

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS

Magistro darbas

Mokumas II. Dalinis vidinis modelis

Solvency II. Partial Internal Model

Rokas Baltrėnas

VILNIUS 2016

MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
MATEMATINĖS ANALIZĖS KATEDRA

Darbo vadovas doc. dr. Gintaras Bakštys

Darbo recenzentas Aldona Skučaitė

Darbas apgintas 2016 m. sausio 14 d.

Darbas įvertintas _____

Registravimo NR. _____

2016-01-04 _____

Mokumas II. Dalinis vidinis modelis

Anotacija

Viena svarbiausių draudimo įmonės charakteristikų yra jos mokumas. Pakankamas mokumas užtikrina kompanijos ilgalaikės veiklos vykdymą ir būtiną draudėjų apsaugą. Nauja mokumo vertinimo sistema (Mokumas II) įsigaliojo visoje ES 2016 m. sausio 1 d. Ji paremta įvairių rizikos modulių vertinimu, todėl daug geriau atspindi realią įmonės mokumo būklę. Pagal Mokumas II, skaičiuojant draudimo įmonės mokumo kapitalo reikalavimą (SCR) galima naudoti: standartinę formulę, vidinį modelį, dalinį vidinį modelį ir standartinę formulę. Mūsų darbo tikslas – sukurti tiesinę regresinę lygtį mokumo kapitalo reikalavimui. Šiam tikslui pasiekti modeliuojame gyvybės draudimo įmonę, kuri platina investicinį gyvybės draudimo produktą. Remdamiesi daliniu vidiniu modeliu ir standartine formule įvertinome įmonės mokumo kapitalo reikalavimą pagal Mokumas II standartus ir jam sukūrėme regresinį modelį. Atlikto tyrimo rezultatai parodė, kad sukurtas regresinis modelis tiksliai aprašo tik vidutinį mokumo kapitalo reikalavimą. Norint sukurti regresinę lygtį, kuri tiksliau aprašytų kiekvieną SCR realizaciją, reikėtų detalesnio įmonės modelio.

Raktiniai žodžiai : Mokumas II, techniniai atidėjiniai, rizikos marža, geriausias įvertis, mokumo kapitalo reikalavimas, minimalus kapitalo reikalavimas, investicinis gyvybės draudimas, stresai nepalankiausiomis sąlygomis, nuosavos lėšos, standartinė formulė, dalinis vidinis modelis, regresinis modelis.

Solvency II. Partial Internal Model

Resume

Solvency is one of the most important characteristics of the insurance company. Sufficient solvency ratio ensures long-term performance of the company and the necessary protection of policyholders. The new solvency assessment framework (Solvency II) came into force across the EU on 1 January 2016. It is based on a variety of risk evaluation modules, so it better reflects the real state of the company's solvency. Under the Solvency II insurance company's solvency capital requirement (*SCR*) can be calculated in several ways by using the standard formula, internal models or partial internal model and the standard formula. Our goal was to create a linear regression equation for the solvency capital requirement. To achieve this, we simulated life insurance company which distributes unit-linked insurance product. By using partial internal model and the standard formula we evaluated company's solvency capital requirement under Solvency II standards and created a regression model. Results of our studies showed that the developed regression model precisely describes only the average solvency capital requirement. To create a regression equation which accurately describes each realization of *SCR* is necessary more detailed business model.

Key words : Solvency II, technical provision, risk margin, best estimate, solvency capital requirement (SCR), minimum capital requirement (MCR), unit-linked, stress and scenario testing, own funds, standard formula, partial internal model, regression model.

Turinys

1	Įvadas	4
2	Istorinė apžvalga	6
2.1	Mokumo sąvoka	6
2.2	Mokumas 0	7
2.3	Mokumas I	8
2.4	EIOPA	9
2.5	Mokumas II	10
3	Kompanija	12
3.1	Aprašymas	12
3.2	Draudimo produktas	12
3.3	Modelio parametrų parinkimas	14
4	Mokumas II	22
4.1	Balansas	22
4.2	Nuosavos lėšos	23
4.3	Techniniai atidėjiniai	24
4.4	Rizikos marža	25
4.5	Mokumo kapitalo reikalavimas (<i>SCR</i>)	26
4.6	Minimalaus kapitalo reikalavimas (<i>MCR</i>)	28
4.7	Standartinė formulė ir vidinis modelis	28
5	Draudimo įmonės modelis	30
5.1	Sutarčių portfelis ir modelio parametrai	30
5.2	Funkcijos	31
5.3	Stresai nepalankiausiomis sąlygomis	32
6	SCR aproksimavimas	36
6.1	Mažiausių kvadratų metodas daugianariams	36
6.2	Skaičiavimai	37
7	Išvados	41
8	Priedai	44

1 Įvadas

Gyvybės draudimo rinka Lietuvoje kiekvienais metais auga, todėl ši sritis tampa aktuali daugumai apie ateitį galvojančių žmonių. Gyvybės draudimas reikalingas norint gauti būsto paskolą, siekiant apsaugoti šeimą nuo galimų nelaimių ar tiesiog stengiantis sutaupyti nenumatytiems gyvenimo atvejams. Dėl visų šių priežasčių potencialūs ar esami klientai turi žinoti apie svarbiausius draudimo rinką veikiančius veiksnius, įstatymų pasikeitimus, naujus priežiūros reikalavimus. Tokie pokyčiai tiesiogiai ar netiesiogiai veikia draudimo įmonių veiklą, strategiją, platinamus produktus, o tai vėliau paveikia ir klientus. Puikus tokių pokyčių pavyzdys gali būti 2012 m. gruodžio 21 d. patvirtintas įstatymas, kuris draudžia atsižvelgti į apdraustojo lytį, sudarant gyvybės draudimo sutartį. Niekam ne paslaptis, kad vyrai priklauso didesnės rizikos grupei, nei moterys. Todėl moterys, žinodamos apie tokius draudimo rinkoje planuojamus pokyčius galėjo spėti pigiau apsidrausti, o vyrai priešingai - turėjo palaukti vienodų draudimo rizikų tarifų ir taip sutaupyti.

2016 m. sausio 1 d. visoje ES įsigaliojo didžiausias ir draudimo rinkai svarbiausias pastarojo dešimtmečio projektas - nauja mokumo vertinimo sistema Mokumas II. Ši sistema iš esmės skiriasi nuo iki šiol galiojusios Mokumas I, kurioje mokumo kapitalo skaičiavimai priklauso tik nuo veiklos apimties. Mokumas II vertindamas mokumo kapitalo reikalavimą (*SCR*) atsižvelgia į žymiai platesnį rizikų spektrą: rinkos, sveikatos, išpareigojimų nevykdymo, gyvybės, ne gyvybės, nematerialaus turto, operacinę rizikas. Tai yra pagrindiniai rizikos moduliai, kurie dar išskaidyti į smulkesnius rizikų submodulius. Kiekvieno iš jų įvertinimas - sudėtingas uždavinys. Rizikų vertinimas remiasi vienu iš trijų galimų variantų: standartinė formule, vidiniu modeliu, daliniu vidiniu modeliu ir standartine formule. Mokumas II įgyvendinimas reikalauja žmogiškųjų išteklių. Dėl šios sistemos sudėtingumo reikalingos specifinės žinios, todėl Mokumas II atsiradimas sukūrė daug darbo vietų aktuarinį išsilavinimą turintiems specialistams.

Baigiamojo magistro darbo tikslas - sukurti tiesinę kelių kintamųjų regresinę lygtį mokumo kapitalo reikalavimui skaičiuoti. Jeigu pavyktų sukurti pakankamai tikslų modelį, jis smarkiai sumažintų žmogiškuosius ir techninius išteklius, skirtus *SCR* skaičiavimui. Toks rezultatas vertingiausias būtų mažoms įmonėms, kurios santykinai nedidelę mokumo kapitalo paklaidą noriai iškeistų į sumažintas sąnaudas. Tuo tarpu didelės draudimo kompanijos jau dabar investuoja pinigus į vidinio modelio kūrimą, kuris padėtų kaip galima tiksliau nustatyti įmonės būklę ir sumažinti mokumo kapitalo reikalavimą. Savo darbo tikslui pasiekti turime sukurti hipotetinę gyvybės draudimo įmonę, kuri platina tik investicinį gyvybės

draudimą. Įmonės rizikoms vertinti naudosime dalinį vidinį modelį ir standartinę formulę. Modeliuojant draudimo kompaniją remsimės Lietuvos Banko pateikiama Lietuvos draudimo rinkos statistika ir aktuarine praktika. Įgyvendinus visus būtinus draudimo įmonės procesus, modeliuosime ją trejiems metams į priekį. Kiekvienų metų gale formuosime techninius atidėjinius, sudarysime įmonės balansą, įvertinsime sutarčių portfelio pasikeitimą, atliksime stresus nepalankiausiomis sąlygomis, modeliuosime ateinančių laikotarpių pinigų srautus ir skaičiuosime mokumo kapitalo reikalavimą pagal Mokumas II standartus. Visi šie skaičiavimai skirti užtikrinti kompanijos ilgalaikės veiklos vykdymą ir būtiną draudėjų apsaugą. Gautus rezultatus naudosime regresinio modelio kūrimui.

Regresinis modelis skirtas *SCR* aproksimavimui turi priklausyti nuo paprastai randamų arba jau žinomų dydžių. Mūsų kuriamo modelio kintamieji yra draudimo sumos, visos pasirašytos įmokos ir techniniai atidėjiniai. Turėdami 1 000 draudimo įmonės modelio realizacijų, taikėme mažiausių kvadratų metodą daugianariams. Šis metodas padėjo įvertinti koeficientus prie jau žinomų dydžių ir sukurti norimą regresinę lygtį. Gauti rezultatai parodė, kad sukurtas regresinis modelis tiksliai aprašo tik vidutinį mokumo kapitalo reikalavimą. Tačiau praktikoje vidutinis įvertis netinka, nes mokumo kapitalo reikalavimo svyravimai priklauso nuo daugybės faktorių. Kita vertus, savo darbe pavyko gauti atsargų *SCR* įvertį, kuris skirtas ateinančių metų prognozei. Toks įvertis galėtų būti naudingas įmonių preliminariems ateinančių metų planavimams. Be to, jis legvai skaičiuojamas, kadangi visą reikalingą informaciją įmonė turėtų be jokių papildomų skaičiavimų.

Savo darbe pateiksime trumpą istorinę mokumo sampratos vystymosi apžvalgą, apžvelgsime Mokumas II sistemos pagrindus ir pagrindinius skirtumas nuo Mokumas I. Toliau aprašysime hipotetinės gyvybės draudimo įmonės produktą, priimtas prielaidas, nustatytus atskaitymus, naudojamus parametrus bei portfelio sudėtį. Detaliai aptarsime pagrindinius Mokumas II rodiklius, reikalavimus ir procesus. Turėdami pakankamai teorinių žinių, apžvelgsime sukurtą įmonės modelį ir atliktus stresus nepalankiausiomis sąlygomis. Galiausiai, gautus rezultatus panaudosime tiesinės regresinės lygties, skirtos *SCR* įverčiui gauti, sukūrimui.

2 Istorinė apžvalga

2.1 Mokumo sąvoka

Mokumo sąvokos apibrėžimas, skaičiavimo metodai ir interpretacija bėgant metams keitėsi ir tobulėjo, tačiau jo svarba draudimo įmonėms ir visai finansų rinkai išliko tokia pat didžiulė. Šio rodiklio atsiradimo priežastis labai paprasta - draudimo kompanijos privalėjo turėti atsarginį kapitalą siekiant apsaugoti draudėjus, išsaugoti savo verslą ir užtikrinti rinkos stabilumą, įvykus nenumatytiems įvykiams. Šis papildomas rezervas įsipareigojimams dengti vadinamas mokumo atsarga (angl. *solvency margin*). Norėdami užtikrinti skaidrumą ir konkurencingumą draudimo rinkoje, mokumo atsargą stebėjo ir vertino šalies priežiūros tarnybos. Pirmoji mokumo sąvoka suformuota Suomijoje 1952 m. T. Pentikäinen: mokumo atsarga (SM) yra turto (A) ir įsipareigojimų (L) skirtumas:

$$SM = A - L$$

Jei šį apibrėžimą papildysime sąlyga, jog turtas turi būti geros kokybės, gausime turimo mokumo atsargos (angl. *available solvency capital*) apibrėžimą. 1967 m. T. Pentikäinen pateikė du požiūrius apie šios sąvokos suvokimą:

- Iš bendrovės valdymo pusės: turi būti užtikrintas įmonės funkcijų ir egzistavimo tęstinumas.
- Iš priežiūros institucijų pusės: tiek ieškovų, tiek draudėjų nauda turi būti apsaugota.

Pirmuoju atveju – siekiama užtikrinti tolimesnę draudiko egzistenciją, o antrasis požiūris apibrėžia draudiko gebėjimą įvykdyti savo įsipareigojimus trumpam periodui, pvz. vieneriems metams. Ši mokumo samprata išliko iki 2002 m., kuomet Tarptautinė draudimo priežiūros institucijų asociacija pateikė naują apibrėžimą: "Draudimo įmonė yra moki, jei ji gali įvykdyti savo įsipareigojimus pagal visas sutartis ir jose numatytas aplinkybes". Po metų, 2003 m. naujasis apibrėžimas buvo papildytas: "Mokumas - tai draudimo įmonės gebėjimas įvykdyti savo įsipareigojimus pagal visas sutartis bet kuriuo metu".

Mokumo atsargos samprata keitėsi ir kartu su Europos Sąjungos direktyvomis. Iš pradžių mokumo atsarga buvo vertinama kaip papildomas rezervas. Pirmoje ne gyvybės draudimo direktyvoje 1973 m. sakoma: „Draudimo įmonė privalo, nepaisant pakankamo dydžio techninių rezervų, skirtų padengti rizikos prisiėmimo įsipareigojimus, turėti papildomą rezervą, vadinamą mokumo atsarga, kurį sudaro laisvas turtas, kad galėtų iš anksto pasiruošti galimiems verslo svyravimams.“ Analogiška mokumo atsargos sąvoka buvo suformuota ir pirmoje gyvybės draudimo direktyvoje 1979 m. Trečioje ne gyvybės draudimo direktyvoje,

išleistoje 1992 m., dėmesys skiriamas visos veiklos mokumo atsargai, kas nebuvo aptarta pirmoje direktyvoje: „kiekviena draudimo įmonė privalo turėti pakankamą mokumo atsargą visai savo vykdomai veiklai. Mokumo atsarga atitinka įmonės turtą, nesuvaržytą jokiais galimais įsipareigojimais, atėmus visą nematerialų turtą.“ Pagal Mokumas I gyvybės ir ne gyvybės draudimo direktyvose 2002 m. nurodoma, kad reikalavimas, jog draudimo įmonės, neskaitant techninių atidėjinių, turėtų mokumo atsargą, kuri sušvelnina nepalankius verslo svyravimus, yra svarbus riziką ribojančios priežiūros sistemos, skirtos apsaugoti apdrausuosius ir draudėjus, elementas. Svarbu paminėti, kad apibrėžiamose sąvokose priimama prielaida, jog įmonės veiklą vykdys neribotą laiką.

Taigi mokumo atsarga yra kapitalo rezervas, sudarytas iš laisvo turto, kuris padengia įsipareigojimus. Rezervas turi būti teigiamas ir sudarytas iš geros kokybės turto, o jo santykinis dydis priklauso nuo laiko horizonto.

