VILNIAUS UNIVERSITETAS
Matematikos ir informatikos fakultetas

Aktuarinė Matematika ir Mokumas II Kapitalo Reikalavimas

Actuarial Mathematics and Solvency II Capital Requirement

Autorius: Džiugas Stankevičius
el. paštas: dziugas.stankevicius@mif.stud.vu.lt
Vadovas: doc. Andrius Grigutis

Vilnius, 2025

Turinys

Santrauka **2**

1 Įvadas **2**

2 Mokumas II sistemos apžvalga **4**

3 Mokumas II struktūra ir pagrindiniai skaičiavimų metodai **7**
3.1 Pagrindiniai skaičiavimų komponentai 7
3.2 Rizikos marža 10
3.3 Mokumo kapitalo reikalavimas 11
3.4 Gyvybės draudimo skaičiavimo metodika 19

4 Tyrimas ir analizė **23**

5 Išvados **29**

Excel VBA Pinigų srautų skaičiavimo kodas **30**

Santrauka

Mokumo kapitalo reikalavimas (angl. Solvency capital requirement (SCR)) – tai yra lėšų suma, kurią privalo laikyti atsidėjusios Europos Sąjungos draudimo ir perdraudimo bendrovės, kad sugebetų įvykdyti savo įsipareigojimus su 99,5% tikimybe, kai iškyla didesnė rizika. SCR yra formule paremtas skaičius, sukalibruotas taip, kad užtikrintų, kad būtų atsižvelgta į visas kiekybiškai įvertinamas rizikas tokias kaip rinkos, sveikatos draudimo, gyvybės draudimo, ne gyvybės draudimo, įsipareigojimų nevykdymo, nematerialiojo turto ir operacinės. Šis skaičius turi būti apskaičiuojamas bent kartą per metus.

Raktiniai žodžiai: Mokumas II, mokumo kapitalo reikalavimas (SCR), minimalus kapitalo reikalavimas (MCR), geriausias įvertis (BEL), rizikos maržą, pinigų srautai.

Abstract

The Solvency Capital Requirement (SCR) is the amount of capital that insurance and reinsurance companies in the European Union must hold in order to meet their obligations with a probability of 99,5% when a higher risk occurs. The SCR is a formula-based figure calibrated to ensure that all quantifiable risks such as market, health, life, non-life, default, intangible and operational are taken into account. This figure must be calculated at least once a year.

Keywords: Solvency II, Solvency Capital Requirement (SCR), Minimal Capital Requirement (MCR), best estimate liability (BEL), risk margin, cash flows.

1 Įvadas

Trys Europos Sąjungos direktyvų kartos, taikomos nuo aštuntojo dešimtmečio, atvėrė kelią draudimo rinkai veikti remiantis įsisteigimo laisve ir laisve teikti paslaugas Europos Sąjungoje. Laikui bėgant reguliavimo sistema atrodė vis netinkamesnė pramonės priežiūrai. Per 40 gyvavimo metų „Mokumas I“ režimas parodė struktūrinių trūkumų. Jis nebuvo jautrus rizikai, taip pat buvo keletas pagrindinių rizikų, įskaitant rinkos, kredito ir veiklos rizikos,

kurios buvo visiškai neįtrauktos į kapitalo reikalavimus arba į juos nebuvo tinkamai atsižvelgta taikant „vieno modelio tinkamumą visiems“ metodą. Toks jautrumo rizikai trūkumas turėjo šias pasekmes:

- Dėl savo supaprastinto modelio „Mokumas I“ neduoda tikslaus kiekvienos rizikos įvertinimo;
- Tai neužtikrina tikslaus ir savalaikio priežiūros institucijų įsikišimo;
- Tai neužtikrina optimalaus kapitalo paskirstymo, t. y, tokio paskirstymo, kuris būtų optimalus suvaldyta rizika ir grąža akcininkams.

1999 metais Europos Komisija pristatė savo dokumentą „The Review of the Overall Financial Position of an Insurance Undertaking“. Tai inicijavo diskusiją tarp Europos reguliavimo ir priežiūros institucijų dėl rizikos valdymo modelio pertvarkymo draudimo ir perdraudimo įmonėms. Diskusijos buvo ypač svarbios po 2008 m. finansų krizės. Nors didžioji dalis problemų turinčių įstaigų buvo bankai, krizė palietė ir kelis draudikus, bei nulėmė netinkamus draudikų investicinius sprendimus, lėmusius didelius nuostolius 2018 metų liepos mėnesį Europos draudimo ir profesinių pensijų institucijos (angl. European Insurance and Occupational Pensions Authority (EIOPA)) ataskaitoje. Krizė parodė, svarbą, kad visi dalyvaujantys subjektai darniai suprastų riziką ir kad reikia apsvarstyti platesnį poveikį finansiniam stabilumui. Tai išryškino poreikį reglamentavimo sistemą paversti modernaus rizikos valdymo priešakyje, atspindinčia didelių tarpvalstybiniu pagrindu veikiančių grupių tikrovę. Krizė taip pat parodė, kad Europos Sąjunga nebuvo pakankamai pasirengusi užtikrinti veiksmingą nacionalinių finansų priežiūros institucijų bendradarbiavimą ir koordinavimą bei nuoseklų teisinės sistemos taikymą visose valstybės narėse. 2009 metais Europos Sąjungos finansų priežiūros aukšto lygio grupė paskelbė ataskaitą, kurioje pakartojami priežiūros ir reguliavimo režimo trūkumai, kurie prisidėjo prie finansų krizės. 2009 metų lapkričio mėnesį priimta direktyva „Mokumas II“, kuri įsigaliojo nuo 2016 metų sausio 1 dienos. Mokumas II nustato reikalavimus, taikomus draudimo ir perdraudimo įmonėms Europos Sąjungoje, siekiant užtikrinti tinkamą draudėjų ir naudos gavėjų apsaugą. Ši direktyva taiko rizika pagrįstą metodą, leidžiantį įvertinti draudimo ir perdraudimo įmonių bendrą mokumą kiekybinėmis ir kokybinėmis priemonėmis.

