

Haitalliset aineet yhdyskuntalietteissa



Päivi Fjäder / Lauri Äystö

Suomen Ympäristökeskus SYKE

SATA-Ravinne - Puhdistamolietteen ja sivuvirtojen käyttö lannoitteena

31.8.2021

Haitalliset yhdisteet jätevesissä ja yhdyskuntalietteissä

Puhdistamoja ei ole suunniteltu poistamaan haitallisia aineita, osa pidättyy lietteeseen tai kulkeutuu pintavesiin

Haitalliset yhdisteet ovat peräisin:

- Kotitalouksista, teollisuudesta, kaatopaikoilta, hulevesistä,...
- ⇒ Eri puolilta yhteiskuntaa

Ongelmallisia yhdisteitä

- Haitalliset ja pysyvät orgaaniset yhdisteet
 - Lääkeaineet
 - Palonestoaineet
 - Pintakäsittelyaineet
 - ...
- Raskasmetallit

Hankkeita

- Orgaaniset haitalliset aineet puhdistamolietteissä (esiselvitys)
- PULMA (Puhdistamolietteen haitallisten aineiden pysyvyys ja kulkeutuminen mallinnuksen avulla)
- RUSSOA (Yhdyskuntalietteiden maatalous- ja viherkäytön riskit)
- PProduct (Jätevesilietefosforin potentiaali kasvintuotannossa ja vaikutukset ympäristöön ja elintarviketurvallisuuteen)
- NORMA (*Jätevesien ravinteet kiertoon turvallisesti ja tehokkaasti*)
- SUDDEN (Sustainable Drug Discovery and Development with End-of-Life Yield) & CWPharma (Clear Waters from Pharmaceuticals)



Mitä on tutkittu

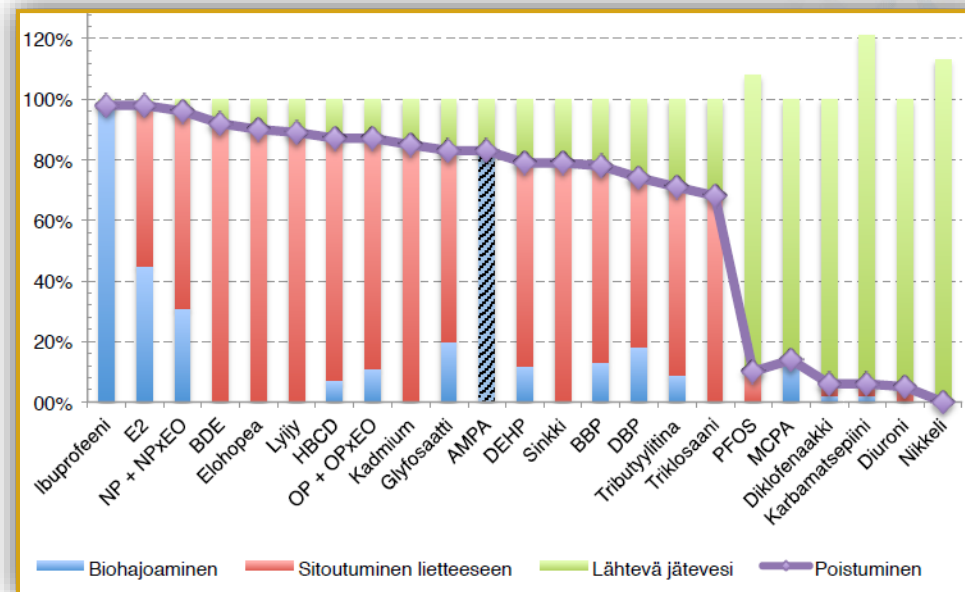
- Lääkeaineiden ja tiettyjen POP –yhdisteiden esiintyminen yhdyskuntalietteissä
- Lietteen vaikutuksia maaperäeliöihin ja kasvillisuuteen (mm. lierojen lisääntymiseen / biomassaan)
- Valikoitujen yhdisteiden kertyvyys maaperäeliöihin sekä maaperään, sekä laboratoriokokeissa että kentällä
- Yhdisteiden kertyvyys maaperään ja huuhtoutuminen mallinnuksen avulla
- Yhdyskuntalietteissä olevien tiettyjen haitallisten orgaanisten yhdisteiden kertyminen viljelykasveihin
- Lietteenkäsittelymenetelmänä käytetyn pyrolysoinnin tutkiminen
- Ympäristöriskinarviointi sekä altistumisriskinarviointi

