



Referenssi-kuolevuuden K2016 stokastinen mallintaminen vahinkovakuutusyhtiössä

Sisältö

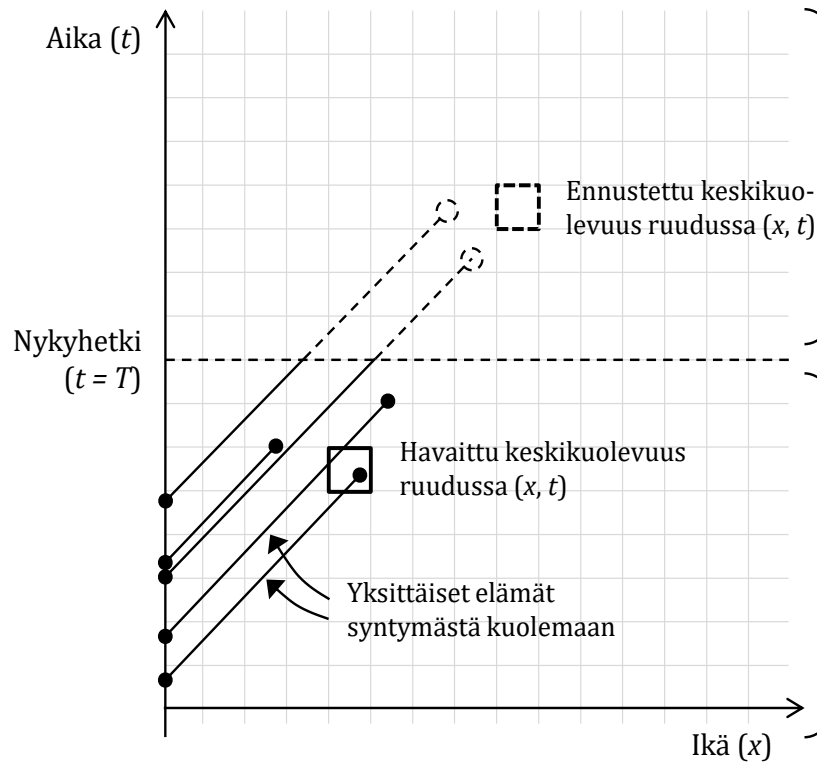
1. Johdanto
2. Taustaksi:
 - Referenssi-kuolevuusmalli K2016
 - Elinajan epävarmuustekijät
 - Korkeepävarmuus
3. Varsinainen työ:
 - Kuolevuuden simulointimenetelmä
 - Aineistot
 - Tulokset
4. Kevyttä pohdintaa

Johdanto

- Eläkemuotoinen korvausvastuu merkittävä osa vahinkovakuutusyhtiöiden vastuuelkaa.
 - Muodostuu valtaosin elinikäisistä eläkkeistä
 - Suuruus arvioidaan henkivakuutustekniikoin
- Tapaturma-, Liikenne- ja Potilasvakuutuskeskukset laatineet arvioinnin tueksi referenssikuolevuusmallin K2016.
- Työssä tutkitaan K2016 avulla mm.:
 1. Korvausvastuunnusteiden epävarmuutta
 2. Vakuutuskannan suuruuden vaikutusta
 3. Diskonttauskoron vaikutusta
- Tuloksia verrataan standardikaavaan ja tutkitaan standardikaavan sopivuutta riskiprofiiliin: pitkäikäisyys ja korkoriski.

Kuolevuus

Yleiset käsitteet



Ennuste

Epävarmuus lisääntyy, mitä kauemmas nykyhetkestä ennustetaan

Havaintoaineisto

Havaittu keskipuoletuus ruudussa (x, t) lasketaan kaavalla:

$$m_{xt} = \frac{\text{kuolemien lukumäärä}}{\text{arvio eletyistä henkilövuosista}}$$

K2016

Referenssi- kuolevuusmalli

- K2016 taustalla Lee-Carter malli:

$$\ln(m_{xt}) = \alpha_x + b_x k_t + e_{xt}$$

- Parametreille k_{T+h} oletetaan autoregressiivinen prosessi:

$$k_t = k_{t-1} + d + \epsilon_t$$

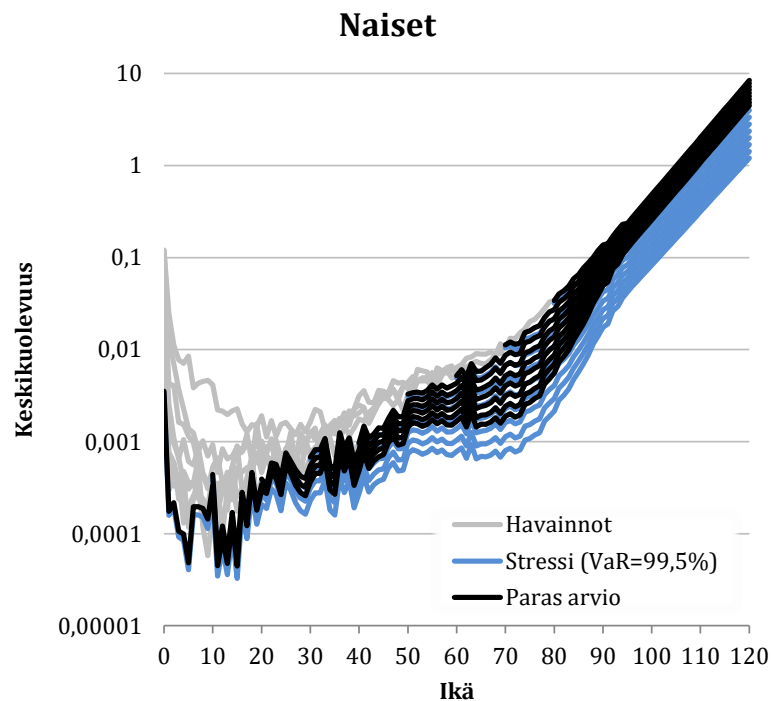
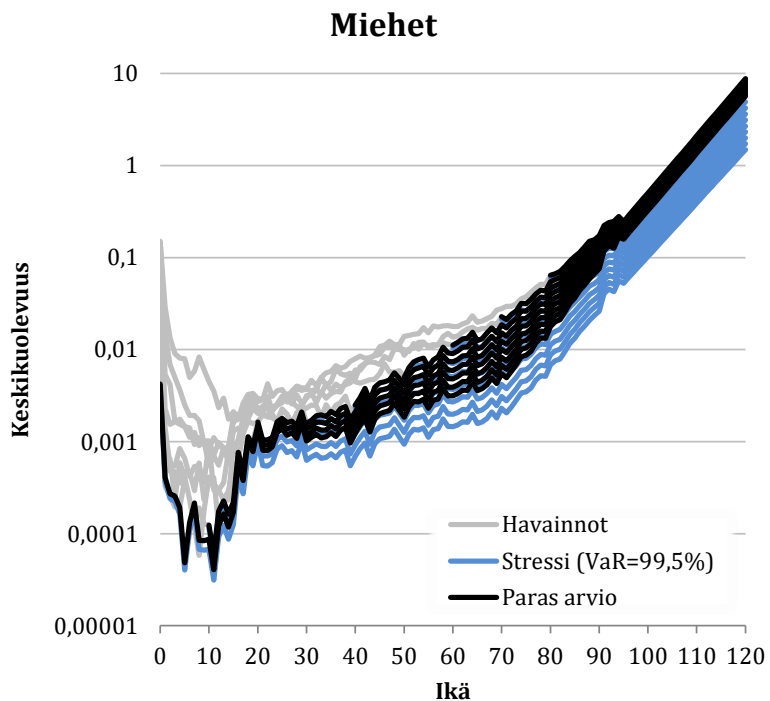
- Keskikuolevuuden paras arvio on:

$$\hat{m}_x(T+h) = m_x(T) e^{b_x d h}$$

- Ja keskikuolevuuden luottamusväli:

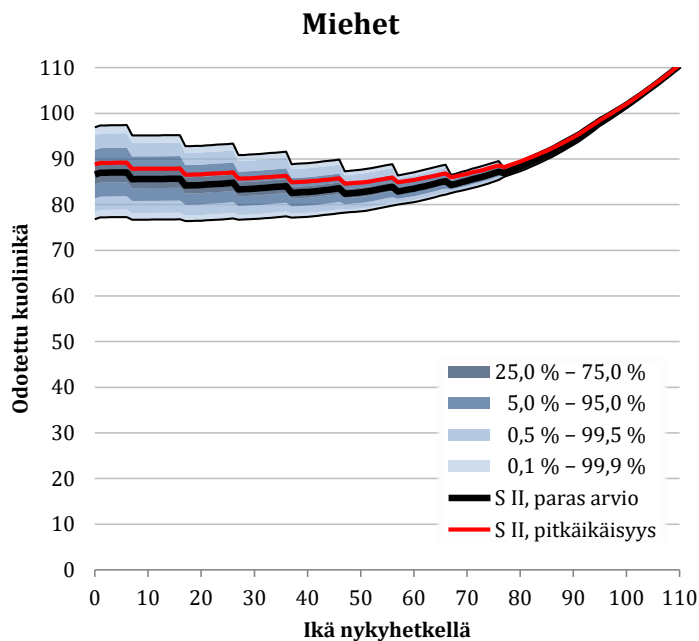
$$\hat{m}_x(T+h) e^{\pm z \cdot \underbrace{\sqrt{\sigma_e^2 + b_x^2 (h\sigma_e^2 + \frac{h^2\sigma_e^2}{N-2})}}_{=:K(z,x,h)}}$$