Šiame darbe aptarsiu Mokumas II struktūra ir visus SCR formulės komponentus: kaip juos paskaičiuoti, iš ko jie susideda ir kada jie naudojami.

Pagrindinis šio darbo planas bus pritaikyti SCR skaičiavimo metodiką, kurią pateikė EIOPA savo dokumentacijose. Šiuos skaičiavimus atliksiu paprastojo gyvybės draudimo portfeliui ir įvertinsiu ar draudimo įmonė optimaliai paskirsto savo kapitalą ir gali vykdyti savo veiklą toliau.

2 Mokumas II sistemos apžvalga

Mokumas II reguliavimo sistema grindžiama trijų kolonų struktūra:

I kolona apima draudiko galimybes įrodyti, kad jis turi pakankamai finansinių išteklių, kad galėtų įvykdyti visus savo įsipareigojimus, ir susideda iš kiekybinių reikalavimų, pavyzdžiui kapitalo, kurį turi turėti draudikas, dydžio.

Ši kolona yra susijusi su skaičiavimais, modeliais ir kapitalo reikalavimais. Mokumo kapitalo reikalavimas (angl. Solvency capital requirement (SCR)) yra į riziką reaguojanti kapitalo priemonė, kalibruota siekiant užtikrinti, kad kiekvienas draudikas sugebės įvykdyti savo įsipareigojimus per ateinančius 12 mėnesių su 99,5% tikimybe. Jei šis kapitalo lygis nebus pasiektas, greičiausiai bus imtasi reguliavimo priemonių ir reikės imtis taisomųjų veiksmų. Minimalus kapitalo reikalavimas (angl. Minimal capital requirement (MCR)) yra minimalus kapitalo dydis, kurio draudikui reikia savo rizikai padengti. Jei draudiko rizikos kapitalas nukris žemiau MCR, jam bus uždrausta vykdyti bet kokius tolimesnius sandorius. SCR galima apskaičiuoti naudojantis standartine formule arba vidiniu modeliu. Standartinio modelio skaičiavimo metodika yra nurodyta EIOPA dokumentuose. Vidinis modelis gali būti visiškai arba iš dalies tinkamas naudojimui, jei jis tenkina priežiūros institucijų testus ir reikalavimus, o tai rekomenduojama tik didžiausioms įmonėms, nes jo taikymas reikalauja ženkliai daugiau resursų. Vidinis modelis yra kuriamas tada, kai standartinio modelio naudojimas netiksliai įvertina draudimo įmonės portfelio rizikas.

II kolona nustato reikalavimus valdymo ir rizikos valdymo sistemai, pagal kurią nustatoma ir įvertinama rizika, nuo kurios turi būti laikomas kapitalas, bei veiksmingai draudikų priežiūrai.

Ši kolona yra išsamiausia iš visų trijų kolonų, atsižvelgiant į nuosavą rizikos mokumo vertinimą (angl. Own Risk and Solvency Assessment (ORSA)). ORSA gali būti apibrėžiama kaip „procesų ir procedūrų, naudojamų nustatant, vertinant, stebint, valdant ir pranešant apie trumpalaikę ir ilgalaikę riziką,

su kuria susiduria ar gali susidurti perdraudimo įmonė, ir nustatyti nuosavas lėšas, būtinas užtikrinti, kad bendri mokumo poreikiai visada būtų tenkinami, visuma“. Taigi tai yra procesas, kurio metu įmonė parodo, kaip bus toliau laikomasi SCR vykdydama savo verslo planą. Tai yra pagrindinis ryšys tarp įmonės rizikos kapitalo modeliavimo galimybių ir verslo veiklos būdo ir turėtų būti naudojama siekiant padėti nustatyti ir valdyti riziką. Kitas pagrindinis ORSA tikslas yra skatinti perspektyvią ateitį, paprastai 3-5 metus. ORSA neturėtų būti pernelyg apsunkinantis, todėl pernelyg sudėtingas ir proporcingas pobūdžiui. ORSA taip pat turi apimti ir sudėtingumą, būdingą verslui, atsižvelgiant į riziką, kuri gali atsirasti ateityje su pagrįsta tikimybe. Metodai gali būti įvairūs – nuo paprastų testų nepalankiausiomis sąlygomis iki daugiau ar mažiau sudėtingų ekonominio kapitalo modelių. ORSA skaičiavimų rezultatams pristatyti mažas draudikas gali parengti kelių puslapių ataskaitą, o tarptautinei grupei kartu su priedais tai gali būti keli šimtai puslapių. Nėra jokių rezultatų pagrindų ar gairių, nes reguliavimo institucijos nori, kad ORSA procesas priklausytų bendrovės valdybai. ORSA yra svarbi, nes per peržiūros procesą ORSA prisideda prie vadovybės gebėjimo įvertinti ir valdyti savo verslą bei būdingą riziką organizacijoje. Šis vertinimas reikalauja, kad draudimo įmonės tinkamai nustatytų savo bendruosius mokumo poreikius trumpalaikei ir ilgalaikei rizikai, ir tai yra rizikos valdymo sistemos dalis. Pareiškime paaiškinama, kaip įmonė buvo nustatyta atsižvelgiant į jos mokumo reikalavimus ir rizikos profilį. Tam reikia aprašyti, kaip ORSA procesas ir rezultatai yra tinkamai dokumentuojami viduje, taip pat nepriklausomai peržiūrimi.

