

Kuolevuudesta

ja sen ennustamisesta

Sisältö

Kuolevuus ilmiönä

Kuolevuuden kehitys Suomessa

Kuolevuuden ennustamisesta

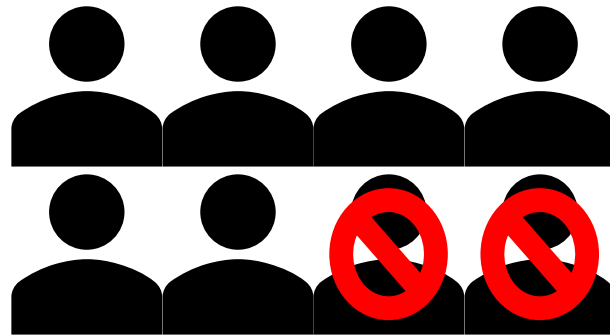
Lee-Carter -malli

Vakuutuskuolevuudesta

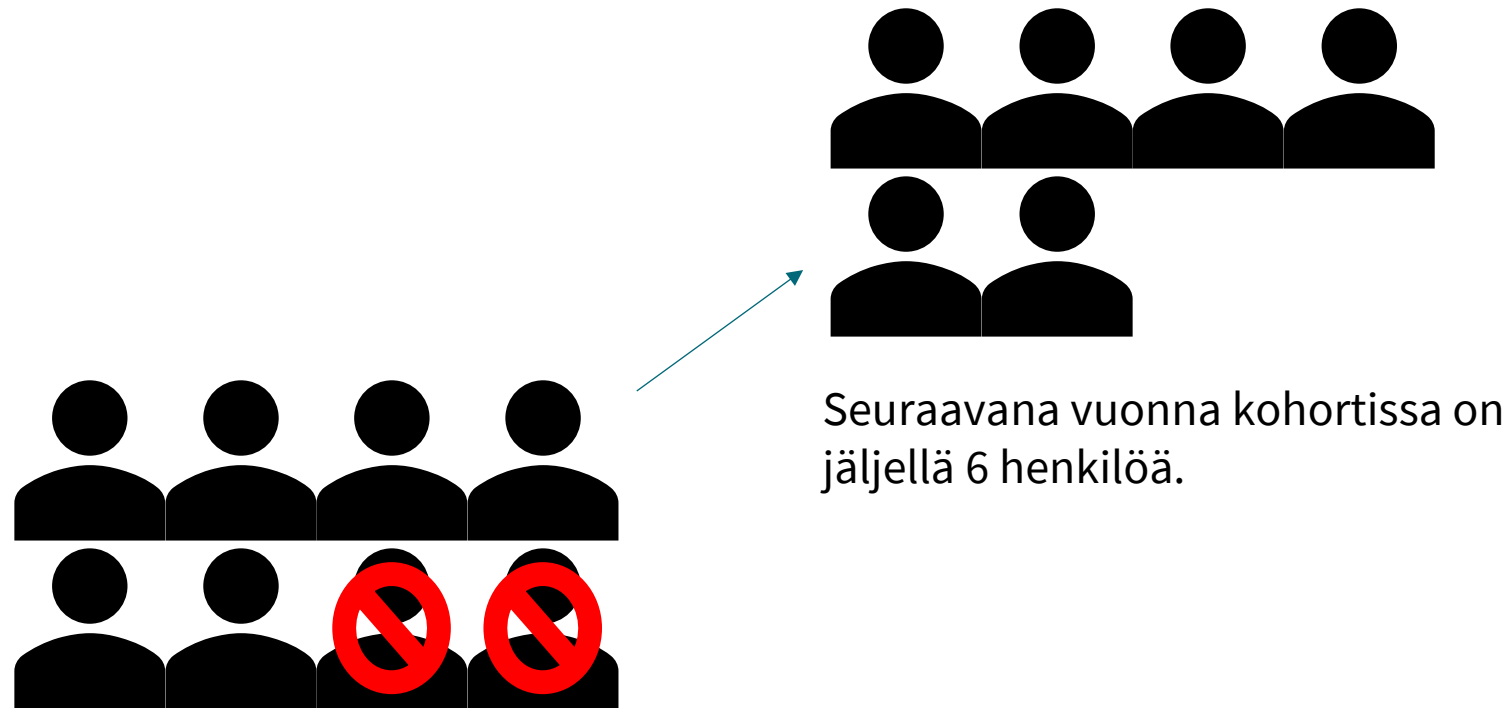
Henkivakuutuksen kuolevuustutkimus

Kuolevuus kertoo tietyn väestön tietyllä aikavälillä kuolleiden yksilöiden suhteellisen määrän

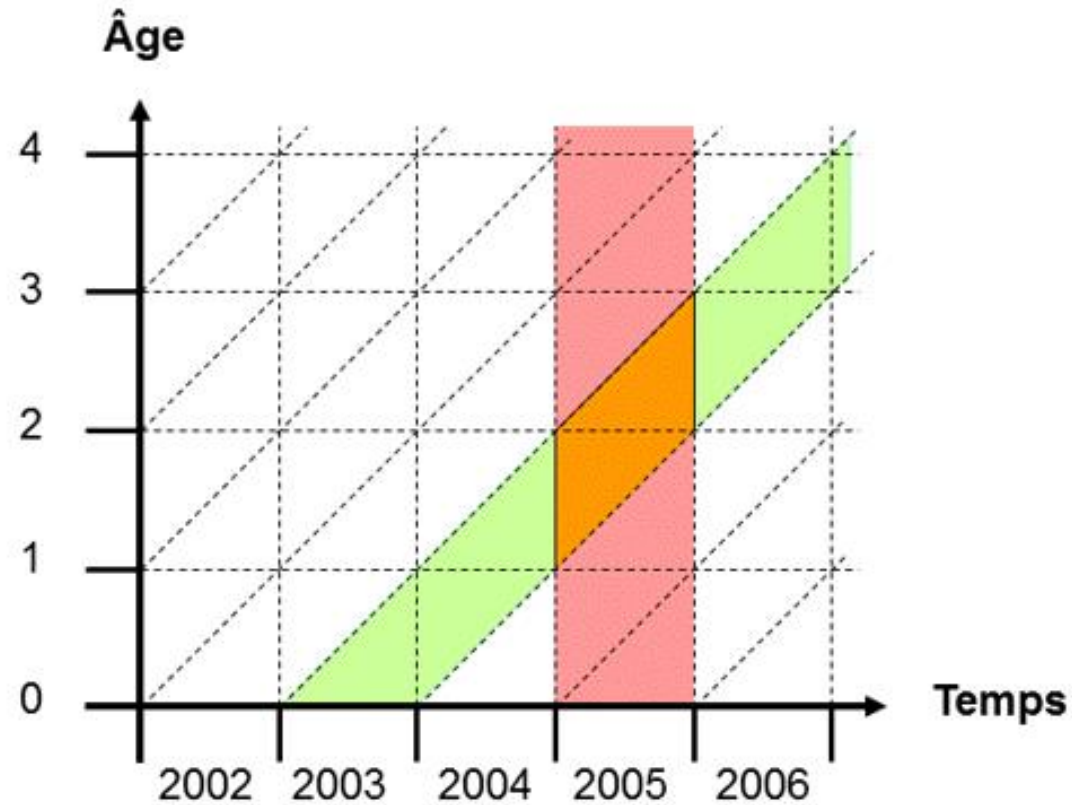
Populaatiossa 8 samanikäistä henkilöä,
joista 2 kuolee vuoden aikana.
→ Kuolevuus $\approx 2/8 = 25\%$.



