



**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

---

# Miten ihmisten salmonellatartunnat jakautuvat eri lähteiden kesken?

---

**Antti Mikkela**

Riskinarvioinnin yksikkö

**Riskinarviointipäivä 2020**

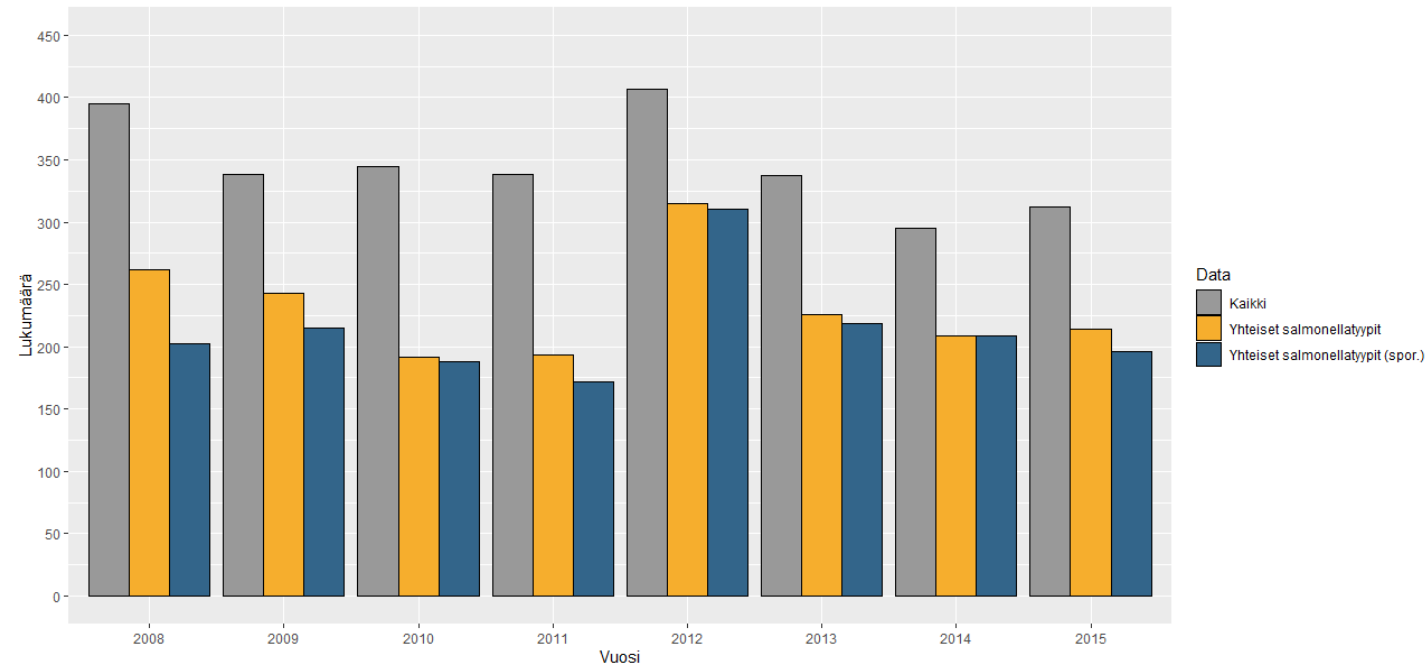
28.5.2020



# Ihmisten salmonellatartunnat

- Suomessa rekisteröitiin yhteensä 2767 *kotimaista* salmonellatartuntaa vuosina 2008–2015.
- Yhteensä noin 2/3 ihmisten salmonellatartunnoista oli sellaisia salmonellan alatyyppejä, joita löytyi myös tutkituista elintarvikelähteistä (*broilerin- ja kalkkunanliha sekä naudan- ja sianliha; kotimainen ja tuontiliha*) seuranta-aikana. Näistä tapauksista hajatapauksia eli sporadisia oli noin 90 %.
- Yleisimpiä sporadisten tapausten alatyyppejä olivat Typhimurium1 ja Typhimurium NST (>100 tapausta)

- Ihmisten salmonellatartuntojen tyytitystiedot ja tautipurkauksiin (outbreak) liittyvää tietoa saatiin THL:stä.



