

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Majandusteaduskond
Majandusanalüüsi ja rahanduse instituut

Kristo Sui

**EESTI ELUKINDLUSTUSTURU PIKAEALIUSE RISKI
SOLVENTSUSKAPITALINÕUE**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: nooremteadur Kaido Kepp

Tallinn 2017

Olen koostanud töö iseseisvalt.

Töö koostamisel kasutatud kõikidele teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele on viidatud.

Kristo Sui

Üliõpilase kood: 142328TABB

Üliõpilase e-posti aadress: kristo.sui@hotmail.com

Juhendaja nooremteadur Kaido Kepp arvamus:

Töö vastab uurimistööle esitatud nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(ametikoht, nimi, allkiri, kuupäev)

SISUKORD

ABSTRAKT	4
SISSEJUHATUS	5
1. PIKAEALISUSE RISK	8
1.1. Pikaealisuse riski eripärad.....	9
1.2. Solventsus II.....	11
1.2.1. Solventsuskapitalinõue	12
1.2.2. Miinimumkapitalinõue ja riskimarginaal.....	14
2. METOODIKA	16
2.1. Lee-Carteri mudel	16
2.1.1. Modelleerimine programmiga Lee-Carter Fitter	18
2.2. Solventsuskapitalinõude standardvalem	19
2.3. Solventsuskapitalinõude sisemudel	22
2.4. Diskontomäär	23
2.5. Töös kasutatud andmed ja hinnangud.....	24
2.5.1. Hüpooteetilise kindlustusportfelli loomine.....	24
2.5.2. Tehtavate väljamaksete hinnang	26
3. EESTI ELUKINDLUSTUSTURU	
SOLVENTSUSKAPITALINÕUDE ARVUTAMINE.....	28
3.1. Suremuse ja oodatava eluea prognoos	28
3.2. SCR-i arvutamine standardvalemiga	32
3.3. Monte Carlo simulatsioon.....	35
3.4. SCR-i arvutamine sisemudeliga.....	36
3.5. Tulemused.....	37
KOKKUVÕTE	39

SUMMARY	41
VIIDATUD ALLIKAD	43
LISAD.....	46
Lisa 1. Diskontomäärana kasutatud riskivabad intressimäärad	46
Lisa 2. Lee-Carteri mudeli stohhastiliselt genereeritud k_t väärtused	49
Lisa 3. Prognoositud oodatav eluiga sünnimomendil	50

ABSTRAKT

Käesolev töö uurib pikaealisuse riski ning sellest tulenevaid nõudeid elukindlustuspakkujatele. Töös keskenduti Eesti elukindlustusturul esinevale pikaealisuse riskile ning sellest tulenevale solventsuskapitalinõudele. Pikaealisuse hindamiseks kasutati töös Lee-Carteri mudelit ning prognoositi suremusmäärad perioodil 2016 – 2091. Mudel prognoosis Eesti rahvastiku keskmiseks oodatavaks elueaks sünnimomendil 2091. aastal ligikaudu 93,5 aastat. Kapitalinõuete arvutamiseks kasutati nii Solventsus II-st tulenevat standardvalemit kui ka sisemudelit. Solventsuskapitalinõude arvutamiseks vajalike väljamaksete suuruse hindamisel lähtuti Eesti elukindlustusturu tootepõhisest statistikast. Varasemad uuringud on näidanud olenevalt kindlustusportfellist märgatavaid erinevusi eelmainitud standardvalemi ja sisemudeli vahel. Antud töös kasutatud portfelli põhjal nii suuri erinevusi ei ilmnenud. Sisemudeliga arvutatud pikaealisuse riski solventsuskapitalinõue oli 7,5% ehk vaid 0,5 protsendipunkti madalam kui standardvalemi tulemus milleks oli 8%. Seega ei pruugi Eesti turul ressursikuluka sisemudeli rakendamine olla alati õigustatud.

Võtmesõnad: pikaealisuse risk, Lee-Carteri mudel, Solventsus II, standardvalem, sisemudel, solventsuskapitalinõue

SISSEJUHATUS

Käesolev töö vaatleb pikaajalise trendi mõju kindlustusettevõtetele. Suundumus pikema eluea poole peetakse üldiselt positiivseks nähtuseks, kuid ootamatult kiire areng või muutus võib luua elukindlustuspakkujale riski, mida on väga keeruline maandada. Põhjus seisneb elukindlustustoodetes, mis on otseselt seotud suremusmääradega ning mille maksete suurus kasvab kui suremusmäärad langevad.

Vähenev suremusmäär ja sellest tulenev vananev rahvastik on leviv nähtus kõikjal ning seda ka Eestis. Ajal, mil Eesti keskmine elada jäänud aastate arv sünnimomendil kasvab aastas 3,17 kuu võrra on oluline arvestada selle mõju elukindlustuslepingutest tulenevatele väljamaksetele. Seega kujutavad näiteks arengud tervishoius ohtu kindlustusettevõtte maksevõimele. Solventsus II sätestab nõuded millega tuleb arvestada, et leida vajalik kapital millega ollakse võimelised tagama suremusmäärade languse ootamatu intensiivistumine.

Seetõttu on elukindlustust pakkuvatel ettevõtetel oluline olla valmis erinevateks suremusmäärade muutuste stsenaariumiteks. Selleks ongi tarvis uurida milliseks kujuneb Eesti elukindlustusturu solventsuskapitalinõue, milline lähenemine on selle arvutamiseks mõistlikum ning millega arvutamisel arvestada tasuks.

Solventsuskapitalinõude arvutamiseks töötati Euroopa Kindlustus- ja Tööandjapensionide järelevalve (EIOPA) juhtimisel välja järelevalveraamistik Solventsus II, mille peamine eesmärk on kaitsta kindlustusvõtjate huve. Solventsus II pakub arvutamiseks välja kas standardvalemit või ettevõtte enda poolt loodud, kuid järelevalve asutuse poolt heaks kiidetud sisemudelit. Varasem kirjandus on korduvalt näidanud, et erinevad lahendused sisemudelite osas annavad märkimisväärselt madalamad kapitalinõuded kui standardvalem. Samal ajal võib olla sisemudeli kasutamine aga keeruline ning rohkelt ressursse vajav.

Käesoleva töö uurimisküsimus on sõnastatud järgmiselt:

- Milliseks kujuneb Eesti elukindlustusturu solventsuskapitalinõue standardvalemi ja sisemudeli rakendamisel?

Töö eesmärgiks on leida Eestis tegutsevate elukindlustuspakkujate solventsuskapitalinõue kasutades selleks eelpool mainitud standardvalemit ning sisemudelit.

Töö eesmärgi saavutamiseks läbitakse järgnevad etapid:

- kirjeldada pikaajalise riski ning selgitada sellega arvestamise eripärasid
- selgitada Solventsus II-st tulenevaid nõudeid, eelduseid ning meetodeid
- luua hüpoteetiline kindlustusportfell, mille loomisel lähtutakse varasemast statistikast Eesti elukindlustusturul ning hinnatakse selle muutuseid tulevikus
- prognoositakse Eesti meeste ja naiste suremusmäärad aastatel 2016 – 2091 ning korrigeeritakse neid selliselt, et need peegeldaks kindlustusportfelli struktuuri
- arvutada Eesti elukindlustusturu pikaajalise riski solventsuskapitalinõue kasutades selleks nii standardvalemit kui ka sisemudelit

Andmed kogutakse töös mitmetest erinevatest andmebaasidest. Selleks kasutatakse nii Eesti kui ka välismaa allikaid. Demograafilisi andmeid kogutakse Eesti (Statistikaamet) ja välismaa (Human Mortality Database) andmebaasidest, kuid kindlustusettevõtteid puudutavad andmed saadakse Finantsinspektsiooni andmebaasist.

Kindlustusportfelli loomisel lähtuti autori hinnangutest, kuid suures osas tugineti ka statistikale. Meeste ja naiste osakaalu määramiseks arvestatakse näiteks Swedbanki statistikat ning Eesti rahvastiku soolist jagunemist. Meeste ja naiste suremusmäärade prognoosimiseks kasutatakse Lee-Carteri mudelit, mis on saanud aja jooksul üheks enim kasutatavaks lähenemiseks demograafiliste protsesside hindamisel. Modelleerimisel on abiks California Berkeley ülikooli poolt loodud Lee-Carter Fitter, mis võimaldab suremusmäärasid prognoosida lihtsamalt võttes arvesse kasutaja eelseadistatud andmeid. Solventsuskapitalinõude arvutamiseks kasutatakse nii Solventsus II-s sätestatud standardvalemit kui ka direktiiviga kooskõlas olevat sisemudelit, mida on rakendanud ka varasemalt näiteks Börger (2010).

Ülesehituselt jaguneb käesolev uurimistöö kolmeks peatükiks. Esimene peatükk jaguneb kaheks alapeatükiks. Esimeses peatükis kirjeldatakse pikaajalise riski ning selle allikaid. Esimeses alapeatükis antakse ülevaade pikaajalise riski eripäradest ning teises alapeatükis ning selle punktides kirjeldatakse Solventsus II-e ülesehitust ning tingimusi.

Teine peatükk kirjeldab töös kasutatud metoodikat. See jaguneb viieks alapeatükiks, kus esimene jaguneb omakorda üheks punktiks. Esimeses alapeatükis ning punktis

kirjeldatakse Lee-Carteri mudeli kasutamist ning modelleerimist. Teine ja kolmas alapeatükk kirjeldavad solventsuskapitalinõude arvutamiseks vajalikke valemeid ning nende tuletisi standardvalemi ja sisemudeli jaoks. Neljas alapeatükk selgitab rahavoogude diskonteerimiseks õiglase diskontomäära leidmist. Viienda alapeatüki punktid annavad ülevaate töös kasutatud andmete ja hinnangute osas

Kolmas peatükk keskendub uurimuse kirjeldamisele ning jaguneb viieks alapeatükiks. Esimene alapeatükk toob välja saadud tulemused Lee-Carteri mudelist. Teine kuni neljas alapeatükk toovad välja eri meetoditega arvutatud ssolventsuskapitalinõuete tulemused. Viies alapeatükk toob välja tulemused eelnevatest peatükkidest ning loob neist terviku.

1. PIKAEALISUSE RISK

Teadmatus elada jäänud aastate ja suremuse osas toovad esile riski, et inimesed elavad kauem kui neile jätkuks rahalisi ressursse, mistõttu peavad nad vanemas eas langetama oma elustandardeid. Pensionifondid ja eluaegsete annuiteetide pakkujad peavad aga seisma silmitsi riskiga, et nende tulevaste väljamaksete nüüdisväärtus osutub kõrgemaks kui oodatud, kuna nad peavad tegema perioodilisi makseid mille kestvus on määramatu. Seega mõjutab üksikisikuid kauem elamise risk juhul, kui selle vastu pole end kindlustatud ning pensionifonde ja kindlustajaid mõjutab pikaeealisuse risk (Antolin 2007, 3). Ühelt poolt väga tervitatav nähtus nagu suremusmäärade langemine survestab teiselt poolt üha enam valitsusi, pensionifonde, elukindlustuspakkujaid kui ka üksikisikuid. Kõikides riikides sõltub majanduse suund pikaeealiste hulgast. Suur vanade inimeste hulk tähendab paljusid inimesi, kes soovivad elada teatud asukohtades, otsides teatud tüüpi elukvartaleid ja tarbides teatud tüüpi teenuseid. Nõudmise demograafiast sõltuvad nii edukate ettevõtete tüübid, ehitatavad hooned kui ka vajatav teadus- ja arendustöö (Shiller 2005).

Pikaeealisuse risk tekib kindlustajal selliste kindlustuslepingutega kus kindlustusvõtjale garanteeritakse regulaarsed maksed kuni tema surmani ehk peamiselt puudutab see annuiteete. Suremusmäär mõjutab kindlustustehnilisi eraldisi selliselt, et need hakkavad suremusmäära vähenedes kasvama (CEIOPS 2009a, 10)

Pikaeealisuse trendi märkimisväärsest muutusest tulenev risk on üks põhiriske kindlustajatele ja pensionifondide pakkujatele. Arenenud riikide pensionifondide tootluse langus ning avalike pensionisüsteemide ebakindlus toob kaasa pikaeealisuse fenomeni olulisuse kasvu tulevikus (Coppola, D'Amato 2012, 310). Tuginedes väga pikaajalisele trendile, mis kujuneb välja läbi suremusmäära on antud risk mõnevõrra erinev paljudest teistest riskidest millega kindlustusandja arvestama peab. Samas on sageli vajalik selle mõju hinnata lühikesel perioodil nagu aasta (Richards, Currie, Ritchie 2012, 1).

Kindlustusettevõtetele avalduvat pikaeealisuse riski tugevdab veelgi ka langev intressimäär. Madalad intressimäärad toovad kaasa madalamad diskontomäärad, mis

tähendavad seda, et kohustiste nüüdisväärtus on suurem. Seega loob intressimäära vähenemine olukorra kus pikaajalise riski mõju tegevatele väljamaksetele kasvab.

Kui pikaajalise risk puudub, ehk teatakse kindlalt, et tulevikus võidakse surra ükskõik millises eas, võivad pensionifondid ja kindlustajad pakkuda eluaegseid rendiseid investeerides nende vara erineva kustutusajaga võlakirjadesse mille kaudu suudetakse igal aastal maksta välja vajalik summa. Ometigi võivad inimesed elada eeldatust kauem ning seega ei ole see võimalik. Näiteks inimene kellele alustatakse väljamakseid 60-aastaselt võivad väljamaksed kujuneda poole suuremaks olenevalt, kas antud inimene elab 80- või 90-aastaseks. (Shiller 2005)

Võttes vastu otsuseid kapitali paigutamise osas arvestades samal ajal inimeste pikeneva elueaga, mis hiljem osutub tegelikult ülehinnatuks on tulemuseks raisatud ressursid. Samas kui sellega ei arvesta võivad oodatust suuremad väljamaksed kujutada ohtu ettevõtte maksevõimele (Ibid.). OECD (2007) koostatud töös leiti, et mida noorem on portfelli vanuseline koosseis, seda rohkem on antud portfelli avatud pikaajalise riskile (Antolin 2007, 4). Seega mida pikem on prognoositav periood, seda rohkem on ebakindlust tulevase oodatava eluea osas. Selliselt suureneb võimalus ebaefektiivsele ressursi kasutusele ja maksevõime langusele.

1.1. Pikaajalise riski eripärad

Läbi ajaloo esinenud suremusmäära paranemine ehk teisisõnu suremustõenäosuse vähenemine pole olnud ühtlane ning ette aimatav. Suremustõenäosuse vähenemine on esinenud pikaajaliste lainetena ilma suuremate muutusteta ning üsna juhuslike aastasiseste kõikumistena (Silverman, Simpson 2011, 7). Seetõttu on väga raske hoomata suremuse tulevast trendi ning seda eriti pensionieas kui suremuskõver nihkub üha rohkem üles ehk ellujääjate arv kasvab ja esinevad juhuslikud kõikumised (Coppola, D'Amato 2012, 311).

