

ESG ja mahdollisuudet työeläkevakuutusyhtiöille

SHV-työ, suppea

Vaviolahti, Katariina

21. helmikuuta 2022

Sisällys

	Page
1 Johdanto	4
2 Kestävästä rahoituksesta yleisesti	6
2.1 Tausta	6
2.2 Asetusten yleiset tavoitteet finanssimarkkinoilla	7
3 Kestävä rahoitus ja työeläkevakuutusyhtiöt	8
3.1 Työeläkevakuutusyhtiön rooli vastuullisena sijoittajana ja toimintaympäristö	8
4 Vakuutuskannan vaikutus pitkällä aikavälillä	11
4.1 Kestävän rahoituksen näkökulma	11
4.2 Vakuutuskannan koko ja sen vaikutukset	12
5 Uudet mahdollisuudet	17
5.1 Rahoituspohjan haasteet	17
5.2 Bayesin teoreemasta yleisesti	18
6 Yhteenveto	23

Abstract

The Paris climate agreement has led to a global commitment to sustainability. While the primary focus has been on climate change mitigation, there is now pressure for other environmental, social and governance sustainability considerations, known as ESG. Generally speaking, the term sustainable finance is used when referring to financial market participants. At the European Union (EU) level, various regulations and directives in this area impose or guide the national legislation.

As of 2019, regulations related to sustainable finance have made it mandatory for financial market participants in particular to provide their clients with information related to sustainable finance. Of course, even before this, large and public interest entities (PIE) have been required to report on these issues in their non-financial reporting. The activities of current pension insurance companies are not covered by the regulation, however.

In principle, EU legislation does not apply to the Finnish occupational pension scheme and in this respect the sustainable funding regulation does not extend to it. This paper examines a situation in which sustainable funding regulation would nevertheless become part of our pension system, and in particular of our occupational pension insurance companies.

Of course, pension insurance companies are already indirectly taking into account sustainable finance in their activities. Indeed, under existing national legislation, pension insurance companies must ensure the long-term profitability and security of their investments. It should be noted, however, that occupational pension insurance is part of social security and, in principle, is not linked to any other activity. This is also reflected in the current premiums paid to occupational pension insurance companies: the premiums for the funded part of occupational pension insurance, i.e. the future-proof part, are based on the average mortality and disability rates of the insured. The sustainability of the pension insurance companies is therefore influenced by the development of the premiums in line with the mortality and disability assumptions, as well as by the good investment returns.

This paper considers the possibility of including sustainable financing legislation for financial

market participants as part of the legislation that would be binding on pension companies. If this were the case, actuaries of occupational pension companies would have to take into account the changes of the environment in which they operate. As a tool for this, this paper presents the Bayesian method. The Bayesian method is a stochastic method and is based on conditional probability. This work briefly introduces the Bayesian model, how to facilitate calculations and how to estimate the error of the output of the model. It also presents two studies that have successfully used Bayesian methods to estimate mortality and disability rates and suggests further use of these research methods if sustainable financing issues become more widely integrated into the field of occupational pensions insurance.

1 Johdanto

Pariisin ilmastopöytäkirjan myötä globaalisti on sitouduttu kestävyteen liittyviin tekijöihin. Ensisijainen paino on ollut ilmastonmuutoksen hillitsemisessä, mutta nykyisin paine on kohdistunut laajemmin ympäristöasioiden (Environment), sosiaalisen vastuun (Social) ja hyvän hallintotavan (Governance) kestävään huomiointiin, ns. ESG-tekijöihin. Yleisesti voidaan puhua myös kestävästä rahoituksesta. Euroopan Unionin (EU) tasolla erilaiset asetukset ja direktiivit tähän liittyen pakottavat tai ohjaavat kansallista lainsäädäntöä.

Vuodesta 2019 alkaen kestävään rahoitukseen liittyvät asetukset ovat velvoittaneet erityisesti finanssimarkkinatoimijoita kestävään rahoitukseen liittyvän informaation tuottamista heidän asiakkailleen. Toki jo tätä aiemmin suuret ja yleisen edun kannalta merkitykselliset yhteisöt (PIE-yhteisöt) ovat olleet velvollisia raportoimaan näistä asioista muuta kuin taloudellista tietoa koskevassa raportoinnissaan. Kuitenkaan kestävään rahoitukseen liittyvien asetusten kattamassa laajuudessa tämä ei toistaiseksi ole osa työeläkevakuutusyhtiöiden toimintaa.

Lähtökohtaisesti EU:n lainsäädäntö ei koske Suomen työeläkejärjestelmää ja tältä osin kestävään rahoitukseen liittyvä sääntely ei ulotu siihen. Tässä SHV-työssä tarkastellaan tilannetta, jossa kestävään rahoitukseen liittyvä sääntely kuitenkin tulisi osaksi eläkejärjestelmäämme ja erityisesti koskemaan työeläkevakuutusyhtiötämme.

Toki työeläkevakuutusyhtiöt epäsuorasti jo nyt huomioivat kestävään rahoitukseen liittyviä tekijöitä toiminnassaan. Nimittäin voimassa olevan kansallisen lainsäädännön mukaan työeläkevakuutusyhtiöiden on huolehdittava sijoitusten tuottavuudesta ja turvaavuudesta pitkällä aikavälillä. Huomattavaa on kuitenkin, että työeläkevakuuttaminen on osa sosiaaliturvaa ja lähtökohtaisesti siihen ei liity mikään muu toiminta. Tämä näkyy myöskin nykyisellään työeläkevakuutusyhtiöiden vakuutusmaksuissa: työeläkevakuutusmaksut rahastoitavien osien osalta eli tulevaisuuden tapahtumiin varautuvien osien osalta perustuvat vakuutettujen keskimääräiseen kuolevuuteen ja työkyvyttömyysalkavuuteen. Työeläkevakuutusyhtiöiden toiminnan kestävään jatkumiseen vaikuttavat siis kuolevuuden ja työkyvyttömyysoletuksen vakuutusmaksun mukainen kehitys sekä sijoitustoimin-

nan hyvät tuotot.

Tämän SHV-työn tarkastelussa pohditaan mahdollisuutta, jossa finanssimarkkinatoimijoita koskeva kestävä rahoituksen lainsäädäntö olisi osa työeläkevakuutusyhtiöitä velvoittavaa lainsäädäntöä. Mikäli näin olisi, on työeläkevakuutusyhtiöiden aktuaarien huomioitava toimintaympäristön muutokset. Työkaluna tähän esitetään tässä työssä Bayesin menetelmää. Bayesin menetelmä on stokastinen ja perustuu ehdolliseen todennäköisyyteen. Työssä esitellään lyhyesti Bayesin malli, mallin laskennan helpottaminen ja miten mallin antaman lopputuloksen virhettä voidaan arvioida. Lisäksi esitellään kaksi tutkimusta, joissa on hyödynnetty Bayesin menetelmää onnistuneesti arvioitaessa kuolevuutta ja työkyvyttömyysalkavuutta ja ehdotetaan näiden tutkimusmenetelmien jatkohyödyntämistä, mikäli kestävä rahoituksen teemat tulevat kattavammin osaksi lakisääteisten työeläkkeiden vakuutustoimintaa.

2 Kestävästä rahoituksesta yleisesti

Tässä luvussa käydään läpi kestäväan rahoitukseen liittyvää säätelyä yleisesti käsitellen erityisesti finanssimarkkinatoimijoita. Asetusten tavoitteena on harmonisoida sitä, mitä voidaan kutsua kestäväksi ja toisaalta tavoitteena on lisätä asiakkaiden ja muiden yhteistyötahojen tietämystä tarkasteltavan yksikön vastuullisuudesta.

