



VAKUUTUSVALVONTA

---

# SIJOITUSUUDISTUKSEN VAIKUTUS YKSITYISEN SEKTORIN TYÖELÄKE- VAKUUTUSMAKSUUN

PETRI HILLI

# KUVAILEHTI/ BESKRIVNING

## Julkaisija/Utgivare

Vakuutusvalvontavirasto, Försäkringsinspektionen

---

### Tekijä/Redaktör

Petri Hilli

☎ +358 9 4313 8496

✉ mail: petri.hilli@hse.fi

### Julkaisun nimi/Titel

Sijoitusuudistuksen vaikutus yksityisen sektorin työeläkevakuutusmaksuun  
Placeringsreformens konsekvenser för arbetspensionsförsäkringsavgiften inom den privata sektorn

---

### Sisältö/Innehåll

Tekstiosa/Text

---

### Tiivistelmä/Referat

Tässä raportissa esitetään alustavia laskelmia työeläkevakuutusmaksun kehityksestä vuoteen 2034 saakka nykyisessä työeläkejärjestelmässä sekä hallituksen 8.6.2006 antaman lakiesityksen mukaisessa järjestelmässä. Laskelmissa on huomioitu sijoitustuottoihin, vakuutusliikkeen kassavirtoihin, palkkasummaan ja vanhuuseläkemenoon liittyvä epävarmuus. Hallituksen lakiesityksen mukaisessa järjestelmässä maksun mediaani alenisi noin 29 %:sta noin 27%:in vuoteen 2034 mennessä verrattuna nykyiseen järjestelmään kun osakesijoitusten osuutta sijoitusportfoliossa lisätään. Maksun kehitykseen liittyy kuitenkin huomattavaa epävarmuutta. Maksun kehitykseen vaikuttavat sijoitusstrategia ja lopulliset säännökset. Esimerkiksi osakkeiden osuutta lisäämällä saatetaan päästä vieläkin alempaan TyEL-maksuun, mutta samalla eläkelaitosten konkurssitodennäköisyys kasvaa. Säännöksistä laskuperustekorona noston rajoittaminen vaikuttaa asiakaspalautusten määrään ja kasvattaa huomattavan suurten asiakaspalautusten todennäköisyyttä. Asiakaspalautusten maksaminen vakava-raisuusrajalle asti ei ole täysin työeläkejärjestelmän tavoitteiden mukaista, sillä se nostaa pitkällä aikavälillä sekä työeläkevakuutusmaksua että konkurssitodennäköisyyttä suhteessa esitettyyn vaihtoehtoon. Eläkerahastojen täydennysten kohdentamisella ikäluokittain voidaan vaikuttaa TyEL-maksun kehitykseen, mutta kohdentamisen tarkkojen säännösten puuttuminen vaikeuttaa eläkelaitosten sijoitussuunnittelua merkittävästi.

I denna rapport presenteras preliminära kalkyler över arbetspensionsförsäkringsavgiftens utveckling fram till år 2034 i det nuvarande arbetspensionssystemet samt i systemet i enlighet med Regeringens proposition av den 8 juni 2006. I kalkylerna har den osäkerhet som är förknippad med placeringsintäkterna, försäkringsrörelsens kassaflöden, lönesumman och utgifterna för ålderspension beaktats. I systemet i enlighet med Regeringens proposition skulle avgiftens median sjunka från 29 % till 27 % fram till år 2034 jämfört med det nuvarande systemet, då aktieplaceringarnas andel utökas i placeringsportföljen. Utvecklingen av avgiften är emellertid förknippad med avsevärda osäkerhetsfaktorer. På avgiftens utveckling inverkar placeringsstrategin och de slutliga bestämmelserna. Exempelvis kan man genom att utöka andelen aktier uppnå en ännu lägre ArPL-avgift, men samtidigt ökar sannolikheten för konkurser bland pensionsanstalterna. Av bestämmelserna inverkar begränsningen av en höjning av beräkningsräntan på beloppet av kundåterbäringarna och ökar sannolikheten för anmärkningsvärt stora kundåterbäringar. Utbetalningen av kundåterbäringar upp till solvensgränsen följer inte till fullo arbetspensionssystemets målsättningar, eftersom det på lång sikt både höjer arbetspensionsförsäkringsavgiften och ökar sannolikheten för konkurser i jämförelse med det presenterade alternativet. Genom att allokera pensionsfondernas kompletteringar enligt åldersklass, kan man inverka på ArPL-avgiftens utveckling, men avsaknaden av exakta allokeringsbestämmelser försvårar i hög grad planeringen av pensionsanstalternas placeringsverksamhet.

---

### Avainsanat/Nyckelord

Työeläke, sijoitustoiminta /Arbetspension, investering

---

<b>Sarja/nimi ja numero</b> <b>Serie/namn och nummer</b>	<b>ISSN</b>	<b>ISBN</b>
Monisteen: 2007:2	1457-201X	978-952-5350-41-8

---

<b>Sivumäärä/</b> <b>Antal sidor/</b>	<b>Kieli</b> <b>Språk</b>	<b>Hinta</b> <b>Pris</b>
46	suomi finska	

---

**Jakaja/Distributör**  
Vakuutusvalvontavirasto/  
Försäkringsinspektionen  
Jaana Nuortia-Kujanpää ☎ +358 9 4155 9530  
e-mail: kirjaamo@vakuutusvalvonta.fi

**Kustantaja/Förläggare**  
Vakuutusvalvontavirasto  
Försäkringsinspektionen

# Sijoitusuudistuksen vaikutus yksityisen sektorin työeläkevakuutusmaksuun

Petri Hilli

Liiketoiminnan teknologian laitos

Helsingin kauppakorkeakoulu

1. helmikuuta 2007

## Tiivistelmä

Tässä raportissa esitetään alustavia laskelmia työeläkevakuutusmaksun kehityksestä vuoteen 2034 saakka nykyisessä työeläkejärjestelmässä sekä Hallituksen 8.6.2006 antaman lakiesityksen mukaisessa järjestelmässä. Laskelmissa on huomioitu sijoitustuottoihin, vakuutusliikkeen kassavirtoihin, palkkasummaan ja vanhuuseläkemenoon liittyvä epävarmuus. Hallituksen lakiesityksen mukaisessa järjestelmässä maksun mediaani alenisi noin 29%:sta noin 27%:in vuoteen 2034 mennessä verrattuna nykyiseen järjestelmään kun osakesijoitusten osuutta sijoitusportfoliossa lisätään. Maksun kehitykseen liittyy kuitenkin huomattavaa epävarmuutta. Maksun kehitykseen vaikuttavat sijoitusstrategia ja lopulliset säännökset. Esimerkiksi osakkeiden osuutta lisäämällä saatetaan päästä vieläkin alempaan TyEL-maksuun, mutta samalla eläkelaitosten konkurssitodennäköisyys kasvaa. Säännöksistä laskuperustekorona noston rajoittaminen vaikuttaa asiakaspalautusten määrään ja kasvattaa huomattavan suurten asiakaspalautusten todennäköisyyttä. Asiakaspalautusten maksaminen vakavaraisuusrajalta asti ei ole täysin työeläkejärjestelmän tavoitteiden mukaista, sillä se nostaa pitkällä aikavälillä sekä työeläkevakuutusmaksua että konkurssitodennäköisyyttä suhteessa esitettyyn vaihtoehtoon. Eläkerahastojen täydennysten kohdentamisella ikäluokittain voidaan vaikuttaa TyEL-maksun kehitykseen, mutta kohdentamisen tarkkojen säännösten puuttuminen vaikeuttaa eläkelaitosten sijoitussuunnittelua merkittävästi.

# 1 Johdanto

Suomen yksityisten sektorin lakisääteisen työeläkejärjestelmän ensisijaisena tavoitteena on turvata työuran aikana ansaittujen työeläkkeiden maksaminen eläkkeelle jäämisestä eläkkeen päättymiseen asti. Yksityisen alan työeläkejärjestelmä on osittain rahastoiva, jossa osa etuusperusteisesti ansaitusta eläkemenosta rahoitetaan sitä varten säästetyistä varoista ja loput suoraan yksityisen sektorin työntekijöiltä ja -antajilta kerättävistä työeläkevakuutusmaksuista (TyEL-maksu). Odotettavissa oleva suurten ikäluokkien eläköityminen seuraavien parin vuosikymmenen aikana yhdessä pienenevien työikäisten sukupolvien kanssa on tuonut paineita TyEL-maksujen nostamiseen ja johtanut pohdintaan siitä, pitäisikö työeläkesäännöksiä muuttaa nousupaineen pienentämiseksi. Hallitus esittikin 8.6.2006 muutoksia 1.1.2007 voimaan tulevaan Työntekijän eläkelakiin (TyEL), joiden tavoitteena on alentaa tulevia työeläkevakuutusmaksuja [9]. Lakiesitys perustuu pitkälti eläkeneuvotteluryhmän ehdotuksiin [4].

Tässä raportissa tutkitaan eläkkeiden rahastointiperiaatteisiin vaikuttavien Hallituksen esitysten vaikutusta TyEL-maksuun ja järjestelmän vakaaraisuuteen. Sijoitustuotot, ansiotasoa ja inflaatio mallinnetaan stokastisina prosesseina. Tutkimuksessa käytetty laskentamalli on rakennettu siten, että sekä eläkemenot että eläkemenon rahoitus lasketaan samassa mallissa. Eläkemenot maksetaan vuosittain kerättävällä tasausosalla ja rahastoista maksettavilla osilla, jolloin rahaa sitovia tasaus- ja tasoitusvastuita ei tarvita tai ne voidaan olettaa vakioiksi. Tilanne vastaa yleisperiaatteeltaan esimerkiksi Valtion Eläkerahaston toimintaa, jossa valtio maksaa eläkemenon ja perii osan eläkemenosta Valtion Eläkerahastolta etukäteen määrättyinä säännöksiin. Lähestymistavalla saaduista TyEL-maksuista poikkeavia TyEL-maksuja ja tarvittavia pääomia voidaan pitää nykyisen kaltaisen hajautetun järjestelmän ylläpidon kustannuksina tai hyötyinä.

Eläkeneuvotteluryhmän ja Biström et al. [2] raporteissa esitetään Eläketurvakeskuksen (ETK) deterministisiä pitkän aikavälin laskelmia TyEL-maksun kehityksestä sekä herkkyysanalyysiä sijoitustuottojen suhteen, mutta varsinaista sijoitustoimintaan, ansiotasoon tai inflaatioon liittyvää stokastiikkaa laskelmissa ei ole. Heikkilä [11] ja eläkeneuvotteluryhmä ovat tutkineet osakesijoitusten lisäämisen vaikutusta työeläkeyhtiön ja -järjestelmän vakaaraisuuteen, mutta vaikutusta TyEL-maksuun ei suoraan tutkittu. Eläkeneuvotteluryhmän päätelmät perustuvatkin pitkälti kahden erillisen mallin, ETK:n deterministisen mallin ja työeläkeyhtiö Varman stokastisen sijoitusmallin tulosten analyysiin ja epäsuoraan yhdistämiseen. Heikkilän ja eläkeneuvotteluryhmän tutkimuksissa järjestelmä on mallinnettu yhtiökohtaisesti, kun taas tässä raportissa ja ETK:n laskelmissa järjestelmä on mallinnettu

yhtenä kokonaisuutena, toisin sanoen kuin kaikki eläkevarat olisivat yhdessä eläkelaitoksessa.

Tässä tutkimuksessa käytetään Hilli et al. [12] esittämää stokastista sijoitustuottomallia kuvaamaan sijoitustuottoihin, ansiotasojen ja elinkustannusindeksiin liittyvää epävarmuutta. Malli perustuu Englen ja Grangerin [6] esittämään yhteisintegroituvuusmalliin ja poikkeaa huomattavasti eläkeneuvotteluryhmän käyttämästä mallista mahdollistaen stokastisten tekijöiden pitkän aikavälin relaatioiden monipuolisemman huomioimisen. Lisäksi tässä tutkimuksessa tuotot ovat lognormaalisesti jakautuneita kun taas eläkeneuvotteluryhmän laskelmissa tuotot ovat normaalijakautuneita. Normaalijakaumaoletuksesta seuraa esimerkiksi, että ilman lisärajoitteita osakeindeksit tai korot voisivat saada negatiivisia arvoja. Lisärajoitteista seuraa kuitenkin uusia ongelmia, kuten esimerkiksi positiivisen todennäköisyysmassan kerääntyminen poikkeaviin pisteisiin.

Esitettävien laskelmien perusteella TyEL-maksun tulevaan tasoon liittyy huomattavaa epävarmuutta. TyEL-maksun ja eläkejärjestelmän vakavaraisuuden jakaumat ovat varsin epäsymmetrisiä, joten vain muutaman tilastollisten tunnusluvun ja erityisesti odotusarvojen raportointi saattaa johtaa virheellisiin päätelmiin. Hallituksen lakiesityksen mukaisessa järjestelmässä TyEL-maksun mediaani putoaisi n. 29%:sta noin 27%:in verrattuna nykyjärjestelmään. Heikkojen sijoitustuottojen tapauksessa lakiesityksellä ei olisi juurikaan vaikutusta TyEL-maksuun. Osakkeiden osuutta lisäämällä saataisiin päästä vieläkin alempaan TyEL-maksuun, mutta samalla eläkelaitosten konkurssitodennäköisyys kasvaa. Lisäksi TyEL-maksuun liittyvä epävarmuus kasvaa. Lopulliseen maksuun vaikuttavat monet säännökset, joista ei ollut tarkkaa tietoa laskelmia tehtäessä. Esimerkiksi laskuperustekorona noston rajoittaminen yhteen prosenttiin vuodessa vaikuttaa siihen, mitä kautta TyEL-maksua alennetaan, varsinaisten rahastojen vaiko asiakaspalautusten kautta. Rajoituksen takia hyvien sijoitustuottojen aikaan tuotot eivät välttämättä ohjaudu riittävän nopeasti eläkerahastojen täydennyksiin vaan jaetaan asiakaspalautuksina takaisin. Keskimääräisten ja heikkojen sijoitusten tapauksessa rajoituksella tai sen poistamisella ei olisi juurikaan merkitystä. Laskelmien perusteella asiakaspalautusten jakaminen lakiesityksen sallimalla niin sanotulle vakavaraisuusrajalalle asti ei ole paras mahdollinen ratkaisu eläkejärjestelmän pitkän aikavälin tavoitteiden kannalta. On löydettävissä sääntöjä, joilla saavutettaisiin alempi TyEL-maksun mediaani suhteessa konkurssitodennäköisyyteen. Lakiesitys antaa mahdollisuuden vaikuttaa TyEL-maksun kehitykseen sallimalla eläkerahastojen täydentämisen vain joillekin ikäluokille. Eläkerahastojen täydennyksillä voidaan vaikuttaa TyEL-maksun kehitykseen, esimerkiksi aikaistaa TyEL-maksun mediaanin alenemistä mahdollisesti pitkän aikavälin tavoitteiden kustannuksella. Kohdentamisen tark-

kojen säännösten puuttuminen kuitenkin vaikeuttaa eläkelaitosten sijoitussuunnittelua merkittävästi

Nykyisessä ja sijoitusuudistuksen mukaisessa eläkejärjestelmässä yksittäisen eläkelaitoksen sijoitussuunnittelu on erittäin vaikea päätösongelma. Eläkelaitoksen olisi sijoitussuunnittelussa otettava huomioon sekä sijoituksensa että vastuunsa. Yksittäisen eläkelaitoksen vastuuvelan kehitys ja rahastoista maksettavat kassavirrat riippuvat kaikkien eläkelaitosten sijoitustoiminnasta. Jokaisen eläkelaitoksen olisi pystyttävä rakentamaan oma mallinsa kuvaamaan koko järjestelmän sijoitustoimintaa ja vastuovelkaa arvioidakseen omien kassavirtojensa ja vastuidensa kehitystä sijoitussuunnittelun pohjaksi. Kyseisen mallin rakentaminen edellyttäisi huomattavan työmäärän lisäksi tietoa kaikkien muiden eläkelaitoksen sijoitusstrategioista ja vakuutuskannan rakenteesta, joista ei kuitenkaan ole saatavilla tietoa. Ongelma olisi korjattavissa esimerkiksi määrittelemällä rahastointisäännökset riippuviksi yleisesti laskettavista tuottoindekseistä laskuperustekorona ja eläkelaitosten keskinäisten osaketuottojen sijaan. Koko TyEL-järjestelmän kannalta edellisen lisäksi olennainen korjaus olisi eläkeoikeuden ja sijoitustuottojen välisen riippuvuuden poistaminen. Työntekijöiden eläkeoikeus ja eläkkeiden indeksikorotukset riippuvat TyEL-maksun kautta sijoitustuotoista, mikä tekee koko TyEL-järjestelmän numeerisen mallintamisen erittäin vaikeaksi. Sen seurauksena järjestelmää koskevien laskelmien tekeminen on aikaa vievää ja mahdolliset parannukset eläkejärjestelmään saattavat jäädä löytämättä. Ongelma olisi korjattavissa määrittelemällä eläkeoikeus riippuvaksi ainoastaan palkasta ja indekseistä.

Tutkimuksessa huomioitavat Hallituksen lakiesityksen muutosehdotukset koskevat pääosin rahastoista maksettavien vanhuuseläkkeiden määräytymistä, joten muiden kuin vanhuuseläkemenon osuus TyEL-maksusta mallinnetaan vakiona. Kappaleessa 2 esitetään yksinkertainen numeerisen laskentaan soveltuva malli vanhuuseläkemenon laskentaan. Kappaleessa 3 esitetään yksinkertainen malli TyEL-maksun laskentaan ja vanhuuseläkemenon rahoitukseen koko TyEL-järjestelmän tasolla. Vanhuuseläkemenon rahoitus perustuu Hillin ja Pennasen [14] esittämään laskentamalliin ja sitä täydennetään puuttuvilta osin. Kappaleessa 4 esitetään malli eläkejärjestelmän vakavaraisuuden laskentaan. Kappaleessa 5 esitetään tutkimuksessa käytetyt sijoitusluokat ja sijoitusstrategiat. Kappaleessa 6 tutkitaan simuloimalla TyEL-maksua sekä nykyjärjestelmässä että Hallituksen lakiesityksen mukaisesta työeläkejärjestelmästä eri sijoitusstrategioilla. Lisäksi tutkitaan asiakaspalautuksia, laskuperustekorokoa sekä eläkerahastojen täydentämistä koskevien säännösten vaikutusta TyEL-maksuun uudessa järjestelmässä.

