



**RUOKAVIRASTO**

Livsmedelsverket • Finnish Food Authority



**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

---

# Riskit ja niiden epävarmuus: teoriasta työkaluiksi

---

**Jukka Ranta**

FT, dos. (biometria) tutk.prof.

Riskinarviointiyksikkö

**Tutkimusseminaari**

14.12.2022



# Riski = vaara ja sen todennäköisyys

- Riskiperusteinen riskinhallinta on mahdollista kun todennäköisyydet tunnetaan.
- Helppoa tilanteissa joissa ne on valmiiksi *määritelty*....
- Todellisessa tilanteessa joudutaan arvioimaan sekä "variability" että "uncertainty".
- EFSA on laatinut yleisiä ohjeita näistä, esim:
  - <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2839> (probabilistic methods)
  - <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5122> (uncertainty)



<https://pxhere.com/fi/photo/1539841>

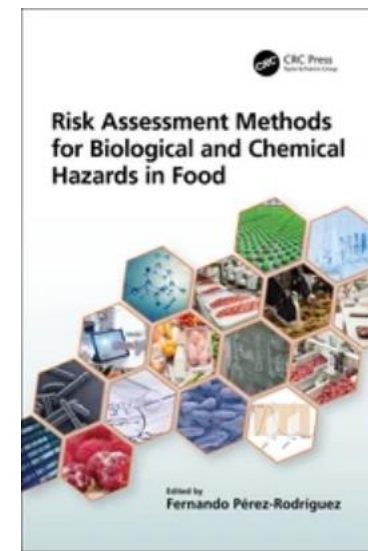


[Encore Boston Harbor Opens with Cheaters Arrested at Roulette Tables \(usgamblingsites.com\)](https://usgamblingsites.com)

# Taikureita emme ole, mutta usein voi tehdä enemmän kuin luulisi



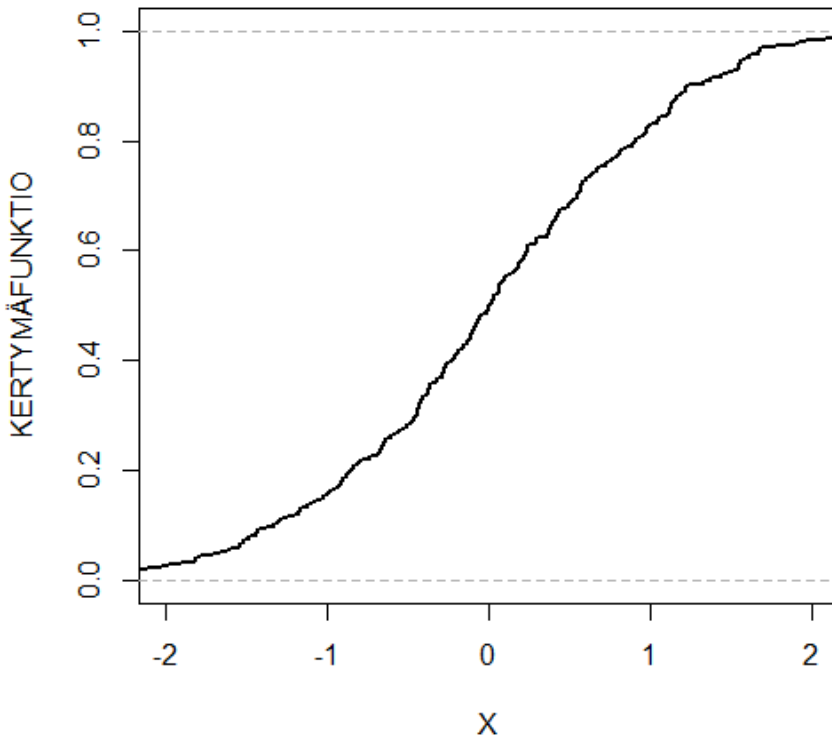
- EFSA 2012: “Rigorous modelling of *variability and uncertainty* is difficult, requiring refined approaches and advanced statistical expertise *to take proper account of the complex nature of variability in the real world*, and the *many uncertainties* that arise from limitations in the types and amounts of data available.”
- EFSA 2018: “Dependence of uncertainty for one or more parameters is expressed using a multivariate probability distribution. This is the most complete and *theoretically based treatment of dependence that is possible with methods available today*.” & “Principal weakness: limited familiarity with *Bayesian inference* amongst EFSA assessors, likely to need specialist support.”
- Tähän liittyy *probabilistinen päättely*:
  - Miten päätellään todennäköisiä malleja datan perusteella?
  - Bayesian statistics & modelling.
  - Kirja RA-menetelmistä: <https://doi.org/10.1201/9780429083525>