- Outbreakit lisätty yhtenä tapauksena (indeksitapaus) sporadisiin tapauksiin



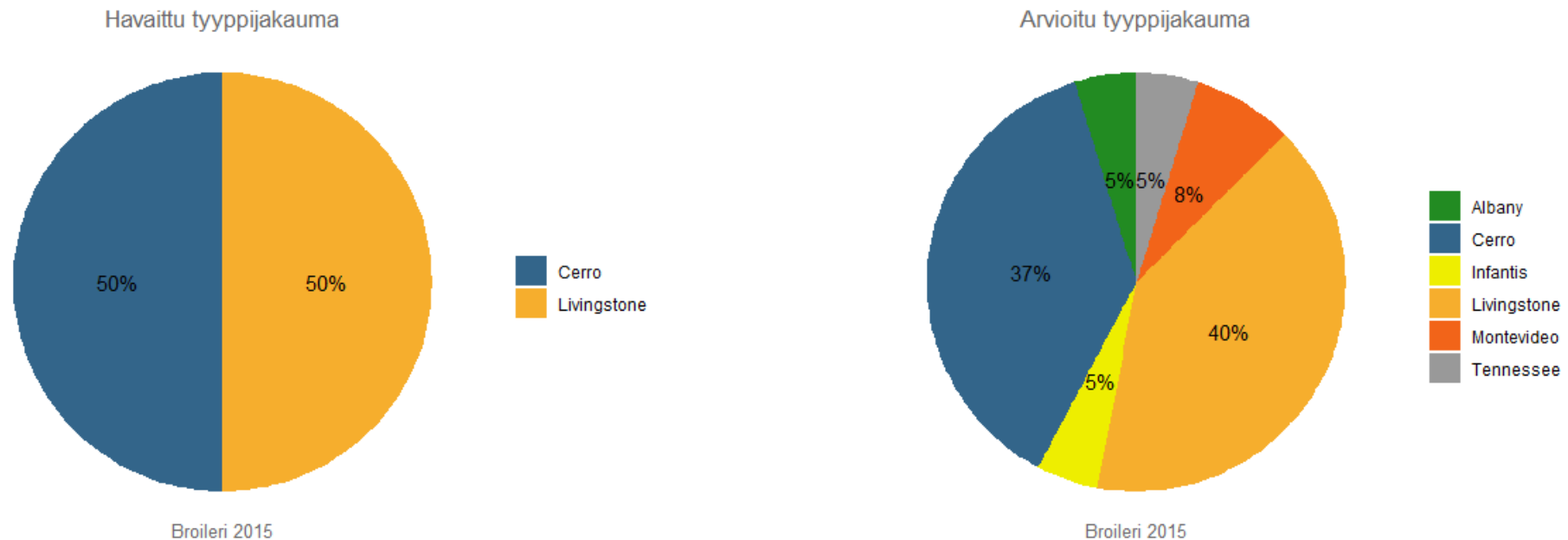
# Alatyypijakauman arviointi (1/2)

- Salmonellan vuosittainen alatyypijakauma (serotyyppi/faagityyppi) mallinnettiin kullekin elintarvikelähteelle, jotta voidaan verrata eri tartuntalähteissä esiintyvien salmonellojen alatyypijakaumaa ihmisistä löydettyihin salmonellan alatyyppeihin.
- Aineistona käytettiin elintarvikkeista ja tuotantoeläimistä eristettyjä salmonellalöydöksiä.
- Seuranta-aikana tartuntalähteistä löydettiin yhteensä 86 eri alatyyppiä, joista 17 oli sellaisia, joita ei todettu ihmisistä seuranta-aikana.
- Suomessa vuosittaisten salmonellahavaintojen määrä on melko pieni  
→ Muodostettiin tilastollinen malli, jonka avulla vuosittaisen jakauman arvioinnissa voidaan hyödyntää koko seuranta-ajalta kertynyt aineisto.