## 2 Vanhuuseläkemeno

Koko Suomen väestö jakautuu kunakin vuonna ikä- ja sukupuoliluokkiin, joiden joukkoa merkitään  $I$ :llä. Kunkin luokan  $i \in I$  väestö jakautuu lisäksi tiloihin  $J = \{a, v, m\}$ , aktiivit, vanhuuseläkeläiset ja muut. Tässä aktiivit koostuvat TyEL-säännösten mukaan vakuutetuista palkansaaajista, vanhuuseläkeläisten määrä muodostuu kaikista suomalaisista vanhuuseläkeläisistä ja muut käsittää loput Suomen väestöstä. Väestön tilamallissa käytetään merkintöjä

$$p_t^{i,j,j'} = \text{siirtymätodennäköisyys tilasta } j \text{ tilaan } j' \text{ luokassa } i \text{ vuonna } t,$$

$$K_t^{i,j} = \text{luokan } i \text{ tilan } j \text{ koko vuonna } t.$$

Luokan  $i \in I$  palkkasumma lasketaan Hillin ja Pennasen [14] mukaan kaavalla

$$P_t^i = K_t^{i,a} \bar{P}_t^i,$$

missä keskipalkkaa  $\bar{P}_t^i$  approksimoidaan

$$\bar{P}_t^i = \bar{P}_0^i \frac{W_t}{W_0},$$

missä  $W_t$  on ansiotasoindeksi. Kokonaispalkkasumma  $P_t$  on tällöin

$$P_t = \sum_{i \in I} P_t^i.$$

TyEL-lain 4. luvun mukaan vuonna  $t$  maksettavien TyEL-vanhuuseläkkeiden määrä lasketaan

$$\bar{F}_t^- = \sum_{i \in I} E_t^i,$$

missä  $E_t^i$  on alkaneiden vanhuuseläkkeiden määrä. Alkaneiden vanhuuseläkkeiden määrää approksimoidaan kaavalla

$$E_t^i = p_t^{i,v,v} E_{t-1}^{i-1} \delta_t^v + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J \setminus \{v\}} p_t^{i,j,v} \eta_t^i e_{t-1}^{i-1} \delta_t^a,$$

missä  $\delta_t^v$  on TyEL 99 §:n mukainen työeläkeindeksin muutos,  $\eta_t^i$  muuntaa alkavan eläkkeen vastaamaan eläkkeen alkamisikää  $i \in I$  TyEL 12 §:n ja TyEL 82 §:n mukaisesti,  $e_t^i$  on luokan  $i$  TyEL 64 §:n ja 73 §:n mukaan laskettu vastaisten vanhuuseläkkeiden euromääräinen karttuma ja  $\delta_t^a$  TyEL 97 §:n



mukainen palkkakerroin. Työeläkeindeksi voidaan ETK:n soveltamisohjeen [5] perusteella laskea

$$\delta_t^v = 0,8 \frac{C_{t-1}}{C_{t-2}} + 0,2 \frac{W_{t-1}(1 - \hat{\tau}_{t-1}^i)}{W_{t-2}(1 - \hat{\tau}_{t-2}^i)},$$

missä  $C_t$  on elinkustannusindeksi ja  $\hat{\tau}_t^i$  luokan  $i \in I$  työntekijän TyEL-maksu. Palkkakerroin voidaan ETK:n soveltamisohjeen [5] perusteella laskea

$$\delta_t^a = 0,2 \frac{C_{t-1}}{C_{t-2}} + 0,8 \frac{W_{t-1}(1 - \hat{\tau}_{t-1}^i)}{W_{t-2}(1 - \hat{\tau}_{t-2}^i)}.$$

Vastaisten vanhuuseläkkeiden karttumaa approksimoidaan kaavalla

$$e_t^i = \sum_{j,j' \in J \setminus \{v\}} p_t^{i,j,j'} \delta_t^a e_{t-1}^{i-1} + \phi^i P_t^i (1 - \hat{\tau}_t^i),$$

missä  $\phi^i$  on luokan  $i$  TyEL 64 §:n mukainen eläkekarttumaprosentti.

Eläkemenon mallintamisesta on erityisesti huomioitavaa, että toisin kuin lakiesityksessä todetaan [9, s. 4], sijoitustuotot vaikuttavat jossain määrin eläkeoikeuksiin TyEL-maksun kautta pienentämällä eläkkeen perusteena olevaa palkkaa [22, 73 §] ja täydennyskertoimia [22, 97 §, 99 §]. Eläkeoikeuden riippuminen TyEL-maksusta tekee eläkejärjestelmän numeerisesta mallintamisesta erittäin vaikeaa ja esimerkiksi koko järjestelmän eläkkeiden rahoitusongelman matemaattisen optimoinnin käytännössä mahdottomaksi (epäkonvekssisuuden vuoksi). Ongelma poistuisi yksinkertaisesti määrittelemällä eläkeoikeus riippuvaksi ainoastaan palkasta ja indekseistä ilman työntekijän TyEL-maksun tasosta riippuvia vähennyksiä, helpottaen olennaisesti eläkemenon numeerista mallintamista ja siten myös eläkejärjestelmän riskinhallintaa.

### 3 Eläkkeiden rahoitus

Tässä kappaleessa esitetään yksinkertainen malli TyEL-maksun laskentaan. Hallituksen lakiesityksen [9] muutosehdotukset koskevat pääosin rahastoista maksettavien vanhuuseläkkeiden määräytymistä, joten muiden kuin vanhuuseläkemenon rahoitus esitetään yksinkertaisesti vakio-osuutena TyEL-maksusta. Kappaleissa 3.1 ja 3.2 esitetyt kaavat rahastoista maksettavalle vanhuuseläkemenolle perustuvat Hillin ja Pennasen [14] esittämään laskentamalliin ja niitä on täydennetty puuttuvilta osin.

TyEL-järjestelmä on osittain rahastoitava. TyEL-lain 12. luvun mukaan työeläkelaitokset keräävät TyEL-maksun kautta eläkkeiden rahastoitavat osat,

sijoittavat ne markkinoille ja maksavat alkaneiden eläkkeiden rahastoidut osat. Loppuosan eläkemenosta maksavat TyEL-järjestelmän piiriin kuuluvat työntekijät ja työnantajat TyEL-maksun tasaososan kautta. Laskuperusteiden [21, s. 7] mukaan TyEL-maksu jakaantuu seitsemään osaan, jotka jakautuvat lisäksi ikä- ja sukupuoliluokittain. Tässä tutkimuksessa keskimääräinen TyEL-maksu  $\tau_t$  jakautuu

$$\tau_t = \tau_t^\nu + \tau_t^\rho + \tau_t^\epsilon - \tau_t^h,$$

missä  $\tau_t^\nu$  on keskimääräinen TyEL-maksun tasaososan kautta maksettavien vanhuuseläkkeiden osuus,  $\tau_t^\rho$  keskimääräinen vanhuuseläkkeiden rahastoitava osuus,  $\tau_t^\epsilon$  sisältää TyEL-maksun muut osat ja  $\tau_t^h$  asiakaspalautusten osuus.

Vuoden  $t$  TyEL-maksun tasaososa pyritään asettamaan vastaamaan vuoden  $t$  eläkemenoa vähennettynä rahastoista maksetuilla eläkkeillä [9, s. 6], joten vanhuuseläkkeen osuutta tasaososasta approksimoidaan kaavalla

$$\tau_t^\nu = \frac{\bar{F}_t^- - \hat{F}_t^-}{P_t},$$

missä  $\hat{F}_t^-$  on rahastoista maksettavien vanhuuseläkkeiden määrä. Kappaleessa 3.1 on esitetty rahastoista maksettavien vanhuuseläkkeiden laskenta nykyisessä ja kappaleessa 3.2 Hallituksen lakiesityksen mukaisessa työeläkejärjestelmässä.

TyEL-maksun osa  $\tau_t^\rho$  voidaan laskea Hillin ja Pennasen mukaan

$$\tau_t^\rho = \frac{\sum_{i \in I} \kappa_t^i P_t^i}{P_t},$$

missä  $\kappa_t^i$  on luokan  $i$  vuoden  $t$  eläkemaksun vanhuuseläkeosa, joka määräytyy laskuperusteiden [21] kaavan (11) mukaan sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamien kuolevuuslukujen perusteella.

TyEL-maksun osaa  $\tau_t^\epsilon$  approksimoidaan vakiolla 0,06, sillä sijoitustuotot vaikuttavat lähinnä vain vanhuuseläkeliiikkeen kassavirtojen kautta TyEL-maksuun. ETK:n laskelmassa [2, s. 38] muiden kuin vanhuus- ja lakkautettavan työttömyyseläkkeiden osuus työeläkemaksusta on noin kuusi prosenttia palkkasummasta vuoteen 2020 asti ja vähenee siitä tasaisesti vajaan viiteen prosenttiin vuoteen 2075 mennessä.

TyEL-maksun osa  $\tau_t^h$  lasketaan

$$\tau_t^h = \frac{h_{t-1}}{P_t},$$

missä  $h_{t-1}$  on asiakaspalautusten määrä vuonna  $t - 1$ . Hallituksen lakiesityksessä on ehdotettu muutoksia asiakaspalautusten määräytymiseen. Kapaleessa 3.3 on esitetty malli asiakaspalautusten laskentaan nykyisessä ja Hallituksen esityksen mukaisessa työeläkejärjestelmässä.

TyEL-maksun maksavat työntekijät -ja antajat yhdessä. Työntekijän osuus TyEL-maksusta lasketaan TyEL 153 §:n mukaan

$$\hat{\tau}_t^i = \begin{cases} 0,03 + 0,5(\tau_t - 0,182) & \text{jos in ikä on alle 53,} \\ \frac{19}{15}\hat{\tau}_t^{52} & \text{muuten.} \end{cases}$$

### 3.1 Rahastoista maksettavat vanhuuseläkkeet nykyjärjestelmässä

Hillin ja Pennasen [14] esittämän laskentamallin mukaan vuonna  $t$  rahastoista maksettavien vanhuuseläkkeiden määrä voidaan laskea

$$\hat{F}_t^- = \sum_{i \in I} K_t^{i,v} \hat{e}_t^i,$$

missä

$$\begin{aligned} \hat{e}_t^i &= \begin{cases} \hat{e}_{t-1}^{i-1} + 0,005 \frac{P_t^i}{\sum_{j \in J} K_t^{i,j}} & \text{jos in ikä on alle 55,} \\ \hat{e}_{t-1}^{i-1} & \text{muuten,} \end{cases} \\ \hat{e}_t^i &= (1 + r_t) \hat{e}_t^i \end{aligned} \quad (1)$$

on luokan  $i \in I$  keskimääräinen rahastoitu vanhuuseläke ja  $r_t$  TyEL 171 §:n mukainen eläkevastuiden täydennyskerroin. Kokooman [21, s. 5] mukaan täydennyskerroin voidaan laskea

$$r_t = r_t^1 + r_t^2, \quad (2)$$

missä  $r_t^1$  on laskuperustekoron ja  $r_t^2$  vuosille 2003-2013 sovitun lisärahas-toinnin [23] ja yli 53-vuotialta perittävän korotetun TyEL-maksun mukaan määräytyvä täydennys vuonna  $t$ . Lakiesityksen [9, s. 5] mukaan vastuovelkaa kattaville varoille saatavat sijoitustuotot käytetään kolmen prosentin tason ylittävältä osalta laskuperustekorkoon asti vanhuuseläkkeiden rahastoitujen osien täydennyksiin, joten laskuperustekoron mukaan määräytyvää täyden-nystä voidaan approksimoida

$$r_t^1 = \frac{(\hat{\tau}_t - 0,03)L_{t-1}}{\check{L}_t}, \quad (3)$$

missä  $\hat{r}_t$  on laskuperustekorko,  $L_{t-1}$  eläkkeiden rahastoitujen osien vastuuelka vuonna  $t - 1$  ja  $\tilde{L}_t$  vanhuuseläkkeiden rahastoitujen osien vastuuelka ennen täydennyksiä vuonna  $t$ . Tällöin vastuuelan nousu on yhtäsuuri kuin laskuperustekoron mukainen tuottovaatimus. Vastuuelka ja vanhuuseläkkeiden vastuuelka ennen täydennyksiä lasketaan Hillin ja Pennasen esittämillä kaavoilla. Laskuperustekorko voidaan lausua niin sanotun Rantalan kaavan [11, s.22] perusteella

$$\hat{r}_t = \max(0, 006 + 0, 2S_{t-1}; 0, 03), \quad (4)$$

missä  $S_{t-1}$  on eläkejärjestelmän keskimääräinen vakavaraisuusaste vuonna  $t - 1$ .

Lisärahastoinnin mukainen täydennys  $r_t^2$  voidaan laskea Hillin ja Pennasen mukaan

$$r_t^2 = \frac{\gamma_t P_t}{\tilde{L}_t}, \quad (5)$$

missä  $\gamma_t$  määrää vuoden  $t$  lisärahastoinnin osuuden palkkasummasta.

### 3.2 Rahastoista maksettavat vanhuuseläkkeet lakiesityksen mukaisessa järjestelmässä

Eläkeneuvotteluryhmän raporttiin [4] pohjautuvassa Hallituksen esityksessä Eduskunnalle [9] esitetään useita muutosehdotuksia työeläkejärjestelmän säännöksiin, joista tässä tarkastellaan vain eläkkeiden rahastoitujen osien laskentaan vaikuttavia ehdotuksia. Tätä kirjoitettaessa virallisia laskuperusteita ei ollut saatavilla.

Lakiesityksen 168 § sisältää uuden osaketuottosidonnainen vastuuelan osan  $L_t^o$ , jolloin eläkelaitosten vastuuelkaa  $L_t$  approksimoidaan Hillin ja Pennasen mukaan

$$L_t = \hat{L}_t + \tilde{L}_t + L_t^o + \eta_t,$$

missä  $\hat{L}_t$  on rahastoitujen vanhuuseläkkeiden,  $\tilde{L}_t$  rahastoitujen tk-eläkkeiden ja  $\eta_t$  muiden rahastoitujen eläkkeiden vastuuelka.

Lakiesityksen 171 §:n mukaan vanhuuseläkkeiden täydennykset voidaan kohdistaa eri suuruisina eri ikäluokille. Lakiesityksen perusteluissa on esitetty täydennyksien kohdistamista kokonaisuudessaan yli 55 vuotiaiden alkaneisiin ja vastaisiin eläkkeisiin [9, s. 17]. Lakiesityksen 171 §:n mukaan osaketuottosidonnaisen vastuuelan ollessa järjestelmätasolla yli 5% vastuuelasta, ylitykset siirretään rahastoitujen vanhuuseläkkeiden täydennyksiin. Tällöin kaava

(1) korvattaisiin kaavalla

$$\begin{aligned} \check{e}_t^i &= \begin{cases} \check{e}_{t-1}^{i-1} + 0,005 \frac{P_t^i}{\sum_{j \in J} K_t^{i,j}} & \text{jos } in \text{ ikä on alle } 55, \\ \check{e}_{t-1}^{i-1} & \text{muuten,} \end{cases} \\ \dot{e}_t^i &= \begin{cases} \check{e}_t^i & \text{jos } in \text{ ikä on alle } 55, \\ (1 + r_t) \check{e}_t^i & \text{muuten,} \end{cases} \\ \hat{e}_t^i &= \begin{cases} \dot{e}_t^i & \text{jos } in \text{ ikä on alle } 55, \\ \dot{e}_t^i (1 + r_t^3) & \text{muuten.} \end{cases} \end{aligned} \quad (6)$$

missä  $r_t^3$  on osaketuottosidonnaisen vastuvelan perusteella määräytyvä täydennys.

Lakiesitys sisältää myös muutoksen laskuperustekorona mukaiseen vanhuuseläkkeiden täydennykseen, jonka mukaan 90% vanhuuseläkkeiden täydennyksistä määräytyisi laskuperustekorona perusteella [9, s. 10]. Tällöin kaava (3) korvataan kaavalla

$$r_t^1 = \frac{\max((0, 9\hat{r}_t - 0, 03); 0)(L_{t-1} - L_{t-1}^o)}{\check{L}_t^{55}}, \quad (7)$$

missä  $\check{L}_t^{55}$  vanhuuseläkkeiden rahastoitujen osien vastuuelka 55 vuotta täyttäneille ennen täydennyksiä, joka voidaan laskea Hillin ja Pennasen esittämällä kaavalla. Lakiesitys sisältää myös muutoksen laskuperustekorona kaavan parametreihin [9, s. 10], jolloin kaava (4) korvataan kaavalla

$$\hat{r}_t = \max(0, 2S_{t-1}; 0, 03).$$

Tässä myös lisärahastoinnin mukainen täydennys  $r_t^2$  kohdistetaan 55 vuotta täyttäneille ja lasketaan kaavan (5) sijaan Hillin ja Pennasen esittämällä kaavalla

$$r_t^2 = \frac{\gamma_t P_t}{\check{L}_t^{55}}.$$

Osaketuottosidonnaisen vastuvelan mukainen täydennyskerroin voidaan lausua

$$r_t^3 = \frac{\max(-l_t^o; 0)}{\check{L}_t^{55}}, \quad (8)$$

missä  $l_t^o$  on siirto osaketuottosidonnaisesta vastuuelasta ja

$$\check{L}_t^{55} = \sum_{i \in I^{55}} \sum_{j \in J} \theta_t^{i,j} K_t^{i,j} \check{e}_t^i$$

on vanhuuseläkkeiden rahastoitujen osien vastuuelka 55 vuotta täyttäneille ennen osatuottosidonnaisen vastuuelan mukaisia täydennyksiä.  $I^{55}$  on 55 vuotta täyttäneiden ikä- ja sukupuoliluokkien joukko ja parametri  $\theta^{i,j}$  on laskettu sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamien kuolevuuslukujen perusteella. Siirto riippuu osaketuottosidonnainen vastuuelan ja varsinaisen vastuuelan suhteesta. Lakiesityksen perusteluiden [9, s. 17] mukaan osaketuottosidonnaisen vastuuelan muutos lasketaan kertomalla varsinaisen vastuuelan kymmenesosaa työeläkelaitosten osakesijoitusten painotetulla keskituottoprosentilla vähennettynä yhdellä prosenttiyksiköllä. Osaketuottosidonnaista vastuuelkaa approksimoidaan <sup>1</sup>

$$L_t^{o'} = L_{t-1}^o + (0, 9\hat{r}_t + 0, 1(r_t^o - 0, 01))L_{t-1}^o + (0, 9\hat{r}_t + 0, 1(r_t^o - 0, 01) - \max(0, 9\hat{r}_t; 0, 03))(L_{t-1} - L_{t-1}^o),$$

missä  $L_t^{o'}$  on osaketuottosidonnainen vastuuelka ennen siirtoja ja  $r_t^o$  on työeläkelaitosten osakesijoitusten painotettu keskituotto. Toisin sanoen, koko vastuuelan  $L_t$  katteena olevalle varallisuudelle lasketaan tuottovaatimus  $0, 9\hat{r}_t + 0, 1(r_t^o - 0, 01)$ , josta osa menee suoraan kaavan (7) mukaisesti vanhuuseläkkeiden täydennyksiin ja loput osaketuottosidonnaiseen vastuuelkaan kuitenkin siten, että vanhuuseläkkeiden täydennys on aina vähintään 3% lakiesityksen [9, s. 10] mukaisesti. Osaketuottosidonnaisen vastuuelan ja vastuuelan suhde saa vaihdella -10%:n ja 5%:n välillä [9, 168 §, 171 §], joten osakesidonnainen vastuuelka ja siirto voidaan lausua

$$L_t^o = L_t^{o'} + l_t^o,$$

missä

$$l_t^o = \begin{cases} -1, 1L_t^{o'} - 0, 1L_t' & \text{jos } L_t^{o'} < -0, 1L_t' \\ -0, 95L_t^{o'} + 0, 05L_t' & \text{jos } L_t^{o'} > 0, 05L_t' \\ 0 & \text{muuten.} \end{cases}$$

Eläkeneuvotteluryhmän [4, s. 94] mukaan tapauksia, joissa osaketuottosidonnainen vastuuelka olisi -10% koko vastuuelasta, ei tule jos parametrit valitaan sopivasti. Myöhemmin esitettävissä simuloinneissa ei käynyt kertaakaan niin, osaketuottosidonnaista vastuuelkaa olisi jouduttu täydentämään sen mennessä alle -10% koko vastuuelasta.

Hallituksen lakiesityksen mukainen järjestelmä olisi tarkoitus ottaa käyttöön viiden vuoden siirtymäaikana [9, s. 1], mutta sitä ei huomioida tässä, sillä tarkoitus on vertailla eläkejärjestelmiä.