2.1 Tausta

Joulukuussa 2015 allekirjoitetun Pariisin sopimuksen mukaan Euroopan on vähennettävä kasvihuonekaasupäästöjä 40% vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 1990 päästötasoon [1], [2]. Tällä hetkellä valmistelussa olevassa lakimuutoksessa vähennysprosenttia ollaan kasvattamassa 50%:iin. Pitkän aikavälin tavoite on saavuttaa ilmastoneutraalius vuoteen 2050 mennessä [3]. Suurimmat lyhyen aikavälin muutokset ovat sitoutuminen raportointiin sekä tavoitteiden tarkastamiseen viiden vuoden välein. Mikäli tavoitteet eivät ole riittävät rajoittamaan ilmaston lämpeneminen 1,5 asteeseen, tehdään toimenpiteitä tavoitteiden kiristämiseksi [4].

Tähän taustaan liittyy nykyiset EU-asetukset koskien finanssimarkkinatoimijoita ja EU-asetusten perusteella finanssimarkkinatoimijoiden on laajennettava tiedonantoansa kestäväan rahoituksen osalta. Tiedonantovelvoiteasetuksen (EU2019/2088) mukaan finanssimarkkinatoimijalla tarkoitetaan muun muassa vakuutusmuotoisen sijoitustuotteen saataville asettavaa vakuutusyritystä tai lisäeläkelaitosta [5].

Lähtökohtaisesti suomalainen työeläkevakuutusjärjestelmä on EU-asetusten määräysvallan ulkopuolella. Asetuksissa annetaan kuitenkin jäsenvaltioille mahdollisuus laajentaa asetus kattamaan myös sellaisia sosiaaliturvajärjestelyitä, jotka muuten ovat asetuksen määräysvallan ulkopuolella.

2.2 Asetusten yleiset tavoitteet finanssimarkkinoilla

Kestävään rahoitukseen liittyvissä asetuksissa määritellään, millaisia kestävään rahoitukseen liittyviä tietoja finanssimarkkinatoimijoiden verkkosivuilla on julkistettava. Julkistettavia tietoja on kyettävä mittaamaan asetuksen mukaisesti ja tietojen käyttäjiä on tiedotettava selkeästi [5].

Tiedonantovelvoiteasetuksen tavoitteena on sijoittajan suojan parantaminen ja sijoitustoiminnan läpinäkyvyyden edistäminen lisäämällä sijoittajille annettavaa tietoa muun muassa sijoitustuotteiden kestävän kehityksen tavoitteista, kestävyysriskeistä ja sijoitusten haitallisista kestävyysvaikutuksista. Asetus velvoittaa paikalliset valvontaviranomaiset laatimaan tekniset standardit ESG-tietojen ja sijoitusten mahdollisten haitallisten kestävyysvaikutusten esitystavasta, sisällöstä ja menetelmistä.

Kesäkuussa 2020 EU:ssa on hyväksytty niin sanottu taksonomia-asetus (EU2020/852) [6]. Asetuksessa vahvistetaan kriteerit, joilla määritetään, pidetäänkö jotakin taloudellista toimintaa ympäristön kannalta kestävä. Tällä tavoitellaan sitä, että voidaan määrittää sijoituksen ympäristökestävyyden aste. Tätä asetusta tullaan tarkentamaan myöhemmin delegoiduilla asetuksilla. Tarkoituksena on siis ollut luoda taksonomia, jotta eri sijoitustuotteet olisivat vertailukelpoisia keskenään. Jos jäsenvaltioissa sovellettaisiin erilaisia kriteereitä siihen, miten erilaisia taloudellisia toimintoja pidetään ympäristön kannalta kestävinä, olisi eri sijoitusmahdollisuuksien vertailu hankalaa tai jopa mahdotonta.

Kun asetetaan saataville rahoitustuotteita, jotka edistävät ympäristön kannalta kestävien tavoitteiden saavuttamista, pystytään ohjaamaan yksityisiä sijoituksia kohti kestäviä toimintoja. Tätä tavoitellaan erityisesti vaatimuksilla koskien tällaisten sijoitusten markkinointia ja toisaalta lisäämällä tietoisuutta ja näkyvyyttä sijoituksen ympäristövaikutuksista. Toisin sanoen luokittelujärjestelmä kannustaa sijoituksen kohteena olevia yrityksiä tekemään liiketoimintamalleistaan ympäristön kannalta kestävämpiä. Tiedonantovelvoiteasetusta on alettu soveltaa pääosin 10.3.2021 alkaen ja taksonomia-asetusta 1.1.2022 [5], [6].

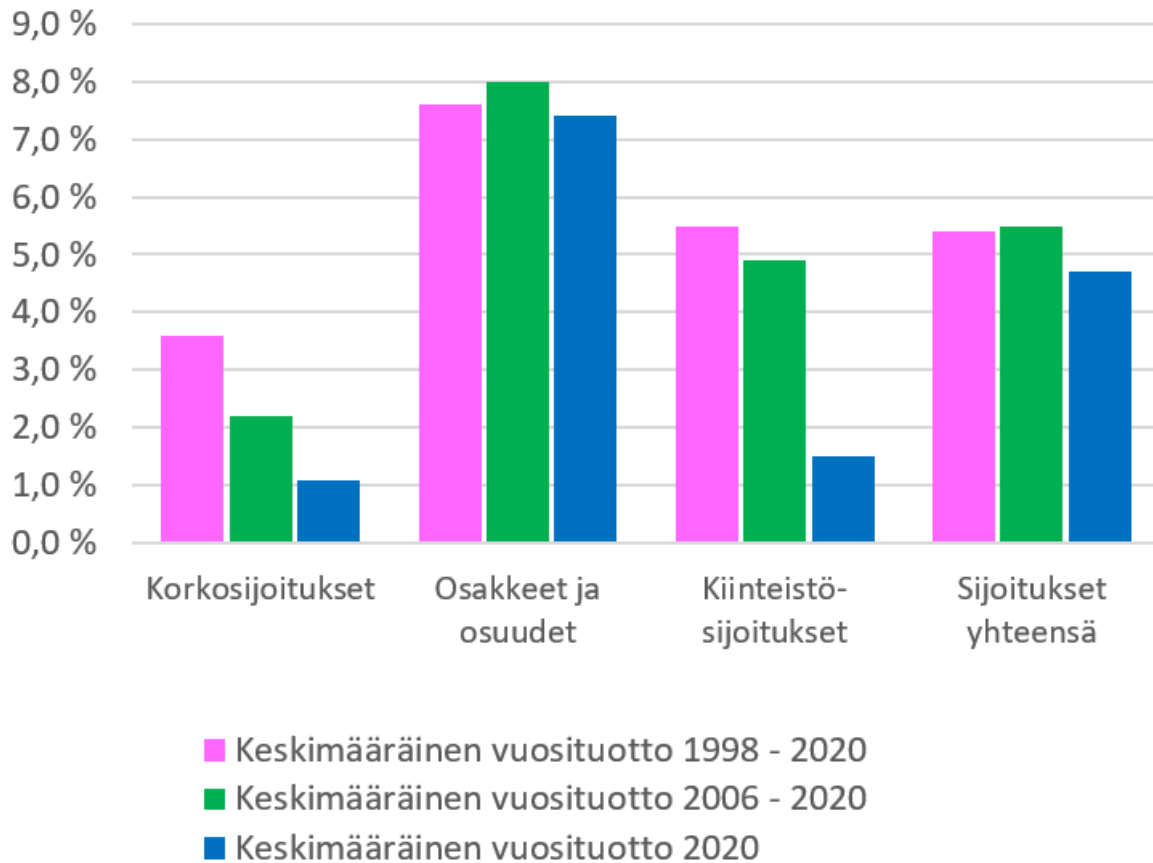
3 Kestävä rahoitus ja työeläkevakuutusyhtiöt

Tässä luvussa käydään läpi sitä, miten kestävän rahoituksen tekijöitä jo nyt huomioidaan työeläkevakuutusyhtiön toiminnassa. Siihen velvoite tulee nykyisellään epäsuorasti työeläkevakuutusyhtiöitä koskevan lain kautta. Finanssimarkkinatoimijoita koskevat vaatimukset tiedonantovelvoitteen velvoittamassa laajuudessa eivät kuitenkaan toistaiseksi toteudu.