# Pähkinäkuoressa: miten tarkasti voi tietää?

- **Suuri otos:** datapisteiden lisääntyessä mittausten jakauma tarkentuu:



- **Pieni otos:** todellisen datan mukaan ( $n=20$ ) mallinnettu epävarmuus:

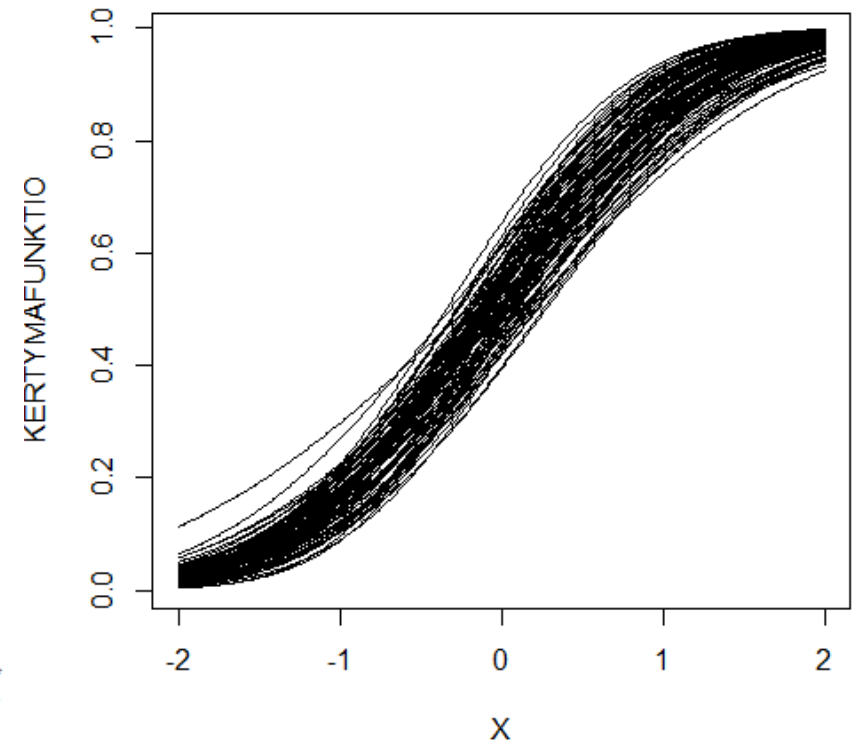
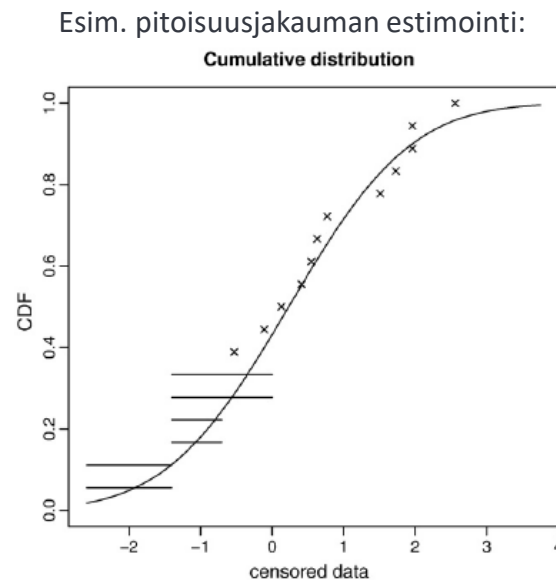



Fig. 5. Goodness-of-fit graph for the fit of a lognormal distribution censored dataset of the decimal logarithm microbial concentration from the example. Crosses stand for non censored data. Segments lie between the limits of the censoring interval.

