käytetyistä kasvinsuojeluaineista kulkeutuu pelloilta vesistöihin, joissa ne ovat haitallisia vesieliöille.

Eräiden kasvinsuojeluaineiden seuranta pintavesissä vaaditaan Valtioneuvoston asetuksessa vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 1022/2006. Asetuksen liitteiden 1C ja 1D yhteensä noin 60 seurattavasta aineesta tai aineryhmästä noin kolmannes on entisiä tai nykyisiä kasvinsuojeluaineita. Lisäksi kansallinen kasvinsuojeluaineiden kestävä käytön toimintaohjelma (MMM työryhmämuistio 2011:4) velvoittaa kasvinsuojeluaineiden ympäristöseurantaan.

Kasvinsuojeluaineiden pitoisuuksia on seurattu Suomessa vuodesta 2007 lähtien Maa- ja metsätalouden vesistökuormituksen seuranta -hankkeessa (MaaMet) (Karjalainen ym. 2014). Näytteenottoaika on pyritty pääsääntöisesti valitsemaan maatalousvaltaisten jokien sellaisilta paikoilta, joilla näytteenotto on saatu helposti integroitua muuhun vesinäytteenottoon. Näytteenottoaikojen valtakunnallista edustavuutta kasvinsuojeluainekuormituksen suhteen ei kuitenkaan tiedetä. Näytteenottoaikojen ja -aikojen valinta vaikuttavat pitoisuustuloksiin merkittävästi.

Seuranta pyritään kehittämään ja lisäksi näytteenottoaikojen valintaan sekä vanhojen näytepaikkojen edustavuuden arvioimiseksi tarvittiin työkalu, jolla voidaan arvioida kasvinsuojeluaineiden kuormitusta valuma-aluekohtaisesti. Työkalulla haluttiin saada numeerisia arvoja, jotta sillä voitaisiin jatkossa tehdä myös tilastollisia tarkasteluja.

Materiaalit ja menetelmät

Valuma-alueet

Valuma-alueet määritettiin Suomen Ympäristökeskuksen valtakunnallisen valuma-aluejakoluonnoksen perusteella ArcMap sovelluksessa (versio 10.5.1 Esri Inc.). Valuma-aluejako tehtiin siten, että tuloksena saatiin yli 10 km² kokoisia osavaluma-alueita. Pääsääntöisesti liian pienet valuma-alueet yhdistettiin alapuoliseen valuma-alueeseen. Mereen laskevat liian pienet valuma-alueet yhdistettiin aina yläpuoliseen valuma-alueeseen. Aivan rannikon läheisyydessä olevat valuma-alueet yhdistettiin vesienhoitoalueittain (VHA) yhtenäisiksi rannikkokaistaleiksi, lukuun ottamatta Kokemäenjoen vesienhoitoaluetta (VHA3), jolle tehtiin kaksi rannikkokaistaleita, jotka jaettiin Kokemäenjoen pohjois- ja eteläpuoliskoon. Valtakunnan rajalla sijaitsevat alle 10 km² kokoiset valuma-alueet yhdistettiin vesienhoitoalueittain rajavyöhykekaistaleiksi.

Merisaaret jaettiin osa-alueisiin vesienhoitoalueiden mukaan, lisäksi VHA3:n merisaaret on jaettu kahteen osaan: Kokemäenjoen etelä- ja pohjoispuolisiin merisaariin. VHA-ajan ylittäessä saaren saari ryhmiteltiin sille VHA:lle, missä suurin osa saaren maapinta-alasta sijaitsee. Valuma-alueiden yhdistäminen perustui iteratiiviseen prosessiin, jossa valuma-alueen yhdistämisessä alapuoliseen valuma-alueeseen hyödynnettiin Uomatietojärjestelmän (uomaverkoston) yhteystietotauluja. Valuma-alueen maapinta-ala laskettiin vähentämällä valuma-alueen pinta-alasta valuma-alueella sijaitsevien järvien yhteenlaskettu pinta-ala. Järvien pinta-ala laskettiin Ranta10-aineiston perustella (SYKE ja MML).