3.1 Työeläkevakuutusyhtiön rooli vastuullisena sijoittajana ja toimintaympäristö

Työeläkevakuutusyhtiöiden perustehtävä on huolehtia eläketurvasta. Laki työeläkevakuutusyhtiöistä (25.4.1997/354) määrää, että eläkevarat on sijoitettava tuottavasti ja turvaavasti. Työeläkevakuutusyhtiöiden sijoitustoiminnan päämääränä on osaltaan varmistaa eläkejärjestelmän rahoituksen ja siten koko yhteiskunnan pitkän aikavälin kestävyttä [7]. Kuvassa 3.1 on esitetty työeläkevakuutusyhtiöiden nimellisiä sijoitustuottoja pitkällä aikavälillä. Työeläkevakuutusyhtiöiden sijoitustoiminnalla on siis suuri yhteiskunnallinen vastuu tulevien eläkkeiden turvaajana, joten vastuullinen toiminta on siten luonteva ja tärkeä osa niiden sijoitustoimintaa.

Toistaalta tarkasteltaessa työeläkevakuutusyhtiön rahoitusta ja sen kestävyttä, tarkastelemme syntyvyyttä, odotettua elinaikaa, nettomaahanmuuttoa, työllisyyttä, palkkojen kasvua ja työeläkevarojen sijoitustuottoa. Nämä eri tekijät ovat usein toisistaan riippuvaisia: kun yksi tekijä muuttuu, se vaikuttaa myös muihin. Osalla tekijöistä on enemmän painoarvoa kuin toisilla, ja ne vaikuttavat hyvin erilaisilla aikajäniteillä. Näiden tekijöiden vaikutuksiin on perehdytty tarkemmin Eläketurvakeskuksen julkaisuissa [8], [9].



Kuva 3.1: Työeläkevakuutusyhtiöiden nimelliset sijoitustuotot käyvin arvoin. Lähde: Tela

3.1.1 Raportointivaatimukset nyt

EU-asetuksen mukaan suurten yritysten, jotka ovat yleisen edun kannalta merkittäviä yhteisöjä ja jotka täyttävät tilinpäätöspäivinä kriteerin, jonka mukaan niiden työntekijämäärä tilikauden aikana on keskimäärin 500, on sisällytettävä toimintakertomukseensa muita kuin taloudellisia tietoja koskeva selvitys. Se sisältää yrityksen kehityksen, tuloksen, aseman ja sen toiminnan aiheuttamien vaikutusten ymmärtämisen edellyttämässä laajuudessa tietoja vähintään ympäristöasioista, sosiaalisista ja työntekijöihin liittyvistä seikoista, ihmisoikeuksien kunnioittamisesta sekä korruption ja lahjonnan torjuntaan liittyvistä seikoista [10]. Kaikki työeläkevakuutusyhtiöt ovat yleisen edun kannalta merkittäviä yhteisöjä ja mikäli työntekijämääräkriteeri täyttyy myös, on työeläkevakuutusyhtiö velvollinen jo nyt laatimaan muita kuin taloudellisia tietoja koskevan selvityksen.

Toisaalta työeläkevakuutusyhtiöiden asiakkaita veloitetaan tältä osin myös. Asiakkaita, jotka ovat yleisen edun kannalta merkittävien yhteisöjä (PIE-yhteisö), veloitetaan muussa kuin talou-

dellisen tiedon raportoinnissa huomioimaan kestävä rahoitus. [6]. Tietoa siitä, tuleeko tässä raportoinnissa huomioitavaksi valinta työeläkevakuutusyhtiön suhteen, ei ole saatavilla. Ei myöskään ole julkista tietoa siitä, mitkä ovat olleet asiakkaiden valintaperusteet kyseisen työeläkevakuutusyhtiön asiakkuuteen päädyttäessä. Voidaan tehdä oletus, että lähtökohtaisesti asiakas valitsee itselleen sellaisen työeläkevakuutusyhtiön, jonka asiakas kokee parhaaksi vaihtoehdokseen.

Tässä yhteydessä voidaan mainita työeläkevakuutusyhtiön laskuperusteet, jotka määrittelevät pitkälti sitä, millaisessa toimintakehikossa työeläkevakuutusyhtiö voi edistää suosiollista näkyvyyttä asiakkaiden suuntaan. Pääpiirteittäin ne ovat samat kaikille toimijoille. Voidaan todeta, että nykyisellään kilpailullinen tekijä syntyy siitä, miten työeläkevakuutusyhtiö hoitaa sijoitustoimintansa tai eläketurvan toimeenpanon [11].

Julkinen ilmapiiri on joka tapauksessa kohti kestävä rahoituksen painon kasvattamista. Nykyinen hallitus on linjannut ohjelmassaan kestävyuden merkittävyyttä ja tukemista [12]. Tämän tarkoituksena on vaikuttaa yritystoimintaan ja suunnata kansallisella tasolla valintoja kohti kestävä rahoitusta ja mahdollisesti vaikuttaa työeläkevakuutusyhtiöiden asiakkaisiin ja sitä kautta työeläkevakuutusyhtiöihin.

4 Vakuutuskannan vaikutus pitkällä aikavälillä

Aiemmissä luvuissa käsiteltiin yleisesti kestävästä rahoituksesta, miten se näkyy finanssimarkkinatoimijoilla ja toisaalta miten kestävästä rahoituksen teemat ovat jo nyt mukana työeläkevakuutusyhtiön toiminnassa. Tässä luvussa mennään hieman syvemmin sisään työeläkevakuutusyhtiön nykyisen toimintaympäristöön. Tarkastellaan sitä, millaiset reunaehdot työeläkevakuuttamisella on sekä millaista vaihtuvuutta työeläkevakuutusyhtiöiden välillä jo nyt on. Lisäksi tarkastellaan lyhyesti sitä, millaiset tekijät vakuutuskannassa eli asiakkaissa vaikuttavat pitkällä aikavälillä työeläkevakuutusyhtiön toimintaedellytyksiin.

4.1 Kestävän rahoituksen näkökulma

Työeläkevakuutusyhtiöitä ei suoraan velvoiteta tekemään kestävästä rahoitukseen liittyviä toimia eikä myöskään vakuutusmaksuun liittyvät tekijät ohjaa toimintaa erityisesti kohti kestävästä rahoituksesta siten, kun se EU-lainsäädännössä nähdään.

Miten siis EU-lainsäädännössä kestävä rahoitus nähdään? Tiedonantovelvoiteasetuksen myötä finanssimarkkinatoimijoiden ja heidän tuotteidensa vertailtavuus ja arviointi ESG-näkökulmasta helpottuu. Vuoden 2022 alusta alkaen astui voimaan taksonomia-asetus, joka määrittelee kestävyteen liittyvien sijoitusten tilan. Taustalla on siis oletus, että mikäli finanssimarkkinatoimijoiden asiakkailla on riittävästi tietoa, voivat he ohjata valinnoillaan markkinoita kestävämpään suuntaan.

Tiedonantovelvoiteasetuksen tavoitteena on tuoda lisätietoa finanssimarkkinatoimijoiden asiakkaille, jotta ne voivat tehdä riittävällä tarkkuudella haluamiaan kestäviä sijoituspäätöksiä. Kun miettään työeläkevakuutusyhtiöitä ja kestävästä rahoituksesta koskevaa lainsäädäntöä, voidaan pohtia, voiko kestävästä rahoitukseen liittyvä lainsäädäntö eriyttää eri työeläkevakuutusyhtiöitä niin paljon, että se vaikuttaa epäedullisesti työeläkevakuutusyhtiöiden toimintaedellytyksiin. Eli onko työelä-

kevakuutusyhtiöiden asiakkaiden valintakriteerit koskien kestävästä rahoituksesta niin toisistaan poikkeavia, että se asettaisi yksittäisiä työeläkevakuutusyhtiöitä epäedulliseen asemaan suhteessa toisiin työeläkevakuutusyhtiöihin?