2.2 Mokumas 0

Taip galėtume pavadinti mokumo suvokimo laikotarpį iki atsirandant sistemai Mokumas I. Pirmoji gyvybės draudimo direktyva (1979 m.) ir pirmoji ne gyvybės direktyva (1973 m.) gali būti laikomos atskaitos tašku, kuriant oficialų mokumo reikalavimų rinkinį, kurį įmonės privalėjo įgyvendinti laisvoje rinkoje. Mokumo vertinimas buvo paremtas paprastais faktoriais ir formulėmis, tačiau ankstyvosios mokumo taisyklės buvo reikšmingas atspirties taškas visoje draudimo reguliavimo sistemoje. Minimali mokumo atsarga (dažnai dar vadinama būtinaja mokumo atsarga) buvo lygi dviejų rodiklių sumai:

- Pirmasis susijęs su matematiniu atidėjiniu (investicinė rizika)
- Antrasis susijęs su draudėjo nešama investavimo rizika (techninė rizika)

Taip pat buvo nustatytas garantinis fondas, bei skaičiuojamas minimalus garantinis fondas:

A. Minimali mokumo atsarga (angl. *Minimum Solvency Margin, MSM*):

$$MSM = 4\% \text{ matematinio rezervo} + 0.3\% \text{ teigiamo rizikos kapitalo}$$

B. Garantinis fondas = 800.000 ECU (1979 m.)

C. Minimalus garantinis fondas = $\max\{\frac{1}{3}A; B\}$

Bazinė minimalios mokumo atsargos formulė buvo taikoma viso gyvenimo draudimo anuitetui, o 4% grindžiami tuo, kad nuostolių santykis ($\frac{\text{nuostoliai}}{\text{techniniai atidėjiniai}}$) yra pasiskirstęs pagal Pirsono skirstinį ir patenką į 95% pasikliautinąjį intervalą.

Nors šie rodikliai buvo lengvai apskaičiuojami, interpretuojami ir administruojami, jie negalėjo tiksliai įvertinti rizikos, prisitaikyti prie sudėtingesnės rinkos bei didėjančių klientų apsaugos poreikių, o ir pats turto vertinimas nebuvo visiškai suderintas. Dėl visų šios mokumo tvarkos trūkumų 1997 m. buvo išleista Müller ataskaita ko pasakoje atsirado Mokumas I. Müller ataskaitoje pateikiamos pagrindinės išvados peržvelgus iki tol galiojusias draudimo įmonių reguliavimo nuostatas. Tai buvo kaip orientyras į perėjimą prie naujos draudimo rinkos kontroliavimo sistemos Mokumas I, kuris Europos sąjungoje įsitvirtino 2002 m.

2.3 Mokumas I

Mokumas I pradžia galime laikyti Müller ataskaitą, kurioje galiojusi mokumo vertinimo sistema įvertinta patenkinamai, tačiau pateikti šie pasiūlymai:

- Minimalus garantinis fondas turėtų būti reguliariai peržiūrimas ir atnaujinamas kas 5 metus reguliariai
- Minimalus kapitalo reikalavimas buvo padidintas iki 3 mln. EUR
- Turi būti reguliuojama ne tik minimali mokumo atsarga, bet ir metodas bei minimalus garantinis fondas
- Rizikos turi būti klasifikuojamos:
 - o Techninė rizika (nepakankamos įmokos, mirtingumas, sergamumas, palūkanų norma – visos rizikos, kurios gali paveikti nutraukimo kainą, perdraudimą ir t.t.)
 - o Investicinė rizika (nusidėvėjimas, likvidumas, palūkanų norma įskaitant reinvesticijas ir t.t.)
- Ne techninė rizika (valdymas, trečios šalies kredito riziką, taisyklės ir t.t.)

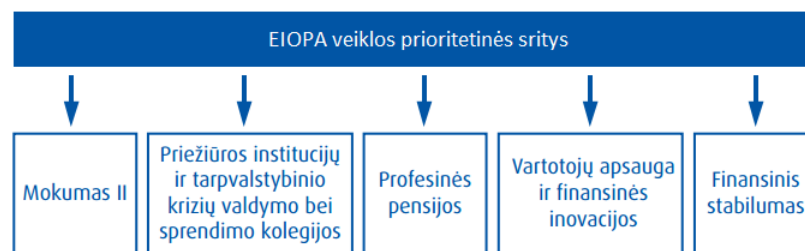
Mokumas I normų įvedimas padėjo suteikti geresnę apsaugą draudėjams:

- Mokumo reikalavimai turėjo būti tenkinami visada (ne tik balanso sudarymo dieną)
- Padidintas sveikatos draudimo kapitalo rezervas
- Reikalaujama papildoma mokumo atsarga investicinėms gyvybės draudimo sutartims (draudikas investavimo rizikos neprisiima), kur valdymo išlaidų paskirstymas nebuvo įvertintas daugiau nei 5 metams.

Verta paminėti, kad Mokumas I leido valstybėms narėms taikyti ir griežtesnius, nei nurodyta direktyvose, reikalavimus. Šie ir kiti sistemos pakeitimai padėjo ženkliai pagerinti įmonės mokumo vertinimą, užtikrino draudėjų ir draudikų interesus, tačiau išliko gan paprastas ir lengvai valdomas procesas.

2.4 EIOPA

Naujos draudimo įmonių mokumo sistemos sukūrimui, Europos komisijos sprendimu, 2003 m. lapkričio 5 d., buvo įkurtas Europos draudimo ir profesinių pensijų priežiūros institucijų komitetas (angl. *Committee of European Insurance and Occupational Pensions Supervisors, EIOPS*). Jo tikslas buvo konsultuoti Europos Komisiją, rengiant įgyvendinimo priemones priimtoms draudimo ir profesinių pensijų direktyvoms, prisidėti prie nuoseklaus ES teisės aktų įgyvendinimo valstybėse narėse ir gerinti bendradarbiavimą tarp priežiūros institucijų, įskaitant keitimąsi informacija apie prižiūrimas įmones. Nuo 2011 m. sausio 1 d. CEIOPS pakeitė Europos draudimo ir profesinių pensijų institucija (angl. *European Insurance and Occupational Pensions Authority, EIOPA*). EIOPA pareigas sudaro visos ES finansų sistemos stabilumo palaikymas, rinkų ir finansinių produktų skaidrumo rėmimas. Taip pat draudėjų, pensijų sistemų narių ir naudos gavėjų, kaip vartotojų, apsauga.



1 pav.: EIOPA veiklos prioritetinės sritys

Vienas pagrindinių 2011 m. EIOPA veiklos rezultatų buvo penktojo kiekybinio poveikio tyrimo (QIS5) ataskaita, kurioje išsamiai apibendrinamas įgyvendinimo priemonių, parengtų Mokumas II reguliavimo sistemai, galimas poveikis. QIS5 buvo ambicingiausias ir išsamiausias poveikio tyrimas iš visų finansų sektoriuje atliktų tyrimų. Jame tiesiogiai dalyvavo daugiau nei 2500 subjektų ir 100 priežiūros institucijų iš valstybių narių, kurie kartu su EDPPI dirbo beveik visus metus.

2012 m. EIOPA aktyviai rengė nuostatas, padėsiančias įgyvendinti sistemą Mokumas II, o nacionalinėms priežiūros institucijoms ir draudikams – pasirengti laikytis naujos tvarkos.

2015 m. draudimo įmonėms buvo pereinamasis laikotarpis nuo Mokumas I prie Mokumas II. Tai reiškia, kad draudikai privalėjo mokumą skaičiuoti pagal abi sistemas. Šie metai buvo skirti kompanijoms įsidiesti visus reikalingus procesus, skaičiavimo metodikas, išbandyti ataskaitų teikimo įrankius ir pilnai pasiruošti ateinančiai Mokumas II sistemai, kuri įsigalioja ES 2016 m. sausio 1 d.

2.5 Mokumas II

Mokumas II - tai Europos Parlamento ir Tarybos direktyva dėl draudimo ir perdraudimo veiklos pradėjimo ir jos vykdymo, kuri turi būti įgyvendinama visose 28 valstybėse narėse, įskaitant Jungtinę Karalystę. Direktyva pristato naują, suderintą ES mastu, draudimo reglamentavimo tvarką. Mokumas II yra rizikai jautri draudimo įmonių finansinio stabilumo matavimo sistema, kuri užtikrins geresnę apsaugą draudėjams bei stabilumą ir skaidrumą finansų rinkose. Pagrindiniai Mokumas II tikslai yra:

- Užtikrinti geresnę draudėjų apsaugą visoje ES, didinti pasitikėjimą draudikų produktais
- Atnaujinti priežiūrą: pagrindinis dėmesys skiriamas rizikos modeliams ir rizikos valdymo sistemų kokybei
 - Gilesnė ES rinkos integracija
 - Didesnis ES draudikų tarptautinis konkurencingumas.

Pagrindiniai Mokumas I ir Mokumas II skirtumai:

- Mokumas I vertina tik draudimo riziką, kai tuo tarpu Mokumas II apima draudimo, rinkos, kredito, operacinę rizikas, kurios dar skaidomos į smulkesnes sudedamąsias rizikas
 - Būtinoji mokumo atsarga pakeista minimalaus kapitalo reikalavimu (MCR^1) ir nustatyta minimali riba - 2 mln. €
 - MCR turi būti skaičiuojamas bent kartą per ketvirtį ir pateiktas priežiūros institucijoms
 - Pradėtas skaičiuoti mokumo kapitalo reikalavimas (SCR^2)
 - SCR gali būti skaičiuojamas naudojant standartinę formulę arba vidinį modelį.

Mokumas II struktūra buvo sugalvota remiantis galiojančia bankų reguliavimo sistema „Basel II“ ir sudaryta iš trijų pakopų (2 pav.):

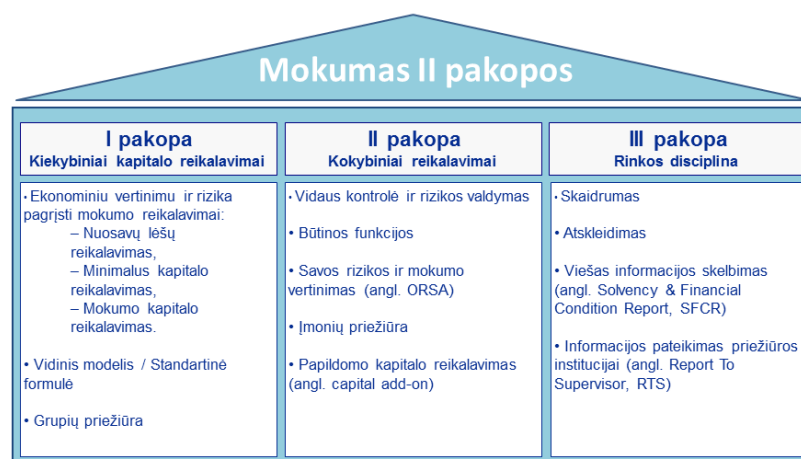
Pirmoji pakopa apima kiekybinius reikalavimus: privalomų rodiklių skaičiavimas ir vertinimas.

Antroji pakopa skirta kokybiniams reikalavimams: rizikos valdymui, vidinių procesų kontrolei, scenarijų nepalankiausiomis sąlygomis vykdymui ir veiksmų plano, esant tokioms sąlygoms, sukūrimui.

Trečioji pakopa skirta duomenų atskleidimui ir ataskaitų teikimui. Informacija apie įmonės kiekybinius bei kokybinius rodiklius, kaip ir seniau, bus atskleidžiama priežiūros ins-

¹Žiūrėti skyrelį "Minimalaus kapitalo reikalavimas (MCR)"

²Žiūrėti skyrelį "Mokumo kapitalo reikalavimas (SCR)"



2 pav.: Pagrindinės Mokumas II pakopos

titucijoms. Atsiranda naujas reikalavimas - metinis viešas pranešimas apie įmonės veiklos rezultatus.

Mokumas II yra įgyvendinamas kaip ES teisės aktas. Nuo 2001 m. ES siekė paveikti finansinių paslaugų teisės aktus per standartinę sistemą, vadinamą Lamfalussy procesu, kuris turi keturis lygius:

1 lygis. Pirminiai teisės aktai.

Bendrieji direktyvos principai apibrėžiami teisės akte "Direktyva dėl pradėjimo ir vykdymo draudimo ir perdraudimo veiklos". Šis dokumentas pakeis ES galiojančias 14 draudimo ir perdraudimo direktyvų. Jis turi būti perkeltas į nacionalinę teisę kiekvienoje iš 28 valstybių narių.

2 lygis. Įgyvendinimo priemonės.

Mokumas II nurodytos įgyvendinimo priemonės nustato išsamius reikalavimus, kuriuos draudikas turi atitikti. Jie yra išdėstyti deleguotame reglamente paskelbtame 2015 m. sausio mėnesį. Tai turi tiesioginį poveikį ES valstybių narėms, todėl šie reikalavimai neprivalo būti perkelti į nacionalinius teisės aktus.

3 lygis. Gairės.

Gairės yra viena iš priemonių suvienodinti priežiūros institucijų vertinimą. Jos nebus privalomos, tačiau leis suderinti priežiūros tarnybų rezultatus bei sprendimus. Siekdama padėti nacionalinėms priežiūros institucijoms EIOPA išleido gaires bei rekomendacijas, kaip įgyvendinti Mokumas II integraciją.

4 lygis. Priežiūra po įgyvendinimo.

Po įgyvendinimo termino, Europos Komisija yra atsakinga už tai, kad valstybės narės laikytųsi teisės aktų, kitu atveju gali būti imtasi atitinkamų veiksmų.

3 Kompanija

3.1 Aprašymas

Turime virtualią gyvybės draudimo įmonę Eksponta, kuri savo veiklą vykdo Lietuvos Respublikoje. Įmonės vadovas – Rokas Baltrėnas, adresas - Konstitucijos pr. 3, LT-09308 Vilnius, įmonės kodas 123456789, įmonėje dirba 70 darbuotojų. Eksponta savo veiklą šalyje pradėjo 2015 m. rugsėjo 30 d. ir jau turi 5.000 draudimo sutarčių. Naujai pradėjusi veiklą įmonė dar neturi tokio didelio paslaugų portfelio kaip konkurentai ir siūlo tik vienos rūšies paslaugą – investicinį gyvybės draudimą. Ši draudimo rūšis pasirinkta neatsitiktinai. Lietuvoje, 2015 m. II ketv. duomenimis, net 70% gyvybės draudimo rinkos pagal pasirašytas įmokas užima būtent investicinis gyvybės draudimas. Įmonės Eksponta produktas yra populiarus dėl savo universalumo: juo galima ne tik turėti norimą apsaugą, bet ir sėkmingai investuoti ir taupyti savo pinigus. Taip pat, klientas gali laisvai pasirinkti draudimo įmokos dydį, sutarties laikotarpį, gyvybės draudimo sumą. Tačiau, įmonė nesuteikia draudėjams garantijų dėl gražos - visą investavimo riziką prisiima pats draudėjas. Konkurentai tokios paslaugos turėtojams suteikia galimybę individualiai pasirinkti įmokų mokėjimo periodiškumą, įvairius papildomus draudimus (nelaimingi atsitikimai, traumas, kritinės ligos, mirtis/invalidumas dėl nelaimingo atsitikimo, atleidimas nuo įmokų mokėjimo ir t.t.), įmokos indeksavimą, išmokos dydį ar kt.

