

**VAHINKOVAKUUTUKSEN ELÄKEMUOTOISTEN VASTUIDEN  
EPÄVARMUUS**

Jesse Kolponlahti

SHV – tutkielma (suppea)

10.8.2016

## Sisältö

|          |                                       |           |
|----------|---------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Johdanto .....</b>                 | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Eläkevahingot.....</b>             | <b>2</b>  |
| <b>3</b> | <b>Eläkevarauksen epävarmuus.....</b> | <b>7</b>  |
|          | 3.1 Tunnetut eläkkeet.....            | 7         |
|          | 3.2 Tuntemattomat eläkkeet .....      | 10        |
| <b>4</b> | <b>Epävarmuuden mallinnus .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>5</b> | <b>Esimerkkilaskelmat .....</b>       | <b>17</b> |
| <b>6</b> | <b>Lopuksi.....</b>                   | <b>21</b> |
|          | <b>Lähteet.....</b>                   | <b>22</b> |

### Abstract

*An annuity reserve is a prediction of a claimant's loss of earnings in the future. Annuity reserves are a significant part of P/C insurers' technical provision in Finland. The majority of P/C annuities are caused by work-related accidents or traffic accidents.*

*Any P/C insurer, who is responsible of an annuity, carries financial risk. If reality differs from prediction, annuities' costs might exceed reserves and the insurer must pay the difference from its own capital. Annuity reserving incurs risks of three main type; revision risk, interest rate risk and longevity risk. Inflation risk is neutralized by Finnish legislation, because yearly index increases of annuities are funded outside P/C insurers own financials according to a 'pay as you go' scheme.*

*Revision risk reflects the uncertainty of future annuity payments. In particular, 'part time annuities' contain revision risk. These annuities might be revised and become 'full time annuities' if the circumstances of a claimant change. Interest rate risk reflects the uncertainty of future risk-free returns. When setting annuity reserves, discounting is used to evaluate cash flows. Discounting represents risk-free returns from investment markets. Longevity risk reflects the uncertainty of remaining lifetime. When setting annuity reserves, assumption of claimants' survival probabilities are made.*

*In this paper, longevity risk is analysed mathematically. A model is defined that aims to illustrate long-term stochasticity of mortality. The model is applied to simulate possible future scenarios of survival probabilities, and therefore possible outcomes of annuity.*

*Main goals of this paper are to portray annuity uncertainty and to present mathematical approach for longevity risk modeling.*

# 1 JOHDANTO

Suomalaisten vahinkovakuutusyhtiöiden vastuvelasta merkittävä osa on eläkemutoista vastuovelkaa. Vuoden 2014 lopussa suomalaisten vahinkovakuutusyhtiöiden taseissa oli tunnettujen vahinkojen eläkemutoista korvausvastuuta noin 5 miljardia euroa<sup>1</sup>.

Tämän tutkielman tarkoitus on pohtia eläkemutoisen korvausvastuun epävarmuutta. Millaisia epävarmuustekijöitä eläkemutoisessa korvausvastuussa on? Kuinka suuri on epävarmuus, joka 5 miljardin euron vastuuseen kätkeytyy? Tutkielmassa on kyse eläkkeiden korvausvastuiden epävarmuustekijöiden kuvaamisesta ja pohdiskelusta. Asiaa jäsennetään myös matemaattisesti mallintamalla.

Luvussa 2 käydään läpi pääpiirteittäin, mitä vahinkovakuutusyhtiöiden eläkemutoiset vahingot ovat. Luvussa 3 kuvaillaan eläkemutoisen korvausvastuun epävarmuustekijöitä. Luvussa 4 lähestytään epävarmuutta matemaattisen mallintamisen kautta. Mallia sovelletaan esimerkinomaisesti luvussa 5. Lopussa on lyhyt yhteenveto.

Suomessa vakuutustoimintaa säännellään varsin paljon. Vakavaraisuuslainsäädännön ydinajatus on se, että vakuutusyhtiön pitää olla taloudellisesti riittävän hyvin varautunut mahdollisiin tappioihin. Jotta varautuminen olisi mahdollista, pitää taloudellisia riskejä ymmärtää ja arvioida.

Toivon, että tutkielman lukija saa yleistajuisen katsauksen niistä riskeistä, joita suomalaiset vahinkovakuutusyhtiöt eläkemutoisten velvoitteiden myötä kantavat.

---

<sup>1</sup> Lakisääteinen tapaturma, n. 2,5 mrd., Liikennevakuutus, n. 2,0 mrd. Arvio: vakuutuskeskus. Lisäksi eläkemutoista korvausvastuuta on potilasvakuutuksessa ja vastuuvakuutuksessa

## 2 ELÄKEVAHINGOT

Luvussa kuvataan pääpiirteittäin, mitä ovat eläkemuoiset vahingot, joita vahinkovakuutusyhtiöt korvaavat.

### **Eläkevahingot vahinkovakuutusyhtiöissä**

Vahinkovakuutusyhtiölle voi syntyä eläkemuoista korvausvastuuta sellaisissa vakuutuksissa, joilla korvataan vakuutetun kärsimiä ansionmenetyksiä. Valtaosa suomalaisten vahinkovakuutusyhtiöiden eläkevahingoista ovat lakisääteisessä tapaturmavakuutuksessa tai liikennevakuutuksessa. Lisäksi eläkemuoisia vahinkoja on ainakin potilasvakuutuksessa ja erilaisissa vastuuvakuutuksissa.

Lakisääteinen tapaturmavakuutus korvaa työtapaturmien ja ammattitautien aiheuttamia hoitokustannuksia ja ansionmenetyksiä. Lakisääteinen tapaturmavakuutus on luotu työntekijän turvaksi työtapaturmien ja ammattitautien varalta [6, s. 9].

Liikennevakuutus korvaa ajoneuvon käyttämisestä liikenteessä johtuvia vahinkoja. Liikennevakuutus on lakisääteinen vahinkovakuutus, jonka tarkoituksena on antaa kattava vakuutusturva moottoriajoneuvon liikenteeseen käyttämisestä vahinkoa kärsineille aiheutuvan esine- ja henkilövahingon varalta [7, s. 5].

Työtapaturmavakuutus on osa suomalaista sosiaaliturvajärjestelmää. Myös liikennevakuutuksessa on vastaavia piirteitä. Molempien järjestelmien hoito on yksityistetty siten, että yksityiset vahinkovakuutusyhtiöt hoitavat toimeenpanon. Sosiaali- ja terveysministeriö vastaa järjestelmien lainsäädännöstä ja kehittämisestä.

Eläkevahingot ovat tätä nykyä varsin harvinaisia. Työ- ja liikenneturvallisuuden parantuminen näkyy vahinkojen määrien kehityksessä. Kuitenkin eläkevahinkoja tapahtuu edelleen säännöllisesti. Esimerkiksi lakisääteisen tapaturmavakuutuksen eläkkeitä vahvistetaan Suomessa keskimäärin noin yksi päivässä<sup>2</sup>. Työtapaturmia sattuu kaiken kaikkiaan Suomessa päivittäin noin 350<sup>3</sup>.

Lakisääteisen tapaturmavakuutuksen etuudet määritellään työtapaturma – ja ammattitautilaissa [9], ja liikennevakuutuksen etuudet määritellään liikennevakuutuslaissa [3].

---

<sup>2</sup> Välillä 2009–2014 vahvistettiin keskimäärin 358 palkansaajan eläkettä vuodessa. Yrittäjille eläkevahinkoja on viime vuosina sattunut noin 20 vuosittain. Lähde: TVK

<sup>3</sup> Vuoden 2015 aikana vakuutusyhtiöt korvasivat noin 129 500 vahinkoa. Lähde: TVK, ennakoarvio

Molempien vakuutusjärjestelmien lähtökohta-ajatuksena on korvata vahingonkärsineelle ansiotaso, jonka hän olisi ansainnut työssä ja työeläkkeellä ilman vahingon sattumista.

Maksettava eläkekorvaus perustuu vahingoittuneen henkilön vuosityöansioon. Liikennevahingoissa arvioidaan lisäksi, miten henkilön ansiotaso olisi kehittynyt tulevaisuudessa. Tämä on olennaista etenkin tapauksissa, joissa vahingoittunut henkilö on lapsi tai nuori. Eläkkeensaajalle maksettavaa eläkekorvausta korotetaan vuosittain<sup>4</sup>, jotta eläkkeen ostovoima säilyy. Eläkekorvauksen taso pienenee 65 ikävuoden jälkeen. Näin huomioidaan se, että tavallinen työeläke on pienempi kuin palkka. Eläkettä maksetaan henkilön kuolemaan saakka.