4.2 Vakuutuskannan koko ja sen vaikutukset

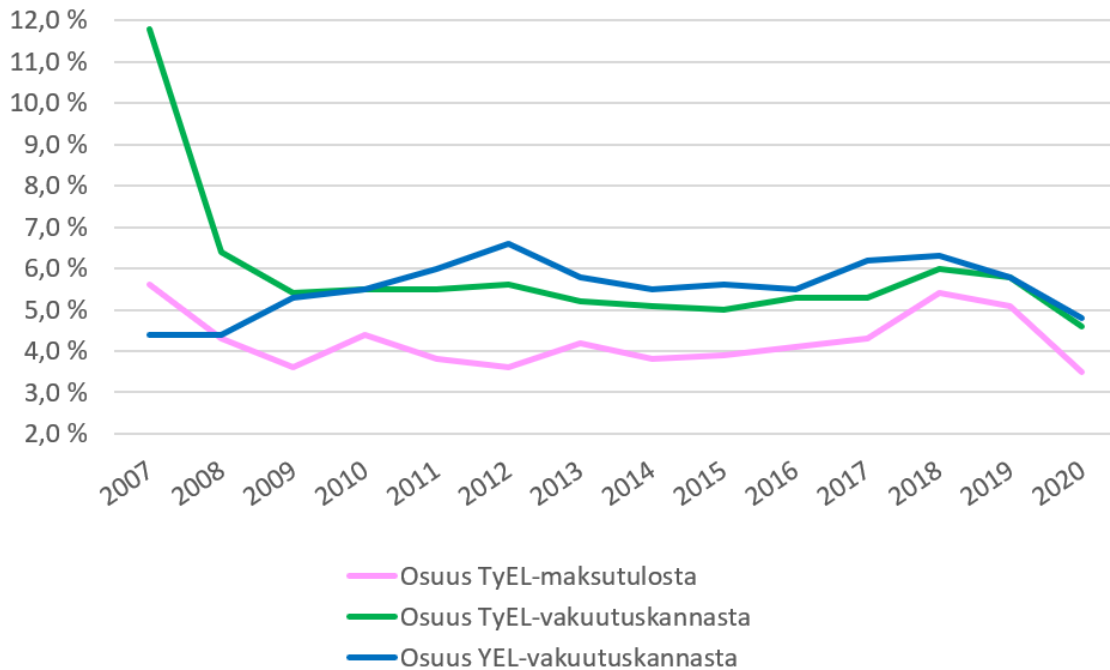
4.2.1 Taustavaatimukset asiakkaista kilpailulle

EU:n liittymissopimuksen myötä on sovittu siitä, että työeläkevakuuttaminen on osa kansallista sosiaaliturvaa ja ettei työeläkevakuuttamista avata rajat ylittävälle kilpailulle. Samassa yhteydessä myös työeläkevakuuttaminen eriytettiin muusta vakuutustoiminnasta. Merkittävin vaikutus on tällä se, että työeläkevaroja voidaan käyttää vain työeläkkeiden rahoittamiseen. Tämä vaikutus näkyy työeläkevakuutusyhtiöiden toiminnassa: niiden kuuluu harjoittaa vain eläkevakuutustoimintaa ja työeläkevaroja voidaan käyttää vain työeläkkeiden rahoittamiseen. Tällöin myöskään ei voida samalla tavalla kilpailla asiakkaista kuin henki- tai vahinkovakuutusyhtiöissä. Kilpailu asiakkaista käydään lähinnä asiakashyvitysten avulla. Tämä asia on selkeästi huomioitava silloinkin, kun mietitään ESG-liitännäisiä toimenpiteitä.

4.2.2 Nykyinen vaihtuvuus työeläkevakuutusyhtiöiden välillä

Analysoimatta tässä työeläkevakuutusyhtiön vaihtamisen syitä, voidaan todeta, että nykyiselläänkin tapahtuu vaihtoja työeläkevakuutusyhtiöiden välillä, kuten huomataan kuvasta 4.1. Työeläkevakuutusyhtiöiden välinen kilpailu toimii käytännössä siten, että työeläkevakuutusyhtiön asiakkaat voivat siirtää työeläkevakuutuksensa yhtiöstä toiseen. Siirtoja työeläkevakuutusyhtiöistä toiseen on mahdollista tehdä neljä kertaa kalenterivuodessa. Siirtoajankohdat ovat ensimmäisen, toisen, kolmannen ja neljännen kvartaalin alkupäivä. Työeläkevakuutuksen siirtämisen edellytyksenä on, että vakuutus on ennen siirtoa ollut vähintään vuoden ajan samassa yhtiössä [13].

Toistaiseksi siirtoliike eri työeläkevakuutusyhtiöiden välillä on ollut vähäistä. Työeläkevakuutusyhtiön elinvoimaisuutta tarkasteltaessa työeläkevakuutusyhtiön toimintaan liittyy, että sillä on riittävästi aktiivivakuutettuja.



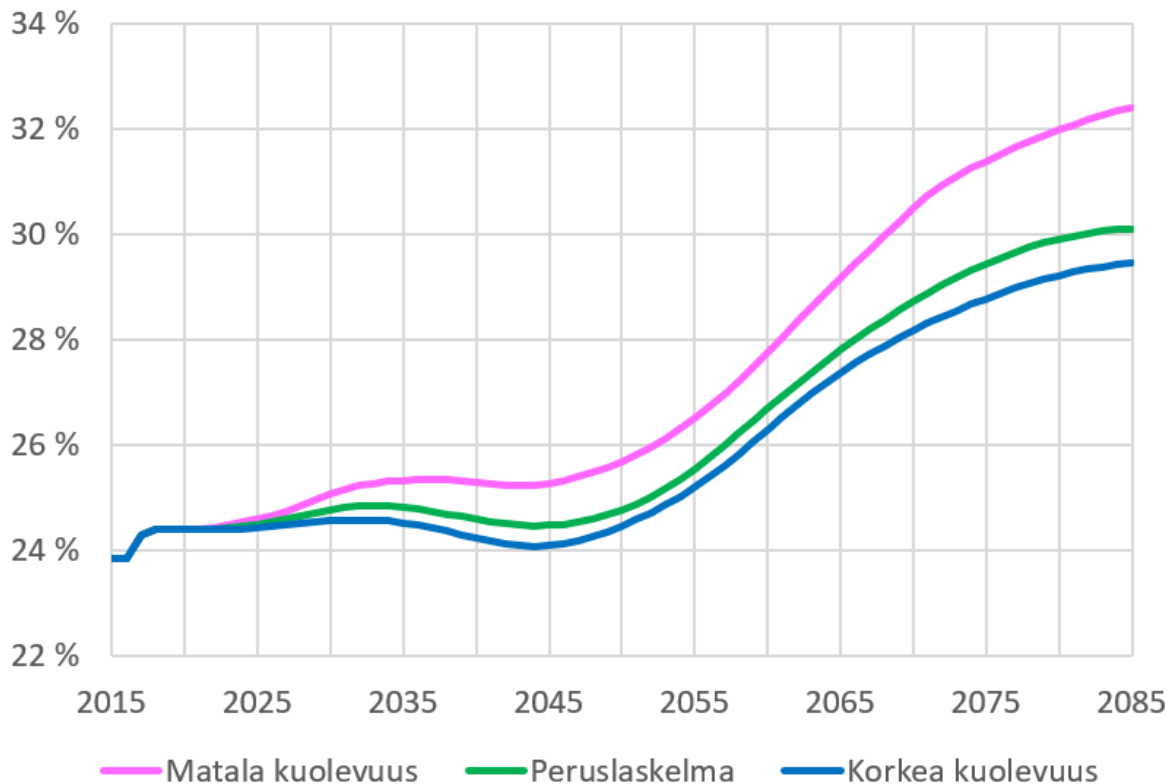
Kuva 4.1: Työeläkevakuutusyhtiöiden siirtoliikkeen osuus TyEL maksutulosta ja vakuutuskannasta sekä YEL-vakuutuskannasta 2007-2020. Lähde: Tela