III kolonoje sutelktas į informacijos atskleidimo, ataskaitų teikimo ir skaidrumo reikalavimus, susijusius su šia rizika ir kapitalo reikalavimais.

Ši kolona yra susijusi su priežiūros tikslais, atskleidimo ir skaidrumo reikalavimais, tokiais kaip mokumo ir finansinės būklės ataskaita (SFCR) ir kiekybinės ataskaitos šablonas (QRT). Pagrindiniai turto valdymo ir paslaugų teikėjų iššūkiai yra duomenų valdymas, kuris yra būtinas SCR skaičiavimams ir ataskaitų teikimui priežiūros institucijoms. Strategijos turėtų būti peržiūrimos iš kelių aspektų, tokių kaip laukiama grąža, rizikos įvertinimas, kapitalo reikalavimai ir finansinių pajamų mokestis. Su perdraudikais, turto valdytojais ir paslaugų teikėjais reikia iš naujo derėtis dėl paslaugų lygio susitarimų.

Trys kolonos sudaro nuoseklų požiūrį, leidžiantį suprasti ir valdyti riziką

visame sektoriuje.

Draudimo sutartis apima fiksuotos periodinės arba vienkartinės įmokos pakeitimą į neapibrėžtus būsimus žalų mokėjimus, priklausančius nuo kiekvieno įvykio. Draudikai investuoja iš daugybės draudėjų surinktas įmokas, sujungdami riziką, kol sueis išmokų terminas. Turto termino suderinimas su numatomų įsipareigojimų ilgalaikio termino profiliu yra rizikos valdymo pagrindas. Gyvybės draudikai yra ypač gerai pasirengę pirkti ir laikyti ilgalaikes investicijas. Kita vertus, pagrindinės banko funkcijos yra priimti indėlius, teikti mokėjimo paslaugas ir teikti kreditą. Šiam verslo modeliui būdingas termino pasikeitimas, nes trumpalaikiai įsipareigojimai, tokie kaip indėliai, paprastai naudojami ilgalaikiam skolinimui finansuoti kaip įmonių paskolos ar hipotekos. Draudiko įsipareigojimai yra nelikvidūs ir negali būti grąžinti per trumpą laiką, o draudėjams brangiai kainuoja ir atšaukimo laikotarpis. Taigi pretenzijos draudikams iš esmės nepriklauso nuo ekonomikos ciklo, bet priklauso nuo statistinio pagrindinės rizikos pasiskirstymo. Ir atvirkščiai, bankų įsipareigojimai tradiciškai yra pagrįsti indėliais. Indėliai gali būti sandorių, santaupų ir terminuotųjų indėlių sąskaitų derinys. Šie indėliai iš esmės yra likvidūs, todėl gali būti atšaukti bet kuriuo metu arba per trumpą laiką. Priklausomai nuo aplinkybių, likvidumo problemos gali užkrečiamai plisti tarp didelių, tarpusavyje susijusių įstaigų. Draudikai investuoja į bankus ir yra paveikti bankų. Kadangi draudikų įsipareigojimai paprastai būna su ilgalaikiais apribojimais, kaip ir kada juos galima išpirkti, paprastai turėtų būti tikimasi, kad draudikas taps nemokus (pavyzdžiui, dėl sumažėjusios jo turto vertės) dar gerokai anksčiau nei jis taps nelikvidus. Bankų žlugimas įvyksta daug greičiau ir turi netvarkingesnių savybių. Dėl šios priežasties bankų reguliuotojai ypatingą dėmesį skiria bankų likvidumui. Tačiau draudimo nesėkmės iš esmės skiriasi nuo bankų. Dėl to bankams ir draudikams kuriami atskiri reguliavimo režimai atspindintys skirtingus kapitalo reikalavimus.

3 kolonų struktūra pavaizduota grafiškai:



1 pav.: Trijų kolonų struktūra

3 Mokumas II struktūra ir pagrindiniai skaičiavimų metodai

3.1 Pagrindiniai skaičiavimų komponentai

(Per)draudikas turi turėti turto, kad galėtų įvykdyti savo nuolatinius įsipareigojimus draudėjams, todėl reikia į ateitį įvertinti visus svarbius pinigų srautus per numatomą atitinkamų įsipareigojimų trukmę, atsižvelgiant į rizikos maržą. Dėl šio įvertinimo gaunama grynoji suma, kuri turi būti laikoma turte, atitinkančiame įsipareigojimų pobūdį ir trukmę. Tai vadinama techniniais atidėjiniais.