K2016: Keski-kuolevuudet i'ittäin

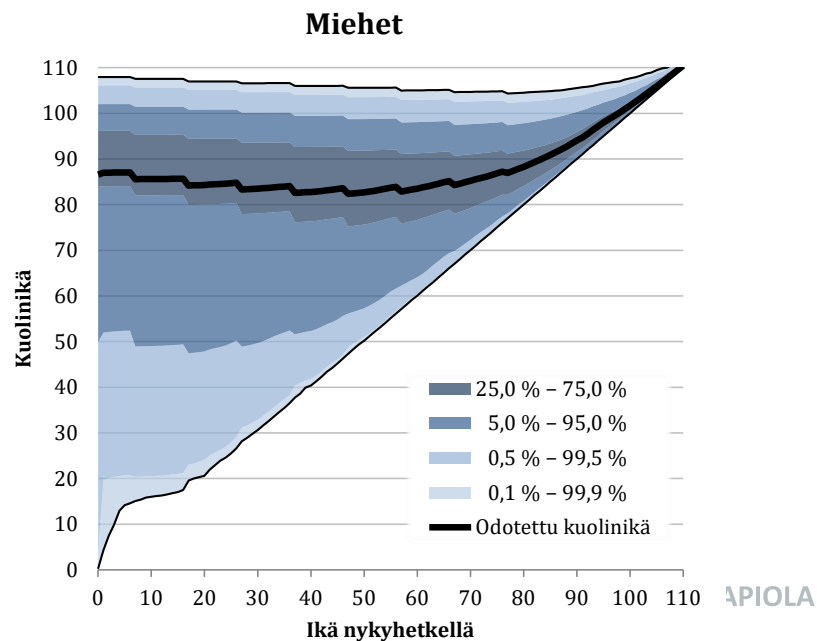


Elinajan epävarmuustekijät

Elinajanodotteen epävarmuus

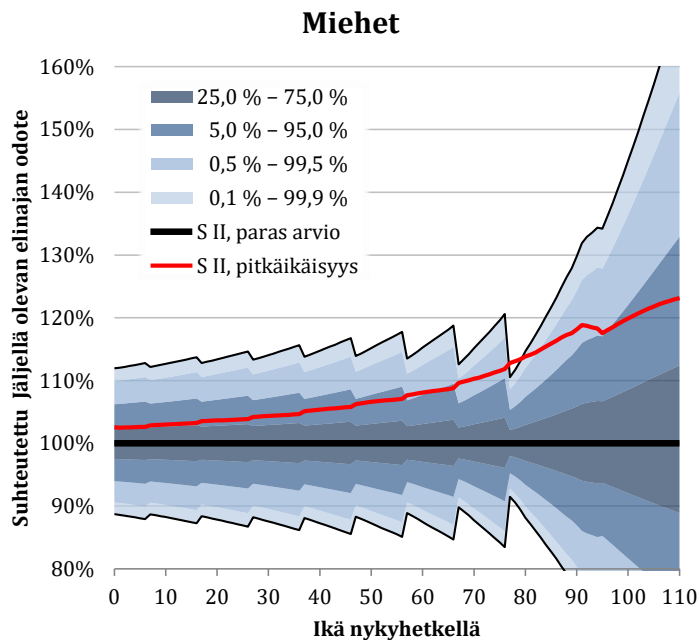


Elinajan yksilöllinen epävarmuus

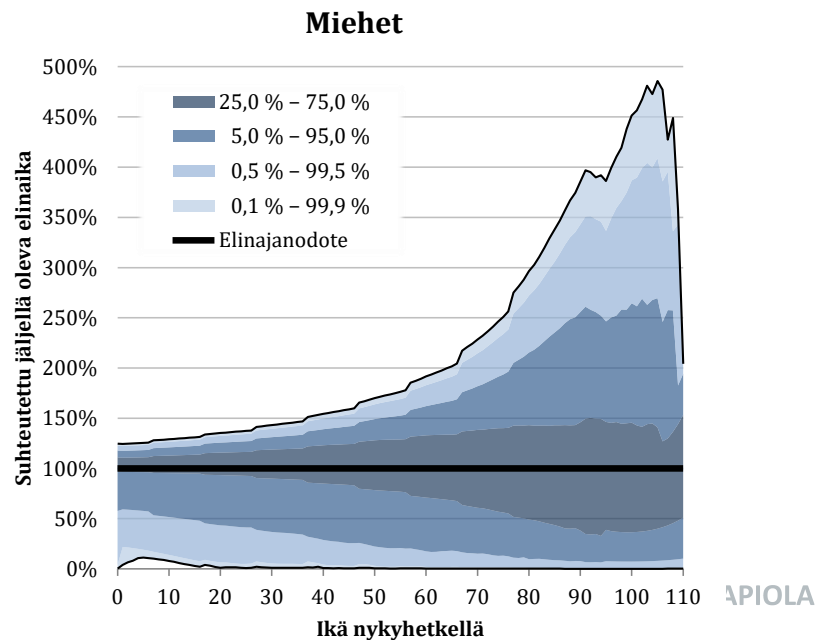


Elinajan epävarmuustekijät

Elinajanodotteen epävarmuus

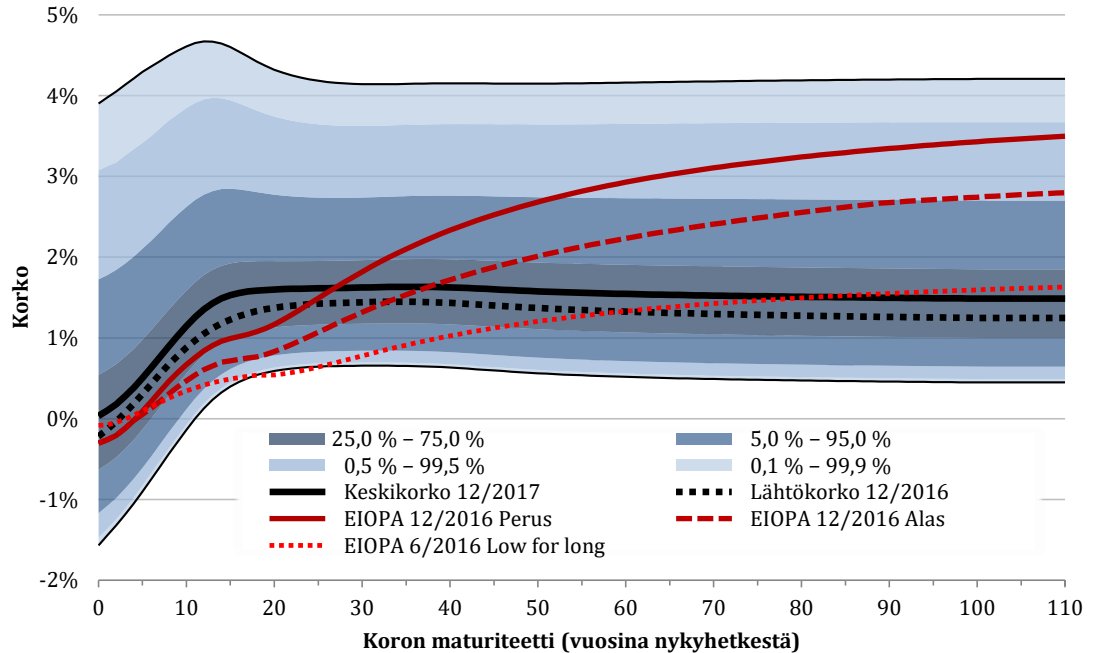


Elinajan yksilöllinen epävarmuus



Korkoepä- varmuus

- Diskonttauskorolla tunnetusti voimakas vaikutus vastuovelkaan.
- Koron vaihtelu simuloimalla swap-korkoja
 - Vuoden aikajänne
 - Kolmen faktorin affiini korkomalli

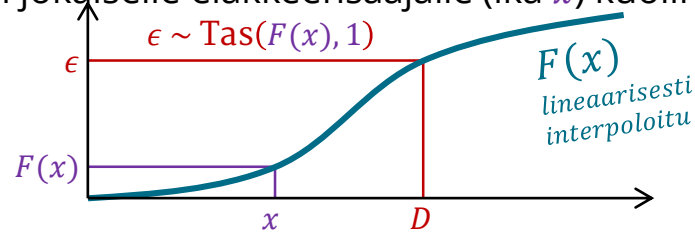


Kuolevuuden simulointi- menetelmä

1. Varioi kuolevuusmallin luottamustasoa:
 $z \sim N(0, 1)$
2. Päivitä vastasyntyneen kuolintodennäköisyyden kertymäfunktiot $F(x)$ vastaamaan uutta luottamustasoa

$$\begin{cases} F(0) = 0 \\ F(x) = 1 - \frac{2 - m_x(z)}{2 + m_x(z)} (1 - F(x - 1)) \end{cases}$$

3. Generoi jokaiselle eläkkeensaajalle (ikä x) kuolinikä D

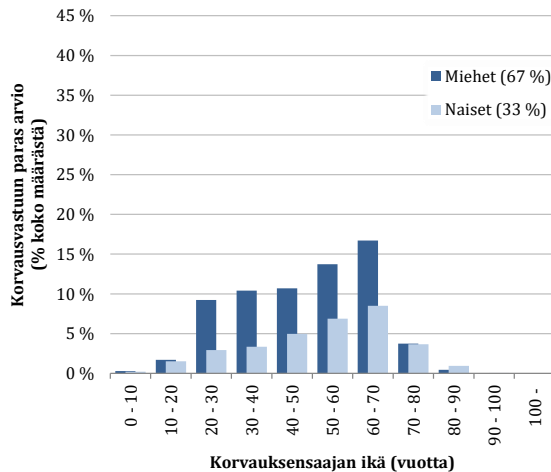


4. Muodosta kullekin eläkkeensaajalle kassavirrat ja summaa ne talteen myöhempää diskonttausta varten.
5. Toista kohdat 1-4. Työssä tehty 10 000 sim.