### **Eläkkeen käsittely ja maksaminen**

Yksityiset vahinkovakuutusyhtiöt hoitavat lakisääteisen tapaturmavakuutuksen ja liikennevakuutuksen toimeenpanon. Ne myöntävät vakuutukset ja käsittelevät vahingot.

Kun vakuutusyhtiö saa tiedon vahinkotapahtumasta<sup>5</sup>, se aloittaa asian käsittelyn. Vakuutusyhtiö kerää tarvittavat tiedot tapahtuneesta ja tekee päätöksen, onko vahinko vakuutuksesta korvattava vai ei. Vahingon ollessa vakuutuksesta korvattava, ensin korvataan siihen mennessä realisoituneet menetykset ja kulut. Näitä ovat sairaanhoidon kustannukset, muut kustannukset ja mahdolliset ansionmenetykset.

Mikäli nähdään, että vahingoittuneelle aiheutuu ansionmenetystä myös tulevaisuudessa, vakuutusyhtiö tekee päätöksen eläkkeen maksamisesta. Eläke voidaan myöntää osittaisena, mikäli vahingoittuneen henkilön ansionmenetys on osittainen. Pyrkimys on mahdollisuuksien mukaan kuntouttaa henkilö takaisin työelämäään. Kuntoutus voi tarkoittaa myös uuden ammatin opiskelua. Vakuutusyhtiö korvaa kuntoutuksen kustannukset.

Tärkeää on, että vahingoittunut henkilö saa samanlaisen palvelun riippumatta siitä, mikä vakuutusyhtiö hänen asiaansa käsittelee. Kaikki eläketapaukset käsitellään yksittäisen vakuutusyhtiön lisäksi puolueettomissa lautakunnissa, tapaturma-asiain korvauslautakunnassa ja liikennevahinkolautakunnassa.

### **Eläkkeiden rahoitus**

Vahinkovakuutusyhtiöt, jotka toimivat liikenne- ja työtapaturmavakuutusmarkkinoilla, vastaavat vahinkojen rahoittamisesta. Järjestelmät ovat osittain rahastoivia. Tällä tarkoitetaan

---

<sup>4</sup> Työeläkeindeksi (palkkojen painoarvo 20 %, hintojen painoarvo 80 %)

<sup>5</sup> Tieto voi esimerkiksi tulla vahingoittuneelta henkilöltä, vahingoittuneen työnantajalta, liikennevakuutuslaitokselta tai poliisilta

sitä, että osa korvauksista maksetaan aiemmin rahastoiduista varoista ja osa jakojärjestelmän kautta.

**Jakojärjestelmällä** tarkoitetaan rahoitusjärjestelmää, jossa kunakin vuonna maksettavaksi tulevat kustannukset rahoitetaan samana vuonna kerättävillä maksuilla. Sekä tapaturmavakuutuksessa [9, 231 §] että liikennevakuutuksessa [3, 18b §] jakojärjestelmällä rahoitetaan muun muassa eläkemuotoisten korvausten indeksikorotukset, erät yli kymmenen vuotta sitten sattuneiden vahinkojen sairaanhoidon ja kuntoutuksen korvaukset, vakuuttamattomuustilanteissa aiheutuneista vahingoista maksettavat korvaukset ja korvaukset suurvahingoista suurvahinkorajan ylittävältä osalta<sup>6</sup>. Näitä korvauseriä, joista siis indeksikorotukset liittyvät eläkemuotoisiin vahinkoihin, kutsutaan jakojärjestelmäkorvauksiksi.

Kalenterivuoden aikana maksettavat jakojärjestelmäkorvaukset jaetaan vakuutusyhtiöiden rahoitettavaksi maksutulojen suhteessa. Lakisääteisen tapaturmavakuutuksen jakojärjestelmäkorvaukset jaetaan yhtiöiden kesken lakisääteisen tapaturmavakuutuksen maksutulojen suhteessa, ja liikennevakuutuksessa vastaavasti jakoperuste on liikennevakuutuksen maksutulo<sup>7</sup>. Kaikki Suomessa lakisääteistä tapaturmavakuutusta tai liikennevakuutusta harjoittavat vakuutusyhtiöt osallistuvat jakojärjestelmäkorvausten maksamiseen. Tapaturmavakuutuskeskus ja Liikennevakuutuskeskus vastaavat järjestelmän hallinnosta.

Vakuutusyhtiöt keräävät tarvittavan rahan jakojärjestelmäkorvausten maksamiseen vakuutusmaksujen laskuttamisen yhteydessä. Tätä vakuutusmaksun osaa kutsutaan jakojärjestelmämaksuksi. Yleinen periaate on veloittaa jakojärjestelmämaksu asiakkailta vakuutusmaksutulojen suhteessa, jolloin jakojärjestelmäkorvaukset allokoituvat maksutulon mukaisesti nykyisen asiakassukupolven maksettaviksi.

Yksittäisen vakuutusyhtiön riskienhallinnan kannalta on olennaista se, että jakojärjestelmäkorvaukset tai jakojärjestelmämaksut eivät näy vakuutusyhtiön tuloslaskelmalla. Jakojärjestelmä on tuloslaskelman ulkopuolinen järjestely, jossa vakuutusyhtiöiden vakuutusmaksujen yhteydessä veloittamat jakojärjestelmämaksut ohjataan jakojärjestelmäkorvauksiksi. Jakojärjestelmän kautta kustannettavat erät eivät aiheuta vakuutusyhtiölle taloudellisen tappion vaaraa, koska ne eivät vaikuta vakuutusyhtiön taloudelliseen tulokseen lainkaan. Jakojärjestelmän avulla eläkevastuisiin implisiittisesti sisältyvä kustannusriski (inflaatoriski) on siirretty yksittäisiltä vakuutusyhtiöiltä koko

---

<sup>6</sup> Liikennevakuutuksen osalta suurvahinkorajan ylittävä korvaus kuuluu jakojärjestelmään 1.1.2017 lähtien [7]

<sup>7</sup> 1.1.2017 alkaen voimaan tuleva uusi liikennevakuutuslaki muuttaa jakoperustetta hiukan [7, s. 105–106]

järjestelmän kannettavaksi. Vahinkovakuutusyhtiö ei altistu inflaatoriskille lakisääteisen tapaturmavakuutuksen tai liikennevakuutuksen eläkemuotoisten vahinkomenojen osalta.

Taulukosta 2.1 nähdään, että eläkkeiden indeksikorotusten osuus lakisääteisen tapaturmavakuutuksen suoritetuista korvauksista on merkittävä; vuonna 2014 se oli 114 miljoonaa euroa. Raha on kerätty tilivuoden 2014 vakuutusmaksujen yhteydessä. Vahingot, joihin tämä osa korvauksista kohdistuu, ovat ennen vuotta 2014 sattuneita.

| <i>Korvauslaji</i>                  | <i>Maksetut suoritukset</i> |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| <i>sairaanhoito</i>                 | 107                         |
| <i>päiväraha</i>                    | 130                         |
| <i>pysyvä tapaturmaeläke</i>        | 121                         |
| <i>väliaikainen tapaturmaeläke</i>  | 48                          |
| <i>perhe-eläke</i>                  | 27                          |
| <i>haittaraaha</i>                  | 11                          |
| <i>eläkkeiden indeksikorotukset</i> | 114                         |
| <i>muut indeksikorotukset</i>       | 3                           |
| <i>muut</i>                         | 18                          |
| <i>yhteensä</i>                     | 579                         |

Taulukko 2.1: lakisääteisestä tapaturmavakuutuksesta maksetut suoritukset vuonna 2014 (1milj.). Lähde: Tapaturmavakuutuskeskus

Eläkevahingon **perusosa** on vakuutusyhtiön itsensä vastattavaa. Perusosalla tarkoitetaan eläkekassavirtaa ilman indeksikorotuksia. Perusosa rahoitetaan asiakkaiden maksamilla vakuutusmaksuilla.