SCR ir MCR yra papildoma atidėjinių atsarga, siekianti apsisaugoti nuo neigiamų rinkos, veiklos ar kitų sąlygų nukrypimų, kurie turi tikimybę įvykti 1 kart per 200 metų. Techniniai atidėjiniai yra didžiausias (per)draudiko balanso dalis. Jų apskaičiavimo metodika grindžiama įvairiais veiksniais, įskaitant numatomus būsimus pinigų srautus, galimą riziką ir reguliavimo reikalavimus, atsižvelgiant į specifinį kiekvieno draudiko rizikos profilį.

Pagrindinė techninių atidėjinių sudedamoji dalis yra **geriausias įvertis** (angl. best estimate liability (BEL)). Tai yra suma, reikalinga vertinimo dieną visiems draudimo įsipareigojimams įvykdyti, kartu su visomis būsimomis išlaidomis, kurios bus patirtos valdant verslą iki jos galiojimo pabaigos.

BEL atitinka būsimų pinigų srautų svertinį vidurkį pagal tikimybę, atsižvelgiant į pinigų laiko vertę (tikėtiną būsimų pinigų srautų dabartinę vertę). Jis apskaičiuojamas:

- Remiantis naujausia ir patikima informacija bei tikroviškomis prielaidomis;
- Tinkamų ir aktualių aktuarinių ir statistinių metodų taikymas;
- Kaip bendroji vertė, neatėmus sumų, susigrąžintinų iš perdraudimo sutarčių, kurias įmonės turi apskaičiuoti atskirai.

Srautų prognozėje, naudojamoje apskaičiuojant geriausią įvertį, turi būti atsižvelgta į visus, įplaukiančius ir išplaukiančius pinigų srautus reikalingus (per)draudimo įsipareigojimams įvykdyti per jų galiojimo laikotarpį. Bendroji taisyklė yra ta, kad pinigų srautai, susiję su draudimo sutartimi, turi būti įtraukiami nuo datos, kai (per)draudikas tampa sutarties šalimi, arba nuo draudimo apsaugos pradžios. Tokie pinigų srautai turėtų apimti šiuos su draudimo sutartimis susijusius pinigus:

- Išmokų mokėjimai draudėjams ir naudos gavėjams;
- Mokėjimai, kuriuos (per)draudikas patiria, kad suteiktų sutartines išmokas;
- Tam tikrų išlaidų apmokėjimas;
- Įmokos ir visi papildomi pinigų srautai, atsirandantys dėl šių įmokų;

- Mokėjimai tarp (per)draudiko ir tarpininkų, susiję su (per)draudimo įsipareigojimais;
- Mokėjimai tarp (per)draudiko ir investicinių įmonių, susijusių su sutartimis su indeksu susietomis ir investicinėms išmokomis;
- Mokesčių įmokos, mokamos draudėjams arba privalomos padengti (per)draudimo įsipareigojimus.

Pinigų srautuose taip pat turi būti aiškiai arba netiesiogiai atsižvelgta į:

- Visus neaiškumus, įskaitant laiką, pretenzijų sumas, išlaidas ir draudėjo elgesį;
- Administracinės, investicijų valdymo, žalų valdymo ir įsigijimo išlaidos;
- Tikėtini būsimi pokyčiai, kurių įmonė nekontroliuoja, jei jie reikšmingai paveiktų pinigų srautus per visą draudimo sutarties galiojimo laikotarpį;
- Bet kokios finansinės garantijos ir sutartiniai pasirinkimo sandoriai, įtraukti į jų (per)draudimo polisą, įskaitant veiksnius galinčius turėti įtakos tikimybei, kad draudėjai pasinaudos tais sutartiniais pasirinkimo sandoriais arba realizuos finansinių garantijų vertę;
- Bet kokių opcionų ir garantijų apsidraudimo išlaidos.

Draudimo įmoka susideda iš daug faktorių, tokių kaip:

- Amžius
  Atsižvelgiama į žmogaus bendrą sveikatos būklę, kuo vyresnio amžiaus žmogus apsidraus gyvybės draudimu, tuo didesnė mirties tikimybė. Tai reiškia, kad įmokos didėja proporcingai su žmogaus amžiumi;
- Sveikatos būklė
  Žmogaus gyvybės draudimo įmokos bus apskaičiuojamos pagal medicininę informaciją, kurią jis pateikė. Bet kokia sveikatos būklė, dėl kurios gali būti didesnė tikimybė draudžiamajam įvykiui įvykti, padidins žmogaus įmokas. Draudikas gali paprašyti susipažinti su jūsų medicininiais įrašais prieš nuspręsdamas, ar pasiūlyti jums gyvybės draudimą;

- Žalingi įpročiai
  Statistiškai žalingų įpročių turintys žmonės turi didesnes tikimybes patirti sveikatos problemų, todėl dažniausiai įmokos šiems žmonėms būna didesnės;

- Hobiai
  Jei žmogus turi tam tikrų hobių, kurie laikomi pavojingais, pavyzdžiui, ekstremalus sportas, draudikas gali į tai atsižvelgti apskaičiuodamas gyvybės draudimo įmokas;

- Draudimo suma
  Žmogus prieš apsidrausdamas pasirenka kokią išmoką norėtų gauti įvykus draudžiamajam įvykiui. Tai reiškia, kad įmoka didės proporcingai su draudimo suma.