Pikaajalise riski süstemaatilisusest ja demograafiast tulenevad eripärad võivad laialdaselt mõjutada kogu kindlustusettevõtte riskiprofiili ning seda just tulevaste väljamaksete alahindamise tõttu. Seetõttu on oluline rõhutada pikaajalise riski mõju tulevaste kohustuste hindamisel koos teiste erinevate riskiallikatega nagu näiteks intressimäärad (Coppola, Di Lorenzo, Orlando, Sibillo 2011, 253).

Suremuse trendiga seotud riskid ilmnevad erineval moel. Esiteks eksisteerib juhuslik komponent ehk üks inimene võib elada kauem kui keskmine oodatav eluiga. Sellisel juhul vastab see oodatava suremusmäära võimalikele kõrvalekalletele. See on seotud ühe isikuga ning muutub ebaoluliseks suurte kindlustusportfellide puhul. Seda saab vaadelda kui mikrotaseme pikaealisuse riski.

Lisaks sellele eksisteerib ka süstemaatiline risk ehk rahvastiku keskmise eluea erinevus oodatavatest väärtustest ning see langeb kokku pikaealisuse trendi riskiga (Coppola, D'Amato 2012, 311). Seda saab kirjeldada kui makrotaseme pikaealisuse riski ning see mõjutab kõiki lepinguid samas suunas olles seejuures sõltumatu sõlmitud lepingute arvust (Coppola et al. 2011, 256). Seega on mikrotaseme pikaealisuse risk hajutatav, kuid makrotaseme risk pigem mitte. On tõenäoline, et pikaealisuse võlakirjade turg muutub lähiaastatel kindlustusturult saadava informatsiooni põhjal efektiivsemaks, kuid praegusel hetkel piiravad seda limiteeritud vanuste ulatus ning lepingute pikkus. Lisades sellele veel vähene likviidsus muudab see pikaealisuse võlakirjade turu võimetuks veenval viisil makrotaseme pikaealisuse riski vastu kindlustamisel (Coppola et al. 2011, 256).

Vaatamata sellele, et sageli on tarvilik leida ühene kapitalikogus või osakaal kohustustest mida hoida pikaealisuse riski tagatisena on sellegipoolest mõistlik eristada erinevaid riski komponente, mis pikaealisuse riski peituda võivad. Selleks on toodud välja tabel milles on hinnatud erinevaid pikaealisuse riski komponente nende riski hajutamise võimaluste järgi. Antud tabel ei ole informatsiooni ja erinevate komponentide osas kindlasti täielik, kuid annab ülevaate vajalikest osadest.

Tabel 1. Pikaealisuse riski komponendid.

Komponent	Hajutatav?	Selgitus
Mudelirisk	Ei	On võimatu teada kas valitud mudeli prognoos on korrektne. Vale mudeli valiku riski vastu peab hoidma kapitali.
Alusrisk	Ei	Mudeleid peab sageli kalibreerima rahvastiku või valdkonna põhisel mitte portfelli põhisel. Kapitali peab hoidma selle vastu, et portfelli põhine suremustrend erineb kalibreerimiseks kasutatud rahvastiku omast.
Trendirisk	Ei	Isegi kui valitud mudel on korrektne ja alusrisk puudub, võib ebasoodne trend mõjuda selliselt, et mudel osutub ebatäpseks.

Volatiilsus	Jah/ei	Üheaastase perioodi jooksul peab arvestama kapitaliga, mis kataks ebatavaliselt madala suremusmäära, mis võib olla tingitud pehmest talvest või tavalisest väiksemast nakkushaiguste levikust. See risk ei pruugi olla hajutatav kuna lühikese perioodi madalam suremus võib olla aluseks ebasoodsale trendile.
Idiosünkraatiline risk	Jah/ei	Lühikesel perioodil peab hoidma kapitali madala suremuse vastu, mis on tingitud indiviidide suremuse juhuslikest variatsioonidest. Sarnaselt volatiilsusele võib see olla aluseks teistsugustele ootustele pikaajalise trendi osas.
Hindamisrisk	Jah	Ebakindlus esineb portfelli tegelikus suremusmääras, kuna neid saab prognoosida vaid teatud usaldusnivooni mis on seotud kasutatud andmestiku suuruse ja mitmekesisusega.

Allikas: (Richards, Currie, Ritchie, 2012)

Käesolevas töös keskendutakse peamiselt just trendiriskile, sest see selgitab pikaajalise riski kõige paremini ning seda ei ole võimalik hajutada. Vaatamata sellele on kindlateks komponentideks ka volatiilsus ja idiosünkraatiline risk, mis küll peaksid suuremate kliendiportfellide korral kaduma, kuid eksisteerivad siiski näiteks suremusmäärade prognoosimisel.

1.2. Solventsus II

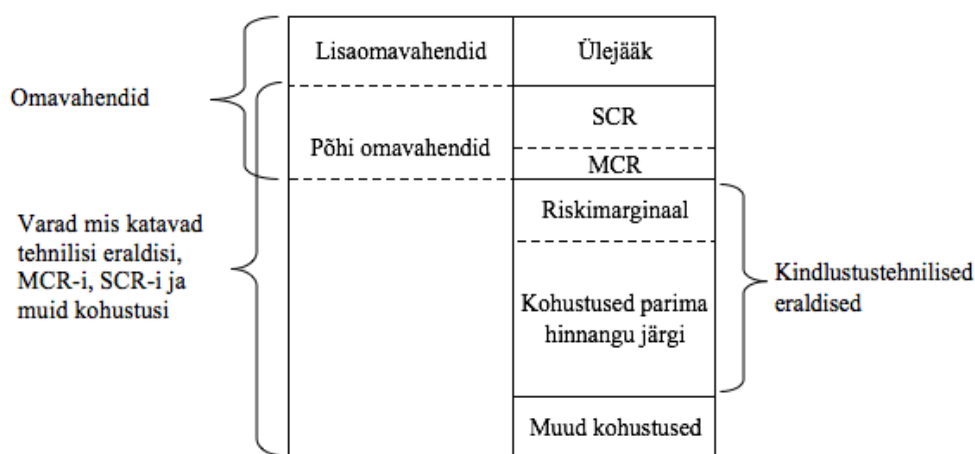
Solventsus II on kindlustussektorile suunatud Euroopaüleste järelvalveliste nõuete raamistik, mille eesmärk on kaitsta kindlustusvõtjate huve. Sellega kehtestati lisaks riskipõhisele solventsuskapitalinõudele uued nõuded ka kindlustusandjate juhtimissüsteemidele ja riskipõhisele järelevalvele. Eestis rakendati Solventsus II reguleeriv direktiiv läbi Kindlustustegevuse seaduse (Finantsinspeksioon).

Solventsus II põhineb kolmel harmoniseeritud sambal:

- Riskipõhine kapitalinõue (sh varade ja kohustuste hindamine ühtsetel põhimõtetel);
- Adekvaatne juhtimissüsteem (sh riskide juhtimine ja enda riskidest lähtuvalt kapitalinõude leidmine);
- Avalikustamine ja aruandlus.

Käesolevas töös keskendutakse Solventsus II esimesele sambale. Esimene samm hõlmab kahte taset mille põhjal kapitali mõõdetakse: miinimumkapitalinõue (MCR) ning

solventsuskapitalinõue (SCR). SCR on loodud arvestama tururiski, krediidiriski, kindlustus- ja elukindlustus riski ning operatsiooniriskiga. Miinimumkapitalinõue on oma sisult ettevõtte kapitali viimane tase kuhu see võib langeda ning mille suhtes rakendatakse koheselt reguleerivaid meetmeid (Silverman, Simpson, 2011, 3). Järgnev joonis illustreerib Solventsus II-e esimesest sambast tulenevaid kapitalinõudeid lähtudes bilansiskeemist. Joonis pole oma proportsioonidelt kindlasti täiuslik, kuid tööd puudutavate SCR-i, MCR-i ja riskimarginaali osas peaks andma ligikaudse ettekujutuse.



Joonis 1. Solventsus II esimene samm.
Allikas: (Solvency II, 2016)

1.2.1. Solventsuskapitalinõue

Olukorras kus miinimumkapitalinõue on täidetud kasutatakse solventsuskapitalinõuet, et teha kindlaks kas ettevõttel on piisavalt kapitali millega katta ootamatult kõrgeid kulusid, mis võivad tuleneda sagenenud väljamaksetest ehk makstud nõuetest. Solventsuskapitalinõue paikneb usaldusnivool 99,5% ehk lihtsustatuna on eesmärk tagada piisava kapitali olemasolu selliselt, et seda ei juhtuks rohkem kui üks kord 200 juhtumi kohta (Silverman, Simpson, 2011, 3). “Üks kahesajast” sündmus üheaastasel perioodil on standard kindlustuses mida kasutatakse ka Euroopa Liidus kehtival Solventsus II kapitalinõuete arvutamisel. See põhineb nõudel, et kindlustajad peavad oma olemasoleva kapitaliga olema võimelised toime tulema 99,5% sündmustega, mis järgneval aastal võivad esineda (Richards, 2017). Lähtudes Solventsus II esimesest kahest sambast saab solventsuskapitalinõuet võtta kui majanduslikku kapitali mida kindlustaja peab hoidma selleks, et laostumist ei esineks rohkem kui korra

kaheksa aasta jooksul. Majanduslikku kapitali peaks arvutama tuginedes portfelli riskiprofiilile võttes arvesse nii riskide alandamise kui ka hajutamise võimalusi. Seda lähenemist praktiseerides on võimalik kindlustusettevõtetal tulla toime ootamatult suurte väljamaksetega, mis loob kindlustunde kindlustusvõtjatele, et maksed nende kasuks toimuvad hetkel millal neil nendeks õigus on (The Solvency Capital Requirement).

Solventsus II poolt mõjutatud ettevõtted võivad oma solventsuskapitalinõuded arvutada kasutades standardvalemit (20) või järelevalveameti poolt heaks kiidetud osalist või täielikku sisemudelit (68) (EÜT L 335, 17.12.2009). Vältimaks liigset keerukust võib ametkondade poolt välja töötatud standardvalem tuua kaasa üsna suuri erinevusi võrreldes sisemudeliga. Kahe valemi erisused võivad viia olukorrani, kus standardvalem toob kaasa kõrgema solventsuskapitalinõude kui sisemudel (Silverman, Simpson 2011, 3). Seetõttu julgustatakse kindlustusettevõtteid kasutusele võtma stohhastilisi sisemudeleid nende võime tõttu saavutada täpsem hinnang kindlustusriskidele võrreldes standardvalemiga. Sellised mudelid on aga kulukad ja keerulised, mis tõttu võivad väikese ja keskmise suurusega ettevõtted eelistada pigem standardmudelit. Tõenäoline on, et ka suuremad ettevõtted kasutavad siiski Solventsus II-st tuleneva standardvalemi osasid oma täieliku või osalise sisemudeli jaoks (Coppola, D'Amato 2012, 310).

Standardvalem on loodud selliselt, et see võtaks arvesse kõiki materiaalselt mõõdetavaid riske, millega enamus portfelle kokku puutuvad. Standardvalem aga ei pruugi katta kõiki materiaalseid riske pidades silmas täpseid lepinguid kindlustusvõtjatega (The Solvency Capital Requirement). Seega on detailselt kirjeldatud ka pikaealisuse riskiga seotud eripärasid kapitalinõuete arvutamiseks. Standardvalemi pikaealisuse riski alammodulis on kogu kapitalinõuet selgitatud kui parima hinnangu järgi arvestatud kohustiste, solventsuskapitalinõude ning riskimarginaali summat. Sellega kaetakse kahju või ebasoodsad muutused, mis on tingitud suremusmäära või trendi muutustest ja volatiilsusest kuna need sündmused võivad endaga kaasa tuua kohustuste suurenemise (Coppola, D'amato 2012, 312). Riskimarginaal on osa kindlustustehnilistest eraldistest ning seega nõuab Solventsus II, et parima hinnangu järgi leitud kohustised oleksid võrdsed solventsuskapitalinõude ning riskimarginaaliga (Silverman, Simpson 2011, 3). Solventsust ehk varade ulatust üle kohustuste saab hinnata kas juba olemasolevate kohustuste või tulevaste kohustuste põhjal (Coppola, Di Lorenzo 2011, 254).

Lähtudes varasemasest kirjandusest ja CEIOPSi (2009b) tööst saab pikaealisuse riski

hinnata lihtsustatult arvestades pidevalt kahanevat suremusmäära, realistlikumalt arvestades suremusmäära paranemisfaktoritega või kombinatsioon neist kahest meetodist. Seega sõltub kapitalivajadus pikaajalise riski katmiseks suremusmäära parameetritest. CEIOPS leidis, et standardvalemi jaoks on ühesugune suremusmäära langus sobilikum kuna seda on lihtsam rakendada. Lisaks sellele koosnevad pikaajalise riskist mõjutatud portfellid ülekaalukalt vanematest vanusegruppidest ja puuduvad usaldusväärased andmed, et arvestada muutuva suremusmäära langusega täpsemalt. Seega on nende sõnul vähemalt standardvalemit silmas pidades mõistlik kasutada ühesugust suremusmäära. (CEIOPS 2009, 11)

Samas on ajalooliste suremusmäärade paranemine ehk teisisõnu on suremustõenäosuse vähenemine toimunud ebaühtlaselt ning etteaimamatult. See on esinenud pikaajaliste lainetena tuues kaasa väikseid hälbeid ning üsna juhuslike aastasiseste kõikumistena. Seega põhinedes ajaloolisel informatsioonil ilmnevad ebakorrapärased ning mitte järjepidevad muutused suremuses, mis võivad muuta Solventsus II-s rakendatava aastase 20 protsendilise suremuse vähenemise kasutamise ebatäpseks (Silverman, Simpson 2011, 3). Lisaks on tagasiside Quantitative Impact Study 5 (QIS5) osas toonud välja selle, et paljude elukindlustajate arvates on antud suremusmäära vähenemine liiga kõrge ning et see ei arvesta kliendiportfelli vanuselise koosseisuga (Wu 2015, 36). On selge, et teatud vanustes pole iga-aastane suremuse vähenemine 20% võrra realistlik. Ometigi pidades silmas just pikaajalisust ehk olukorda kus kõrges eas inimesed elavad oodatust kauem võib antud määr olla sobilik.

1.2.2. Miinimumkapitalinõue ja riskimarginaal

Lisaks solventsuskapitalinõudele peab iga kindlustaja arvutama ka miinimumkapitalinõude (Solvency II 2012, 3). Miinimumkapitalinõude alampiir on 25% ning ülempiir 45% solventsuskapitalinõudest. Elukindlustus ettevõtetele on seatud minimaalne alampiir ka rahalise väärtusena milleks on 3,7 miljonit eurot (Solvency II 2016, 12).

Miinimumkapitalinõuet tuleb vastavalt CEIOPS-ile (2009) arvutada vastavalt:

$$MCR = \max\{MCR_{kombineeritud}; AMCR\} \quad (1)$$

kus

$MCR_{\text{kombineeritud}}$ on arvatud lineaarse valemi järgi millele on rakendatud nii alampiiri (25%) kui ka ülempiiri (45%) SCR-i suhtes ning AMCR on absoluutne miinimumkapitalinõue.