3.2 Draudimo produktas

Išmoka. Eksponta siūlomas investicinis gyvybės draudimas neturi papildomų objektų, įmokos mokamos periodiškai kiekvieno mėnesio pradžioje ir nėra indeksuojamos. Tokios sutarties išmoka laikotarpio pabaigoje lygi draudimo liudijimo vertei, o mirties atveju išmokama pasirinkta gyvybės draudimo suma bei sukaupta vertė.

$$I = \begin{cases} DLV, & \text{jei } T_x > n \\ DS + DLV, & \text{jei } T_x \leq n \end{cases}$$

čia I – draudimo išmoka

DLV – draudimo liudijimo vertė

DS – draudimo suma

T_x – individo x išgyvenimo trukmė, pradedant skaičiuoti nuo poliso sudarymo dienos

n – draudimo sutarties laikotarpis

Draudimo įmokos ir draudimo sumos. Kaip jau minėjome anksčiau, visos įmokos mokamos mėnesio pradžioje. Iš sumokėtos įmokos draudimo kompanija nuskaičiuoja mirties rizikos ir kitus mokesčius. Likusi įmokos dalis yra investuojama. Norint pasiekti gerų investavimo rezultatų turime pasirinkti tokią draudimo sumą, kad nenukentėtų kaupimas. Todėl klientams, norintiems didesnės draudiminės apsaugos, yra siūloma mokėti didesnes draudimo įmokas. Turimo sutarčių portfelio minimali mėnesinė draudimo įmoka yra 30 €, o vidutinė įmoka - 115 €. Sudarant gyvybės draudimo sutartį, privaloma sąlyga – pasirinkti draudimo sumą. Nustatysime, kad draudimo sumos gali būti nuo 3.000 € iki 300.000 €. Šiuo metu turimo portfelio vidutinė draudimo suma 15.000 €.

Sutarčių galiojimo terminas. Investicinis gyvybės draudimas yra patrauklus Lietuvos Respublikos gyventojams ir dėl esamos mokesstinės aplinkos. Remiantis Lietuvos Respublikos gyventojų pajamų mokesčio įstatymo 17 str. 1 d. 11,12 p. Išlaikius draudimo sutartį bent 10 m. nėra taikomas gyventojų pajamų mokestis (GPM) sumai, viršijančiai sumokėtas įmokas, t.y. gautos pajamos iš investicinės grąžos nėra apmokestinamos. Taip pat, remiantis Lietuvos Respublikos gyventojų pajamų mokesčio įstatymo 17 str. 1 d. 10 p., jei sutartis išlaikyta bent 10 m. ir laikotarpio pabaigoje išmoką gauna asmuo, jaunesnis nei 26 m., tai galima pasinaudoti GPM lengvata ir susigrąžinti 15% nuo sumokėtų įmokų sumos. Dėl šios priežasties, nustatome minimalų sutarties terminą 10 m., maksimalų – 25 m., o turimo portfelio vidurkis – 13-14 m.

Amžius. Investicinis gyvybės draudimas skirtas asmenims nuo 18 m. iki 75 m.

Išlaidos. Mūsų produkto išlaidos bus trijų tipų: sutarties sudarymo, administravimo ir investavimo.

- Sutarties sudarymo išlaidos sudaro 1,7% per visą laikotarpį sumokėtų draudimo įmokų sumos. Tarsime, kad visa ši suma yra skiriama komisiniam atlyginimui išmokėti.

- Administravimo išlaidos. Jos skiriamos darbuotojų atlyginimams, biuro nuomai, išlaikymui, programinės įrangos atnaujinimams, įvairiems draudimo sutarčių dokumentams ir t.t. Jos sudaro 0,4% metinių draudimo įmokų sumos.

- Investavimo išlaidos. Jos lygios 1,5% visos investuojamos įmokos (atskaičius mirties rizikos ir sutarties administravimo mokesčius).

Nutraukimai. Nutraukimų rizika yra viena svarbiausių gyvybės draudimo rinkoje. Draudikas, sudarydamas gyvybės draudimo sutartį, turi investuoti (patiria sutarties sudarymo ir administravimo išlaidas) į draudėją. Tik praėjus tam tikram laikui draudimo įmonė padengia visas patirtas išlaidas ir pradeda gauti pelną, todėl greitai nutrūkstančios

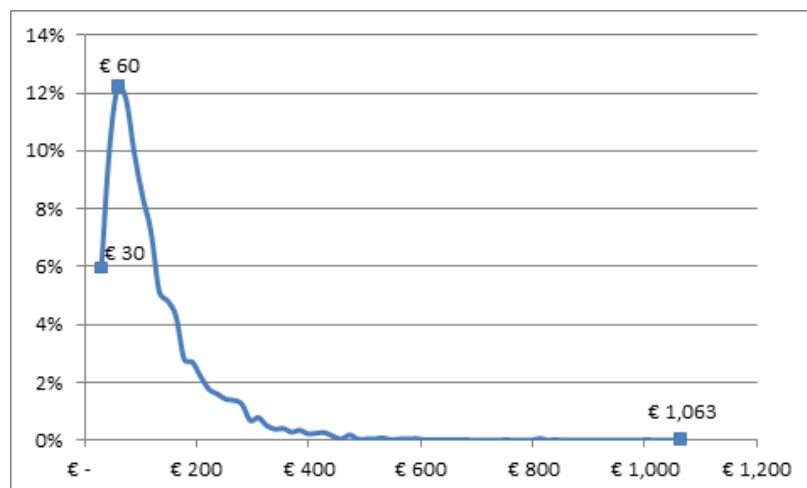
draudimo sutartys yra nuostolingos. Dėl šios priežasties atsiranda papildomas mokestis už sutarties nutraukimą anksčiau sutarto termino. Draudėjui yra išmokama išperkamoji suma, kuri yra mažesnė už sukauptą vertę. Mokestis už sutarties nutraukimą gali būti fiksuotas arba atitikti dalį sukaupto kapitalo; gali būti pastovus visą sutarties laikotarpį arba kisti priklausomai nuo sutarties išlaikymo. Eksponta įmonėje naudojamas mišrus sutarties nutraukimo mokestis: imama fiksuota suma ir dalis sukaupto kapitalo, nepriklausomai nuo sutarties išlaikymo. Nutraukus draudimo sutartį anksčiau laiko taikomas fiksuotas 15 € mokestis bei 2% nuo sukauptos draudimo liudijimo vertės.

Investavimas. Investicinio gyvybės draudimo esmė yra ne tik turėti norimas apsaugas, bet tuo pačiu kaupti ir taupyti ateičiai. Tai yra daroma per investicinius fondus, reguliariai įsigyjant investicinių fondų vienetus. Jie yra perkami už draudėjo mokamų įmokų dalį, kuri lieka atskaičius visus rizikos ir administravimo mokesčius. Investavimo riziką prisiima draudėjas, todėl įmonė savo kapitalu nerizikuoja. Žinoma, draudimo kompanijos siūlomos investavimo strategijos turi būti saugios, patikimos ir patrauklios investuotojams (draudėjams). Siekiant patenkinti įvairių klientų poreikius, draudimo įmonės siūlo nuo labai atsargių ir mažai pelningų pinigų rinkos ar vyriausybinių obligacijų fondų iki rizikingų ir galimai labai pelningų akcijų fondų. Taip pat kuriami fondų fondai, taip diversifikuojant riziką ir nustatant tam tikrus gražos svyravimo intervalus. Tarsime, kad Eksponta siūlys tik vieną fondą sudarytą iš vienos rūšies akcijų.

3.3 Modelio parametrų parinkimas

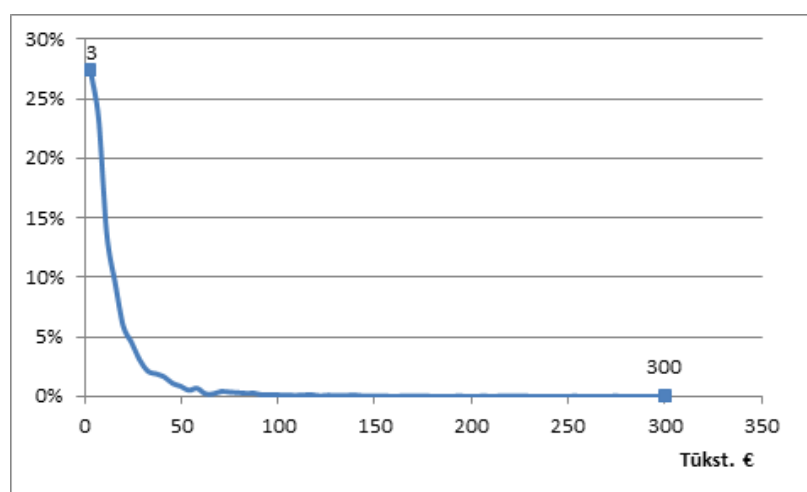
Visiems parametrų skaičiavimams ir modeliavimams naudosime Microsoft Office skaičiuoklių programinę įrangą Excel.

Draudimo įmokos ir draudimo sumos. Generuodami įmokas ir draudimo sumas, darome prielaidą, kad draudėjas, mokantis didesnę įmoką, norės pasirinkti ir didesnę draudimo sumą. Todėl abu dydžius generuos tas pats atsitiktinis dydis $X \sim U[0; 1]$. Dėl tos pačios priežasties abiejų parametrų skirstiniai bus vienodi – lognormalieji, tačiau su skirtingais parametrais. Draudimo įmokos pasiskirsčiusios pagal lognormalųjį dėsnį su vidurkiu 4,5 ir standartiniu nuokrypiu 0,7. Šie parametrai parinkti taip, kad įmokų vidurkis būtų 115 €. Šiam skirstiniui nustatoma apatinė riba – 30 € (3 pav.). Visos sumos, kurios sugeneruotos mažesnės už 30 €, buvo padidintos iki minimalios mėnesinės įmokos. Gauname tokį draudimo įmokų pasiskirstymą, su dažniausiai mokama suma 60 € ir didžiausia – 1.063 €:



3 pav.: Draudėjų mokamos mėnesinės draudimo įmokos

Kaip minėjome anksčiau, draudimo sumos taip pat generuojamos pagal lognormalųjį skirstinį su vidurkiu 2 ir standartiniu nuokrypiu 1,2. Gautos reikšmės yra apvalinamos iki sveikų skaičių, didinamos 1.000 kartų ir apribojamos mažiausia bei didžiausia leidžiama reikšmėmis – 3.000 € ir 300.000 € atitinkamai (4 pav.). Gauname tokį draudimo sumų pasiskirstymą, kai minimali draudimo suma pasikartoja dažniausiai, o maksimalios reikšmės pasirenkamos labai retai. Tokio portfelio vidutinė draudimo suma 15.000 €.

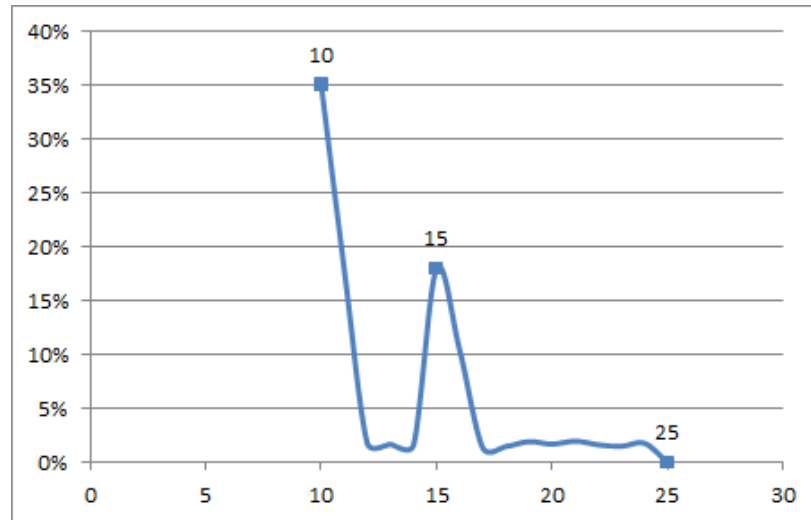


4 pav.: Draudėjų pasirinktos GD sumos

Sutarčių galiojimo terminas. Sutarties galiojimo laikotarpio skirstinį modeliuosime mišrų (5 pav.). Tai bus trijų skirstinių kombinacija, kurio:

- 50% sudarys pastumtas eksponentinis skirstinys su mažiausiu terminu 10 m.
- 25% sudarys pastumtas eksponentinis skirstinys su mažiausiu terminu 15 m.
- 25% sudarys tolygus skirstinys intervale [10;25]

Eksponentinių skirstinių parametrai λ_1, λ_2 parinkti taip, kad eksponentinis gesimas būtų pakankamai greitas ($\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda = 2$). Taip pat norima, kad sutarties terminas svyruotų nuo 10 m. iki 25 m., o vidutinis dydis būtų 13 m. – 14 m.



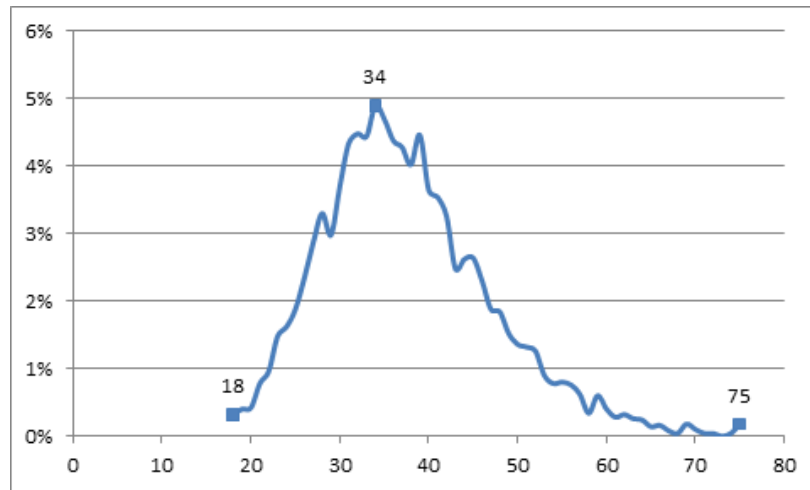
5 pav.: Draudimo sutarčių laikotarpio pasiskirstymas

Amžius. Pirmiausia nusistatykime draudėjo amžiaus intervalą. Konstruodami amžiaus pasiskirstymą, sudarant gyvybės draudimo sutartį, turime atsižvelgti į daromas mirtingumo prielaidas ir sutarties galiojimo terminą. Kaip matysime vėliau, mirtingumo lentelė sukonstruota taip, kad asmuo sulaukęs 89 m. per ateinančius metus numirs su tikimybe 1. Dėl šios priežasties

$$\text{draudėjo amžius} + \text{sutarties terminas} \leq 89$$

Žinodami, kad vidutinis sutarties terminas yra 13 m. – 14 m., modeliuosime draudėjo amžių iki 75 m. Draudėjo amžius pasiskirstęs pagal lognormalųjį skirstinį su vidurkiu 3,6 ir standartiniu nuokrypiu 0,25. Jeigu generuojant kliento amžių gaunamas skaičius < 18 m., tai jis yra prilyginamas 18 m., o jeigu generuojant kliento amžių gaunamas skaičius > 75 m., tai jis yra prilyginamas 75 m. Tokio portfelio klientų vidutinis amžius yra 37,6 m., o dažniausiai sutinkamas klientas yra 34 m. amžiaus (6 pav.).