Susiprojektavus visus ateities pinigų srautus BEL galime paskaičiuoti tokia formule:

$$\text{BEL} = \sum_{t=1}^{n} \frac{\mathbb{E}[CF_t]}{(1+r_t)^t},$$

kur:

- $\mathbb{E}[CF_t]$ yra tikėtina pinigų srautų suma laiko momentu t;
- $(1+r_t)^t$ yra garantuotų palūkanų norma laiko momentu t. Šią palūkanų normą pateikia EIOPA;
- n yra projekcijos laikotarpis metais;

3.2 Rizikos marža

Rizikos marža padengia (per)draudiko poreikį turėti kapitalą nuo rizikos, kurioms negalime rasti kitokio tipo turto, kuris padengtų nuostolį (angl. Non-Hedgeable (NH)). Tam reikia numatyti mokumo kapitalą, kad būtų užtikrinta, jog techninių atidėjinių vertė būtų lygi sumai, kurios turėtų prireikti kitam (per)draudikui, jeigu jis norėtų perimti ir įvykdyti (per)draudimo įsipareigojimus per visą savo gyvavimo laikotarpį. „Mokumas II“ nustatė kapitalo kainos normą 6%.

Rizikos maržos apskaičiavimas grindžiamas įvairiomis prielaidomis:

- Visą pradinės įmonės draudimo ir perdraudimo įsipareigojimų portfelį perima kita įmonė;
- Jei pradinė įmonė užsiima ir gyvybės, ir ne gyvybės draudimo veikla, šiuos portfelius atskirai perima skirtingos įmonės;
- Perdavimas apima visas perdraudimo sutartis ir susitarimus;
- Perimanti įmonė iki perdavimo neturi draudimo ar perdraudimo įsipareigojimų arba nuosavų lėšų;
- Turtas yra parenkamas taip kad būtų sumažinta rinkos rizika;
- Perimančios įmonės techninių atidėjinių nuostolių padengimo pajėgumas atitinka kiekvienos rizikos pradinio įsipareigojimo pajėgumą.

Paprastai BEL ir rizikos marža apskaičuojami atskirai.

Norėdami apskaičiuoti rizikos maržą, aktuarai turi apskaičiuoti kaip nepalankūs įvykiai su 1 iš 200 tikimybę paveiks draudimo veiklą ir atitinkamus kapitalo reikalavimus NH rizikoms. NH rizikos yra pavyzdžiui mirtingumas, nutraukimai ar išlaidos.

Rizikos marža apskaičiuojama šia formule:

$$RM = CoC \cdot \sum_{t \geq 0} \frac{SCR_{NH}(t)}{(1 + r(t+1))^{t+1}},$$

kur:

- CoC (the Cost-Of-Capital rate) – kapitalo kainos norma, kuri lygi 6%;
- $SCR_{NH}(t)$ – SCR NH rizikoms po t metų;
- $(1 + r(t+1))^{t+1}$ – garantuota palūkanų norma $t+1$ laikotarpiui metais, kurią pateikia EIOPA.

3.3 Mokumo kapitalo reikalavimas

SCR sukurtas siekiant apsaugoti draudėjus, padedant užtikrinti, kad draudikai galėtų išgyventi sunkiais laikotarpiais ir sumokėti išmokas suėjus terminui. Jame nurodomas konkretus kapitalo dydis, kurį turėtų turėti draudikas, apskaičiuotas atsižvelgus į įvairiais rizikas. „Mokumas II“ reikalauja,

kad MCR būtų apskaičiuojamas pagal „rizikos vertę“, kuriai taikomas 99,5% pasikliovimo lygis. Kitaip tariant, SCR turėtų leisti draudikui atlaikyti visas rizikas, išskyrus pačius kraštutinius, kurios pasitaiko rečiau nei kartą per 200 metų. SCR veikia kartu su MCR, kuris yra ženkliai žemesnis nei SCR. Jei draudiko kapitalas nukrenta žemiau SCR – prižiūrinčios institucijos gali įsikišti į draudiko veiklą. Jei kapitalo lygis nukrenta žemiau MCR – prižiūrinčios institucijos turi teisę atšaukti leidimą tęsti toliau veiklą. SCR turi būti skaičiuojamas ne rečiau kaip kartą per metus ir rezultatai turi būti raportuoti prižiūrinčioms institucijoms. Jei įvyksta reikšmingas draudiko rizikos profilio pasikeitimas, jis turi kuo greičiau perskaičiuoti savo SCR ir pranešti apie naują rezultatą. SCR gali būti apskaičiuojamas naudojantis standartine formule, nurodyta „Mokumas II“ dokumentacijoje arba naudojant prižiūrinčių institucijų patvirtintą specialiai parengtą vidinį modelį parengtą atitinkamai įmonei.