Kuna käesolevas töös keskendutakse vaid elukindlustusega seotud, täpsemalt pikaajalise riski poolt mõjutatavatele kindlustustoodetele ei ole vajalik kasutada lineaarset valemit kombineeritud miinimumkapitalinõude arvutamiseks. Seega on mõistlik arvestada MCR-iga mis osutub suuremaks väärtuseks võrreldes absoluutset või alampiiriga arvatud nõuet.

Solventsus II puhul peab mittemaandavate riskide puhul riskimarginaali arvutamisel olema fikseeritud kapitalikulu määr, mis vastab riskivaba intressimäära ületavale marginaalile, mida BBB-reitinguga kindlustusandja peaks tasuma sobivate omavahendite hankimisel. Sellisel juhul on kapitalikulu määr 6% (CEIOPS 2010, 58). Sama määr kehtestati ka dokumendi eelmise versiooni QIS4-ga ning see sai kindlustusandjatelt palju vastukaja, kus väideti, et see on liialt kõrge (Stevens, Waegenaere, Melenberg 2010, 18). Vaatamata sellele jäi 6 protsendiline määr kehtima. See on aastane määr mis rakendub kapitalinõutele igal perioodil. Kuna varad, mis katavad neid kapitalinõudeid on eeldatavalt investeeritud turustatavatele ja likviidsetele väärtpaperitele, siis ei näita see määr kogutootlust vaid ülejääki riskivabast intressimäärast (CEIOPS 2010, 58).

Riskimarginaal on loodud kasvatama kindlustustehnilist eraldist sellise väärtuseni mida läheks tarvis, et kindlustada parima hinnangu järgi arvestatud kohustised teise kindlustusandja juures. Seega väljendab see teoreetilist kompensatsiooni riski eest, et tulemused tulevikus on kehvemad kui ootused parima hinnangu järgi ja kulu nõutava kapitali hoidmisest (Solvency II 2016, 6). Selle põhimõtte seisneb selles, et reservis hoitavate varade tootlus on tavalisest madalam kui seda on vabalt investeeritavatel varadel (Stevens et al., 2010, 6). Seetõttu nõuab sellise kohustuse hoidja riski võtmise eest tasu, mis kompenseerib vabalt investeeritava vara vähenemise. Riskimarginaal peaks tagama piisava tehnilise eraldise olemasolu kõikidel võimalikel stsenaariumitel, seega peab ka kapitalikulu määr olema pikaajaline keskmine, milles on arvestatud nii stabiilseid kui ka pingelisi perioode (CEIOPS 2010, 58).

2. METOODIKA

Tulenevalt pikaajalise riski ilmnemisest pikal perioodil on antud riskiga arvestamine küllaltki keerukas. Seetõttu on ka arusaadav, et Solventsus II-s sõnastatud pikaajalise riski osas on kujunenud mitmeid erinevaid lähenemisi. Seega puudub ühtne arusaam sellest, kui palju peaks kindlustaja hoidma kapitali pikaajalise riski vastu. Olenemata erimeelsustest solventsuskapitalinõude arvutamisel ollakse ühel meelel selles, et demograafilist aspekti SCR-i arvutamisel võiks käsitleda elutabelite põhjal. Need pakuvad pakuvad informatsiooni varasema suremuse kohta ning aitavad prognoosida seda tulevikus.

Elutabel annab ülevaate suremusest, ellujääjate arvust ning elada jäänud aastatest. Elutabelid genereeritakse vanusespetsiifilistest suremuse üldkordajast, mis näitab surma-juhtude arvu aastas tuhande aastakeskmise elaniku kohta. Suremusmäär ehk suremustõenäosus on mingis vanuses inimese tõenäosus surra enne järgmise eluaasta täitumist. Suremustõenäosus tuleb suhtarvust mille nimetaja on inimeste arv kes jõuavad vanusesse n vastaval aastal ning lugeja on arv inimesi kes surevad antud vanuse n ja $n+1$ vahel. Aastane suremustõenäosus erineb suremuse üldkordajast kuna viimane põhineb inimeste proportsioonile teatud vanuses kes surevad vaadeldaval aastal, kuid suremustõenäosus põhineb nende inimeste arvule kes surevad antud vanuses (Antolin 2007, 4).

Seega loob elutabel seose suremuse ja elada jäänud aastate vahel. Elutabeli tulemuseks on keskmine elada jäänud aastate arv mingis vanuses.

2.1. Lee-Carteri mudel

Suremusega seotud protsesside stohhastiline olemus õigustab vajadust meetodi järele mis kasutab stohhastilist mudelit, et modelleerida, prognoosida ja kirjeldada muutuseid neis protsessides. Pidades silmas solventsuskapitalinõuet pikaajalise riski jaoks jõudis Börger (2010) järeldusele, et selle arvutamiseks läbi riskiväärtuse on vajalik suremust modelleerida

läbi stohhastilise mudeli. Sarnase hinnangu andis ka Plat (2011). Sellise mudeli kasutamine on annab aluse võrdlemisi täpse prognoosi saavutamiseks. Erinevaid suremusega seotud stohhastilisi mudeleid on mitmeid, kuid üks levinumaid nendest on Lee-Carteri mudel, mida kasutavad ka paljud aktuaarid. Aastal 1992 löid Lee ja Carter mudeli milles nad rakendasid juhusliku hälbe teooriat, et modelleerida ja prognoosida vanusepõhist suremusmäära (Rossa 2011, 32).

Lee-Carteri loodud mudel (1992) näeb välja järgmine:

$$\ln[m(x, t)] = a_x + b_x \cdot k_t + \varepsilon_{x,t} \text{ või } m(x, t) = e^{a_x + k_t \cdot b_x + \varepsilon_{x,t}} \quad (2)$$

kus

$m(x, t)$	–	tähistab keskmist suremusmäära vanuses x aastal t
a_x ja b_x	–	vanusepõhised parameetrid
k_t	–	ajas muutuv indeks
$\varepsilon_{x,t}$	–	veakomponent

Parameeter a_x kirjeldab suremustõenäosuse keskmist mustrit ajas ning b_x kirjeldab kõrvalekaldeid sellest mustrist kui k_t varieerub ehk sisuliselt näitab see millised suremusmäärad vähenevad kiiremini või aeglasemalt kui k_t väärtus muutub. Parameeter k_t näitab ajafaktori mõju suremustõenäosusele (Rossa 2011, 33). $\varepsilon_{x,t}$ näitab mudeli veakomponenti mille keskmine väärtus on null (Lee, Carter 1992, 610).

Eeldades, et mudeli parameetrid a_x ja b_x on ajas konstantsed, mis tähendab, et olles juba korra tuletatud, saab neid kasutada ka järgnevatel ajaperioodidel. Konstantsete parameetritega saab prognoosida suremustõenäosust kui modelleerida parameetrit k_t kui aegrida. Parameetri k_t väärtuste ning hinnanguliste a_x ja b_x väärtuste abil saab mudeli põhjal prognoosida pikaajalist suremust ja veelgi täpsemalt suremustõenäosuste naturaallogaritmide (Rossa 2011, 34).

Lee ja Carteri poolt läbi viidud katsed mudeliga näitavad, et see töötab hästi ning tulemused nende perioodide kohta mille suremustõenäosused on teada ei erine väga palju tegelikkudest tulemustest. Ka baasperioodi pikkus omab vaid väikest mõju prognoosi tulemustes. Seetõttu on ka arusaadav mudeli populaarsus – tegu on üsna lihtsa mudeliga, mille prognoosivõime on võrdlemisi täpne. Samas eeldab antud mudel nagu ka kõik teised puhtalt varasematele sündmustele toetuvad mudelid, mis midagi prognoosivad, et tulevik on väga sarnane minevikule (Lee, Carter 1992, 668). Alati on võimalik kasutada ka muud välist

informatsiooni, mis võiks anda veelgi täpsema prognoosi, kuid sellega kaasneb risk subjektiivseteks hinnanguteks ning sellisel juhul kaotab mudel oma esialgse mõtte. Lee-Carteri mudeli suurimaks puuduseks loetakse võimetust arvestada järskude ja suurte muutustega tuleviku suremusmäärades. Seda võib juhtuda näiteks meditsiini või tehnoloogia arengu (halvenemise) tõttu nagu vähiravi või saasteprobleemi lahendamine (epideemiad, saastumine) (Wu 2015, 15).

2.1.1. Modelleerimine programmiga Lee-Carter Fitter

Käesolevas töös on kasutatud California Ülikool Berkeley-s ja W. Webb Sprague (2006) poolt valmistatud programmi LCFIT (Lee-Carter Fitter). See on veebipõhine programm, mis on kättesaadav tasuta, kuid nõuab registreerimist. Antud programm koostati CEDA (The Berkeley Center on the Economics and Demography of Aging) egiidi all ning koostöös Lee-Carteri mudeli kaasautori Ronald Leega.

Suremusmäärad saadi Human Mortality Database-ist (HMD), mis on samuti Berkeley California Ülikooli poolt loodud. HMD sisaldab endas 38 riigi demograafiaga seotud näitajaid ja sealhulgas ka Eesti andmeid. Põhjus miks käesolevas töös kasutati HMD andmeid võrreldes näiteks Statistikaameti andmetega peitus selles, et Statistikaameti andmed ei ole loodud LCFIT-is kasutamiseks. Samas selgus katsetuste järel, et lähtudes Eesti rahvastiku vanuselisest koosseisust ning meeste ja naiste suremusmäärast on võimalik arvutada välja ligikaudselt samad suremustõenäosused vaadeldud vanusegruppidele. Kuna HMD-s oli andmeid vaid 2013. aastani, siis arvutatigi viimase kahe aasta (2014 ja 2015) suremustõenäosused Statistikaameti andmete põhjal. Lisaks sellele puudusid Statistikaametil ka andmed modelleerimiseks vajalike vanusegruppide kohta peale vanust 100.

Saadud suremustõenäosused grupeeriti nii vanuse kui ka soo järgi. Prognoosimiseks kasutati vanusegruppe, millest esimene oli 0 aastat ja viimane 110+ ehk avatud vanusegrupp. Ülejäänud vanusegrupid jagunesid järgnevalt: 1–4, 5–9, ..., 105–109. Sugude järgi grupeeritud andmed jagunesid meesteks, naisteks ja kombineerituks. Kombineeritud suremustõenäosuste arvutamiseks aastatel 2014 – 2015 kasutati Statistikaameti andmeid ka soolise rahvastiku koosseisu järgi.

Seejärel kasutati LCFIT programmi, et genereerida prognoosid tulevasteks aastateks. Prognoositava perioodi pikkus oli 75 aastat ehk 2016 – 2091. Programmi tuli sisestada nii meeste, naiste kui ka kombineeritud suremustõenäosused. Andmed tuli viia maatriksi kujule

mille read olid baasaastad (2000 – 2015) ning tulbad vanusegruppide suremustõenäosused. Järgnevalt tuli märkida ära algandmete algusaasta ning valida korduste arv ehk stohhastiliste arvutuste arv. Selles töös valiti korduste arvaks 1000. See peaks olema piisav, et kujuneks üsna täpne prognoos kuna parameetrist k_t sõltuvaid aastapõhiseid suremustõenäosuseid on arvatud rohkem. Järgnevalt tuli valida usaldusnivoo milleks sai Solventsus II-st lähtudes 99,5%. Lisaks sai valida vanuse millest alates hakatakse andmeid siluma. See on vajalik kuna kõrgetes vanustes on andmevalimid väga väikesed ning iga väiksemgi juhuslik muutus võib avaldada mõju kogu prognoosile. Antud töös sai selleks vanuseks valitud 85 eluaastat.

Kuna Eestis on viimasel paaril aastal esinenud osades vanuserühmades ka suremustõenäosuse kasvu, siis tuli sundida parameetri b_x väärtus mittenegatiivseks. Sellisel juhul välistatakse võimalus, et mingites vanusegruppides võib suremustõenäosus kasvama hakata. Eeldatakse, et need kasvavad suremustõenäosused on mööduv trend ning neid ei tohiks arvestada suremuse prognoosimisel kuna demograafilised muutused on peaaegu alati suunatud madalama suremusmäära poole (Sprague, 2009).

Algne plaan oli prognoosida 10 aasta pikkust perioodi, kuid see ei olnud töö läbiviimiseks piisav. Seejärel otsustati luua projektsioon järgnevaks 75ks aastaks ehk aastani 2091.

Arvutuste lõppedes väljastab programm lisaks graafikutele ka faili, milles on välja toodud kõik tulemused. Kõige olulisem neist on käesoleva töö kontekstis $m(x,t)$ mis näitab suremusmäära. Lisaks sellele on välja arvatud ka oodatav eluiga sünnihetkel. Suremusmäära $m(x,t)$ tulemused on toodud välja nii meeste, naiste kui ka kombineeritud arvestuses ning andmed mida siin töös kasutatakse on nende mediaanid.

Kombineeritud andmeid antud töös koheselt kasutada siiski ei saa, sest nende väärtused on arvatud põhinedes meeste ja naiste suremustõenäosustele ning rahvastiku soolisele koosseisule. Kuna töös kasutatav kliendiportfell on natukene erinev arvatati välja kaalutud keskmine arvestades portfelli soolise koosseisu põhist kaalutud keskmist meeste ja naiste suremusmääradest.

2.2. Solventsuskapitalinõude standardvalem

Solventsus II-s kasutatav suremusmäära langus 20% kehtib ainult nendele kindlustuslepingutele milles suremusmäära langus tulevikus toob kaasa tehniliste eraldiste

kasvu. Juhul kui ühel isikul on mitu kindlustuslepingut võib riskide hindamisel kohelda neid lepinguid kui ühte (EIOPA 2012, 183). Kõik parameetrid ja eeldused Solventsus II-s on kalibreeritud selliselt, et need vastaksid põhiomavahendite riskiväärtusele, mis tulenevad kindlustuslepingutest ning mis vastavad usaldusnivoole 99,5%. Elukindlustuseks vajaliku kapitali arvutamisel lähtutakse stsenaariumitest ning need avaldavad hindamise hetkel kohest koormust kapitalinõuetele. Sellest tulenevalt on kapitalinõue põhiomavahendite langus, mis on tingitud selle koormuse rakendumisest. Need stsenaariumid ei võta arvesse muutuseid varades ja kohustustes mis ilmnevad 12 kuu jooksul pärast stsenaariumite rakendamist. Seega ei arvestata kapitalinõuete arvutamisel ka oodatavat kasumit või kahjumit nendest lepingutest mis on sõlmitud stsenaariumile järgneva 12 kuu jooksul.

Lähtudes Solventsus II-e standardvalemist peaks solventsuskapitalinõuet pikaealisuse riski katteks arvutama kui netovara muutust, mille tingis pikaealisuse risk $t=0$ ja $t=1$ vahel. Seega:

$$SCR_{pikaealisus} = (\Delta NAV | pikaealisuse risk) \quad (3)$$

kus

$SCR_{pikaealisus}$ – solventsuskapitalinõue pikaealisuse riskile avatud kohustustele
 ΔNAV – muutus netovarades mis on tingitud pikaealisuse riskist

CEIOPS (2010) defineeris netovara väärtuse kui vahe varade ja kohustiste vahel turuväärtuses. Ometigi on kohustiste turuväärtus keeruline määratleda ning seetõttu on seda antud juhul defineeritud kui tehnilist eraldist mis koosneb parima hinnangu järgi arvestatud kohustistest (BEL) ning riskimarginaalist (RM). Kohustised parima hinnanguna on nüüdisväärtused tulevastest rahavoogudest mida diskonteeritakse riskivaba intressimääraga (Solvency II 2016, 3).