Esimerkki:  
Elintarviketerviskin  
mallin  
perusrakenne


International Journal of Food Microbiology 142 (2010) 330–340

Contents lists available at ScienceDirect



## International Journal of Food Microbiology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ijfoodmicro](http://www.elsevier.com/locate/ijfoodmicro)



---

Evaluating variability and uncertainty separately in microbial quantitative risk assessment using two R packages

→ ns. "2D simulointi"

Régis Pouillot <sup>a</sup>, Marie Laure Delignette-Muller <sup>b,c,\*</sup>

<sup>a</sup> 7403 Wyndale lane, Chevy Chase, MD 20815, United States  
<sup>b</sup> Université de Lyon, F-69000, Lyon; Université Lyon 1, CNRS, UMR5558, Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, F-69622, Villeurbanne, France  
<sup>c</sup> Université de Lyon, F-69000, Lyon; VetAgro Sup Campus Vétérinaire de Lyon, F-69280 Marcy l'Etoile, France

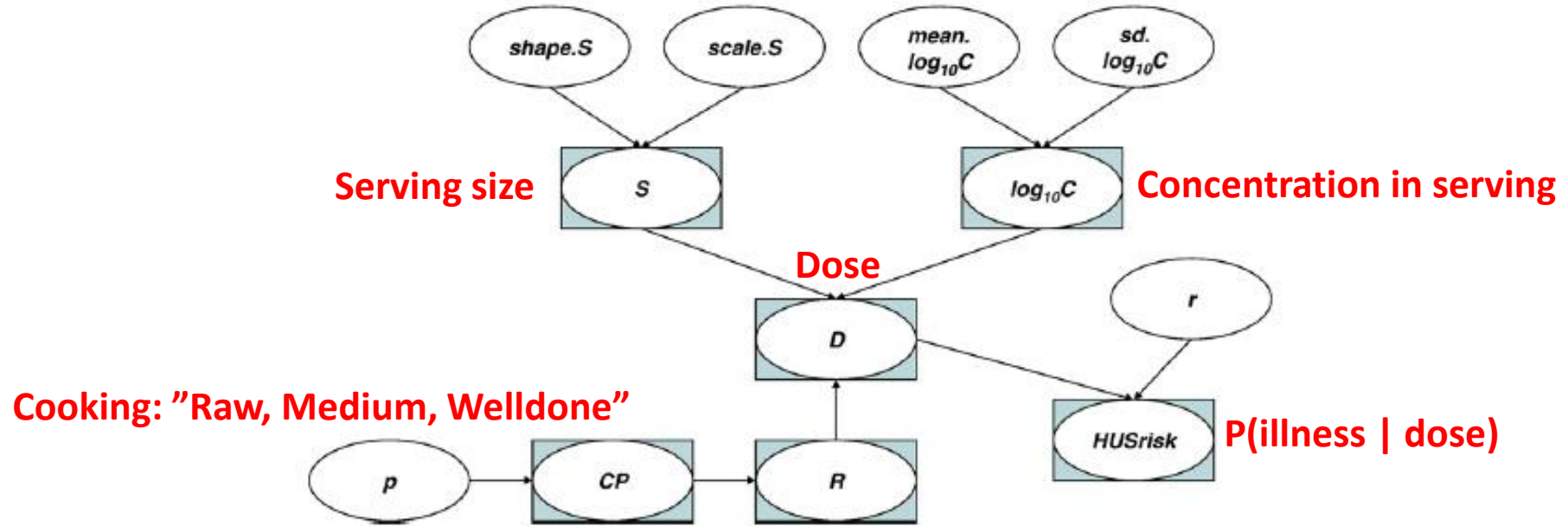


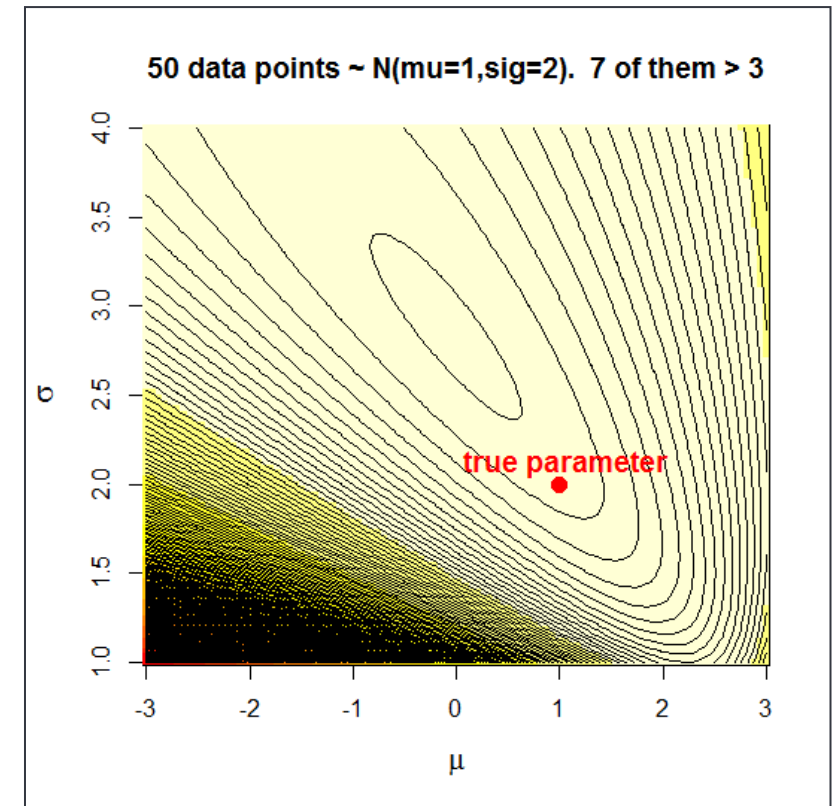
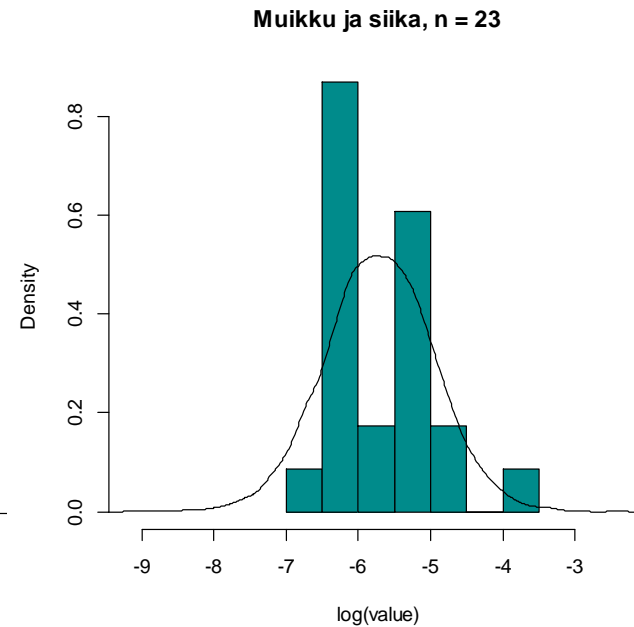
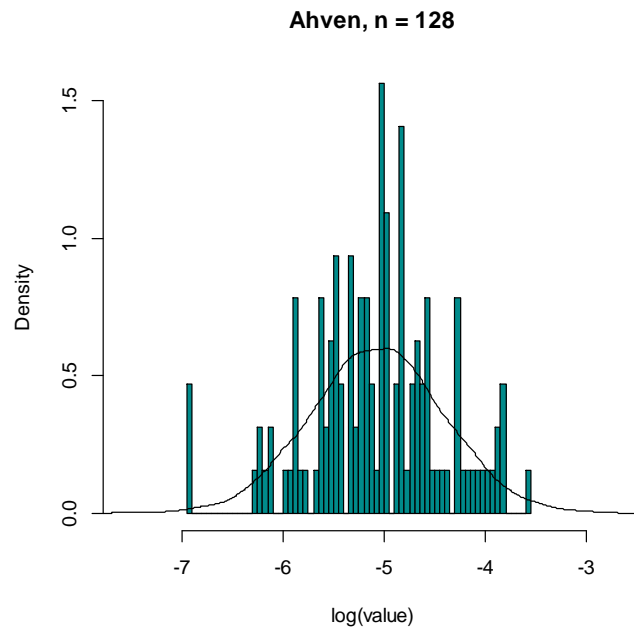
Fig. 1. Directed acyclic graph of the example: *Escherichia coli* O157:H7 in ground beef. See text and nomenclature for a description of the parameters and their relationships. Ovals stand for uncertain parameters and ovals-in-rectangles stand for variable and uncertain parameters.