---

<sup>1</sup>Antero Ranteen ehdotus

### 3.3 Asiakaspalautukset

Työeläkelaitokset voivat jakaa osan varoistaan maksun palautuksina takaisin TyEL-maksun maksajille. Nykyisessä järjestelmässä asiakaspalautusten määrä riippuu yhteisömuodon lisäksi toimintapääoman ja vakavaraisuusrajan suhteesta. Asiakaspalautusten määrään voidaan vaikuttaa vakavaraisuusrajaa alentamalla. Tässä raportissa asiakaspalautusten määrää nykyisessä eläkejärjestelmässä approksimoidaan kuitenkin vain keskimääräisestä vakavaraisuusasteesta riippuvalla kaavalla

$$h_t = \begin{cases} \alpha \max(U_t - 0, 12L_t; 0) & \text{jos } U_t - 4V_t - \alpha(U_t - 0, 12L_t) < 0 \\ U_t - 4V_t & \text{muuten,} \end{cases}$$

missä  $U_t$  on eläkelaitoksen toimintapääoma, vakavaraisuusraja  $V_t$  lasketaan Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen [17] mukaan ja  $\alpha$  määrää maksettavan osuuden. Jatkossa  $\alpha = 0,03$  ellei toisin mainita. Asiakaspalautuksina maksetaan siis 3% toimintapääomasta vakavaraisuusasteen 12% ylittävältä osalta. Lisäksi palautuksina maksetaan toimintapääoman neljän kertaa vakavaraisuusrajan ylittävä osa kuten nyky säännökset edellyttävät [4, s. 59].

Eläkeneuvotteluryhmä ehdottaa, että työeläkeyhtiöillä asiakaspalautusten sallittu enimmäismäärä olisi vakavaraisuusrajasta riippumaton [4, s. 56]. Lisäksi eläkeneuvotteluryhmä ehdottaa, että toimintapääoman ja vakavaraisuusrajan suhteen ylityksen mukaiset palautukset tehtäisiin vasta ylityksen jatkuessa pidempään kuin yhden vuoden ja että palautukset jaettaisiin useammalle vuodelle [4, s. 59]. Lakiesityksen 18 §:n mukaista asiakaspalautusten määrää approksimoidaan keskimääräisestä vakavaraisuusasteesta riippuvalla kaavalla

$$h_t = \begin{cases} \alpha \max(U_t - 0, 15L_t; 0) & \text{jos } U_{t-1} - 4V_{t-1} < 0 \text{ tai} \\ & U_t - 4V_t - \alpha(U_t - 0, 15L_t) < 0 \\ \frac{1}{3}(U_t - 4V_t) & \text{muuten,} \end{cases} \quad (9)$$

missä vakavaraisuusraja  $V_t$  lasketaan Hallituksen lakiesityksen [10] 10 §:n mukaan. Palautuksina maksetaan siis 3% toimintapääomasta vakavaraisuusasteen 15% ylittävältä osalta. Lisäksi vakavaraisuusrajan mukaisten ylitysten palautuksina maksetaan kolmasosa toimintapääoman neljän kertaa vakavaraisuusrajan ylittävä osa mikäli toimintapääoma on yli neljä kertaa suurempi kuin vakavaraisuusraja vähintään toista vuotta peräkkäin.

Nykyjärjestelmässä maksetaan palautuksia vakavaraisuusasteen 12% ylittävältä osalta ja lakiesityksen mukaisessa järjestelmässä 15% ylittävältä osalta, koska valittujen vakavaraisuusasteiden kohdalla laskuperustekorko alkaa

kasvaa asianomaisissa järjestelmissä. Palautuksia ei siis makseta ellei samalla tehdä vakavaraisuusasteen perusteella täydennyksiä rahastoituihin vanhuuseläkkeisiin. Asiakaspalautusten virallista kaavaa ei ollut määritelty tätä kirjoitettaessa. Hallituksen lakiesityksen [9, 18 §] mukaan työeläkeyhtiöt voisivat maksaa asiakaspalautuksia vakavaraisuusrajalta asti, mutta tätä kirjoitettaessa oli epäselvää, ovatko työeläkeyhtiöiden asiakassiirrot vapaaehtoisia kuten nykyisin vaiko pakollisia.

## 4 Vakavaraisuus

Työeläkelaitosten sijoitustoimintaa koskevat monet säännökset, joiden noudattamista valvoo Vakuutusvalvontavirasto [16, 2 §]. Työeläkelaitoksen on katettava aktuaarisesti määritelty vastuovelkansa sijoituksillaan. Työeläkelaitosten keskimääräinen vakavaraisuusaste lasketaan kaavalla

$$S_t = \frac{U_t}{L_t},$$

missä

$$U_t = w_t - L_t,$$

on toimintapääoma ja  $w_t$  on eläkelaitoksen sijoitusten arvo.

Eläkeneuvotteluryhmä esittää muutoksia työeläkelaitosten konkurssirajaan, joka on nykyisin käytännössä kolmasosa vakavaraisuusrajasta [4, s. 61]. Tässä raportissa käytetään kahta konkurssirajaa. Ensimmäisessä eläkelaitos on konkurssissa mikäli sen toimintapääoma on alle kolmasosan vakavaraisuusrajasta vähintään kerran tarkasteluhorisontin aikana. Vakavaraisuusraja lasketaan nykyisessä järjestelmässä asetuksen [17] ja uudessa järjestelmässä lakiesityksen [10] 10 §:n kaavan ja parametrien mukaan. Vakavaraisuusrajan perustuva konkurssitodennäköisyys lasketaan kaavalla

$$P(B^{\frac{1}{3}}) = P(U_t < \frac{1}{3}V_t \text{ vähintään kerran laskentahorisontin aikana}).$$

Toisessa konkurssimääritelmässä eläkelaitos on konkurssissa, mikäli sen toimintapääoma on negatiivinen vähintään kerran tarkasteluhorisontin aikana. Konkurssitodennäköisyys lasketaan kaavalla

$$P(B^0) = P(U_t < 0 \text{ vähintään kerran laskentahorisontin aikana}).$$

Laskelmissa eläkelaitos jatkaa toimintaansa konkurssista huolimatta.



## 5 Sijoitusstrategiat

Työeläkelaitosten sijoitusmahdollisuuksia approksimoidaan seitsemällä sijoitusluokalla: lyhyen ja pitkän koron sijoituksilla, suomalaisten, eurooppalaisten, amerikkalaisten ja aasialaisten osakkeiden sekä suomalaisten kiinteistöjen kokonaistuottoindeksillä. Merkitään vastaavaa sijoitusmahdollisuuksien joukkoa  $A = \{si, bi, fi, eu, us, as, pi\}$ .

Työeläkelaitosten sijoitusstrategiat vaikuttavat huomattavasti niiden saamiin sijoitustuottoihin. Tässä raportissa sijoitustoimintaa approksimoidaan kahdentyyppisillä sijoitusstrategioilla. Pitkän aikavälin sijoitussuunnittelussa ja tutkimuksessa käytetyin sijoitusstrategia on luultavasti kiinteän sijoitusallokaation strategia (Fixed-Mix, FM), jossa sijoitusallokaatiot päivitetään määräjain kiinteisiin sijoitusosuuksiin koko portfolion arvosta. Usein on kuitenkin löydettävissä parempia sijoitusstrategioita kuin staattinen kiinteän sijoitusallokaation strategia; katso esimerkiksi [7, 13]. Toisena sijoitusstrategiana käytetään Blackin ja Jonesin [3] sekä Peroldin ja Sharpen [19] esittämää päätössääntöä, jossa riskillisten sijoitusten suhteellista osuutta koko portfolion arvosta kasvatetaan järjestelmän keskimääräisen vakavaraisuusasteen kasvaessa ja päinvastoin (Dynamic Portfolio Insurance, DPI). Tämän tutkimuksen dynaamisissa sijoitusstrategioissa lyhyen korkoon ja kiinteistöihin sijoitetaan aina kiinteä osuus portfolion arvosta kuten kiinteän sijoitusallokaation strategiassa. Kaikkiin osakkeisiin sijoitetaan suhteessa yhtä paljon, jolloin niiden osuus portfoliosta voidaan lausua

$$w_t^j = \frac{\max(b^l; \min(b^u; \lambda S_t))}{4} \quad \forall j \in \{fi, eu, us, as\},$$

toisin sanoen kaikkiin osakkeisiin sijoitetaan suhteessa yhtä paljon ja osakkeiden yhteenlaskettu paino salkussa vaihtelee alarajan  $b^l$  ja ylärajan  $b^u$  välillä riippuen järjestelmän keskimääräisestä vakavaraisuusasteesta ja parametrista  $\lambda$ . Pitkän koron sijoitusten osuus voidaan tällöin lausua

$$w_t^{bi} = 1 - \sum_{j \in A \setminus \{bi\}} w_t^j.$$

Tässä tutkimuksessa sijoitusportfolio päivitetään kerran vuodessa kaikissa sijoitusstrategioissa.

Sijoitustuottojen sekä ansiotaso- ja elinkustannusindeksien stokastiikka kuvataan Hilli et al. [12] esittämällä aikasarjamallilla. Se on pääpiirteissään samankaltainen kuin Koivu et al. [15] esittämä stokastinen malli työeläkelaitoksille, mutta Hilli et al. mallissa on useampi osakesijoitusluokka sekä eläkemenon laskennassa tarvittava elinkustannusindeksi. Stokastiikan malli poikkeaa olennaisesti eläkeneuvotteluryhmän laskelmissa käytetystä, jossa

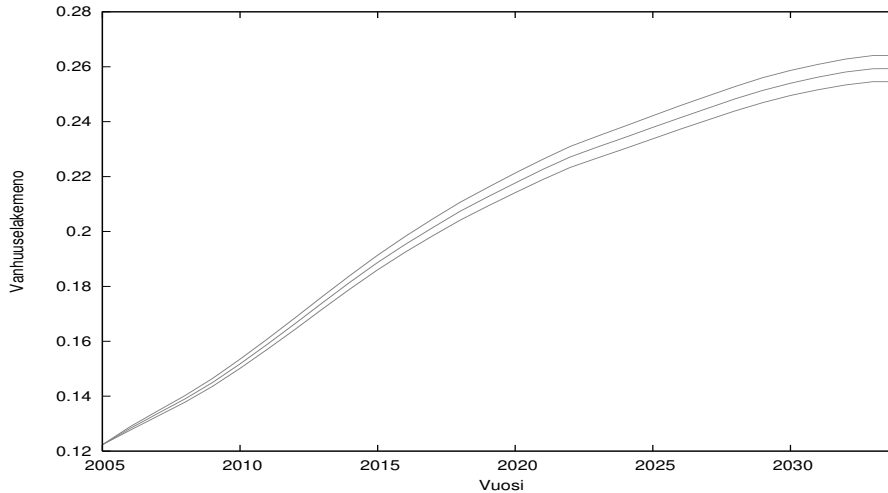
eri sijoitusluokkien stokastiikka on mallinnettu toisistaan lähes riippumattomilla malleilla. Eläkeneuvotteluryhmän laskelmissa käytetty sijoitustuotomalli on kuvattu Heikkilän SHV-työssä [11] [4, s. 82]. Hilli et al. esittämässä aikasarjamallissa stokastiikka kuvataan perustuen Nobel-palkittujen Englen ja Grangerin [6] yhteisintegroituvuusmalliin. Mallilla voidaan kuvata stokastisten tekijöiden pitkän aikavälin relaatioita, kuten esimerkiksi korkojen keskiarvohakuisuutta, osakkeiden pitkän aikavälin odotettuja tuottoja, inflaation pitkän aikavälin odotusarvoa ja niin edelleen. Malliin on myös lisätty asiantuntijainformaatiota Koivu et al. esittämällä tavalla. Mallissa tuotot ovat lognormaalisesti jakautuneita kun taas eläkeneuvotteluryhmän laskelmissa tuotot ovat normaalijakautuneita [4, s. 83]. Normaalijakaumaoletuksesta seuraa, että ilman lisärajoitteita osakeindeksit tai korot voisivat saada negatiivisia arvoja. Lisärajoitteista saattaa seurata esimerkiksi positiivisen todennäköisyysmassan kerääntyminen poikkeaviin pisteisiin.

## 6 Tulokset

Edellä kuvatulla mallilla simuloitiin yksityisen sektorin vanhuuseläkemenoa sekä sen rahoitusta vuosille 2005-2034 olettaen, että kaikki varat olisi sijoitettu yhteen työeläkeyhtiöön. Simuloinneissa käytettiin ETK:n [2] determinististä väestömallia sillä erotuksella, että laskennan yksinkertaistamiseksi kaikkien oletetaan jäävän vanhuuseläkkeelle 65 vuotiaina lukuunottamatta työkyvyttömyyseläkeläisiä, jotka jäävät vanhuuseläkkeelle 63 vuotiaina. Väestö- ja tilamallit sekä niihin liittyvä epävarmuus vaikuttavat tuloksiin pitkällä aikavälillä [2, s. 49] [18], mutta tähän tutkimukseen soveltuvaa stokastista väestö- tai tilamallia ei ole saatavilla (katso esim. [1] ja sen viitteet). Vuoden 2005 työeläkeuudistuksen tavoitteena oli pidentää työssäoloaikaa [8]. Työeläkeuudistuksen mahdollista vaikutusta TyEL-maksuun ei ole huomioitu tämän raportin laskelmissa.

Alkaneiden ja vastaisten vanhuuseläkkeiden karttumat  $E^i$  ja  $e^i$  saatiin ETK:sta. Rahastoista maksettava vanhuuseläkemeno sekä rahastoitujen osien eläkevastuu laskettiin Hillin ja Pennasen [14] esittämällä mallilla ja vastaavilla ETK:n lähtötiedoilla. Kuvassa 1 on esitetty 90%-luottamusväli ja mediaani vanhuuseläkemenolle suhteessa palkkasummaan vuosille 2005-2034 kun käytetään myöhemmin määriteltävää sijoitusstrategiaa  $FM^1$ . Sijoitusstrategian vaikutus eläkemenoon tarkastellulla aikavälillä on pieni.

Sijoitusportfolion alkuarvona  $w_{2005}$  käytettiin vuoden 2004 lopun yksityisen sektorin työeläkelaitosten sijoitusvarallisuutta, 64,1 miljardia € (<http://www.tela.fi>). Lähtöhetken vakavaraisuusaste on 22,8%, mikä on 1,8% korkeampi kuin eläkeneuvotteluryhmän laskelmissa käyttämä lähtöarvo [4,



Kuva 1: Mediaani ja 90%-luottamusväli TyEL-vanhuuseläkemenolle suhteessa palkkasummaan.

s. 83]. Sijoitusstrategiana  $FM^1$  käytetään kiinteän sijoitusallokaation strategiaa, jossa on käytetty taulukon 1 mukaisia sijoitusosuuksia. Lyhyen koron ja kiinteistöjen sijoitusosuudet vastaavat eläkeneuvotteluryhmän [4, s. 82] laskelmissa käyttämiä osuuksia. Myös osakkeiden yhteenlaskettu osuus vastaa eläkeneuvotteluryhmän [4, s. 84] peruslaskelmassa käyttämiä osuuksia, olettaen että osakesijoitusten osuudet ovat yhtäsuuria. Jäljelle jäävä varallisuus sijoitetaan pitkään korkoon. Sijoitusstrategiana  $DPI^1$  käytetään dynaamista sijoitusstrategiaa, joka määrittyy taulukon 2 parametrien mukaan. Tällöin osakkeiden osuus vaihtelee välillä 10%-35% ja pitkän koron sijoitusosuus välillä 44%-69% riippuen järjestelmän keskimääräisestä vakavaraisuusasteesta. Koska  $\lambda = 1$  niin osakesijoitusten osuus on täsmälleen yhtäsuuri kuin vakavaraisuusaste. Eläkeneuvotteluryhmän mukaan osakesijoitusten osuus on ollut viime vuosina lievästi suurempi kuin vakavaraisuusaste [4, s. 33].

## 6.1 Nykyjärjestelmä

Kuvassa 2 on esitetty TyEL-maksun mediaani ja 90% luottamusväli vuosille 2005-2034 molemmille sijoitusstrategioille. Vuosien 2003-2013 lisärahastointi [23] oletetaan tehtävän nostamalla TyEL-maksua, mikä näkyy selvänä maksun nousuna vuoteen 2013 asti. TyEL-maksun jakauma on vino ja hajonta huomattavan suurta, joten pelkkä odotusarvon ja hajonnan tarkastelu ei anna riittävää kuvaa TyEL-maksun kehityksestä. TyEL-maksun mediaani on lievästi korkeampi kuin TyEL-maksu ETK:n deterministisessä laskelmassa,

Taulukko 1: Sijoitusstrategian  $FM^1$  sijoitusosuudet.

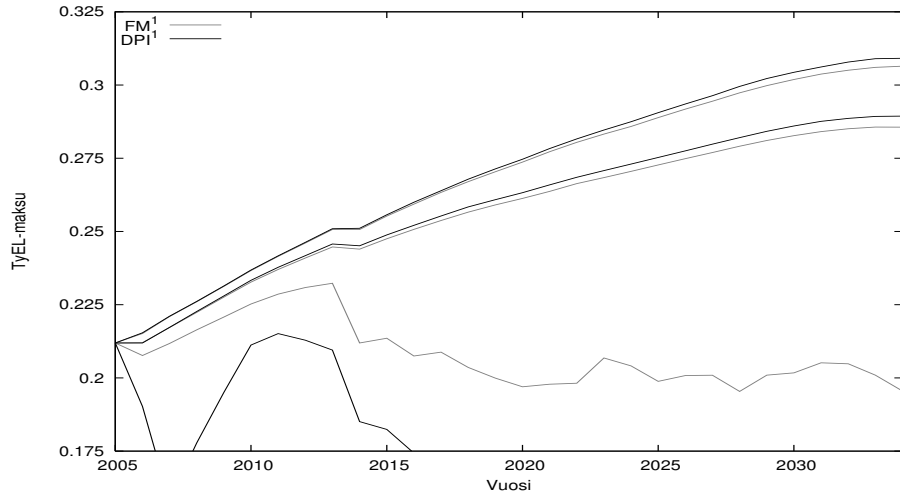
Lyhyt korko	$w_t^{si} = 8\%$ ,
pitkä korko	$w_t^{bi} = 59\%$ ,
suomalaiset osakkeet	$w_t^{fi} = 5\%$ ,
eurooppalaiset osakkeet	$w_t^{eu} = 5\%$ ,
amerikkalaiset osakkeet	$w_t^{us} = 5\%$ ,
aasialaiset osakkeet	$w_t^{as} = 5\%$ ,
kiinteistöt	$w_t^{pi} = 13\%$ .

Taulukko 2: Sijoitusstrategian  $DPI^1$  parametrit.

Lyhyt korko	$w_t^{si} = 8\%$ ,
kiinteistöt	$w_t^{pi} = 13\%$ ,
osakkeiden minimiosuus	$b^l = 10\%$ ,
osakkeiden maksimiosuus	$b^u = 35\%$ ,
riskiparametri	$\lambda = 1,0$ .