CEIOPS täpsustas, et solventsuskapitalinõude arvutamiseks ei tohiks kohustused sisaldada riskimarginaali ning seega saab netovara arvutada kui vahet varade ja parima hinnangu järgi arvatud kohustuste vahel. Sellest tulenevalt võib eelnevat valemit lihtsustada sellisele kujule (Coppola, D'Amato 2012, 314):

$$SCR_{pikaealisus} = BEL_t^{šokk} - BEL_t \quad (4)$$

kus

BEL_t – tulevaste nõuete oodatav väärtus põhinedes parima hinnangu elutabelile
 $BEL_{t, \text{šokk}}$ – tulevaste nõuete oodatav väärtus põhinedes elutabelile, mille suremusmäär on 20% madalam kui parima hinnangu elutabelis

Lisaks sellele on EIOPA toonud välja lihtsustuse solventsuskapitalinõude arvutamiseks lähtudes pikaajalisuse riskist, mis sisaldab 20 protsendilist suremusmäära langust juba valemis.

$$SCR_{pikaajalisus} = 0,2 \cdot q \cdot n \cdot 1,1 \cdot (n - 1)/2 \cdot BEL_t \quad (5)$$

q – keskmine suremusmäär järgneval aastal võttes arvesse kindlustusvõtjate vanust
 n – väljamaksete modifitseeritud duratsioon

Valem (2) ja selle lihtsustused (3) ja (4) jätavad küll kõrvale idiosünkraatliku riski, kuid varasemad uuringud on leidnud, et antud risk kaob suurte kliendiportfellide korral kuna surmade arv langeb lõpuks kokku oodatud väärtusega (Wu 2015, 36).

Kui elukindlustustoodete kestvus oleks üks periood ning nõue tuleks tasuda aasta lõpus, siis saab eeldada, et kohustused aastal $t+1$ on võrdsed nulliga. Sellisel juhul on riskimarginaal kapitalikulumääraga 6% ülejääk riskivabast intressimäärast millega diskonteeriti solventsuskapitali rahavooge. Lähtudes alapeatükis 1.2. kirjeldatud tehniliste eraldiste osadest ja eeldusest, et $L_{t+1} = 0$ tuleneb järgmine valem (Stevens, 2010, 7-8):

$$\begin{aligned} L_t &= BEL_t + (6\% + r_t^{rf}) \cdot \left(\frac{\tilde{L}_t}{r_t^{rf}} \right) - L_t \\ &= \left(\frac{1}{1 + 6\% + r_t^{rf}} \right) \cdot BEL_t + \left(\frac{6\% + r_t^{rf}}{1 + 6\% + r_t^{rf}} \right) \cdot \left(\frac{\tilde{L}_t}{1 + r_t^{rf(1)}} \right) \end{aligned} \quad (6)$$

kus

r_t^{rf} - riskivaba intressimäär ajahetkel t
 \tilde{L}_t - oodatavad aastased rahavood ajahetkel t

Seega saame me solventsuskapitalinõude järgmisel kujul:

$$SCR_t = \left(\frac{1}{1 + 6\% + r_t^{rf}} \right) * \left(\frac{\tilde{L}_t}{1 + r_t^{rf(1)}} \right) - BEL \quad (7)$$

See annab korrektse lahenduse, mis võimaldab arvutada nii kohustuste väärtuse kui ka solventsuskapitalinõude. Ometigi on elukindlustuses selline olukord kus lepingu kestvus on üks aasta vähem esinev kui mitme perioodiline. Antud valemi mõte on leida riskimarginaal läbi kapitalikulu- ja riskivaba intressimäära kasutades neid kõikide praeguste ja tulevaste perioodide solventsuskapitalinõuete diskonteerimiseks. See on aga praegusel hetkel võimatu kuna SCR_0 on teadmata. Selle lahendamiseks koheldakse nõudeid kui ühe-aastase kestvusega ning varade väärtus selles perioodis on $\tilde{L}_t + L_{t+1}$. Eelduse sisu seisneb selles, et just kui saaks kindlustaja müüa selle kohustuse aasta lõpus hinnaga L_{t+1} . Seega muutub mitme perioodiline kohustus ühe perioodiliseks kuigi selle väärtus sisaldab ka järgmise aasta (8) väärtust. Lähtudes valemist (4), (6) ja (7) ning sellest, et varade väärtus ei mõjuta selles kontekstis tulemust saame leida solventsuskapitalinõude vastavalt (Stevens 2010, 7-8):

$$\widetilde{SCR}_t = \tilde{L}_t^{BE} + L_{t+1}^{BE} - (\tilde{L}_t^{\text{šokk}} - L_{t+1}^{\text{šokk}})$$

2.3. Solventsuskapitalinõude sisemudel

Tagamaks kapitali piisavust usaldusnivool 99,5% on tarvis kasutada sisemudelit. Kuigi Solventsus II rõhutab 99,5-protsentiili nõuet, ei arvesta sellega standardvalem. Seetõttu soovitatakse võimalusel kasutada sisemudelit, mis oleks kooskõlas Solventsus II-s seatud tingimustega. Käesolevas töös lähtutakse sisemudelist, mida on kasutatud korduvalt ka varasemas kirjanduses. Sama lähenemist on kasutanud näiteks Börger (2010) ning Silverman ja Simpson (2011).

Sisemudeli erisus seisneb selles, et nõuete arvutamiseks ei kasutata mitte 20% šokki vaid peatükis 2.1.1. modelleeritud suremusmäärasid. Kui parima hinnangu arvutamisel kasutatakse suremusmäärade mediaani, siis antud juhul rakendatakse kõik stohhastiliselt arvutatud suremusmäärad. Selliselt saadakse 1000 erinevat stsenaariumit suremusmäärade kohta ning nendest tulenevate ellujäämistõenäosuste 99,5% protsentiili põhjal arvutatakse rahavood järgmiselt (Börger 2010, 11):

$$SCR = \frac{BEL_1 - CF_1}{1 + i_1} - BEL_0 \quad (9)$$

kus

CF_1 – esimese aasta rahavoog mis järgneb suremusmäära muutusele

BEL_1 arvutatakse samamoodi nagu BEL_0 kuid see põhineb uutel ellujäämistõenäosustel. Uute ellujäämistõenäosustega rahavoogudest lahutatakse kohustused parima hinnangu järgi ajahetkel $t=0$. Selliselt vastabki solventsuskapitalinõue ühe-aastaselt perioodil riskiväärtusele 99,5% ehk kapitali peaks olema piisavalt, et tagada ootamatult suured väljamaksed 99,5 protsendilise tõenäosusega.

2.4. Diskontomäär

Tulevaste rahavoogude diskonteerimiseks kasutatakse Solventsus II alusel põhilist riskivaba intressimäära, mis valitakse vastavalt kindlustus- või edasikindlustaja finantsaruannetes kasutatavale väeringule (Komisjoni delegeeritud määrus 2015/35, 37). Kuna Eesti asub Euroopa Liidus ning ise võlakirju ei emiteeri, siis on alust eeldada, et kasutatav diskontomäär on võrdne Euroopa Keskpanga poolt tulukõveral esitatud intressimääraga. Seda tõendab ka Swedbank Life Insurance 2016. aasta majandusaruanne. Antud töös on kasutatud 2015. aasta 31. detsembri seisuga EIOPA (Euroopa Kindlustus- ja tööandjapensionide Järelevalve) esitatud riskivabasid intressimäärasid.

Enamus varasemat kirjandust kasutab rahavoogude diskonteerimisel likviidsuspreemiat. Likviidsuspreemiat saab kirjeldada kui diskontomäärale lisatavat osa kindlustuslepingutega kaasnevate maksete nüüdiseväärtuse arvutamiseks. Sellest tulenevalt väheneb kindlustusettevõtte kohustuste nüüdiseväärtus, mis tähendab ka väiksemaid kapitalinõudeid.

Sellist lähenemist kohustuste hindamisel õigustatakse sarnaste vähendamistega varade puhul mis katavad neid samu ees ootavaid kohustusi. Suur osa kindlustusettevõtete kohustustest on tagatud läbi investeringute vahelikviidsetesse varadesse nagu näiteks pikaajalised võlakirjad. Võlakirjade tootluse kasv peegeldab selle turuväärtuse langust ning seetõttu vähenevad ka ettevõtte varad. Selliselt on võimalik hoida ära ebatäpsusi varade ja kohustuste hindamisel (Solvency II 2016).

CEIOPS (2010, 50) on toodud välja, et kindlustaja peaks veenduma millised varad on õigustatud likviidsuspreemia kasutamisele, mis lisatakse riskivabale intressimäärale

rahavoogude diskonteerimisel. Sellisel juhul kasutatakse likviidsuspreemiat 100 protsendiliselt. Seda saab kindlustaja kasutada olukorras kus kõik kolm tingimust on täidetud:

1. pikaealisuse ja kuluriski poolt mõjutatud lepingute korral,
2. puudub igasugune risk kui klient loobub lepingust,
3. kindlustuspreemiad on juba tasutud ja täiendavaid rahavooge ei arvestata.

Samas märgitakse, et riskipreemia arvutamisel ei tohi likviidsuspreemiat rakendada, kuna seda puudutavad lepingud ei pruugi teenida likviidsuspreemia poolt eeldatavat tulu. Seega on antud töös rakendatud likviidsuspreemiat kõikide lepingute puhul kuna kõik lepingud täidavad eelmainitud tingimused. Likviidsuspreemiat rakendati kuni tähtajani 25 aastat CEIOPSi (2010, 17) likviidsuspreemia tööühma raporti järgi. Likviidsuspreemia suuruseks võeti 37 baaspunkti ehk 37/100 protsenti. Millimani juhtumiuuringus (2010) oli kasutatud likviidsuspreemiana 82 baaspunkti, kuid nii suurt lisa diskontomääradele ei kasutatud CEIOPS (2009b) ega CEIOPS (2010).

Kasutatud diskontomäärad nii likviidsuspreemiaga kui likviidsuspreemiata on toodud välja lisas 1.

2.5. Töös kasutatud andmed ja hinnangud

Töös vaadeldakse kogu Eesti elukindlustusturgu kui tervikut. Seega arvestatakse solventsuskapitalinõuet kõikide Eestis tegutsevate elukindlustusettevõtete kohta. Baasaastal 2015 tegutsesid Eestis kokku 4 elukindlustustoodete pakkujat kelle statistikat kogub Finantsinspeksioon, kust on saadud ka andmed makstud nõuete ja lepingute arvu kohta. Kasutatud on kahte elukindlustustoodet milleks on puhas üleelamiskindlustus ning annuiteet. Üleelamiskindlustus kujutab endast kindlat summat mis makstakse välja kui kindlustusvõtja elab kauem kui lepingus ettenähtud. Annuiteedi all mõistetakse elukindlustust, kus kindlustuslepingu sõlmimisel lepitakse kokku hüvitise perioodiline väljamaksmine (Kindlustustegevuse seadus, § 13, lg 2).

2.5.1. Hüpooteetilise kindlustusportfelli loomine

Käesolevas töös on tulevaste rahavoogude hindamiseks loodud hüpooteetiline portfelli. SCR-i arvutamiseks kasutaks kindlustusettevõtte oma senist kliendiportfelli ning mille

vanuselise ja soolise koosseisu kohta on neil olemas täpne informatsioon. Enamikel juhtudel aga puudub teadustöö tegijal nendele andmetele ligipääs ning seega on tarvilik vastavalt töö eesmärgile luua hüpoteetiline kindlustusportfell. Silverman ja Simpson (2011) kasutasid oma töös hüpoteetilise portfelli loomiseks ligikaudseid hinnanguid 50 tuhande lepingu kohta. Selles töös on loodud portfell lähtudes Eesti demograafilistest näitajatest 2015. aastal. Statistikaameti andmetel on meeste ja naiste osakaal rahvastikust vastavalt ligikaudu 46,8% ning 53,2%. Samas näitas Swedbank (2016) statistika 2015. aasta kohta, et elukindlustuslepingud sõlminud klientide hulgas on naisi ligikaudu 41%. Seega on arvestatud hüpoteetilise portfelli koosseis selliselt, et mehi on ligikaudu 53% ja naisi 47% ehk leitud on keskmine rahvastiku ja Swedbanki kliendiportfelli baasil. Kuigi suremusmäärade prognoosimiseks kasutati peatükis 2.1.1. mainitud vanuserühmasid, siis lähtudes nii Solventsus II-e eeldustest ja levinud praktikast kasutada portfelli keskmise vanusena 60 aastat, siis kasutati kindlustusportfelli loomisel vanuserühmasid 30-34 kuni 110+. Selliselt tuli portfelli kaalutud keskmiseks vanuseks 54,2 aastat. Seda õigustab ka Eesti suhteliselt noor kindlustusturg, mistõttu elukindlustusturu arengu algul (1990ndate lõpp) lepingud sõlminud inimesed oleksid praegusel hetkel ligikaudu 55-60 aastat vanad. Varasemad tööd (Silverman, Simpson 2011 ja Coppola, D'Amato 2012) kasutasid oma töödes kinniseid portfelle ehk uusi lepinguid neis enam ei sõlmitud. Sama lähenemist kasutati ka siin ning seega oli portfellis kokku 31 941 lepingut. Tabelis 2 on välja toodud lepingute arv ning jagunemine vanuselisel ja sooliselt. Nagu tabelist 2 näha võib, siis ei ole vanuserühmad 105-109 ja 110+ algandmetes esindatud. Seda seetõttu, et nende koosseis kogurahvastikust oli liiga väike ning lepingute arvu ümardamisel tekkisid teatud kaod. Mainitud vanuserühmad pole siiski üleliigsed kuna aja möödudes võib mõni isik ka nendesse vanuserühmadesse jõuda. Lihtsustamise eesmärgil on arvestatud, et iga inimene jõuab uude vanuserühma viie aasta möödumisel ehk 2016. aastal on kõik isikud vanuserühma esimesel aastal (näiteks: 30 ja 95) ning kõik 30-aastased ajahetkel $t=0$, kes jäävad elama jõuavad aastaks 2091 vanusesse 105.