→ Rajoitettu määrä tutkittuja yhdisteitä

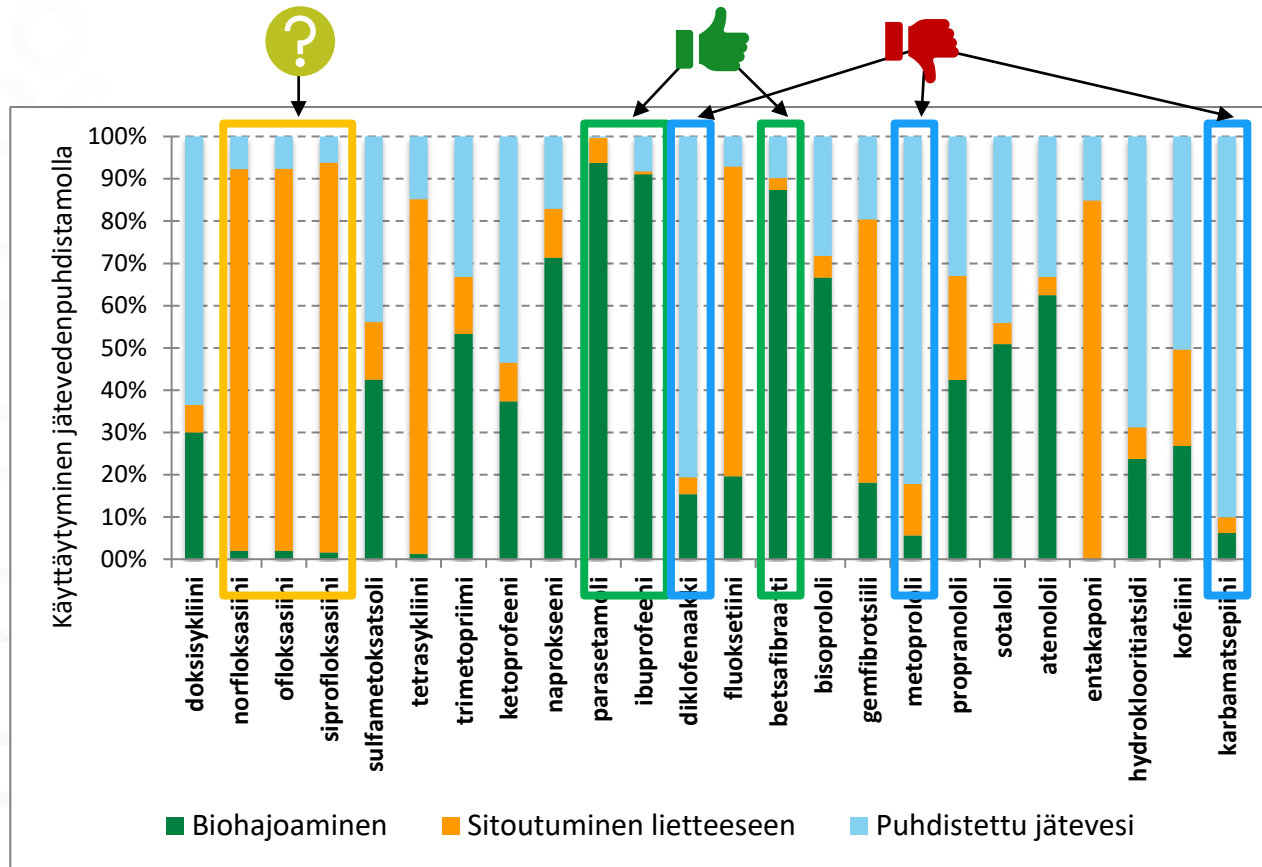
Jätevesien haitta-aineet

- Jätevedenpuhdistamolla aineet
 - Hajoavat/muuntuvat,
 - Haihtuvat,
 - Pysyvät vesijakeessa, tai
 - Pidättyvät lietteeseen
 - Nykyisiä puhdistusmenetelmiä ei ole suunniteltu hajottamaan haitta-aineita
- ⇒ Usein pidättyvät prosessissa syntyvään lietteeseen

