



**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

---

# Vierasaineseosten riskinarviointi

---

**Johanna Suomi**

tutkimusprofessori

Riskinarvioinnin yksikkö, Ruokavirasto

**Tutkimusseminaari**

14.12.2022

# Johanna Suomi

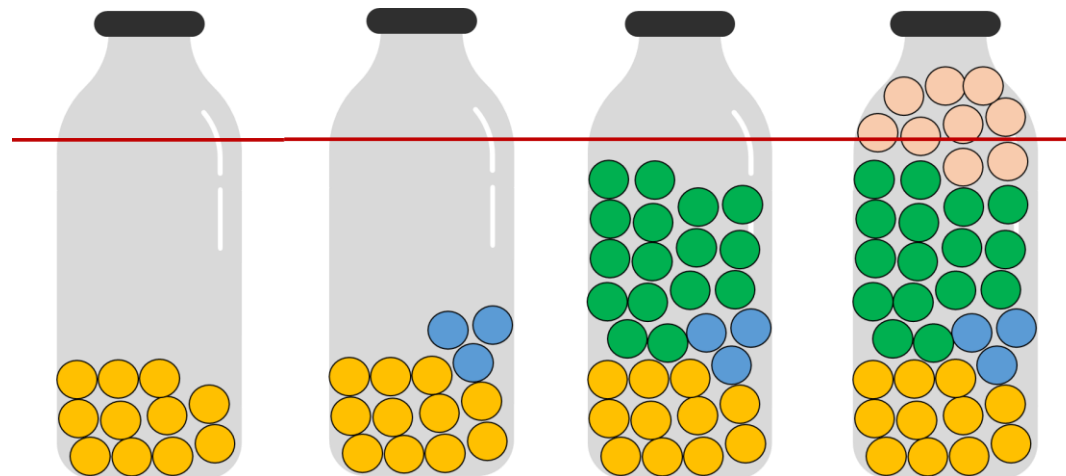


- Riskinarviointi / elintarvikkeiden kemialliset aineet, v:sta 2011
- Aiempien projektien tutkimuskysymyksiä mm.
  - Suomalaisten altistus (vierasaineille, lisäaineille): määrät, lähteet
  - Ruoankäytön muutosten tai pitoisuusmuutosten vaikutus altistukseen (esim. raskasmetalliriskinarvioinnit, JUST-FOOD, lannoitederogaation tueksi tehty arvio)
  - Vierasaineiden prioriteettijärjestys / vaarallisuus ja suomalaisten altistusmäärät
- Käynnissä olevia:
  - **EU-kalat IV** (VNK TEAS) – altistus haitta-aineille, ruoankäytön muutosten vaikutus, riski-hyötyarvio, turvalliset käyttömäärät
  - **LEX4BIO** (Horizon) – kierrätyslannoitteiden käytön vaikutus raskasmetallialtistukseen
  - mukana **FoodSafety4EU** (Horizon), **ENCOMRAN** (EFSA) – riskiviestinnän kehittäminen
  - ... sekä tämän esityksen aihe



# Miksi kumulatiivista riskiä (seosriskiä) tarvitsee miettiä?

- Riskinarvioinnit perinteisesti yhdelle aineelle kerrallaan ... mutta jokaisessa suupalassa altistumme useille kemiallisille aineille
- Jos aineilla samanlainen vaikutus, usean yksittäin arvioiden merkityksettömän summa voikin ylittää terveydelle haitallisen rajan
- Arviosta selviää myös, minkä seoskomponentin vaikutus suurin → riskinhallintatoimien kohdistus tehokkaimmin?





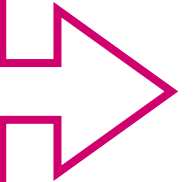
# Kumulatiivisten arvioiden eri vaihtoehdot

## Koko seokseen perustuva

- Pitoisuustieto on saatavilla kokonaiselle seokselle (→ altistus koko seokselle)
- Annosvaste tälle seokselle, yksittäisten komponenttien vaikutusta ei tarvitse tietää
- Pätee vain (riittävän) samanlaiselle sekoitus-suhteelle

## Seoskomponentteihin perustuva

- Ainekohtainen pitoisuustieto (esim. valvontanäytteet)
- Vain vaikutukseltaan samanlaiset aineet sisällytetään arvioon
- Ainekohtainen annosvaste
- Sovellettavissa eri sekoitus-suhteille





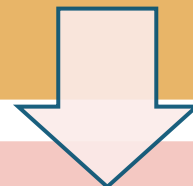
# Samanlainen vaikutus?