4.2.3 Vakuutusmaksun määräytyminen nyt

Työnantajat ovat velvolliset järjestämään työntekijöilleen työeläketurvan työeläkevakuutusyhtiössä, eläkesäätiössä tai eläkekassassa [14]. Työeläkevakuutusyhtiössä eläketurvan kustantamiseksi perittävä vakuutusmaksu määräytyy laskuperusteiden mukaisesti huomioiden eri maksun osat omalla vakuutusmaksuprosentillaan. Työeläkevakuutusyhtiöt valmistelevat yhteistyössä Telan laskuperustejaoksen kanssa käytettävät laskuperusteet ja hakevat ne voimaan. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö vahvistaa käytettävät laskuperusteet [11]. Laskuperusteissa vakuutusmaksun vanhuuseläkeosa määritellään sen suuruiseksi, että siitä saatu tulo riittää keskimäärin kattamaan kunkin maksuvuoden aikana kertyneiden vanhuuseläkkeiden rahastoidut osat. Työkyvyttömyysojana taas kerätään maksu, joka riittää kattamaan puolet tulevan kahden vuoden eläkemenosta. Maksun tasaosalla kerätään maksu yhteisesti kustannettaviin rahastoimattomiin eläkkeisiin. Loput maksun osat käsittävät hoitokustannusosan, maksutappio-osan ja lakisääteisten maksujen osan [11], [15]. Vakuutusmaksun osat määräytyvät samoin kaikilla työeläkevakuutusyhtiöillä.

4.2.4 Asiakkaiden merkitys pitkällä aikavälillä

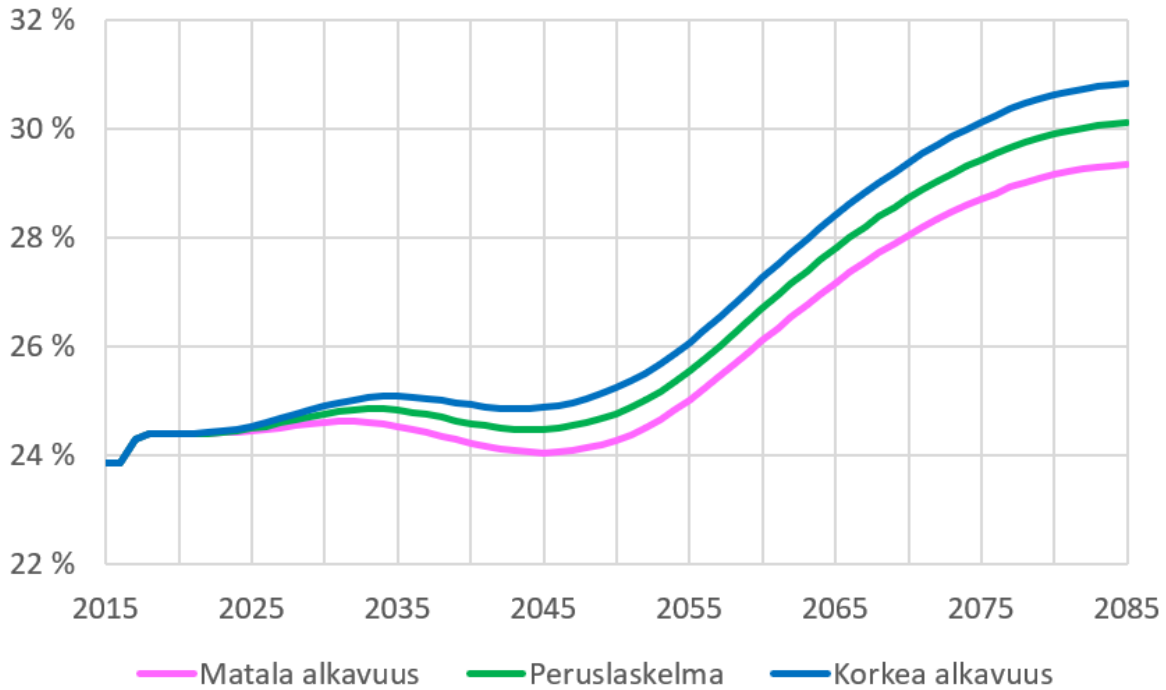
Eläketurvakeskus on laatinut pitkän aikavälin ennusteita siitä, miten pitkäikäisyys, työkyvyttömyys tai sijoitusten tuotot vaikuttavat maksutasoon [9].



Kuva 4.2: TyEL-maksu prosenttia palkkasummasta eri kuolevuusalkavuuksilla. Lähde: ETK

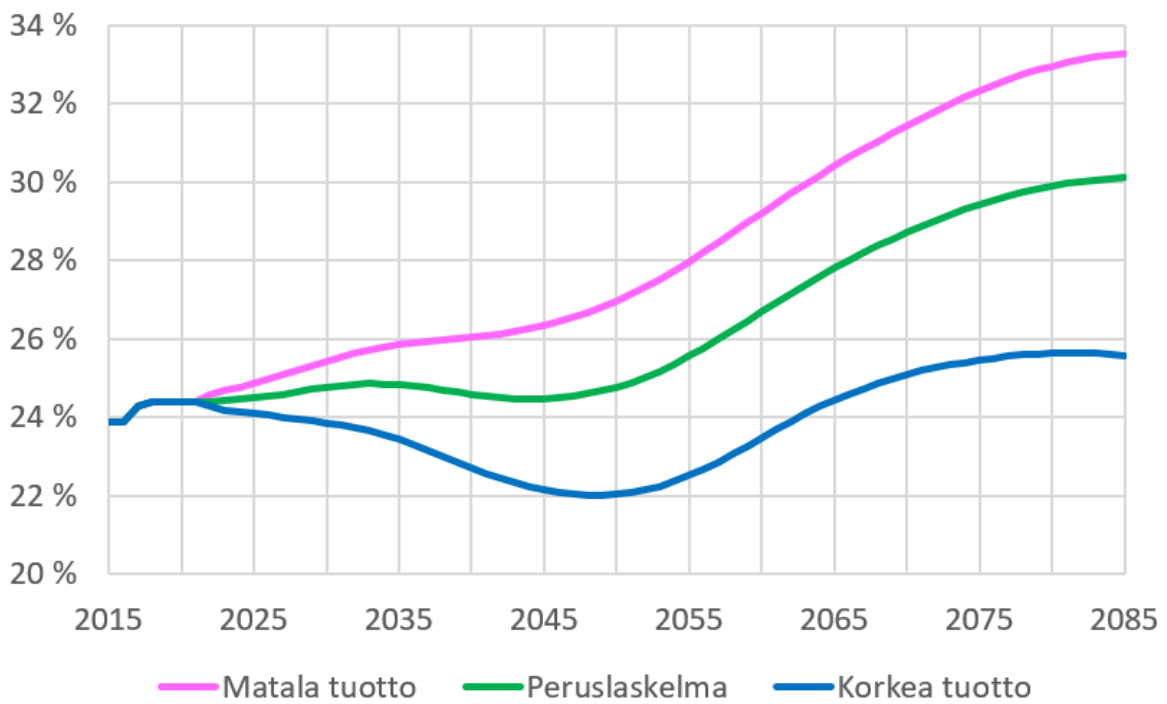
Skenaariolaskelmissa 4.2, 4.3 ja 4.4 huomataan, että suotuisilla laskentaoletuksilla on huomattava vaikutus maksutasoennusteeseen pitkällä aikavälillä. Eläketurvakeskuksen laskelmilla noudatetaan voimassa olevia rahastointisäännöksiä. TyEL-maksun taso määritellään vuosittain osana TyEL:n laskuperusteita. TyEL-maksun kannalta keskeinen rajoite on, että yhteisesti kustannettavia eläkkeitä varten tarkoitettu tasausvastuu säilyy vähimmäismääränsä yläpuolella. Laskentajakson aikana TyEL-laskuperusteisiin tehdään muutoksia rahastotäydennysten kohdentamiseen sekä kuolevuusperusteeseen. Raportin tulokset eivät suoraan vastaa siihen, miten suureksi tai pieneksi tietyillä oletuksilla työeläkevakuutusyhtiön vakavaraisuus asettuu, mutta se indikoi muutoksen suuntaa.