Kun eläkemuotoinen vahinko todetaan, vakuutusyhtiö kirjaa korvausvastuukseen rahamäärän, jonka se arvioi riittävän eläkevahingon peruskorvauksiin. Korvausvastuun arviointia käsitellään tarkemmin edempänä. Tätä velkaerää kattaa taseen vastaavalla puolella yhtä suuri sijoitusomaisuuserä. Voidaan ajatella, että kyseinen pääoma on siten varattu<sup>8</sup> eläkevahingon tuleviin perusosan mukaisiin kassavirtoihin.

<sup>8</sup> usein korvausvastuuta kutsutaan varaukseksi tai pääomaksi

Vakuutusyhtiön sijoituspääoma on peräisin asiakkaiden maksamista vakuutusmaksuista, joten voidaan sanoa, että eläkevahinkojen perusosa rahoitetaan asiakkailta kerättävillä vakuutusmaksuilla. Toki sijoitustuotot ja omistajien oma pääoma ovat myös osa vakuutusyhtiön varoja.

Vahinkovakuutusyhtiöiden eläkemuoitoiset vastuut ovat usein ajalliselta kestoaltaan pitkiä. Työkyvyttömyyseläkkeiden korvauksia maksetaan eläkkeensaajan kuolemaan saakka. Liikennevahingossa loukkaantunut henkilö voi olla vasta lapsi, jolloin eläkkeen maksamishorisontti voi ulottua jopa yli 90 vuotta tulevaisuuteen.

### **Tunnettujen eläkkeiden varaaminen**

Tunnetun eläkemuoitoisen vahingon korvausvastuun yleinen laskentaperiaate on seuraava.

*Eläkevastuu on vakuutusyhtiön vastuulla olevien nykyarvostettujen kassavirtojen selviämistodennäköisyyksillä painotettu summa*

Tutkielman seuraavissa luvuissa oletetaan yksinkertaisuuden vuoksi, että eläkekorvaus maksetaan eläkkeensaajalle vain kerran vuodessa, vuoden lopussa, mikäli eläkkeensaaja on elossa. Tällöin eläkevarauksen laskenta voidaan esittää seuraavalla kaavalla.

$$P = \sum_{i=1}^{\infty} A_i * D_i * S_i \quad (2.1)$$

|       |  |
|-------|--|
| P     | eläkepääoma vuoden 0 lopussa   |
| $A_i$ | eläkekorvauksen perusmäärä vuoden i lopussa  |
| $D_i$ | diskonttotekijä, jolla lasketaan korvaussuorituksen $A_i$ arvo vuoden 0 lopussa                    |
| $S_i$ | todennäköisyys, että eläkkeensaaja on elossa vuoden i lopussa, jolloin eläkekorvaus $A_i$ toteutuu |



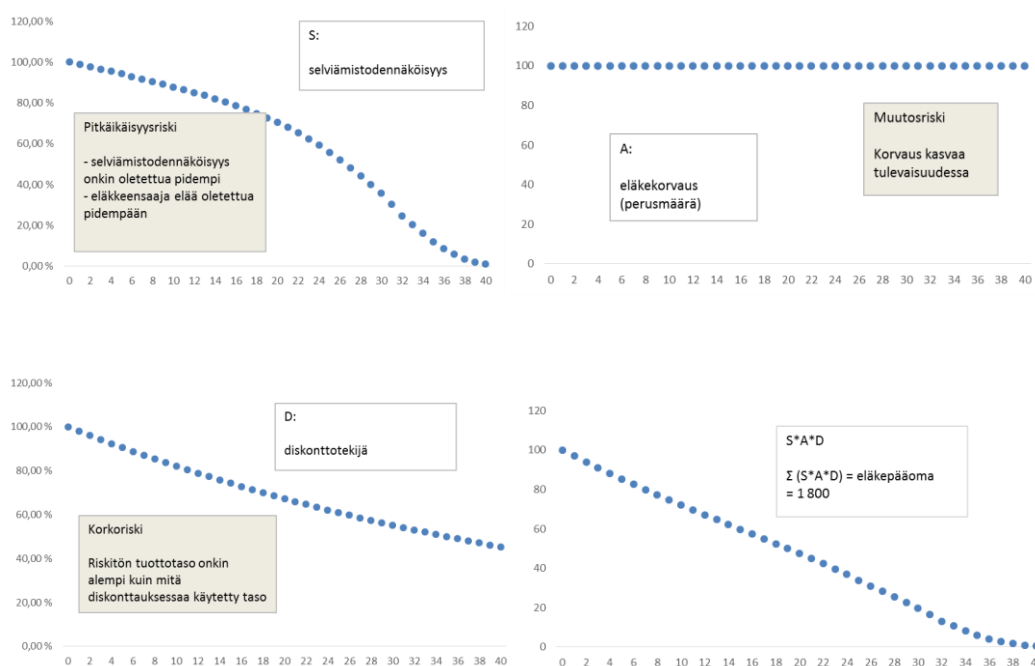
### 3 ELÄKEVARAUKSEN EPÄVARMUUS

Luvussa kuvataan, mitä ovat vahinkovakuutusyhtiön eläkemuoitoiseen korvausvastuuseen liittyvät epävarmuustekijät. Kappaleessa 3.1 käsitellään tunnettujen eläkkeiden korvausvastuuta. Kappaleessa 3.2 kuvaillaan tuntemattomien eläkevahinkojen korvausvastuun epävarmuutta.

#### 3.1 Tunnetut eläkkeet

Tunnetun eläkevahingon korvausvastuu eli eläkevaraus on vakuutusyhtiön tekemä kustannusarvio, miten paljon eläkevahinko tulee vakuutusyhtiölle nykyarvossa mitattuna maksamaan. Eläkevaraus perustuu oletuksiin tulevaisuudesta ja kuhunkin oletukseen sisältyy erilaisia epävarmuuksia. Kuvassa 3.1 on esitetty eläkevarauksen laskentakomponentit (S, A, D) ja niihin liittyvät riskit.

Vakuutusyhtiön on mahdollista todeta eläkevarauksen riittävyys vasta ulosmaksamisen päätyttyä. Yksittäisen eläkkeen tapauksessa lopulliset kustannukset nähdään vasta eläkkeensaajan kuoleman jälkeen.



Kuva 3.1: eläkepääoman laskentakomponentit ja riskit

### **Eliniän epävarmuus: pitkäikäisyysriski**

Laskennassa sovellettu selviämijakauma (S) on vakuutusyhtiön arvio todennäköisyyksistä, että eläkkeensaaja on elossa eläkekorvausten suoritushetkinä tulevaisuudessa.

Voidaan ajatella, että jokaisella ihmisellä on oma yksilöllinen selviämijakauma, johon vaikuttavia tekijöitä on monia: henkilöhistoria, elämäntavat, geenit, terveydentila, ammatti, sukupuoli, ikä ja selviämijakauman arviointihetki<sup>9</sup>.

Vakuutusyhtiölle eliniän epävarmuus aiheuttaa pitkäikäisyysriskin. Riski realisoituu taloudellisina tappioina, mikäli eläkkeensaajat elävät odotettua kauemmin. Eläkkeisiin tehdyt varaukset eivät riitä, jolloin vakuutusyhtiön omaa pääomaa kuluu.

Pitkäikäisyysriskiä voi jäsentää kahdenlaisen epävarmuuden kautta.

(a) Selviämijakaumaan liittyy epävarmuutta. Emme voi tietää varmuudella, kuvaako selviämijakauma, jota laskennassa sovellamme, oikein eliniän satunnaisuutta juuri sen ihmisjoukon osalta, johon mallia sovelletaan?

(b) Elinaikaan liittyy aina sattumanvaraisuus, vaikka selviämijakauma olisi oikein arvioitu. Jakauma kuvaa populaation keskiarvoa, yksittäinen eläkkeensaaja voi elää oletettua pidempään tai oletettua lyhempään.

Tässä työssä keskitytään selviämijakauman epävarmuuden käsittelyyn.

Pitkäikäisyysriski on luonteeltaan piilevä, hidas riski, joka realisoituu ajallisesti pikkuhiljaa sitä mukaa, kun havaintoja kuolevuudesta kerääntyy ja havaintojen pohjalta näkemys tulevasta kuolevuuskehityksestä tarkentuu. Kun tarkastellaan selviämijakauman epävarmuutta, pitkäikäisyysriski on skaalautuva. Epävarmuus ei hajaudu riskiyksiköiden kasvaessa. Jos selviämijakauma on pielessä, se on sitä joka ikisen eläkkeen osalta.