(Kuvan alkuperäinen lähde:
Vieno 2014, Suomen
Vesilaitos-yhdistyksen monistesarja nro 34)



Lääkeaineet jätevedenpuhdistamolla

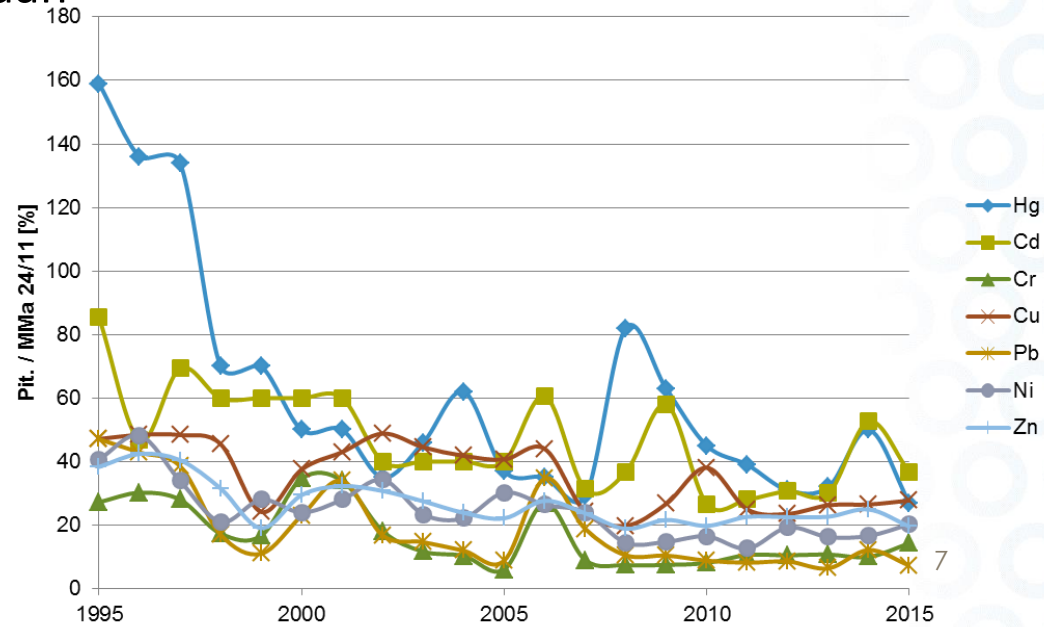


Vieno 2015



Haikka-aineet lietteissa

- Metallit
- Orgaaniset haikka-aineet
 - Suomessa ei velvoiteta määritettäväksi
 - Kirjallisuudessa aineistoa julkaistu paljon, mutta aikasarjoja harvoin
 - Lietteessä voi esiintyä kaikkea mitä puhdistamoon liittyneessä yhteiskunnassa käytetään



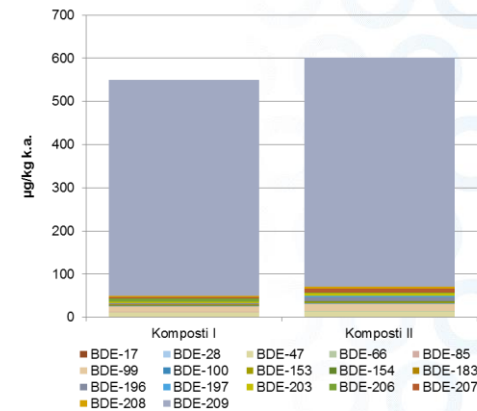
Havaintoja tehdyistä tutkimuksista



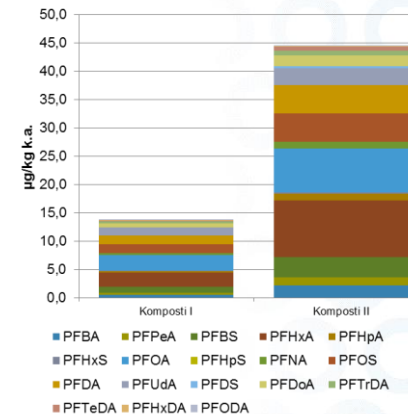
Suomalaisten lietevalmisteiden haitta-aineet