Kasviryhmit ja arvioitu kasvinsuojeluaineiden käyttö

Kasvien viljelytiedot perustuvat Maaseutuviraston (MAVI) peltolohkoaineistoon vallitsevan kasvin mukaan; indikaattorissa käytetty aineisto on vuodelta 2015. Tarkastelluista peltolohkoista poistettiin luomuviljelyssä olevat lohkot vuoden 2015 tilanteeseen perustuen (MAVI). Peltolohkoaineistossa oli 189 kasvia, ja ne ryhmiteltiin kasvinsuojeluaineiden arvioidun käytön perusteella 21 ryhmään. Ryhmät on esitelty taulukossa 1. Kasviryhmittely tehtiin ”Kasvinsuojeluaineiden käyttö maataloudessa 2013” -

tilaston jaottelua mukailten. Käyttötilastossa oli kuitenkin mukana vain 17 kasvilajia/ryhmää ja indikaattoriin haluttiin kaikki peltolohkoaineiston kasvit.

Taulukko 1. Kuormitusindikaattorissa käytetyt kasviryhmät, niiden viljelyalat (ha) ja osuudet (%) vuoden 2015 maatalousalasta sekä esimerkkilajeja ryhmään kuuluvista viljelykasviryhmistä

Ryhmän nimi	ala (ha)	osuus (%)	Esimerkki
nurmet (vain herbisidi)	721 086	32,6	rehunurmet, kesanto, vihantaviljat, saneerauskasvit
kevätiljat (ei ohra)	513 573	23,2	kaura, kevätvehnä
muu ohra (ei mallasohra)	409 866	18,5	rehuohra
ei kasvinsuojeluaineita	273 598	12,4	luonnonhoitopellot, suojavyöhyke, laitumet
mallasohra	84 482	3,8	mallasohra
syysvilja	67 112	3,0	syysvehnä, syysruis
öljykasvi (kevät)	53 213	2,4	kevätrypsi, kevätropsi
pavut ja herneet (ruoka)	20 083	0,9	härkäpapu, ruokaherne
peruna	18 060	0,8	peruna
kumina	16 138	0,7	kumina
sokerijuurikas	10 628	0,5	sokerijuurikas
muut rehuvalkuaiskasvit	8 658	0,4	rehuherne, apila
öljykasvi (syys)	3 127	0,1	syysrypsi, syysrapsi
mansikka	2 604	0,1	mansikka
porkkana	1 850	0,1	porkkana, punajuuri
herukat	1 822	0,1	mustaherukka, vadelma, karviainen
kasvimaa/vihannes	1 212	0,05	keräsalaatti, kasvimaa, kurpitsa
hedelmäpuut	933	<0,05	omena, luumu,
sipulit	911	<0,05	ruokasipulit
kaalit	904	<0,05	keräkaali, kukkakaali
koristekasvit	397	<0,05	siirtonurmi, leikkohavut

Kunkin kasviryhmän tehoaineiden käyttöä arvioitiin vuoden 2013 kansallisen kasvinsuojeluaineiden käyttömäärätutkimuksen perusteella, joka perustui 5257 tilan käyttötietoihin (Luke 2015). Tilastosta saatiin kuormitusindikaattoria varten ei-julkinen tehoaine- ja kasvilajikohtainen käyttötietoarvio kasviryhmän viljelyalaa kohden valtaosalle kasviryhmistä. Sitä kuitenkin täydennettiin niin, että jokaiselle kasviryhmälle (21) tuli kunkin tehoaineen (130) kohdalle arvio käyttömäärästä ryhmän viljelyalaa kohden. Muokkauksia tarvittiin lisääntyneiden kasviryhmien lisäksi myös sen vuoksi, että osa sallituista tehoaineista oli muuttunut vuodesta 2013 vuoteen 2015. Muokkauksia ja täydennyksiä tehtiin viljelyoppaiden ja kasvinsuojeluainevalmisteiden myyntipäällysten tietojen avulla. Tällöin jouduttiin arviomaan myös, kuinka suuri osuus kasviryhmän viljelyalasta oli käsitelty kyseisellä aineella. Tehoaineiden arvioituja käyttömääriä verrattiin Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) kasvinsuojeluainevalmisteiden ei-julkiseen tehoainekohtaiseen myyntimäärätilastoon.