# Alatyypijakauman arviointi (2/2)

- Kaikkia olemassa olevia alatyyppejä ei välttämättä havaita.
  - Esim. jos jotakin alatyyppeä ei havaita ollenkaan vuonna 2015, mutta sitä on esiintynyt muina vuosina, sen arvioitu osuus kasvaa hieman myös vuonna 2015.





# Altistuksen arviointi (1/2)

- Tartuntojen kohdentamisessa huomioidaan myös eri tartuntalähteistä aiheutuva salmonella-altistus.
- Altisteen määrä = kontaminoituneen (*Salmonella* spp.) elintarvikkeen kilomäärä (esiintyvyys x kulutusmäärä).
- Altistuksen arviointi perustui tuotantoketjumalleihin, jotka sisältävät koko tuotantoketjun alkutuotannosta lopputuotteeseen asti. Tuontielintarvikkeille on oma mallinsa.
- Tuotantoketjumalleja varten kerättiin runsaasti tilastoja ja tietoa elintarvikkeiden kotimaisesta tuotannosta ja kulutuksesta sekä niiden tuonnista ja viennistä.
- Lopputuloksena saadaan arvio (jakauma) kustakin ketjusta syntyvän altisteen määrälle. Mallin lopputuloksena saatavat arviot ovat melko karkeita ja tarkoitettu pääasiassa vertailtaviksi keskenään.
- Lopputulokseen epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä ovat mm. epätäydellinen diagnostinen testausmenetelmä, ristikontaminaation vaikutus ja pieni näytemäärä.



## Altistuksen arviointi (2/2)

- Tuotantoketjumallit kehitettiin pääosin FoodBug-projektin (2007–2011) aikana ja sitä edeltäneissä salmonella-projekteissa.
- Myöhemmin malleja päivitettiin, ja niihin syötettiin uutta aineistoa.

Arvioitu salmonellalla (*Salmonella* spp.) saastuneen elintarvikkeen määrä tuhansina kilogrammoina.

Elintarvike	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	ka.
Broilerinliha (k)	108	355	169	50	50	68	66	66	116
Kalkkunanliha (k)	40	35	26	33	26	22	23	24	29
Naudanliha (k)	21	15	113	64	79	30	59	44	53
Sianliha (k)	153	155	396	167	277	443	117	134	230
Broilerinliha (t)	12	13	16	7	8	11	13	14	12
Kalkkunanliha (t)	4	4	5	3	3	3	3	3	3
Naudanliha (t)	27	27	28	75	94	84	77	67	60
Sianliha (t)	418	563	1150	727	408	524	1042	1158	749

- Taulukkoon merkitty posteriorijakauman keskiarvo, arvioihin sisältyy epävarmuutta.