Mirtingumas. Mirtingumas yra vienas svarbiausių draudimo įmonės parametru. Prielaidos apie gyventojų mirtingumą lemia ne tik draudimo įmokos dydį, bet ir ateities pinigų srautus, rezervų dydį, įmonės pelną. Todėl turime kuo tiksliau apsibrėžti mirties tikimybių lentelę. Kadangi Lietuvos draudimo rinka laikoma besivystančia, mirtingumo lentelių nėra



6 pav.: Draudėjų amžiaus pasiskirstymas sudarant GD sutartį

sudarę nei priežiūros institucijos, nei statistikos departamentas. Dėl to remsimės Pasaulio Sveikatos Organizacijos sudaryta, 1999 m. Lietuvos mirtingumo lentele³. Šiame šaltinyje atskirai pateikiamos vyrų ir moterų mirties tikimybės 5 m. intervaluose. 2012 m. gruodžio 21 d. Europos sąjungoje įsigaliojo Europos komisijos gairės, kuriomis remiantis yra draudžiama atsižvelgti į draudėjo lytį, sudarant gyvybės draudimo sutartį. Dėl šios priežasties, iš turimų vyrų ir moterų mirtingumo lentelių turime išskaičiuoti bendras mirties tikimybes. Remdamiesi Lietuvos statistikos departamento duomenimis, 46% Lietuvos gyventojų sudaro vyrai, o likę 54% - moterys. Todėl bendrą mirties tikimybę skaičiuojame taip:

$$q_x = 0.46q_x^V + 0.54q_x^M,$$

čia q_x yra x -amžiaus individo tikimybė numirti per ateinančius metus;

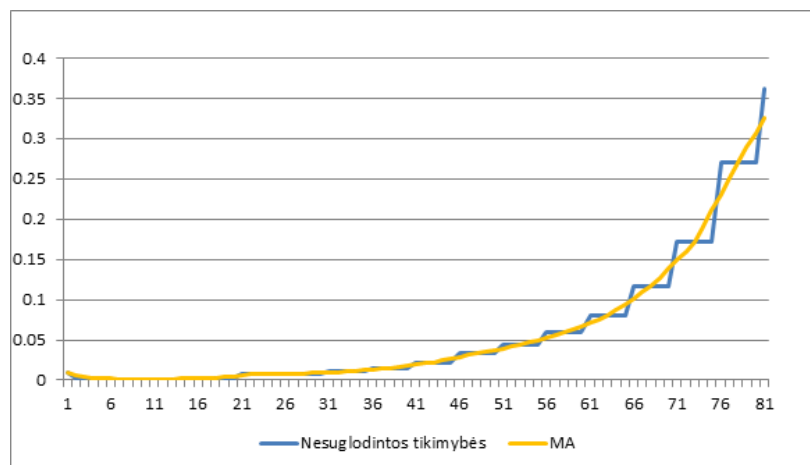
q_x^V – x -amžiaus vyro tikimybė numirti per ateinančius metus;

q_x^M – x -amžiaus moters tikimybė numirti per ateinančius metus;

Gauname neutralias lyčių atžvilgiu (angl. *gender neutral*) tikimybes 5 metų intervaluose. Tuomet turime išskaičiuoti gautas tikimybes kiekvieniems metams. Tą padarysime naudodami slenkančio vidurkio metodą. Norėdami įvertinti tikimybę \hat{q}_x , skaičiuosime aritmetinį vidurkį 5 artimiausių tikimybių, t.y. $\hat{q}_x = \frac{1}{5}(\hat{q}_{x-2} + \hat{q}_{x-1} + \hat{q}_x + \hat{q}_{x+1} + \hat{q}_{x+2})$. Atlikę suglodinimą, gauname geriausią mirtingumo tikimybių įvertį⁷.

Tai yra Lietuvos gyventojų mirties tikimybių įvertis. Draudimo įmonė prieš sudarydama gyvybės draudimo sutartį įvertina draudėjo sveikatos būklę, riziką susirgti ar numirti. Galimi atvejai, kai draudikas atsisako prisiimti riziką ir nesudaro su klientu draudimo sutarties.

³<http://www.who.int/healthinfo/paper09.pdf>



7 pav.: Mirties tikimybių suglodinimas

Taip yra atsirenkamos geresnės (angl. *selection*) rizikos. Dėl šios priežasties, įmokoms skaičiuoti naudosime atsargias (angl. *prudent*) mirties tikimybes, o modeliuodami mirčių procesą naudosime 10% sumažintas tikimybes, kurias vadinsime geriausio įverčio (angl. *best estimate*) tikimybėmis.

Išlaidos. *Sutarties sudarymo išlaidos.* Laikysime, kad visos sutarties sudarymo išlaidos bus skiriamos komisiniam atlyginimui išmokėti. Remdamiesi Lietuvos Banko pateiktomis 2014 m. – 2015 m II ketv. draudikų Pelno - Nuostolio ataskaitomis žinome, kad draudimo įmonės įsigijimo sąnaudoms padengti skiria apie 15,5% visų pasirašytų įmokų. Tačiau būtų teisinga mokėti komisinį atlyginimą, kuris priklausytų ne nuo pirmų metų įmokų, o nuo įmokų, sumokėtų per visą sutarties laikotarpį. Juk sutartis su tam tikra įmoka P, kuri sudaryta 15 m. laikotarpiui yra pelningesnė įmonei, nei sutartis su ta pačia įmoka P sudaryta 10 m. terminui. Kadangi vidutinis mūsų portfelio sutarties galiojimo terminas yra 13,2 m., tai komisinis atlyginimas, mokamas už visą sutarties laikotarpį sumokėtas įmokas, turėtų būtų apie 1,2%. Eksponta, norėdama pritraukti geriausius finansų konsultantus ir skatinti savo pardavimus, turi mokėti didesnę nei rinkoje esantis vidutinis komisinis atlyginimas. Todėl gautą vidurkį padidiname iki 1,7%. Tokio dydžio įsigijimo sąnaudas ir naudosime modeliuodami įmonę. Visas komisinis atlyginimas yra išmokamas iškart sudarius gyvybės draudimo sutartį. Išlaidas patiria įmonė. Norint susigrąžinti patirtas išlaidas iš draudėjo mokamų įmokų bus nuskaičiuojamas papildomas – įmokos paskirstymo (angl. *allocation*) mokestis. Šis mokestis skaičiuojamas kaip tam tikras procentas nuo įmokos, atskaičius visus kitus mokesčius. Jo dydis priklauso nuo sutarties gyvavimo metų ir yra lygus

$$\max\{1\%; (6 - n) \cdot 1\%\},$$

čia $n = 1, 2, \dots, 10$ – sutarties metai. Po 10 m. paskirstymo mokestis nebeimamas.

Administravimo išlaidos. Norėdami įvertinti, kokia įmokos dalis turėtų būti skirta administravimo išlaidoms, vėl remsimės LB pateiktomis 2014 m. – 2015 m II ketv. draudikų Pelno - Nuostolio ataskaitomis. Visų pirma, paskaičiuojame, kokia suma vidutiniškai yra skiriama vienai sutarčiai. Pasinaudoję paskutinių 6 ketvirčių duomenimis daliname patirtas administracines išlaidas iš galiojančių sutarčių skaičiaus ir gauname, kad vienai sutarčiai vidutiniškai per mėnesį tenka 1,5 €. Visgi, Ekspona nori taikyti ne fiksuotą administravimo mokestį, o priklausantį nuo įmokos. Todėl turime paskaičiuoti kokią dalį pasirašytų įmokų sudaro šie atskaitymai. Pagal formulę

$$\beta = \frac{1.5 \text{ €/mėn} \cdot 12 \text{ mėn} \cdot \text{sudarytų sutarčių skaičius}}{\text{Visos pasirašytos įmokos}}$$

Gauname, kad $\beta = 0.41\%$ (6 ketvirčių vidurkis). Tai yra tikėtinos išlaidos. Norėdami atsargiai jas įvertinti, padidinsime administravimo kaštus 25% ir gausime $\beta = 0.51\%$

Investavimo išlaidos. Investavimo išlaidos bus lygios $\gamma = 1,5\%$ visos investuojamos sumos (atskaičius mirties rizikos, sutarties administravimo ir paskirstymo mokesčius). Toks dydis pasirinktas neatsitiktinai. Vėliau, modeliuodami investicinę grąžą, turėsime įvertinti Geometrinio Brauno judesio parametrus μ ir σ . Juos vertinsime pagal jau egzistuojančio UAGDPB Aviva Lietuva „Pasaulio akcijų“ fondo istorinę grąžą. Šio fondo metinis turto valdymo mokestis yra 1,5%. Tuo labiau, kad rinkoje esančių fondų valdymo mokesčiai svyruoja nuo 0,5% iki 2,5%. Todėl mūsų pasirinktas dydis atitinka ir rinkos vidurkį. Kurdami naują draudimo produktą, norime atsargiai įsivertinti visas išlaidas, todėl numatomas investavimo išlaidas taip pat padidinsime 25% ir gausime $\gamma = 1,88\%$.

Nutraukimai. Visų pirma, įvertinsime nutraukimo tikimybes naudodami konservatyvų įvertį.

Metai	Nutraukimo tikimybė
1 m.	10%
2 m.	7.5%
3 m. ir vėlesni	5%

1 lentelė: Sutarčių nutraukimo tikimybės

Šioje vietoje apsibrėškime ir komisinio atlyginimo susigrąžinimą (angl. *clawback*) nutraukimo atveju. Norėdama išvengti nesąžiningo pardavimo (angl. *misseling*) ir užtikrinti, kad

pardavimų konsultantas rūpintis savo klientais, draudimo kompanija susigražina dalį išmokėto komisinio atlygio, jeigu sutartis yra nutraukiama. Taip konsultantai yra motyvuojami sudarinėti tik reikalingas sutartis ir kuo ilgiau išlaikyti turimus klientus. Draudimo įmonė taip pat iš to gauna papildomos naudos:

- dėl geresnio aptarnavimo mažėja nutraukimų skaičius, o ilgiau išlaikomos sutartys atneša daugiau pajamų
- net ir nutraukus draudimo sutartį, atsiimtas užmokestis sumažina patirtus nuostolius.

Komisinio atlyginimo atsiėmimas priklauso nuo sutarties gyvavimo termino ir atrodo taip:

Sutarties metai	Susigražinta komisinio atlyginimo dalis
1 m.	100%
2 m.	80%
3 m.	60%
4 m.	40%
5 m.	20%
6 m. ir vėlesni	0%

2 lentelė: Susigražinta komisinio atlyginimo dalis nutraukus sutartį

Norėdami išskaičiuoti nutraukimo mokestį, turime visus pinigų srautus diskontuoti į pradinį momentą ir juos palyginti. Tariame, kad visos mūsų patirtos išlaidos lygios komisiniam atlyginimui. Kadangi atlyginimas išmokamas iškart po sutarties sudarymo, tai diskontuotos tolimesnių laikotarpių pajamos turi būti jam lygios. Mūsų pajamas iš sutarčių sudaro:

- komisinio atlyginimo susigražinimas, kuris taikomas tik sutartims nutrūkusioms per pirmus 5 m.
- įmokos paskirstymo mokestis, kuris yra išskaičiuojama pirmus 10 m. visoms galiojančioms sutartims ir yra skirtas komisinio atlyginimo padengimui.

Diskontuotas vertes palyginus su patirtomis išlaidomis, matome, kad reikia taikyti 1,4% ir 15 € nutraukimo mokestį, norint padengti sutarties sudarymo išlaidas. Savo tolimesniuose skaičiavimuose šį mokestį padidinsime iki 2% ir 15 €, kad gautume 5% pelno maržą (vertinant tik nutraukimų riziką). Šie skaičiavimai remiasi sumodeliuotu sutarčių nutraukimų procesu turimam portfeliui, t.y. nėra atsižvelgiama į naujų sutarčių sudarymą. Taip daroma neatsitiktinai. Įtraukiant naujai sudarytas sutartis į modelį rizikuotume nesurinkti pakankamai mokesčių savo išlaidoms padengti (jeigu sudarytų sutarčių būtų mažiau nei planuojama).

Naujų sutarčių sudarymas. Remiantis Lietuvos Banko pateikiama statistika, Lietuvos draudimo rinkoje draudimo sutarčių, susijusių su investiciniais fondais, portfelis per metus padidėja 6,2%. Kadangi tikimybė nutraukti draudimo sutartį 3 m. ir vėliau yra 5%, tai metinis naujų sutarčių prieaugis turėtų sudaryti 11,8% galiojančių draudimo sutarčių.

Akcininkų dividendų politika. Dividendai akcininkams mokami metų pabaigoje, jeigu įmonės pelnas viršija X €. Jeigu pelnas mažesnis už X €, tai įmonės rezultatas nukeliamas į kitus metus, o jų pabaigoje vėl žiūrima ar gautas toks pelnas, kad būtų galima mokėti dividendus. Mokėtina suma yra

$$D = \max\{Pelnas - X; 0\},$$

čia D – akcininkams išmokamų dividendų suma €,

X nėra pastovi fiksuota suma. Metų gale, įvertinus mokumo kapitalo reikalavimą yra skaičiuojamas mokumo koeficientas R_i :

$$R_i = \frac{OF_i}{SCR_i} \cdot 100\%$$

čia SCR_i yra i -ųjų metų mokumo kapitalo reikalavimas, o OF_i - i -ųjų metų nuosavos lėšos.

Jeigu R_i viršija 200% išmokama tiek dividendų, kad $R_i = 200\%$. Jeigu R_i nukrenta žemiau nei 120%, tai akcininkai įneša papildomų lėšų į įmonės sąskaitą, kad $R_i = 120\%$

Investavimas. Investicinio fondo grąžą generuosime, naudodami Geometrinį Brauno judesį:

$$S_t = S_0 e^{(\mu - \frac{\sigma^2}{2})t + \sigma W_t},$$

čia W_t yra standartinis Brauno judesys;

S_0 yra akcijos kaina pradiniu laiko momentu;

S_t yra akcijos kaina laiko momentu t .

Modeliuodami investicinę grąžą, turime įsivertinti parametrus μ ir σ . Kaip jau minėjome anksčiau, juos vertinsime remdamiesi rinkoje veikiančio UAGDPB Aviva Lietuva „Pasaulio akcijų“ fondo istorine grąža. Investicinių vienetų kainos yra skaičiuojamas 2-3 kartus per savaitę. Tolimesniame modeliavimo procese naudosime mėnesinę grąžą, todėl šiuos parametrus turime įvertinti atitinkamai. Naudosime didžiausio tikėtimumo metodą:

- logaritmuojame kainas ir tiriamo skirtumą $\ln S_{t+1} - \ln S_t$
- skaičiuojame šio skirtumo vidurkį ir dispersiją. Tarkime, kad $S_0 = 1$.

Turime

$$\ln(S_{t+1}) - \ln(S_t) = (\mu - \frac{\sigma^2}{2})(t+1) + \sigma B_{t+1} - (\mu - \frac{\sigma^2}{2})t + \sigma B_t = \mu - \frac{\sigma^2}{2} + \sigma(B_{t+1} - B_t)$$

čia $B_{t+1} - B_t \sim N(0, 1)$. Todėl gauname

$$\mathbb{E}(\ln S_{t+1} - \ln S_t) = \mu - \frac{\sigma^2}{2}$$

$$\mathbb{D}(\ln S_{t+1} - \ln S_t) = \sigma^2$$

- empirinius statistikų įvertinius skaičiuojame pagal formules:

$$\hat{\mu}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\hat{\sigma}_n^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{\mu})^2$$

- paskaičiuojame vidutinį investicinių vienetų kainų skaičiavimo dienų skaičių n per mėnesį.