### **Korvausten epävarmuus: muutosriski**

Eläkekorvaus (A) on oletus korvauksen perusmäärästä, jota eläkkeensaajalle maksetaan tulevina ajanhetkinä. Muutosriski toteutuu, kun eläkekorvauksen perusmäärä muuttuu tulevaisuudessa suuremmaksi kuin mitä on oletettu korvausvastuuta asetettaessa.

Joissain tapauksissa eläkkeen perusmäärään ei sisälly juurikaan epävarmuutta. Näin on silloin, kun vahingon aiheuttama eläkkeensaajan työkyky ei voi muuttua tulevaisuudessa. Kun työkyvyttömyyden aste on osittainen<sup>10</sup>, on mahdollista, että työkyvyttömyysaste muuttuu

<sup>9</sup> Tilinpäätöshetki, jolloin eläkevarausta arvioidaan

<sup>10</sup> Esimerkiksi 50 %:n työkyvyttömyys tarkoittaa sitä, että henkilö pystyy työskentelemään puolipäiväisesti

tulevaisuudessa henkilön tilan ja työkyvyn muuttuessa. Näissä tapauksissa epävarmuus eläkekorvauksen perusmäärän suuruudesta tulevaisuudessa on olennainen.

Muutosriski on riski, joka hajautuu riskiyksiköiden kasvaessa. Mitä suurempi eläkkeensaajien populaatio on kyseessä, sitä enemmän muutosriski hajautuu, koska joidenkin eläkkeensaajien eläkekorvausten kasvamisen kompensoi joidenkin toisten eläkkeensaajien eläkekorvausten pienentyminen.

### **Korkotason epävarmuus: korkoriski**

Diskonttotekijä (D) määrittelee tulevien eläkekorvausten nykyarvon. Diskonttaaminen ilmentää rahan aika-arvoa. Se kuvastaa, minkä suuruista riskitöntä vuositason prosentuaalista nettotuottoa on saatavissa eripituisiksi ajanjaksoiksi. Mitä suurempi on rahan aika-arvo ja diskonttauskorko, sitä pienempi on kassavirran nykyarvo. Esimerkiksi kymmenen vuoden päästä toteutettavan sadan euron suorituksen nykyarvo on noin 91 euroa, mikäli oletetaan 1 %:n diskonttokorko ja noin 68 euroa, mikäli oletetaan 4 %:n diskonttokorko. Korkean luottoluokituksen omaavien valtioiden valtionlainojen korkojen katsotaan ilmentävän parhaiten markkinoiden tarjoamaa riskitöntä tuottoa.

Korkoriski toteutuu, kun sijoitusmarkkinoiden tarjoamien riskittömien sijoituskohteiden tuottotasot alenevat, ja vakuutusyhtiön vastuuvelan arvo nousee.

Korkoriski luetaan usein osaksi markkinariskiä<sup>11</sup>. Vakuutusyhtiön altistuminen markkinariskeille johtuu siitä, että vakuutusyhtiöt sijoittavat pääomia markkinoilla ja altistuvat siten pääomien menettämisen uhalle. Perussyynä korkoriskin olemassaololle on se, ettei mikään käytettävissä oleva sijoituskohte ole absoluuttisesti riskitön. On myös niin, ettei markkinoilla välttämättä ole tarjolla erittäin pitkäaikaisia riskittömiä vaihtoehtoja. Valtioiden myymät joukkovelkakirjat ovat usein enintään 10 vuoden pituisia. Eläkekassavirrat voivat ulottua monien vuosikymmenten päähän. Vaikka markkinoilta olisi nyt saatavissa riskitöntä 3 %:n korkoa seuraavaksi kymmeneksi vuodeksi, on epävarmaa, mikä on riskitön korko sitä seuraaviksi vuosiksi ja vuosikymmeniksi.

---

<sup>11</sup> esimerkiksi Solvency II lainsäädäntökehikossa

### 3.2 Tuntemattomat eläkkeet

Suomen vakuutusyhtiölain mukaan vakuutusyhtiö on korvausvastuussa kaikista sattuneista vahingoista, myös niistä, joita ei tilinpäätöshetkellä vielä tunneta [10, 9. luku 3 §]. Tuntemattomilla eläkevahingoilla tarkoitetaan sattuneita vahinkoja, joista myönnetään eläke tulevaisuudessa, mutta tätä ei vielä tiedetä. Osa tuntemattomista eläkevahingoista on kokonaan vakuutusyhtiön tietoon raportoitumattomia tapauksia, osa tiedossa olevia vahinkoja, joista ei ole vielä tehty päätöstä eläkkeestä.

Vakuutusyhtiö voi käyttää eläkevahinkojen tilastohistoriaa ja matemaattisia menetelmiä arvionsa pohjana. Periaatteiden, joilla vakuutusyhtiö asettaa varauksen tuntemattomille eläkkeille, on oltava asianmukaisia, johdonmukaisia ja hyvin perusteltuja.

Tuntemattomien eläkkeiden korvausvastuuseen sisältyy samat epävarmuustekijät kuin tunnettuihin eläkkeisiin. Lisäksi epävarmuutta tuovat käytetyt menetelmät ja tilastotieto. Vakuutusyhtiön on huolehdittava, että korvausvastuun arvioinnissa sovellettavien menetelmien oletukset ovat luotettavia ja että aineistot ja prosessit ovat laadukkaita.

Tuntemattomien eläketapausten kenties vaikeimmin arvioitava osa on piilevien<sup>12</sup> ammattitautien aiheuttamat eläkkeet. Esimerkiksi aikoinaan rakentamisessa eriste- ja sidosaineena käytetyn asbestin on havaittu altistavan sairauksille, jotka voivat oireilla vuosikymmenten päästä altistuksesta. Suomessa asbestia on käytetty rakennusmateriaaleissa vuosina 1922–1992 [8]. Edelleen 2010-luvulla Suomessa ilmenee asbestiperäisiä sairauksia, jotka voivat johtaa lakisääteisestä tapaturmavakuutuksesta korvattaviin eläkkeisiin. Ammattitautialtistus voi olla tapahtunut esimerkiksi 1970-luvulla tai jopa aikaisemmin. Kun tuntemattomien asbestiperäisten eläketapausten korvausvastuuta arvioidaan, vakuutusyhtiö voi pyrkiä hyödyntämään historiatietoa asbestin käytöstä eri vuosina ja lääketieteellistä tietoa sairauksien ilmenemisviiveistä.

Tuntemattomien eläkkeiden korvausvastuuta ja sen epävarmuutta ei tässä tutkielmassa käsitellä tämän enempää.

---

<sup>12</sup> latentit ammattitaudit

## 4 EPÄVARMUUDEN MALLINNUS

Kappaleessa kuvataan stokastinen simulointimalli, jolla arvioidaan eläkevarauksen pitkän aikavälin epävarmuutta. Esitetyssä mallissa keskitytään pitkäikäisyysriskin mallintamiseen. Eläkekorvauksen perusmäärään (*muutosriski*) ja diskonttotekijään (*korkoriski*) liittyviä epävarmuuksia ei mallissa huomioida.

### Tutkimuskysymykset

Kappaleessa määriteltävällä matemaattisella mallilla haetaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin.

1. Kuinka monta prosenttia suurempi eläkemuotoinen korvausvastuu on pitkäikäisyyskenaariossa kuin keskimääräisessä skenaariossa
2. Millä lailla eläkkeensaajan ikä, sukupuoli ja käytetty diskonttokorko vaikuttavat asiaan?

Pitkäikäisyyskenaariolla tarkoitetaan tässä tutkielmassa toteumaa, jonka todennäköisyys on 0,5 %.

### Aineisto

Käytetyn aineiston lähde on Human Mortality Database [2]. Aineisto sisältää tietoa Suomen populaatiossa havaituista kuoleman todennäköisyyksistä sukupuolittain ja ikäryhmittäin. Aikaväliksi valittiin 50 vuoden ajanjakso, 1962–2012. Aikavälin voi katsoa olevan riittävän pitkä kuolevuuden mallintamiseen. Ajanjakso 1962–2012 ei sisällä poikkeusoloja<sup>13</sup>, jotka voisivat häiritä mallinnusta. Vuosia 2013–2015 ei ollut saatavissa tietokannasta tutkielman tekohetkellä.