Tabel 2. Hüpoteetilise kindlustusportfelli koosseis 2016. aasta alguses

Vanuserühmad	Mehed	Naised	Kokku
30-34	1 872	1 660	3 532
35-39	1 798	1 594	3 392
40-44	1 823	1 616	3 439
45-49	1 694	1 503	3 197
50-54	1 757	1 558	3 315
55-59	1 748	1 550	3 298
60-64	1 610	1 428	3 038
65-69	1 381	1 224	2 605
70-74	1 059	939	1 998
75-79	1 027	910	1 937
80-84	669	593	1 262
85-89	363	321	684
90-94	110	97	207
95-99	17	15	32
100-104	3	2	5
105-109	0	0	0
110+	0	0	0
Kõik vanuserühmad	16 929	15 012	31 941

Autori koostatud

2.5.2. Tehtavate väljamaksete hinnang

Arvutamaks tulevikus esinevaid väljaminevaid rahavooge on lisaks ellujääjate arvule hüpoteetilisest portfelist vaja ka rahalist väärtust. Aastal 2015 tehti nelja elukindlustust pakkuva seltsi poolt väljamakseid klientidele ligikaudu 9,82 miljoni euro eest. Võrreldes aastaga 2008 on need kasvanud ligikaudu 17% ning seda vaatamata lepingute arvu 33 protsendilisele langusele. Selge on see, et teatud osa sellest võtab enda kanda hinnataseme kasv ja inflatsioon. Lähtudes faktist, et olenemata lepingute arvu langusest on nõuete suurus kasvanud, võib eeldada, et lisaks muudele faktoritele on mõningast mõju avaldanud ka elada jäänud aastate arvu kasv ehk teisisõnu pikaajalise risk. Et arvutada tulevaste perioodide rahavooge leiti nõuete suurus ühe lepingu kohta. Selleks oli vaja hinnata nõuete kogu suurust

ühe vanusegrupi kohta ning jagada see arv lepingute arvuga samas vanusegrupis. Kuna täpne ning ka ligikaudne informatsioon kindlustusportfellide nõuete vanuselise jagunemise kohta puudus tuli need osakaalud loogikal põhinedes välja mõelda. Lähtuti nii lepingute arvust kui ka tõenäosusest, et just sellises vanusegrupis isikule tuleb väljamakse teha. Selliselt kujunes välja normaaljaotusega sarnane kõver. Selliselt muutusid kõige kõrgemateks nõueteks lepingute kohta vanemad vanused ning seda just annuiteetide tõttu. Lisaks sellele sai vanuserühm 70-74 üsna kõrge väärtuse lepingu kohta kuna eelduste kohaselt võiks sellises vanuses või selle lähedal olla üleelamiskindlustuse realiseerimise tähtaeg. Vanuserühmad 95-99 ja 100-104 said endale väga kõrged väärtused lepingu kohta kuna kasutatud nõuete jaotusel olid neil siiski minimaalsed osakaalud nõuete kogusummast. Vanuserühm 105-109 jäi aga algselt tühjaks kuna seal ei olnud ühtegi lepingut. Antud vanuserühma nõuded lepingu kohta lisatakse aastal 2060 eeldades, et selleks hetkeks jõuab mõni portfellis olev isik sellesse vanuserühma. On alust eeldada, et ka nõuete väärtus lepingu kohta kasvab tulevikus. Tõenäoliselt ei ole nende kasv tulevikus nii suur kui eelmainitud kasv aastatel 2008 – 2015. Seega on määratletud, et aastani 2024 on nõuete kasv 5% aastas, mis on tuletatud viimase nelja aasta kaalutud keskmisest kasvust (13%) millest on maha võetud keskmise eluea kasv (5%) ning inflatsioon (3%). Keskmise eluea muutus on lahutatud seetõttu, et ei tekiks nõuete prognoosimisel topelt kasvu. Alates aastast 2025 on nõuete kasv 2% aastas.

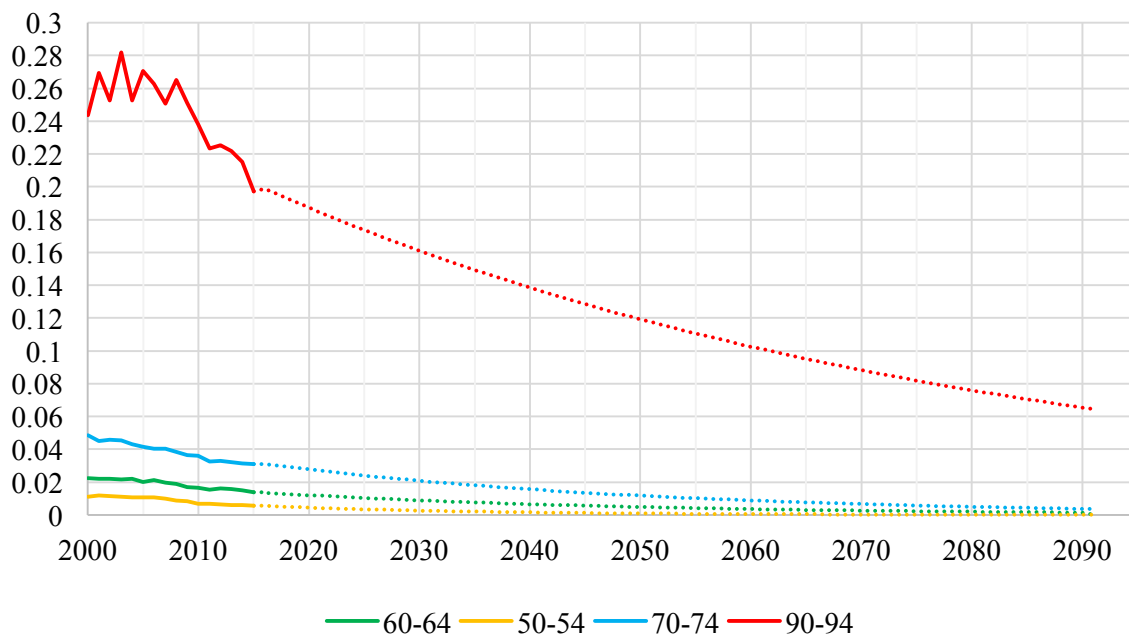
3. EESTI ELUKINDLUSTUSTURU SOLVENTSUSKAPITALINÕUDE ARVUTAMINE

3.1. Suremuse ja oodatava eluea prognoos

Töö algandmetena kasutatud aastatel 2000 – 2015 tõusis meeste keskmine eluiga sünnimomendil 65,86 aasta pealt 75,34 aastani ning naistel 73,08 aastalt 81,85 aastani ehk meeste eluiga kasvas 9,48 aastat (14,4%) ning naistel 8,77 aastat (12%). Seega on näha, et meeste elada jäänud aastate arv sünnimomendil on kasvanud kiiremini kui naistel. Võrreldes Euroopa Liidu keskmise eluea kasvuga on mainitud kasv olnud kordades suurem. Samas on Eesti nende näitajate osas jätkuvalt Euroopast maas ning sellest tulenevalt võib eeldada, et kasvav eluiga juba on avaldanud survet ning jätkab seda vähemalt lähiaastatel Eesti aktuaaridele, kes peavad hindama vajalike reservide suuruseid. Puuduvad andmed täpse majandusliku mõju kohta mida eluea kasv endaga kaasa toob, kuid Solventsus II on püüdnud seda teataval määral kirjeldada. Kapitalinõuete määratlemiseks on tarvis teada tulevikus esinevaid suremusmäärasid mis on aluseks ka oodatava eluea arvutamisel. Selle prognoosimiseks on vaja prognoosija parimast hinnangust lähtuvaid algandmeid.

Baasperioodi pikkuse valimise osas lähevad arvamused lahku. Pikem periood peaks paremini suutma kirjeldada pikaajalist trendi suremusmäärade vähenemisel, kuid samal ajal on 20. sajandil esinenud mitmeid sündmusi, mis on loonud kunstliku suremuse paranemismäärade kasvamise või vähenemise. Sellised sündmused nagu näiteks II maailmasõda ja 1918. aasta Hispaania gripp mõjutavad pikaajalisi trende mis tõstatab probleemi suremusmäärade prognoosimisel. Lühikese baasperioodi puhul on hiljutised muutused palju iseloomustavamad järgnevate aastate kohta. Lähtudes puhtalt pikaajalisuse riskist rakendati lühikest baasperioodi, mis siiski peaks andma piisava aluse suremuse prognoosimiseks. Selleks genereeriti Lee-Carteri mudeli abil suremusmäärade prognoos perioodil 2016 kuni 2091. Töös rakendati suremusmäärasid kujul kus ühest lahutati

suremustõenäosus ning saadi ellujäämistõenäosus mida kasutati portfelli ellujääjate hulga leidmisel. Järgnevalt on graafikul 1 toodud välja nelja vanuserühma suremusmäärad aastatel 2000 – 2015 ning Lee-Carteri mudeli poolt prognoositud määrad aastatel 2016 – 2091.

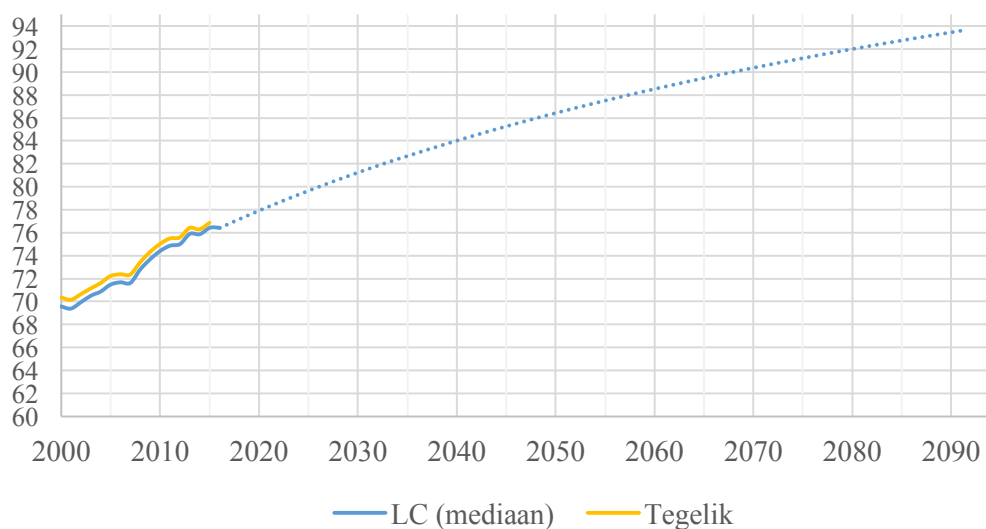


Graafik 1. Suremustõenäosused aastatel 2000 – 2091 Lee-Carteri mudelist (prognoos on punktiiris)
Autori koostatud

Graafikult 1 on näha kuidas vanustes 50-54, 60-64 ning 70-74 pikaajaline prognoos lõpuks peaaegu ühtib kuigi aastal 2000 eksisteerib nende vahel siiski märgatav erisus. Seega jõuab vanuserühm 50-54 mingi teatava piirini kus areng ei ole enam eriti suur ning läheneb prognoosikohaselt pidevalt nullile. Sama saab öelda ka kahe keskmise vanuserühma kohta mille puhul oli vaadeldav periood liiga lühike. Vastasel korral oleks olnud kattuvus kolme vanuserühma vahel veelgi täpsem. Suurimaid paranemismärke näitab suremustõenäosustes üsna loogiliselt graafikul kasutatud andmetest vanuserühm 90-94. Perioodil 2000 – 2015 on antud vanuses märgata suuri erinevusi suremusmäärades mis tulenevad andmete mahu vähesusest. Seetõttu mõjutab loetud arv surmasid suremustõenäosuseid märgatavalt. Edaspidine paranemine on aga märgatavalt suurem. Sellest lähtuvalt võib eeldada, et aja möödumisel stsenaariumis kus suremusmäärad pidevalt paranevad jõuab rohkem inimesi antud vanuserühma ning ühtlustuvad ka muutused eri perioodide vahel. Vaatamata Lee-

Carteri mudeli kasutajasõbralikkusele on see suutnud siiski säilitada märgatavad erinevused suremusmäärade paranemises ehk mudel suudab hinnata vanusegruppide tundlikkust ajafaktori suhtes. Suremusmäärade arvutamiseks stohhastiliselt genereeritud parameeter k_t väärtused leiab lisast 2. Lee-Carter Fitterist töötlemata kujul graafik näitab tuhande arvutuse tulemusi ning saadud väärtuste keskmine, mida kasutatakse parimas hinnangus ning 0,5-protsentiil ja 99,5-protsentiil.

Alanevad suremusmäärad toovad endaga kaasa ka oodatava eluea pikenemise. Kuna suremustõenäosuste vähenemisel ellujäämistõenäosus kasvab, siis jääb mingist vanusest ellu üha rohkem inimesi. Elades veel ühe aasta kasvab oodatav eluiga vaadeldavas populatsioonis ning selle aasta möödudes on tõenäoline, et väheneb ka vastava aasta ja vanusegrupi suremustõenäosus. Seega tekib olukord järgneva aastani elamine muutub üha tõenäolisemaks. Graafikul 3 on esitatud Lee-Carteri mudelist tulenevalt oodatava eluea prognoos ning tegelik väärtus.

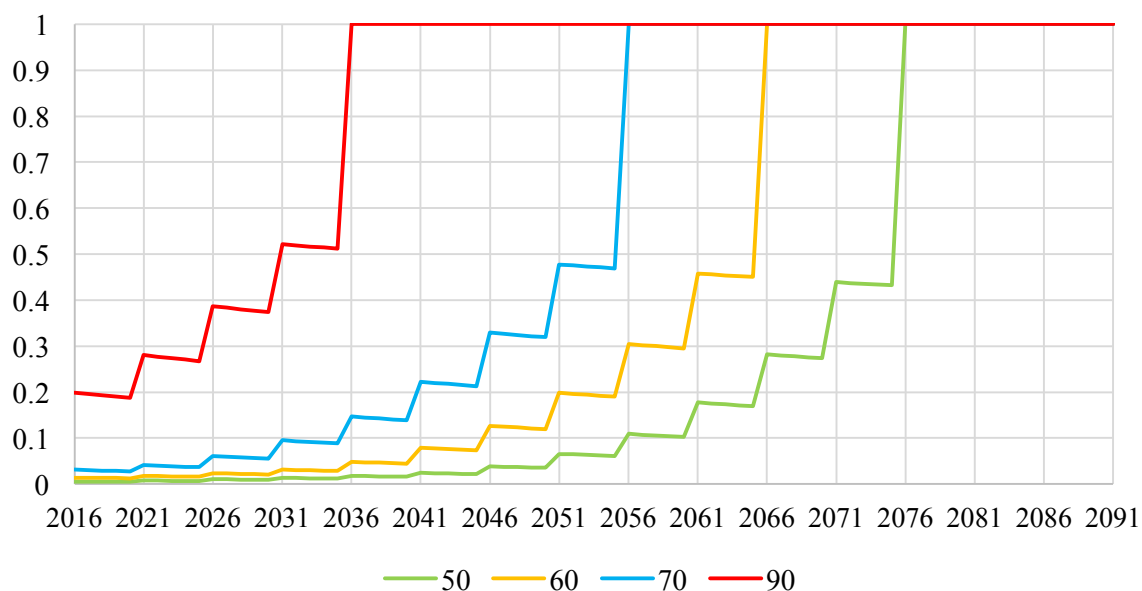


Graafik 3. Oodatav eluiga sünnimomendil (prognoos on punktiiris)
Autori koostatud

Lee-Carteri mudeliga genereeritud oodatava eluea prognoos näitab, et aastaks 2091 võib portfelli põhine oodatav eluiga kasvada 93,6 aastani. Võrreldes 2015. aastaga oleks sellisel juhul eluiga kasvanud ligikaudu 17 aasta võrra. Antud juhul on tegu kõikidest korduvatest arvutustest saadud väärtuste osas mediaaniga ning seega võib see osutada kõrgemaks või madalamaks. Vaadeldes 20 aastaseid perioode (2016 – 2036 ... 2056 – 2076)

on märgata, et vähemalt Lee-Carteri mudeli põhjal aeglustub eluea kasv tulevikus märgatavalt. 2016 kuni 2036 vähenes eluiga 6,5 aasta võrra, kuid 2056 – 2076 oli sama näitaja 3,6 aastat. Lee-Carter Fitteri poolt genereeritud oodatava eluea sünnimomendil väärtuste keskmine, 0,5-protsentiil ning 99,5-protsentiil on graafilisel, kuid töötlemata kujul leitavad lisast 3.