Indikaattorin arvon laskenta

Kasvinsuojeluaineiden haitallisuutta arvioitiin kahdella eri menetelmällä. ”1/EQS”-menetelmässä (kaava 1) etsittiin kullekin aineelle ”haitaton vertailupitoisuus”. Sen arvona käytettiin valtioneuvoston vesiympäristölle vaarallista ja haitallista aineista annetun asetuksen (1022/2006) liitteissä 1C ja 1 D annettua ympäristölaatu normia (AA-EQS); ehdotettua ympäristölaatu normia (Kontiokari ja Mattsoff 2011); ruotsalainen ”riktvärd”-arvoa (KEMI 2008) tai, mikäli edellä mainittuja ei tehoaineelle löytynyt, laskettiin arvo C_c vastaavasti. Etsittiin vesiliöiden ekotoksisuustestien alin NOEC- pitoisuus (NO Effect Concentration) kasvinsuojeluaineiden PPDB -tietokannasta (Lewis ym. 2016) ja kerrottiin se kertoimella, jonka arvo riippuu aineiston laajuudesta ja edustavuudesta (TGD 2011).

$$Z_i = \frac{1}{C_i} \quad , \quad (\text{kaava 1})$$

missä Z_i on aineen i haittakerroin ja C_i on aineen i haitaton vertailupitoisuus.

Toisella menetelmällä (HI) (kaava 2) pyrittiin huomioimaan aineen akvaattisen ekotoksisuuden lisäksi myös kulkeutuvuutta, biokertyvyyttä, kulkeutumisherkkyyttä ja pysyvyyttä. Sen pohjana käytettiin Suomen ympäristökeskuksessa 2000-luvun alussa myyntimäärien haitallisuuden arviointiin kehitettyä indikaattoria (Londesbrough 2003, liite 5). Sitä yksinkertaistettiin niin, että terrestinen toksisuus jätettiin pois ja akvaattisen toksisuuden arvo laskettiin ensimmäisen menetelmän haittakertoimesta Z , jolloin krooniset toksisuusvaikutukset painottuivat ja akuutin toksisuuden vaikutus väheni alkuperäiseen verrattuna.

$$X_i = S_{1i} \cdot S_{2i} \cdot S_{3i} + S_{4i} \quad , \quad (\text{kaava 2})$$

missä X_i on aineen i haittakerroin menetelmässä HI, S_{1i} on aineen i skaalattu arvo kulkeutuvuudelle (saa arvoja 1–10 riippuen aineen sitoutumiskertoimesta maahan), S_{2i} on skaalattu pysyvyydelle (saa arvoja 1–10 riippuen aineen puoliintumisajasta maassa), S_{3i} on skaalattu biokertyvyydelle (saa arvoja 1–10 riippuen vesi-oktanoli -jakaantumiskertoimesta tai kalan biokertyvyyskertoimesta), S_{4i} on skaalattu akvaattisen myrkyllisyyden arvo (voi saada arvoja 50–280).

Molemmissa menetelmissä laskettiin kullekin kasviryhmälle (k) kuormituskertoimet R_k (kaava 3).

$$R_k = \sum_{i=1}^{130} K_{i,k} \cdot Z_i \quad , \quad (\text{kaava 3})$$

missä $K_{i,k}$ on tehoaineen i käyttömäärä kasvulla k . Vastaavasti HI-menetelmässä kerroin laskettiin sijoittamalla aineen haittakertoimeksi X_i :n arvo kaavassa esitetyn Z_i :n tilalle.

Valuma-alueen kasviryhmien viljelyalojen ja kasviryhmäkohtaisten kuormituskertoimien avulla laskettiin kullekin valuma-alueelle R_v kuormitusindikaattorin arvo (kaava 4).