# Pitoisuusjakauman arviointi

Datan määrä vaihtelee ja voi olla vähäistä, usein myös alle LOQ-pitoisuuksia

→ *epävarmuusjakauma parametreista*







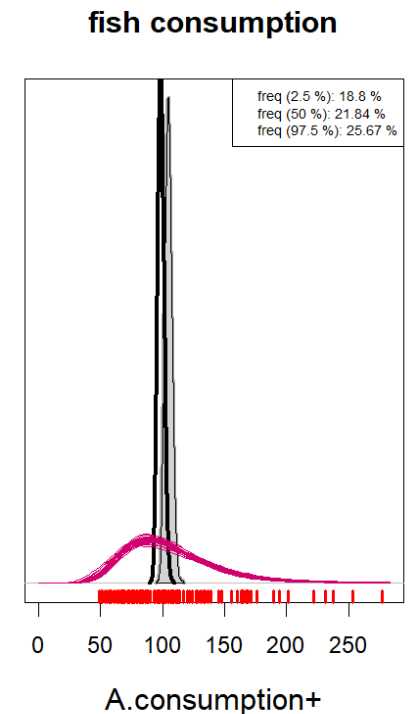
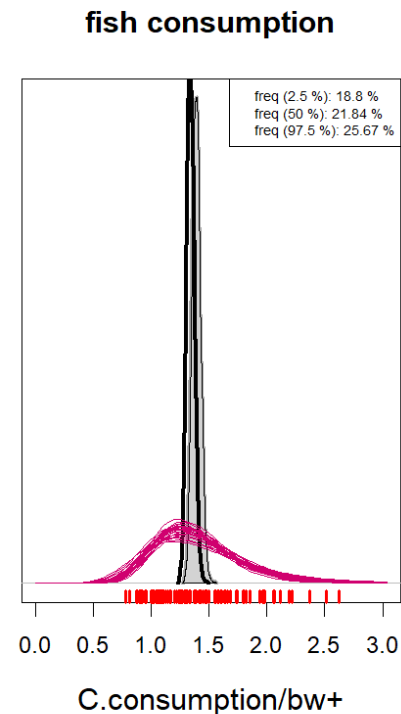
# Kulutusjakauman arviointi

Harvoin kulutetut ruoat, korrelaatiot, kulutusmäärät ja kulutusfrekvenssit

→ *epävarmuus kulutusmäärän jakaumasta*  
(keskikulutus/bw & kertakulutus)

- Ruokapäiväkirjat:

Idnum	Weight	broiler1	fish1	broiler2	fish2
1	64.0	0	169	107	0
2	78.6	38	80	0	205
3	88.9	0	100	95	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