## Portaittainen malli riippuu tiedon laadusta

#1 Toksisuus kohdistuu samaan elimeen (esim. maksavaurio)



#2 Haittavaikutus on sama (esim. maksan steatoosi)



#3 Haittavaikutuksen syntymekanismi (mode of action) on sama



Tarvittavan tiedon määrä

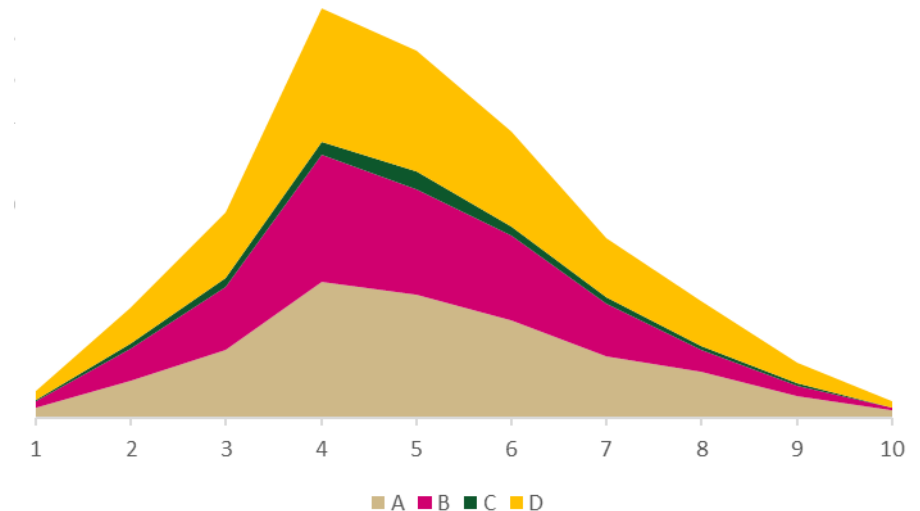


# Kuinka komponenttien vaikutukset lasketaan?

- EFSA (2019): perusmallina  $1+1=2$ 
  - Tästä poiketaan vain, jos komponenteilla todistettusti vuorovaikutuksia (tutkituilla määrin)
- Perusmallilla seos (a, b, c, ...):

$$RPF_a * E_a + RPF_b * E_b + RPF_c * E_c + \dots$$

missä RPF on aineen suhteellinen potenssikerroin (vrt. dioksiinien TEF) ja E on altistus ← pitoisuus, kulutus



# Tähänastiset tutkimukset (Suomessa ja maailmalla)



- Enimmäkseen painottuvat kasvinsuojeluaineisiin
- Suurin rajoite ja virhelähde muiden aineiden arvioinnissa on vertailukelpoisten toksikologisten tietojen puute (esim. eri eläinlaji)
- Arviot tyypillisimmin tehty aineryhmille, jotka porrastetun asteikon ylimmillä tasoilla (sama kohde-elin, sama haittavaikutustyyppi). Mitä alemmalle tasolle päästään, sitä vähemmän epävarmuutta
- Muita virhelähteitä mm. se, että erilaisten aineiden pitoisuudet eivät aina samoista näytteistä, sekä muut tyypilliset aineiston laatuun liittyvät virhelähteet



**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

---

# Suuntaa antavia tuloksia raskasmetalliseosten arvioinnista ja riskeistä Suomessa

---



# Raskasmetallien + Al toksikologiset raja-arvot (pitkän aikavälin herkimmät vaikutukset)



Aine	Raja-arvon tyyppi	Arvo ( $\mu\text{g}/\text{kg rp}/\text{vrk}$ )	Vaikutus / kohde-elin
Cd	TWI	0,36	Munuaisvaurio
Pb	BMDL <sub>01</sub>	0,50	Keskushermosto / kognitio
Pb	BMDL <sub>10</sub>	0,63	Munuaisvaurio
iAs	BMDL <sub>01</sub>	0,30 – 8,0	Eri syöpien ilmaantuvuus
iAs	BMDL <sub>0,5</sub>	3,0	Eri syöpien ilmaantuvuus
iHg	TWI	0,57	Munuaisvaurio
MeHg	TWI	0,19	Keskushermosto / kognitio
Ni	TDI	13	Keskenmenot (koe-eläimillä)
Al	TWI	142,9	Keskushermosto / kognitio