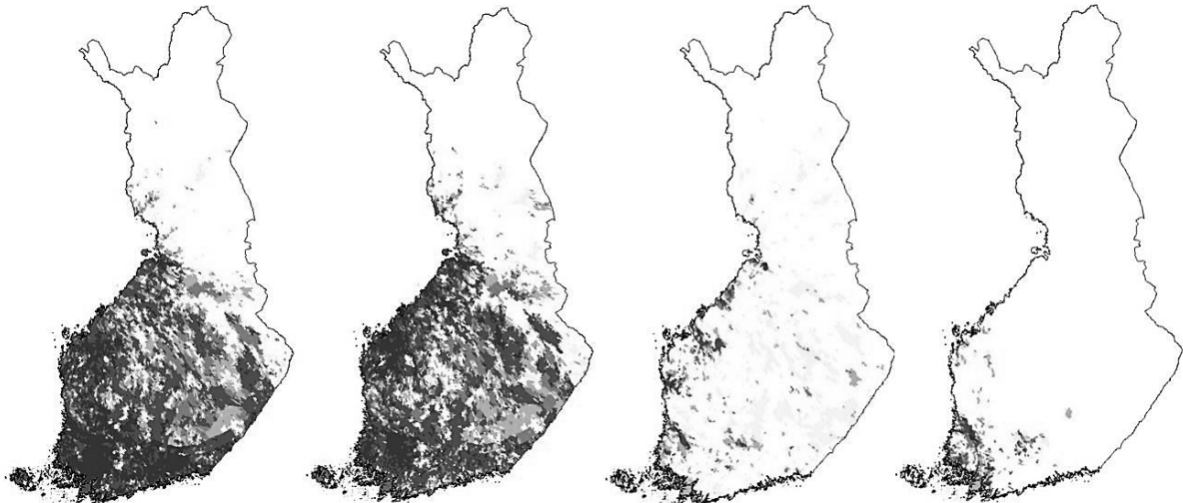
$$R_v = \frac{\sum_{k=1}^{21} R_k \cdot A_k}{A_v - A_j} = \sum_{k=1}^{21} \left(R_k \cdot \frac{A_k}{A_v - A_j} \right) \quad , \quad (\text{kaava 4})$$

missä A_k on viljelykasvin k viljelyala valuma-alueella v , A_v on valuma-alueen pinta-ala ja A_j on valuma-alueen järvien pinta-ala.

Kerroin haluttiin suhteuttaa maapinta-alaan, jotta erikokoisia valuma-alueita voitiin paremmin vertailla keskenään. Valuma-alueen pinta-alan ajateltiin edustavan karkeaa arviota alueelta lähtevästä valunnasta.

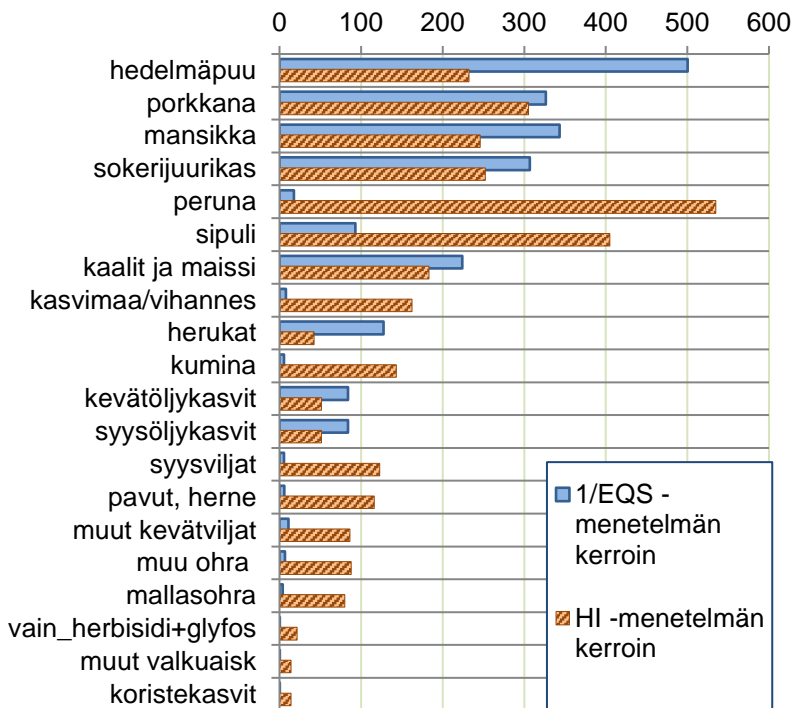
Tulokset

Manner-Suomi jaettiin 13 080 valuma-alueeseen, joiden lisäksi merisaarista ja rannikkokaistaleista muodostettiin 14 valuma-aluetta. Esimerkkejä kasviryhmien suhteellisista pinta-aloista on esitetty Kuvassa 1.