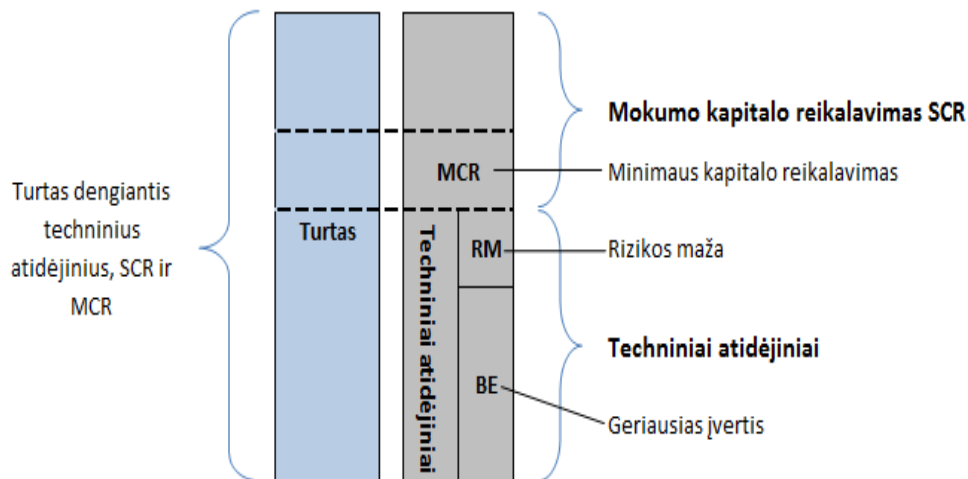
- Gautus įvertinius μ ir σ dauginame iš n ir \sqrt{n} atitinkamai

Gauname, kad mūsų modeliuojamo fondo mėnesinė grąža bus generuojama pagal Geometrinį Brauno judesį su parametrais $\mu = 0.18\%$ ir $\sigma = 4.03\%$.

4 Mokumas II

4.1 Balansas

Norėdami suskaičiuoti mokumo koeficientą, mokumo kapitalo reikalavimą, nuosavas lėšas ir kitus aktualius draudimo kompanijos rodiklius, turime sudaryti įmonės balansą pagal Mokumas II standartus. Balansas yra sudaromas kiekvieną kartą skaičiuojant mokumo kapitalą, mūsų atveju tai darysime kiekvienų metų pabaigoje. Paveikslėlyje apačioje galime matyti kaip atrodo balanso turto ir įsipareigojimų pusės. Vienoje balanso pusėje turime turtą, dengiantį techninius atidėjinius (angl. *Technical provisions*) bei nuosavas lėšas (angl. *Own funds, OF*), o kitoje – įsipareigojimus. Kaip matome, įsipareigojimai skirstomi į techninius atidėjinius ir mokumo kapitalo reikalavimą (angl. *Solvency Capital Requirement, SCR*). Techniniai atidėjiniai taip pat dalinami į dvi dalis: rezervai, įvertinti geriausio įverčio metodu (angl. *Best estimate*), ir rizikos marža (angl. *Risk margin*). Toliau detaliau aptarsime kiekvieną iš šių pozicijų.



8 pav.: Mokumas II balansas

4.2 Nuosavos lėšos

Nuosavos lėšos yra klasifikuojamos pagal keletą kriterijų. Jos gali būti padalintos į pagrindines (angl. *Basic own funds, BOF*) ar papildomas (angl. *Ancillary Own Funds, AOF*) nuosavas lėšas. Iš esmės, pagrindinės nuosavos lėšos yra turto ir įsipareigojimų perteklius, o papildomos nuosavos lėšos – nesumokėtas akcinis kapitalas, akredityvai, garantijos ar kitas turtas, kuris gali būti panaudotas įsipareigojimams dengti. Bet koks turtas negali būti traktuojamas kaip papildomos nuosavos lėšos. Jas turi įvertinti ir patvirtinti priežiūros institucija.

Antrasis klasifikavimo kriterijus – turto pakopos, kurios vertinamos pagal šias savybes:

- Pastovus ir nuolatinis prieinamumas
- Pavaldumas
- Išpirkimo paskatos nebuvimas
- Nereikalavimas papildomų priežiūros išlaidų
- Suvaržymų nebuvimas

Į pirmąją pakopą patenka pagrindinės nuosavos lėšos, jeigu jos tenkina visus 5 aukščiau išvardintus kriterijus.

Į antrąją pakopą patenka pagrindinės nuosavos lėšos, jeigu jos netenkina pastovaus ir nuolatinio prieinamumo savybės, bei papildomos nuosavos lėšos, tenkinančios visus 5 aukščiau išvardintus kriterijus.

Į trečiąją pakopą patenka visas likęs kapitalas.

Kadangi nuosavos lėšos yra skirtos dengti minimalų kapitalo reikalavimą (angl. *Minimum Capital Requirement, MCR*) bei mokumo kapitalo reikalavimą, jos turi būti geros kokybės. Dėl to galioja tam tikri apribojimai antros ir trečios pakopos lėšoms, dengiančioms *MCR* ir *SCR*. Taip pat, būtina sąlyga, kad pirma pakopa dengtų daugiau nei trečdalį tinkamų lėšų (angl. *Eligible Capital*), o trečia pakopa – mažiau nei trečdalį.

4.3 Techniniai atidėjiniai

Pagrindiniai techninių atidėjinių vertinimo principai:

- Techninių atidėjinių skaičiavimas turi būti atliekamas remiantis veiklos tęstinumo principu. Tai reiškia, kad sutartys turi būti modeliuojamos iki jų termino pabaigos, o dalis numatomų ateities išlaidų bus padengtos ateities verslu.
- Atskiri įsipareigojimai turi būti vertinami atskirai.
- Vertindami ateities pinigų srautus modeliuojame tik turimą portfelį, t.y. nemodeliuojame ir į skaičiavimus neįtraukiame naujai sudarytų sutarčių.

Techniniai atidėjiniai gali būti skaičiuojami dviem skirtingais metodais: skaičiuojant geriausią įvertį ir rizikos maržą bendrai arba kaip sumą atskirai paskaičiuotų dydžių.

Pirmasis skaičiavimo metodas galimas tada, kai techniniai atidėjiniai yra dengiami kažkokiais finansiniais instrumentais, nuo kurių vertės priklauso ateities pinigų srautai. Tokiu atveju techninių atidėjinių vertė yra lygi rinkos kainai tų finansinių instrumentų, kuriais yra dengiami techniniai atidėjiniai. Norint taikyti šį skaičiavimo metodą, turi būti tenkinamos sąlygos:

- Ateities pinigų srautai, kurie tampa įmonės įsipareigojimais, turi būti dengiami tik patikimais finansiniais instrumentais
- Šių finansinių instrumentų rinkos vertė turi būti patikima ir ją galima nuolat stebėti.

Antrasis skaičiavimo metodas, kai geriausias įvertis ir rizikos marža skaičiuojami atskirai, naudojamas tada, kai techninių atidėjinių negalime padengti finansiniais instrumentais, kurie generuoja ateities pinigų srautus. Geriausio įverčio įsipareigojimai apibrėžiami kaip tikimybiškai pasvertų ateities pinigų srautų dabartinė vertė. Norėdami gauti rezervus geriausio įverčio metodu, turime įvertinti turimo portfelio visus ateities pinigų srautus, juos diskontuoti pagal nerizikingą palūkanų normą (angl. *Risk free rate*) ir gauti pelnu/nuostoliu

sumažinti/padidinti savo turimus rezervus. Diskontavimui naudojama nerizikinga palūkanų norma, kurią kiekvieną mėnesį pateikia EIOPA ⁴.

Rizikos marža užtikrina, kad techniniai atidėjiniai teoriškai būtų lygūs vertei, už kurią kita draudimo įmonė sutiktų prisiimti įsipareigojimus. Tai reiškia, kad turimas portfelis per savo likusi gyvavimo laikotarpį patirs būtent tokią sumą nedraudiminių išlaidų.

Savo modelyje naudosime antrąjį skaičiavimo metodą, t.y. rizikos maržą ir geriausią įvertį skaičiuosime atskirai.

4.4 Rizikos marža

Rizikos marža yra hipotetinė būtinoji kapitalo vertė, skirta turimo portfelio būsimų įsipareigojimų palaikymui. Taip pat tai yra vertė, kurią turėtume sumokėti trečiajam šaliai, kad ši prisiimtų visus mūsų turimus įsipareigojimus. Toliau pateiksime rizikos maržos skaičiavimo schemą, kuri padės suprasti šio dydžio interpretaciją.

1 žingsnis. Kiekvienų ateinančių metų galui suskaičiuoti SCR_k , $k = 1, \dots, n$. Skaičiuojama tik turimam portfeliui iki kol pasibaigs visos galiojančios sutartys. Naujos sutartys neįtraukiamos.

2 žingsnis. Diskontuoti SCR_k su nerizikinga palūkanų norma į pradinį laiko momentą.

3 žingsnis. Susumuoti diskontuotas SCR_k vertes ir padauginti iš kapitalo laikymo kaštų (angl. *Cost of Capital, CoC*) koeficiento, kuris šiuo metu yra 6%.

Taigi, rizikos maržą (RM) galime interpretuoti kaip patirtus nuostolius, laikant būtinąjį mokumo kapitalą, dėl galimai negautų pelnų per visą turimų sutarčių galiojimo laikotarpį.

$$RM = \sum_{k \geq 0} \frac{SCR_k}{(1 + r_{k+1})^{k+1}} \cdot CoC$$

, čia r_k yra nerizikinga palūkanų norma k -uoju laiko momentu.

Sudėtingiausias uždavinys skaičiuojant rizikos maržą – įvertinti visų ateinančių metų SCR_k . Tiesioginis SCR skaičiavimas yra gana sudėtingas ir reikalauja daug resursų. Dėl to yra daromi įvairūs supaprastinimai ir aproksimacijos, pvz.:

- Aproksimuoti kiekvienos rizikos SCR , pvz. proporcingai
- Aproksimuoti visą SCR , pvz. proporcingai:

$$SCR_{LoB}(k) = \frac{SCR_{LoB}(0)}{BE_{Net,LoB}(0)} BE_{Net,LoB}(k)$$

⁴nerizikingas palūkanų normas galima rasti adresu: <https://eiopa.europa.eu/regulation-supervision/insurance/solvency-ii-technical-information/risk-free-interest-rate-term-structures>

- Vertinti pagal pradinį SCR ir laikotarpį:

$$RM_{LoB} = \frac{CoC}{1 + r_1} DUR_{mod,LoB}(0) \cdot SCR_{LoB}(0)$$

- Vertinti kaip tam tikrą % nuo techninių atidėjinių, paskaičiuotų pagal geriausią įvertį:

$$RM_{LoB} = \alpha_{LoB} \cdot BE_{Net,LoB}(0)$$

Paprasčiausiais ir dažniausiai rinkoje naudojas metodas – įsivertinti SCR proporcingai tam tikriems rizikos nešėjams (angl. *risk carrier*). Tikslesnis būdas būtų nustatyti kiekvienai rizikai atskirą rizikos nešėją, nuo kurio toji rizika yra labiausiai priklausoma. Turint atskirų rizikų SCR , bendrą būtinąjį rizikos kapitalą rasti nesudėtinga. Savo modelyje aproksimuosime visą SCR proporcingą gyvybės draudimo techniniam atidėjiniui, kai investavimo rizika tenka draudėjui (angl. *Unit-linked, UL*).

4.5 Mokumo kapitalo reikalavimas (SCR)

SCR yra apibrėžiamas kaip įvairių rizikų stresų poveikis pagrindinėms nuosavoms lėšoms. Pagrindinės nuosavos lėšos yra skirtumas tarp turimo turto ir įsipareigojimų rinkos verčių. Skaičiuojant SCR , techninių atidėjinių rizikos marža neturi būti įtraukta. Kuriant mokumo kapitalo reikalavimo skaičiavimo principus, buvo parinkti tokie parametrai ir padarytos tokios prielaidos, kad šis rodiklis atitiktų rizikos matą VaR su pasitikėjimo lygmeniu 99,5% vienu metų periodui. Kitais žodžiais tariant, turėdama tokią mokumo atsargą, įmonė turėtų bankrutuoti nedaugiau nei 1 kartą per 200 metų.

Apibrėžimas 1 *Tarkime, X neneigiami atsitiktiniai nuostoliai. Rizikos vertė su pasiklovimo lygmeniu $1 - \alpha$ yra*

$$VaR_\alpha(X) := \inf(x \geq 0 : \mathbb{P}(X > x) \leq \alpha),$$

čia $0 < \alpha < 1$.

Mokumo kapitalo reikalavimas skaičiuojamas kaip suma trijų komponentų:

$$SCR = BSCR + Adj + SCR_{op}$$

čia Adj yra papildomas kapitalas, kurio gali prireikti dėl padidėjusių nuostolių:

- Techniniuose atidėjiniuose
- Atidėtų mokesčių

BSCR (Basic Solvency Capital Requirement) yra pagrindinis mokumo kapitalo reikalavimas. Jis įvertina stresų įtaką pagrindinėms nuosavoms lėšoms, darant prielaidą, kad:

- Ateities atidėti mokesčiai nesikeičia
- Planuojamos išmokėti išmokos, esančios techniniuose atidėjiniuose, taip pat nesikeičia SCR_{op} yra reikalaujamo mokumo kapitalo operacinės rizikos modulis.

Pagrindinė ir sudėtingiausiai apskaičiuojama *SCR* komponentė – *BSCR*. Ji apima 6 rizikų kategorijas: rinkos, sveikatos, įsipareigojimų nevykdymo, gyvybės, ne gyvybės ir nematerialaus turto rizikas. Kiekviena iš jų dar padalinta į smulkesnes rizikas. Šioms rizikoms ir yra atliekami stresai, įvertinamas nuosavo kapitalo pokytis ir apskaičiuojamas kiekvienos rizikos mokumo kapitalo dydis.

Įvertinus kiekvienos rizikos SCR_i , *BSCR* skaičiuojamas taip:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{ij} Corr_{ij} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} + SCR_{intangibles}$$

čia

- $SCR_{intangibles}$ yra nematerialaus turto rizikos mokumo kapitalo reikalavimas
- SCR_i ir SCR_j - individualių rizikų mokumo kapitalai, atitinkantys tam tikrą riziką iš žemiau pateiktos rizikų koreliacijų matricos
- $Corr_{ij}$ yra koreliacija tarp SCR_i ir SCR_j , kuri randama iš koreliacijų matricos:

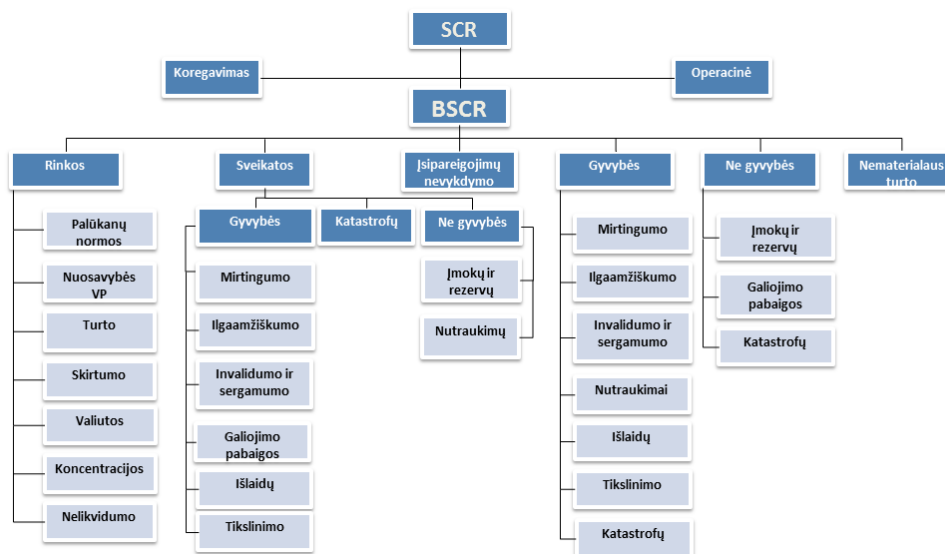
i \ j	Rinkos	Įsipareigojimų nevykdymo	Gyvybės	Sveikatos	Ne gyvybės
Rinkos	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Įsipareigojimų nevykdymo	0,25	1	0,25	0,25	0,5
Gyvybės	0,25	0,25	1	0,25	0
Sveikatos	0,25	0,25	0,25	1	0
Ne gyvybės	0,25	0,5	0	0	1

9 pav.: *SCR* pagrindinių rizikų koreliacijų matrica

Kiekvienas iš šių rizikų modulių turi savo submodulių koreliacijų matricas, naudojamas rizikų moduliams skaičiuoti.