- Raja-arvoja asetettu vain metalleille
- Entä orgaaniset?
 - Havaitaan yleisesti
 - Toisinaan korkeina pitoisuuksina
 - Kartoitukset yleensä maantieteellisesti suppeita
 - PProduct-hankeessa ensimmäinen kattavahko kartoitus PBDE-yhdisteistä lietevalmisteissa (Ylivainio ym. 2020)
- Kompostointiprosessi ei vaikuta tehokkaalta menetelmältä haitta-aineiden poistamiseen

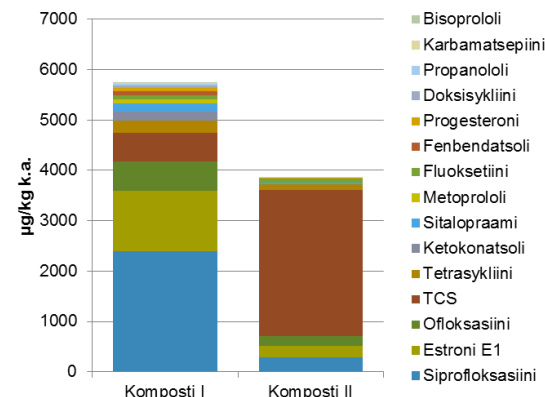
PBDE



PFAS



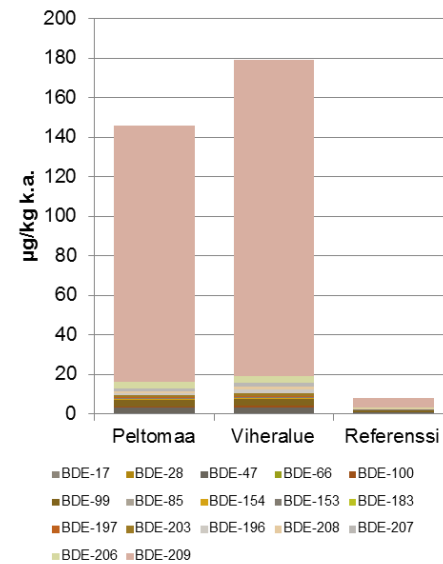
Lääkeaineet



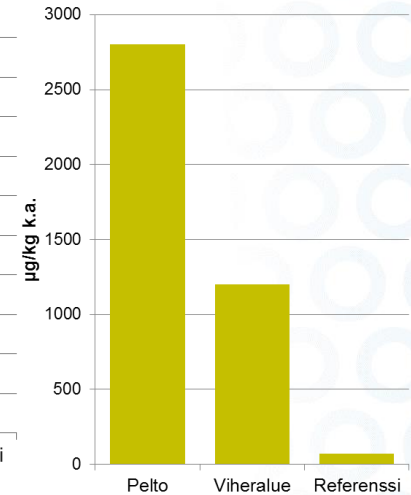
Kulkeutuminen maaperään

- Lietelevitys voi näkyä kohonneena haitta-ainepitoisuutena
 - ...mutta ei aina
- Eliöstö?