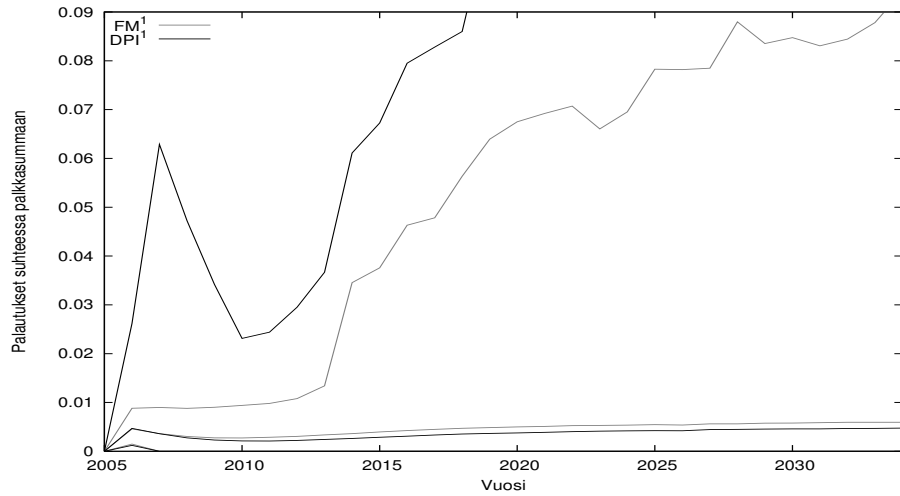
jossa maksu on 23,6% vuonna 2015 ja 27,7% palkkasummasta vuonna 2035 [2, s.74],[4, s. 19-20]. Tässä TyEL-maksun mediaani on 24,8% vuonna 2015 ja 28,6% palkkasummasta vuonna 2034 sijoitusstrategialla  $FM^1$ . Vastaavat TyEL-maksun keskiarvot ovat 24,2% vuonna 2015 ja 27,5% vuonna 2034. Staattisella strategialla  $FM^1$  TyEL-maksun luottamusvälin alaraja on selkeästi heikompi kuin dynaamisella strategialla  $DPI^1$ , jossa osakkeiden paino kasvaa vakavaraisuusasteen kasvaessa. TyEL-maksu laskee huomattavan matalaksi lähinnä poikkeuksellisen suurten maksun palautusten takia, joita on myös eläkeneuvotteluryhmän laskelmissa. Alaraja on 5%-kvantiili kullekin vuodelle 2005-2034, ei yksittäinen simulaatio jossa TyEL-maksu kehittyisi alarajan mukaisesti. Mediaanissa ei juurikaan ole eroa sijoitusstrategioiden välillä. Luottamusvälin yläraja (95%-kvantiili) on lievästi alempi dynaamisen strategian siirtäessä varoja pois osakkeista vakavaraisuusasteen laskiessa.

Kuvassa 3 on esitetty mediaani ja 90% luottamusväli palautuksille suhteessa palkkasummaan molemmille sijoitusstrategioille. Nykyinen käytäntö johtaa pienellä todennäköisyydellä huomattavan suuriin palautuksiin, koska toimintapääoman ollessa yli neljä kertaa suurempi kuin vakavaraisuusraja, koko ylitys palautetaan maksun alennuksina välittömästi. Sama ilmiö on myös eläkeneuvotteluryhmän laskelmissa, jossa tuli keskimäärin yli 5%



Kuva 2: Mediaani ja 90%-luottamusväli TyEL-maksulle.

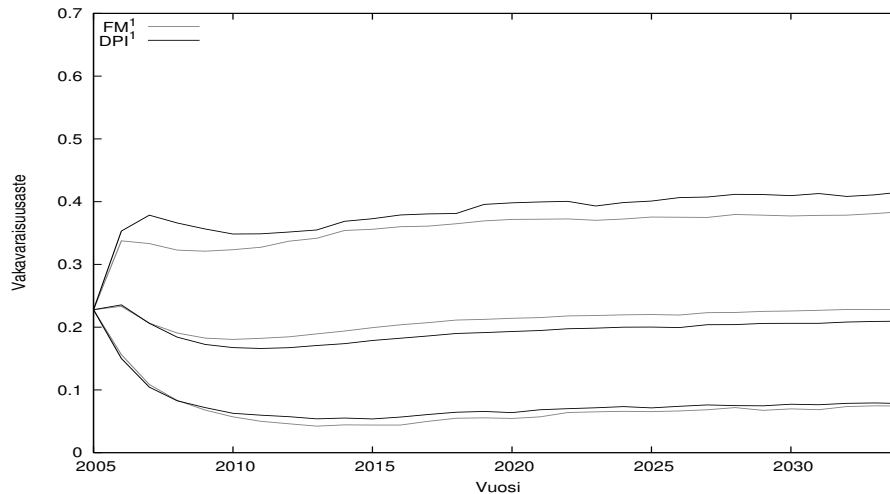
palkkasumman suuruisia palautuksia noin kerran 5-10 vuodessa [4, s. 59] [9, s. 15].



Kuva 3: Mediaani ja 90%-luottamusväli asiakaspalautuksille.

Kuvassa 4 on esitetty vastaavasti järjestelmän keskimääräisen vakavaraisuusasteen mediaani ja 90% luottamusväli. Strategialla  $FM^1$  vakavaraisuusasteen luottamusvälin alaraja on ajanhetkestä riippuen noin 0,5-1% heikompi kuin dynaamisella strategialla  $DPI^1$ , toisin sanoen lievästi alempi

TyEL-maksun yläraja saadaan lievästi alemman vakavaraisuusaseman alarajan kustannuksella. Mediaani noin 1-2% korkeampi strategialla  $FM^1$  kuin strategialla  $DPI^1$ , koska dynaaminen strategia  $DPI^1$  muuttaa osakesijoitusten osuutta vakavaraisuusasteen mukaan. Luottamusvälin yläraja määräytyy suuressa määrin sijoitusstrategiasta riippuvan vakavaraisuusrajan mukaan, joten strategialla  $DPI^1$  päästään hieman korkeampaan vakavaraisuusasteeseen kuin strategialla  $FM^1$ .

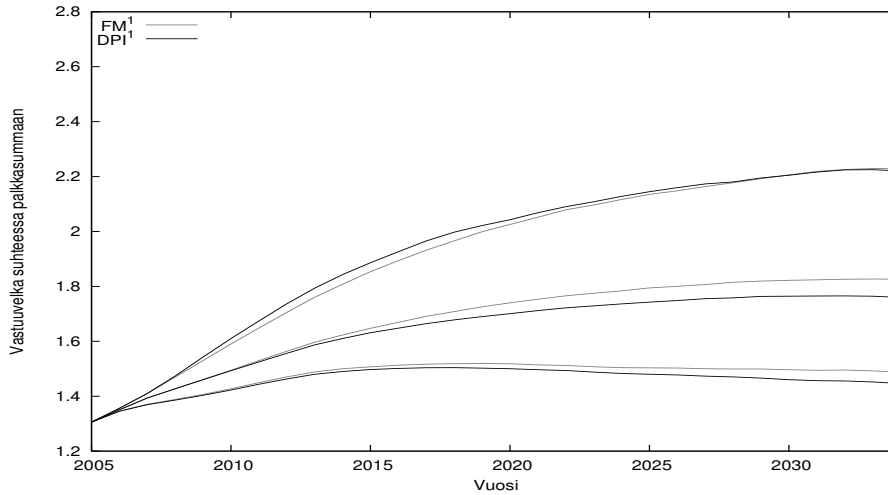


Kuva 4: Mediaani ja 90%-luottamusväli TyEL-järjestelmän keskimääräiselle vakavaraisuusasteelle.

Kuvassa 5 on esitetty mediaani ja 90%:n luottamusväli järjestelmän rahoitettujen osien vastuuvälille suhteessa palkkasummaan. Mediaani (vuonna 2034 noin 1,8 sijoitusstrategiasta riippuen) on samansuuntainen kuin ETK:n deterministisessä laskelmassa, jossa vuoden 2035 vastuuvälä suhteessa palkkasummaan on 1,9 [2, s. 74]. Mediaani ja luottamusvälin alaraja ovat lievästi suuremmat staattisella strategialla  $FM^1$  kuin strategialla  $DPI^1$ , koska dynaamisen strategian odotetut tuotot pienenevät osakkeiden osuuden pienentyessä vakavaraisuusasteen laskiessa. Ylärajassa eroa ei juurikaan synny dynaamisen strategian lisätessä osakesijoitusten osuutta vakavaraisuusasteen kasvaessa.

## 6.2 Hallituksen lakiesitys

Kuvassa 6 on esitetty TyEL-maksun mediaani ja 90% luottamusväli nykyjärjestelmän (*nyky*) ja Hallituksen esityksen mukaisessa järjestelmässä (*uusi*)

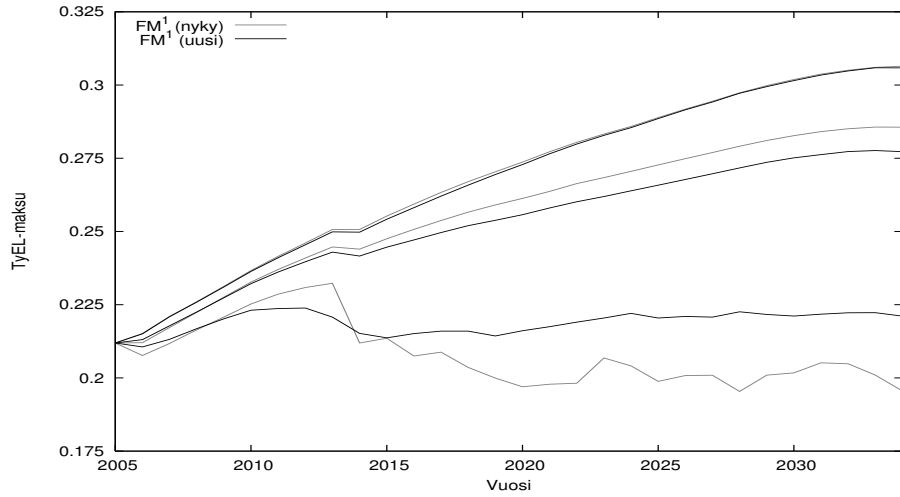


Kuva 5: Mediaani ja 90%-luottamusväli TyEL-järjestelmän vastuuvelalle suhteessa palkkasummaan.

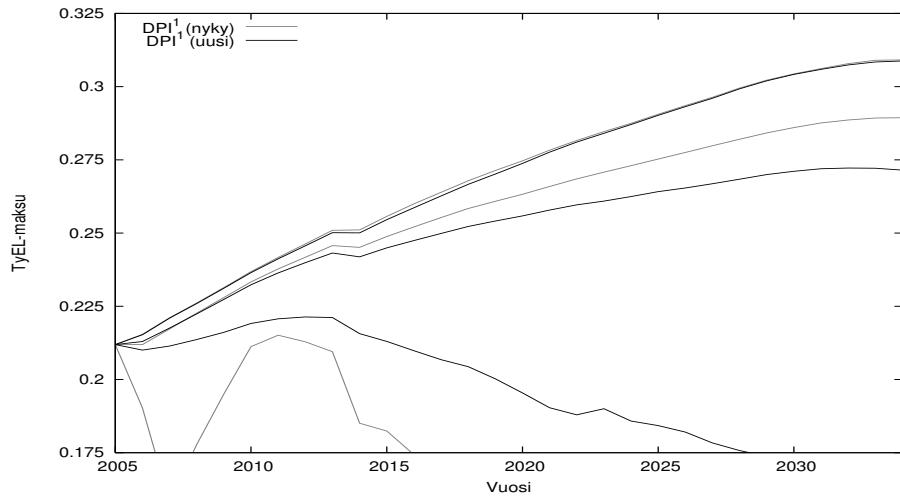
kun käytetään sijoitusstrategiaa  $FM^1$ . TyEL-maksun luottamusvälin ylärajaan uudistus ei juurikaan vaikuta. TyEL-maksun mediaani uudessa järjestelmässä on ajanhetkestä riippuen noin 0-0,8% alempi kuin nykyjärjestelmässä. Sen sijaan TyEL-maksun luottamusvälin alaraja on ajanhetkestä riippuen noin 0% - 3% alempi nykyjärjestelmässä kuin uudessa järjestelmässä. Uudessa järjestelmässä toimintapääoman ollessa yli neljää kertaa suurempi kuin vakavaraisuusraja, ylitykset jaksotetaan useammalle vuodelle kun taas nykyjärjestelmässä ylitykset maksetaan kerralla pois.

Kuvassa 7 on esitetty TyEL-maksun mediaani ja 90% luottamusvälit nykyjärjestelmän ja Hallituksen esityksen mukaisessa järjestelmässä sijoitusstrategialle  $DPI^1$ . TyEL-maksun luottamusvälin ja mediaanin suhteen muutokset ovat lievästi suurempia kuin staattisella sijoitusstrategialla  $FM^1$ , koska dynaaminen strategia reagoi muuttuneeseen toimintapääoman määrään. Mediaani on ajanhetkestä riippuen 0-1,8% alempi uudessa kuin nykyisessä järjestelmässä. Tässä saatu TyEL-maksun vaihteluväli on huomattavasti suurempi kuin lakiesityksen yleisperusteluissa esitetty TyEL-maksun herkkyyksianalyysin mukainen vaihteluväli 25,5-28% [9, s. 9]. Herkkyyksianalyysin vaihteluväli on vähän pienempi kuin 50%-luottamusväli, joka on esitetty kuvassa 8. Herkkyyksianalyysissä ei ole varsinaisesti huomioitu sijoitustuottojen stokastiikkaa.

Kuvissa 9 ja 10 on esitetty mediaani ja 90% luottamusväli palautuksille suhteessa palkkasummaan molemmissa järjestelmissä. Uudessa järjestel-



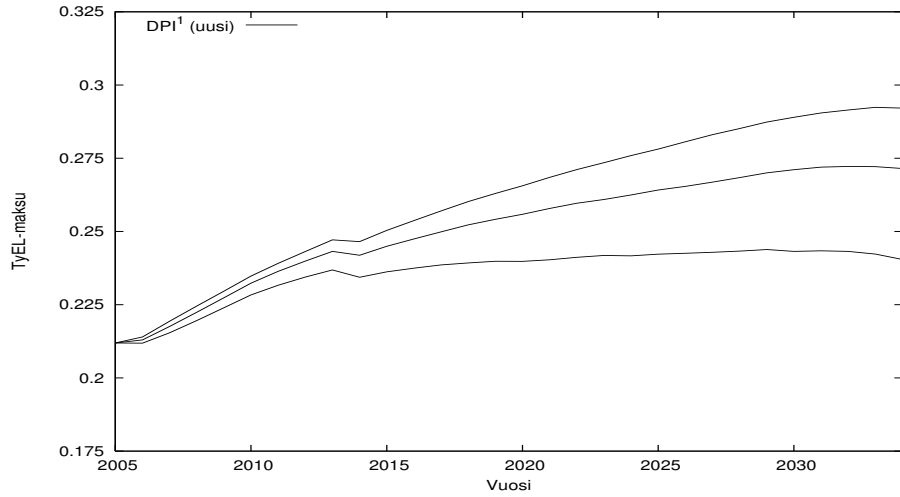
Kuva 6: Mediaani ja 90%-luottamusvälit eläkejärjestelmien TyEL-maksulle sijoitusstrategialla  $FM^1$ .



Kuva 7: Mediaani ja 90%-luottamusvälit eläkejärjestelmien TyEL-maksulle sijoitusstrategialla  $DPI^1$ .

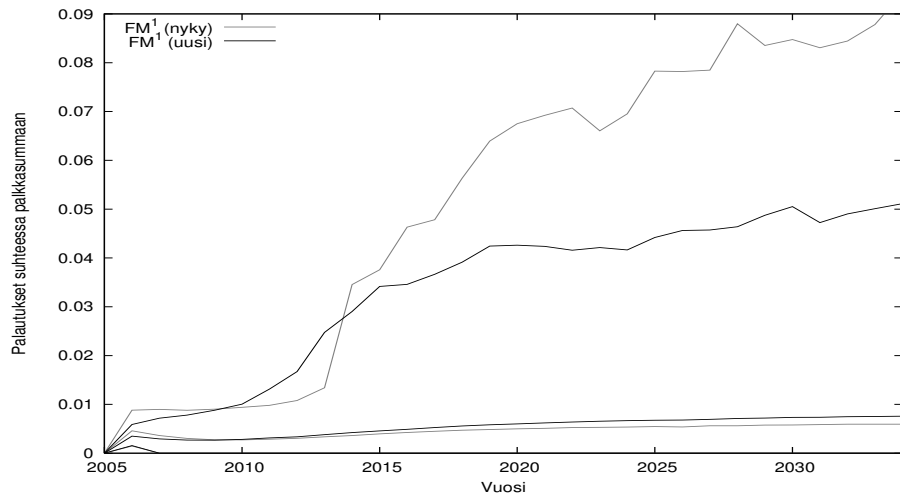
mässä huomattavan suurten palautusten määrä vähenee, mutta ne voivat olla pienellä todennäköisyydellä varsin suuria edelleenkin. Kuten myöhemmin nähdään, uudessa järjestelmässä toimintapääoman määrä vaihtelee enemmän kuin vanhassa järjestelmässä, erityisesti kun osakkeiden sijoitusosuutta kasvatetaan. Vastaavasti esimerkiksi laskuperustekorkoa ei voida nostaa kuin



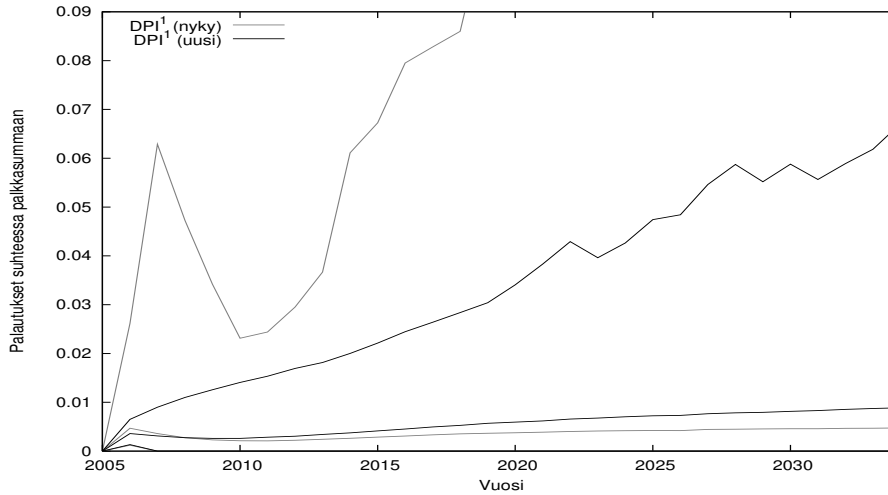


Kuva 8: Mediaani ja 50%-luottamusväli uuden eläkejärjestelmän TyEL-maksulle sijoitusstrategialla  $DPI^1$ .

korkeintaan yhden prosentin vuodessa [4, s. 99], jolloin tuotot eivät välttämättä ohjaudu kovinkaan nopeasti rahastojen täydennyksiin vaan maksetaan asiakaspalautuksina takaisin. Ongelmana on myös ylärajan riippuminen vakavaraisuusrajasta, jota voidaan muuttaa sijoitusstrategialla suurten palautusten maksamiseksi.



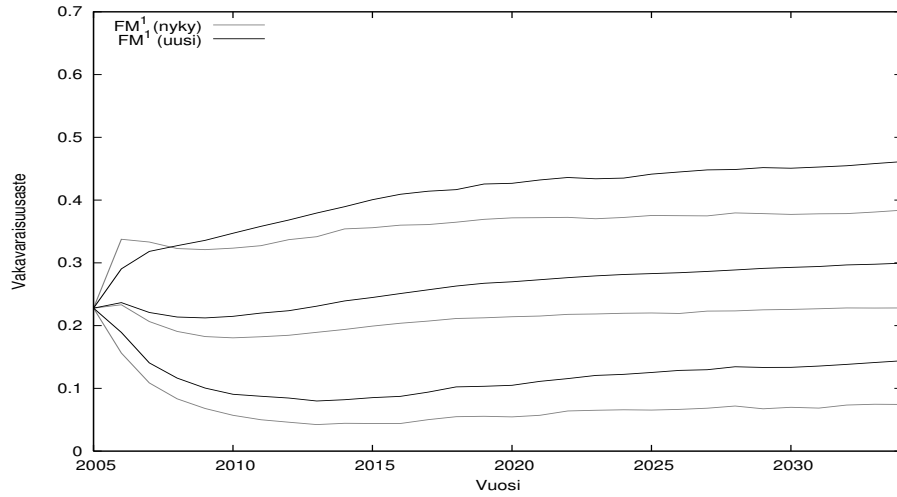
Kuva 9: Mediaani ja 90%-luottamusväli asiakaspalautuksille sijoitusstrategialla  $FM^1$ .