Kuva 1. Esimerkkejä kasviryhmien suhteellisista osuuksista maa-alasta. Vasemmalta oikealle: kevätviljat (ei sis. ohraa), ohra (ei sis. mallasohraa), peruna ja sokerijuurikas. Mitä tummempi valuma-alue, sitä suuremman osuuden maa-alasta ryhmän viljelyala kattaa.

Kasviryhmien kuormituskertoimet on esitetty Kuvassa 2. Molemmilla menetelmillä esimerkiksi hedelmäpuille, porkkanalle ja mansikalle tuli suuri kuormitusarvo. Toisaalta esimerkiksi sipulilla, perunalla ja kuminalla menetelmien välillä oli suuria eroja.



Kuva 2. 1/EQS- ja HI-menetelmien riskikertoimet kasviryhmittäin

Kuormitusindikaattorin molempien laskutapojen perusteella koko Suomen mittakaavassa eniten kasvinsuojeluaine-kuormaa aiheuttavat kevätviljat (28 % 1/EQS-menetelmällä, 33 % HI-menetelmällä). 1/EQS-menetelmän mukaan toiseksi eniten kuormittava ryhmä on kevätöljyasvit (22 % kuormituksesta), kun taas HI-menetelmän mukaan toiseksi kuormittavin ryhmä on ohra (27 %).

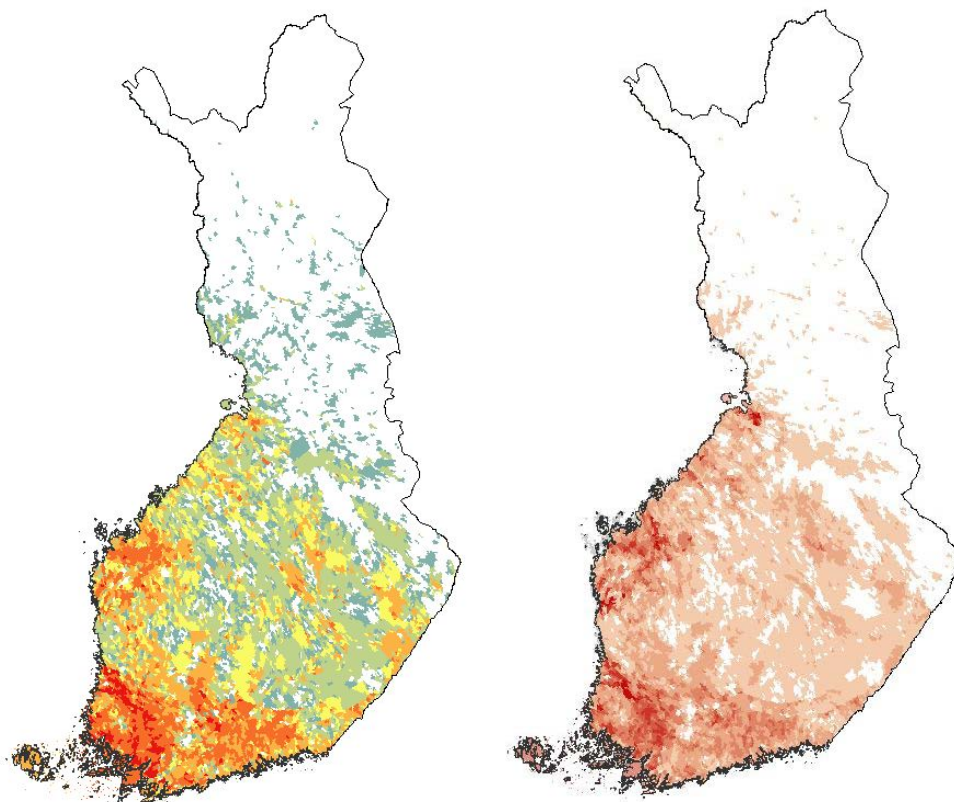
Kasviryhmäkohtaisista kuormituskertoimien eroista huolimatta maantieteellisesti katsottuna molemmat menetelmät indikoivat suurimpia riskejä samoille valuma-alueille (Kuva 3). Riskialueet sijaitsevat

Köyliönjärven ympäristössä Satakunnassa, Kanta-Hämeessä, Etelä-Pohjanmaalla sekä muutamilla valuma-alueilla Pohjois-Pohjanmaalla.