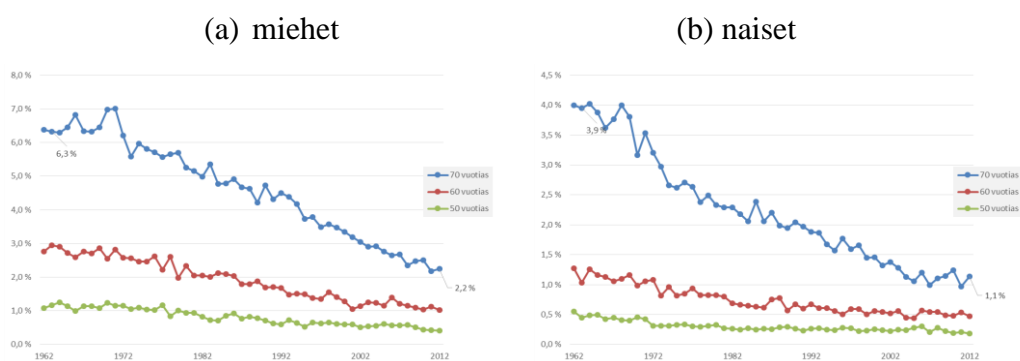
Suomen populaatiossa kuoleman todennäköisyys on laskenut selvästi viimeisen 50 vuoden aikana kaikissa ikäryhmissä, miehissä ja naisissa. Kuvassa 4.1 on esimerkinomaisesti ikien 50, 60 ja 70 kuoleman todennäköisyyden havainnot.

Aineiston silmämääräinen tarkastelu indikoi, että kuoleman todennäköisyyden prosentuaalinen laskuvauhti on tasainen. Kuvassa 4.2 nähdään 50, 60 ja 70-vuotiaiden miesten havainnoista lasketut muutosprosentit. Puhdas vuotuinen muutosprosentti (kuva 4.2 a) on

---

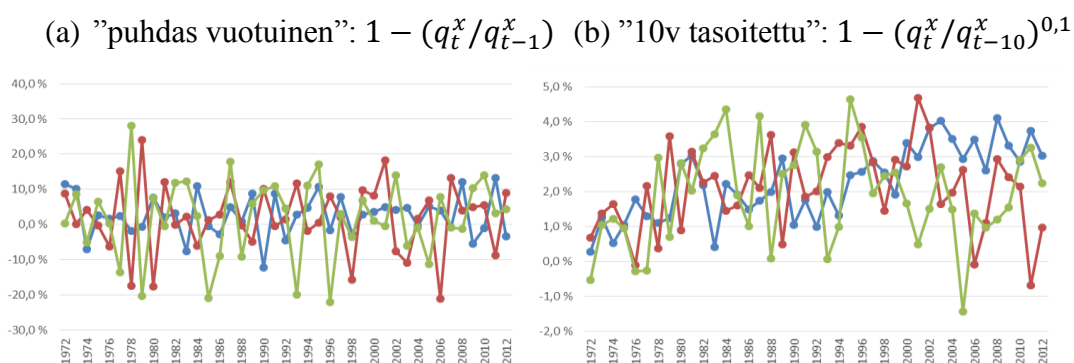
<sup>13</sup> sota, nälänhätä, ym.

kehittynyt varsin tasaisesti aikavälillä 1972–2012. Trendiä ei ole, eikä muutoksen taso ole vaihdellut eri vuosikymmeninä. Vuosittainen vaihtelu keskiarvon ympärillä sen sijaan on suurta. Kun muutosprosentti lasketaan yli 10 vuoden jaksojen, (kuva 4.2 b), vaihtelu on selvästi pienempää.



Kuva 4.1: havaitut kuoleman todennäköisyydet,  $q_t^x$

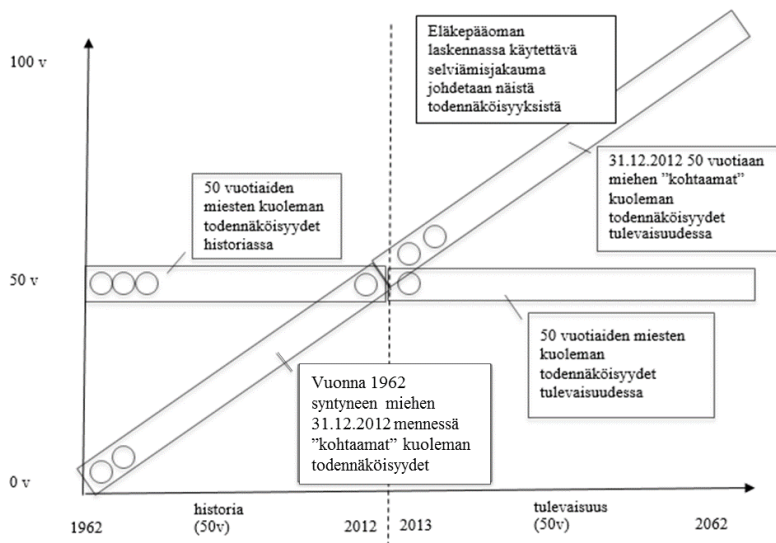
( $x = 50, 60, 70$  ja  $t = 1962-2012$ )



Kuva 4.2: miesten kuoleman todennäköisyyksien vuosittaiset pienemiset

( $x = 50, 60, 70$  ja  $t = 1972-2012$ )

Kuvassa 4.3 on visualisoitu, miten aineisto (1962–2012) on rakentunut ikäluokittain ja kalenterivuositain. Seuraavassa esitettävällä stokastisella mallilla simuloidaan tulevien kalenterivuosien (2013 -) kuoleman todennäköisyydet jokaiselle ikäluokalle. Eläkevarauksen laskennassa käytettävä selviämisyajakauma johdetaan diagonaalitodennäköisyyksistä.



Kuva 4.3: aineiston visualisointi: kuoleman todennäköisyydet menneisyydessä ja tulevaisuudessa

### Mallin määrittely

Määritellään stokastinen malli, jota simuloimalla luodaan skenaario kuolemantodennäköisyyksistä tulevaisuudessa.

$$q_t^x = (1 - X_t^x) * q_{t-1}^x \quad (4.1)$$

$$q_{2012}^x = p * \frac{\sum_{i=2008}^{2012} q_i^x}{5} \quad (4.2)$$

$$X_t^x = \frac{\sum_{i=t-n}^{t-1} X_i^x}{n} + e_t, \quad (4.3)$$

$$e_t \sim N(0, \sigma^2) \quad (4.4)$$

$q_t^x$  : x-ikäisen henkilön todennäköisyys kuolla vuonna t

$q_{2012}^x$  : mallin lähtöpiste, joka asetetaan havaintojen 2008–2012 keskiarvon tasolle kerrottuna satunnaismuuttujalla p

p muuttuja, jolla huomioidaan parametririski,  $p \sim \text{Tas}(0.9, 1.1)$

$X_t^x$  x – ikäisen henkilön kuoleman todennäköisyyden prosentuaalinen pientyminen vuonna t

Mallinnetaan AR(n) – prosessina, missä n=15:  $X_t$  on edellisten viidentoista havainnon keskiarvon ja virhetermin summa. Havainnot  $X_{1998}, X_{1999}, \dots, X_{2012}$  oletetaan 10 vuoden jaksojen yli lasketuiksi muutosprosentteiksi (kuva 4.2 b)

$e_t$  Virhetermi vuonna t,  $e_t \sim N(0, \sigma^2)$ , riippumattomuus kaikilla t ja  $\sigma = 1,0 \%$

### Mallin perustelut

Stokastisen mallin rakenne ja parametrit perustellaan seuraavasti. Mallin asettaminen perustui tilastotieteellisten perustelujen ohella heuristiseen järkevyystarkasteluun.

Kuoleman todennäköisyyden muutoksen ( $X_t^x$ ) satunnaisuuden muoto on normaalijakautunut. Kuoleman todennäköisyyden prosentuaalinen muutos on verrattain hyvin mallinnettavissa normaalijakautuneen muuttujan avulla. Aineiston visuaalinen tarkastelu tukee oletusta. Normaalijakautunut muuttuja on myös käytännöllinen simuloitaessa mallia. Samanlaista lähestymistapaa ovat käyttäneet esimerkiksi Silverman & Simpson [5] ja Codina, J., Puche, J. & Ipina, J. [1].