SCR strukūra:

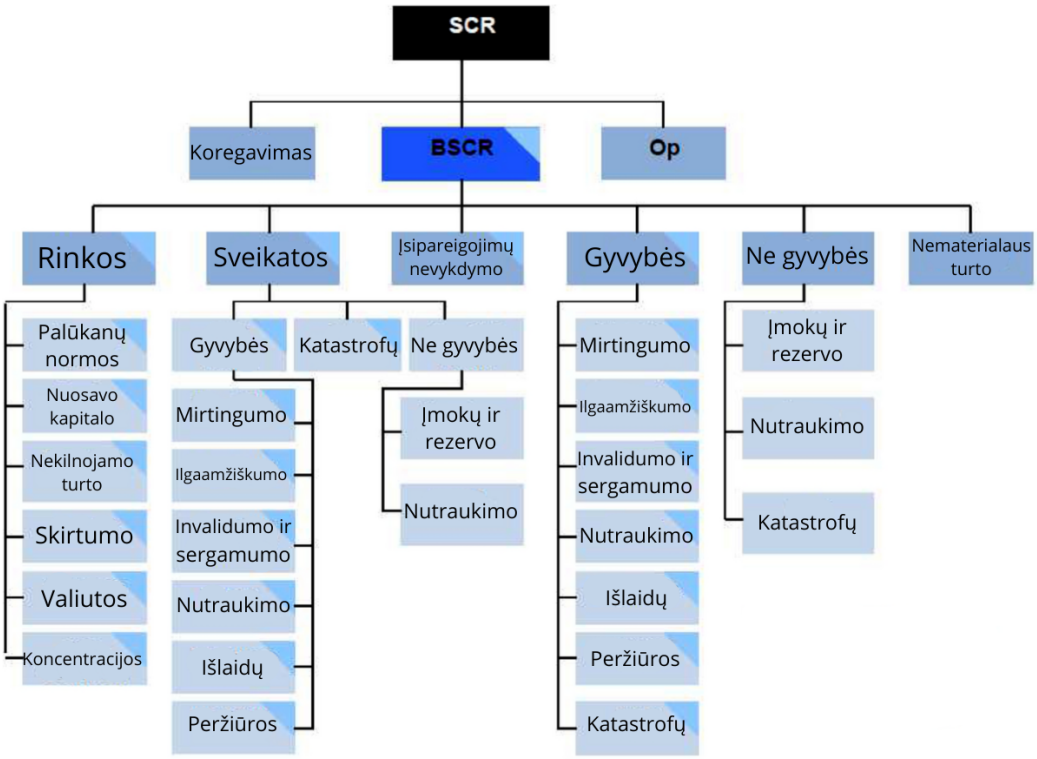
- Pagrindinis SCR (BSCR);
- Kapitalo reikalavimas operacinei rizikai padengti (Op);
- Koregavimas dėl techninių atidėjinių ir atidėtųjų mokesčių gebėjimo padengti nuostolius (Adj);
- Kapitalo reikalavimas nematerialiojo turto rizikai (Intang);

Pagrindiniai SCR skaičiavimo principai:

- Jis turi būti skaičiuojamas darant prielaidą, kad įmonė tęs savo veiklą;
- Jis turi būti sukalibruotas taip, kad būtų užtikrinta, jog būtų atsižvelgta į visą kiekybiškai įvertinamą riziką, kuri kyla įmonei;
- Ji turi apimti esamą verslą ir būsimą verslą, kurį tikimasi daryti per ateinančius 12 mėnesių.

SCR formulė:

$$SCR = BSCR + Op - Adj$$



2 pav.: SCR struktūra [7]

BSCR apskaičiuojamas sumuojant kapitalo reikalavimus, atsirandančius iš kiekvieno nurodyto rizikos modulio paskaičiuoto pagal formule ir koreliacijų matrica, nurodyta „Mokumas II“ direktyve.
Rizikos modulių aprašymas:

- Rinkos rizika (angl. Market):
  - Palūkanų normos submodulis (angl. Interest rate). Šis submodulis apima turto, įsipareigojimų ir finansinių priemonių verčių jautrumą palūkanų normų pokyčiams arba nepastovumui;
  - Nuosavo kapitalo rizikos submodulis (angl. Equity). Šis submodulis apima turto, įsipareigojimų ir finansinių priemonių verčių jautrumą akcijų rinkos kaino lygio pokyčiams arba kintamumui;
  - Nekilnojamo turto rizikos submodulis (angl. Property). Šis submodulis apima turto, įsipareigojimų ir finansinių priemonių verčių

jautrumą nekilnojamojo turto rinkos kainų lygio pokyčiams arba kintamumui;

- Skirtumo rizikos submodulis (angl. Spread). Šis submodulis apima turto, įsipareigojimų ir finansinių priemonių verčių jautrumą kredito skirtumų lygio ar nepastovumo pokyčiams.
- Valiutos rizikos submodulis (angl. Currency). Šis submodulis apima turto, įsipareigojimų ir finansinių priemonių verčių jautrumą valiutų kursų lygio arba nepastovumo pokyčiams;
- Koncentracijos rizikos submodulis (angl. Concentration). Šis submodulis apima papildomų nuostolių, atsirandančių dėl per didelės vienos sandorio šalies pozicijos, rizika. Rizika kyla, jei įmonė turi didelę poziciją vienai įstaigai ir ta įstaiga nevykdo įsipareigojimų arba pablogėja jo kredito kokybė;
- Nelikvidumo rizikos submodulis (angl. Illiquidity). Pagal standartinę formulę nėra atskiro „Nelikvidumo rizikos“ submodulio, kuris būtų aiškiai apibrėžtas. Tačiau nelikvidumas netiesiogiai fiksuojamas įvairiais komponentais kaip:
  - Skirtumo rizikoje apima kompensaciją už galimą turto nelikvidumą;
  - Nuosavo kapitalo ir turto rizikose apima turtą, kuris yra labiau nelikvidus, turi didesnį nepastovumą, todėl kyla didesni kapitalo reikalavimai.