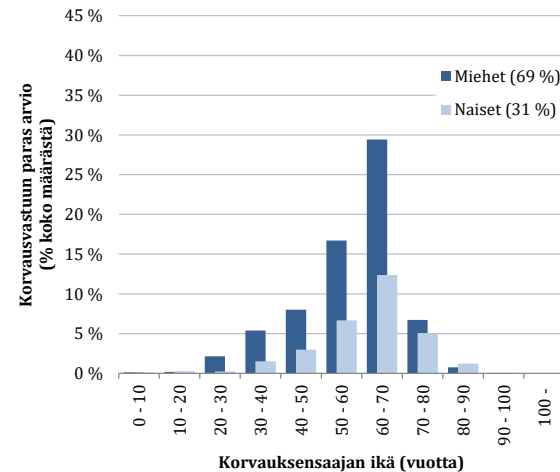
Aineistot

1. Pääasiassa Liikenne- ja työtaturmavakuutuksen eläkkeitä 1 200 milj. eur
2. Työtaturmavakuutuksen eläkkeitä 530 milj. eur
3. Liikennevakuutuksen eläkkeitä 26 milj. eur
4. Liikennevakuutuksen eläkkeitä 3,3 milj. eur

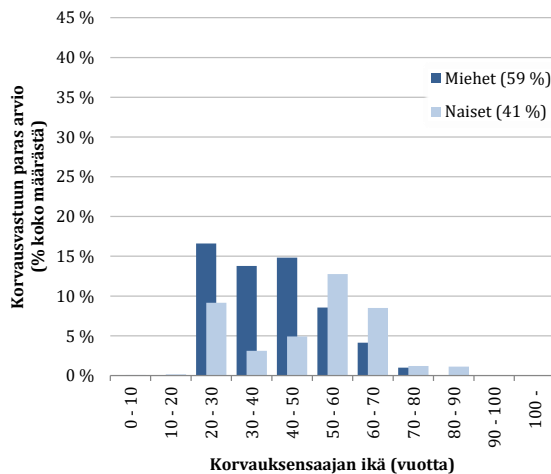
Koko aineisto



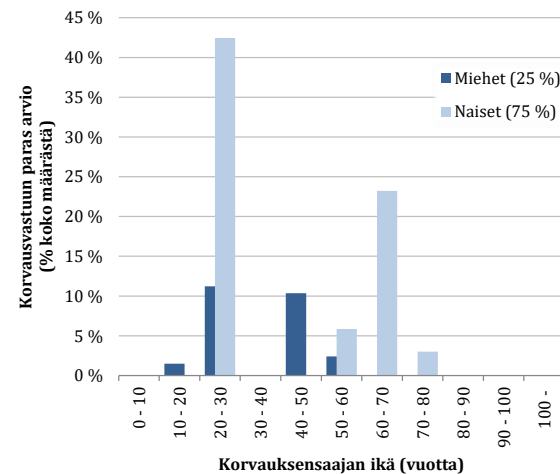
Työtaturmavakuutus



Liikennevakuutus: pieni



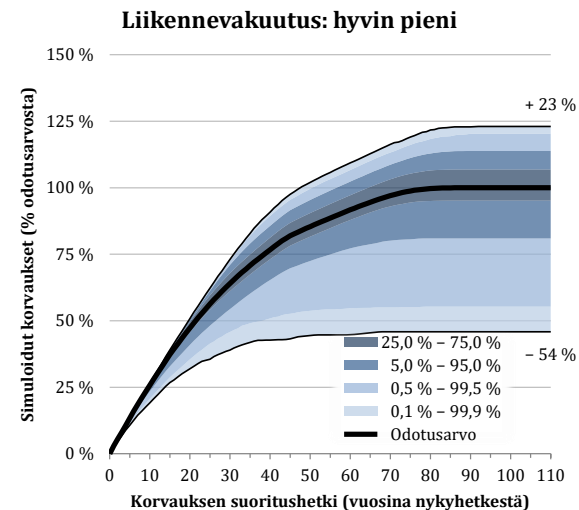
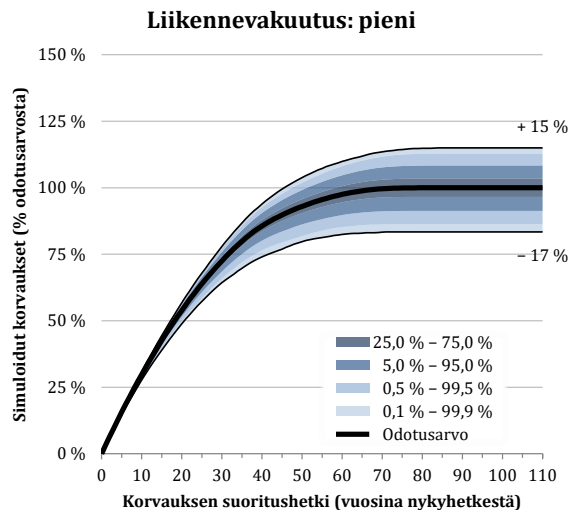
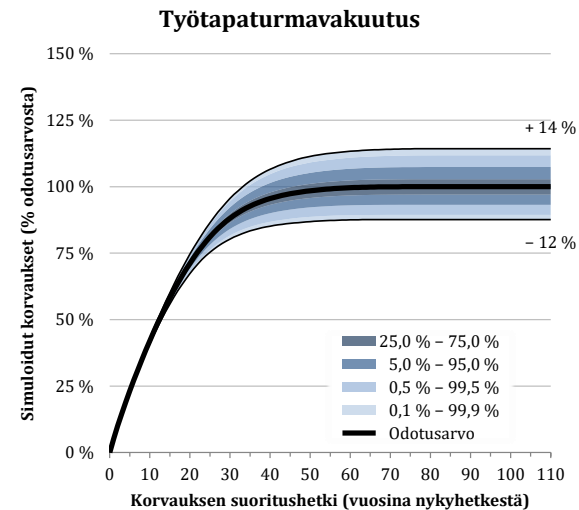
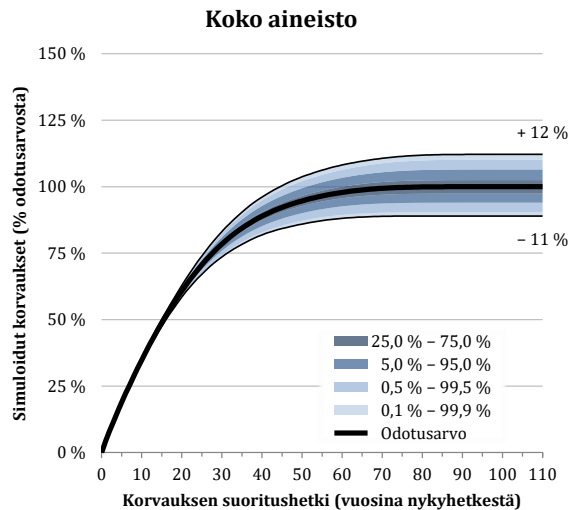
Liikennevakuutus: hyvin pieni