Eläketurvakeskuksen laskelmien tulosten perusteella voidaan myös arvioida vanhuuseläkelii-



Kuva 4.3: TyEL-maksu prosenttia palkkasummasta eri työkyvyttömyysalkavuuksilla. Lähde: ETK

keen ja työkyvyttömyyseläkeliikeyn sekä sijoitustoiminnan tappion vaikutusta pitkällä aikavälillä työeläkevakuutusyhtiön toimintaedellytyksiin. Toki asia itsessään ei kuitenkaan ole niin suoraviivainen vaan siinä vaikuttavat muiden eläkelaitosten onnistuminen sijoitustuotoissa tai muiden työeläkevakuutusyhtiöiden menestyminen vanhuuseläkeliikeyn tai työkyvyttömyyseläkeliikeyn.



Kuva 4.4: TyEL-maksu suhteessa TyEL:n palkkasummaan eri tuotoilla. Lähde: ETK

5 Uudet mahdollisuudet

Edellisissä luvuissa käytiin läpi sitä, mitä ESG yleisesti tarkoittaa finanssimarkkinatoimijoille, miten ESG näkyy jo nyt työeläkevakuutusyhtiöissä ja toisaalta mitä jo nyt tiedetään työeläkevakuutusyhtiöiden toimintaedellytyksistä pitkällä aikavälillä. Lisäksi tarkasteltiin lyhyesti sitä, miten kuolevuuteen tai työkyvyttömyyteen liittyvät oletukset vaikuttavat TyEL-maksutasoon. Nämä eivät suoraan kerro siitä, miten yksittäinen työeläkevakuutusyhtiö selviytyy, mutta se kertoo, miten muista poikkeava vakuutuskanta tai sijoitustoiminta vaikuttaa työeläkevakuutusyhtiön elinkelpoisuuteen. Tässä luvussa keskitytään siihen, miten mahdollisessa uudessa lainsäädäntökehikossa työeläkevakuutusyhtiö voi menestyä. Menestyksen saavuttamiseksi ehdotetaan Bayesin teoreeman hyödyntämistä.

5.1 Rahoituspohjan haasteet

Työeläkevakuutusyhtiön tulot muodostuvat vakuutusmaksuista ja sijoitustoiminnan nettotuotoista. Vakuutusmaksut ottavat huomioon eläkejärjestelmän keskimääräisen kuolevuuden ja työkyvyttömyysalkavuuden. Sijoitustoiminnan nettotuotot perustuvat onnistuneeseen sijoitustoimintaan. Vakuutusmaksut kerätään työeläkevakuutusyhtiön asiakkailta, joita ovat yritykset. Nämä yritykset järjestävät työntekijöidensä eläkevakuutuksen tätä kautta.

Mietittäessä kestävä rahoituksen säätelyä, pyritään sillä antamaan riittävästi tietoa asiakkaille. Tällöin he voivat tehdä haluamiaan päätöksiä koskien kestävä rahoitusta. Tällaiseen ohjautuvuuteen vakuutusmaksu työeläkevakuutusyhtiön rahoittajavälineenä ei nykyisellään ota kantaa. Voiko tästä tulla negatiivinen haaste työeläkevakuutusyhtiön toiminnalle?

Tuleekin aiheelliseksi miettiä, onko poikkeama kuolevuudessa ja työkyvyttömyysalkavuudessa keskimääräisestä tasosta huomattavaa sellaisissa yrityksissä, jotka suosivat tietyllä tavalla kestävä rahoituksen tekijöitä. Jos asiakkaiden tai mahdollisten uusien asiakkaiden valintakriteerit koskien kestävä rahoitusta ovat yhteydessä siihen, millainen on asiakkaiden työntekijöiden kuolevuus tai työkyvyttömyysalkavuus, joudutaanko miettimään, millä tavalla työeläkevakuutusyhtiön

sijoitustoiminnassa kestävä rahoitus on huomioitava? Kestävän rahoituksen säätelyllä pyritään vaikuttamaan finanssimarkkinatoimijoihin. Olisiko vastaava säätely mahdollista työeläkevakuutusyhtiöille? Lähtökohtaisesti voidaan ajatella, mikäli asiakkaiden valintakriteerit laajenevat, laajenee myös työeläkevakuutusyhtiön toiminnan mahdollisuudet mallintaa ja arvioida tulevaa. Tällöin "uusien" matemaattisten mallien hyödyntäminen voi tulla hyvinkin ajankohtaiseksi.

Tässä työssä esitellään Bayesin teoreema mahdollisuutena työeläkevakuutusyhtiölle mahdollisten haasteiden huomioimiseen etupainotteisesti. Bayesin menetelmää on tarkasteltu varsin laajasti toki jo aiemmin ja kattaen koko vakuutussektorin ja siinä erilaiset haasteet. Bayesin menetelmää on hyödynnetty suurten vahinkojen estimoinnissa ja vaikutuksessa vakavaraisuuteen [16] tai vakuutusmaksun määrittämisessä [17]. Lisäksi Bayesin menetelmän avulla on arvioitu ilmastonmuutoksen vaikutuksia [18], [19].

5.2 Bayesin teoreemasta yleisesti

Bayesin teoreema on matemaattinen yhtälö, jota käytetään todennäköisyydessä ja tilastoissa ehdollisen todennäköisyyden laskemiseksi. Lause tunnetaan myös Bayesin lakina tai Bayesin sääntönä. Bayesin teoreema on itsessään vuodelta 1763.

Bayesin teoreema kaavana:

$$P(A | B) = \frac{P(B | A)P(A)}{P(B)} \quad (5.1)$$

- Tässä A ja B ovat kaksi tapahtumaa ja $P(B) \neq 0$
- $P(A | B)$ on tapahtuman A ehdollinen todennäköisyys, kun otetaan huomioon, että B on totta.
- $P(B | A)$ on tapahtuman B ehdollinen todennäköisyys, kun otetaan huomioon, että A on totta.
- $P(A)$ ja $P(B)$ ovat A :n ja B :n todennäköisyydet toisistaan riippumatta (marginaalitodennäköisyys).

Käytännössä teoreemaa voidaan hyödyntää esimerkiksi seuraavan kuvitteellisen tapauksen ratkaisemisessa (prosenttiluvut eivät perustu tutkittuun tietoon):

- Todennäköisyys, että työeläkevakuutusyhtiön asiakkaalla on keskimääräistä matalampi työkyvyttömyysalkavuus - A :n priori-todennäköisyys on 40%.
- Todennäköisyys, että työeläkevakuutusyhtiön asiakas painottaa vakuuttamiseen liittyvissä valinnoissaan kestävän rahoituksen teemaa - B :n priori-todennäköisyys on 60%.
- Todennäköisyys, että satunnaisesti valittu työeläkevakuutusyhtiön asiakas, jolla on keskimääräistä matalampi työkyvyttömyysalkavuus, painottaa vakuuttamiseen liittyvissä valinnoissaan kestävän rahoituksen teemaa - B :n ehdollinen todennäköisyys ehdolla A , $P(B | A)$ on 50%
- Tällöin todennäköisyys, että kestävää rahoitusta vakuuttamiseen liittyvissä valinnoissaan painottavalla työeläkevakuutusyhtiön asiakkaalla on myös keskimääräistä matalampi työkyvyttömyysalkavuus eli A :n posteriori-todennäköisyys ehdolla B , $P(A | B)$ on $50\% * 40\% / 60\% = 33\%$.