- Sveikatos draudimo rizika (angl. Health):
  - Gyvybės draudimo principams prilygstantis sveikatos draudimo submodulis (angl. SLT Health):
    - Mirtingumo rizikos submodulis (angl. Mortality). Tai mirtingumo lygio tendencijos ar nepastovumo pokyčiai, kai dėl mirtingumo lygio padidėjimo padidėja draudimo įsipareigojimų vertė;
    - Ilgaamžiškumo rizikos submodulis (angl. Longevity). Tai mirtingumo lygio tendencijos ar nepastovumo pokyčiai, kai dėl mirtingumo lygio sumažėjimo padidėja draudimo įsipareigojimų vertė;

        * Neįgalumo ir sergamumo rizikos submodulis (angl. Disability Morbidity). Tai negalios lygio tendencijos ar nepastovumo, ligų ir sergamumo rodiklių pokyčiai;
        * Gyvybės išlaidų rizikos submodulis (angl. Expenses). Tai išlaidų, patirtų aptarnaujant (per)draudimo sutartis, lygio tendencijos ar nepastovumo pokyčiai;
        * Peržiūros rizikos submodulis (angl. Revision). Tai anuitetams taikomų peržiūros normų lygio tendencijos ar nepastovumo pokyčiai dėl teisinės aplinkos ar apdraustojo sveikatos būklės pasikeitimų;
        * Nutraukimų rizikos submodulis (angl. Lapse). Tai poliso galiojimo, nutraukimo ar pratęsimo lygio arba nepastovumo pokyčiai.
    - Gyvenimo katastrofos rizikos submodulis (angl. CAT). Tai didelis atidėjinių prielaidų neapibrėžtumas, susijęs su ekstremaliais ar nereguliariais įvykiais;
    - Gyvybės draudimo principams neprilygstantis sveikatos draudimo submodulis (angl. Non-SLT Health):
        * Įmokų ir rezervų rizikos submodulis (angl. Premium Reserve), apimantis nuostolių arba neigiamo draudimo įsipareigojimų vertės pokyčio riziką, atsirandančią dėl draudžiamųjų įvykių laiko, dažnumo ir sunkumo bei žalos atlyginimo laiko ir sumos svyravimų;
        * Nutraukimų rizikos submodulis (angl. Lapse). Tai poliso galiojimo, nutraukimo ar pratęsimo lygio arba nepastovumo pokyčiai.

- Gyvybės draudimo rizika (angl. Life):
    - Mirtingumo rizikos submodulis (angl. Mortality). Tai mirtingumo lygio tendencijos ar nepastovumo pokyčiai, kai dėl mirtingumo lygio padidėjimo padidėja draudimo įsipareigojimų vertė;
    - Ilgaamžiškumo rizikos submodulis (angl. Longevity). Tai mirtingumo lygio tendencijos ar nepastovumo pokyčiai, kai dėl mirtingumo lygio sumažėjimo padidėja draudimo įsipareigojimų vertė;

  - Neįgalumo ir sergamumo rizikos submodulis (angl. Disability Morbidity). Tai negalios lygio tendencijos ar nepastovumo, ligų ir sergamumo rodiklių pokyčiai;
  - Gyvybės išlaidų rizikos submodulis (angl. Expenses). Tai išlaidų, patirtų aptarnaujant (per)draudimo sutartis, lygio tendencijos ar nepastovumo pokyčiai;
  - Peržiūros rizikos submodulis (angl. Revision). Tai anuitetams taikomų peržiūros normų lygio tendencijos ar nepastovumo pokyčiai dėl teisinės aplinkos ar apdraustojo sveikatos būklės pasikeitimų;
  - Nutraukimų rizikos submodulis (angl. Lapse). Tai poliso galiojimo, nutraukimo ar pratęsimo lygio arba nepastovumo pokyčiai;
  - Gyvenimo katastrofos rizikos submodulis (angl. CAT). Tai didelis atidėjinių prielaidų neapibrėžtumas, susijęs su ekstremaliais ar nereguliariais įvykiais.

- Ne gyvybės draudimo rizika (angl. Non-life):
  - Įmokų ir rezervų rizikos submodulis (angl. Premium Reserve), apimantis nuostolių arba neigiamo draudimo įsipareigojimų vertės pokyčio riziką, atsirandančią dėl draudžiamųjų įvykių laiko, dažnumo ir sunkumo bei žalos atlyginimo laiko ir sumos svyravimų;
  - Nutraukimų rizikos submodulis (angl. Lapse). Tai poliso galiojimo, nutraukimo ar pratęsimo lygio arba nepastovumo pokyčiai;
  - Katastrofų rizikos submodulis (angl. CAT), apimantis nuostolių arba neigiamų draudimo įsipareigojimų vertės pokyčio riziką, atsirandančią dėl didelio kainodaros ir atidėjinių sudarymo prielaidų, susijusių su ekstremaliais ar išskirtiniais įvykiais.
- Sandorio įsipareigojimų nevykdymo rizika (angl. Default);
- Nematerialiojo turto rizika (angl. Intangible assets).