Tulokset

Diskonttaamattomat eläkkeet

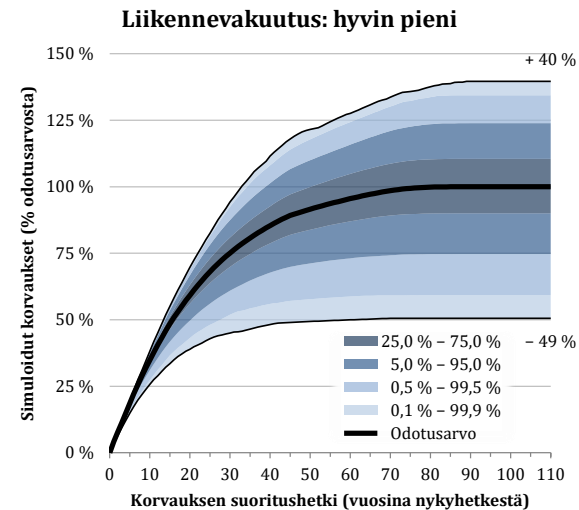
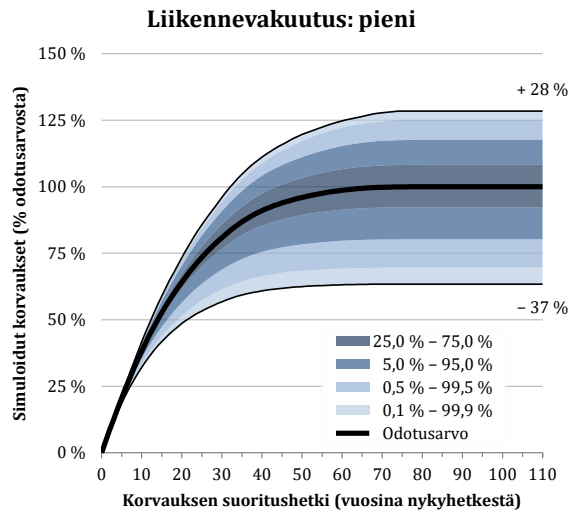
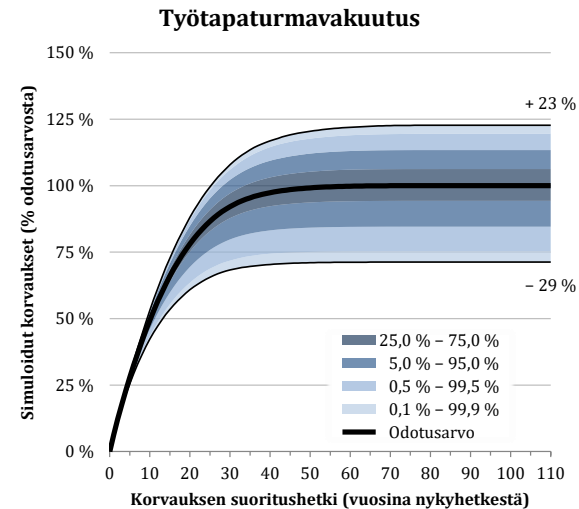
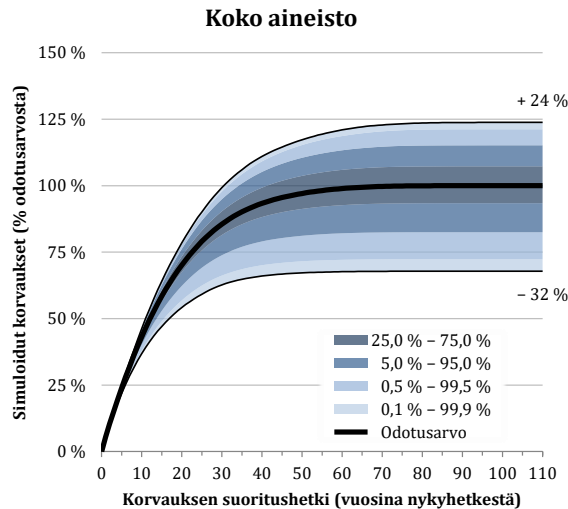
- Epävarmuus ilmenee maksettujen korvausten tasolla > 20 vuoden kuluttua
- Työtapaturmavakuutuksen korkea keski-ikä lyhentää kassavirtaa, mutta kasvattaa vaihteluväliä
- Hyvin pienellä vakuutuskannalla yksittäisten elinaikojen merkitys korostuu