Bayesin menetelmä perustuu aineiston ja parametrin yhteisjakauman määrittämiseen ja manipulointiin. Täten käytettävällä jakaumalla on merkitystä. Lisäksi esitellään seuraavat Bayesin menetelmään liittyvät termit:

- Aineiston jakauman tai uskottavuusfunktion muodon valinta on viime kädessä mielivaltainen ja perustuu esimerkiksi ennakkotietoomme mallinnettavasta ilmiöstä.
- Priorijakauman tai lyhyemmin priorin tarkoituksena on ilmaista numeerisessa muodossa epävarmuus parametrin todellisesta arvosta ennen aineiston havaitsemista.
- Posteriorijakauman tai lyhyemmin posteriorin tarkoituksena on määrittää parametrin todelliseen arvoon liittyvää epävarmuutta aineiston havaitsemisen jälkeen.

Priorijakauma määrittelee siis todennäköisimmät parametrin arvot ja niihin liittyvän epävarmuuden ennen aineiston havaitsemista. Aineiston havaitsemisen jälkeen päivitetään määrittely Bayesin kaavan avulla ja tuloksena saadaan posteriorijakauma. Se kuvaa parametrin jakaumaa aineiston havaitsemisen jälkeen.

5.2.1 Bayesin malli ja konjugaattiparit

Konjugaattipriorilla eli liittopriorilla, tarkoitetaan sellaista priorijakaumaa, että posteriorijakauma kuuluu samaan parametriseen jakaumaperheeseen kuin priorijakauma [20]. Tällöin uskottavuusfunktioista ja priorijakaumasta puhutaan myös konjugaattiparina. Konjugaattiparien käyttäminen mahdollistaa laskemisen ilman approksimointia. Mikäli näin ei ole, joudutaan jakaumia approksimoimaan integroimalla tai simuloimalla [21].

Esimerkkejä konjugaattipareista ovat betajakauma, joka on konjugaattipriori binomijakaumalle. Gammajakauma taas on konjugaattipriori Poisson-jakaumalle [20].

Tarkastellaan esimerkkinä beta-binomijakaumaesimerkkiä [20]. Olkoon vakuutusyhtiöllä N kappaletta asiakkaita, joiden maksukyvyttömyyksien määrä on X . Oletetaan, että maksukyvyttömyydet tapahtuvat binomijakauman mukaisesti.

Keskimääräinen maksukyvyttömyyden arvo on $Y = X/N$. Ulkoisten tekijöiden perusteella arvioitu maksukyvyttömyyden todennäköisyys on μ , joka on betajakautunut parametreilla β ja γ . Tällöin maksukyvyttömyyden odotusarvo on

$$E(\mu) = \frac{\beta}{\beta + \gamma} \quad (5.2)$$

Tällöin voidaan laskea todennäköisyys, että N asiakkaan joukossa tapahtuu X maksukyvyttömyyttä, käyttämällä binomijakaumaa. Tällöin odotettavien maksukyvyttömyyksien posteriorijakauma on myös betajakautunut parametreilla $X + \beta$ ja $N - X + \gamma$. Tällöin maksukyvyttömyyksien odotusarvo ehdolla X on:

$$E(\mu | X) = \frac{X + \beta}{N + \beta + \gamma} \quad (5.3)$$

5.2.2 Mallin virheen suuruuden tarkastelu

Tilastollisia malleja käytettäessä sitä sovitetaan havaittuun aineistoon. Silloin hyvin tärkeäksi asiaksi muodostuu, miten hyvin malli soveltuu tarkasteltavaan asiaan eli miten hyvin se ennustaa uusia havaintoja samasta asiasta. Tässä kappaleessa esitetään joitakin menetelmiä mallin virheen suuruuden tai hyvyyden tarkasteluun [21].

Yleensä käytössä on rajallinen testiaineisto. Tätä aineistoa hyödyntäen pyritään arvioimaan käytetyn mallin todellista ennustustarkkuutta.

Yhtenä välineenä arvioida mallin ennustustarkkuutta, on käyttää piste-ennustamista. Tässä menetelmässä kustannusfunktio $L(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ vertaa mallin antamia piste-estimaatteja (x_1, \dots, x_n) käytetyn aineiston todellisiin arvoihin (y_1, \dots, y_n) . Tällöin tarkastellaan siis kustannusfunktion L keskineliövirhettä:

$$L(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2 \quad (5.4)$$

Tällöin oletetaan, että mitä pienempi on keskineliövirhe, sitä paremmin malli ennustaa todellista tapahtumaa. Tämän mallin käytössä täytyy huomioida, että lopputulos riippuu nimenomaan testiaineistosta ja siinä mahdolliset poikkeamat vaikuttavat lopputulokseen.

Piste-ennustamisen haaste on myös siinä, että se ei ota huomioon ennustamistarkkuuteen liittyvää epävarmuutta. Tätä pyritään hyödyntämään logaritmisella uskottavuusfunktiolla. Jos vertailtavat mallit antavat piste-estimaattien lisäksi myös todennäköisyysjakauman uusille havainnoille, myös mittari mallien ennusteille on otettava huomioon koko jakauma.

Logaritminen uskottavuusfunktio $\log p(\mathbf{y})$ mittaa mallien ennustamistarkkuutta, kun todennäköisyyden tai tiheysfunktion arvo on $p(\mathbf{y})$ testiaineistolle \mathbf{y} :

$$\log p(\mathbf{y}) = \log \prod_{i=1}^n p(y_i) = \sum_{i=1}^n \log p(y_i) \quad (5.5)$$

Logaritmisessa uskottavuusfunktiossa mitä suuremman todennäköisyyden malli antaa toteutuneelle testiaineistolle, sitä suurempi on log-uskottavuusfunktion arvo.

Kolmantena menetelmänä voidaan käyttää ristiinvalidointia. Tämä menetelmä sopii tapauksiin, jossa ei ole käytössä erillistä testiaineistoa. Aineisto jaetaan X osaan ja vuorotellen yhtä osaa estimoidaan käyttäen hyväksi loppuja $X - 1$ osaa. Tämän jälkeen X osan uskottavuusfunktion arvot lasketaan yhteen ja saadaan arvio logaritmisestä uskottavuusfunktion odotusarvosta.

5.2.3 Esimerkit menetelmän hyödyntämisessä

Eläkevakuuttamisessa kuolevuuden arvioiminen on merkittävässä roolissa. Työeläkevakuutusyhtiöiden yhteiset laskuperusteet perustuvat siihen, että eläkelaitosten välillä kuolevuudessa ei ole merkittävää eroa.

Mikäli työeläkevakuutusyhtiön asiakkaita voitaisiin jakaa ryhmiin sen perusteella, millaista kestävän rahoituksen politiikkaa asiakkaat edustavat, olisi syytä selvittää, onko tällaisten ryhmien kuolevuuden välillä merkittävää eroa.

Tutkimuksessa [22] tarkasteltiin kahden eri populaation kuolevuuden ennustamista Bayesin menetelmää hyödyntäen. Bayesin menetelmä on tässä toimiva siksi, koska silloin riittää pienempikin populaatio ja voidaan sallia kuolevuustietojen puuttuminen joiltakin havaintopisteiltä. Kyseisen tutkimuksen mukaan voidaan esimerkiksi mallintaa koko Suomen kuolevuutta verrattuna työeläkevakuutusyhtiön tietyn asiakasjoukon kuolevuuteen ja arvioida onko kyseessä merkittävä ero.

Toisessa tutkimuksessa [23] Bayesin menetelmää hyödynnetään arvioitaessa työkyvyttömyysalkavuutta oletuksella, että vahinkojen alkamisella ja tietyllä taloudellisella mittarilla on yhteys. Tutkimuksessa esitellään tapa, jolla taloudellinen mittari voidaan sisällyttää osaksi tarkastelua. Työeläkevakuutusyhtiö voisi tutkimuksen [23] avulla arvioida, onko oman asiakaskunnan sisällä ryhmiä, joiden tietty suuntautuminen kestävän rahoituksen tiettyyn teemaan, olisi muuttamassa ryhmän työkyvyttömyysalkavuutta keskimääräistä huomattavasti poikkeavaksi.