# Epidemiologinen malli (1/3)

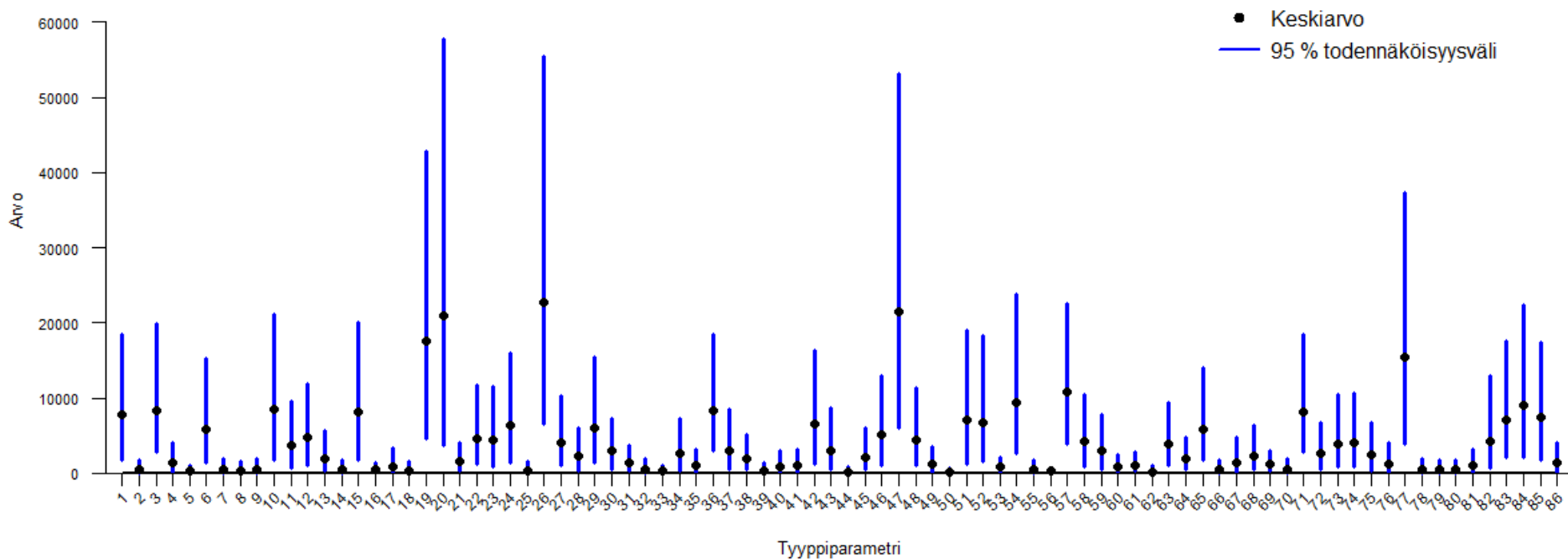
- Ihmisten salmonellatartuntojen määrä ( $C$ ) mallinnettiin käyttämällä Poisson-jakaumaa:

$$C_{s,t} \sim \text{Poisson}\left(\sum_{i=1}^I \lambda_{i,s,t}\right), \quad i = 1, \dots, I \text{ (lähde)}, \quad s = 1, \dots, S \text{ (tyyppi)}, \quad t = 1, \dots, T \text{ (vuosi)}.$$

Jakauman odotusarvo riippuu tyyppijakauman ja altisteen lisäksi tartuntalähdeparametrilla ( $a$ ) ja alatyypiparametrilla ( $q$ ):  $\lambda_{i,s,t} = L_{i,t} \cdot r_{i,s,t} \cdot a_i \cdot q_s$

- Lähde- ja tyyppiparametrit kuvaavat eroja eri salmonellatyyppien ja eri tartuntalähteiden välillä niiden kyvykkydessä aiheuttaa infektiota.
- Sisällyttämällä malliin tartuntalähde- ja tyyppiparametrit voidaan saada tarkempia (source attribution) tuloksia. Samalla voidaan arvioida (aineiston perusteella) eri alatyypien ja eri tartuntalähteiden infektiokykyä.
- Menetelmän soveltaminen edellyttää aineistoa useammalta vuodelta.
- Lopputuloksena saadaan posteriorijakaumat lähde- ja tyyppiparametreille.

# Epidemiologinen malli (2/3)



## TOP6

1. Enteritidis 8 (26.)
2. Newport (47.)
3. Enteritidis 1b (20.)
4. Enteritidis 1 (19.)
5. Virchow (77.)
6. Typhimurium 1 (57.)