# Raskasmetalleja koskevan kumulatiivisen arvion toteutus

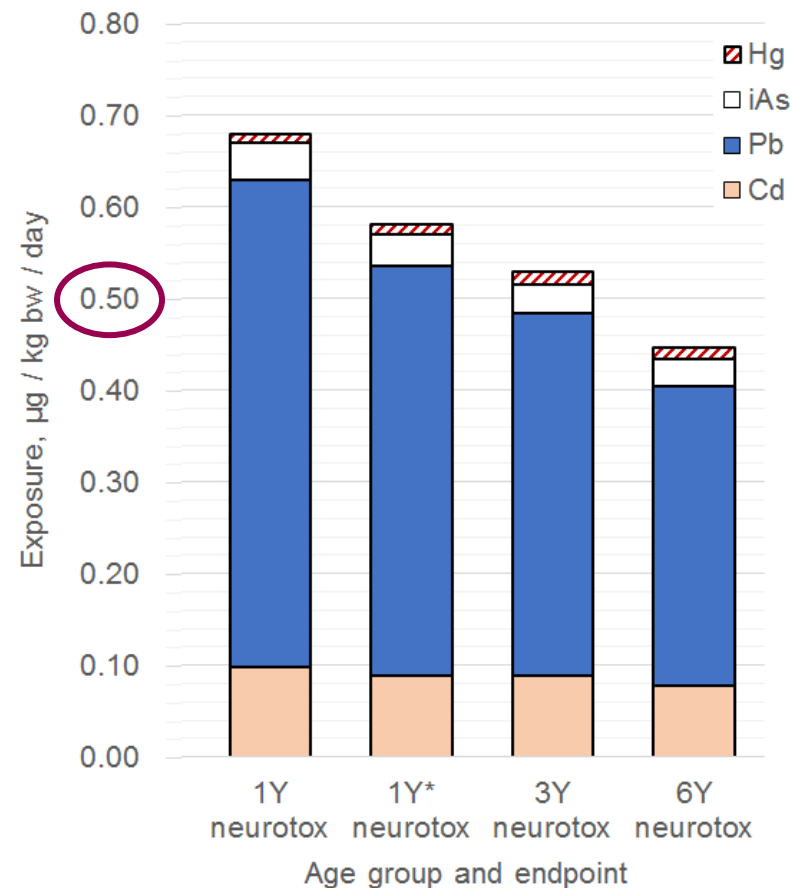


- Pitoisuustiedot eri elintarvikkeissa (valvontanäytteitä mm. Ruokavirasto, Tulli, SYKE, Luke, ETL ry)
  - yksityiskohdat Eviran tutkimuksia 2/2015 ja Ruokaviraston tutkimuksia 1/2020
- Ruoankäyttötiedot 1–6 v (DIPP-tutkimus) ja 25–74 v (Finravinto 2012)
- Probabilistinen arvio MCRA-ohjelmistolla
- Erona yhden aineen riskinarviointiin: potenssikertoimien (RPF) käyttö probabilistisessa arviossa
  - Neljälle raskasmetallille, lapsiaineisto, julkaistu Suomi ym. (2017)  
<http://dx.doi.org/10.1080/10807039.2017.1314760>
  - Pb ja MeHg ihmisen kognitioon liittyvästä keskushermostovauriosta, Cd hiiren hermostovauriosta turvakertoimella, iAs ihmisen neuropatiasta

