

Perfluorattujen aineiden aiheuttama ympäristön pilaantuminen paloharjoitusalueilla

Teija Haavisto, SYKE

Outi Pyy, SYKE

Mutku-päivät

2. – 3.4. 2014

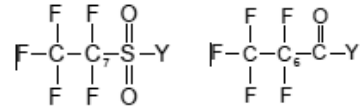


Esityksen sisältö

- Perfluoratut aineet
- Sammutusvaahdot
- Paloharjoitusalueet
- Perfluorattuja aineita koskevia ympäristölaatumormeja
- Ympäristössä todettuja perfluorattujen aineiden pitoisuuksia
- Riskienhallinnan vaihtoehtoja

Perfluoratut aineet

- Perfluoratut alkyyliaineet laaja aineryhmä
- Hyvin pysyviä ja kemiallisesti inerttejä
- Hylkivät vettä ja rasvaa
- Suuri pinta-aktiivisuus
- PFOS ja PFOA keskeisimmät



- Käyttö kohteita aiemmin useita, nyttemmin rajoitettu EU:n POP-asetuksella 850/2004

PFOS ja PFOA

- PFOS pysyvä, myrkyllinen ja biokertyvä
- PFOA pysyvä, myrkyllinen, ei täytä biokertyvyyden kriteeriä, kuitenkin kertyy ja rikastuu maa- ja merinisäkkäisiin
- Kertyvät veren proteiineihin ja verta sisältäviin elimiin kuten maksaan ja munuaisiin
- Puoliintumisajat ihmisessä pitkiä
- Lämpäisevät istukan ja erittyvät äidinmaitoon
- Vaikutuksia yksilön kehitykseen, lisääntymiseen, rasva-aineen vaihduntaan, mahdollisesti karsinogeenisia, hormonihäiriköitä



Sammutusvaahdot

- A-luokan vaahdot alentavat veden pintajännitystä
- B-luokan vaahdot kelluvat palavan nesteen pinnalla ja muodostavat kalvon, joka eristää ilman ja palavan aineen välisen kontaktin
- Sammutusvaahtojen tarkka koostumus liikesalaisuus
- Useita erilaisia perfluorattuja yhdisteitä
- Aikaisemmin käytettiin PFOS:a, nykyisin telomeerejä, myös fluorittomia sammutusvaahtoja markkinoilla
- V. 2006 PFOS:a sisältävien vaahtojen myynti kiellettiin
- Sisältävät mm. pinta-aktiivisia tensidejä, glykoleita ja glykolieettereitä, säilytysaineita, metallisuoloja ja proteiineja
- Käytetty laivoilla, teollisuudessa, puolustusvoimissa, palo- ja pelastuslaitoksilla, lentokentillä, öljyvarastoissa ja satamissa.

Paloharjoitusalueet

- Paloharjoitusalue = suljettu alue, jolla pelastustoimi ja mahdollisesti muut viranomaiset voivat harjoitella käytännön sammutustoimintaa ja sen johtamista
- Yleensä lentokenttien yhteydessä (27 kenttä)
- Pelastustoimen omat harjoitusalueet (22 alueellista pelastuslaitosta)
- Teollisuuslaitosten harjoitusalueet (98 teollisuuspalokuntaa)
- Puolustusvoimien alueet (sotilaspalokuntia 15 / 32 + 18 pelastusryhmää)
- Sammutusvaahtoja käytetty nestepalojen torjuntaa harjoiteltaessa
- Toiminnan laajuus vaihtelee

Fluorattujen sammutusvaahtojen käyttö paloharjoitusalueilla

- Maahantuojan mukaan vuosimyynti 150 – 250 m³ /a
- Käyttö alkoi 1980-luvun puolivälissä
- 1990-luvulla käytettiin lähes yksinomaan
- PFOS-pitoisia vaahtoja arvioidaan tuodun vv.1986 – 2002 Suomeen 850 m³
- 3M:n päätöksen jälkeen fluorattujen sammutusvaahtojen käyttö väheni, mutta kasvanut viime vuosina maahantuojan mukaan
- Korvattu muilla vaahtoilla ja harjoituksissa vedellä
- Yksittäisen käyttäjän vuosittainen käyttö vaihtelee kymmenistä tuhansiin litroiin
- Arvioitu kokonaiskäyttö 25 vuoden aikana
 - Lentokentät 190 – 430 m³
 - Palolaitokset 220 – 550 m³