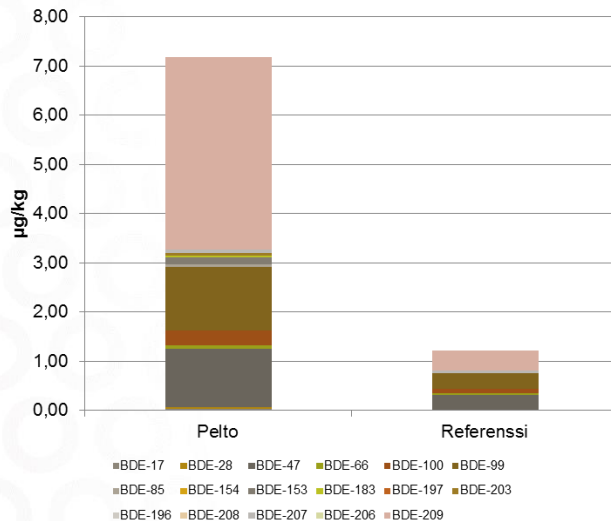
PBDE



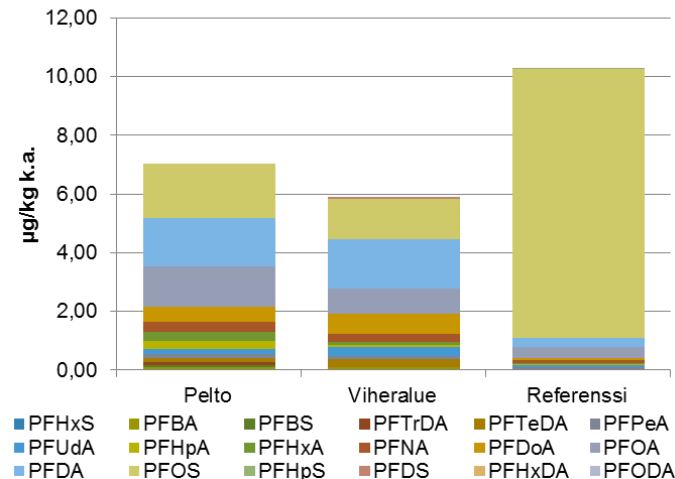
DEHP



PBDE & Lierot

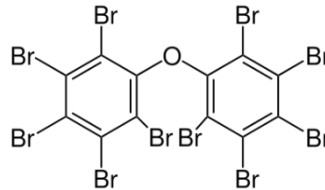


PFAS

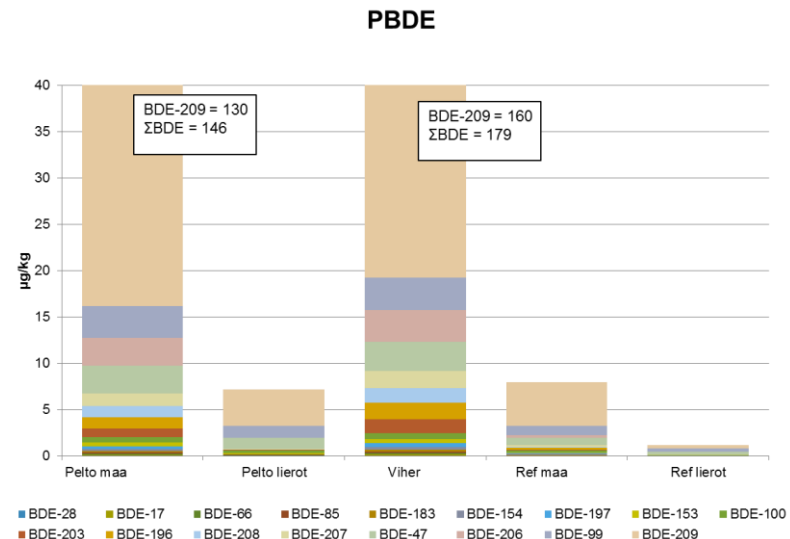


Haikka-aineet maaperässä: PBDE

- Maaperässä hyvin pysyviä
 - Vallitseva kongeneeri BDE-209



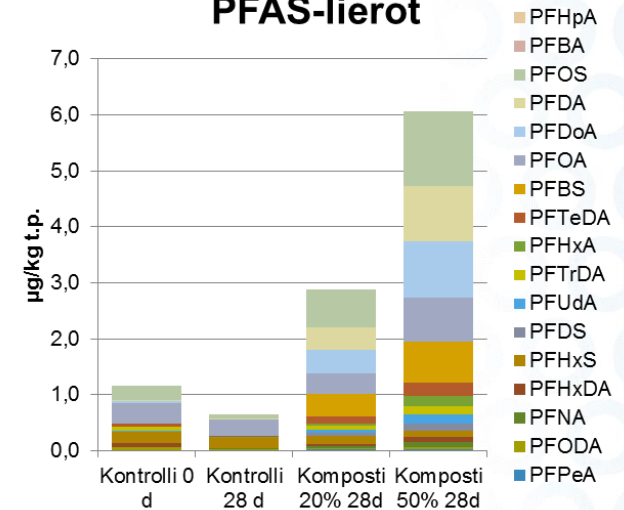
- Kertyy lieroihin
- Vertailuarvoja
 - Arktisten alueiden maaperässä pitoisuudet luokkaa 40 ng/kg dw
 - Teollisuuskaatopaikalla Σ BDE-pitoisuus korkeimmillaan ~ 180 $\mu\text{g/kg dw}$



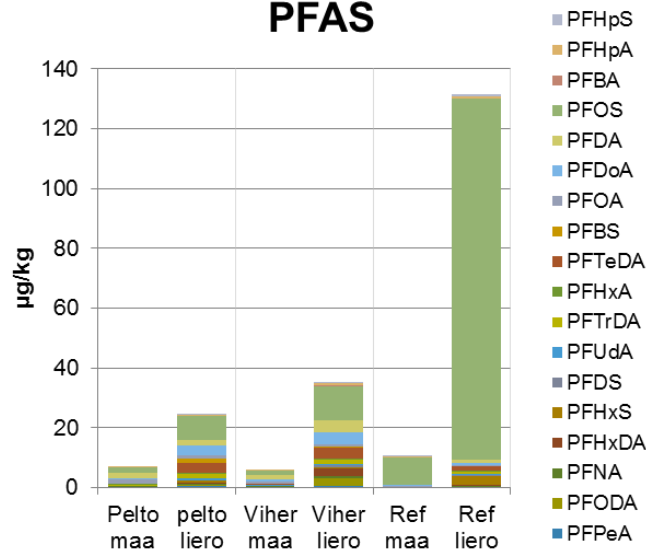
Kulkeutuminen maaperään PFAS

- PFAS-yhdisteet kertyvät lieroihin
- Labrakokeissa "levitysmäärä" moninkertainen todellisiin määriin nähden
 - Kentällä havaittu kertyvyys huomattavasti suurempi kuin labrakokeessa
- Kalan PFOS EQS: 9,1 µg/kg

PFAS-lierot



PFAS



Fjäder 2016

Ympäristöriskinarviointi

- Arviointeja tehty monia eri maissa
 - Suomessa: Vieno ym. 2019, Ylivainio ym. 2020
 - Kanadassa: Mccarthy ym. 2015
 - Norjassa: Eriksen ym. 2009