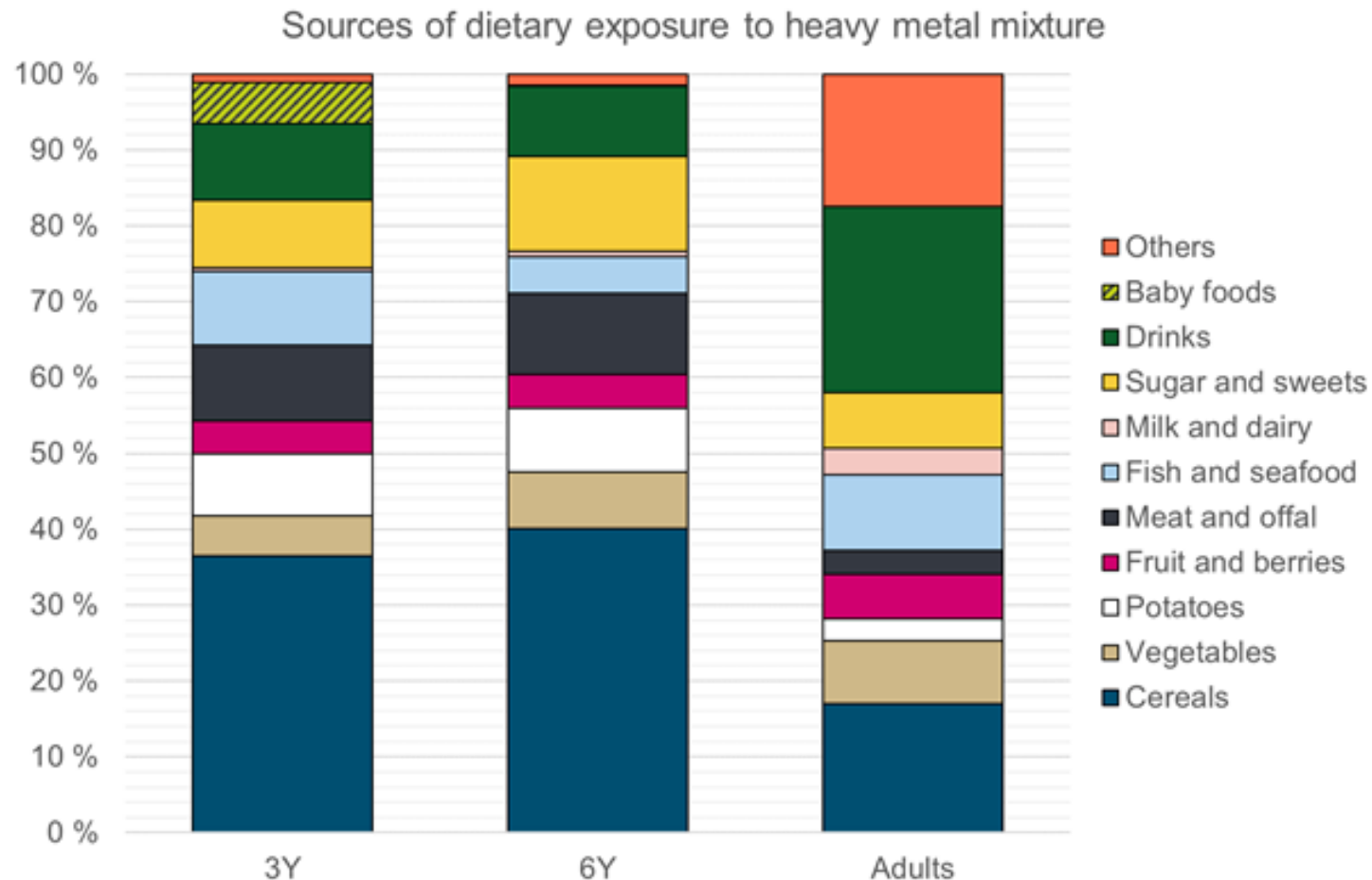
# Suomalaislasten kumulatiivinen altistus neljälle raskasmetallille (hermostovaikutukset)



- Lyijy: mitätön terveyshaitan riski, kun  $MOE \geq 10$  (MOE < 10 jo pelkästä lyijystä)  
 $MOE = BMDL / \text{altistus}$
- Muiden raskasmetallien merkitys vähäisempi (RPF, altistusmäärät)
- RPF-kertoimet v. 2017 löydetyn toksisuustiedon perusteella, **päivitystarve**