Kohortti on tiettynä ajanjaksona syntynyt joukko ihmisiä



Lexis-diagrammi kuvastaa kohorttien kehitystä (kuten kuolemia) kaksiulotteisesti



Periodi ja kohortti

0-, 1-, 2-, 3- ja 4-vuotiaiden kuolemat vuonna 2005.

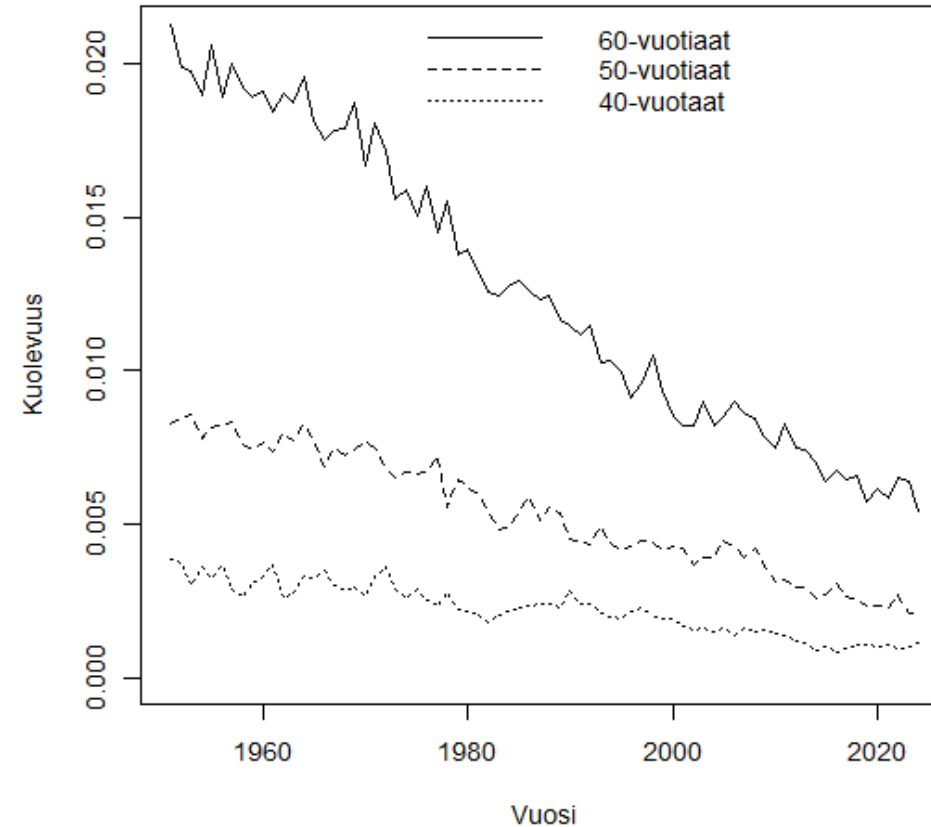
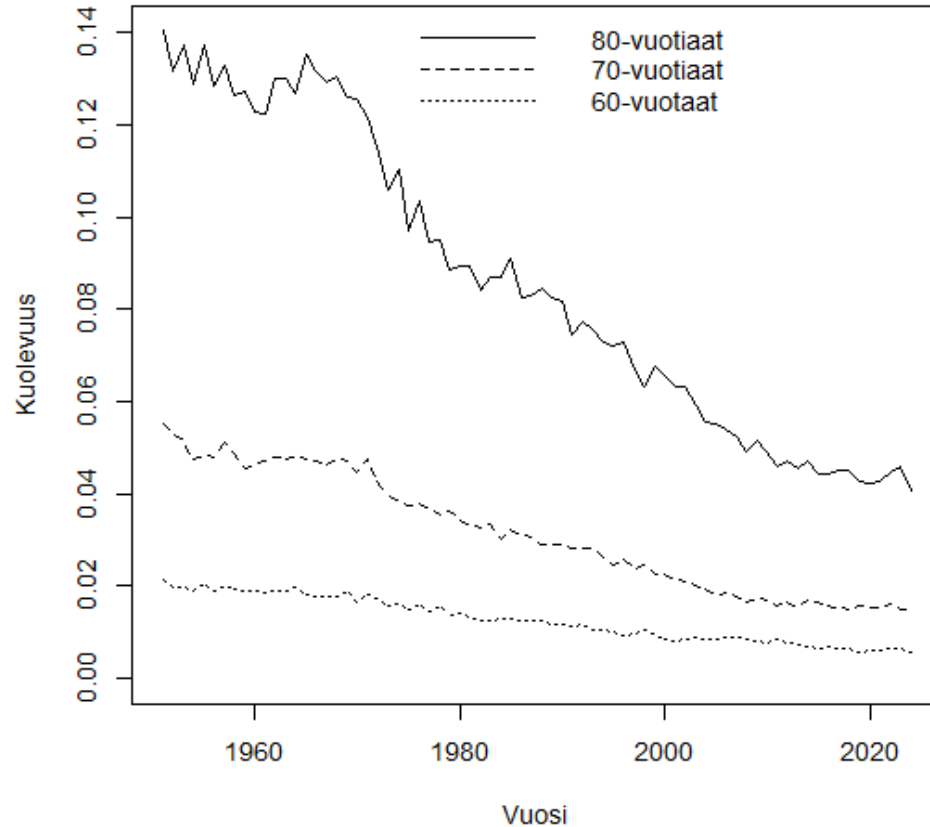
Vuonna 2003 syntyneen kohortin kuolemat vuonna 2003, 2004, 2005 ja 2006.