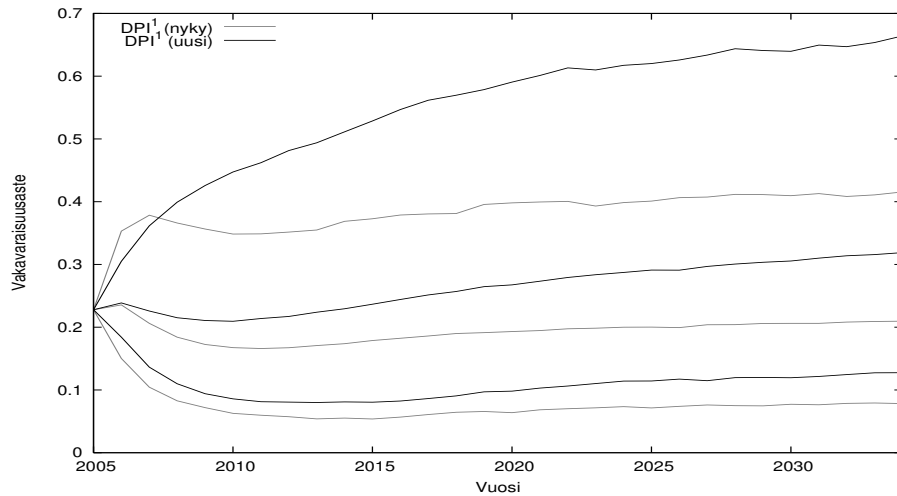
Kuva 10: Mediaani ja 90%-luottamusväli asiakaspalautuksille sijoitusstrategialla  $DPI^1$ .

Kuvassa 11 on esitetty molempien järjestelmien vakavaraisuusasteen mediaanit ja 90% luottamusvälit kun käytetään sijoitusstrategiaa  $FM^1$ . Ero nykyisen ja uuden järjestelmän välillä on huomattava, ajanhetkestä riippuen vakavaraisuusaste on 3-5% korkeampi uudessa kuin nykyisessä järjestelmässä osaketuottosidonnaisen vastuuvelan osan ja muuttuneen tuottovaatimuksen vaikuttaessa vastuuvelan määrään. Kuvassa 12 on molempien järjestelmien keskimääräisen vakavaraisuusasteen mediaanit ja 90% luottamusvälit kun käytetään sijoitusstrategiaa  $DPI^1$ . Tulokset ovat samansuuntaisia kuin sijoitusstrategialla  $FM^1$ . Yläraja on kuitenkin huomattavasti vielä korkeammalla, koska vakavaraisuusraja nousee osakesijoitusten kasvaessa ja vakavaraisuusrajan nelinkertaisia ylityksiä ei tarvitse maksaa välittömästi asiakaspalautuksina. Vakavaraisuusasteen kasvu oli yksi eläkeuudistuksen tavoitteista [9, s. 12], mutta pitkällä aikavälillä nousu on suurempi kuin lakiesityksen esittämä 2%:n kasvu viidessä vuodessa. Kasvu riippuu kuitenkin huomattavasti sijoitusstrategiasta. Vakavaraisuusasteen jakauma on myös hyvin vino, joten pelkkä odotusarvon tarkastelu ei ole riittävää.

Kuvassa 13 on esitetty molempien järjestelmien rahastoitujen eläkkeiden vastuuvelan ( $L_t$  nykyisessä ja  $L_t - L_t^o$  uudessa järjestelmässä) mediaanit ja 90% luottamusvälit kun käytetään sijoitusstrategiaa  $FM^1$ . Uudessa järjestelmässä eläkkeiden rahastoituja osia täydennetään hitaammin, koska osa tuotoista on siirretty osaketuottosidonnaiseen vastuovelkaan ja laskuperustekorin kaavaa on muutettu. Kuvassa 14 on esitetty molempien järjestelmien rahastoitujen eläkkeiden vastuuvelan mediaanit ja 90% luottamusvälit

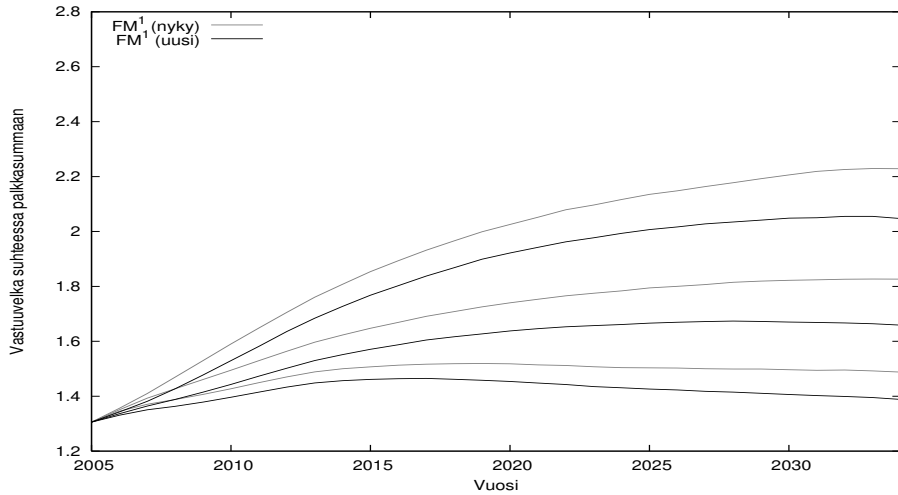


Kuva 11: Mediaani ja 90%-luottamusvälit eläkejärjestelmien vakavaraisuusasteelle sijoitusstrategialla  $FM^1$ .

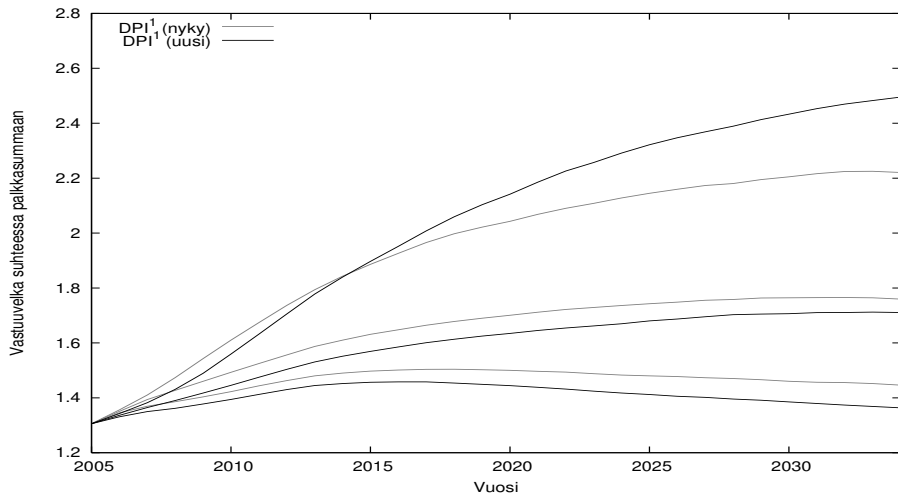


Kuva 12: Mediaani ja 90%-luottamusvälit eläkejärjestelmien vakavaraisuusasteelle sijoitusstrategialla  $DPI^1$ .

kun käytetään sijoitusstrategiaa  $DPI^1$ . Dynaaminen strategia lisää osakesijoitusten osuutta vakavaraisuusasteen kasvaessa, mikä näkyy uudessa järjestelmässä korkeampina eläkkeiden rahastoitujen osien täydennyksinä hyvien sijoitustuottojen tapauksessa.



Kuva 13: Mediaani ja 90%-luottamusvälit järjestelmien rahastoitujen eläkkeiden vastuovelalle suhteessa palkkasummaan sijoitusstrategialla  $FM^1$ .



Kuva 14: Mediaani ja 90%-luottamusvälit järjestelmien rahastoitujen eläkkeiden vastuovelalle suhteessa palkkasummaan sijoitusstrategialla  $DPI^1$ .

### 6.3 Hallituksen lakiesitys suuremmilla osakepainoilla

Kappaleissa 6.1 ja 6.2 on tarkasteltu nykyistä ja Hallituksen esityksen mukaista järjestelmää käyttäen samoja sijoitusstrategioita. Yksi lakiesityksen tavoitteista on lisätä osakesijoitusten osuutta sijoitusportfoliossa. Esityksen

Taulukko 3: Sijoitusstrategian  $FM^2$  sijoitusosuudet.

Lyhyt korko	$w_t^{si} = 8\%$ ,
pitkä korko	$w_t^{bi} = 49\%$ ,
suomalaiset osakkeet	$w_t^{fi} = 7,5\%$ ,
eurooppalaiset osakkeet	$w_t^{eu} = 7,5\%$ ,
amerikkalaiset osakkeet	$w_t^{us} = 7,5\%$ ,
aasialaiset osakkeet	$w_t^{as} = 7,5\%$ ,
kiinteistöt	$w_t^{pi} = 13\%$ .

Taulukko 4: Sijoitusstrategian  $DPI^2$  parametrit.

Lyhyt korko	$w_t^{si} = 8\%$ ,
kiinteistöt	$w_t^{pi} = 13\%$ ,
osakkeiden minimiosuus	$b^l = 10\%$ ,
osakkeiden maksimiosuus	$b^u = 35\%$ ,
riskiparametri	$\lambda = 1,2$ .

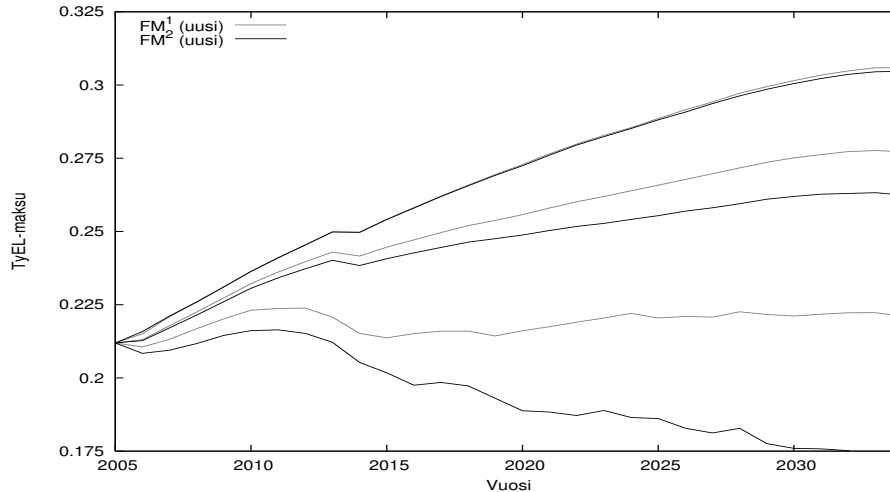
mukaan sijoitusosuutta voidaan nostaa nykyisestä noin 10% seuraavan viiden vuoden kuluessa [9, s. 9], *nykyistä* ei esityksessä ole määritelty. Määritellään kiinteän sijoitusallokaation sijoitusstrategia  $FM^2$  taulukon 3 parametrien mukaan, missä osakesijoitusten yhteenlaskettua osuutta on lisätty 10%:lla strategiaan  $FM^1$  verrattuna ja vastaavasti vähennetty pitkän koron sijoitusten osuutta 10%. Määritellään vastaavasti enemmän osakkeisiin sijoittava dynaaminen sijoitusstrategia  $DPI^2$  taulukon 4 mukaan, jossa parametria  $\lambda$  on kasvatettu siten, että osakkeisiin sijoitetaan 1,2 kertaa vakavaraisuusaste annettujen rajojen sisällä.

Kuvassa 15 on esitetty mediaani ja 90%-luottamusvälit uuden eläkejärjestelmän TyEL-maksulle sijoitusstrategioilla  $FM^1$  ja  $FM^2$ . Luottamusvälin ylärajaan osakkeiden osuuden lisäys ei juurikaan vaikuta, mutta TyEL-maksun mediaani putoaa ajanhetkestä riippuen 0-1,5%. Nykyjärjestelmän TyEL-maksuun strategialla  $FM^1$  (kuva 2) mediaanin ero on 0-2,3% ajanhetkestä riippuen. Luottamusvälin alarajaan muutos vaikuttaa huomattavasti hyvien sijoitustuottojen johtaessa ajoittain suuriin asiakaspalautuksiin.

Kuvassa 16 on esitetty mediaani ja 90%-luottamusvälit uuden eläkejärjestelmän vakavaraisuusasteelle sijoitusstrategialla  $FM^2$ . Luottamusvälit ovat huomattavasti suuremmat osakepainotteisemmalla sijoitusstrategialla  $FM^2$ ,

matalammat TyEL-maksut saavutetaan siis suuremmalla riskillä.

Kuvassa 17 on esitetty mediaani ja 90%-luottamusvälit uuden järjestelmän rahastoitujen eläkkeiden vastuovelalle suhteessa palkkasummaan sijoitusstrategioilla  $FM^1$  ja  $FM^2$ , erot sijoitusstrategioiden välillä ovat samansuuntaiset kuin TyEL-maksussa. Luottamusvälin alarajasta nähdään, että heikkojen sijoitustuottojen tapauksessa rahastot eivät juurikaan kasva eikä eroa synny, sijoitustuottojen parantuessa myös rahastot kasvavat selvästi nopeammin suuremmalla osakepainolla.

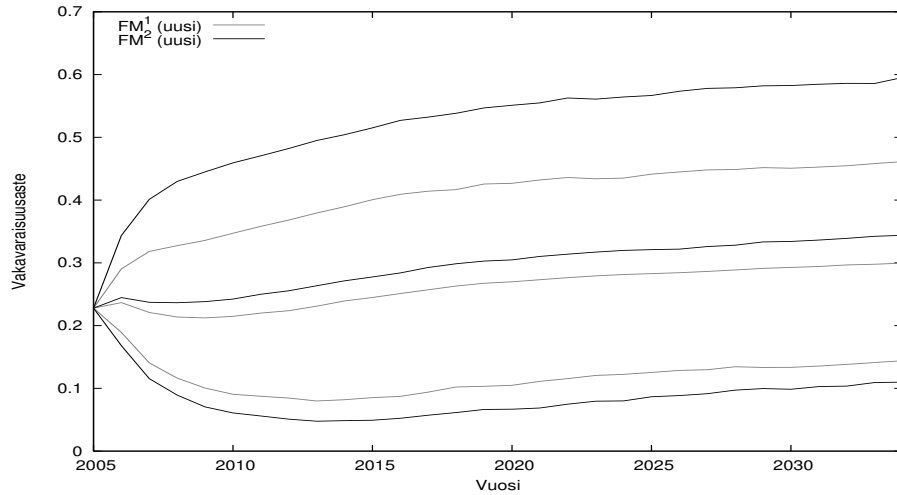


Kuva 15: Mediaani ja 90%-luottamusvälit uuden eläkejärjestelmän TyEL-maksulle sijoitusstrategioilla  $FM^1$  ja  $FM^2$ .

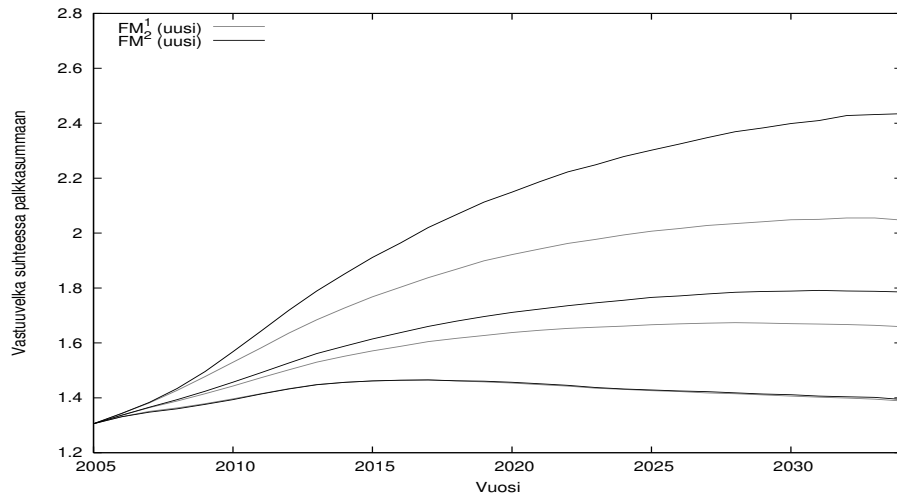
Kuvissa 18 - 20 on esitetty mediaanit ja 90%-luottamusvälit järjestelmien TyEL-maksulle, vakavaraisuusasteelle ja rahastoitujen eläkkeiden vastuovelalle suhteessa palkkasummaan sijoitusstrategialla  $DPI^1$  ja  $DPI^2$ . Dynaamisella sijoitusstrategialla erot järjestelmien välillä ovat huomattavasti pienemmät kuin kiinteän sijoitusallokaation strategioilla, koska dynaamiset strategiat reagoivat muutenkin suoraan vakavaraisuusasteen kasvuun. TyEL-maksun mediaani laskee ajanhetkestä riippuen 0-2,3% verrattuna nykyjärjestelmään (kuva 2).

## 6.4 Konkurssitodennäköisyydet

Taulukossa 5 on esitetty konkurssitodennäköisyydet, TyEL-maksun luottamusvälin yläraja (TyEL 95%) ja mediaani (TyEL 50%) vuonna 2034 molemmille eläkejärjestelmille ja sekä edellä käytettyille sijoitusstrategioille. Konkurssitodennäköisyyksiä arvioitaessa on huomioitava, että konkurssiraja on



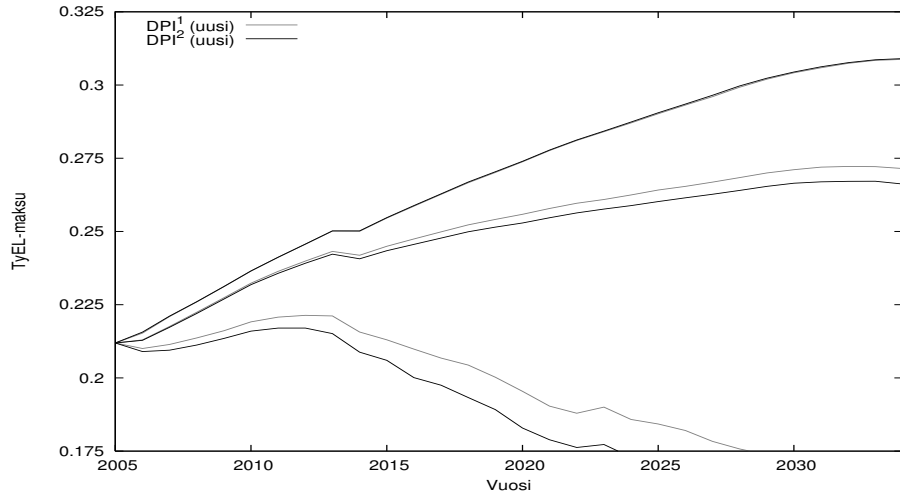
Kuva 16: Mediaani ja 90%-luottamusvälit uuden eläkejärjestelmän vakavaraisuusasteelle sijoitusstrategioilla  $FM^1$  ja  $FM^2$ .