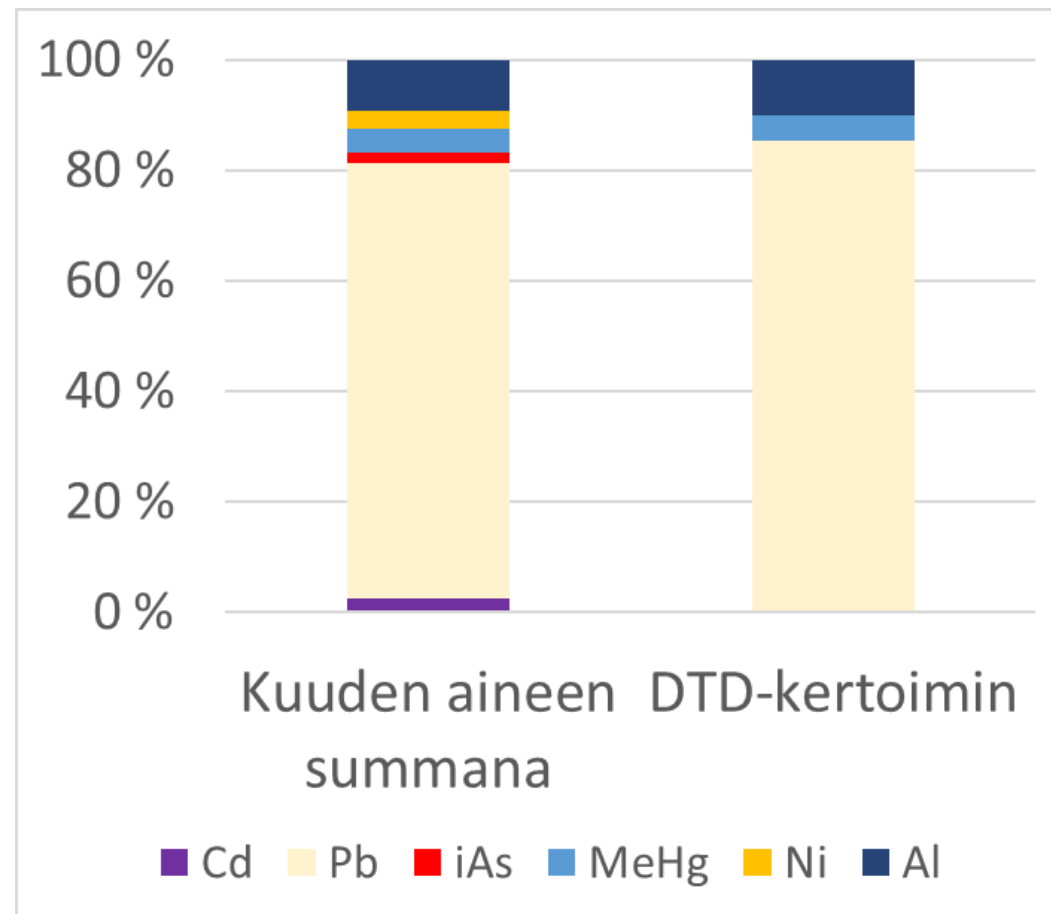
# Neljän raskasmetallin kumulatiivisen altistuksen lähteet 3v, 6v ja 25–64v (samat RPF)





# Päivitetyt RPF-kertoimet, suomalaiset 25-74v (alustava tulos, hermostovaikutukset)

- Boberg ym.  
(doi.org/10.1016/j.fct.2021.112167)  
julkaisemat DTD-kertoimet  
”elinikäisen altistuksen  
perusteella mitättömään riskiin  
liittyvä annos” → **Pb, Hg, Al**
- Vertailun vuoksi hermoston  
vaurioihin liittyvät kertoimet  
(kirjallisuudesta, päivitetyt 2017  
jlk) → edellä mainittujen lisäksi  
**Cd, As ja Ni**



Artikkelikäsikirjoitus tekeillä, lehteen 2023. Arvioon sis. myös muita terveysvaikutuksia.



# Johtopäätöksiä näistä tuloksista 1/2

- Altistus raskasmetalliseokselle ylittää suurimmalla osalla väestöä terveysterustaisen raja-arvon  
= terveyshaitan (keskushermostovaurio) riskiä ei voi sulkea pois
  - Aiemmin arvioitu: pelkkään lyijyaltistukseen liittyy tautitaakka n. 570 DALY/v
  - Raskasmetalleista + Al siis yhteensä jonkin verran suurempi tautitaakka
- Lyijy pääkomponentti (~80 %) kumulatiivisen altistuksen lähteissä, joten siihen kohdistuvat riskinhallintatoimet vaikuttavat riskiin eniten
- Lapsilla noin 1/3 altistuksesta viljatuotteiden syönnistä, aikuisilla erilaisen ruoankäytön vuoksi korostuvat muutkin elintarvikeryhmät



# Johtopäätöksiä 2/2

- Tulokset suuntaa antavia:
  - Toksikologisen tiedon laatu = epidemiologinen ihmisdata vs. hiirikokeet, osittain eri tyyppisiin hermostovaurioihin liittyvät
  - Pitoisuustiedot valtaosin eri näytteistä, joten korrelaatio pitoisuuksien välillä ??
- Toksikologisen tiedon (vertailukelpoisen tiedon) puutteet suurin rajoittava tekijä kumulatiivisten arvioiden tekemisessä



**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

# Kiitos kuulijoille!

**Lisätietoja: [johanna.suomi@ruokavirasto.fi](mailto:johanna.suomi@ruokavirasto.fi)**

Seuraa meitä Twitterissä: [@riskinarviointi](https://twitter.com/riskinarviointi)

Kotisivut: [www.ruokavirasto.fi/riskinarviointi](http://www.ruokavirasto.fi/riskinarviointi)

**Riskinarviointi – tutkittua ja riippumatonta  
tietoa päätöksenteon tueksi**