Paloharjoitusalueiden suojausrakenteet ja vesien käsittely

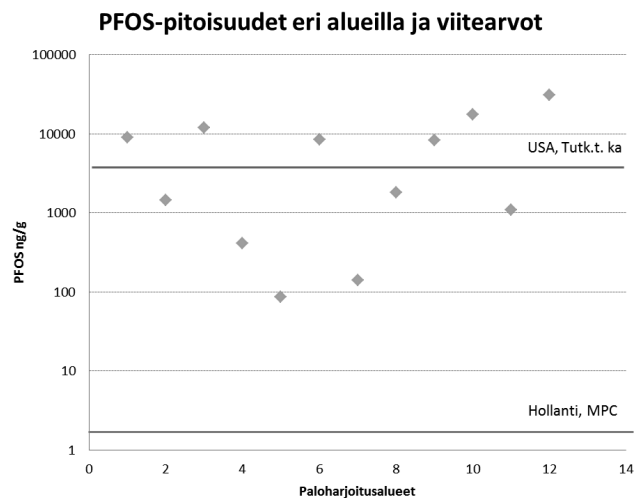
- Yleensä maaperässä muovikalvo, jonka päältä vedet kerätään johdettavaksi öljynerotuskaivon kautta ojaan.
- Parissa tapauksessa vedet johdetaan jäteveden puhdistamolle.
- Pintajännitystä alentavina PFOS-aineet ovat voineet heikentää öljynerotuskaivon puhdistustehoa ja vesiliukoisina PFOS-aineet kulkeutuneet ympäristöön.
- Jätevesien puhdistamoilla on todettu PFOS-pitoisuuksien olevan jopa korkeampi lähtevässä kuin tulevassa jätevedessä, mikä johtunee muiden perfluorattujen yhdisteiden hajoamisesta PFOS:ksi jäteveden puhdistusprosessissa.

Ympäristön laatumormeja PFOS:lle

PFOS	Ympäristön osa	Alue	Laatunormi	Lähde
0,53 µg/l	Juomavesi	Hollanti	MPC	Moermoed ym. 2010
23 ng/l	Pohjavesi	Hollanti	MPC	Bodar ym. 2011
6 mg/kg	Maaperä	Yhdysvallat	Tutkimustarpeen kynnysarvo	US EPA 2013
2,3 µg/kg	Maaperä	Hollanti	MPC	Bodar ym. 2011
0,65 ng/l	Sisävedet	Hollanti	MPC	Moermoed ym. 2010
30 µg/l	Sisävedet	Ruotsi		Naturvårdsverket 2008
0,65 ng/l	Sisävedet	EU	AA-EQS	Euroopan komissio 2012
36 µg/l	Sisävedet	EU	MAC-EQS	Euroopan komissio 2012
0,53 ng/l	Merivesi	Hollanti	MPC	Moermoed ym. 2010
3 µg/l	Rannikko- ja merivesi	Ruotsi		Naturvårdsverket 2008
0,13 ng/l	Rannikko- ja merivesi	EU	AA-EQS	Euroopan komissio 2012
7,2 µg/l	Rannikko- ja merivesi	EU	MAC-EQS	Euroopan komissio 2012
9,1 µg/kg tuorepaino	Eliöt	EU	EQS	Euroopan komissio 2012
6,0 µg/kg tuorepaino	Eliöt	Ruotsi		Naturvårdsverket 2008

PFOS-pitoisuudet maaperässä

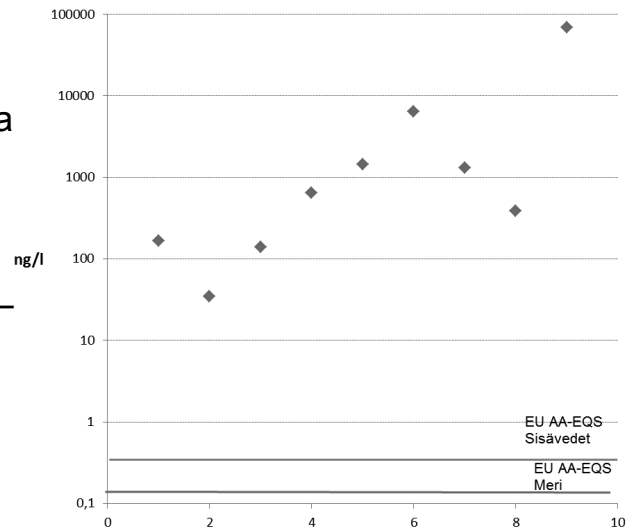
- Norjan lentokentällä
 - 500 – 1000 µg/kg,
 - max 31 mg/kg
- Viitearvon ylitykset
 - 40 – 14 000 –kertaisia
- Kulkeutuvuus: maaperän rakenne ja humuspitoisuus
- Pitkä hiiliketju vähentää kulkeutuvuutta
- Funktionaalinen ryhmä vaikuttaa