Kuva: Wikipedia

https://en.wikipedia.org/wiki/Lexis_diagram

Suomen kuolevuuden kehitys 50-luvulta alkaen

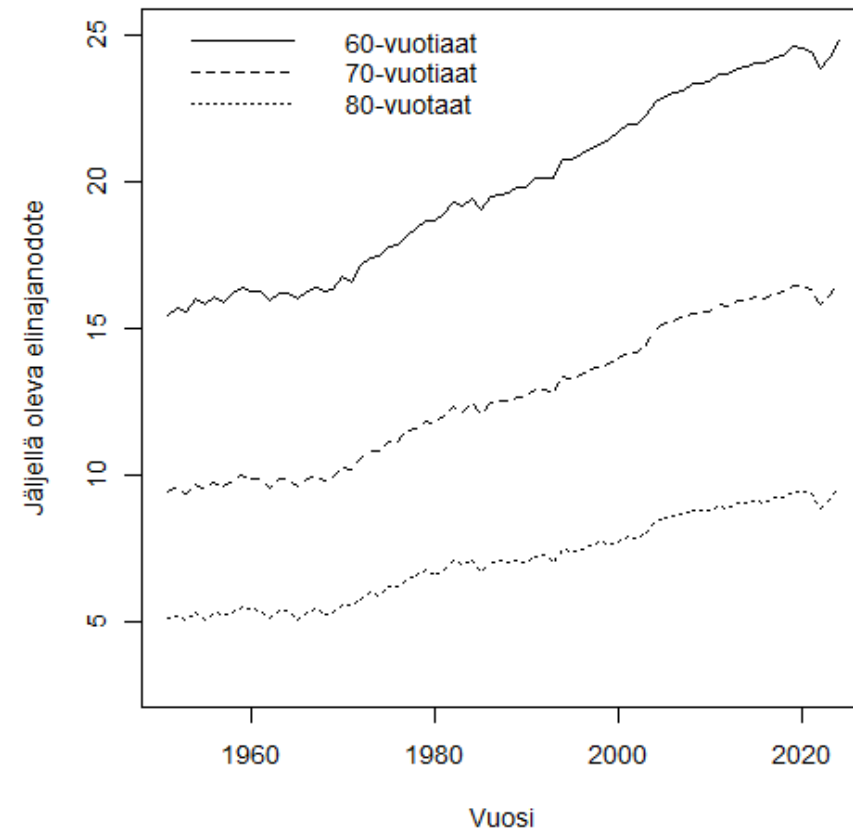
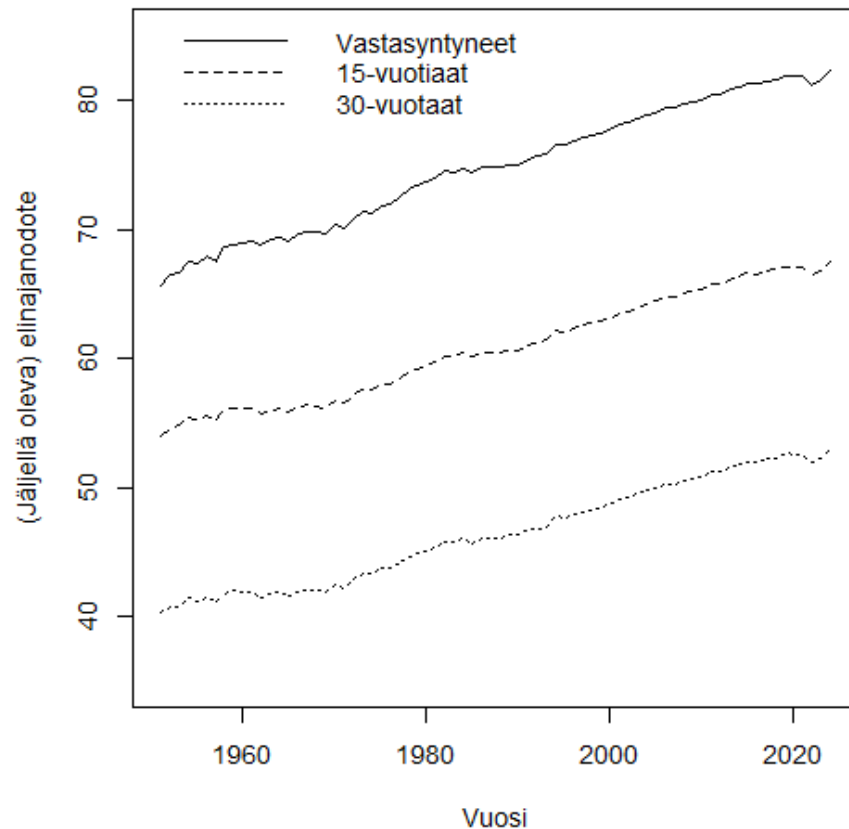
Kuolevuudessa vallinnut pitkään laskeva trendi.



Esityksen aineistot on kerätty HMD-tietokannasta (Human Mortality Database) ja kuvissa käytetään miesten ja naisten yhdistettyä aineistoa.
<https://mortality.org/Country/Country?cntr=FIN>