Tulokset

Diskonttatut eläkkeet

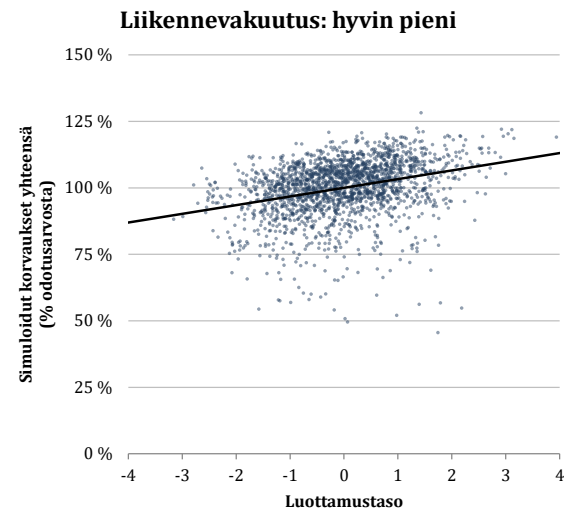
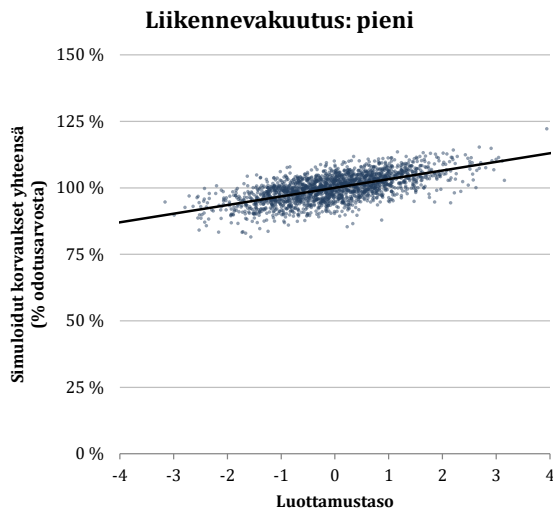
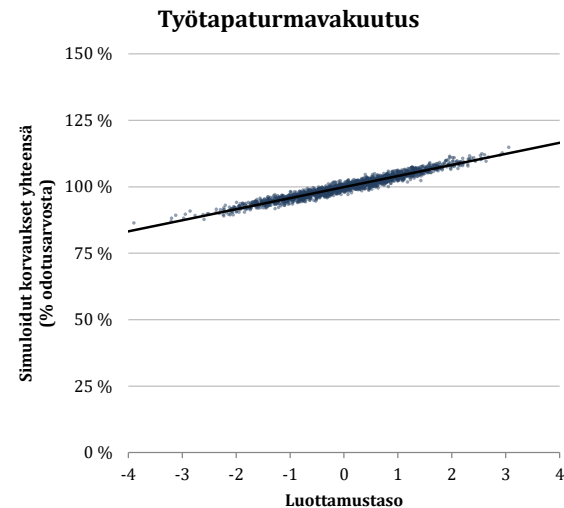
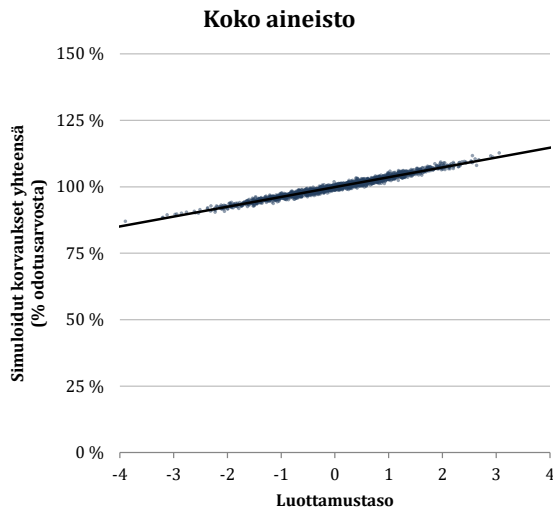
- Koron stokastisuus kasvattaa hajontaa merkittävästi.
- Epävarmuus ilmenee aiemmin.
- Hyvin pienellä kannalla riski ei lisääny samassa mittakaavassa kuin suuremmilla aineistoilla.



Tulokset

Luottamustason vaikutus (diskonttaamaton)

- Luottamustaso vastaa kuolevuusmallin epävarmuutta ja on mallin keskihajonnan monikerta.
- Suurilla aineistoilla luottamustaso selittää valtaosan kuolevuudesta johtuvasta vaihtelusta.
- Pienillä aineistoilla yksittäiset elinajat tulevat selvästi esille.
- Luottamustason vaikutus on käytännössä lineaarinen.

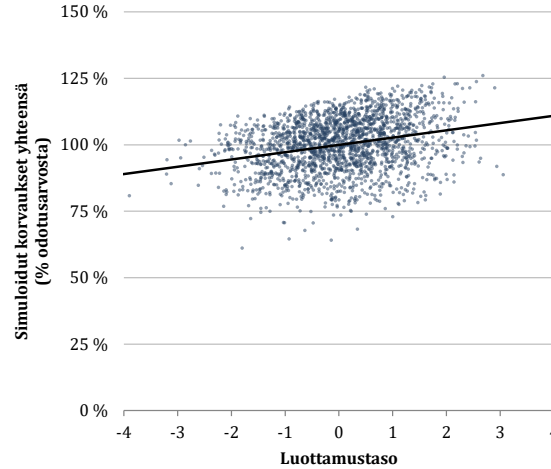


Tulokset

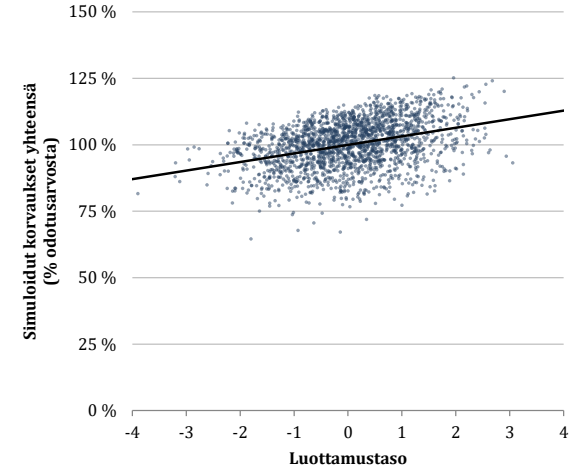
Luottamustason vaikutus (diskontattu)

- Luottamustason rooli pienenee kun tarkastellaan kokonaisriskiä (=korkoriski dominoi)
- Vaikutus edelleen lineaarinen, mutta pienemmällä kulmakertoimella (=diskonttaus vaimentaa riskiä).