Tulosten tarkastelu

Suomen mittakaavassa suurimman kasvinsuojeluaineiden kuormituksen pintavesiin aiheuttavat kevätiljat. Tämä johtuu ryhmän suuresta viljelypinta-alasta. Toisaalta monen erikoiskasvin (esim. omena, mansikka, juurikkaat) viljelystä aiheutuu suurempi kuormitus peltoalaa kohden. Tämä vastaa nykytietämystä. Oli myös oletettua, että aineiden ympäristökäyttämisen huomioiminen muuttaa aineen haitallisuusarviota ja että lineaarisesti skaalattu HI-menetelmän ja skaalaamattoman 1/EQS-menetelmän arvot eivät ole suoraan vertailukelpoisia. Suurimmat erot menetelmien välillä syntyivät perunan ja sipulin kohdalla.

Kuormitusindikaattori osoittaa, että Lounais-Suomessa, jossa maatalous on intensiivisintä ja monipuolisinta lajistoltaan, myös kasvinsuojeluaineiden käyttö on suurinta. Yksittäisiä suuren riskin alueita löytyy myös Kanta-Hämeestä sekä Etelä- ja Keski-Pohjanmaalta. Lapissa ja Koillismaalla, jossa viljellään lähinnä nurmea, riski kasvinsuojeluaineiden haittavaikutuksiin vesistöissä on pieni. Näin ollen kuormitusindikaattorin tulos lienee käyttökelpoinen, kunhan muistaa epävarmuudet arvion taustalla. On myös muistettava, että kuormitusindikaattori ei kerro todellisia tehoaineiden käyttömääriä, eikä sen perustella voi suoraan arvioida aineiden pitoisuuksia pintavesissä.



Kuva 3. Vasemmalla 1/EQS-menetelmällä ja oikealla HI-menetelmällä laskettu kasvinsuojeluaineiden valuma-alueiden kuormitusindikaattori. Mitä tummempi tai punaisempi valuma-alue on, sitä suurempi riski kasvinsuojeluaineiden aiheuttamiin ongelmiin valuma-alueella on indikaattorin mukaan.

Kuormitusindikaattorin käyttömääräarvioita sekä mahdollisesti myös haitallisuuskertoimia on vielä tarkennettava ja tarvittaessa korjattava. Nykyversiossa tehoaineiden arvioidut käyttömäärät Suomen kaikilla valuma-alueilla yhteensä olivat keskimäärin 73 % kunkin aineen vuoden 2015 myyntimäärästä. Kolmanneksella tehoaineista arvioitu käyttö erosi yli 50 % myyntimäärästä. Toisaalta tiedetään, että myyntimäärä ja käyttömäärä eivät vuosittain tarkalleen vastaa toisiaan viljelijöiden omien varastojen

johdosta. Olisi hienoa, jos arvioituja tehoaineiden käyttömääriä voisi tulevaisuudessa verrata kasvinsuojeluaineiden todelliseen käyttöön valuma-alueella. Tällaista aineistoa ei kuitenkaan tällä hetkellä vielä ole tutkijoiden saatavilla.

Kasvinsuojeluaineiden kuormitusindikaattorin tuloksia tulkitessa on muistettava sen rajoitukset. Se ei huomioi paikallisia olosuhteita, torjuntatarpeiden eroja tai yksittäisen viljelijän toimenpiteitä. Lisäksi kulkeutumiseen liittyviä ainekohtaisia tekijöitä huomioidaan hyvin yksinkertaistetusti HI-menetelmässä. Nykyversiossa kasvinsuojeluvalmisteiden käytön rajoituksia ja riskinhallintatoimenpiteitä ei huomioida laisinkaan. Indikaattori ei myöskään huomioi yläpuolisten valuma-alueiden vaikutusta kokonaiskuormitukseen. Tämänhetkisessä versiossa on oletettu tehoaineiden yhteisvaikutuksen olevan additiivinen, vaikka todellisuudessa aineiden yhteisvaikutuksia ei tunneta.