Suomalaisten (jäljellä olevan) elinajanodotteen kehitys 50-luvulta alkaen

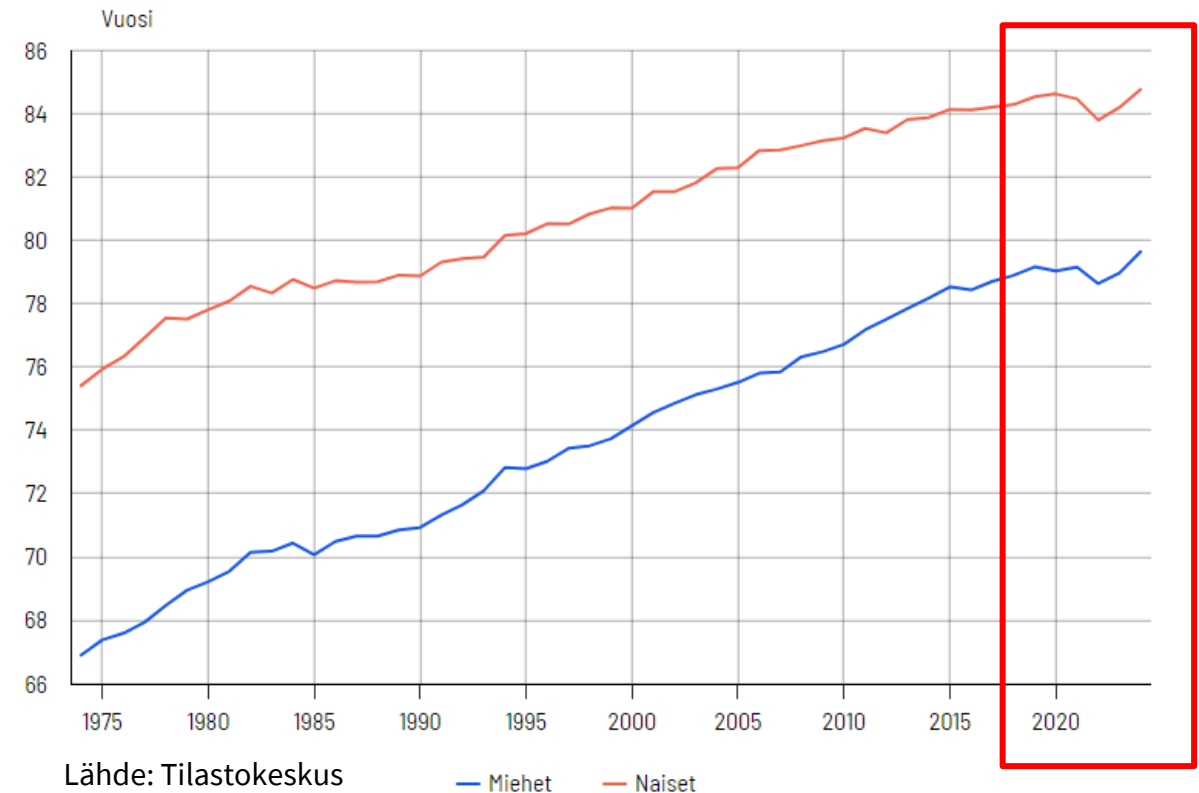
- Ikäkohtaiset kuolevuudet → Ikäkohtaiset selviämistodennäköisyydet → Jäljellä oleva elinajanodote.
- Kuolevuuden aleneminen johtaa elinajanodotteen nousuun.
- Vuosittainen elinajanodote laskettu **periodiaineistosta**.



Lyhyesti koronan vaikutuksista elinajanodotteisiin

- Suomessa vastasyntyneiden elinajanodote lyheni syksystä 2021 vuoden 2022 loppuun:
 - miehillä noin puoli vuotta,
 - naisilla vajaan vuoden.
- Koronan suoraan tai välillisesti aiheuttamat kuolemat iskivät eniten iäkkäisiin ja vakavia sairauksia sairastaneisiin.
- Tilastokeskus (29.4.2025): Elinajanodotteet ennätyskorkeat Suomessa vuonna 2024.
 - Elinajanodote palautunut koronasta.

Vastasyntyneen elinajanodote sukupuolen mukaan 1974-2024



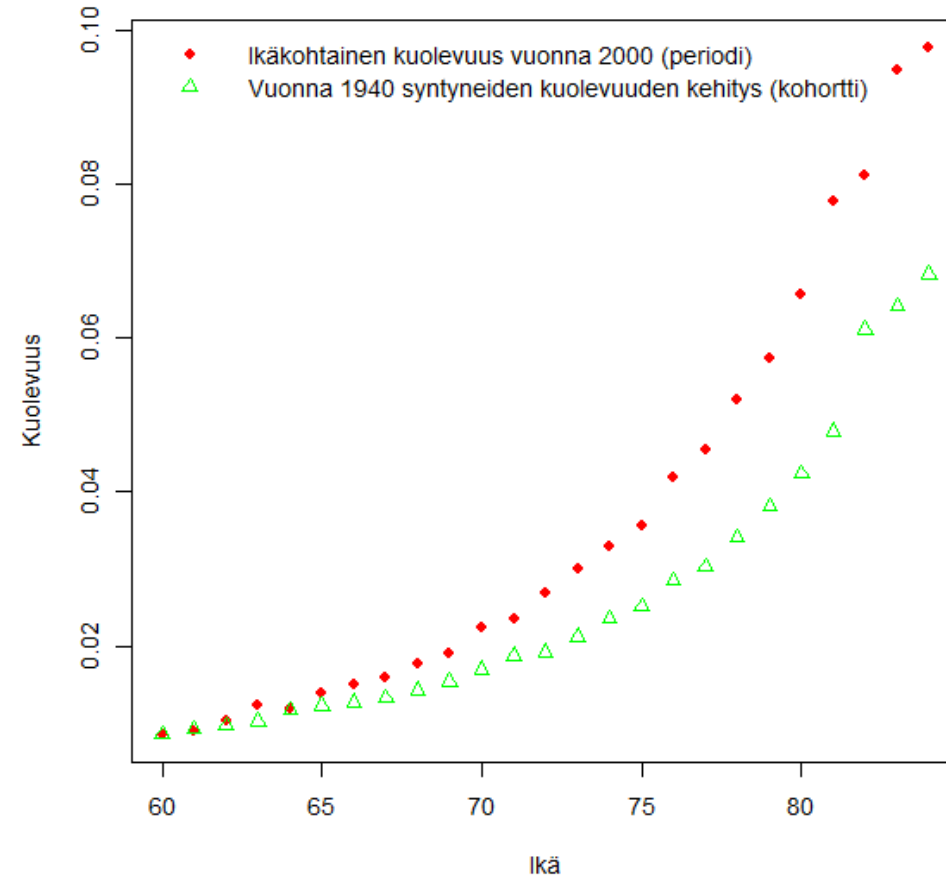
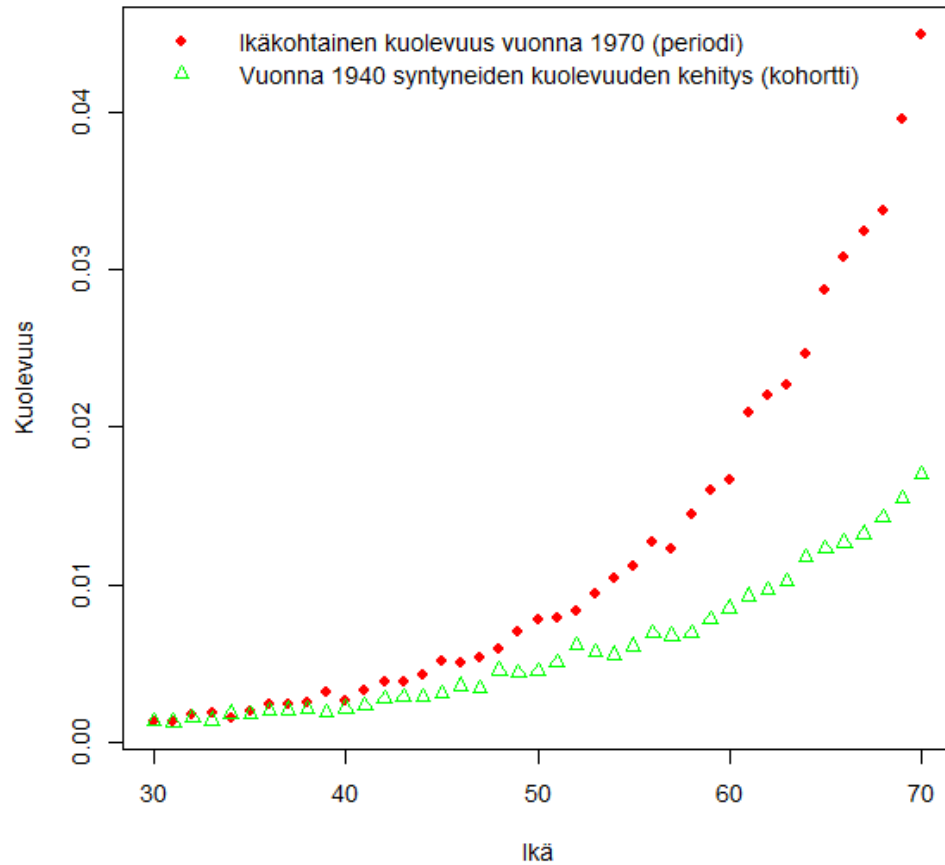
Lähteet