Selgub, et Lee-Carteri mudel on keskmise eluea hindamisel pigem konservatiivne, sest võrreldes algandmetest samal meetodikal arvutatud väärtuseid tegelike väärtustega võib näha sarnast mustrit, kuid natukene madalamat eluiga. Lee-Carteri mudeli konservatiivsust on mainitud ka varasemalt näiteks Wu (2015) töös kus seda rakendatakse Hollandi rahvastikul. Hüpooteetilise kindlustusportfelli loomisel lähtuti sellest, et kõik isikud on ajahetkel $t=1$ oma vanusegrupi esimeses aastas kuna selliselt sai luua isikud kes aja möödudes jõuavad järgmisesse vanusegruppi. Seega jõudis vanuserühma 30-34 ellujääjad aastal $t=6$ järgmisesse vanuserühma ning sellest hetkest edasi alati viie aastase sammuga. Näiteks rakendus neile aastal 2026 suremusmäär mis oli vastav selleks aastaks prognoositud 40-44 aastasele vanusegrupile. Graafikul 2 on kujutatud suremusmäärasid eludele kes olid aastal $t=1$ vanuses 50, 60, 70 ja 90.



Graafik 3. Hüpooteetilise portfellis olevate isikute suremistõenäosused aastatel 2016 – 2091
 Autori koostatud

Graafikul 3 on näha kuidas erinevate isikute suremustõenäosus ajahetkel $t=1$ vanuses 50, 60, 70 ja 90 muutub aja möödudes. Nagu eelpool kirjeldatud paistab silma kuidas siirdumisel järgmisesse vanusegruppi kasvab suremustõenäosus märgatavalt. Selle tingib vanusegruppide kasutamine ning kui töös oleks kasutatud kõiki vanuseid vahemikus 30-110 muutunuks suremustõenäosuse kasv ühtlasemaks. Siirdemomentide vahel on märgata ka suremuse paranemist mis mahub viie aastase perioodi sisse. Kui portfellis olev isik jõuab vanuserühma 110+ eeldatakse koheselt, et suremustõenäosus on sellel juhul 1 ehk teisisõnu on nulltõenäosus, et antud isik elama jääb. On väga võimalik, et isik kes elab 110 aastaseks võib elada veel mõne aasta, kuid tuginedes varasemale kirjandusele on selle meetodi kasutamine kohane. Isikute jõudmisel järgnevasse vanuserühma jäävad antud töös kasutatud suletud portfelli korral varasemad vanuserühmad tühjaks. Seega alates aastast 2021 ei ole enam portfellis ühtegi isikut vanuses 30-34.

3.2. SCR-i arvutamine standardvalemiga

Solventsuskapitalinõude arvutamiseks põhinedes eelmises peatükis välja toodud andmetel kasutati Solventsus II poolt välja pakutud standardvalemi lihtsustatud versiooni. Sellest tulenevalt on SCR vahe 20%-lise alanemisega suremusmäärade arvutatud kohustused tulevastel perioodidel millest lahutatakse parima hinnangu järgi leitud suremusmääradega arvutatud kohustused. Seega rakendatakse antud töös valemit (8).

Hindamiseks kohustusi parima hinnangu järgi tuli kasutada eelmises peatükis välja toodud suremusmäärasid. Need määrad lahutati ühest, et saada vasta vanuserühma ellujäämistõenäosus aastal t . Tekkinud tabeli väärtuseid korrutati vastava vanuserühma lepingute arvuga antud ajahetkel. Et leida oodatavad rahavood korrutati ellujääjate hulk aastal t nõuetega lepingu kohta mis olid leitud alapeatükis 2.5.2. Sarnaselt suremusmääradele toimus ka nihe nõuete osas kus järgnevasse vanusegruppi siirduv isik liikus ka järgmisesse nõuete jaotusesse. Selliselt leiti eeldatavad rahavood aastatel 2016-2091. Suurimaks kujunesid kohustused parima hinnangu järgi aastal 2021 kui need oli ligikaudu 12,4 miljonit eurot. Seda saab põhjendada eelmainitud siirdega ning see oli just esimene aasta kus vanusegruppid nihkusid. Edaspidiselt muutusid väljamakstavad rahavood üha väiksemaks ning seda nii lepingute arvu vähenemise tõttu kui ka diskontomäära kasvu tõttu. Lisaks mängib loomulikult rolli ka ajafaktor kuna astendaja diskonteerimisel suureneb.

Keskmiselt toimus aastaga nõuete suuruses 2,5 protsendiline langus mis on tingitud portfelliga pidevalt esinevast suremusest. Suured tõusud esinesid nõuete suuruses enamjaolt vanuserühmade vahetumisel. Seega mida suurem vanuserühm edasi liikus seda suuremaks osutus nõuete kasv ning seega ka kohustused.

Kohustuste parima hinnangu leidmiseks on tarvis need rahavood diskonteerida vastava aasta riskivaba intressimääraga millele on lisaks otsa arvestatud likviidsuspreemia. Selliselt saadi kohustused ajahetkel t ning saadud tulemused kokku liites oli tulemuseks BEL_0 . Seejärel leiti sama meetodikat järgides standardvalemi rahavood kus ainsaks erinevuseks olid suremusmäärad mida oli eelnevalt korrutatud 80 protsendiga ning seejärel lahutatud ühest. 20% madalamad suremusmäärad viivad olukorrani kust igast vanuserühmast on üha rohkem ellujääjaid, mis omakorda tingivad rahavoogude kasvu. Lepingute arvu erinevus parima hinnangu ja standardvalemi vahel ongi see mis tekitab erisuse nõuetes ning mille vahest saadakse solventsuskapitalinõue. Lepingute arv vähenes parima hinnangu puhul keskmiselt iga aasta 417,11 võrra ning šokiga korrigeeritud suremusmäärade puhul 417,05 võrra. Seega tekib erinevus vaadeldava portfelli puhul keskmiselt vaid 0,06 inimesest aastas, kuid tegelikult on oluline mis hetkel see erinevus tekib. Pealtnäha väikese muutuse mõju on selline, et see loob keskmiselt 500 000 euro võrra suuremad kohustused klientide ees.

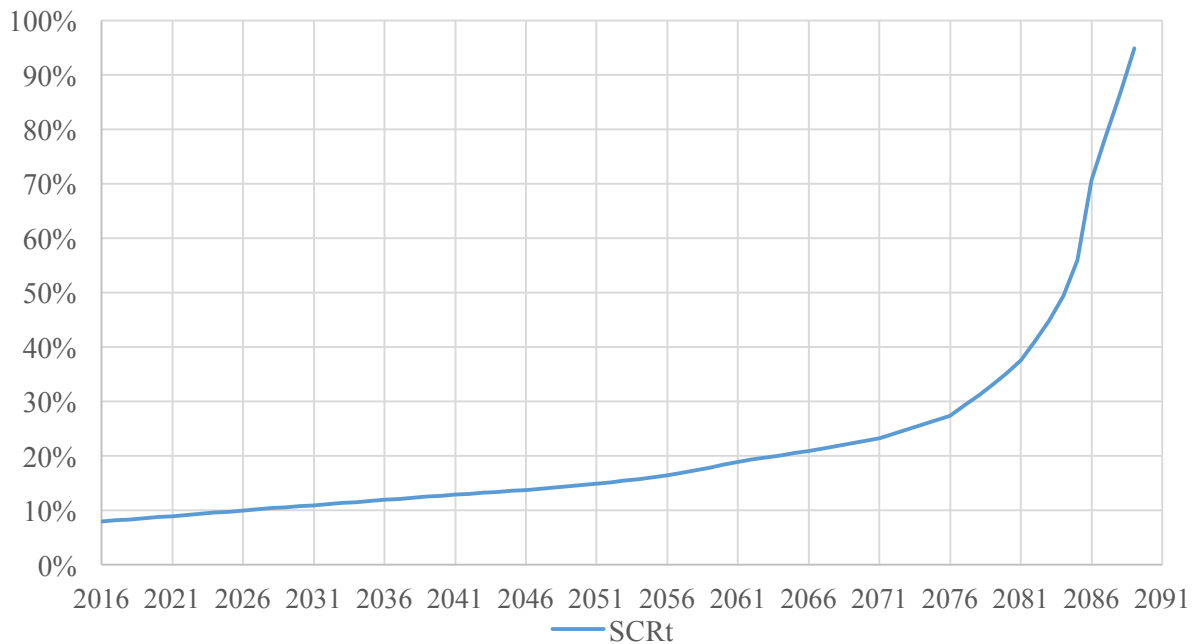
Need muutused kumuleeruvad lõpuks kokku erinevuseks kahe stsenaariumi vahel milleks on 28,6 miljonit eurot. See on suhtena kohustustesse parima hinnangu järgi ajahetkel 0 ehk 2016. aastal ligikaudu 8%. Meeles tasub aga pidada seda, et tegu on vaid pikaealisuse riski poolt mõjutavate kohustuste reserv. Reaalsetes tingimustes tuleb kindlustusettevõttel hoida kapitali lisaks ka veel paljude muude riskide katmiseks nagu näiteks suremusrisk ning kulurisk. Seega muutub hoitava kapitali kogus oma väärtusena ning potentsiaalselt ka suhtena kohustustesse.

Standardvalemi järgi arvatud solventsuskapitalinõue on varasema kirjanduse põhjal enamjaolt alati osutunud kõrgemaks kui sisemudeli järgi. Näitena võib välja tuua Wu (2015) töö või Silvermani ja Simpsoni (2011) juhtumiuuringu. Selle põhjuseks võib pidada seda, et standardvalem arvestab lisaks suremusele ka veel mudeliriskiga mida mainitud töödes sisemudeli puhul arvesse ei võetud.

Olenevalt portfelliga võivad erineda ka standardvalemi tulemused üsna suurelt. On lihtsasti järeldatav, et mida nooremad on portfelliga olevad isikud, seda suurem on ebakindlus tuleviku osas kuna prognoositav periood peab olema pikem. Samas annab 20 protsendiline

alanemine suremusmäärades võrreldes parima hinnanguga suurema kapitalinõude just vanemate isikute pealt. Seda sellepärast, et kuna vanemas eas on suremusmäärad kõrgemad, siis on ka 20 protsendiline suremusmäär langus oma absoluutarvult suurem. Veelgi enam on tõenäoline tuginedes pikaealisuse riski olemusele, et sellises vanuses isikutele on vaja teha väljamakseid rohkem kui noortele.

Graafikult 4 on näha solventsuskapitalinõude suurust ajas. Selleks on võetud iga-aastane solventsuskapitalinõue ja jagatud vastava aasta oodatavate kohustustega. Selgub, et SCR kasvab iga aasta moodustades eksponentsiaalse kõvera sarnase joone. Joonisel on toodud välja aastad 2016 – 2089 kuna pärast seda hetke jõudis SCR-i osakaal kohustustesse 100 protsendini. Seega tuleks väidetavalt hoida rohkem kapitali kui on oodatavaid kohustusi. Seda võib tingida ka eelnevalt selgitatud 20 protsendilise šoki mõju suremusmääradele just vanas eas. Pika aja peale kumuleerub 20 protsendiline šokk ja seetõttu ellujääjate arv selliselt, et lepingute arv on kordades suurem kui parimas hinnangus. Seega on parimas hinnangus nõuded üsna väiksed, kuid šoki põhised on kohustused võrdlemisi suured. Kuna nõuete suurus lepingu kohta on mõlemal juhul sama, siis ongi loogiline järeldada, et erisus tuleb puhtalt lepingute arvust perioodi lõpuaastatel. Näitena võib välja tuua, et aastal 2086 oli parima hinnangu põhjal kehtivaid lepinguid 553, kuid 20 protsendi võrra madalama suremusmääraga stsenaariumis oli neid 900 ehk ligikaudu 1,6 korda rohkem. Lisaks võib välja tuua, et aastal 2091 oli parima hinnangu puhul elus 96 inimest, kes kõik olid ajahetkel $t=0$ vanuses 30. Teise stsenaariumi korral oli samal aastal elus veel 212 inimest ehk 2,2 korda rohkem. Seega on selge, et mida pikem on periood kus SCR-i arvutatakse, seda suuremaks see kasvab.



Graafik 4. Solvantsuskapitalinõude suurus aastatel 2016 – 2089
 Autori koostatud

3.3. Monte Carlo simulatsioon

Eelmisest peatükis saadud tulemuste kontrolliks viidi läbi Monte Carlo simulatsioon. Simulatsioon viidi läbi Exceli abil kasutades selleks makro skripti. Läbi viidi 2000 iteratsiooni parima hinnangu järgi koostatud suremusmäärade tabeliga.

Simulatsiooniks loodi tabel kus iga isik aastal 2015 tähistati numbriga 1 – 31941 ning vanusegrupi algusaastaga (näiteks: 4000. isik oli märgistatud 4000 – 35). Isikud olid paigutatud ridadesse ning aastad veergudesse. Seejärel viidi läbi 2000 stsenaariumit mille käigus võrreldi Exceli RAND() funktsiooni saadud väärtuseid (u) 0 ja 1 vahel, mis moodustavad normaaljaotuse, kindla isiku ellujäämistõenäosusega (p_x). Seega:

- kui $u \leq p_x$, siis on vaadeldav isik elus
- kõige varasemal ajahetkel kui $u \geq p_x$, sureb isik vaadeldaval aastal

Kui juhuslik arv on suurem kui ellujäämistõenäosus sureb isik ning ta eemaldatakse kindlustusportfellist. Aja möödudes väheneb ellujäämistõenäosus pidevalt kuni see jõuab nulli. Arvutuslikult on Excelis kasutatava loogika säilimise eesmärgil 0 asendatud numbriga

1. Edaspidi ei arvestata selle isikuga nõuete arvutamisel. Jõudes vanusesse 110+ muutub ellujäämistõenäosus automaatselt nulliks ning inimene eemaldatakse portfelist.

Kuna standardvalem praegusel hetkel tegelikult ei arvesta nõuet, et kindlustusandja peab suutma tagada kõik nõuded 99,5 protsendilisel usaldusnivool, siis viidi läbi eelmainitud Monte Carlo simulatsioon, et näha kas tulemused erinevad oluliselt või jäävad ligikaudu samaks. Peale iteratsioonide läbi viimist saadi 2000 kohustuste väärtust ajahetkel $t=0$. Nendest väärtustest võeti protsentiil 99,5 mis tähendab seda, et 99,5% saadud väärtustest jääb alla poole seda protsentiili ning 0,5% ülespoole. Saadud tulemust võrreldi seejärel taaskord 20 protsendilise šokiga korrigeeritud suremusmääradest saadud väärtusega. Sel korral saadi tulemuseks ligikaudu 17,8 miljonit eurot ehk solventsuskapitalinõue oli 4,82%.