Reikėtų pastebėti, kad jeigu atlikus stresą kažkuriam iš pateiktų modulių, gautas rezultatas padidina nuosavas lėšas, tai daroma prielaida, kad šio modulio stresas neturi įtakos nuosavoms lėšoms. Ši sąlyga užtikrina, kad nebūtų formuojamas neigiamas mokumo kapitalas.

Savo darbe tirsime palūkanų normų, mirtingumo ir nutraukimų rizikas. Taip pat prie apskaičiuoto *BSCR* pridėsime ir operacinę riziką. Visa *SCR* struktūra atrodo taip:



10 pav.: *SCR* struktūra

4.6 Minimalaus kapitalo reikalavimas (*MCR*)

Minimalus kapitalo reikalavimas yra dalis mokumo kapitalo reikalavimo, kuris pasižymi tokiais savybėmis:

- Sukalibruotas taip, kad atitiktų rizikos matą VaR su 85% pasitikėjimo lygmeniu vieniems metams
- Sudaro 25-45% mokumo kapitalo reikalavimo
- Gali būti skaičiuojamas kaip tiesinė funkcija nuo šių kintamųjų:
 - Techniniai atidėjiniai
 - Pasirašytos įmokos
 - Rizikos kapitalas
 - Atidėti mokesčiai
 - Administravimo išlaidos
- Tai yra mažiausia galima mokumo atsarga, su kuria draudimo įmonė gali vykdyti savo veiklą

4.7 Standartinė formulė ir vidinis modelis

Skaičiuodama savo mokumo kapitalą įmonė gali remtis standartine formule arba vidiniu modeliu. Taip pat galimas tarpinis variantas, kai kompanija naudoja bendrą modelį, tačiau

pateikusi pagrindimą, gali sumažinti būtino mokumo kapitalo reikalavimą.

Pagrindinės prielaidos standartinės formulės sukūrimui:

- Skaičiuojant kapitalo reikalavimą, remiamasi atskirai įvertintų rizikų suma naudojant rizikų koreliacijų matricą. Koreliacijų koeficientai parinkti taip, kad kuo geriau atspindėtų tikėtinas rizikų priklausomybes rizikų skirstinių uodegose ir išlaikytų pradinės prielaidas atliekant stresus;
- Būtiną mokumo kapitalą turi dengti visas turimo portfelio rizikas bei rizikas, atsirandančias iš naujų sutarčių per ateinančius 12 mėn. Tačiau atliekant skaičiavimus įvairiems scenarijams (stresams), naujas verslas (angl. *new business*) per ateinančius 12 mėn. neturi turėti įtakos įmonės turto ir įsipareigojimų pasikeitimams. Dėl to standartinė formulė leidžia įvertinti riziką, susijusią su tikėtiniu nauju verslu per ateinančius metus;
- Būtiną mokumo kapitalą sukonstruotas taip, kad atitiktų rizikos matą VaR su 99,5% pasitikėjimo lygmeniu vienu metų periodui. Šis kalibravimas taikomas kiekvienos rizikos moduliui ir submoduliui.

Standartinė formulė sukurta remiantis dar viena labai svarbia prielaida – visos rizikos pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį. Ši sąlyga puikiai galioja, kai kalbama apie visą rinką. Tuomet agreguotų rizikų skirstinys iš tiesų turėtų būti panašus į normalųjį. Tačiau kiekviena įmonė turi savo portfelį, individualiai valdo rizikas, todėl jos rizikos vertinimas standartinė formule gali būti klaidingas. Siekiant sumažinti ir tiksliau įvertinti būtino kapitalo reikalavimą, yra kuriami vidiniai modeliai. Kuriant vidinį modelį turi būti išlaikyti pagrindiniai standartinės formulės principai, naujos prielaidos pagrįstos, o pats modelis – patvirtintas priežiūros institucijos. Toks modelio pritaikymas reikalauja daug resursų ir dažniausiai yra naudojamas tik didžiųjų draudimo kompanijų. Šioje vietoje matome paradoksą. Didelės draudimo įmonės užima didelę rinkos dalį, todėl būtų logiška teigti, kad jos rizikų skirstiniai labiau atitinka visos rinkos skirstinį (šiuo atveju daroma prielaida, kad visos rinkos skirstinys yra normalusis), nei mažų draudimo kompanijų. Taigi, didžiųjų kompanijų vidiniai modeliai turėtų nežymiai skirtis nuo standartinės formulės, kai tuo tarpu mažųjų – daug labiau. Tačiau investicijos į vidinio modelio sukūrimą mažoms įmonėms yra per didelės siekiant norimo rezultato – būtino mokumo kapitalo sumažėjimo. Tuo tarpu didelės kompanijos, santykinai nedaug sumažinusios savo mokumo kapitalą, absoliučiais dydžiais gali gauti reikšmingą sumą.

5 Draudimo įmonės modelis

Savo darbe norime sukurti modelį *SCR* vertinimui. Pabandydysime kuo tiksliau aprašyti *SCR* kitimą per žinomus ir paprastai skaičiuojamus rodiklius:

- visas pasirašytas įmokas (angl. *Gross Written Premium, GWP*)
- gyvybės draudimo, kai investavimo rizika tenka draudėjui, techninius atidėjinius (angl. *Unit-Linked, UL*)
- draudimo sumas

Šiam tikslui turime modeliuoti savo sukurtą draudimo įmonę ir kiekvienų metų pabaigoje skaičiuoti Mokumas II rodiklius bei aukščiau išvardintus parametrus. Pagal Mokumas II savos rizikos ir mokumo vertinimo (angl. *Own Risk and Solvency Assessment, ORSA*) proceso reikalavimus, įmonė privalo sudarinėti planus ir įsivertinti galimas rizikas mažiausiai 3 metams į priekį. Dėl šios priežasties mes taip pat modeliuosime savo įmonę 3 metams. Naudosime statistinį paketą R. Pradiniu laiko momentu draudimo sutarčių portfelį sudaro 5 000 gyvybės draudimo sutarčių. Kiekvieną mėnesį portfelis papildomas naujomis sutartimis, o nutrauktos ar dėl mirties nutrūkusios sutartys išimamos iš portfelio.

Toliau detaliau aprašysime svarbiausias modelio savybes, daromas prielaidas ir skaičiavimo principus.

5.1 Sutarčių portfelis ir modelio parametrai

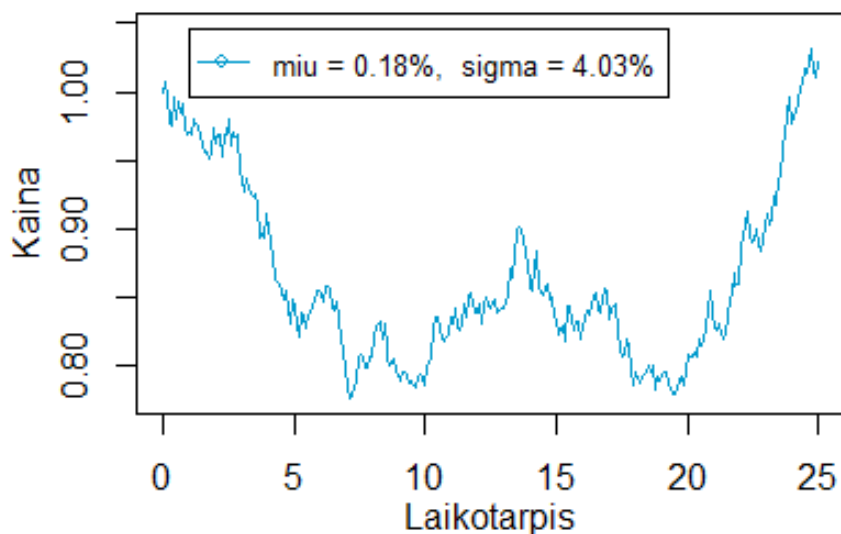
Kurdami draudimo įmonę, savo sutarčių portfelį modeliavome skaičiuoklių programinės įrangos Excel pagalba. Iš čia ir įsikelsime pradinis reikalingus sutarčių portfelio parametrus: apdraustojo amžių, sutarties terminą, mėnesinės įmokos dydį, draudimo sumą ir išmokėtą komisiją atlyginimą už sudarytą sutartį. Tiesa, sutarties terminą vertinsime mėnesiais, nes visus skaičiavimus ir rezultatus fiksuosime mėnesio tikslumu. Taip pat įsikeliamė mirtingumo lentelę ir nerizikingą palūkanų normą, kurią nustato EIOPA. Mirtingumo lentelės atsargiai įvertintas tikimybės naudosime įmokoms už draudimo riziką skaičiuoti, o labiausiai tikėtinas tikimybės - modeliuodami mirčių procesą. Nerizikingą palūkanų normą naudosime ateities pinigų srautų diskontavimui į portfelio vertės skaičiavimo dieną.

Darbo pradžioje, tirdami įvairius draudimo rinkos parametrus įsivertinome tikėtinas išlaidas, nutraukimo tikimybės, naujų sutarčių sudarymą, nutraukimo mokestį. Taip pat nustatysime pradinį akcininkų kapitalą, reikalingą draudimo veiklai pradėti. Lentelėje 3 galite matyti visus reikalingus, modelyje naudojamus metinius parametrus.

Parametras	Parametro reikšmė
Pradinis akcininkų kapitalas	17 mln. €
Administravimo išlaidos	0.51%
Investavimo išlaidos	1.88%
Naujų sutarčių sudarymas	11.8%
Fiksuotas nutraukimo mokestis	20 €
Kintantis nutraukimo mokestis	2%
1 m. nutraukimo tikimybė	10%
2 m. nutraukimo tikimybė	7.5%
3 m. ir vėlesniu nutraukimo tikimybė	5%

3 lentelė: Fiksuoti sutarčių portfelio parametrai

Kitas svarbus žingsnis - investicinės gražos generavimas. Kiekvieną kartą modeliuojant įmonę 3 m. į priekį yra sugeneruojama viena investicinės gražos trajektorija. Kaip jau minėjome anksčiau, darome prielaidą, kad portfelis keičiasi kas mėnesį. Todėl ir investicinės gražos pasikeitimai modeliuojami tokiais pat periodais, 25 m. į priekį.



11 pav.: Akcijų kainos realizacija

5.2 Funkcijos

Modelyje dauguma veiksmų yra atliekami analogiškai, pakeitus tam tikrus parametrus. Siekiant sutrumpinti programos kodą ir padaryti jį aiškiau skaitomu, naudosime 3 pagrindines funkcijas.

Funkcija *DeathLapseMatrix* reikalauja pradinių sutarčių portfelio duomenų, mirtingumo lentelės, koeficiento didinančio/mažinančio mirties tikimybes, nutraukimų tikimybių. Šios funkcijos tikslas - sugeneruoti norimam portfeliui mirčių ir nutraukimų procesus su pateiktomis tikimybėmis. Visų pirma yra modeliuojamos mirčių trajektorijos (visam portfeliui iki termino pabaigos). Po to, atsižvelgiant į mirčių pasiskirstymą, modeliuojamas nutraukimų procesas. Funkcija grąžina 2 stulpelius, kuriuose saugomi draudėjų mirties ir sutarčių nutraukimo mėnesiai.

Funkcija *VIF* reikalauja pradinių sutarčių portfelio duomenų, mirtingumo lentelės, investicinės grąžos realizacijos, nutraukimo, administravimo ir investavimo išlaidų koeficientų, nerizikingos palūkanų normos bei metų, kuriems skaičiuojamas rezultatas, skaičiaus. Šios funkcijos tikslas sumodeliuoti pateikto portfelio pinigų srautus iki kol pasibaigs visos galiojančios sutartys. Naujos sutartys nėra įtraukiamos į modeliavimą. Ši funkcija grąžina matricą su pinigų srautais, nerizikinga palūkanų norma ir UL pamėnesiui.

Funkcija *SSTMortality* reikalauja tų pačių parametrų kaip ir *VIF* funkcija. Skiriasi tik mirčių ir nutraukimų procesų sutvarkymas, mat ši funkcija naudojama ateities pinigų srautams skaičiuoti, atliekant stresus nepalankiausiomis sąlygomis. Jie reikalingi *SCR* skaičiavimui. Be to, ši funkcija grąžina ne matricą, o vieną skaičių - turimo portfelio diskontuotus ateities pinigų srautus.

5.3 Stresai nepalankiausiomis sąlygomis

Kaip jau minėjome anksčiau, *SCR* yra skaičiuojamas įvertinus atskirų rizikų submodulius. Norint suskaičiuoti konkrečios rizikos submodulio mokumo kapitalo reikalavimą, reikia minėti rizikai atlikti stresą nepalankiausiomis sąlygomis. Tai reiškia, kad draudimo įmonės sutarčių portfelis, su pakeistomis prielaidomis, yra modeliuojamas nuo skaičiavimo momento iki kol pasibaigia paskutinė sutartis. Gavus rezultata yra sudaromas balansas ir skaičiuojamos nuosavos lėšos. Nuosavų lėšų sumažėjimas, lyginant su baziniu scenarijumi⁵, vadinamas tos rizikos mokumo kapitalo reikalavimu. Jeigu atlikus stresą nuosavos lėšos padidėjo, lyginant su baziniu scenarijumi, tuomet tariama, kad šis rizikos submodulis neturi jokios įtakos įmonės mokumui. Toliau detaliau aprašysime kokius stresus taikėme savo gyvybės draudimo įmonės modelyje.

⁵baziniu scenarijumi vadinamas sutarčių portfelio modeliavimas, kai prielaidos įvertintos geriausio įvertimo metodu.

Mirtingumo rizikos submodulis. Šios rizikos įvertinimas gan paprastas, tačiau jis turi didžiausią įtaką nuosavų lėšų pasikeitimui. Atliekant šį stresą, reikia atkreipti dėmesį:

- jeigu mirtingumas nėra pagrindinis sutarčių rizikos nešėjas, o pagal sutarčių savybes jos priklauso sveikatos rizikos moduliui, tai mirtingumo submodulis atliekamas kaip sveikatos rizikos modulio dalis;
- nebūtina atskyrinėti sutarčių, kurioms nepriklauso išmokos mirties ar išgyvenimo atveju.

Taigi, mirtingumo rizikos submodulio stresas apibrėžiamas taip:

$$Life_{mort} = (\Delta BOF | mortshock),$$

čia *mortshock* yra staigus nuolatinis mirties tikimybių padidėjimas 15%.