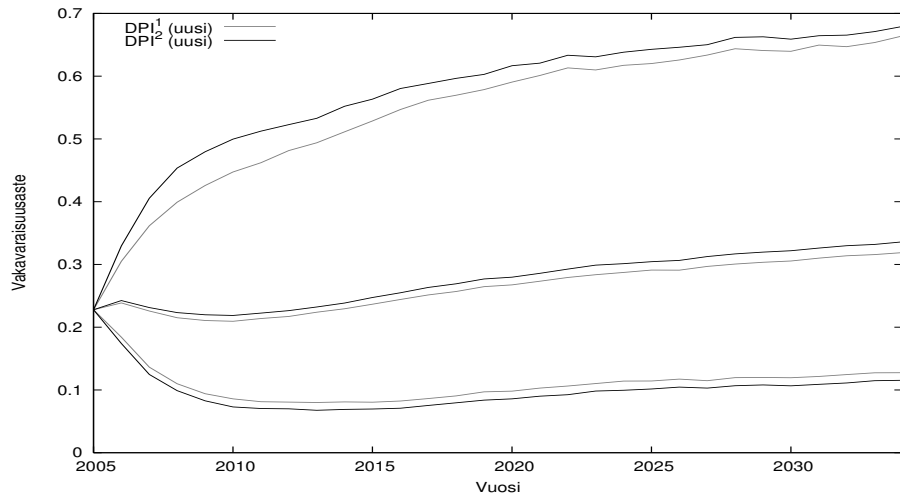
Kuva 17: Mediaani ja 90%-luottamusvälit uuden järjestelmän vastuuvelalle suhteessa palkkasummaan sijoitusstrategioilla  $FM^1$  ja  $FM^2$ .

huomattavasti erilainen uudessa kuin vanhassa järjestelmässä sekä vakavaraisuusrajan laskentakaavan muuttumisen että uuden osaketuottosidonnaisen vastuuvelan osan myötä.

Kiinteän sijoitusallokaation strategioilla konkurssitodennäköisyydet ovat varsin korkeita, dynaamisilla strategioilla päästään huomattasti pienempiin



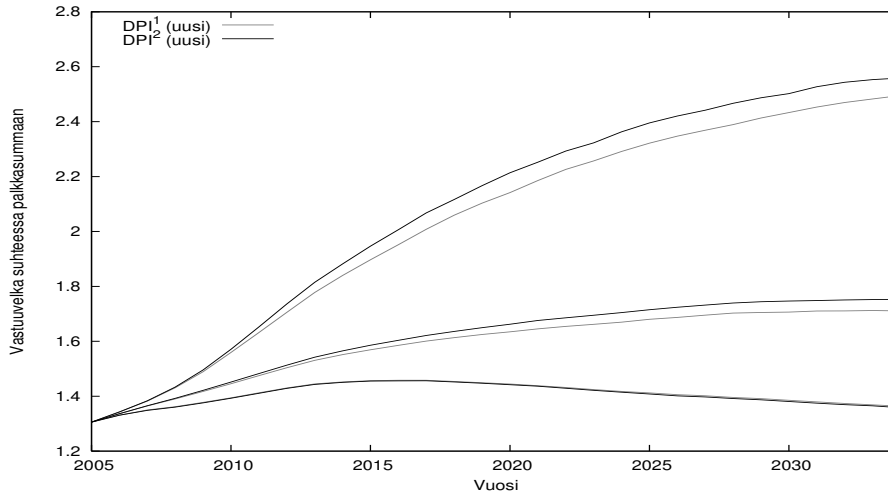
Kuva 18: Mediaani ja 90%-luottamusvälit uuden eläkejärjestelmän TyEL-maksulle sijoitusstrategialla  $DPI^1$  ja  $DPI^2$ .



Kuva 19: Mediaani ja 90%-luottamusvälit uuden eläkejärjestelmän vakavaraisuusasteelle sijoitusstrategialla  $DPI^2$ .

todennäköisyyksiin mutta samalla TyEL-maksun jakauma liikkuu ylöspäin. Tässä tarkastellaan eläkejärjestelmää keskimäärin, joten yksittäisen eläkeyhtiön konkurssitodennäköisyydet ovat suurempia kuin tässä esitetyt. Konkursitodennäköisyys muuttuu ajan kuluessa ja on suurimmillaan seuraavan kymmenen vuoden aikana. Kuvissa 21 ja 22 on esitetty konkurssitodennäköi-





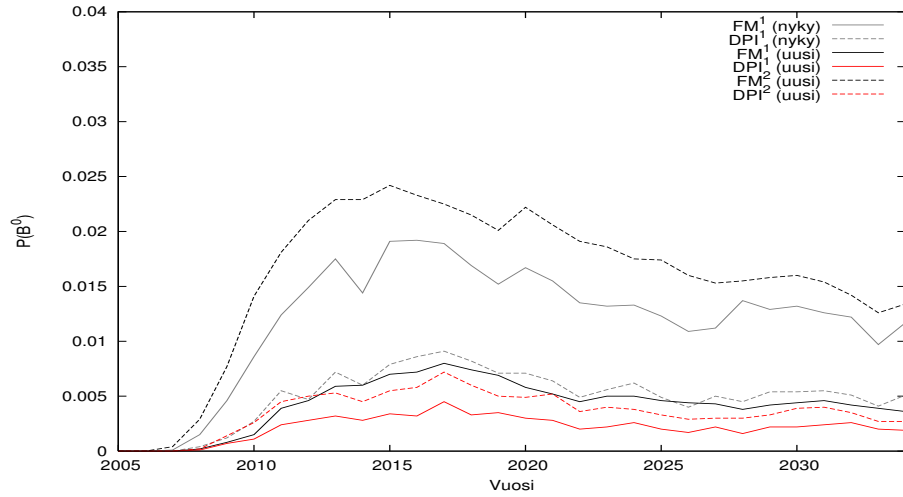
Kuva 20: Mediaani ja 90%-luottamusvälit uuden järjestelmän vastuuvälille suhteessa palkkasummaan sijoitusstrategialla  $DPI^2$ .

Taulukko 5: Konkurssitodennäköisyydet.

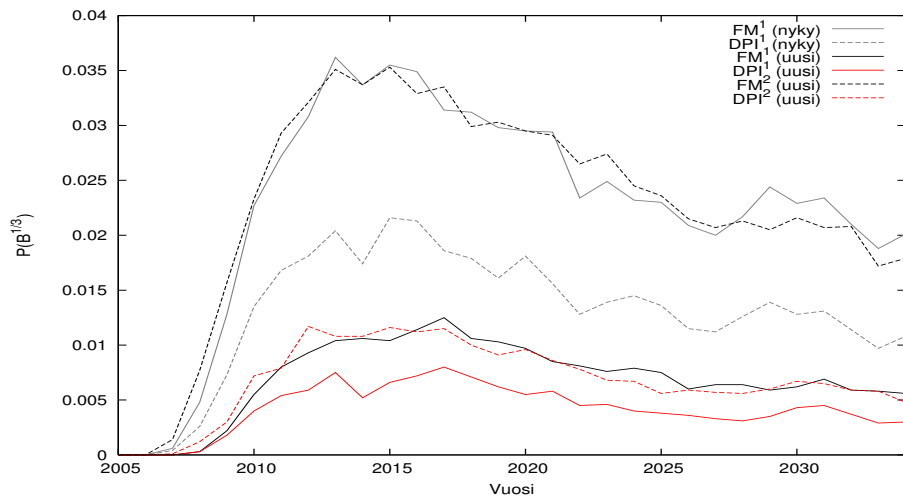
Järjestelmä	Strategia	$P(B^0)$	$P(B^{\frac{1}{3}})$	TyEL 95%	TyEL 50%
Nyky	$FM^1$	12,0%	21,4%	30,6%	28,6%
Nyky	$DPI^1$	6,3%	15,4%	30,9%	28,9%
Uusi	$FM^1$	3,9%	6,2%	30,6%	27,7%
Uusi	$DPI^1$	2,7%	5,2%	30,9%	27,1%
Uusi	$FM^2$	11,2%	16,0%	30,5%	26,2%
Uusi	$DPI^2$	4,4%	7,7%	30,9%	26,6%

syyksien jakautuminen eri vuosille nykyisessä ja uudessa järjestelmässä edellä esitellyillä sijoitusstrategioilla.

Eläkeneuvotteluryhmän mukaan nykyjärjestelmässä osakepainolla 25% jokin heidän laskelmissaan käyttämästä yhtiöstä joutuu konkurssiin seuraavan kolmenkymmenen vuoden aikana 10% todennäköisyydellä [4, s. 85] kun käytetään konkurssimääritelmää  $B^0$ . Tässä sama todennäköisyys saadaan jo 20% osakepainolla. Syitä voi olla monia, esimerkiksi yksittäisen yhtiön lähtövarallisuus ja vastuuvelan, kassavirtojen ja sijoitustuottojen stokastiikka vaikuttavat huomattavasti konkurssitodennäköisyyksiin. Alhainen simulointien määrä voi myös vaikuttaa tuloksiin, esimerkiksi sijoitusstrategialla  $FM^1$  konkurssitodennäköisyys  $P(B^0)$  vaihteli nykyjärjestelmässä välillä 9,8% - 13,9%



Kuva 21: Konkurssitodennäköisyykset  $P(B^0)$ .



Kuva 22: Konkurssitodennäköisyykset  $P(B^{\frac{1}{3}})$ .

ja konkurssitodennäköisyys  $P(B^{\frac{1}{3}})$  välillä 18,9% - 23,7% kun käytettiin vain tuhatta simulaatiota. Eläkeneuvotteluryhmä ei ole raportoinut malliaan ja dataansa sellaisella tarkkuudella, että laskennan voisi toistaa tai syitä etsiä. Koska työeläkevakuuttamien on lakisääteistä, olisi kaikki eläkejärjestelmää koskevat laskelmat raportoitava julkisesti niin, että niitä voidaan kriittisesti tarkastella.

## 6.5 Laskuperustekoron noston rajoittaminen

Kuten esimerkiksi kuvista 3 ja 9 nähtiin nähtiin, hyvien sijoitustuottojen tapauksessa osa sijoitustuotoista ei ohjaudu rahastoitujen eläkkeiden täydennyksiin vaan satunnaisesti tulee hyvin suuria asiakaspalautuksia suhteessa palkkasummaan. Sama ilmiö näkyy alhaisena TyEL-maksun alarajana molemmassa eläkejärjestelmissä ja kaikille käytetyillä sijoitusstrategioilla. Suuria asiakaspalautuksia on myös eläkeneuvotteluryhmän laskelmissa [4, s. 59] [9, s. 15]. Eräs syy tähän saattaa olla, että järjestelmä ei ohjaa sijoitustuottoja riittävän nopeasti rahastoitujen eläkkeiden täydennyksiin.

Nykyisten säännösten mukaan laskuperustekorko määritellään puolen vuoden välein ja sitä voidaan korottaa kerrallaan korkeintaan 0,5% kerrallaan [4, s. 99], siis tässä tutkimuksessa käytetyssä vuositason mallissa yhden prosentin vuodessa. Laskuperustekorko riippuu työeläkejärjestelmän keskimääräisestä vakavaraisuusasteesta. Kuten esimerkiksi kuvista 11, 12, 16 ja 19 nähtiin, uudessa järjestelmässä ja korkeammilla osakesijoituksilla vakavaraisuusasteen vaihtelu on huomattavasti suurempaa kuin vanhassa järjestelmässä, ja osakesijoitusten kasvattaminen vielä lisää vaihtelua. Koska laskuperustekoron laskemista ei ole rajoitettu ja nostamista on, tästä voi seurata, että sijoitustuotot eivät ohjaudu eläkkeiden rahastoitujen osien täydennyksiin kovinkaan nopeasti.

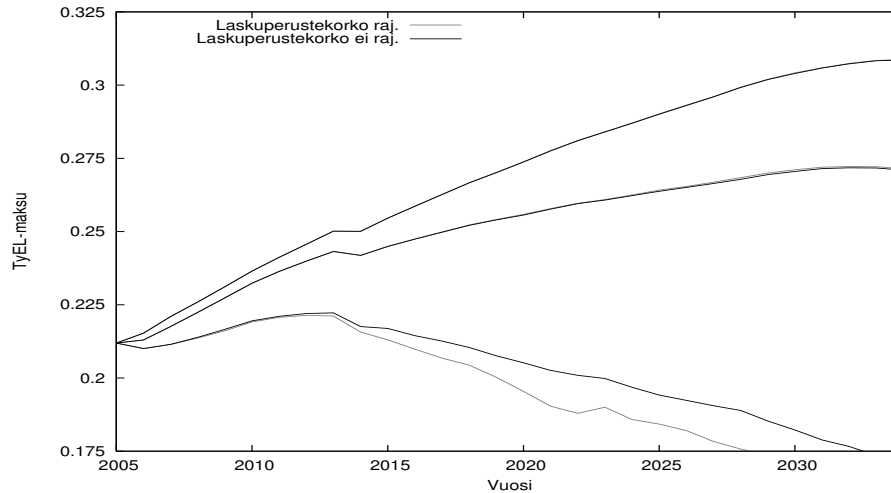
Tämän kappaleen laskelmissa laskuperustekoron nostoa ei ole rajoitettu. Kuvassa 23 on esitetty TyEL-maksu ja kuvassa 24 asiakaspalautukset uudessa järjestelmässä sijoitusstrategialla  $DPI^1$  kun laskuperustekoron nostoa on ja ei ole rajoitettu. Vaikka ero TyEL-maksussa ei ole olennainen, laskuperustekoron nostorajoituksen poisto pienentää huomattavasti suuria asiakaspalautuksia. Kyse onkin enemmänkin siitä, pienennetäänkö TyEL-maksua rahastoista maksettavilla eläkkeillä vaiko asiakaspalautuksilla. Sama nähdään kuvasta 25, jossa rahastoitujen eläkkeiden vastuuelka kasvaa hyvien sijoitustuottojen tapauksessa huomattavasti nopeammin kuin jos laskuperustekoron nousua on rajoitettu.

Taulukossa 6 on esitetty konkurssitodennäköisyydet sekä vuoden 2034 TyEL-maksun mediaani ja luottamusvälin yläraja. Suluissa on esitetty ero taulukossa 5 esitettyihin vastaaviin arvoihin, joissa laskuperustekoron nostoa on rajoitettu prosenttiyksikköön vuodessa. Uudessa järjestelmässä laskuperustekoron rajoituksen poistaminen nostaa konkurssitodennäköisyyksiä vähemmän kuin vanhassa järjestelmässä. Kasvua tulee lievästi kiinteällä sijoitusstrategialla  $FM^2$ . Dynaamisilla strategioilla  $DPI^1$  ja  $DPI^2$  konkurssitodennäköisyyden kasvu on jo varsin marginaalinen, tosin samalla TyEL-maksun mediaani laskee kymmenyksen.

Kuten esimerkiksi kuvasta 24 nähdään, asiakaspalautusten suhde palk-

kasummaan kasvaa ajanmyötä. Tämä johtuu siitä, että palautusten määrä on sidottu toimintapääomaan, jonka määrä riippuu varallisuudesta ja vastuuvέλasta. Koska vastuuvέλان ja palkkasumman suhde kasvaa vuoteen 2034 mennessä lähtöhetken yhdestä noin kaksinkertaiseksi, kasvavat myös toimintapääomasta riippuvat asiakaspalautukset suhteessa palkkasummaan.

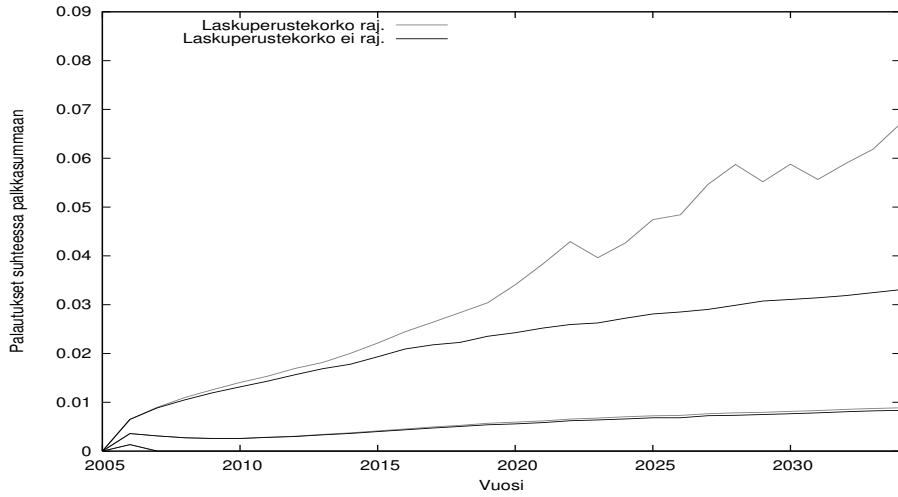
Käytännössä suuret asiakaspalautukset jakaantuisivat todennäköisesti tāsaisemmin useammalle vuodelle kuin mitä tässä on esitetty, sillä eri eläkelaitoksilla vakavaraisuusrajan nelinkertaiset ylitykset saattaisivat osua hieman eri vuosille. Olennaisempaa kuitenkin on, että sijoitustuotot eivät ohjaudu aina riittävän nopeasti eläkerahastojen täydennyksiin.



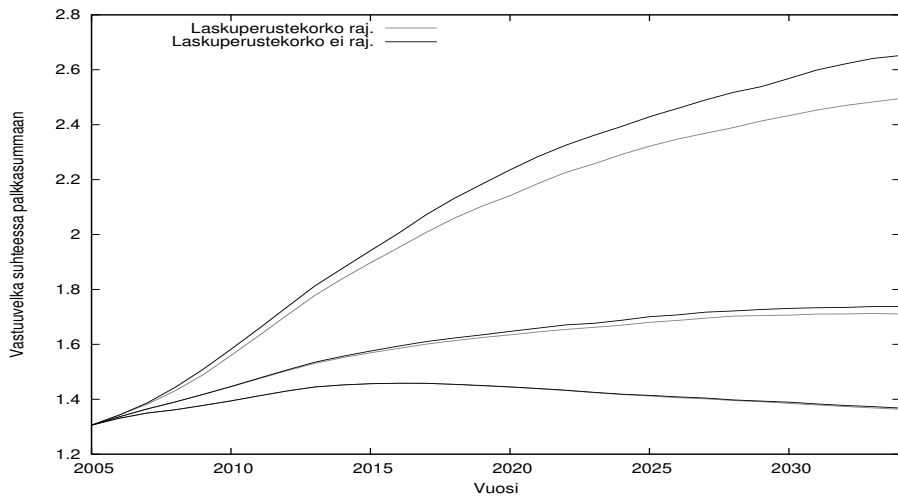
Kuva 23: Mediaani ja 90%-luottamusvälit eläkejärjestelmien TyEL-maksulle sijoitusstrategialla  $DPI^1$  kun laskuperustekorou nousua ei ole rajoitettu.

## 6.6 Palautusten alaraja

Asiakaspalautusten maksu vaikuttaa eläkelaitosten vakavaraisuuteen ja TyEL-maksuun. Edellisissä laskelmissa palautusten alaraja on riippunut ainoastaan vakavaraisuusasteesta, ei sijoitustoiminnalla muutettavissa olevasta vakavaraisuusrajasta. Eläkeneuvotteluryhmä esittää yhtenä vaihtoehtona palautusten alarajaksi vakavaraisuusrajaa kun kyseessä on työeläkeyhtiö [4, s. 57]. Asiakaspalautusten määrä ei saisi viedä työeläkeyhtiön varallisuutta alle vakavaraisuusrajan. Tässä kappaleessa asiakaspalautukset lasketaan kaavan (9)



Kuva 24: Mediaani ja 90%-luottamusväli palautuksille sijoitusstrategialla  $DPI^1$  kun laskuperustekoron nousua ei ole rajoitettu.