THL: <https://thl.fi/-/kuolleisuus-oli-eurostatin-mukaan-suomessa-tavallista-korkeampi-marraskuussa-2023-taustalla-korona-ja-vaeston-ikaantuminen>

Tilastokeskus: <https://stat.fi/julkaisu/cm1jb92os47x007uqh3ioetb3>

Periodi- vs. kohorttikuolevuus

Tarkastellaan vuonna 1940 syntyneen kohortin kuolevuuden kehitystä vuosista 1970 ja 2000 eteenpäin ja verrataan tarkasteluvuoden periodikuolevuuteen.

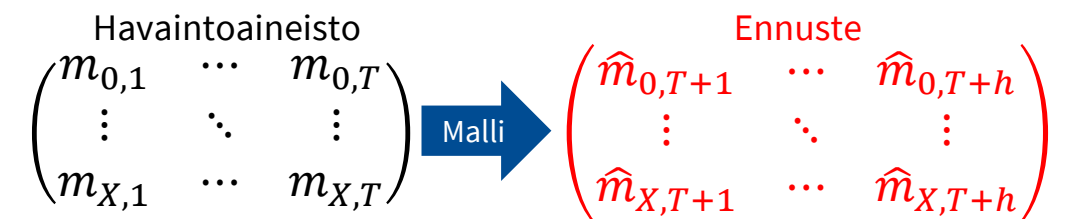


Vastuuvelka – pitkäikäisyys- ja kuolevuusriski

- Vastuuvelka on vakuutusyhtiön velkaa vakuutuksenottajille, vakuutetuille ja edunsaajille.
- Vastuuvelan kuolevuusriski: Riski sille, että kuolevuus nousee ja vakuutusvelkojen arvo nousee.
 - Kuolemanvaravakuutus: Kuolevuuden nousu kasvattaa todennäköisyyttä vahingolle.
- Vastuuvelan pitkäikäisyysriski: Riski sille, että kuolevuus laskee ja vakuutusvelkojen arvo nousee.
 - Elämänvaravakuutus: Kuolevuuden lasku lisää todennäköisyyttä vahingolle (että vakuutettu elää).
- Esimerkiksi eläkevaraus:
 - Oletetaan vuonna 1940 syntyneen kohortin jääneen eläkkeelle 60-vuotiaina eli vuonna 2000.
 - Oletetaan, että aktuaari teki vuonna 2000 eläkevarauksen perustuen vuoden 2000 periodikuolevuuteen (viimeisin tilastotieto).
 - Vuonna 2025: Kuolevuus yliarvioitui → Elinajanodote aliarvioitui → Alkuperäinen varaus aliarvioitui.
- Aktuaari tarvitsee keinoja arvioida kuolevuuden kehitystä tulevaisuudessa.

Kuolevuuden ennustamisesta

Ennustetaan 0–X ikäisten kuolevuutta ($m_{x,t}$) h vuoden verran eteenpäin käyttäen aineisto vuosilta 1–T:

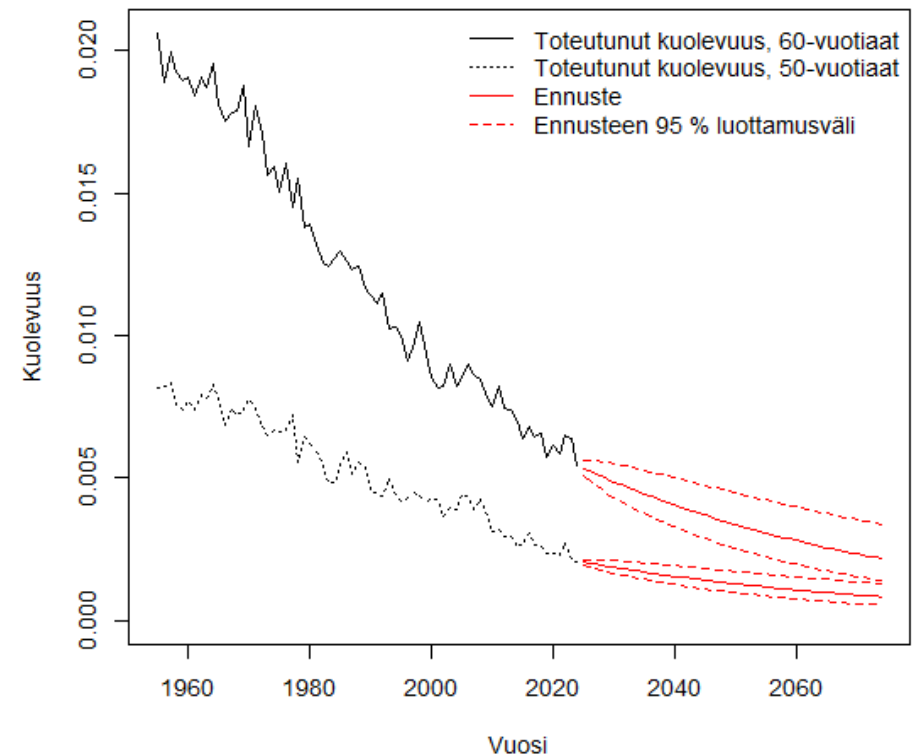
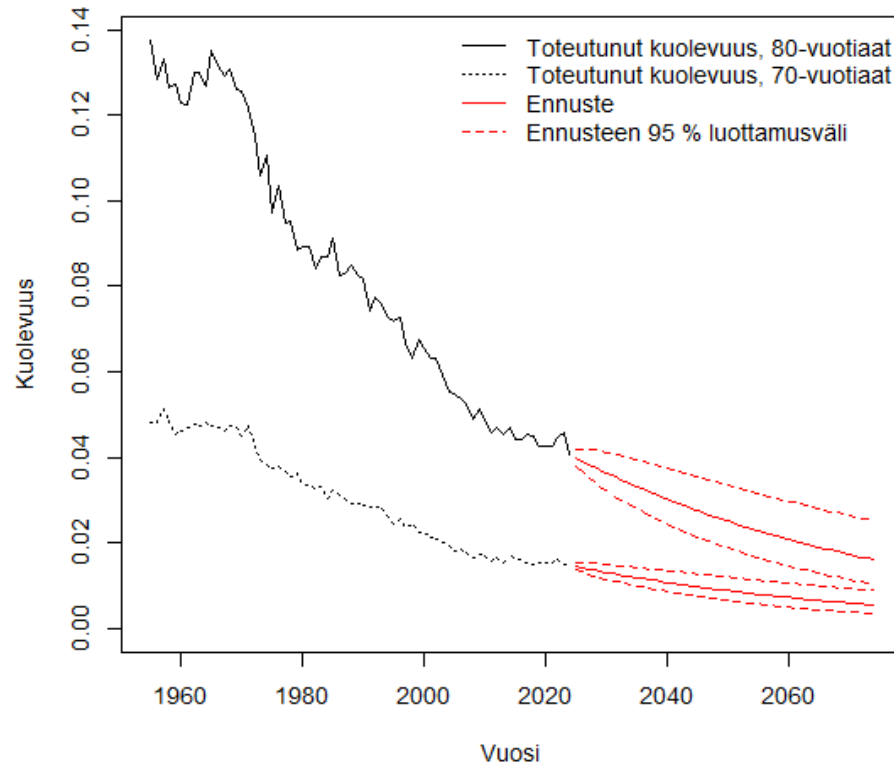


Lee-Carter –malli vuodelta 1992

- Hajotetaan kuolevuuden mallintaminen karkeasti kahteen komponenttiin: aika ja ikä.
- $\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}$
 - a_x logaritmoidun kuolevuuden ikäkohtainen keskitaso (x = ikä)
 - b_x kuolevuuden muutoksen ikäkohtainen intensiteetti (ikäkomponentti)
 - k_t kuolevuuden suhteellinen taso vuonna t (aikakomponentti)
 - $\varepsilon_{x,t}$ virhetermi
- Ennustaminen tapahtuu aikakomponentin kautta – perinteisesti trendin (d) omaavana satunnaiskulkuprosessina (random walk with drift):
 - $k_t = d + k_{t-1} + e_t$

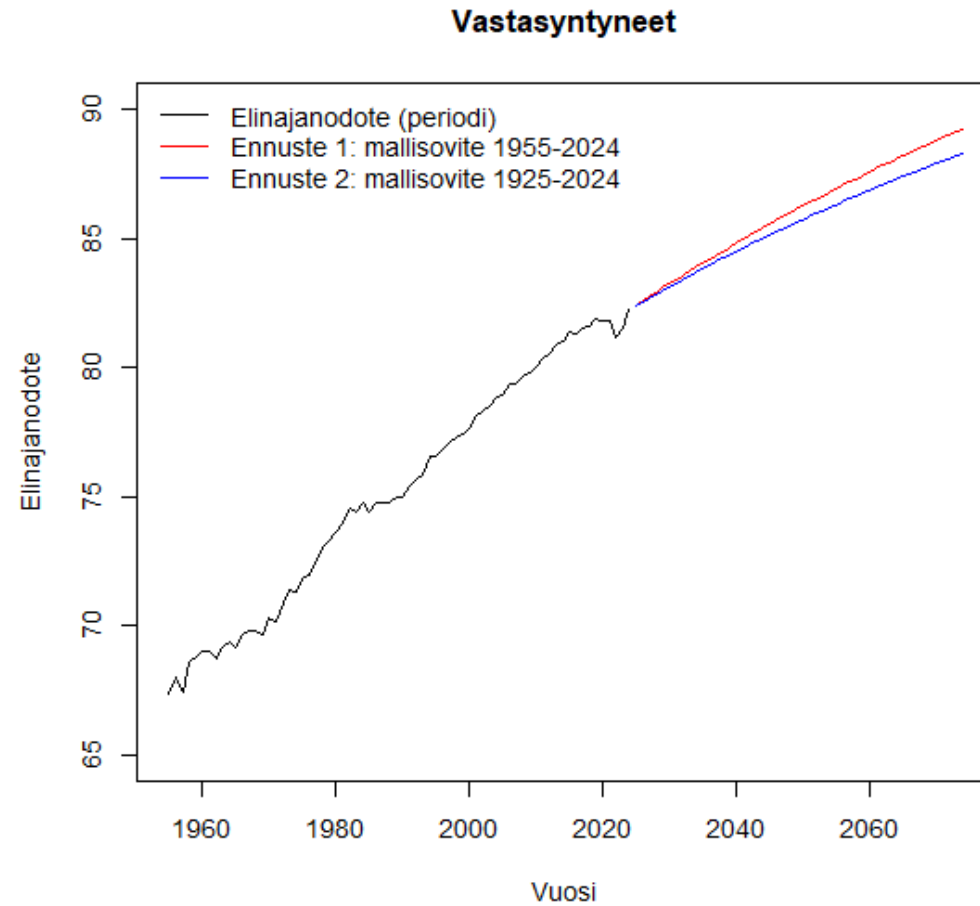
Esimerkkejä kuolevuuden ennusteista Suomen datalla vuodesta 2024 alkaen

- Mallisovite vuosien 1955-2024 aineistosta.
- Ennuste ”toistaa” soviteaikavälin havaittua trendiä → Kuinka pitkään trendin voi olettaa jatkuvan?