Nutraukimų rizikos submodulis. Sutarčių nutraukimo rizikos vertinimas užima daugiausiai laiko, nes įvertinti reikia 3 galimus scenarijus: nutraukimų sumažėjimas, padidėjimas ir masinis draudimo sutarčių nutraukimas. Taip pat, pagal nustatytas gaires šis submodulis turėtų būti vertinamas sutarties lygyje (angl. *policy-by-policy*). Apskaičiavus visus 3 galimus scenarijus, išrenkamas didžiausią įtaką visam portfeliui turėjęs scenarijus, o ne didžiausia visų scenarijų įtaka. Deja, dėl ribotų techninių galimybių to padaryti negalime ir šios rizikos įtaką skaičiuosime visam portfeliui. Dėl šio supaprastinimo, mūsų įvertintas nutraukimo rizikos mokumo kapitalas bus nedidesnis, nei skaičiuojant sutarties lygyje.

Lapse_{down} scenarijus. Šis stresas atliekamas mažinant sutarčių nutraukimo tikimybes. Jis taikomas tik tada, kai nutraukimų sumažėjimas neigiamai paveikia nuosavas lėšas. Stresas vykdomas momentiška sumažinus nutraukimų tikimybę R :

$$R_{down} = \max\{50\% \cdot R, R - 20\%\}$$

Lapse_{up} scenarijus. Šis scenarijus atliekamas analogiškai *Lapse_{down}* stresui, tik sutarčių nutraukimo tikimybės yra didinamos:

$$R_{up} = \min\{150\% \cdot R, 100\%\}$$

Lapse_{mass} scenarijus. Šis stresas taikomas visoms draudimo sutartims, kurių nutraukimai lemtų isipareigojimų padidėjimą, t.y. nuosavų lėšų sumažėjimą. Scenarijus iš karto paveikia:

- 70% didmeninio ⁶ (angl. *non-retail*) verslo sutarčių, įtraukiant ir perdraustas draudimo sutartis;

⁶didmeninio verslo sutartys vadinamos tokios draudimo sutartys, kur apdraustasis nėra fizinis asmuo ir sutarties nutraukimas neturi įtakos pensijų fondo naudos gavėjams; arba fizinis asmuo, veikiantis naudos gavėjų naudai, išskyrus sutartis, kuriose fizinis asmuo ir naudos gavėjas yra šeimos nariai.

- 40% mažmeninio (angl. *retail*) verslo sutarčių;
- 40% perdraustų ar ateityje planuojamų perdrausti draudimo sutarčių, kurios naudojamos techninių atidėjinių skaičiavime.

Kadangi mūsų įmonės portfelis sudarytas tik iš sutarčių, kurias turi fiziniai asmenys, stresui naudosisime 2 punktą, t.y. nutrauksime 40% visų turimų draudimo sutarčių.

Pateiksime pavyzdį kaip išrinkti didžiausią įtaką nuosavoms lėšoms turintį scenarijų, kai portfelį sudaro 3 sutartys, skirtingai veikiamos nutraukimo:

Sutartis	$Lapse_{down}$	$Lapse_{up}$	$Lapse_{mass}$	Didžiausia įtaka
A	-5	-30	-40	Mass
B	-25	0	0	Down
B	0	-30	-15	Up
Viso	-30	-60	-55	Up

4 lentelė: Nutraukimų rizikos streso pavyzdys

šioje lentelėje neigiami skaičiai rodo nuostolį dėl konkretaus scenarijaus, o 0 reiškia, kad stresas draudimo sutarčiai įtakos neturėjo.

Palūkanų normos rizika. Palūkanų normos pasikeitimo scenarijus taikomas visoms turto ir įsipareigojimų rūšims, kurių pasikeitimas turi įtakos nuosavoms lėšoms. Kadangi įmonės modelis gana paprastas (draudėjų ir akcininkų pinigai investuojami į akcijas, o ne obligacijas), tai šis stresas turės įtakos tik dėl nerizikingų palūkanų normos pasikeitimo. Šis scenarijus taikomas atsižvelgiant į nerizikingų vertybinių popierių išpirkimo terminą. Vertinant palūkanų normos riziką, tiriami 2 scenarijai:

Atliekant šį stresą, verta žinoti:

- Norint išskaičiuoti palūkanų normos pasikeitimą, kai vertybinio popieriaus (VP) išpirkimo terminas nepateiktas lentelėje, reikia naudoti tiesinės interpoliacijos metodą;
- Jeigu VP išpirkimo terminas trumpesnis nei 1 m., naudojamas +70%/-75% stresas;
- Jeigu VP išpirkimo terminas ilgesnis nei 90 m., naudojamas +20%/-20% stresas;
- Vykdamt palūkanų normos didėjimo scenarijų, minimalus palūkanų normos pasikeitimas turi būti 1%;
- Jeigu prieš vykdant stresą, nerizikinga palūkanų norma buvo neigiama, tai atliekant palūkanų normų augimo scenarijų, augimo koeficientas turi būti taikomas absoliučiam nerizikingų palūkanų normos dydžiui. Vykdamt palūkanų normų kritimo scenarijų, stresas iš vis netaikomas.

Išpirkimo terminas t (metais)	$S^{up}(t)$	$S^{down}(t)$	Išpirkimo terminas t (metais)	$S^{up}(t)$	$S^{down}(t)$
1	70%	-75%	12	37%	-29%
2	70%	-65%	13	35%	-28%
3	64%	-56%	14	34%	-28%
4	59%	-50%	15	33%	-27%
5	55%	-46%	16	31%	-28%
6	52%	-42%	17	30%	-28%
7	49%	-39%	18	29%	-28%
8	47%	-36%	19	27%	-29%
9	44%	-33%	20	26%	-29%
10	42%	-31%	90	20%	-20%
11	39%	-30%			

5 lentelė: Palūkanų normos streso scenarijai

Operacinė rizika. Operacinė rizika skirta padengti galimiems nuostoliams dėl netinkamų ar nepavykusių įmonės vidaus procesų, žmogiškųjų ar sisteminių klaidų, išorinių aplinkybių. Operacinė rizika taip pat apima teisinę riziką, tačiau neįvertina reputacinės ir strateginių įmonės sprendimų rizikų. Operacine rizika stengiamasi įvertinti visą veiklos riziką, kuri nebuvo aiškiai reglamentuota kituose rizikų moduluose.

Suskaičiuoti operacinę riziką yra nesudėtinga, nes pakanka žinoti įmokų ir techninių atidėjinių dydžius. Operacinė rizika skaičiuojama pagal formulę:

$$SCR_{op} = \min\{0.3 \cdot BSCR; Op\} + 0.25 \cdot Exp_{ul}$$

čia $BSCR$ = Basic SCR ,

Exp_{ul} - metinės išlaidos, kurios patiriamos dėl investicinio gyvybės draudimo, kai investavimo rizika tenka draudėjui, per paskutinius 12 mėn. Į Exp_{ul} nėra įtraukiamos įsigijimo sąnaudos,

$$Op = \max\{Op_{premiums}; Op_{provisions}\}$$

Op - bazinis operacinės rizikos mokestis. Šis mokestis nėra skaičiuojamas investiciniam gyvybės draudimui, kai investavimo rizika tenka draudėjui.

Kadangi mūsų modeliuojama įmonė platina tik investicinį gyvybės draudimą, tai $Op = 0$.

Dėl to operacinės rizikos formulė supaprastėja ir yra lygi:

$$SCR_{op} = 0.25 \cdot Exp_{ul}$$

Kaip jau minėjome anksčiau, norėdami suskaičiuoti įmonės mokumo kapitalo reikalavimą, turime sudėti $BSCR$, operacinę riziką bei korekcijas. Įvertinę aprašytus rizikų submodulius, korelacių matricos pagalba, galime suskaičiuoti $BSCR$. Operacinę riziką taip pat surandame aukščiau aprašytu metodu ir darome prielaidą, kad papildomų korekcijų nereikia. Todėl bendras mūsų įmonės mokumo kapitalo reikalavimas lygus:

$$SCR = BSCR + SCR_{op}$$

6 SCR aproksimavimas

Šio darbo tikslas kaip galima tiksliau įvertinti SCR ateinantiems metams, pagal turimus duomenis (visas pasirašytas įmokas, techninius atidėjinius ir draudimo sumas). Vienai modelio realizacija sukurti reikia 40-45 min. kompiuterio, su Intel(R) Core(TM) i7-4770K CPU @ 3.50GHz (8 CPU) procesoriumi ir 16 Gb operatyviaja atmintimi, darbo. Dėl ribotų techninių galimybių atlikome tik 1 000 modelio realizacijų, kurių metu modeliuojamas įmonės rezultatas 3 metams į priekį. Prieš pradėdant įmonės modeliavimą, reikalingi duomenys (apdraustojo amžius, įmokos dydis, terminas, draudimo suma, komisinis atlyginimas) įkeliami iš Excel failo *Portfelis.csv*. Šiame faile yra 50 skirtingų pradinių parametrų rinkinių. Kiekvienas iš šių rinkinių yra modeliuojamas po 20 kartų. Šių rinkinių rezultatai nebus vienodi, mat kiekvieną kartą yra generuojami individualūs mirties, nutraukimų ir investicinės grąžos procesai. Išskeltam tikslui pasiekti naudosime mažiausių kvadratų metodą.

6.1 Mažiausių kvadratų metodas daugianariams

Pateiksime mažiausių kvadratų metodo sprendimo schemą, pritaikytą lygtims su keliais nepriklausomais kintamaisiais. Mūsų tikslas sukurti tokios formos tiesinę regresinę lygtį:

$$\hat{y} = c + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$$

Kaip ir standartiniu mažiausių kvadratų metodo atveju, turimą lygtį išreiškiame nauju pavidalu:

$$\hat{y} - b_0 = b_1(x_1 - \bar{x}_1) + b_2(x_2 - \bar{x}_2) + \dots + b_k(x_k - \bar{x}_k).$$

Taigi,

$$\hat{y} - b_0 = \sum_{j=1}^k b_j(x_j - \bar{x}_j)$$

Mūsų pagrindinis tikslas yra duotam n taškų rinkiniui $(x_{11}, \dots, x_{1k}, y_1), \dots, (x_{n1}, \dots, x_{nk}, y_n)$ surasti tokią kreivę, kuri tenkintų anksčiau minėtą lygtį. Kaip ir paprastos regresijos atveju, tai reiškia, kad turime rasti koeficientus b_j , su kuriais žemiau išreikšta kvadratų suma būtų mažiausia:

$$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2,$$

kur \hat{y}_i geriausias y įvertis, kuris prikauso nuo x_{i1}, \dots, x_{ik} .

Apibrėžimas. Geriausiai tinkanti tiesė, vadinama regresine tiese:

$$\hat{y} - \bar{y} = \sum_{j=1}^k b_j(x_j - \bar{x}_j)$$

Savo tolimesniuose skaičiavimuose remsimės teorema, kuri teigia, kad regresinės tiesės

$$\hat{y} - \bar{y} = \sum_{j=1}^k b_j(x_j - \bar{x}_j),$$

nežinomus koeficientus b_m galime rasti išsprendę k lygčių sistemą:

$$cov(y, x_i) = \sum_{m=1}^k b_m \cdot cov(x_m, x_j)$$

Apibrėžimas. Tarkime turime m atsitiktinių dydžių x_1, x_2, \dots, x_m ir imtį $x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}$ kiekvienam atsitiktiniam dydžiui x_j . Kovariacijų matrica vadinsime $m \times m$ masyvą, sudarytą iš elementų $[c_{ij}]$, kur $c_{ij} = cov(x_i, x_j)$.

6.2 Skaičiavimai

Toliau pateiksime pirmų metų *SCR* įverčio skaičiavimus. Pirmiausia pasidarome kovariacijų matricą (matricoje skaičiai pateikiami mln.):

Metai	<i>DS</i>	<i>GWP</i>	<i>UL</i>	<i>SCR</i>
<i>DS</i>	2,768,247	107,461	102,888	79,746
<i>GWP</i>	107,461	5,274	4,476	3,741
<i>UL</i>	102,888	4,476	26,838	10,243
<i>SCR</i>	79,746	3,741	10,243	50,4267

6 lentelė: Kovariacijų matrica

Ši kovariacijų matrica atitinka tiesinių lygčių sistemą, kurią turime išspręsti (mūsų atveju užtenka išspręsti pirmas tris lygtis). Taigi, turime matricinę lygtį $AX = C$, kur X yra ieškomų koeficientų b_j 3x1 vektorius, C yra 3x1 pastovių konstantų vektorius, o A - 3x3 matrica, kuri priklauso nuo ieškomų koeficientų b_j (matricoje skaičiai pateikiami mln.):

$$X = A^{-1}C = \begin{bmatrix} 2,768,247 & 107,461 & 102,888 \\ 107,461 & 5,274 & 4,476 \\ 102,888 & 4,476 & 26,838 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 79,746 \\ 3,741 \\ 10,243 \end{bmatrix}$$

Skaičiuoklės Excel pagalba nesunkiai gauname lygties sprendinius b_1, b_2 ir b_3 . Regresinei lygčiai bereikia surasti laisvąjį narį c , kurį galime suskaičiuoti pagal formulę:

$$c = \mu_4 - \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \mu_3 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix}$$

čia μ_1 yra draudimo sumų imties vidurkis,

μ_2 - visų pasirašytų įmokų imties vidurkis,

μ_3 - techninių atidėjinių imties vidurkis,

μ_4 - mokumo kapitalo reikalavimo imties vidurkis.

Dabar turime visus reikalingus koeficientus savo regresinei lygčiai, kuri aprašo pirmų metų mokumo kapitalo reikalavimą:

$$\hat{y} = b_1x + b_2x_2 + b_3x_3 + c$$

čia x_1 - draudimo sumų dydis,

x_2 - visų pasirašytų įmokų suma,

x_3 - techninių atidėjinių suma.

Kartodami šiuos žingsnius antriems ir tretiems modeliuojamos įmonės metams, gauname tokius įverčius:

Metai	b_1	b_2	b_3	c
1 m.	$-9.630E-05$	$4.508E-01$	$3.069E-01$	$-1.559E06$
2 m.	$-2.080E-02$	$7.127E-01$	$3.695E-01$	$-4.110E06$
3 m.	$-2.912E-03$	$2.259E-01$	$3.183E-01$	$-2.048E06$

7 lentelė: Regresinio modelio parametrų reikšmės

Dabar patikrinsime kaip tiksliai mūsų sukurtas regresinis modelis aprašo mokumo kapitalo reikalavimą. Skaičiuosime aproksimuoto \widehat{SCR} ir tikslaus SCR santykį:

$$\widehat{r}_{ki} = \frac{\widehat{SCR}_{ki}}{SCR_{ki}}, \quad i = 1, 2, 3; k = 1, 2, \dots, 10000.$$

Apskaičiavę 1 000 turimų realizacijų \widehat{r}_{ki} reikšmes, gauname tokią informaciją:

Metai	Vidurkis	Dispersija	Mažiausia reikšmė	Didžiausia reikšmė
1 m.	1.037	0.042	0.601	2.144
2 m.	1.025	0.028	0.644	2.174
3 m.	1.020	0.021	0.659	2.027

8 lentelė: \widehat{r}_{ki} imties statistikos

Iš lentelės 8 rezultatų matome, kad bėgant metams koeficiento \widehat{r}_{ki} vidurkis artėja į 1 (tai reiškia, kad vidutiniškai regresinė tiesė vis geriau atspindi realų SCR), o dispersija bei skirtumas tarp mažiausios ir didžiausios reikšmės mažėja. Tačiau tai nereiškia, kad turint modelį, kuris prognozuoja įmonės rezultatą 10 m. į priekį, gausime dar tikslesnius rezultatus. Regresinės tiesės parametrų vertinimas kiekvienais metais yra nepriklausomas nuo praėjusių, todėl geresnis \widehat{r}_{ki} santykis nebūtinai rodo tiksliau įvertintus parametrus.