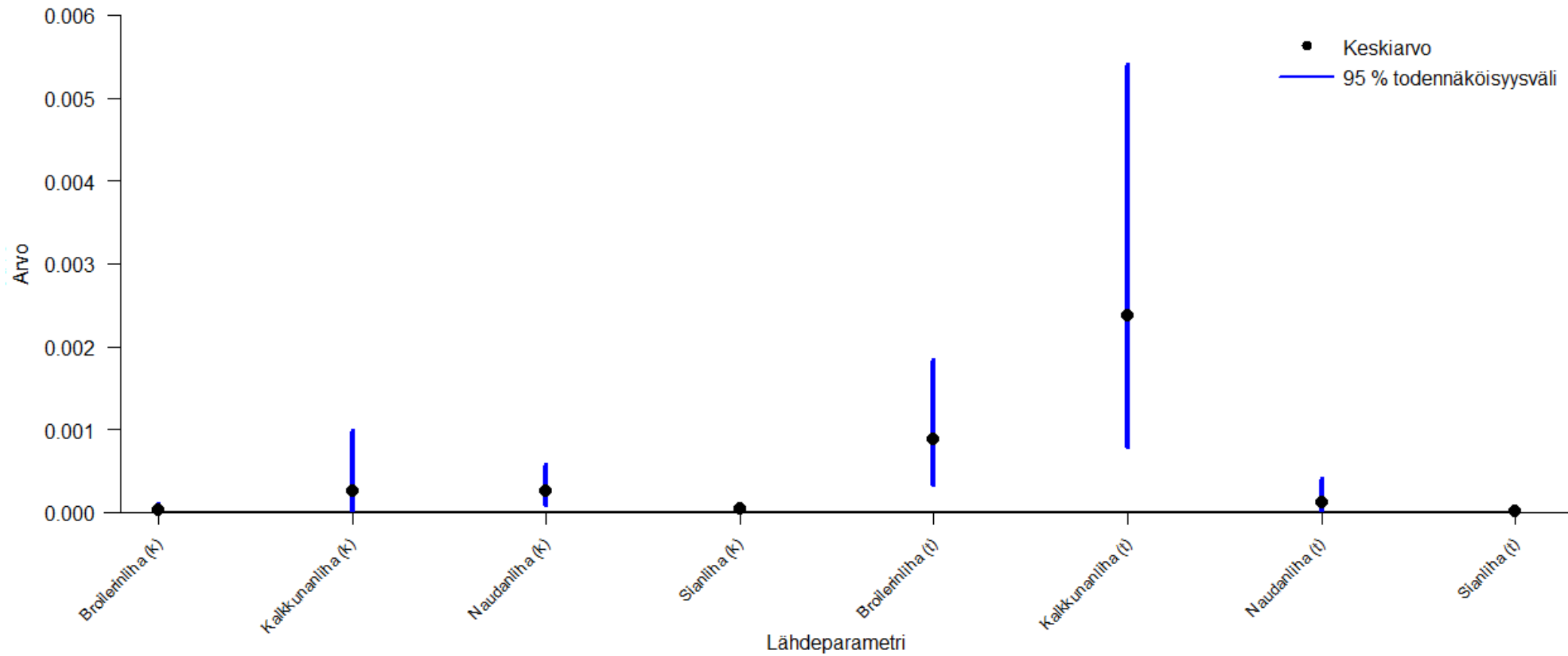
## BOTTOM6

1. Paratyphi B. var Java 8 (50.)
2. Typhimurium 46 (62.)
3. Minnesota (44.)
4. Altona (5.)
5. Tennessee (56.)
6. Kisarawe (39.)