Kuoleman todennäköisyyden muutoksen ( $X_t^x$ ) satunnaisuuden voimakkuus lyhyellä aikavälillä on asetettu pienemmäksi kuin mitä aineiston suora tarkastelu tarjoaa. Satunnaisuuden voimakkuuden lyhyellä aikavälillä määrittelee virhetermin ( $e_t$ ) hajonta ( $\sigma$ ). Aineistosta nähdään, että kuoleman todennäköisyyden muutos sisältää paljon vaihtelua. Esimerkiksi 60-vuotiaan miehen kuoleman todennäköisyyden vuosittaisen muutoksen otoskeskihajonta on 9,3 % (kuva 4.2 a). Kuitenkin mallin tarkoituksena on pitkän aikavälin epävarmuuden mittaaminen, lyhyen aikavälin sattumanvaraisuuden ollessa sivuseikka. Tämän vuoksi mallin hajonta on asetettu selvästi pienemmäksi kuin mitä aineistosta suoraan laskemalla saadaan. Oletus  $\sigma = 1,0 \%$  on samaa suuruusluokkaa aineistosta laskettujen muutosten kanssa, kun muutokset tasoitetaan kymmenen vuoden yli (kuva 4.2 b). Malli havaittiin varsin herkäksi hajontaoletuksen suhteen. Simuloitaessa mallia oletuksella  $\sigma = 2,0 \%$ , saatiin skenaarioita, joita ei voi pitää realistisena (kuva 4.4 c ja d).



Kuoleman todennäköisyyden muutoksen ( $X_t^x$ ) aikasarjadynamiikka on autoregressiivinen. Ajallinen epävarmuus on tärkeä osa mallikokonaisuutta, koska mallin pyrkimys on pitkän aikavälin epävarmuuden mittaaminen. On luonnollista olettaa, että mitä kauempana tulevaisuudessa havainto on, sitä enemmän se sisältää epävarmuutta. Kuoleman todennäköisyys vuonna 2030 on matemaattisesti epävarmempi muuttuja kuin kuoleman todennäköisyys vuonna 2015. Malli on määritelty niin, että tämä piirre toteutuu. Aikasarjadynamiikaksi on valittu autoregressiivinen AR(15) – malli (yhtälö 4.3). Valittu aikasarja ei ole stationaarinen. 15 – vuoden viive toteutti sen, että kuoleman todennäköisyyden varianssi kasvoi ajassa, kuten oli tarkoitus, mutta kuitenkin niin, ettei malli generoinut epärealistisia skenaarioita. Lyhemmillä viiveillä simulaatiot tuottivat tulevaisuuden skenaarioita, joissa kuoleman todennäköisyys kasvoi pitkällä aikavälillä (kuva 4.4 b). Tätä ei voida pitää käytetyn aineiston valossa realistisena.

Kuoleman todennäköisyydet ( $q_t^x$ ) korreloivat täydellisesti kaikkien ikäluokkien kesken. Aikasarjamalli on määritelty niin, että se olettaa eri-ikäisten ihmisten kuoleman todennäköisyyksien korreloivan täydellisesti. Muuttujien  $q_t^x$  ja  $q_t^y$  välinen korrelaatio on mallissa 1,0 kaikilla  $i$ 'illä  $x$  ja  $y$ . Tämä johtuu siitä, että mallin virhetermi ( $e_t$ ) on kaikille ikäluokille sama. Malli pakottaa eri-ikäisten todennäköisyydet kulkemaan käsi kädessä. Aineisto tukee oletusta jossain määrin. Kuoleman todennäköisyydet ovat pienentyneet aineistoperiodin 1962–2012 aikana kaikissa ikäluokissa<sup>14</sup>. Aineistosta nähdään, että korrelaatiot eri-ikäisten kuoleman todennäköisyyksien välillä ovat selkeästi positiivisia. Esimerkiksi 50 – ja 60-vuotiaiden miesten havaittujen kuoleman todennäköisyyksien välinen korrelaatio on 0,94.

Parametririski otettiin huomioon muuttujan ( $p$ ) kautta. Vahinkovakuutusyhtiön omat tilastot eivät ole tilastollisesti riittävän suuret eläkkeensaajien populaation kuolevuusominaisuuksien arviointiin. Yleiset kansallisen tason väestökuolevuustilastot ovat luonnollinen referenssitieto, johon mallinnus pohjautuu. Esimerkiksi Suomen vahinkovakuutusyhtiöiden käyttämä referenssimalli pohjautuu Suomen väestön kuolevuushistoriasta johdettuun malliin<sup>15</sup>. Referenssimallin kuolevuuksia on sitten pyritty korjaamaan siten, että malli kuvaisi eläkkeensaajien populaatiota. Korjausparametrien arvioinnissa on käytetty tietoa toteutuneista kuolevuuksista lakisääteisen tapaturmavakuutuksen ja liikennevakuutuksen eläkkeensaajien populaatiossa [4, s. 17–19].

<sup>14</sup> Kuoleman todennäköisyyden kehittymiseen vaikuttavista tekijöistä merkittävin lienee lääketieteen ja sairaanhoidon kehittyminen, mikä palvelee kaiken ikäisiä ihmisiä.

<sup>15</sup> Lee-Miller

Eläkkeensaajien populaation kuolevuusominaisuudet voivat kuitenkin todellisuudessa olla erilaiset (paremmat tai huonommat) kuin mitä malli olettaa. Tämä epävarmuus<sup>16</sup> on otettu huomioon muuttujan  $p$  avulla.

$$p \sim \text{Tas}(0.9, 1.1)$$

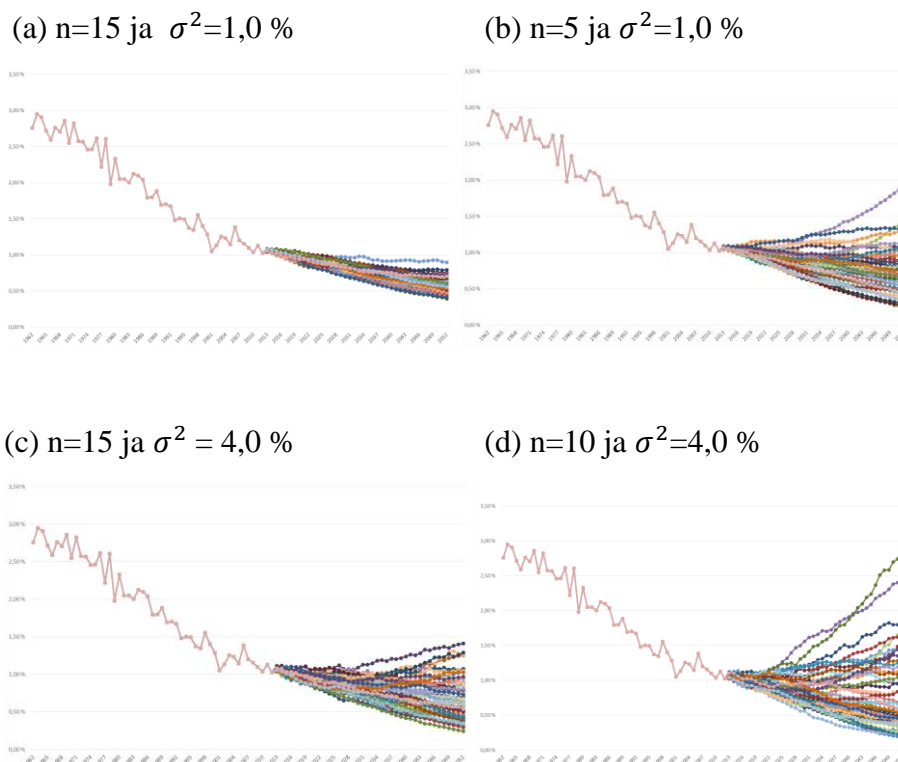
- kun  $p < 1$ , on eläkkeensaajien populaatio oletettua pitkäikäisempää
- kun  $p > 1$ , on eläkkeensaajien populaatio oletettua lyhytikäisempää
- kun  $p = 1$ , on eläkkeensaajien populaatio oletetun kaltaista

Tehdyn jakaumaoletuksen myötä parametririski on rajattu siten, että eläkkeensaajien populaation kuoleman todennäköisyydet ovat  $\pm 10\%$  oletettuun nähden. Parametririskin suuruus on yhteydessä siihen, miten paljon tarkastelun alaisesta populaatiosta on olemassa havaintoja. Tarkempi parametririskin pohdinta jää tämän tutkielman ulkopuolelle.