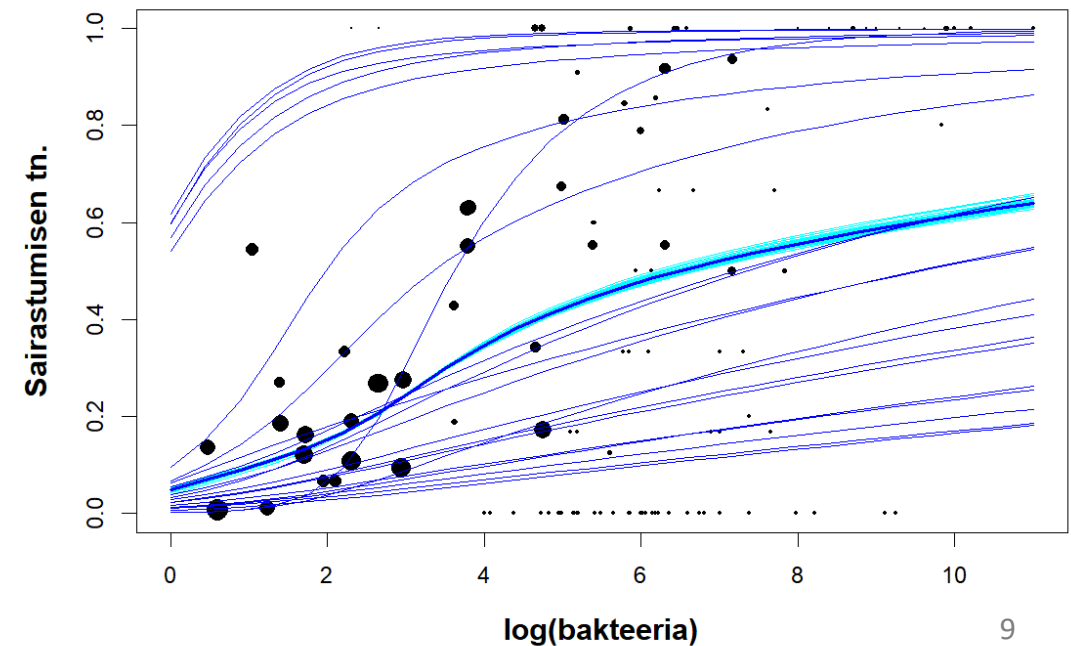






# Annos-vasteen arviointi

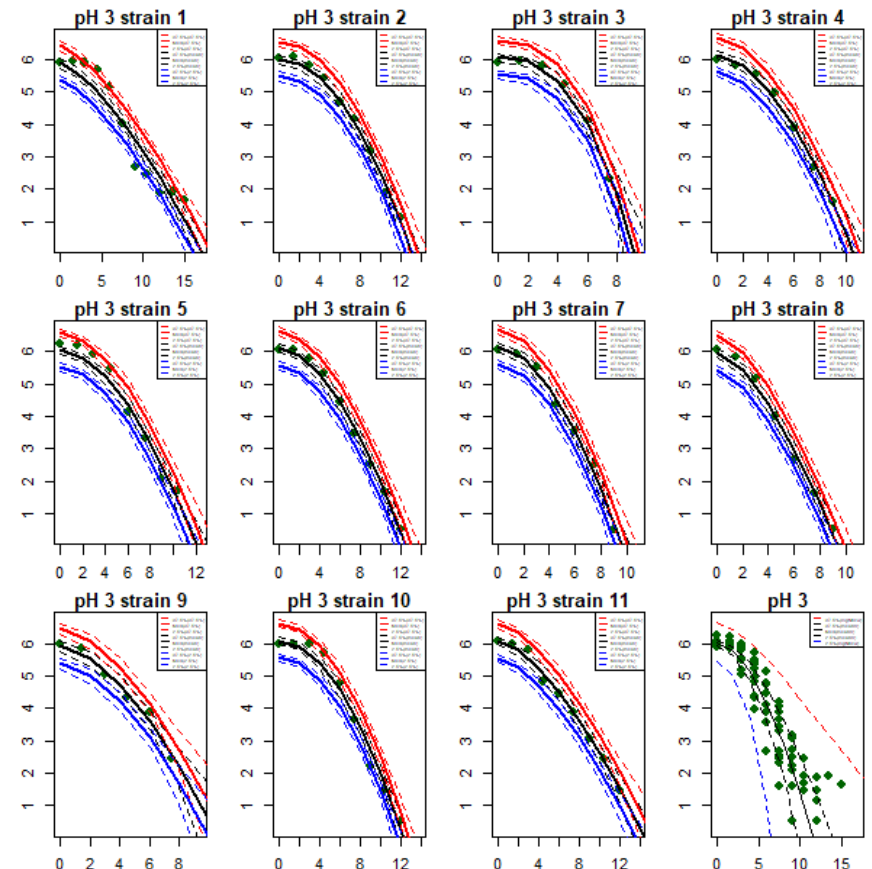
- Mikrobiologiset kokeet & epidemiat: vaihtelevasti tietoa eri bakteereista
- Myös bakteerityyppi vaikuttaa
  - Esim. salmonellasta useasta serotyypistä tietoja
  - Tyypikohtainen annos-vaste?
  - Keskimääräinen annos-vaste?
- Malli voi kuvata bakteerityyppikohtaisesti:
  - Vaihtelua annosten bakteerimäärän välillä
  - Ihmisten välistä vaihtelua alttiudessa