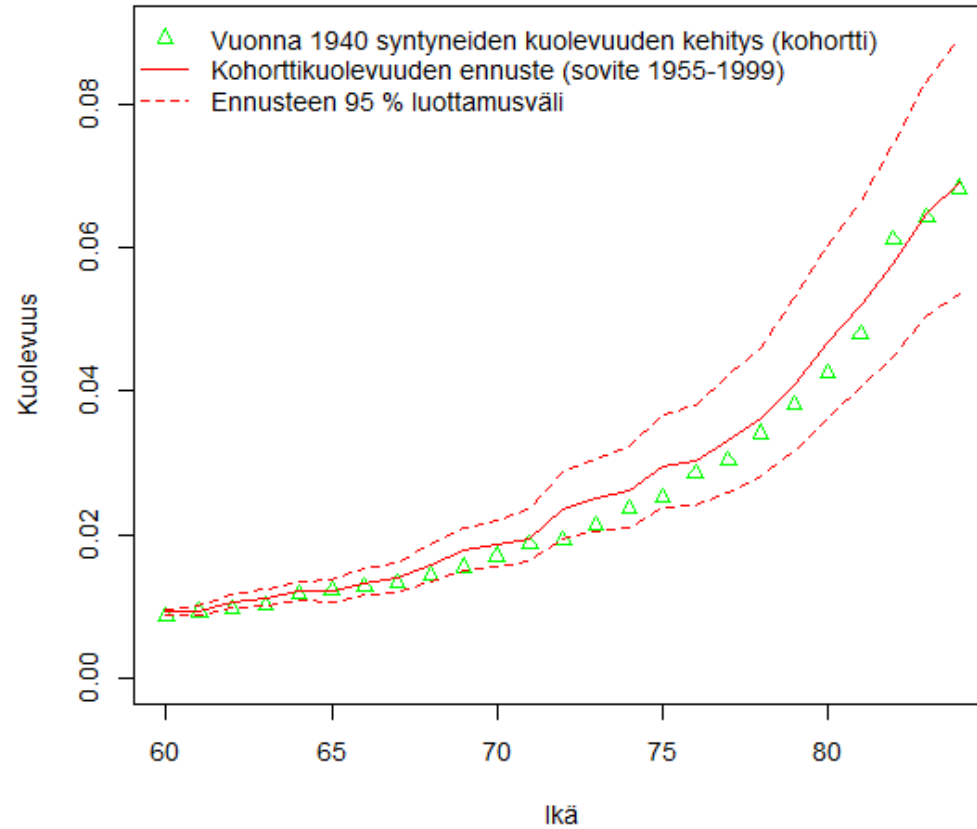
Vastasyntyneen elinajanodotteen ennuste

Mallivalinnoilla on väliä!



Kohorttikuolevuus vs. ennustettu kuolevuus

1940 syntyneiden kuolevuuden ennuste vuodesta 2000 alkaen
vs. toteuma



Vakuutuskuolevuudesta

- Edellä kuvaajissa kuolevuutta on tarkasteltu koko väestön tasolla, mutta vakuutettujen kuolevuus voi erota tästä.
- Esimerkiksi:
 - Liikenneonnettomuuden myötä työkyvyttömyyseläkkeelle joutuneiden kuolevuus väestöä korkeampaa (elinajanodote lyhyempi).
 - Henkivakuutettujen kuolevuus väestöä alhaisempaa riskivalinnan ja valikoitumisen takia.
- Ero huomioitava vakuutuskuolevuuden ennusteissa.
- Vakuutuskuolevuuden mallintamisen ongelmana on datan vähäisyys.
 - Ennusteiden luotettavuus on heikompi pienellä aineistolla.
- Eräs ratkaisu: Korjataan väestökuolevuuden ennusteita vakuutuskuolevuuden korjauskertoimilla ($L_{x,t}$):
 - $m_{x,t}^{vakuutuskuolevuus} = L_{x,t} * m_{x,t}^{väestökuolevuus}$

Finanssivalvonnan henkivakuutuskuolevuustutkimuksesta (K2024)

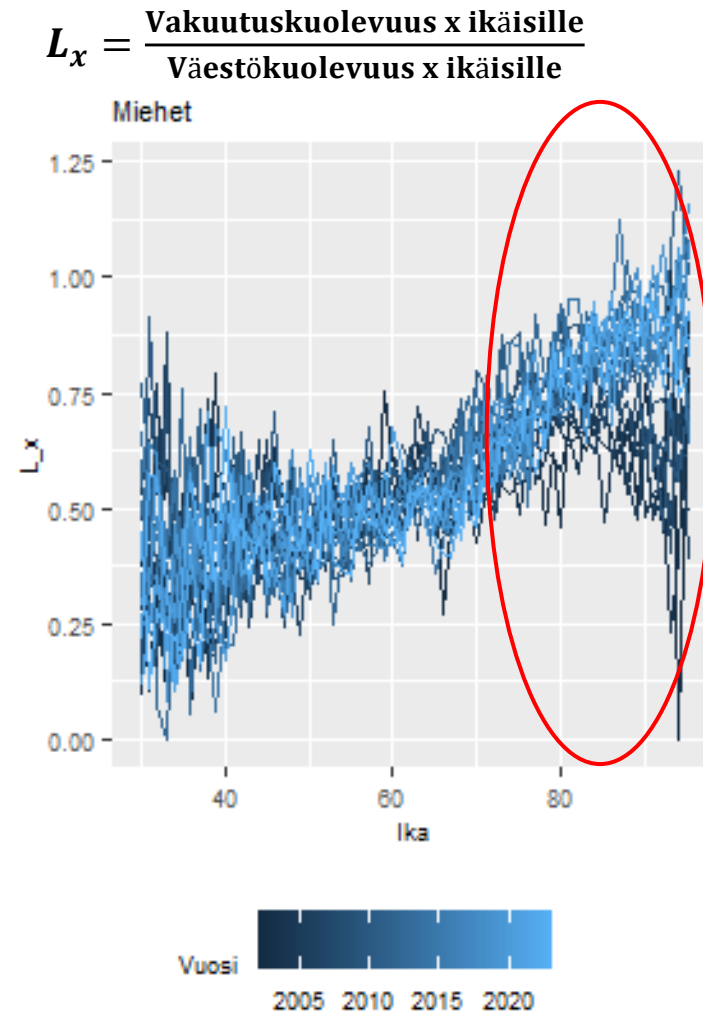
- Päivitettiin FIVAn aiemmat [K2012-tutkimuksen](#) mukaiset henkivakuutuskuolevuuden korjauskertoimet.
 - Poisson-regressiomalli.
 - Malleissa oletetaan, että korjauskertoimet pysyvät ajassa samana mutta vaihtelevat ikävuosittain.
 - Korjauskertoimet tuotteittain (säästövakuutukset, riskivakuutukset jne...)
- Tutkimusta varten suomalaisilta henkivakuutusyhtiöiltä kerättiin tietoja henkivakuutetuista tuoteluokittain vuosilta 2011–2023.
 - Aineistoa täydennettiin edeltävän tutkimuksen aineistolla vuosilta 2002–2010.
- Tuloksena saadut referenssikorjauskertoimet FIVAn työkalu henkivakuutusyhtiöiden kuolevuusoletuksia tarkasteltaessa.
 - Jaettu myös tiedoksi tutkimukseen osallistuneille vakuutusyhtiöille.
- Kaksi valvonnallista nostoa ([valvottavatiedote](#)):
 1. Yhtiöiden tulee varmistaa laskennassa käytettävän datan laatu.
 2. Yhtiöiden tulee varmistaa laskennassa käytettävien kuolevuusoletusten ajantasaisuus ja realismisuus.