Nors rezultatai gali pasirodyti įtikinami ir pakankamai gerai aprašantys SCR kitimą, nepamirškime, kad ieškant regresinės lygties koeficientų b_1, b_2, b_3 ir c buvo remiamasi žinomu SCR dydžiu. Pakreipkime uždavinį kita linkme ir tarkime, kad turime tik pirmų dvejų metų rezultatus. Remdamiesi jais pabandysime prognozuoti trečių metų SCR ir gautus rezultatus palyginsime su tikslia reikšme.

Skaičiuoklės Excel pagalba, įvertiname trečių metų regresinės lygties koeficientus b_1, b_2, b_3 ir c remdamiesi pirmų dvejų metų turimais koeficientais ir darydami prielaidą, kad jie kinta tiesiškai. Gauname tokius įverčius:

Metai	\widehat{b}_1	\widehat{b}_2	\widehat{b}_3	\widehat{c}
3 m.	$-4.151E - 02$	$9.746E - 01$	$4.321E - 01$	$-6.662E06$

9 lentelė: Regresinio modelio parametrų reikšmės

Įstatę šiuos parametrus į regresinę lygtį, galime palyginti gautus rezultatus su tikslia SCR reikšme. Vėl skaičiuojame \widehat{r}_{ki} statistikas:

Matome, kad rezultatai reikšmingai suprastėjo. Remdamiesi tokiu įverčiu, turėtume turėti žymiai didesnę mokumo kapitalą, nei privaloma.

Metai	Vidurkis	Dispersija	Mažiausia reikšmė	Didžiausia reikšmė
3 m. įvertis	1.248	0.032	1.621	2.474

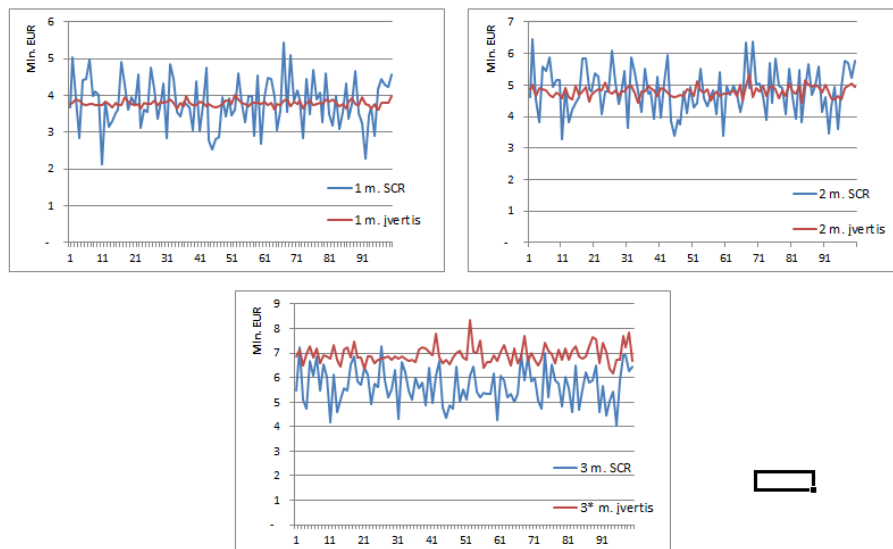
10 lentelė: \widehat{r}_{ki} imties statistikos

Iš tiesų koeficiento \widehat{r}_{ki} statistikos nevisai tiksliai atskleidžia modelio tikslumą, nes vidurkindami rezultatus gauname "gražesnę" situaciją. Norint tai pademonstruoti, nagrinėkime \widehat{SCR}_i ir SCR_i vidurkius. Lentelėje pateiksime rezultatus lyginant kiekvienų metų įverčius su tiksliais reikšmėmis bei trečių metų įvertį (3* m.), gautą naudojantis tik pirmų dvejų metų turimais duomenimis:

	1 m.	2 m.	3 m.	3* m.
Tiksli reikšmė	3,786,146	4,781,424	5,653,700	5,653,700
Įvertis	3,786,146	4,778,969	5,653,700	6,921,436
Santykis	1.000	0.999	1.000	1.224

11 lentelė: \widehat{SCR}_i ir SCR_i vidurkių palyginimas

Matome, kad vidutiniškai regresinės tiesės rezultatai labai tiksliai įvertina SCR_i reikšmę. Dabar paimekime 100 modelio realizacijų ir pažiūrėkime kaip grafiškai atrodo \widehat{SCR}_i ir SCR_i pasiskirstymas:



12 pav.: Pirmų - trečių metų \widehat{SCR} ir SCR pasiskirstymas

Iš grafikų matome, kad pirmais ir antrais metais, regresinės lygties įvertis labai mažai svyruoja apie vidurkį, kai tuo tarpu tiksli SCR reikšmė nepasižymi tokiu pastovumu. Įmonė turi užtikrinti, kad ji turi pakankamai turto mokumo kapitalo reikalavimui dengti. Tačiau,

bandydama vertinti savo mokumo kapitalą modelio pagalba - to nepadarytų. Šiek tiek kitokia situacija stebima trečiais metais, kai modelio parametrai įvertinti nežinant tikslios *SCR* reikšmės. Šiuo atveju matome, kad modelis praktiškai kiekviename taške prognozuoja didesnę nei būtinas mokumo kapitalas. Nors tai užtikrintų reikalingą turto atsargą, tačiau tuo pat metu tai gali virsti našta įmonei. Be to, pervišinis turto laikymas yra neefektyvus ir gali paveikti bendrą įmonės rezultata.

7 Išvados

Magistro darbo tikslas buvo sumodeliuoti gyvybės draudimo kompaniją, kuri turėtų visas svarbiausias draudimo įmonės charakteristikas ir remtųsi pagrindiniais draudimo principais. Modelyje daromos prielaidos remiasi Lietuvos Banko pateikiama draudimo rinkos statistika bei aktuarine praktika. Modeliuojant įmonę stengiamasi kuo realistiškiau įgyvendinti vidičius ir išorinius veiksnius: mirties ir nutraukimų procesus, investicinės grąžos trajektorijas, patirtas išlaidas, gautas pajamas, galimas rizikas.

Turėdami pilną gyvybės draudimo įmonės modelį, vertinome jos mokumo kapitalo reikalavimą pagal naują mokumo vertinimo sistemą Mokumas II, kuri įsigalioja ES nuo 2016 m. sausio 1 d. Ši sistema iš esmės skiriasi nuo iki šiol galiojusios Mokumas I, pagal kurią buvo vertinama tik draudiminė rizika. Mokumas II vertindamas mokumo kapitalo reikalavimą atsižvelgia į žymiai platesnį rizikų spektrą: rinkos, sveikatos, įsipareigojimų nevykdymo, gyvybės, ne gyvybės, nematerialaus turto, operacinę rizikas. Savo modelyje įvertinome tik mažą dalį šių rizikų; skaičiavome įtaką mirtingumo, nutraukimų, palūkanų normų ir operacinės rizikos submodulių. Remdamiesi EIOPA nustatytais mokumo kapitalo reikalavimo skaičiavimo gairėmis, įvertinome savo įmonės mokumo kapitalo reikalavimą trejiems metams į priekį. Visą modeliavimo procesą kartojome 1 000 kartų ir pasinaudoję gautais rezultatais sukūrėme tiesinės regresijos lygtį mokumo kapitalo reikalavimui vertinti.

Mokumo kapitalo reikalavimo skaičiavimas ilgas ir sudėtingas procesas, kuris reikalauja daug žmogiškųjų ir techninių išteklių. *SCR* vertinimas taptų žymiai paprastesnis, jeigu pavyktų sukurti regresinį modelį, kuris priklausytų nuo draudimo sumų, pasirašytų įmokų ir techninių atidėjinių. Šiam tikslui pasiekti naudojome mažiausių kvadratų metodą daugianariams. Kaip matėme iš pateiktų rezultatų, pavyko sukurti regresinį modelį, kuris pakankamai tiksliai aprašo vidutinį tam tikrų metų reikalingą *SCR*. Tačiau praktikoje vidutinis įvertis netinka, nes mokumo kapitalo reikalavimo svyravimai priklauso nuo daugiau faktorių. Kita vertus, savo darbe pavyko gauti atsargų *SCR* įvertį, kuris skirtas ateinančių

metų prognozei. Toks įvertis galėtų būti naudingas įmonių preliminariems ateinančių metų planavimams. Be to, jis legvai skaičiuojamas, kadangi visą reikalingą informaciją įmonė turėtų be jokių papildomų skaičiavimų.

Galime teigti, kad tikslus mokumo kapitalo aproksimavimas draudimo sumomis, pasirašytais įmokomis ir techniniais atidėjimais yra sunkiai tikėtinas, kadangi Mokumas II vertinimo sistema atsižvelgia ir į daugybę kitų, ne tik su draudimine rizika susijusių, veiksnių.

Literatūra

- [1] Aleksandra Lezgovko. Draudimo ekonomikos pagrindai, 2010, p. 156-173, 214-219.
- [2] Arne Sandström. Solvency. Models, Assessment and Regulation, Stockholm: Swedish Insurance Federation, 2006, p. 15-100, 183-195.
- [3] Philip Booth, Robert Chadburn, Steven Haberman, Dewi James, Zaki Khorasanee, Robert H. Plumb, Ben Rickayzen. Modern Actuarial Theory and Practice, Stockholm: USA, 2005, p. 219-252.
- [4] The underlying assumptions in the standard formula for the Solvency Capital Requirement calculation, https://eiopa.europa.eu/Publications/Standards/EIOPA-14-322_Underlying_Assumptions.pdf
- [5] CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR Standard Formula Article 111b Calibration of Market Risk Module, <https://eiopa.europa.eu/CEIOPS-Archive/Documents/Advices/CEIOPS-L2-Advice-Market-risk-calibration.pdf>
- [6] CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: Standard formula SCR - Article 109 c Life underwriting risk, <https://eiopa.europa.eu/CEIOPS-Archive/Documents/Advices/CEIOPS-L2-Final-Advice-on-Standard-Formula-Life-underwriting-risk.pdf>
- [7] CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: SCR standard formula - Article 111 (f) Operational Risk, <https://eiopa.europa.eu/CEIOPS-Archive/Documents/Advices/CEIOPS-L2-Final-Advice-on-Standard-Formula-operational-risk.pdf>
- [8] CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: Technical provisions Article 86 a Actuarial and statistical methodologies to calculate the best estimate, <https://eiopa.europa.eu/CEIOPS-Archive/Documents/Advices/CEIOPS-L2-Final-Advice-on-TP-Best-Estimate.pdf>
- [9] Guidelines on the valuation of technical provisions, https://eiopa.europa.eu/Publications/Guidelines/TP_Final_document_EN.pdf
- [10] Final CEIOPS' Advice for Level 2 Implementing Measures on Solvency II: Technical Provisions – Article 86 (d) Calculation of the Risk Margin, <https://eiopa.europa.eu/>

CEIOPS-Archive/Documents/Advices/CEIOPS-L2-Final-Advice-on-TP-Risk-Margin.pdf

[11] https://www.actuaries.org/Boston2008/Papers/IPM5_Preeti_Nandha_Warrier.pdf

[12] http://www.esparama.lt/es_parama_pletra/filai/ESFproduktai/2014_draudimo_paslaugu_pardavimo_proceso_valdymas.pdf

[13] <http://www.slideshare.net/leonhardtwohlschlager/solvency-ii-professional-knowledge-presentation>

[14] <https://www.lloyds.com/the-market/operating-at-lloyds/solvency-ii/about/what-is-solvency-ii>

[15] <http://www.real-statistics.com/multiple-regression/least-squares-method-multiple-regression/>

[16] <http://www.who.int/healthinfo/paper09.pdf>

[17] <https://web.actuaries.ie/sites/default/files/event/2013/04/130516%20Solvency%20II%20for%20Beginners.pdf>

[18] http://ec.europa.eu/internal_market/insurance/docs/solvency/impactassess/annex-c08d_en.pdf

[19] http://www.actuaria.cz/upload/Risk_margin.pdf

[20] https://www.lb.lt/n23192/mokumas_ii_reglamentas_lt.pdf

8 Priedai

Elektroninėje laikmenoje pateikiamas statistinio paketo „R“ programos kodas su komentarais, skirtas gyvybės draudimo įmonės modeliavimui. Šio kodo pagalba yra gaunami reikalingi duomenys regresinio modelio kūrimui. Taip pat pateikiami programos naudojami duomenys, įmonės sutarčių portfelio generavimo failai, gauti rezultatai, regresinio modelio skaičiavimai ir kiti šiame magistro darbe naudoti skaičiavimai.

Amžius	BE	Prudent	Amžius	BE	Prudent	Amžius	BE	Prudent
0	0.00885	0.00983	30	0.00173	0.00192	60	0.01339	0.01487
1	0.00469	0.00521	31	0.00181	0.00201	61	0.01424	0.01582
2	0.00219	0.00244	32	0.00190	0.00211	62	0.01512	0.01680
3	0.00048	0.00053	33	0.00205	0.00228	63	0.01649	0.01832
4	0.00042	0.00047	34	0.00221	0.00245	64	0.01791	0.01991
5	0.00037	0.00041	35	0.00236	0.00263	65	0.01940	0.02156
6	0.00032	0.00036	36	0.00252	0.00280	66	0.02095	0.02328
7	0.00027	0.00030	37	0.00268	0.00297	67	0.02257	0.02508
8	0.00027	0.00029	38	0.00295	0.00328	68	0.02466	0.02740
9	0.00026	0.00029	39	0.00323	0.00358	69	0.02688	0.02987
10	0.00026	0.00028	40	0.00350	0.00389	70	0.02924	0.03249
11	0.00025	0.00028	41	0.00378	0.00420	71	0.03176	0.03529
12	0.00025	0.00027	42	0.00407	0.00452	72	0.03445	0.03827
13	0.00032	0.00035	43	0.00446	0.00496	73	0.03837	0.04263
14	0.00039	0.00043	44	0.00487	0.00541	74	0.04269	0.04743
15	0.00046	0.00052	45	0.00528	0.00586	75	0.04745	0.05273
16	0.00054	0.00060	46	0.00569	0.00632	76	0.05275	0.05862
17	0.00061	0.00068	47	0.00610	0.00678	77	0.05868	0.06520
18	0.00077	0.00085	48	0.00650	0.00722	78	0.06241	0.06935
19	0.00093	0.00103	49	0.00689	0.00766	79	0.06671	0.07412
20	0.00108	0.00121	50	0.00730	0.00811	80	0.07170	0.07966
21	0.00124	0.00138	51	0.00771	0.00856	81	0.07758	0.08619
22	0.00140	0.00156	52	0.00812	0.00902	82	0.08461	0.09401
23	0.00142	0.00157	53	0.00867	0.00963	83	0.11557	0.12841
24	0.00143	0.00159	54	0.00923	0.01025	84	0.16035	0.17817
25	0.00144	0.00160	55	0.00979	0.01088	85	0.23372	0.25969
26	0.00146	0.00162	56	0.01038	0.01153	86	0.39540	0.43933
27	0.00147	0.00164	57	0.01097	0.01219	87	0.67500	0.75000
28	0.00156	0.00173	58	0.01175	0.01306	88-100	0.90000	1.00000
29	0.00164	0.00182	59	0.01256	0.01395			

12 lentelė: Geriausio įverčio ir atsargiai įvertintos mirties tikimybės