Kuvassa 4.4 on 60-vuotiaan miehen havaitut kuoleman todennäköisyydet menneisyydessä ja simuloituja skenaarioita tulevaisuuteen. Seuraavassa luvussa esitettävät laskelmat on tehty parametrivalintojen (a) mukaisella mallilla.

---

<sup>16</sup> parametririski



Kuva 4.4: 60-vuotiaan miehen havaitut kuoleman todennäköisyydet 1962–2012 ja 50 simulaatiota 2013–2052 erilaisin parametrivalinnoin

## 5 ESIMERKKILASKELMAT

Luvussa sovelletaan edellä esitettyä mallia ja vastataan tutkimuskysymyksiin. Simulaatiot tuotettiin MS Excel – ohjelmistolla. Simuloitavan eläkevarauksen 31.12.2012 perustiedot määriteltiin seuraavasti.

- eläkkeen vuosittain maksettava perusmäärä on 8 500 euroa, joka pienenee 7 000 euroksi iästä 65 eteenpäin<sup>17</sup>
- eläkekorvaus maksetaan kerran vuodessa, kunkin vuoden lopussa, mikäli eläkkeensaaja on tällöin elossa<sup>18</sup>
- eläkekorvausta maksetaan 100 ikävuoteen saakka<sup>19</sup>

<sup>17</sup> Simuloidaan lakisääteistä tapaturmaeläkettä, jossa eläkkeensaajan vuosityöansio on 10 000 euroa

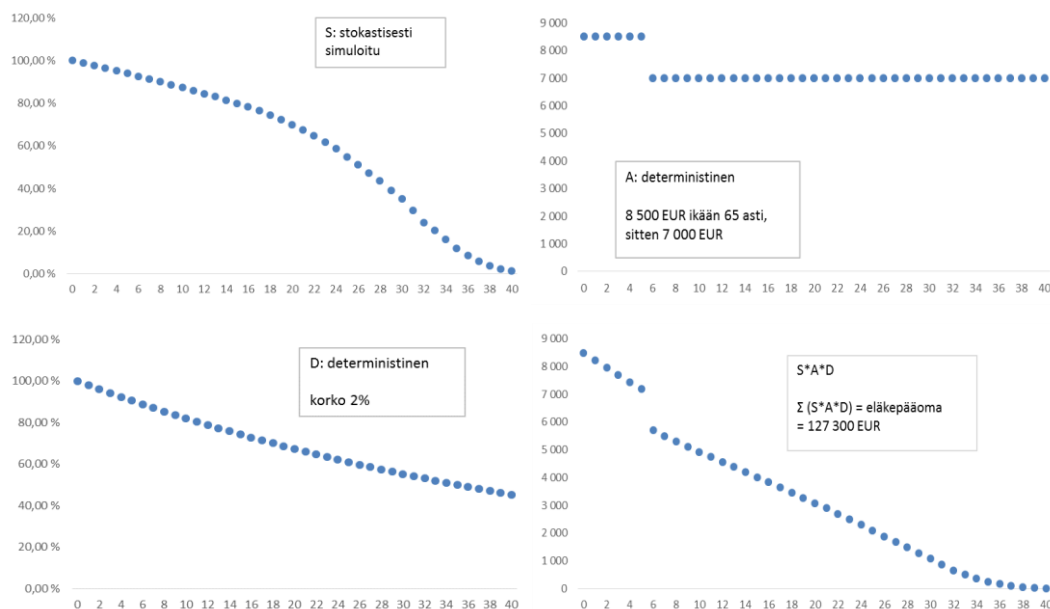
<sup>18</sup> Todellisuudessa eläkekorvaus maksetaan kuukausittain, kuukauden ensimmäisenä pankkipäivänä

<sup>19</sup> Kuoleman todennäköisyydet hyvin korkeilla yli sadan vuoden i'illä heilahtelevat voimakkaasti johtuen vähäisestä havaintojen lukumäärästä

### Yksittäinen simulaatio (N=1)

Esimerkiksi 60-vuotiaan miehen tapauksessa, jossa ennusteperiodi on 40 vuotta ( $t=2013-2053$ ), yksittäinen eläkevaraussimulaatio luotiin seuraavalla prosessilla:

1. Riippumattomien muuttujien  $U_t \sim \text{Tas}(0,1)$  generointi
2. Riippumattomien muuttujien  $N_t \sim N(0,1)$  johtaminen edellisistä normaalijakauman käänteisfunktiolla<sup>20</sup>
3. Riippumattomien virhetermien  $e_t \sim N(0, \sigma^2)$  johtaminen edellisistä kaavalla  $e_t = \sigma * N_t$ , missä  $\sigma = 1,0 \%$
4. Kuoleman todennäköisyyksien  $q_t^x$  johtaminen edellä simuloitujen virhetermien ja yhtälöiden 4.1, 4.2 ja 4.3 avulla
5. Selviämisyajankauden  $S$  johtaminen edellä simuloitujen todennäköisyyksien  $q_t^x$  diagonaalihavainnoista  $q_{2013}^{60}, q_{2014}^{61}, q_{2015}^{62}, \dots, q_{2053}^{100}$
6. Eläkevarauksen laskeminen kaavalla  $P = \sum_{i=1}^{\infty} A_i * D_i * S_i$ , missä  $S$  on edellä simuloitu ja  $A$  ja  $D$  oletettu deterministisiksi



Kuva 5.1: yksittäinen simulointi (mies, 60v)

### Simulaatio-otos (N=200)

<sup>20</sup> Excelissä (suom.):  $N_t = \text{NORM\_JAKAUMA.KÄÄNT}(U_t)$

Edellä esitetty algoritmi toistettiin 200 kertaa<sup>21</sup>. Simulaatio-otos tuotettiin erikseen nais- ja mieseläkkeensaajille ja muutamalla eri iälle.

Taulukoissa 5.1 ja 5.2 on yhteenveto kahdensadan simulaation otoksesta. Taulukossa 5.1 on eläkevaraukset laskettu ilman diskonttausta, taulukossa 5.2 on käytetty korkeahkoa 4,5 %:n diskonttokorkoa.

| <i>Ryhmä</i>      | <i>Pienin arvo</i> | <i>Keskiarvo</i> | <i>Suurin arvo</i> | <i>+ %</i> |
|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------|
| <i>nainen 40v</i> | 355 112            | 382 864          | 407 196            | +6,4 %     |
| <i>mies 40v</i>   | 316 244            | 345 846          | 373 872            | +8,1 %     |
| <i>nainen 60v</i> | 189 004            | 203 939          | 218 816            | +7,3 %     |
| <i>mies 60v</i>   | 156 764            | 171 296          | 185 747            | +8,4 %     |
| <i>nainen 80v</i> | 58 473             | 63 692           | 68 995             | +8,3 %     |
| <i>mies 80v</i>   | 45 060             | 49 490           | 54 406             | +9,9 %     |

Taulukko 5.1 Ei diskonttausta,  $D = 0,0\%$ .  $+ \% = (\text{Suurin arvo} / \text{Keskiarvo}) - 1$

| <i>Ryhmä</i>      | <i>Pienin arvo</i> | <i>Keskiarvo</i> | <i>Suurin arvo</i> | <i>+ %</i> |
|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------|
| <i>nainen 40v</i> | 152 419            | 156 304          | 159 159            | + 1,8 %    |
| <i>mies 40v</i>   | 144 489            | 149 351          | 153 593            | + 2,8 %    |
| <i>nainen 60v</i> | 108 705            | 112 437          | 116 953            | + 4,0 %    |
| <i>mies 60v</i>   | 96 041             | 100 344          | 104 918            | + 4,6 %    |
| <i>nainen 80v</i> | 45 390             | 48 467           | 51 386             | + 6,0 %    |
| <i>mies 80v</i>   | 36 276             | 39 102           | 42 227             | + 8,0 %    |

Taulukko 5.2 Korkeahko diskonttaus,  $D = 4,5\%$ .  $+ \% = (\text{Suurin arvo} / \text{Keskiarvo}) - 1$

## Havainnot ja vastaukset tutkimuskysymyksiin

<sup>21</sup> Sattumanvaraisuuden vuoksi kukin kahdensadan simulaation ajo toistettiin kolmeen kertaan ja laskettiin näistä keskiarvot

Luvun 4 alussa esitetystä tutkimuskysymyksessä kysyttiin, kuinka monta prosenttia suurempi eläkevaraus on pitkäikäisysskenaariossa kuin keskimääräisessä skenaariossa. Suurin arvo kahdensadan simulaation otoksessa kuvastaa haluttua pitkäikäisysskenaariota<sup>22</sup>.