Huomioitavaa, että tutkimus erosi suomalaisesta työeläkejärjestelmän työkyvyttömyysalkavuuden ennustamisesta siten, että tutkimuksessa hyödynnettiin korvauskolmioita. Nykyiselläänhän työeläkejärjestelmän työkyvyttömyysalkavuuden arviointi perustuu Z-malliin.

6 Yhteenveto

Tässä työssä on esitelty lainsäädäntöä, joka tulee vaikuttamaan finanssimarkkinatoimijoihin. Lähtökohtaisesti säätely ei koske työeläkevakuutusyhtiöitä, mutta työssä on tarkasteltu tilannetta, jos näin olisikin. Työeläkevakuutusyhtiöitä koskeva lainsäädäntö ei ota kestävään rahoitukseen liittyviä tekijöitä suoraan huomioon eikä työeläkevakuutusyhtiön sisään tulevilla rahavirroissa kestävä rahoituksen teemat tule myöskään huomioiduksi.

Vallitsevaan tilanteeseen ei kuitenkaan voida tuudittautua, sillä maailma muuttuu jatkuvasti. Työeläkevakuutusyhtiöiden on syytä miettiä, miten voivat toimia muuttuvassa toimintaympäristössä. Tämä tulee huomioitavaksi, mikäli työeläkevakuutusyhtiöitä aletaan viedä kohti tilaa, jossa niitä koskeva lainsäädäntö huomioi EU-tason finanssimarkkinoita koskevan kestävä rahoituksen lainsäädännön.

Mahdollisena muuttuvan toimintaympäristön työkaluna tässä työssä on esitetty Bayesin menetelmä. Menetelmä voi nykyisellään olla varsin toimiva työkalu, koska tietokoneiden laskentateho tai datan suuruus eivät ole enää rajoittava tekijä. Toisaalta myöskään pienemmät tarkastelujoukot eivät aseta esteitä tarkastelulle.

Bayesin menetelmä mahdollistaa työeläkevakuutusyhtiöille oletusten tekemisen potentiaalisesta asiakasdatasta sen perusteella mitä aiemmin asiakaskäyttäytymisestä tiedetään. Työeläkevakuutusyhtiö voi esimerkiksi ennakoida kuolevuusalkavuutta tai työkyvyttömyysalkavuutta perustuen siihen, mitä se jo nyt tietää potentiaalisen asiakkaan mielenkiinnosta koskien kestävä rahoitusta. Mahdollisesti menetelmää voi käyttää työkaluna arvioitaessa työeläkevakuutusyhtiön vakuutusmaksun perusteita, mikäli havaitaan, että vakuutuskannoissa on toisistaan huomattavasti poikkeavia joukkoja, jotka painottuvat esimerkiksi tietyille työeläkevakuutusyhtiöille. Bayesin menetelmällä voidaan hyödyntää tietoa jo olemassa olevan datan perusteella ja arvioida miten todennäköisiä uudet havainnot ovat vanhan datan tietojen ehdolla ja mahdollistaa eläkevakuuttaminen vaikka toimintaympäristö ja lainsäädäntökehikko muuttuisikin.

Lähdeluettelo

- [1] Euroopan unionin virallinen lehti, *Ehdotus, EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS puitteiden vahvistamisesta ilmasto-neutraaliuden saavuttamiseksi ja asetuksen (EU) 2018/1999 muuttamisesta (eurooppalainen ilmastolaki)*. EUR-Lex: EU, 2020.
- [2] United Nations, *Paris agreement*, https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf, [Online; accessed 19-September-2021], 2015.
- [3] Euroopan unionin virallinen lehti, *NEUVOSTON PÄÄTÖS (EU) 2016/1841*. EUR-Lex: EU, 2016.
- [4] M. Ollikainen, *Pariisin ilmastopöytäkirja ja Suomi: mahdollisuuksia vai rasitteita?* <https://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/wp-content/uploads/2017/03/kak-1-2017-Ollikainen.pdf>, [Online; accessed 28-August-2021], 2017.
- [5] Euroopan unionin virallinen lehti, *EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS (EU) 2019/2088*. EUR-Lex: EU, 2019.
- [6] —, *EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS (EU) 2020/852*. EUR-Lex: EU, 2020.
- [7] Finlex, *Laki työeläkevakuutusyhtiöistä 25.4.1997/354*, <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1997/19970354>, [Online; accessed 19-September-2021], 2020.
- [8] T. M. Andersen, *Eläkkeiden riittävyys ja kestävyys : arvio Suomen eläkejärjestelmästä*, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-691-335-6>, [Online; accessed 19-September-2021], 2021.
- [9] H. Tikanmäki, S. Lappo, V. Merilä, T. Nopola, K. Reipas ja M. Sankala, *Lakisääteiset eläkkeet : pitkän aikavälin laskelmat 2019*, <http://www.julkari.fi/handle/10024/137763>, [Online; accessed 19-September-2021], 2019.
- [10] Euroopan unionin virallinen lehti, *EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS (EU) 2014/95*. EUR-Lex: EU, 2014.

- [11] Säädospalvelu, *Laskuperusteet. Työntekijän eläkelain (TyEL) mukaisen eläkevakuutuksen erityisperusteet (2021)*, <http://www.saadospalvelu.fi/fi/perusteet/laskuperusteet/tyoelakeyhtiot/tyelerityis/2021.pdf>, [Online; accessed 4-August-2021], 2021.
- [12] Valtioneuvosto, *Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle - Suomen kestävän kasvun ohjelma*, https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaaisuMetatieto/Documents/VNS_6+2020.pdf, [Online; accessed 28-August-2021], 2020.
- [13] Tela, *Työeläkevakuutusten siirtoliike yhtiöstä toiseen*, <https://www.tela.fi/siirtoliiketilastot>, [Online; accessed 21-August-2021], 2021.
- [14] Finlex, *Työntekijän eläkelaki 19.5.2006/395*, <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060395/>, [Online; accessed 4-August-2021], 2006.
- [15] Tela, *Työeläkemaksut*, <https://www.tela.fi/tyoelakemaksut#tyoelakemaksunosat>, [Online; accessed 4-August-2021], 2021.
- [16] R. L. Smith ja D. J. Goodman, *Bayesian Risk Analysis*, 2000.
- [17] V. Goulet, *Principles and Application of Credibility Theory*, <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1092&context=joap>, [Online; accessed 19-September-2021], 1998.
- [18] M. Katzfuss, D. Hammerling ja R. L. Smith, A Bayesian hierarchical model for climate change detection and attribution, *Geophysical Research Letters*, vol. 44, nro 11 2017, s. 5720–5728, 2017, doi: <https://doi.org/10.1002/2017GL073688>.
- [19] C. Tebaldi ja R. L. Smith†, *Characterizing the Uncertainty of Climate Change Projections Using Hierarchical Models*, https://www.rls.sites.oasis.unc.edu/postscript/rs/haba_CT-RLS.pdf, [Online; accessed 19-September-2021], 2009.
- [20] P. Sweeting, *Financial Enterprise Risk Management*, sarja International Series on Actuarial Science. Cambridge University Press, 2011, ISBN: 978-0-521-11164-5.
- [21] V. Hyvönen, *Bayes-päätely*, https://courses.helsinki.fi/sites/default/files/course-material/4678204/Bayes_2017%282%29.pdf, [Online; accessed 19-September-2021], 2017.

- [22] A. Cairns, D. Blake, K. Dowd, G. Coughlan ja M. Khalaf-Allah, Bayesian stochastic mortality modeling for two populations, *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, vol. 41, nro 1 2011, s. 29–59, 2011, doi: 10.2143/AST.41.1.2084385, ISSN: 0515-0361.
- [23] C. Donnelly ja M. V. Wüthrich, Bayesian prediction of disability insurance frequencies using economic indicators, *Annals of Actuarial Science*, vol. 6, nro 2 2012, s. 381–400, 2012, Published online: 26 April 2012; accessed 25-October-2021, ISSN: 1748-5002.