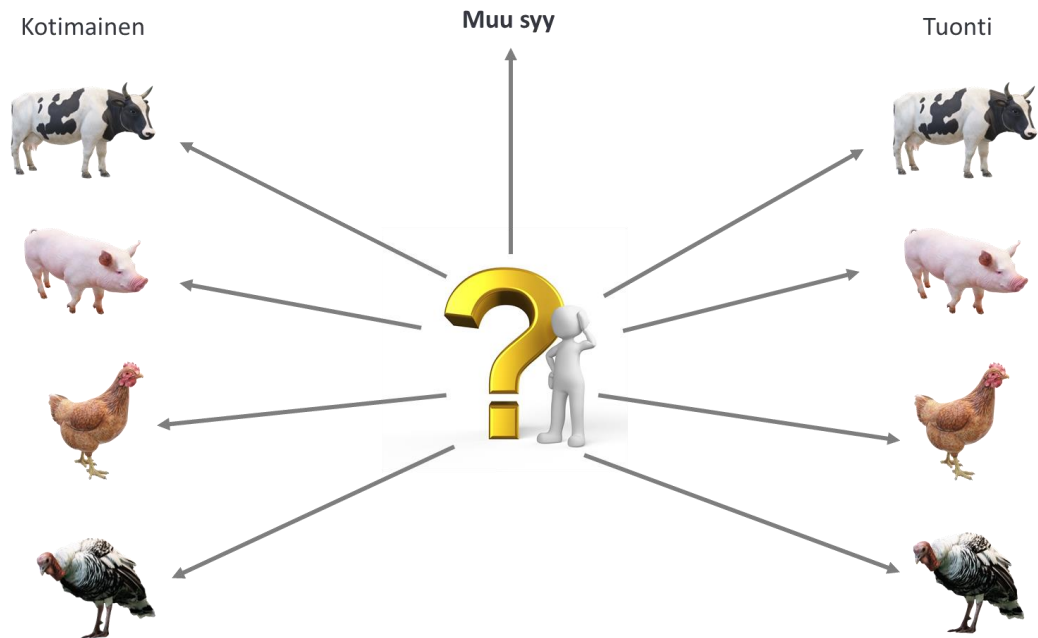
# Epidemiologinen malli (3/3)





# Tiedon synteesi ja ennuste (1/2)

- Lopuksi mallin avulla voidaan ennustaa eri tartuntalähteistä aiheutuvien tapausten suhteellisia osuuksia.