Ilman diskonttausta tehdyissä simulaatioissa suurimman eläkevarauksen suhteellinen ero keskimääräiseen eläkevaraukseen oli välillä 6,4 – 9,9 %. Kun eläkekassavirrat diskontattiin 4,5 % korolla, olivat suhteelliset erot selvästi pienemmät, välillä 1,8 – 8,0 %.

Diskonttaus siis pienentää suhteellista pitkäikäisyysriskiä. Tätä voidaan selittää seuraavasti. Pitkäikäisysskenaario on sellainen tulevaisuuden kehityspolku, jossa eläkkeensaajat elävät selvästi odotettua pidempään. Tällöin vakuutusyhtiön maksamat eläkekorvaukset jatkuvat kauemmaksi kuin mihin on varauduttu. Mitä suurempi on rahan aika-arvo<sup>23</sup>, sitä pienempi on kaukana tulevaisuudessa toteutuvien suoritusten nykyarvo. Kun rahan aika-arvo on suuri, kaukana tulevaisuudessa suoritettavat suoritukset eivät ole nykyarvoltaan niin suuria kuin ne olisivat, mikäli rahan aika-arvo on pieni. Korkealla diskonttokorolla voi (ainakin teknisesti) vähentää eläkevastuiden pitkäikäisyysriskiä. Samalla on syytä muistaa, että mitä suurempi on diskonttokorko, sitä suurempi on eläkevastuiden korkoriski.

Simulaatioissa miehillä suhteellinen ero oli suurempi kuin naisilla. Yksi selitys havainnoille on, että miesten todennäköisyydet kuolla ovat olleet historiassa korkeammalla tasolla kuin naisten, joten miesten todennäköisyyksissä on siten enemmän varaa laskea. Toisaalta on myös muistettava, että esimerkkilaskelmissa eläkkeen maksaminen rajattiin 100 vuoden ikään. Tämä saattaa vaikuttaa siten, että naisten pitkäikäisyysriskiä suhteessa miehiin aliarvioidaan.

Simulaatioiden mukaan suhteellinen ero suurimman ja keskimääräisen eläkevarauksen välillä oli suurempi vanhemmilla eläkkeensaajilla kuin nuoremmilla eläkkeensaajilla. Tämä on hiukan epäintuitiivinen havainto. Nuoremmilla ihmisillä on jäljellä elinikää enemmän kuin vanhemmilla, ja jäljellä olevan eliniän vaihtelu on nuoremmilla suurempaa<sup>24</sup>. Tuntuu siten johdonmukaiselta, että pitkäikäisyysriski olisi nuoremmilla eläkkeensaajilla suurempi kuin vanhemmilla eläkkeensaajilla. On kuitenkin huomattava, että vaikka suhteellinen pitkäikäisyysriski on suurempi vanhemmilla, on absoluuttinen pitkäikäisyysriski suurempi nuoremmilla.

---

<sup>22</sup> Toteuma, jonka todennäköisyys on 0,5 %

<sup>23</sup> Jota diskonttaus ilmentää

<sup>24</sup> Esimerkiksi 20 - vuotiaalla on elinvuosia jäljellä noin 0-100, 90 - vuotiaalla noin 0-20

## 6 LOPUKSI

Tutkielmassa on kuvattu, mitä suomalaisten vahinkovakuutusyhtiöiden eläkemuotoiset vastuut ovat ja millaisia taloudellisia riskejä niihin vakuutusyhtiön näkökulmasta liittyy. Suomessa eläkevastuut ulottuvat pitkälle tulevaisuuteen, koska eläkkeillä turvataan vahingon kärsineen ihmisen taloutta elämän loppuun saakka.

Vakuutusyhtiön kannalta olennaisimmat eläkevastuuihin liittyvät taloudelliset riskit ovat muutosriski, korkoriski ja pitkäikäisyysriski. Edellä kuvatusta jakojärjestelmästä johtuen kustannusriskiä ei vakuutusyhtiöllä juurikaan ole<sup>25</sup>.

Suomessa väestökuolevuus on laskenut viimeiset vuosikymmenet, ja on oletettavissa, että laskeva trendi jatkuu. Kuinka nopeaa lasku on, sen aika näyttää. Esitetyllä stokastisella mallilla on jäsenetty matemaattisesti epävarmuutta, jota tulevaan kuolevuuskehitykseen liittyy. Malli on rakennettu sekä historiallisten kuolevuushavaintojen että heuristisen järkevyytarkastelun pohjalta. Tavoitteena on ollut ensisijaisesti pitkäikäisyysriskin ymmärtäminen ilmiönä. Esitettyjä simulaatioesimerkkejä ei tule tulkita orjallisen tarkasti. Viiden miljardin euron korvausvastuu sisältää epävarmuutta, mutta epävarmuuden numeerinen mittaaminen jää tutkielman ulkopuolelle.

Käytännössä yksittäinen vakuutusyhtiö voi kohdata merkittäviä tulosvaikutuksia, kun eläkevarausten laskentaperiaatteita päivitetään. Diskonttokoron alentaminen tai eläkkeensaajien selviämistodennäköisyyksien pidentäminen kasvattavat eläkevarauksia ja pienentävät siten yhtiön omaa varallisuutta.

Vakuutusyhtiön on varauduttava riskeihin sekä taloudellisesti että operatiivisesti. Vakavaraisuuslainsäädännössä määritellyt pääomavaatimukset pyrkivät varmistamaan, että vakuutusyhtiöt ovat taloudellisesti riittävän vahvoja. Vakuutusyhtiön kannalta on myös tärkeää riittävän usein arvioida kuolevuuden kehittymistä ja päivittää kuolevuusmallit. Mikäli kuolevuusmallien tarkastelu ei saa huomiota vuosikymmeniin, on todellinen uhka, että vakuutusyhtiön vastuunkatokyky ei kestä mallin päivittämisen aiheuttamaa kertatappiota.

---

<sup>25</sup> Jakojärjestelmä on käytössä lakisääteisissä vakuutusjärjestelmissä, lakisääteisessä tapaturmavakuutuksessa, liikennevakuutuksessa ja potilasvakuutuksessa. Vapaaehtoisten vastuuvakuutusten yhteydessä ei jakojärjestelmää ole, joten näissä tapauksissa vakuutusyhtiö kantaa myös kustannusriskin (inflaatoriskin).

## LÄHTEET

- [1] Codina, J., Puche, J., Ipina, J. (2009): Longevity Risk Investigation. Towers Perrin.
- [2] Human Mortality Database. Tulostettu 21.3.2016  
<http://www.mortality.org/>
- [3] Liikennevakuutuslaki 279/1959  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1959/19590279>
- [4] PwC Suomi (2011): Lakisääteisen tapaturmavakuutuksen ja liikennevakuutuksen kuolevuusreferenssimalli.
- [5] Silverman, S & Simpson, P. (2011): Case Study: Modelling Longevity Risk for Solvency II. Milliman Research Report. Viitattu 9.8.2016.  
<http://www.milliman.com/uploadedFiles/Solutions/Products/modelling-longevity-risk.pdf>
- [6] Sosiaali- ja terveysministeriö (2014): Hallituksen esitys eduskunnalle työtapaturma- ja ammattitautilaki ja eräksi siihen liittyviksi laeiksi HE 277/2014  
<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2014/20140277>
- [7] Sosiaali- ja terveysministeriö (2015): Hallituksen esitys eduskunnalle liikennevakuutuslaiksi ja eräksi siihen liittyviksi laeiksi HE 123/2015  
[www.finlex.fi/linkit/hepdf/20150123](http://www.finlex.fi/linkit/hepdf/20150123)
- [8] Työsuojeluhallinnon www-sivusto. Viitattu 9.8.2016.  
<http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala/asbesti>
- [9] Työtapaturma- ja ammattitautilaki 459/2015  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150459>
- [10] Vakuutusyhtiölaki 521/2008  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080521#L9P3>