# Valmistuksen ja säilytyksen vaikutus?

- Esim.
  - ”processing factor” kuorimisen tai huuhtelemisen vaikutus kem-pitoisuuksiin.
  - Kasvu- ja inaktivaatiomallit bakteereille. (→ prediktiivinen mikrobiologia!)
    - pH ja lämpötila ja aika
    - vaihtelu bakteerityyppien välillä (esim. kampylot)
    - $N(t) = \log_{10}$  bakteerimäärä hetkellä t.
    - $N(t) = N(0) - \left(\frac{t}{\delta}\right)^p$  Weibull -malli, bakteerityyppikohtaisin parametrein.
    - Artikkel: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/AEM.00918-21>





# Ruokaketjun vaikutus? - Pelloilta pöytään.

- **Riskinarviointimalli:** Alkutuotanto → prosessointi → säilytys → kulutus.
- Interventioiden vaikutukset (mm. mikrobikriteerit, raja-arvot, testaaminen).
- Systemin tai sen osan mallintaminen → kvantitatiiviset arviot, riskivertailut. (salmonella, kampylobakteeri).
- Riskinarvioinnin kohdentaminen tarpeen mukaan.
- Tartuntojen luokittelu mahdollisiin tartuntalähteisiin: source attribution. (genotyyppitysdata).



Wheelbarrows: One Wheel of Two? - Hobby Farms



By HikingArtist.com



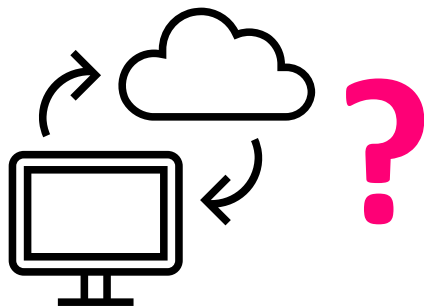
dinner | Ken Cho | Flickr



# Malleista työkaluiksi?

- Käyttäjinä tutkimuslaitokset, virastot, EFSA, yliopistot, verkostot, muut yhteisöt, tutkijat.
- Voiko niitä käyttää uudestaan joku muukin, ja mistä ne löytää?
- [RAKIP Initiative – FoodRisk-Labs \(bund.de\)](http://bund.de)

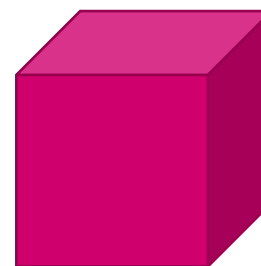
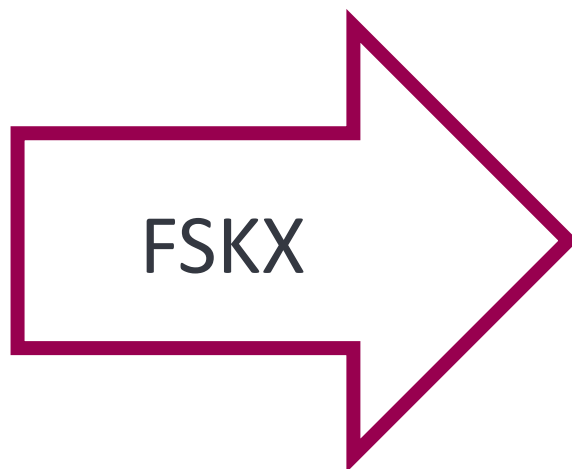
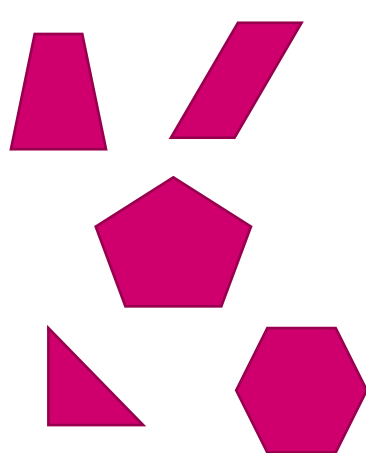
**RAKIP** = **R**isk **A**ssessment modelling & **K**nowledge **I**ntegration **P**latform