Antud tulemus on võrreldes ilma simuleerimata saadud tulemusega võrreldes natukene madalam. Samas arvestades rahalist väärtust on muutus üsna suur – 38%. Seega tuleks sellisel juhul hoida 38% vähem kapitali, et katta pikaealisusest tulenevad riskid.

Sellest selgub, et lisades nõude arvutamisse protsessi veel ühe juhusliku muutuja saame vastuseks madalama kapitalinõude. Kuigi statistiliselt näitab suremusmäär üsna täpselt ära kui suur on ühe kindlas vanuses oleva isiku tõenäosus surra on alati ruumi ka juhuslikkusele ehk sellele, et inimene kes statistiliselt oleks pidanud surema, jääb siiski ellu.

3.4. SCR-i arvutamine sisemudeliga

Kuna peatükis 3.2. vaadeldav standardvalem ei võta arvesse nõuet 99,5-protsentiili kohta ning osutub varasema kirjanduse põhjal kindlustusettevõtetele pigem kahjulikuks, siis viidi läbi ka arvutused Solventsus II-ga kooskõlas oleva sisemudeliga. Antud mudel põhineb riskiväärtusel mis on arvutatud 99,5-protsentiilina. Põhimõttena on see sarnane eelmises peatükis läbiviidud Monte Carlo simulatsiooniga, kuid viimane pole kooskõlas Solventsus II-e nõuetega ning annab lihtsalt aimu juhuslikkusest individuaalsel tasandil. Sisemudel arvestab aga mainitud nõudega ning leiab selle väärtuse antud töö puhul tuhandest genereeritud suremusmäära tabelist. Tuleb märkida, et protsentiili peab leidma ellujäämistõenäosustest mitte suremustõenäosustest. Leides antud väärtuse suremustõenäosustest oleksid ellujäämistõenäosused madalamad ning valemi põhiselt arvutades võib SCR muutuda negatiivseks.

Sisemudeli põhiseks solventsuskapitalinõude arvutamiseks kasutatakse valemit (9). Kohustused parima hinnangu järgi ajahetkel $t=0$ arvutatakse jätkuvalt parima hinnangu

rahavoogude summeerimise ja diskonteerimise põhjal. Sama tehakse ka kohustustega BEL_1 arvutamisel, kuid periood on nihkunud ühe aasta võrra edasi ning vahepeal on esinenud stsenaarium 99,5-protsentiili ellujäämistõenäosustega. Seega saadakse tulemuseks solventsuskapitalinõue, mis arvestab hindamishetkel järgneval kaheteistkümnel kuul ilmneva kohustuste summaga ehk riskiväärtus ühe-aastaselt perioodil.

Lähtudes ellujäämismääradest 99,5-protsentiilil leiti, et kohustused muutuvad tõepoolest kõrgemaks, kuid jäävad siiski väiksemaks kui 20 protsendilise šoki korral. Arvutades seejärel solventsuskapitalinõude riskiväärtuse põhjal selgub, et selline meetodika annab madalama kapitalinõude kui standardvalem. See on kooskõlas ka näiteks Wu (2015) ja Börgeri (2010) töödega. Ometigi ei ole see erinevus väga suur. Väärtusena oli solventsuskapitalinõue riskiväärtuse põhjal 26,9 miljonit ning standardvalemil põhjal 28,6 miljonit. Suhtena kohustustesse parima hinnangu järgi saadi sisemudeli järgi kapitalinõudeks ligikaudu 7,5%, mis on ligi 0,5 protsendipunkti võrra madalam kui standardmudelil. 7,5% on natukene kõrgem kui varasemates saadud töödes ning ka standardvalemil ja sisemudeli vaheline erinevus on natukene väiksem. Samas tasub meeles pidada, et saadavad tulemused on väga tugevalt seotud kliendiportfelli eripäradega. Antud töös kasutatud kliendiportfell oli võrdlemisi noor mis annab ka sisemudeli korral natukene kõrgema väärtuse.

3.5. Tulemused

Peatükis 3.1 esitatud suremusmäärade ja oodatava eluea prognoos näitab selget trendi. Vähenevad suremusmäärad, mis toovad endaga kaasa oodatava eluea kasvu ning seeläbi suuremad nõuded elukindlustusettevõtetele. Lee-Carteri mudeliga prognoositud suremusmäärad näitavad peaaegu lineaarset langust igas vanuserühmas ning nooremate vanuserühmade puhul vähenevad need perioodi lõpu poole peaaegu nulli.

Suremusmäärade muutus aga mängib peamiselt rolli vaid arvutustes ning reaalne mõju kindlustusettevõttele on siiski oodataval elueal, sest risk tekib sellest kuidas nende ennustatud oodatav eluiga erineb tegelikkusest.

Lee-Carteri mudel prognoosib 75 aasta jooksul 17 aastast kasvu oodatavas elueas sünnimomendil. Seega võiks 2091 aastal sündinud isik eeldada, et ta elab ligikaudu 93,5 aasta

vanuseks. Selline oodatava eluea kasvutempo tekitab loomulikult kasvu ka kohustustes ja kapitalinõuetes nende kohustuste tagamiseks.

Suremusmäärade ning eluea kasv toimub antud portfelli näitel üsna kiires tempos. Selle põhjustajaks võivad olla baasperioodil toimunud arengud, kus Eesti oodatav eluiga kasvas palju kiiremini kui Euroopas. Eriti kasvas keskmine oodatav eluiga meestel, kes moodustavad kindlustusportfelliga enamuse ehk 53%. Seega on nähtav kiire kasv ka tulevikus potentsiaalselt natukene ülehinnatud. Samas on varasemalt nenditud Lee-Carteri mudeli konservatiivsust oodatava eluea prognoosimisel ning seega võib mainitud kiire kasv olla just alus täpsemaks prognoosiks. Standardvalemi põhjal leiti, et tulevaste perioodide pikaajalise riski katmiseks on vaja hoida ligikaudu 8% kapitali pikaajalise riski poolt mõjutatavatest kohustustest. Riskiväärtusel põhinev sisemudel, mis kasutas tuhandest stohhastiliselt genereeritud suremusmäärade tabelist iga aasta ning vanuserühma kohta neid suremusmäärasid, mis vastasid 99,5-protsentiilile. Selliselt saadi nõutavaks kapitaliks pikaajalise riski osas ligikaudu 7,5%.

Seega on sisemudel ettevõttele kasulik, sest hoitava kapitali nõue on madalam. Samal ajal võib osutada sisemudeli rakendamise väikestes ettevõtetes mõttetuks kuna tegu on siiski suuremat ajalist ja rahalist ressursi kasutava lähenemisega. Lisaks tuleb arvestada sellega, et standardvalem arvestab ka mudeliriski mida sisemudel arvesse ei võta. Standardvalem sisaldab endas eeldust ka sellele, et portfellis olevate isikute suremus erineb rahvastiku omast.

Kuigi sisemudel loob väiksemad kapitalinõuded, siis on selle kasutamine iga kindlustusettevõtte enda valik, mille tegemisel tuleks lähtuda portfelli(de) vanuselise koosseisust ja suuruselt. Nagu antud töös nähti, siis ei olnud vaadeldud portfelli standardvalemist saadud kapitalinõue oluliselt suurem. Sellest võib järeldada ka seda, et standardvalem suudab teatud olukordades nagu käesolevas töös kasutatud portfell anda üsna täpse tulemuse. Muidugi tuleb arvestada ka seda, et väärtusena on 0,5 protsendipunktiline erinevus siiski üsna suur ning oleks suurema portfelli korral veelgi suurem.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärk oli leida Eesti elukindlustusturu pikaalisuse riski solventsuskapitalinõue. Selleks anti ülevaade pikaalisuse riskist ning Solventsus II-st mis on selle arvutamise aluseks. Solventsus II-ga on raamistik, millega on paika pandud alammoodul, mis kirjeldab pikaalisuse riski poolt mõjutatavate lepingute solventsuskapitalinõude arvutamist. Sellest tulenevalt ongi antud töös kasutatud nii standardvalem kui ka sisemudelit.

Pikaalisuse riskist tekkivate kapitalinõuete leidmiseks oli esmalt tarvis saada teada milliseks kujuneb Eesti rahvastiku suremusmäär vaadeldaval perioodil milleks oli 2016 – 2091. Suremusmäärad on aluseks ka oodatava eluea arvutamisel ning seega mõjutavad otseselt pikaalisuse riskist tulenevaid kohustusi. Suremusmäärade prognoosimiseks kasutati Lee-Carteri mudelit mida rakendati programmiga Lee-Carter Fitter ning selleks kasutati tuhandet iteratsiooni. Selliselt loodi 1000 erinevat suremustõenäosust igale vanuserühmale igal prognoositud aastal.

Solventsuskapitalinõude arvutamiseks kasutati esmalt standardmudelit, mille üheks eelduseks olid parima hinnangu suremusmäärad. Selleks kujunes eelmainitud tuhande iteratsiooni tulemuste mediaan, mille põhjal arvutati järgnevalt välja kohustused. Seejärel rakendati kõikidele vanuserühmadele igal aastal 20 protsendiline suremusmäärade langus ning arvutati kohustused nende põhjal. Selliselt saadi solventsuskapitalinõude suuruseks 8%. Samas viies läbi Monte Carlo simulatsiooni selgus, et lisades arvutuskäiku juhusliku muutuja, mis kirjeldab üksikisiku ellujäämist või suremist olid määrad palju madalamad. Selline lähenemine ei ole aga Solventsus II-ga kooskõlas ning viidi läbi testina, et selgitada välja kui hästi suudab standardvalem kirjeldada idiosünkraatlikku riski. Kasutades sisemudelit, mis põhineb 99,5-protsentiili riskiväärtusel, kasutati kõiki tuhandet suremusmäära, mis olid stohhastiliselt genereeritud ning millest leiti 99,5-protsentiil. Selliselt saadi tulemuseks 7,5%. Seega suudab standardvalem antud portfelli korral üsna täpselt hinnata suremusmäärade paranemist.

Nagu näha, siis ei teki Eesti elukindlustusturul väga suuri erinevusi, kuid peab märkima, et tulemused sõltuvad portfelli vanuselisest koosseisust ning makstavate nõuete keskmisest suurusest. Tulemust võib mõjutada ka veel baasperioodi suremusmäärade muutus. Eesti näitel oli baasaastatel keskmisest kiirem suremustõenäosuste langus ning eluea kasv ja seda eriti meeste puhul. See tähendab seda, et Lee-Carteri mudel võib luua prognoosi mis on liialt optimistlik. Samas on antud mudelit hinnatud pigem konservatiivseks ning seega on tõenäoline, et baasperioodi suremustõenäosuste kiire kasv ei mõjuta oluliselt lõpptulemust.

Tulemused näitasid selgelt ka seda, et pika aja jooksul hakkab solventsuskapitalinõue suhtena kohustustesse parima hinnangu järgi üha kasvama. Selle põhjustajaks on madalamast suremusmäärast tingitud suurem lepingute arv igal aastal. See tähendab aga seda, et pikaajalise risk on oma loomult väga tasapisi ilmnev nähtus ning avaldab iga-aastaselt üha rohkem mõju kapitalinõude suurusele. Aastate jooksul kumuleerub suremusmäärade paranemine ning kumuleerub ka 20 protsendiline šokk mistõttu muutub viimastel vaadeldud aastatel standardvalemi rahavood parima hinnangu omadest kordades suuremaks.

Käesoleva töö tulemustest ning ka varasematest uurimustest lähtudes võib väita, et 20 protsendiline suremustõenäosuste langus on liiga suur. Seega saaks soovitada võimalusel kasutada siiski sisemudelit, mis annab tõenäoliselt madalama solventsuskapitalinõude või alandada Solventsus II-s rakendatava šoki suurust. Samas tasub aga alati arvestada iga ettevõtte enda individuaalset vajadust lähtudes nende kindlustusportfellide suurusest ja vanusest.

SUMMARY

ESTONIAN LIFE INSURANCE MARKET SOLVENCY CAPITAL REQUIREMENT FOR LONGEVITY RISK

Kristo Sui

The trend of longevity which is usually considered a positive phenomenon may lead to a situation that causes a life insurance company declare bankruptcy. This is due to unexpectedly high improvements in mortality rates or vice versa no improvements at all which means the reserves held against longevity risk were useless and the capital could have been invested elsewhere. The longevity risk derives from the life insurance products that use mortality rates as an input of pricing the products like annuities and assurance on survival to a certain age. As the mortality rates decline the benefits paid should rise.

Improvement in mortality rates that bring about ageing population is a problem in most of the developed countries as well as Estonia. At the times when the average life expectancy at birth raises by 3,17 months per year, it is important to take into account its effect on the possible benefits paid in the future. To do that, a regulatory framework has been built by European Insurance and Occupational Pension Authority (EIOPA) to explain and give an overview of necessary conditions that have to be filled in order to be able to continue as a life insurer. The framework is called Solvency II which also describes the longevity risk and necessary reserves to hold against unexpected or long term changes in mortality rates.

Solvency II offers a standard formula which is used to calculate the solvency capital requirement (SCR), however a company is encouraged to develop an internal model which has to be approved by regulators. This work is aimed to find the solvency capital requirement for longevity risk in Estonian life insurance market. Two different approaches are put to the test: the original standard formula derived from the Solvency II directive and the internal model. The latter being used earlier by Börger (2010) and Silverman & Simpson (2011) and

which is regulatory approved. Both of these approaches need lifetable data to be able to find the effect of the longevity. Hence a Lee-Carter model is used to project a mortality curve for the Estonian population between 2016 – 2091 which is later adjusted to fit the hypothetical portfolio. Said model projected the average life expectancy at birth in the final year to be 93,5 years which is approximately a 17-year improvement.

To calculate the solvency capital requirement, more input data is needed. The average benefit per contract was calculated and its future developments were estimated based on the sample years. A closed hypothetical portfolio was formed according to the last base year and the gender distribution was estimated based on the population and life insurance companies' statistics.

The solvency capital requirement was first calculated with the standard formula offered by Solvency II. This formula is based on the best estimate mortality rates which come from the median of stochastically generated mortality rate tables. Those rates are used to calculate the best estimate liability (BEL) which is eventually subtracted from the liabilities calculated by the mortality rates with 20% longevity shock each year. The standard approach resulted in SCR/BEL ratio at 8%.

Using the internal model 1000 mortality rate tables were used from which the 99,5th percentile was calculated. Those rates were then used generally the same way to calculate the SCR and its ratio to BEL. This approach resulted in 7,5%.