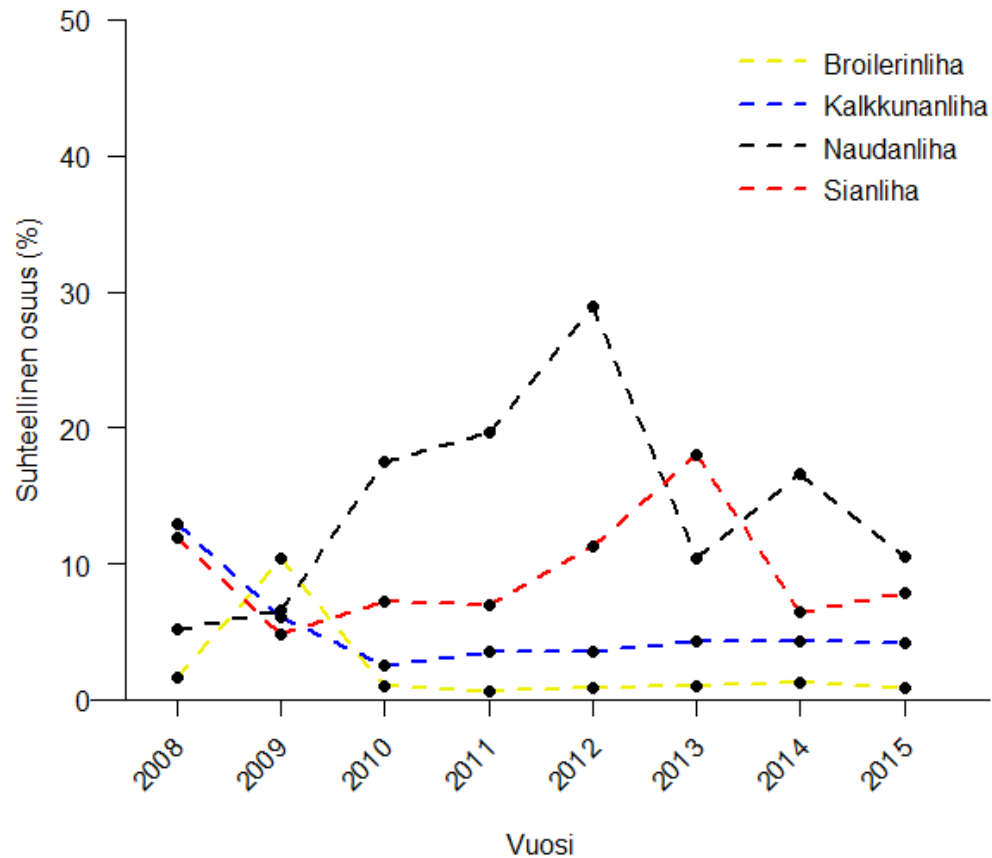


- Ennuste perustuu mallin eri osista (1. tyypitys, 2. altistuksen arviointi ja 3. epidemiologinen malli) saatavaan kokonaisinformaatioon.

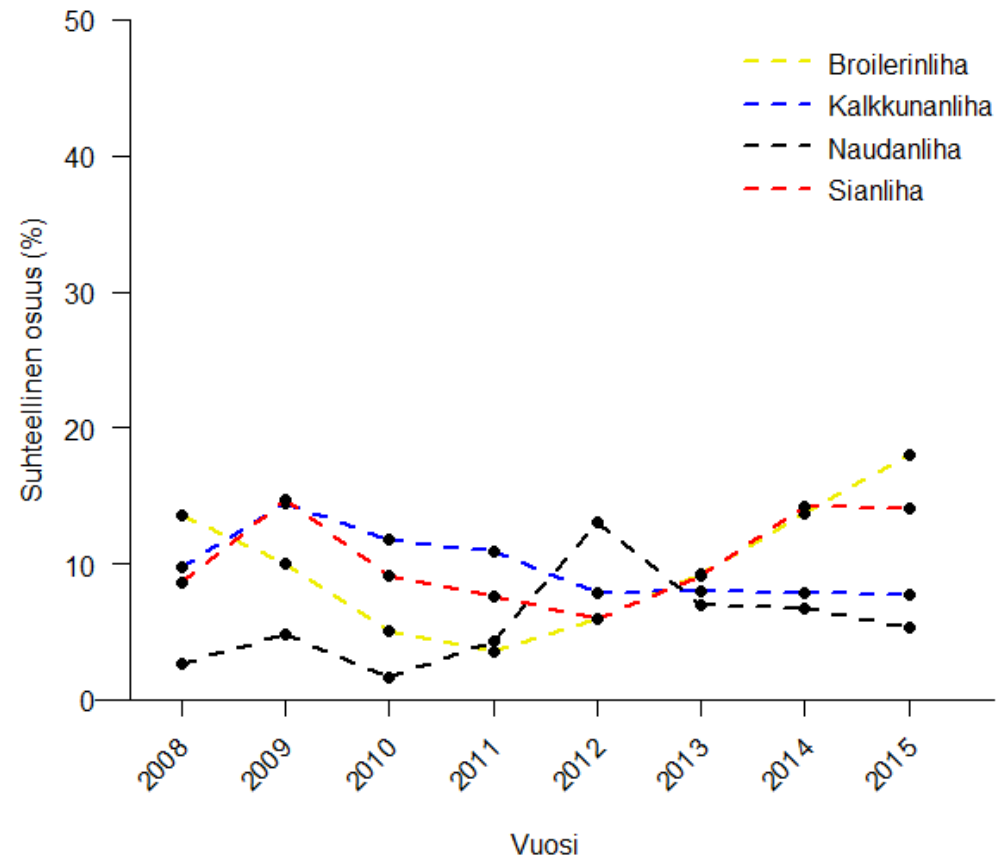


# Tiedon synteesi ja ennuste (2/2)

Kotimainen



Tuonti



- Osuudet eivät summaudu sataan prosenttiin, koska noin kolmannes tapauksista arvioitiin muun (tuntemattoman) syyn aiheuttamaksi.