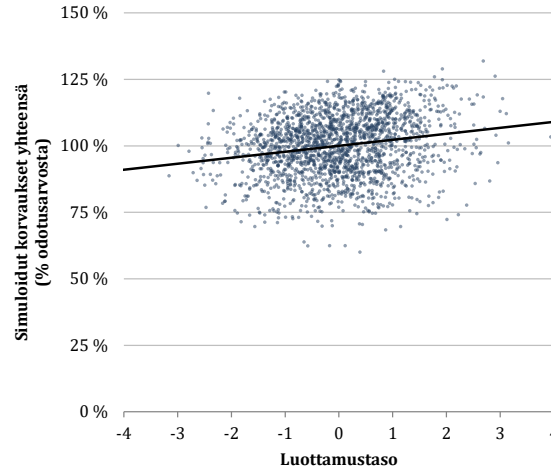
Koko aineisto



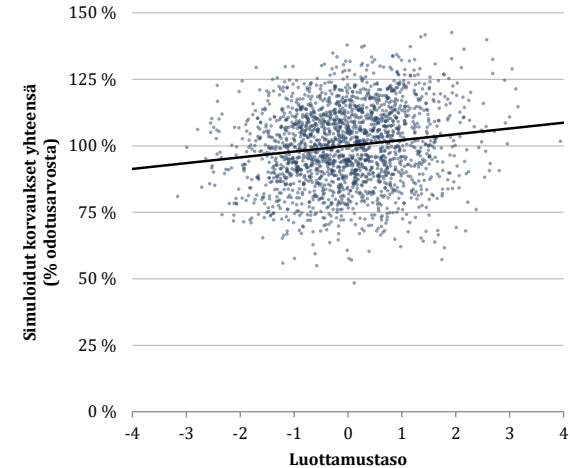
Työtapaturvamavakuutus



Liikennevakuutus: pieni



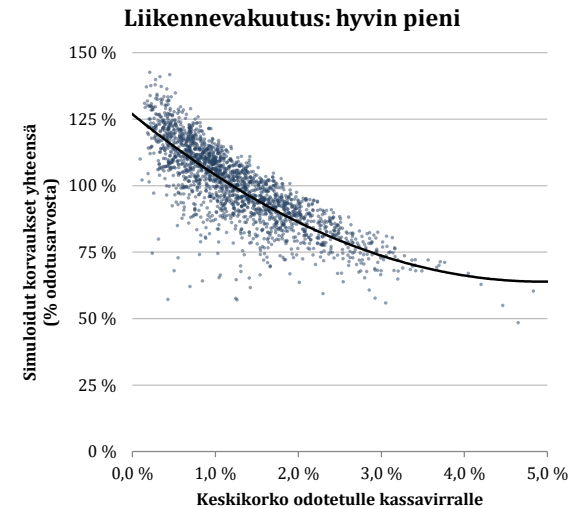
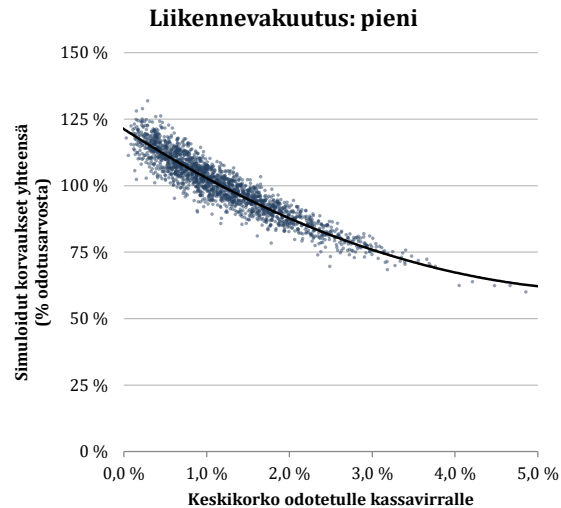
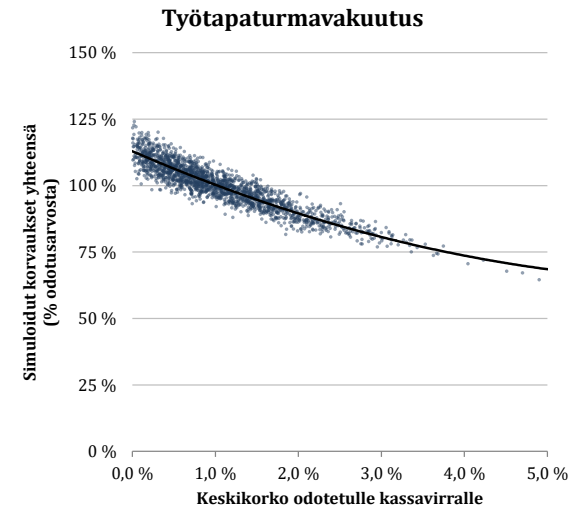
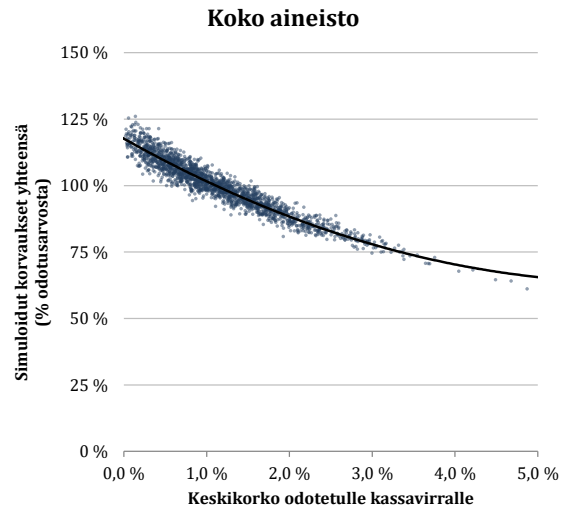
Liikennevakuutus: hyvin pieni



Tulokset

Koron vaikutus

- Koron suhteen tarkasteltuna hajontakuviot selkeästi edellistä suppeampia (=korkoriski dominoi)
- Toisaalta korkotaso ei yksinään riitä kuvaamaan kokonaisriskiä.



Tulokset

Riskiyhteenveto ja vertailu standardikaavaan

- Standardikaava ei huomioi yksittäisistä elinajoista aiheutuvaa riskiä.
- Standardikaava vaikuttaa aliarvioivan pitkäikäisyysriskiä. Korostuu erityisesti pienillä kannoilla.
- Standardikaava vaikuttaa selvästi aliarvioivan korkoriskiä.
- Kuolevuus- ja korkoriskin välillä havaittiin standardikaavaa suurempi korrelaatio.

Koko aineisto

	VaR (% S II parhaasta arviosta)				
	S II 99,5 %	Simuloinnit			
	75 %	95 %	99,5 %	99,9 %	
Pitkäikäisyysriski	4 %	2 %	5 %	8 %	9 %
- Kuolevuusmalli	4 %	2 %	5 %	7 %	8 %
- Yksittäiset elinajat	0 %	0 %	1 %	1 %	2 %
Korkoriski	6 %	7 %	14 %	18 %	19 %
Kokonaisriski	8 %	7 %	15 %	22 %	24 %
Riskien korrelaatio					
- Malli vs. elinajat		-11 %	8 %	4 %	36 %
- Pitkäik. vs. korko	12 %	-13 %	5 %	33 %	37 %

Työtapaturvamavakuutus

	VaR (% S II parhaasta arviosta)				
	S II 99,5 %	Simuloinnit			
	75 %	95 %	99,5 %	99,9 %	
Pitkäikäisyysriski	6 %	2 %	6 %	9 %	11 %
- Kuolevuusmalli	6 %	2 %	5 %	9 %	10 %
- Yksittäiset elinajat	0 %	1 %	1 %	2 %	3 %
Korkoriski	4 %	6 %	12 %	15 %	16 %
Kokonaisriski	8 %	6 %	13 %	19 %	23 %
Riskien korrelaatio					
- Malli vs. elinajat		-11 %	6 %	16 %	40 %
- Pitkäik. vs. korko	25 %	-14 %	6 %	31 %	41 %

Liikennevakuutus: pieni

	VaR (% S II parhaasta arviosta)				
	S II 99,5 %	Simuloinnit			
	75 %	95 %	99,5 %	99,9 %	
Pitkäikäisyysriski	3 %	3 %	7 %	10 %	12 %
- Kuolevuusmalli	3 %	2 %	4 %	6 %	7 %
- Yksittäiset elinajat	0 %	2 %	5 %	8 %	9 %
Korkoriski	7 %	8 %	16 %	21 %	22 %
Kokonaisriski	8 %	9 %	18 %	26 %	29 %
Riskien korrelaatio					
- Malli vs. elinajat		-3 %	5 %	0 %	4 %
- Pitkäik. vs. korko	25 %	-11 %	12 %	39 %	46 %