Johtopäätökset

Kasvinsuojeluaineiden kuormitusindikaattori arvioi viljelykasvien pinta-aloihin ja kasvien tyypilliseen keskimääräisen kasvinsuojeluaineiden käyttöön ja käytettyjen tehoaineiden haitallisuuteen perustuen valuma-alueen kasvinsuojeluaineikuormituksen riskiä. Indikaattorissa on muokattu ja yhdistelty olemassa olevaa, mutta osin ei-julkista, tietoa uuteen visuaaliseen ja helposti hahmotettavaan muotoon. Indikaattorin osoittamat korkean kasvinsuojeluaineikuormituksen riskin alueet osuivat odotetusti intensiivisesti viljelyille alueille, joilla viljellään paljon myös erikoiskasveja. Vastaavaa valuma-alutarkkuudelle yltävää synteisiä ei kuitenkaan ole aiemmin ollut saatavilla. Indikaattorin etuna on yksinkertainen menetelmä ja numeerinen tarkastelutapa, joka mahdollistaa myös tilastolliset menetelmät tulosten jatkokäytössä. Vaikka indikaattoria tulisi korjata ja kehittää edelleen, voi sitä hyödyntää jo nyt. Kasvinsuojeluaineiden kuormitusindikaattoria tullaan käyttämään pintavesien näytteenottoaikkajien valinnassa sekä vesienhoitoaluekohtaisten kasvinsuojeluaineiden kuormitusinventaariorissa.

Kiitokset

Kasvinsuojeluaineiden kuormitusindikaattori on kehitetty Maa- ja metsätalousministeriön rahoittamassa Maa- ja metsätalouden kuormituksen ja vaikutusten seuranta (MaaMet) -hankkeessa.

MAVIN paikkatietoaineistot: 2015 lohkotietoaineisto ja erityistukiaineisto

Luken tilasto-osaston kasvinsuojeluaineiden käyttötilasto (Pasi Mattila)

Tukes kasvinsuojeluaineiden myyntitilasto (Mervi Savela)

SYKEN GIS-tuki ja paikkatietoaineistot

MML:n paikkatietoaineistot

Ville Junttila ja Katri Lautala (SYKE)

Kirjallisuusviitteet

Karjalainen, A., Siimes, K., Leppänen, M. & Mannio, J. 2014. Maa- ja metsätalouden kuormittamien pintavesien haitta-aineseuranta Suomessa. Seurannan tulokset 2007-2012. *Suomen ympäristökeskuksen raportteja* 38/2014. <http://hdl.handle.net/10138/153152>.

Kemi 2008. Kemikalieinspektionen. 2008. Revision av riktvärden för växtskyddsmedel 2007.

<https://www.kemi.se/hitta-direkt/bekampningsmedel/vaxtskyddsmedel/riktvarden-for-ytvatten>. (viitattu 30.1.2018).

Kontiokari, V. & Matssoff, L. 2011. Proposal of Environmental Quality Standards for Plant Protection Products. *The Finnish Environment* 7/2011. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/37029>.

Lewis, K., Tzilivakis, J., Warner, D. & Green, A. 2016. An international database for pesticide risk assessments and management. Human and Ecological Risk Assessment: *An International Journal* 22(4): 1050-1064. <http://dx.doi.org/10.1080/10807039.2015.1133242>.

Londesborough, S. 2003. Proposal for a selection of national priority substances. Fulfilling the requirements set by the dangerous substances directive (76/464/EEC) and the water framework directive (2000/60/EC). *The Finnish Environment* 622. <http://hdl.handle.net/10138/40661>.

Luke 2015. Kasvinsuojeluaineiden käyttö maataloudessa. Kasvinsuojeluaineiden käyttö maatalous- ja puutarhatuotannossa 2013. Helsinki. Luonnonvarakeskus. <http://stat.luke.fi/tilasto/4081> (viitattu 31.1.2018).

MMM 2011. Kasvinsuojeluaineiden kestävä käytön kansallinen toimintaohjelma. MMM työryhmämuistiot 2011:4. <http://mmm.fi/julkaisut/tyoryhmuistiot> (viitattu 31.1.2018).

TGD 2011. Technical guidance for deriving environmental quality standards. Guidance Document No 27. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). *Technical raport 2011 – 055.* (TGD 27) European commission. DOI: 10.2779/43816.

Tukes 2017. Kasvinsuojeluaineiden myyntitilasto 2016. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Kasvinsuojeluaineet/Myyntitilastot/> (viitattu 31.1.2018).