 - Ruotsissa: Jensen ym. 2004
 - ...
- Arviointien lähtökohdat vaihtelee
 - ⇒ lopputulokset ei välttämättä vertailukelpoisia

Korkeimman riskin aineiksi tunnistettu maaperälle

- Triklosaani
- 17b-estradioli
- Ibuprofeeni
- Karbamatsepiini
- Tetrasykliini
- Diklofenaakki
- Ofloksasiini
- Siprofloksasiini
- Norfloksasiini
- Metoprololi
- LIERI –hankkeen yhdisteet
- Furosemidi
- TBBPA
- Fluoksetiini
- Fenbendatsoli
- Tetrasykliini
- 4-oktyylifenoli
- Doksisykliini
- BPA
- Estroni
- PFOS
- Flubendatsoli
- 4-nonyylifenoli
- Propranololi

Haikka-aineiden aiheuttama riski

- Ihmisterveys ei välttämättä relevantein päätepiste
- Monilla yhdisteillä POP-ominaisuuksia
 - Pysyviä
 - Kertyviä
 - Toksisia
 - Kaukokulkeutuvia
- Perinteinen riskitarkastelu ei välttämättä paras lähestymistapa
- Yhdisteiden haittavaikutuksista ei usein riittävästi tietoa
- Lääkeaineiden muuntuminen saattaa aiheuttaa aliarvioita todellisista pitoisuuksista

Puhdistamolietteen lannoitekäyttö – Uhka vai mahdollisuus..?