Liikennevakuutus: hyvin pieni

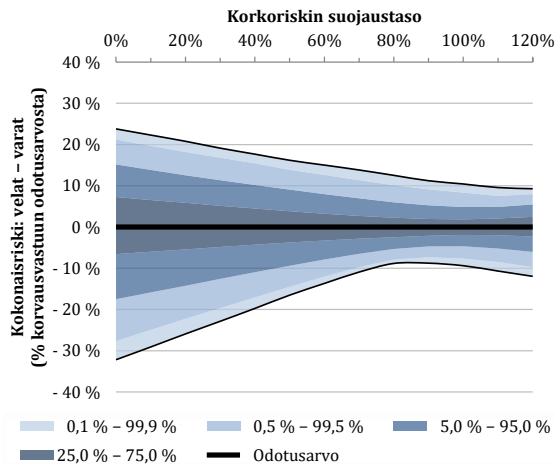
	VaR (% S II parhaasta arviosta)				
	S II 99,5 %	Simuloinnit			
	75 %	95 %	99,5 %	99,9 %	
Pitkäikäisyysriski	3 %	6 %	12 %	17 %	19 %
- Kuolevuusmalli	3 %	2 %	4 %	6 %	7 %
- Yksittäiset elinajat	0 %	6 %	11 %	15 %	17 %
Korkoriski	8 %	10 %	20 %	26 %	29 %
Kokonaisriski	9 %	11 %	26 %	37 %	42 %
Riskien korrelaatio					
- Malli vs. elinajat		-3 %	4 %	3 %	5 %
- Pitkäik. vs. korko	25 %	-5 %	24 %	44 %	52 %

Tulokset

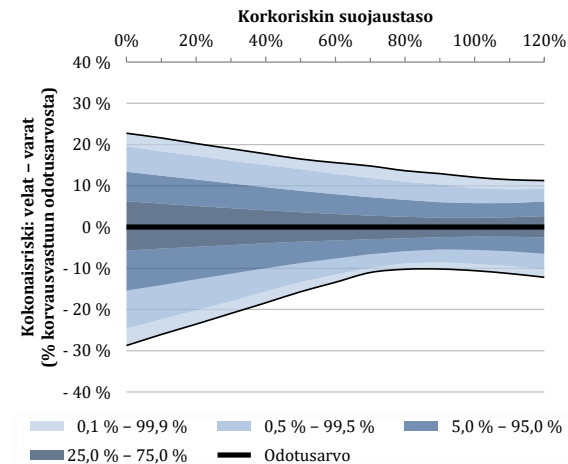
Korkoriskin suojaaminen

- Korkoriskiä mahdollista suojata.
- Tutkittu replikoivan korkosalkun vaikutusta kokonaisriskiin (velat-varat) eri suojaustasoilla.
- Kokonaisriskin minimoiva suojaus edellyttää yli 100 % suojaustasoa (riskijakauman epäsymmetrisyys).

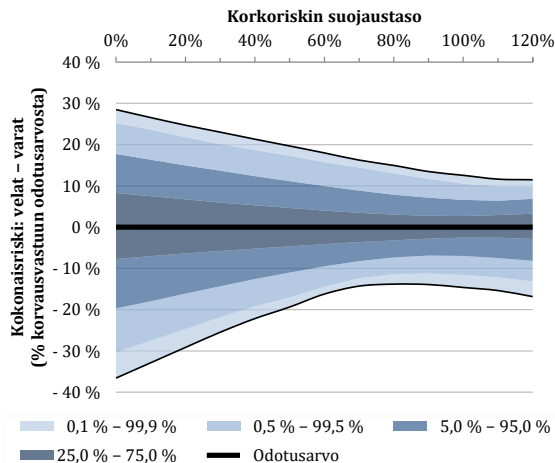
Koko aineisto



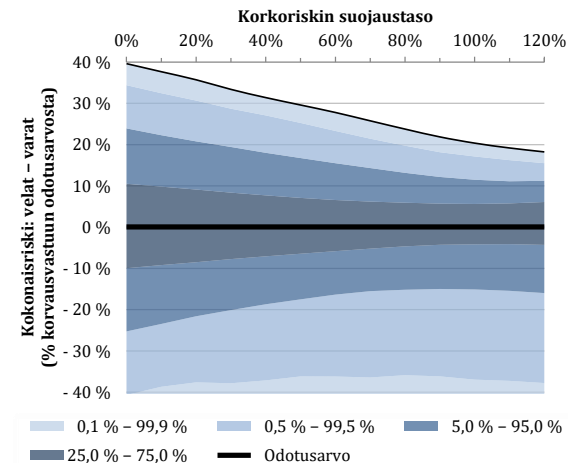
Työtapaturvakuutus



Liikennevakuutus: pieni

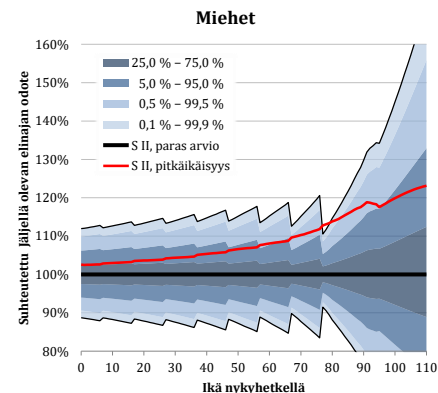


Liikennevakuutus: hyvin pieni



Kevyttä pohdintaa

- Standardikaava aliarvioi pitkäikäisyysriskiä myös isoilla kannoilla? Mahdollisia syitä:
 - Vakio alenemisprosentti 20% on yksinkertaistus, joka ei esim. huomioi trendiepävarmuutta.
 - Kalibroitu Henkiyhtiöiden sisäisiin malleihin? Henkiyhtiöillä keski-ikä korkeampi?
 - Toisaalta referenssimallissa K2016 joitakin turvaavia oletuksia (b_x valinta maksimina luottamusväliä laskettaessa)
- Standardikaava vaikuttaa aliarvioivan korkoriskiä:
 - Nykyinen matala korkosuhdanne → shokki ei vaikuta lähellä nolaa oleviin korkoihin käytännössä ollenkaan.
 - ”Poliittinen” ongelma? Kuuluisi kuitenkin yhtiöiden ORSA:ssa selvittää.





Kiitos!