# Huomioita tuloksista

- Kotimaisista tartuntalähteistä suhteellisesti eniten tapauksia aiheutti naudanliha. Kotimaisen siipikarjanlihan arvioitiin aiheuttavan hyvin vähän tapauksia.
- Suomeen tuodun lihan arvioitiin aiheuttavan jopa enemmän tapauksia kuin kotimaisen lihan, vaikka tuontilihan kulutus on vain murto-osa kotimaisen lihan kulutuksesta Suomessa.
- Noin kolmannes tapauksista luokiteltiin muun syyn aiheuttamaksi, koska näitä alatyyppejä ei löytynyt tartuntalähteistä koko seuranta-aikana.
- Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että kulutusmäärä vaikuttaa tulokseen.
  - Esim. korkean riskin elintarvike ei välttämättä aiheuta suurta määrää sairastumisia, jos kulutusmäärä on pieni. Toisaalta, jos elintarviketta kulutetaan runsaasti, voi aiheutua suhteellisen paljon tapauksia, vaikka esiintyvyys olisi melko pieni.
- Kehitetty malli soveltuu aiempia paremmin myös Suomen kaltaisille maille, joissa salmonellaa on suhteellisen vähän, mutta menetelmän soveltaminen edellyttää aineistoa useammalta vuodelta.



# Jatkosuunnitelmat

- Tarkempien tulosten tuottamiseksi tarvittaisiin lisää aineistoa tartuntalähteistä (erityisesti Suomeen tuotavista elintarvikkeista).
- Mallia voisi suoraviivaistaa, sillä nykyisellään koko malliin vaadittavan tiedon kerääminen ja käsittely vaatii todella paljon työtä.
  - Tuotantoketjumallit voisi korvata suorilla mittauksilla (esiintyvyys ja kulutus) elintarvikkeista. Toisaalta tuotantoketjumalleja tarvitaan mm. esiintyvyyden seurantaan tuotannon eri tasoilla.
  - Paremman aineistonkeruujärjestelmän kehittäminen helpottaisi tiedon/aineiston kokoamista.
- Tyypityksen osalta siirrytään kohti molekyylitason dataa. Tulevaisuuden haasteena on mallin kehittäminen siihen soveltuvaksi.



**RUOKAVIRASTO**  
Livsmedelsverket • Finnish Food Authority

# Kiitos!

**Työryhmä riskinarviointiyksikössä: Antti Mikkela, Jukka Ranta ja Pirkko Tuominen**

**Ihmisten salmonellatartuntojen tyypitystiedot: THL (Saara Salmenlinna ym.)**

**Eläinten ja elintarvikkeiden salmonellalöydösten tyypitystiedot: Henry Kuronen**

**Työryhmä Foodbug-projektissa: Antti Mikkela, Dima Matjushin, Jukka Ranta, Pirkko Tuominen ja yhteistyökumppanit**

**Avustus tiedonkeruussa: Ville Välttilä ja Maria Simola**

Lisätietoja: [antti.mikkela@ruokavirasto.fi](mailto:antti.mikkela@ruokavirasto.fi)

Tieteellinen artikkeli: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/risa.13310>

Projektikuvaus: <https://www.ruokavirasto.fi/yhteisot/riskinarviointi/riskinarvioinnin-projektit/mikrobiologinen-elintarviketurvallisuus/elintarvikevalitteisten-bakteeritartuntojen-terveydelliset-riskit-ja-kotimaisten-tapausten-jaljitys/>