Kuva 25: Mediaani ja 90%-luottamusväli vastuuelalle suhteessa palkkasummaan sijoitusstrategialla  $DPI^1$  kun laskuperustekoron nousua ei ole rajoitettu.

sijaan kaavalla

$$h_t = \begin{cases} 0 & \text{jos } (1 - \alpha)U_t < V_t, \\ \alpha U_t & \text{jos } (1 - \alpha)U_t \geq V_t \text{ ja } U_{t-1} - 4V_{t-1} \leq 0 \\ & \text{tai } (1 - \alpha)U_t - 4V_t \leq 0, \\ \alpha U_t + \max(0; \frac{1}{3}((1 - \alpha)U_t - 4V_t)) & \text{muuten.} \end{cases}$$

Taulukko 6: Konkurssitodennäköisyydet ja TyEL-maksut kun laskuperuste-koron nousua ei ole rajoitettu.

Järjestelmä	Strategia	$P(B^0)$	$P(B^{\frac{1}{3}})$	TyEL 95%	TyEL 50%
Nyky	$FM^1$	12,7% (+0,7)	22,5% (+1,1)	30,6% (0,0)	28,4% (-0,2)
Nyky	$DPI^1$	6,6% (+0,3)	16,3% (+0,9)	30,9% (0,0)	28,8% (-0,1)
Uusi	$FM^1$	3,9% (0,0)	6,2% (+0,0)	30,6% (0,0)	27,7% (0,0)
Uusi	$DPI^1$	2,8% (+0,1)	5,3% (+0,1)	30,9% (0,0)	27,1% (0,0)
Uusi	$FM^2$	11,5% (+0,3)	16,5% (+0,5)	30,4% (-0,1)	26,1% (-0,1)
Uusi	$DPI^2$	4,4% (0,0)	8,0% (+0,3)	30,9% (0,0)	26,5% (-0,1)

Eläkelaitoksen maksimipalautus olisi siis vakavaraisuusrajan yläpuolella annettu prosenttimäärä  $\alpha$  toimintapääomasta eivätkä palautukset saisi viedä yhtiötä vakavaraisuusrajan alapuolelle. Toimintapääoman ollessa yli nelinkertainen vakavaraisuusrajan vähintään kahtena peräkkäisenä vuonna, ylityksistä maksetaan kolmasosa asiakaspalautuksina. Esimerkkinä eläkeneuvotteluryhmän raportissa on annettu 1,5% toimintapääomasta.

Taulukossa 7 on esitetty vakavaraisuusrajan mukaan lasketut konkurssitodennäköisyydet  $(P(B^{\frac{1}{3}})^1)$  ja vuoden 2034 TyEL-maksun 95%-kvantiili (TyEL 95<sup>1</sup>) sekä mediaani (TyEL 50<sup>1</sup>) uudessa järjestelmässä kun palautusprosentti  $\alpha$  on 0,5-, 1- ja 1,5% toimintapääomasta. Vastaavat arvot on laskettu myös kaavalla (9) vaihdellen  $\alpha$ :n arvoja (yläindeksi 2). Asiakaspalautusten maksaminen alarajalle nostaa selvästi konkurssitodennäköisyyttä verrattuna jos vastaava prosenttiosuus maksettaisiin vain 15% vakavaraisuuden ylittäväältä osalta. Vuoden 2034 TyEL-maksun mediaaniin (TyEL 50) alarajalla ei juurikaan ole merkitystä. Vuoden 2034 TyEL-maksun 95%-pisteeseenkin (TyEL 95) vaikutus on korkeintaan 0,1%.  $\alpha$ :n arvo vaikuttaa konkurssitodennäköisyyteen huomattavasti enemmän silloin asiakaspalautuksia maksetaan vakavaraisuusrajalle asti.

## 6.7 Täydennysten kohdentaminen ikäluokittain

Lakiesityksen 171 §:n mukaan vanhuuseläkkeiden täydennykset voidaan kohdistaa vuosittain eri suuruisina eri ikäluokille, jolloin täydennysten avulla voidaan vaikuttaa TyEL-maksun kehitykseen. Tässä kappaleessa vuoden  $t$  täydennykset kohdistetaan  $k_t$ -vuotta täyttäneille, jolloin kaava (1) korvataan

Taulukko 7: Konkurssitodennäköisyydet ja vuoden 2034 TyEL-maksut uudessa järjestelmässä kun asiakaspalautukset sallittu vakavaraisuusrajalle asti.

Strategia	$\alpha$	$P(B^{\frac{1}{3}})^1$	$P(B^{\frac{1}{3}})^2$	TyEL 50 <sup>1</sup>	TyEL 50 <sup>2</sup>	TyEL 95 <sup>1</sup>	TyEL 95 <sup>2</sup>
<i>FM</i> <sup>1</sup>	0,5%	6,1%	5,5%	27,8%	27,8%	30,7%	30,7%
<i>FM</i> <sup>1</sup>	1,0%	6,6%	5,6%	27,8%	27,8%	30,6%	30,7%
<i>FM</i> <sup>1</sup>	1,5%	7,2%	5,8%	27,8%	27,8%	30,6%	30,7%
<i>FM</i> <sup>2</sup>	0,5%	15,3%	14,6 %	26,4%	26,4%	30,6%	30,6%
<i>FM</i> <sup>2</sup>	1,0%	16,4%	14,9%	26,4%	26,4%	30,5%	30,5%
<i>FM</i> <sup>2</sup>	1,5%	17,4%	15,2%	26,3%	26,3%	30,5%	30,5%
<i>DPI</i> <sup>1</sup>	0,5%	5,0%	4,5%	27,3%	27,3%	31,0%	31,0%
<i>DPI</i> <sup>1</sup>	1,0%	5,6%	4,6%	27,3%	27,3%	30,9%	31,0%
<i>DPI</i> <sup>1</sup>	1,5%	6,4%	4,7%	27,3%	27,2%	30,9%	30,9%
<i>DPI</i> <sup>2</sup>	0,5%	7,5%	6,9%	26,8%	26,8%	31,0%	31,0%
<i>DPI</i> <sup>2</sup>	1,0%	8,4%	7,1%	26,8%	26,7%	30,9%	30,9%
<i>DPI</i> <sup>2</sup>	1,5%	9,5%	7,2%	26,8%	26,7%	30,9%	30,9%

kaavalla

$$\begin{aligned}
 \check{e}_t^i &= \begin{cases} \check{e}_{t-1}^{i-1} + 0,005 \frac{P_t^i}{\sum_{j \in J} K_t^{i,j}} & \text{jos } in \text{ ikä on alle } 55, \\ \check{e}_{t-1}^{i-1} & \text{muuten,} \end{cases} \\
 \check{e}_t^i &= \begin{cases} \check{e}_t^i & \text{jos } in \text{ ikä on alle } k_t, \\ (1 + r_t) \check{e}_t^i & \text{muuten,} \end{cases} \\
 \hat{e}_t^i &= \begin{cases} \check{e}_t^i & \text{jos } in \text{ ikä on alle } k_t, \\ \check{e}_t^i (1 + r_t^3) & \text{muuten.} \end{cases} \tag{10}
 \end{aligned}$$

Kaava (3) korvataan kaavalla

$$r_t^1 = \frac{\max((0, 9\hat{r}_t - 0, 03); 0)(L_{t-1} - L_{t-1}^o)}{\check{L}_t^{k_t}},$$

missä  $\check{L}_t^{k_t}$  vanhuuseläkkeiden rahastoitujen osien vastuuelka  $k_t$  vuotta täyttäneille ennen täydennyksiä. Myös lisärahastoinnin mukainen täydennys  $r_t^2$  kohdistetaan  $k_t$  vuotta täyttäneille ja lasketaan kaavan (5) sijaan

$$r_t^2 = \frac{\gamma_t P_t}{\check{L}_t^{k_t}}.$$

Osaketuottosidonnaisen vastuvelan mukainen täydennyskerroin lasketaan kaavan (8) sijaan

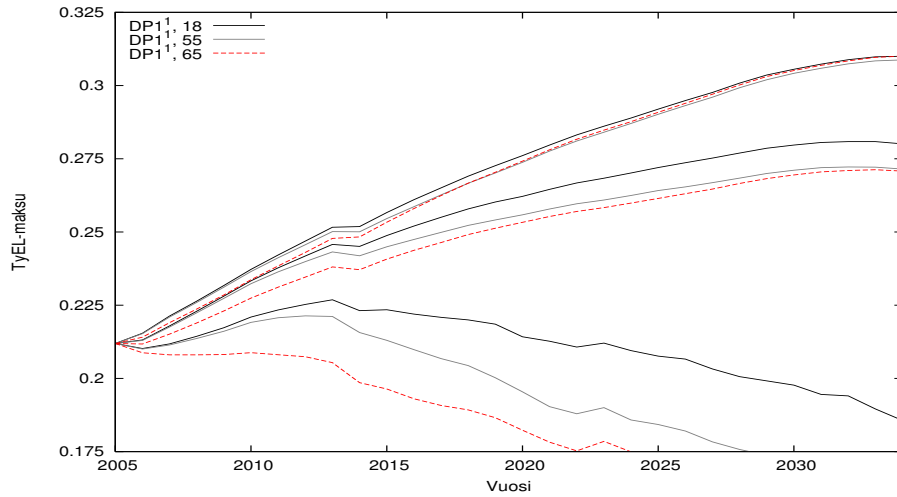
$$r_t^3 = \frac{\max(-l_t^o; 0)}{\dot{L}_t^{k_t}},$$

missä  $l_t^o$  on siirto osaketuottosidonnaisesta vastuvelasta ja

$$\dot{L}_t^{k_t} = \sum_{i \in I^{k_t}} \sum_{j \in J} \theta_t^{i,j} K_t^{i,j} \dot{e}_t^i$$

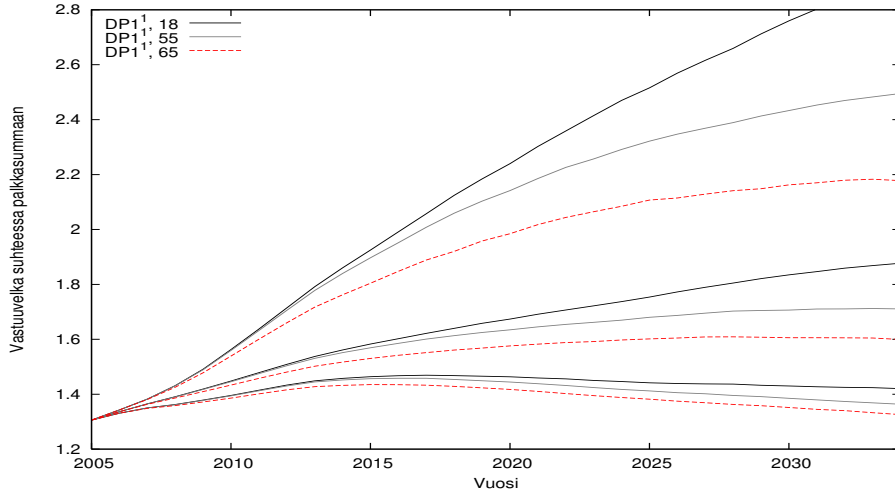
missä  $I^k$  on  $k$  vuotta täyttäneiden ikä- ja sukupuoliluokkien joukko.

Täydennykset voidaan kohdistaa aina samoille ikäluokille. Kuvassa 26 on esitetty TyEL-maksun mediaani ja 90%-luottamusvälit sijoitusstrategialla  $DPI^1$  kun täydennykset kohdistetaan 18 vuotta täyttäneille ( $k_t = 18, t = 2005, \dots, 2034$ ), 55 vuotta täyttäneille ( $k_t = 55, t = 2005, \dots, 2034$ ) ja 65 vuotta täyttäneille ( $k_t = 65, t = 2005, \dots, 2034$ ). Kohdistamalla täydennykset 65 vuotta täyttäneille saavutetaan alhaisempi TyEL-maksun mediaani vuosina 2005–2034. Toisaalta eläkerahastot kasvavat tällöin hitaammin. Kuvassa 27 on esitetty rahastoitujen eläkkeiden vastuvelan mediaani ja 90%-luottamusvälit sijoitusstrategialla  $DPI^1$  kun täydennykset kohdistetaan 18, 55 ja 65 vuotta täyttäneille. Rahastoitujen eläkkeiden määrä kasvaa sitä hitaammin mitä vanhemmille ikäluokille täydennykset kohdennetaan.



Kuva 26: Mediaani ja 90%-luottamusvälit TyEL-maksulle kun täydennykset kohdistetaan eri ikäluokille.



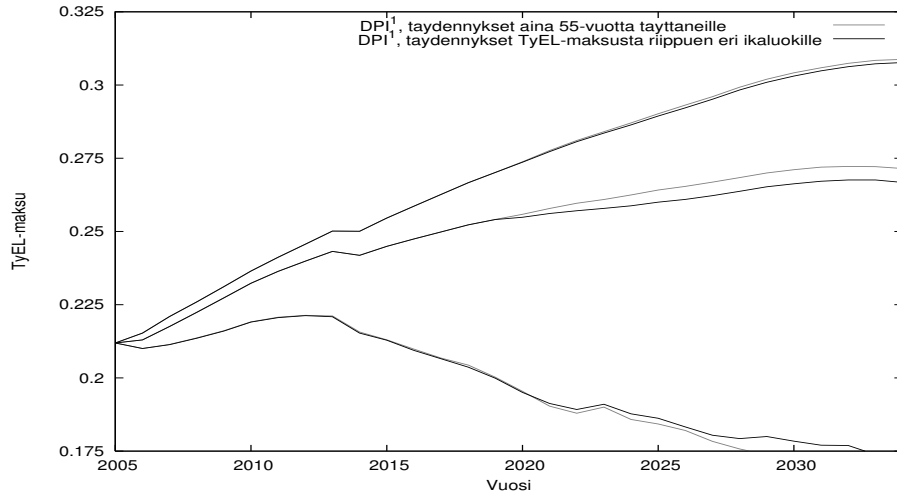


Kuva 27: Mediaani ja 90%-luottamusvälit vastuovelalle suhteessa palkkasummaan kun täydennykset kohdistetaan eri ikäluokille.

Täydennykset voidaan kohdistaa myös vuosittain eri ikäluokille. Laskeaan  $k_t$  kullekin vuodelle  $t$

$$k_t = \begin{cases} 55 & \text{jos } t < 2020 \\ 18 & \text{jos } t \geq 2020 \text{ ja } \tau_{t-1} < 0,20 \\ 55 & \text{jos } t \geq 2020 \text{ ja } \tau_{t-1} < 0,22 \\ 65 & \text{muuten.} \end{cases}$$

Täydennykset kohdistetaan siis vuoteen 2020 asti 55 vuotta täyttäneiden ikäluokkien vanhuuseläkkeiden rahastoitujen osien täydennyksiin ja siitä eteenpäin edellisen vuoden TyEL-maksusta riippuen. Vuodesta 2020 eteenpäin jos edellisen vuoden TyEL-maksu on ollut alle 20% niin täydennykset kohdistetaan kaikkiin ikäluokkiin. Jos edellisen vuoden TyEL-maksu on ollut yli 20% ja alle 22% niin täydennykset kohdistetaan 55 vuotta täyttäneiden ikäluokkiin. Jos edellisen vuoden TyEL-maksu on ollut yli 22% niin täydennykset kohdistetaan 65 vuotta täyttäneiden ikäluokkiin. Kuvassa 28 on esitetty TyEL-maksun kehitys sijoitusstrategialla  $DPI^1$  kun täydennykset tehdään aina 55 vuotta täyttäneille ikäluokille ja kun täydennykset tehdään edellä esitetyksi eri ikäluokille vuodesta ja TyEL-maksusta riippuen.



Kuva 28: Mediaani ja 90%-luottamusvälit TyEL-maksulle kun täydennykset kohdistetaan eri ikäluokille.

Lasketaan  $k_t$  kullekin vuodelle  $t$

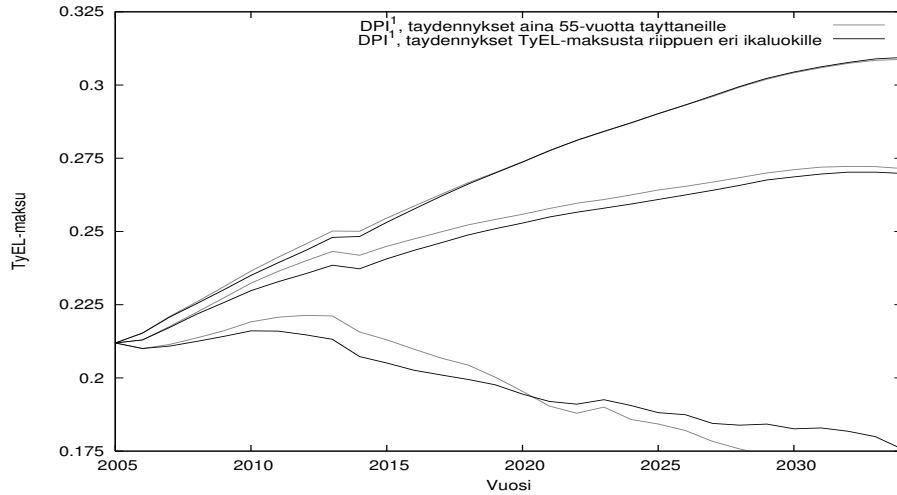
$$k_t = \begin{cases} 18 & \text{jos } \tau_{t-1} < 0, 20 \\ 55 & \text{jos } \tau_{t-1} < 0, 22 \\ 65 & \text{muuten.} \end{cases}$$

Täydennykset kohdennetaan siis kuten edellä edellisen vuoden TyEL-maksusta riippuen, mutta lähtien heti vuodesta 2005. Kuvassa 29 on esitetty TyEL-maksun kehitys sijoitusstrategialla  $DPI^1$  kun täydennykset tehdään aina 55 vuotta täyttäneille ikäluokille ja kun täydennykset tehdään edellä esitetysti eri ikäluokille TyEL-maksusta riippuen. Kuvista 28 ja 29 nähdään selkeästi, miten täydennysten kohdistamisella voidaan vaikuttaa TyEL-maksun kehitykseen.

Täydennyssääntö vaikuttaa kunkin eläkelaitoksen vakuutusliikkeen kasvavirtoihin, joten yksittäisen eläkelaitoksen sijoitussuunnittelun kannalta olisi ensiarvoisen tärkeää, että täydennyssääntö olisi etukäteen tiedossa, hyvin määritelty ja yksinkertainen. Myös Kilpailuvirasto on nähnyt uuden rahastointiperiaatteen ongelmallisena eläkelaitosten kilpailun kannalta [20, s. 117].

## 6.8 Sijoitusstrategiat

Edellisten kappaleiden tuloksista on käynyt ilmi, että sijoitusstrategia vaikuttaa huomattavasti TyEL-maksuun ja vakavaraisuuteen. Tässä tutkimukses-



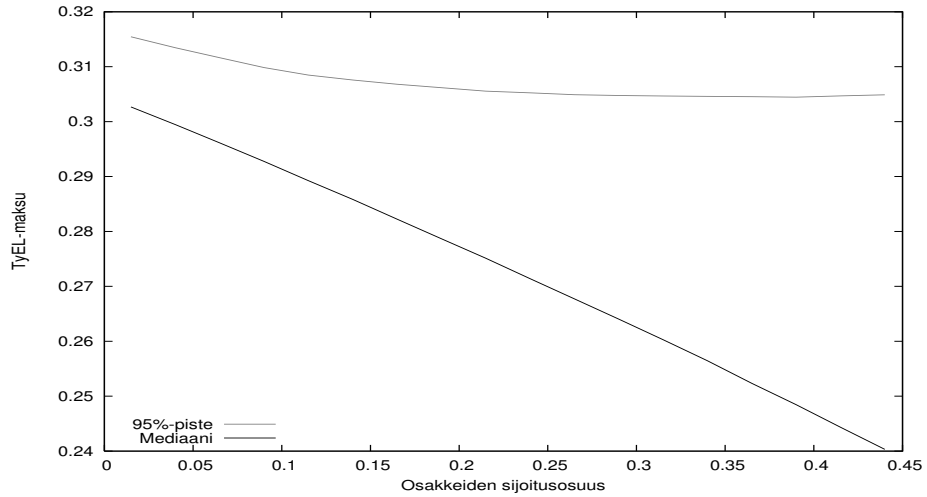
Kuva 29: Mediaani ja 90%-luottamusvälit TyEL-maksulle kun täydennykset kohdistetaan eri ikäluokille.

sa käytetyistä sijoitusstrategioista voidaan muodostaa ääretön määrä erilaisia kombinaatioita muuttamalla sijoitusstrategian parametreja. Tässä kapaleessa esitetään esimerkinomaisesti miten eri sijoitusstrategiat ja niiden parametrien eri kombinaatiot vaikuttavat tuloksiin uudessa järjestelmässä.