Henkivakuutuskuolevuus suhteessa väestökuolevuuteen

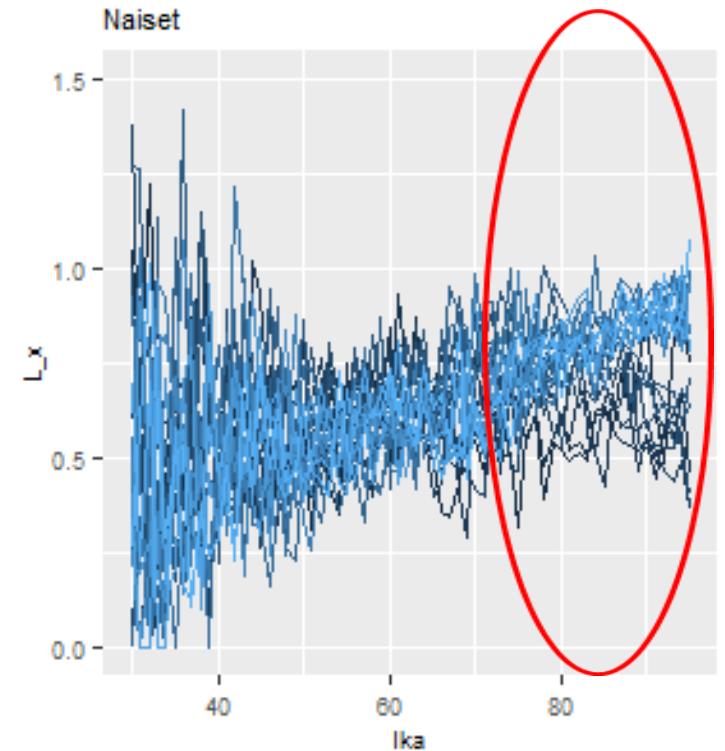
Kaikki henkivakuutukset

Tutkimuksessa havaittiin väestökuolevuuden ja henkivakuutuskuolevuuden eron pienentyneen etenkin yli 70-vuotiailla.

- Syitä mm. kannan rakenteen muuttuminen, mahdollisesti myös datan laadulliset asiat.
- Erityistä koronapandemian vaikutusta suhteeseen ei havaittu.



Lähde: Finanssivalvonta

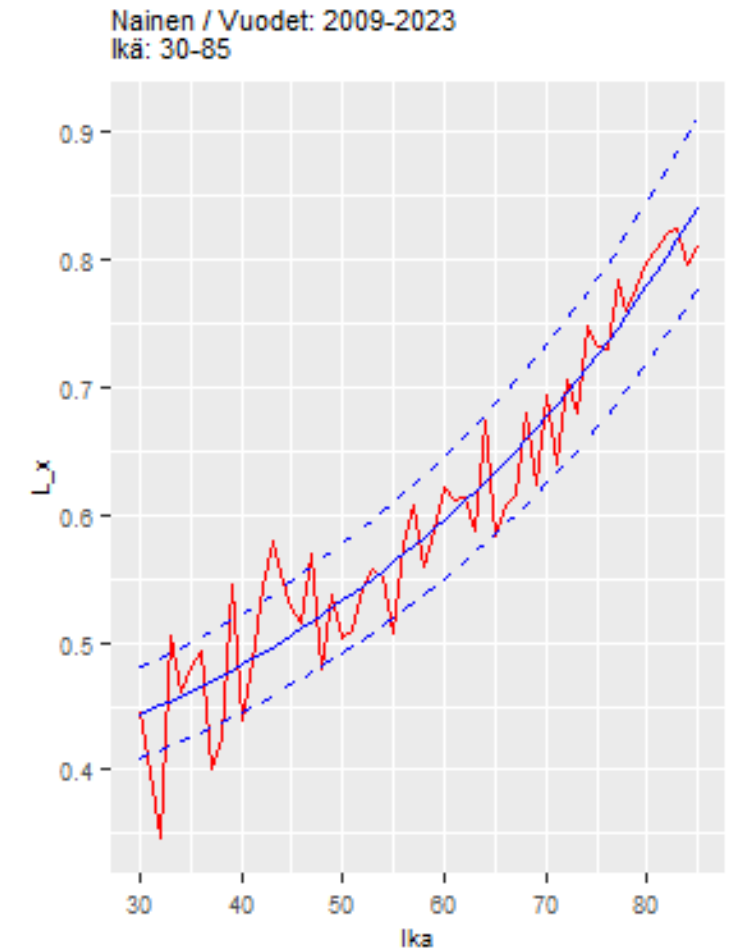


Esimerkki korjauskerroinmallin sovitteesta koko henkivakuutusaineistolla

- Punainen viiva on L_x (x-ikäisen henkivakuutuskuolevuus suhteessa väestökuolevuuteen) laskettuna yli mallin sovittamisessa käytetyn aikavälin.
- Sininen viiva on sovitettu korjauskerroinfunktio.
 - Sinisellä katkoviivalla on piirretty sovitteen 95 % luottamusvälit.



Lähde: Finanssivalvonta



Kiitos!

iiro.marttila@finanssivalvonta.fi