PFOS-pitoisuudet vesistöissä

- Perfluoratut yhdisteet vesiliukoisia ja pysyviä > kertyvät vesistöihin
- PFOS yleisimmin tavattu ja seuraavaksi eniten PFOA:ta
- Maksimipitoisuudet vesistöissä ylittävät vesipuitedirektiivin viitearvon 50 – yli 100 000 – kertaisesti
- Ruotsissa perfluorattujen aineiden pitoisuudet johtaneet käyttökieltoihin

PFOS-pitoisuudet vesistöissä ja viitearvot

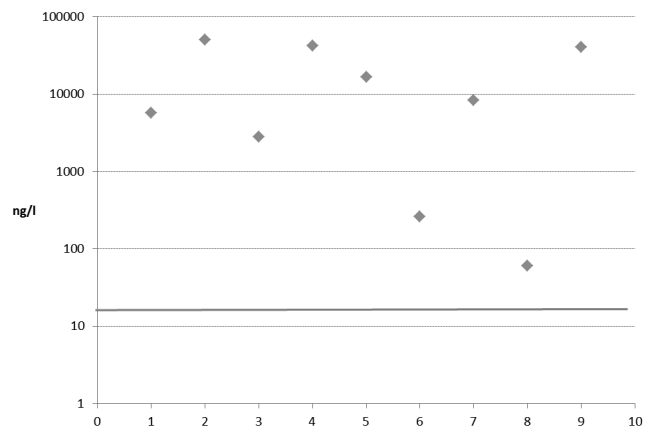


11

PFOS-pitoisuudet pohjavesissä

- Perfluoratut yhdisteet vesiliukoisia ja pysyviä > kulkeutuvat pohjavesiin
- PFOS:n pitoisuudet korkeimpia, myös muita yhdisteitä havaittu
- Korkeimmat havaitut PFOS-pitoisuudet ylittivät hollantilaisten pohjaveden viitearvon 23 ng/l
 - 3 – 2 200 -kertaisesti

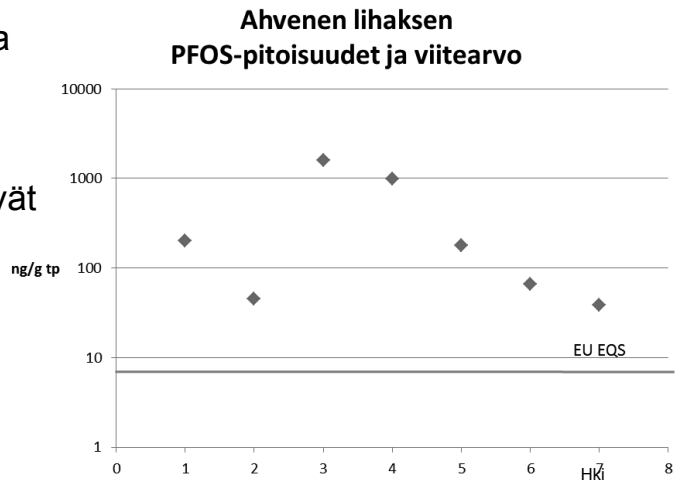
PFOS-pitoisuudet pohjavesissä ja viitearvot



12

PFOS-pitoisuudet kaloissa

- Perfluoratut yhdisteet kertyviä ja ravintoketjussa rikastuvia
 - eniten PFOS:a
- Maksimipitoisuudet ylittävät vesipuitedirektiivin viitearvon 4 – 175 – kertaisesti
- Ahvenessa korkeita pitoisuuksia
- Kalassa kertyy maksaan, sydämeen, vereen, kiduksiin ja sukurauhasiin



Riskinhallinnan vaihtoehdot

- Vesiliukoisia, pysyviä, eivät hajoa, kestävät korkeita lämpötiloja, eivät haihdu
- Eri yhdisteiden ominaisuudet vaihtelevat, hajoamisen lopputuotteena saattaa olla PFOS ja PFOA
- Ei optimaalista käsittelymenetelmää perfluoratuille yhdisteille ja innovatiivisista menetelmistä selkeä puute
- Poisto vedestä aktiivihiilisuodatuksen, käänteisosmoosin tai nanosuodatuksen avulla
- Maaperä: vain poltto korkeassa lämpötilassa
- Kemiallinen hapetus ehkä potentiaalinen menetelmä
- Uudet alueet: sijoittaminen, vesien keräys ja käsittely ja sammutusvaahtojen käytön minimointi

On todennäköistä, että paloharjoitusalueet ovat pilanneet ympäristöä myös Suomessa

Haavisto, T. & Retkin, R. (2014). Perfluorattujen aineiden aiheuttama ympäristön pilaantuminen paloharjoitusalueilla tullaan julkaisemaan SYKE:n raportteja –sarjassa verkkojulkaisuna

<http://www.syke.fi/fi-FI/Julkaisut/Sarjajulkaisut>