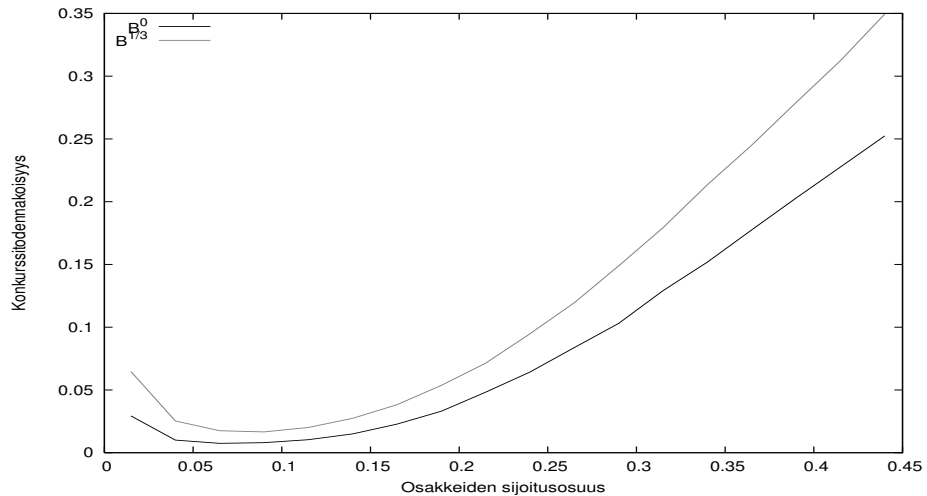
Määritellään kiinteiden sijoitusallokaatioiden joukko  $FM^3$  siten, että lyhyen koron ja kiinteistöinvestointien osuudet määräytyvät taulukon 1 mukaan ja osakkeiden yhteenlaskettu osuus on 1,5%, 4%, 6,5%, ..., 44%, loput sijoitetaan pitkän koron sijoituksiin. Kuvassa 30 on esitetty vuoden 2034 TyEL-maksun mediaani ja 95%-piste ja osakesijoitusten välinen riippuvuus. Mediaani riippuu lähes lineaarisesti osakkeiden sijoitusosuudesta. TyEL-maksun 95%-pistettä saadaan alennettua lisäämällä osakesijoituksia 25%:in, sitä suuremmilla sijoitusosuuksilla sitä ei juurikaan saada laskettua. Kuvassa 31 on esitetty osakesijoitusten ja molempien määritelmien mukaisten konkurssien välinen riippuvuus. Osakkeiden osuuden laskeminen alle 10% ei enää pienennä konkurssiriskiä ja osakesijoitusten laskeminen alle 5% alkaa kasvattaa konkurssiriskiä. Havainto vastaa Heikkilän [11, s. 34] viittaamia tuloksia.

Määritellään kolme dynaamisten sijoitusstrategioiden joukkoa  $DPI^3$ ,  $DPI^4$  ja  $DPI^5$  taulukon 8 parametrien mukaan, toisin sanoen vaihdellaan osakesijoitusten alarajaa välillä 5%-15% ja kasvatetaan ylärajaa vastaavasti välillä 30%-40% sekä annetaan osakepainon määrävään parametrin  $\lambda$  vaihdella välillä 0,5 - 1,7.

Kuvassa 32 on esitetty kuinka vuoden 2034 TyEL-maksun mediaani riippuu osakesijoitusten osuuden kasvattamisesta. Riippuvuus on huomattavan



Kuva 30: Osakesijoitukset ja vuoden 2034 TyEL-maksun mediaani sekä 95%-piste kiinteällä sijoitusstrategialla.



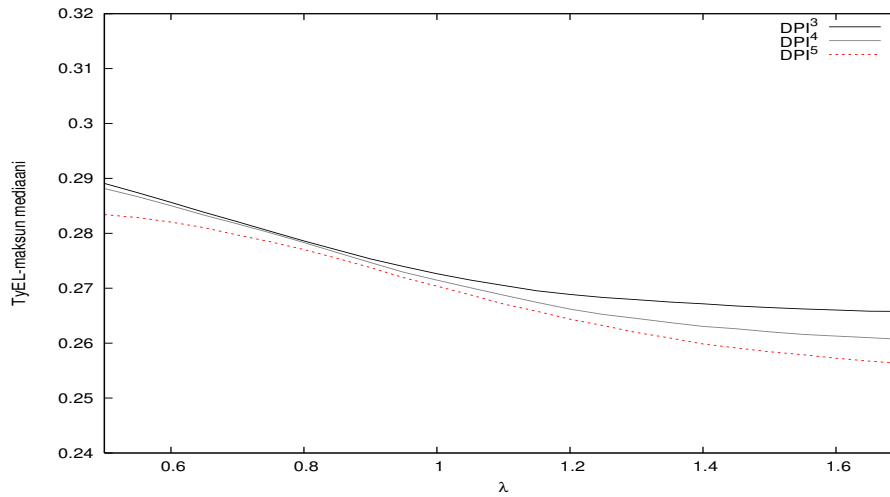
Kuva 31: Osakesijoitukset ja konkurssitodennäköisyys kiinteällä sijoitusstrategialla.

erilainen kuin mitä kiinteän sijoitusallokaation strategialla, jossa osakepaino ei mitenkään reagoi vakavaraisuusasteeseen. Vastaava eroavuus on havaittavissa kuvasta 33, jossa on esitetty kuinka vuoden 2034 TyEL-maksun yläraja riippuu osakesijoitusten osuuden kasvattamisesta. Kuvassa 34 on esitetty kuinka molempien määritelmien mukainen konkurssitodennäköisyys riippuu

Taulukko 8: Dynaamisten sijoitusstrategioiden parametrit.

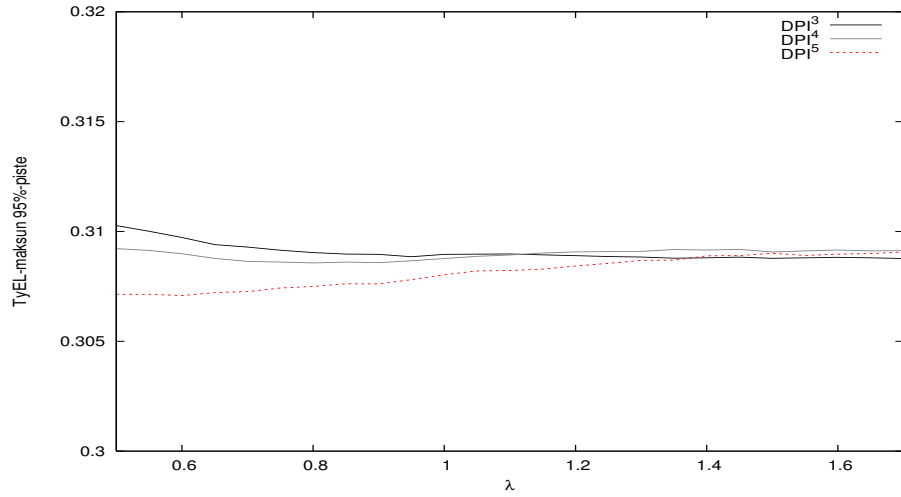
Strategiajoukko	$w_t^{si}$	$w_t^{pi}$	$b^l$	$b^u$	$\lambda$
$DPI^3$	8%	13%	5%	30%	0,5, 0,55, ..., 1,7
$DPI^4$	8%	13%	10%	35%	0,5, 0,55, ..., 1,7
$DPI^5$	8%	13%	15%	40%	0,5, 0,55, ..., 1,7

osakesijoitusten osuuden kasvattamisesta. Ero kiinteään allokaation sijoitusstrategiaan on huomattava.

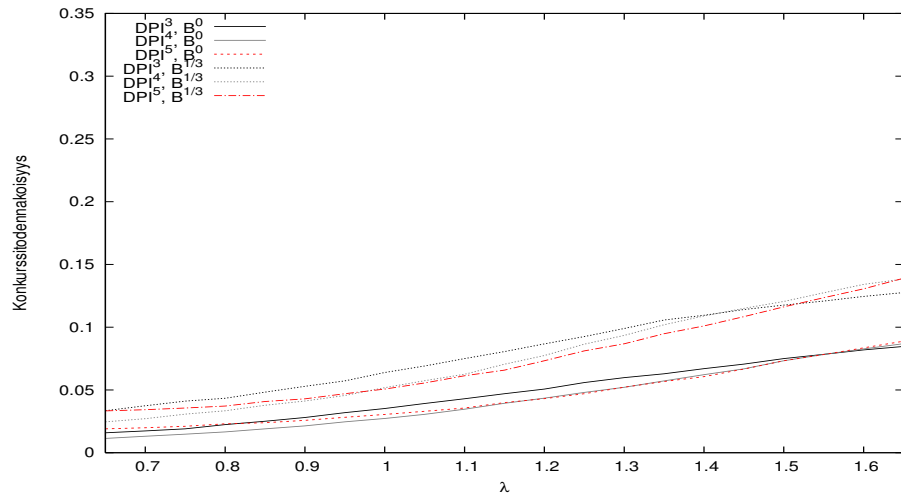


Kuva 32: Osakesijoitukset ja vuoden 2034 TyEL-maksun mediaani dynaamisilla sijoitusstrategioilla.

Kuvissa 35 ja 36 on esitetty konkurssitodennäköisyyksien ja vuoden 2034 TyEL-maksun mediaanin riippuvuus kiinteällä ja dynaamisilla strategioilla. Molemmista kuvista nähdään sijoitusstrategian selkeä vaikutus saavutettavaan TyEL-maksun mediaaniin annetulla konkurssitodennäköisyydellä. Ero on huomattava, valitusta konkurssitodennäköisyydestä riippuen sijoitusstrategia vaikuttaa jopa yli 1,5% TyEL-maksun mediaaniin. Ero saattaa olla suurempikin jollain toisilla sijoitusstrategioilla tai parametrivalinnoilla. Tässä tutkimuksessa käytetyt strategiat eivät esimerkiksi käytä informaatiota kaikkien stokastisten tekijöiden tilasta, kuten esimerkiksi korkotasosta. Nämä huomioiden esimerkiksi numeerisen optimoinnin menetelmin saatettaisiin päästä huomattavasti parempiin tuloksiin kuin mitä tässä raportissa on esitetty. Optimointi olisi kuitenkin erittäin aikaa vievää eläkejärjestelmän mo-

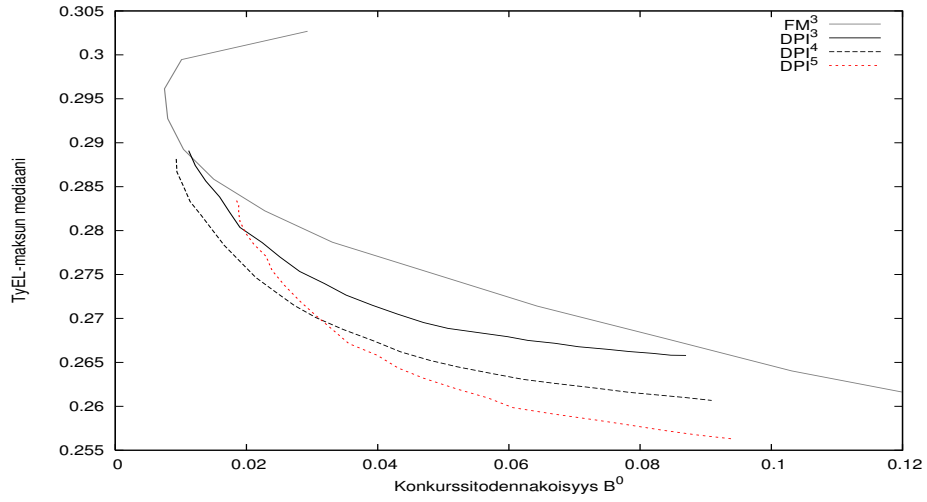


Kuva 33: Osakesijoitukset ja vuoden 2034 TyEL-maksun 95%-piste dynaamisilla sijoitusstrategioilla.

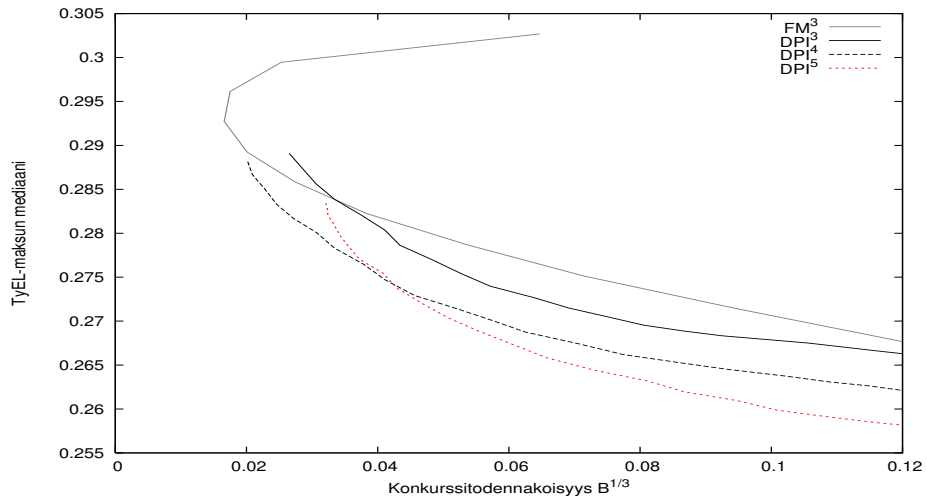


Kuva 34: Osakesijoitukset ja konkurssitodennäköisyydet dynaamisilla sijoitusstrategioilla.

nimutkaisuuden vuoksi, eikä kaikkia tässä tutkimuksessa käsiteltyjä asioita olisi voitu tutkia kohtuullisessa ajassa.



Kuva 35: Vuoden 2034 TyEL-maksun mediaani ja konkurssiriski  $B^0$ .



Kuva 36: Vuoden 2034 TyEL-maksun mediaani ja konkurssiriski  $B^{\frac{1}{3}}$ .

**Kiitokset** Kiitän Peter Biströmiä, Markku Kalliota, Lasse Koskista, Heikki Palmia, Teemu Pennasta, Tarmo Pukkilaa, Antero Rannetta ja Ismo Riskua hyödyllisistä kommenteista ja ehdotuksista, joista on ollut suuri apu tämän raportin kirjoittamisessa. Kiitän Sosiaali- ja terveysministeriötä tutkimuksen rahoittamisesta.

## Viitteet

- [1] J.M. Alho. The population of Finland in 2050 and beyond. Discussion papers No. 826, ETLA, 2002.
- [2] P. Biström, T. Klaavo, I. Risku ja H. Sihvonen. Eläkemenot, maksut ja rahastot vuoteen 2075. Eläketurvakeskuksen raportteja, Eläketurvakeskus, 2004.
- [3] F. Black ja R. Jones. Simplifying portfolio insurance for corporate pension plans. *Journal of Portfolio Management*, 14, 33–37, 1988.
- [4] Eläkeneuvotteluryhmä. Työeläkejärjestelmän sijoitustoimintaa koskeva selvitys. Tekninen raportti, 2006.
- [5] Eläketurvakeskus. Työeläkkeiden indeksiturva 1.1.2005. 2005.
- [6] R.F. Engle ja C.W.J. Granger. Co-integration and error correction: representation, estimation and testing. *Econometrica*, 55, no. 2, 251–276, 1987.
- [7] S.E. Fleten, K. Høyland ja S.W. Wallace. The performance of stochastic dynamic and fixed mix portfolio models. *European Journal of Operations Research*, 140, 37–49, 2002.
- [8] P. Forma, E. Tuominen ja I. Väänänen-Tomppo. Finnish pension reform and intentions of older workers to continue at work. Working paper 2, Finnish Centre for Pensions, 2006.
- [9] HE77/2006. Hallituksen esitys Eduskunnalle eläkelaitosten toimintapääomaa ja vastuovelkaa koskevien säännösten muuttamiseksi. 2006.
- [10] HE79/2006. Hallituksen esitys Eduskunnalle laeiksi eläkelaitoksen vakavaraisuusrajan laskemisesta ja vastuuvelan kattamisesta sekä eräiden siihen liittyvien lakien muuttamisesta. 2006.



- [11] M. Heikkilä. Tel-järjestelmän yhteinen tuottovelvoite ja yksittäisen yhtiön sijoitustuottojen jäännösvarianssi. Working paper, Suomen Aktuaariyhdistys, 2004.
- [12] P. Hilli, M. Koivu ja T. Pennanen. Sijoitustuottomalli työeläkelaitoksille. Vakuutusvalvontaviraston julkaisusarja: 3, Vakuutusvalvontavirasto, 2006.
- [13] P. Hilli, M. Koivu, T. Pennanen ja A. Ranne. A stochastic programming model for asset and liability management of a Finnish pension company. *Annals of Operations Research*, 2004. To appear.
- [14] P. Hilli ja T. Pennanen. Työeläkelaitoksen kassavirta-vastuumalli. Vakuutusvalvontaviraston julkaisusarja 1, Vakuutusvalvontavirasto, 2007.
- [15] M. Koivu, T. Pennanen ja A. Ranne. Modeling assets and liabilities of a Finnish pension company: a VEqC approach. *Scandinavian Actuarial Journal*, 2005, no. 1, 46–76, 2005.
- [16] Laki vakuutusvalvontavirastosta. 2006.
- [17] Asetus työeläkevakuutusyhtiön vakavaraisuusrajan laskemisesta. 23.12.1999/1281. 1999.
- [18] C. Lindell. Elinaika pitenee - miten käy eläkeiän? Eläketurvakeskuksen raportteja 18, Eläketurvakeskus, 1998.
- [19] A.F. Perold ja W.F. Sharpe. Dynamic strategies for asset allocation. *Financial Analyst Journal*, 4, 16–27, 1988.
- [20] E. Rajaniemi. Työeläkejärjestelmän kilpailuolosuhteet. Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 79, 2006.
- [21] TEL-P 2005. TEL:n mukaisen perusvakuutuksen erityisperusteet. Kokooma, 2005.
- [22] TyEL. Työntekijän eläkelaki. 2006.
- [23] Työmarkkinajärjestöjen täydennyssopimus 5.9.02. 2002.



VAKUUTUSVALVONTA

**Vakuutusvalvontavirasto**  
Mikonkatu 8, PL 449  
00101 Helsinki  
+358-9-4155 950  
+358-9-4155 9515  
[www.vakuutusvalvonta.fi](http://www.vakuutusvalvonta.fi)

**Försäkringsinspektionen**  
Mikaelsgatan 8, PB 449  
FIN-00101 Helsingfors  
+358-9-4155 950  
+358-9-4155 9515  
[www.vakuutusvalvonta.fi](http://www.vakuutusvalvonta.fi)

**Insurance Supervisory Authority**  
Mikonkatu 8, P.O. Box 449  
FIN-00101 Helsinki  
+358-9-4155 950  
+358-9-4155 9515  
[www.vakuutusvalvonta.fi](http://www.vakuutusvalvonta.fi)