# FSKX



- Yhteinen formaatti mallien jakamiseen.
- **FSKX = Food Safety Knowledge Exchange format**
- <https://foodrisklabs.bfr.bund.de/fskx-food-safety-knowledge-exchange-format/>



Harmonisoitu  
Dokumentaatio (**meta data**)  
+ ajokelpoinen koodi.

Läpinäkyvyys, toistettavuus,  
jaettavuus, open source.



# Meta-data on tärkeä osa mallin/työkalun tietoja: mitä malleista olisi syytä dokumentoida?

- **Määrittelee mm:**
- Mikä on input ja mikä output, oletus input-arvot.
- Mallin tarkoitus, oletukset ja sovellusalue, mallin tyyppi, rajoitteet.
- Malliin liittyvien julkaisujen ja aineistojen viitteet.
- Mallin käyttöoikeudet, tekijät, päivämäärä.
- Readme-file, jossa käyttöohjeita.
- Matemaattinen kuvaus ja toimintaperiaate.
- Erottelee mallin koodin (R-script) ja tulosten visualisoinnin (visualization script).

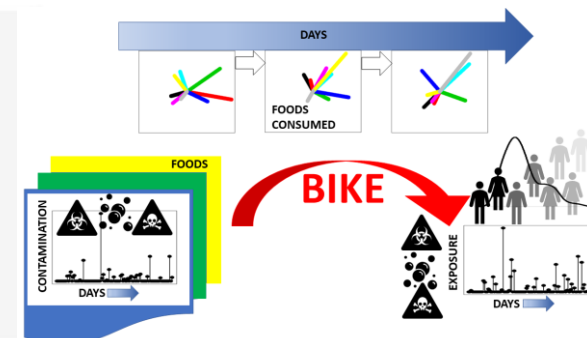


# Koulutusta ja muuta lisätietoa:

- RAKIP -verkosto: BfR/DTU/Anses/Ruokavirasto/RIVM <https://foodrisklabs.bfr.bund.de/fskx-workshop-2022/>
- EFSA tailor made activities (riski-yksikön järjestämä koulutus, 2023)
- Probabilistic risk assessment in food safety (luentokurssi 2021) 
  - [https://studies.helsinki.fi/courses/cu/hy-CU-138731502-2020-08-01/MAST30141/Probabilistic\\_risk\\_assessment\\_in\\_food\\_safety](https://studies.helsinki.fi/courses/cu/hy-CU-138731502-2020-08-01/MAST30141/Probabilistic_risk_assessment_in_food_safety)
- Workshop ICPMF, 2023 (1: RAKIP & 2: Bayes-mallit):
  - <https://www.ec-pro.co.jp/ICPMF12/welcome.html>
- BIKE-mallin jatkokehittäminen
  - Artikkel: <https://doi.org/10.3390/foods10112520>
  - Shiny app -käyttöliittymävalikko
  - [FOODNUTRI](#) -hanke.
- Blogi [Blogi: Tule maalle, näe mullin malli! – Ruokavirasto](#)



Hazards to select:	Food types to select:	Results to view:
<input type="checkbox"/> Lead	<input checked="" type="checkbox"/> Broiler	<input checked="" type="checkbox"/> Concentrations
<input type="checkbox"/> Cadmium	<input type="checkbox"/> Milk	<input checked="" type="checkbox"/> Consumptions
<input checked="" type="checkbox"/> Salmonella	<input type="checkbox"/> Fish	<input checked="" type="checkbox"/> Exposures
<input type="checkbox"/> Campylobacter	<input type="checkbox"/> Egg	<input type="checkbox"/> Posterior predictive
	<input type="checkbox"/> Vege	<input type="checkbox"/> Serving correlations
		<input type="checkbox"/> Mean serving correlations







**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

# Kiitos seurasta!

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

Seuraa meitä Twitterissä: @riskinarviointi

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