- Ravinteet olisi hyvä saada kiertoon, mutta...
 - Lietteet & perinteiset lietevalmisteet sisältävät haitta-aineita
 - Lietelevitys voi kohottaa maaperän haitta-ainepitoisuutta
 - ...ja haitta-aineet voivat edelleen kertyä eliöihin
 - Riskiä arvioitava ympäristölle & maaperälle
 - Monille aineille tyhjentävän riskinarvion tekeminen ei ole nykyään mahdollista
- Kehittyneille käsittelymenetelmille on kysyntää
 - Tulisi myös selvittää, miten menetelmät vaikuttavat haitta-ainepitoisuuksiin

Jatkotutkimustarpeita

- Haitallisten aineiden kartoituksia laajennettava
 - Kartoitusten katettava laajempi joukko aineita, myös korvaavia
 - Kartoituksia tehtävä maantieteellisesti laajemmin
 - Kasvikertyvyyksiä tulisi selvittää laajemmin
- Erilaisista lopputuotteista & syötteistä saatava enemmän tietoa
- Teknologioiden kehittäminen
 - Pysyviin aineisiin tehoavien käsittelymenetelmien kehittäminen
 - Ravinteiden erotusmenetelmät

Kiitos!



Lisätietoja:

Päivi Fjäder / Lauri Äystö
etunimi.sukunimi@syke.fi

Lähteet

- Jensen, J. 2004. Ecotoxicological effect assessment and risk characterisation of selected contaminants in sewage sludge. PhD Thesis. The Danish University Of Pharmaceutical Sciences Department of Analytical Chemistry. 107 s
- Eriksen, G.S., Amundsen, C.E., Bernhoft, A., Eggen, T., Grave, K., Halling-Sørensen, B., Källqvist, T., Sogn, T., Sverdrup, L. 2009. Risk assessment of contaminants in sewage sludge applied on Norwegian soils. Opinion of the Panel on Contaminants in the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. 242 s
- Kasurinen, V., Munne, P., Mehtonen, J., Türkmen, A., Seppälä, T., Mannio, J. Verta, M. Ja Äystö, L. 2014. Orgaaniset haitta-aineet puhdistamolieteteissä. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 6/2014.
- Vieno N. 2014. Haitalliset aineet jätevedenpuhdistamoilla –hankkeen loppuraportti. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 34.
- McCarthy, L., H., Loyo-Rosales, J., E., Raby, M., Payne, M., Huber, A., Lavery, J., Caputa, K., Taylor, L. & Falls, A. 2015. Risks Associated with Municipal Biosolids Application to Agricultural Lands in Canada – Literature Review, March 2015. Canadian Municipal Water Consortium, Canadian Water Network. 148 p. + appendixes 61 p.
- Fjäder P. 2016. Yhdyskuntajätevesilietteiden maatalouskäytön ja viherkentämisen riskit – RUSSOA I-III Loppuraportti. Suomen Ympäristökeskuksen Raportteja 43/2016.
- Laitinen J., Näykki T., Perkola N., Äystö L. 2017. Mittausten kehittämisellä tehokkaampaan ravinteiden kierrätykseen. Vesitalous 4/2017: 14 - 20.
- Ylivainio, K., Äystö, L., Fjäder, P., Suominen, K., Lehti, A., Perkola, N., Ranta, J., Meriläinen, P., Välttilä, V., Turtola, E. 2020. Jätevesilietteen pitkäkestoinen fosforilannoitusvaikutus ja yhteys ympäristö- ja ruokaturvallisuuteen. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 55/2020.
- Lehtoranta S., Malila R., Fjäder P., Laukka V., Mustajoki J., Äystö L. 2021. Jätevesien ravinteet kiertoon turvallisesti ja tehokkaasti. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 18 / 2021