As it turns out, using this exact portfolio and approach for the Estonian population forecast the two methods do not differ substantially. The findings in other researches showed the superiority of the internal model over the standard approach most of the times. Only a few showed as negligible difference as this paper. So, it can be concluded that the standard approach actually offers a close result with some of the internal models. The contrast between the two approaches depends on the base year trends and the portfolio's characteristics as well as the benefits paid per contract. It also occurred that the solvency capital requirement as a ratio to BEL grows exponentially as the time passes. This shows the slow and steady nature of longevity risk as it is somewhat cumulative. According to the results of this and previous studies in this field it is reasonable to say that the 20% shock is indeed too high. However, this work did not confirm the usual findings of large disparities between the two approaches. It is recommended to use the internal model when possible but the individual need should be decided based on companies' resources and portfolio's structure and size.

VIIDATUD ALLIKAD

Aasta algusest rakendus Euroopa kindlustusandjatele uus järelevalveraamistiks Solventsus II. Finantsinspektsioon.

<http://www.fi.ee/?id=19264> (23.04.2017)

Antolin, P. (2007). Longevity Risk and Private Pensions. – *OECD Working Papers on Insurance and Private Pensions*. No. 3, Paris: OECD Publishing. pp. 28.

<http://dx.doi.org/10.1787/261260613084>

Blake, D., Morales, M. (2017). Longevity Risk and Capital Markets: The 2014 – 2015 Update. – *The Journal of Risk Finance and Insurance*. Vol. 45, No. S1. Wiley, pp. 279 – 297.

<http://dx.doi.org/10.1111/jori.12213>

Börger, M. (2010). Deterministic shock vs. stochastic value-at-risk: An analysis of the Solvency II standard model approach to longevity risk. – *Blätter der DGVFM*. Vol. 31, Issue 3, Berlin: Springer, pp. 225 – 259.

<http://dx.doi.org/10.1007/s11857-010-0125-z>

CEIOPS. (2009a). CEIOP's Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: Standard Formula SCR – Article 109 c Life underwriting risk, pp. 49.

<https://eiopa.europa.eu/CEIOPS-Archive/Documents/Advices/CEIOPS-L2-Final-Advice-on-Standard-Formula-Life-underwriting-risk.pdf>

CEIOPS. (2009b). Final CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: Article 130 Calculation of the MCR. pp. 23.

<https://eiopa.europa.eu/CEIOPS-Archive/Documents/Advices/CEIOPS-Final-L2-on-Advice-MCR-calculation.pdf>

CEIOPS. (2010). QIS5 Technical Specifications. Brussels, pp. 330.

https://eiopa.europa.eu/Publications/QIS/QIS5-technical_specifications_20100706.pdf

Coppola, M., D'Amato. (2012). Backtesting the Solvency Capital Requirement for Longevity Risk. – *The Journal of Risk Finance*. Vol. 13, Issue 4. Bingley: EmeraldInsights, pp. 309 – 319.

<http://dx.doi.org/10.1108/15265941211254444>

Coppola, M., Di Lorenzo, E., Orlando, A., Sibillo, M. (2011). Solvency Analysis and Demographic Risk Measures. – *The Journal of Risk Finance*. Vol. 12, Issue 4. Bingley: EmeraldInsights, pp. 252 - 269.

<http://dx.doi.org/10.1108/15265941111158451>

- EIOPA. (2012). A Revised Technical Specifications for the Solvency II Valuation and Solvency Capital Requirements Calculations (Part I). pp. 311.
https://eiopa.europa.eu/Publications/QIS/A_-_Revised_Technical_Specifications_for_the_Solvency_II_valuation_and_Solvency_Capital_Requirements_calculations__Par.pdf
- Elage kaua ja hästi. Shiller, R. J. (2005).
<http://www.aripaev.ee/uudised/2005/05/17/elage-kaua-ja-hasti> (05.03.2017)
- Human Mortality Database. University of California, Berkeley.
<http://www.mortality.org>
- Kindlustusseltside koondandmed. Finantsinspektsioon
<https://www.fi.ee/index.php?id=3271>
- Kindlustustegevuse seadus. Vastu võetud Riigikogus 10.06.2015. a – RT I, 07.07.2015, 1.
- Komisjoni delegeeritud määrus (EL) 2015/35, millega täiendatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi 2009/138/EÜ kindlustus- ja edasikindlustustegevuse alustamise ja jätkamise kohta (Solventsus II). 10.10.2014. – ELT.
- Lee, R. D., Carter, L. R. (1992). Modeling and Forecasting U.S. Mortality. – Journal of the American Statistical Association. Vol. 87, No. 419. London: Taylor&Francis, pp. 659 – 671.
<http://www.jstor.org/stable/2290201>
- Plat, R. (2009). Stochastic Portfolio Specific Mortality and the Quantification of Mortality Basis Risk. – *Insurance: Mathematics and Economics*. Vol. 45, Issue 1. Amsterdam: Elsevier, pp. 123 – 132.
<https://doi.org/10.1016/j.insmatheco.2009.05.002>
- Risk-Free Interest Rate Term Structures. EIOPA.
<https://eiopa.europa.eu/regulation-supervision/insurance/solvency-ii-technical-information/risk-free-interest-rate-term-structures> (29.04.2017)
- Richards, S. J., Currie, I. D., Ritchie, G. P. (2012). Value at Risk Framework for Longevity Risk. – *Discussion paper*. Edinburgh, pp. 28.
<https://doi.org/10.1017/S1357321712000451>
- Richards, S. J. (2017). What – and when – is a 1:200 event.
<https://www.longevity.co.uk/site/informationmatrix/whatandwhenisa1.200event.html> (23.04.2017)
- Rossa, A. (2011). Future Life-Tables Based on the Lee-Carter Methodology and Their Application to Calculating the Pension Annuities. – *Folia Oeconomica*. Nr. 250, pp.31 – 50.
<http://hdl.handle.net/11089/605>

- Sander, V. (2010). Solvency II: Illiquidity Premium. – *Insurance Updates*. March 2010, pp. 3-5.
<http://www.linklaters.com/Insights/Publication1386Newsletter/20100330/Pages/Liquiditypremium.aspx>
- Silverman, S., Simpson, P. (2011). Case Study: Modelling Longevity Risk for Solvency II. – *Research report*. Milliman, pp. 34
<http://www.milliman.com/uploadedFiles/Solutions/Products/modelling-longevity-risk.pdf>
- Solvency II – Life Insurance. (2016). Institute and Faculty of Actuaries. pp. 16.
<https://www.actuaries.org.uk/documents/solvency-ii-life-insurance>
- Solvency II Standard Formula and NAIC Risk-Based Capital. (2012). *Casualty Actuarial Society E-Forum*. Vol. 2. pp. 39.
https://web.actuaries.ie/sites/default/files/erm-resources/rbc_dcwprpt3.pdf
- Sprague, W. W. (2009). LCFIT: The Lee-Carter Fitter. University of California, Berkeley.
<http://lcf.it.demog.berkeley.edu>
- Statistika andmebaas. Statistikaamet.
<http://pub.stat.ee/px-web.2001/dialog/statfile2.asp>
- Stevens, R., De Waegenaere, A., Melenberg, B. (2009). Calculating Capital Requirements for Longevity Risk in Life Insurance Products Using an Internal Model in Line With Solvency II. Paris, pp. 45.
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1485385>
- Swedbank Life Insurance SE majandusaasta aruanne 2016. Swedbank.
https://www.swedbank.ee/static/pdf/about/finance/reports/SLI_2016_2.pdf
- Swedbank statistika: meeste juhtub rohkem traumasid kui naistega. (2016).
<https://www.swedbank.ee/private/home/more/newsandblog?20160506110200972&language=EST> (4.05.2017)
- The Solvency Capital Requirement (SCR). Solvency ii Association.
<http://www.solvency-capital-requirement.com> (23.04.2017)
- Wu, F. Q. (2015). Longevity Risk in Solvency II: Standard Formula and Internal Model Compared. Tilburg: Tilbur University , pp. 57.
<http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=140128>

LISAD

Lisa 1. Diskontomäärana kasutatud riskivabad intressimäärad

Aastaid tähtajani ($t=0$)	Likviidsuspreemiata	Likviidsuspreemiaga
1	-0,254%	0,116%
2	-0,275%	0,095%
3	-0,223%	0,147%
4	-0,135%	0,235%
5	-0,023%	0,347%
6	0,099%	0,469%
7	0,224%	0,594%
8	0,351%	0,721%
9	0,470%	0,840%
10	0,580%	0,950%
11	0,680%	1,050%
12	0,771%	1,141%
13	0,854%	1,224%
14	0,923%	1,293%
15	0,977%	1,347%
16	1,014%	1,384%
17	1,043%	1,413%
18	1,071%	1,441%
19	1,104%	1,474%
20	1,145%	1,515%
21	1,196%	1,566%
22	1,254%	1,624%
23	1,318%	1,688%
24	1,384%	1,754%
25	1,451%	1,821%
26	1,519%	1,889%
27	1,586%	1,586%
28	1,653%	1,653%
29	1,718%	1,718%
30	1,781%	1,781%
31	1,843%	1,843%
32	1,903%	1,903%
33	1,960%	1,960%
34	2,016%	2,016%
35	2,070%	2,070%
36	2,121%	2,121%
37	2,171%	2,171%

Lisa 1 järg

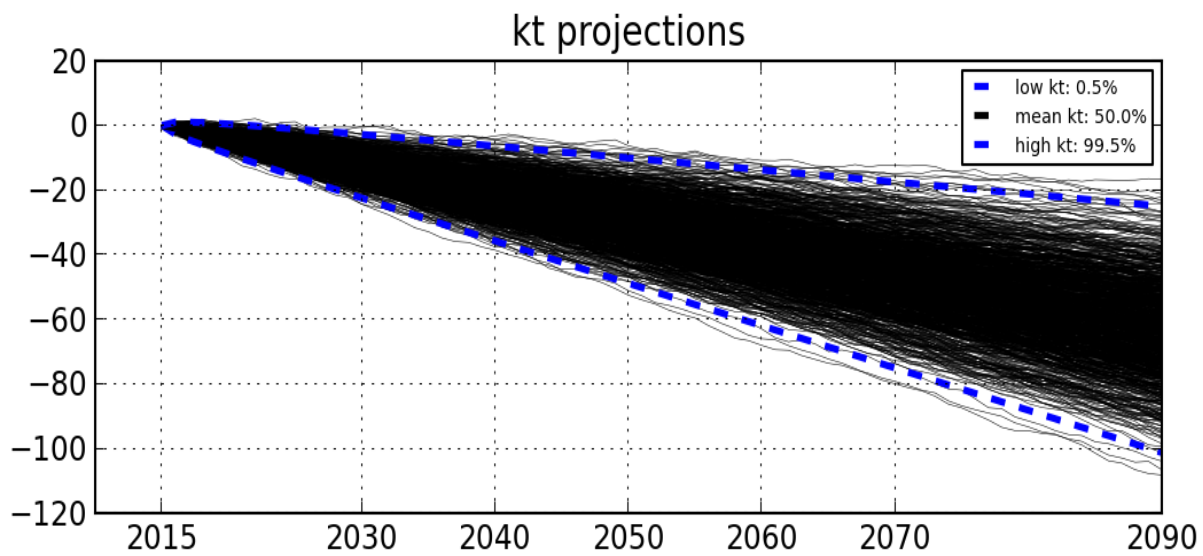
Aastaid tähtajani ($t=0$)	Likviidsuspreemiata	Likviidsuspreemiaga
38	2,219%	2,219%
39	2,265%	2,265%
40	2,309%	2,309%
41	2,352%	2,352%
42	2,393%	2,393%
43	2,432%	2,432%
44	2,470%	2,470%
45	2,506%	2,506%
46	2,541%	2,541%
47	2,575%	2,575%
48	2,608%	2,608%
49	2,639%	2,639%
50	2,669%	2,669%
51	2,698%	2,698%
52	2,726%	2,726%
53	2,753%	2,753%
54	2,779%	2,779%
55	2,805%	2,805%
56	2,829%	2,829%
57	2,853%	2,853%
58	2,876%	2,876%
59	2,898%	2,898%
60	2,919%	2,919%
61	2,940%	2,940%
62	2,960%	2,960%
63	2,979%	2,979%
64	2,998%	2,998%
65	3,016%	3,016%
66	3,034%	3,034%
67	3,051%	3,051%
68	3,068%	3,068%
69	3,084%	3,084%
70	3,100%	3,100%
71	3,116%	3,116%
72	3,131%	3,131%
73	3,145%	3,145%
74	3,159%	3,159%
75	3,173%	3,173%
76	3,187%	3,187%
77	3,200%	3,200%
78	3,212%	3,212%

Lisa 1 järg

Aastaid tähtajani ($t=0$)	Likviidsuspreemiata	Likviidsuspreemiaga
79	3,225%	3,225%
80	3,237%	3,237%
81	3,249%	3,249%
82	3,260%	3,260%
83	3,272%	3,272%
84	3,283%	3,283%
85	3,293%	3,293%

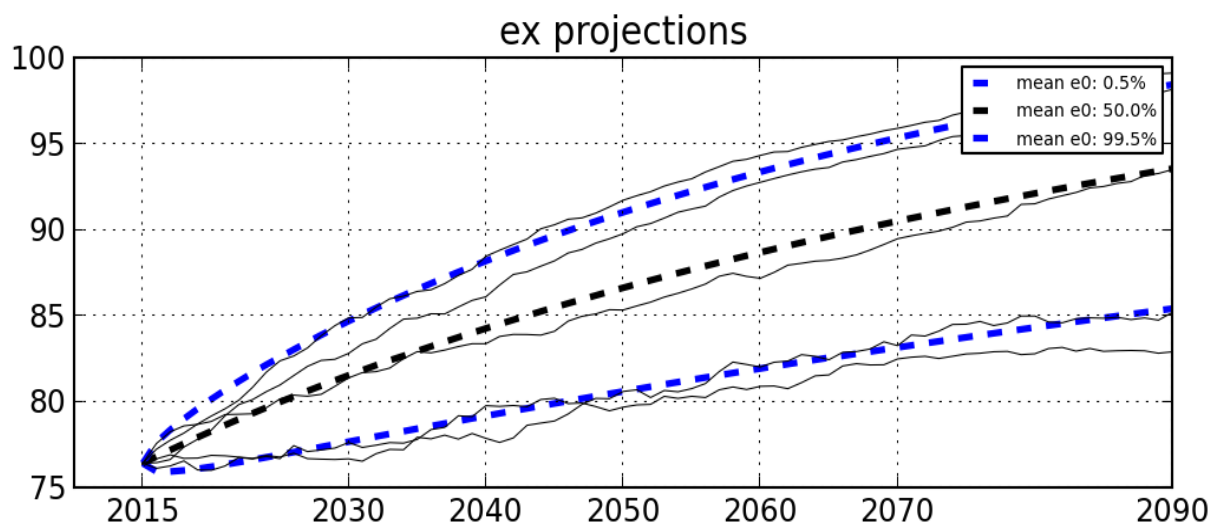
Allikas: Risk-Free Interest Rate Term Structures

Lisa 2. Lee-Carteri mudeli stohhastiliselt genereeritud k_t väärtused



Allikas: Sprague, W. W. (2009). LCFIT: The Lee-Carter Fitter

Lisa 3. Prognoositud oodatav eluiga sünnimomendil



Allikas: Sprague, W. W. (2009). LCFIT: The Lee-Carter Fitter