Paskaičiave SCR galime paskaičiuoti mokumo koeficientą pagal šią formule:

$$\text{Mokumo koeficientas} = \frac{\text{Nuosavas turtas}}{\text{SCR}}$$

- Mažesnis negu 100% koeficientas reiškia, kad draudimo įmonė turi atsidėjusi per mažą kapitalo kiekį ir kyla didelė rizika, kad ji negalės įvykdyti savo įsipareigojimų;
- 100-150% koeficientas reiškia, kad įmonė turi tinkamą kiekį kapitalo, tačiau tai dar yra pavojinga riba, ties kuria ne visada įmonė gali sugebėti įvykdyti savo įsipareigojimus įvykus retiems nuostolingiems įvykiams;
- Didesnis negu 150% koeficientas reiškia, kad įmonė turi tinkamą kiekį kapitalo ir jo kiekis tvirtai įrodo įmonės patikimumą įsipareigojimams įvykdyti.

Formulė apskaičiuoti BSCR yra:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{i,j} Corr_{i,j} \cdot SCR_i \cdot SCR_j} + SCR_{\text{intang}},$$

kur:

- $Corr_{i,j}$ – koreliacija tarp i-ojo ir j-ojo rizikos modulių;
- SCR_i, SCR_j – kapitalo reikalavimas i, j-iesiems rizikos moduliams;
- SCR_{intang} – kapitalo reikalavimas nematerialiojo turto moduliui.

Koreliacijų matrica:

$i \backslash j$	**Rinkos**	**Įsip. nevykdymo**	**Gyvybės**	**Sveikatos**	**Ne gyvybės**
Rinkos	1	0,25	0,25	0,25	0,25
Įsip. 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

1 lentelė: SCR rizikų koreliacijų matrica

Koreliacijų matrica rodo, kaip tikėtina kapitalo reikalavimui didėti arba mažėti vienu metu su kitais rizikos moduliais. Pavyzdžiui įsipareigojimų nevykdymo rizikos modulio kapitalo reikalavimas yra stipriai susijęs su ne gyvybės rizikos modeliu. Kita vertus, nėra koreliacijos tarp sveikatos ir ne gyvybės rizikos modulių kapitalo reikalavimų.

Formulė apskaičiuoti Op yra:

$$Op = \max(Op_{\text{premiums}} \cdot Op_{\text{provisions}}),$$

Su šią formule apskaičiuojamas operacinės rizikos kapitalas pagal pasirašytas įmokas ir techninius atidėjinius:

- Op_{premiums} žymi kapitalo reikalavimą operacinei rizikai paskaičiuotą pagal gautas įmokas;
- $Op_{\text{provisions}}$ žymi kapitalo reikalavimą operacinei rizikai paskaičiuotą pagal paskaičiuotus techninius atidėjinius;

Su šią formule apskaičiuojamas Op_{premiums} komponentas:

$$Op_{\text{premiums}} = \begin{cases} 0{,}04\,(Earn_{\text{life}} - Earn_{\text{life-ul}}) \;+\; 0{,}03\,Earn_{\text{non-life}} \\ \quad +\; \max\Big(0;\; 0{,}04\,\Big(Earn_{\text{life}} - 1{,}2\,pEarn_{\text{life}} \\ \quad\quad -\Big(Earn_{\text{life-ul}} - 1{,}2\,pEarn_{\text{life-ul}}\Big)\Big)\Big) \\ \quad +\; \max\Big(0;\; 0{,}03\,(Earn_{\text{non-life}} - 1{,}2\,pEarn_{\text{non-life}})\Big) \end{cases}$$

kur:

- $Earn_{\text{life}}$ žymi kiek įmokų buvo gauta už gyvybės draudimą per paskutinius 12 mėn;
- $Earn_{\text{life-ul}}$ žymi kiek įmoku buvo gauta už investicinį gyvybės draudimą per paskutinius 12 mėn;
- $Earn_{\text{non-lifel}}$ žymi kiek įmokų buvo gauta už ne gyvybės draudimą per paskutinius 12 mėn;

Antra ir trečia formulės eilutė skirta koregavimui dėl netikėto draudimo įmokų padidėjimo lyginant su ankstesniais 12 mėnesių.

Su šia formule apskaičiuojamas $Op_{\text{provisions}}$ komponentas.

$$Op_{\text{provisions}} = 0{,}0045 \cdot \max\left(0;\, TP_{\text{life}} - TP_{\text{life-ul}}\right) + 0{,}03 \cdot \max\left(0;\, TP_{\text{non-life}}\right),$$

kur:

- TP_{life} žymi techninį atidėjinį gyvybės draudimo ir perdraudimo įsipareigojimams;
- $TP_{\text{life-ul}}$ žymi techninį atidėjinį investicinio gyvybės draudimo įsipareigojimams;
- $TP_{\text{non-life}}$ žymi techninį atidėjinį ne gyvybės draudimo ir perdraudimo įsipareigojimams.

3.4 Gyvybės draudimo skaičiavimo metodika

Su šią formule apskaičiuojamas kapitalo reikalavimas mirtingumo rizikos submoduliui:

$$SCR_{\text{mortality}} = 0{,}15 \cdot CAR \cdot q \cdot \sum_{k=1-0,5}^{n-0,5} \left(\frac{1-q}{1-i_k}\right)^k,$$

kur:

- 0,15 žymi 15% mirtingumo padidėjimo šoką.;
- CAR žymi visą rizikos kapitalo sumą, kuris yra apskaičiuojamas tarp šių sumų:
  - Sutarties draudimo suma;
  - Sutarties geriausias įvertis;
    $CAR_i = \max(\text{Sum Assured}_i - BEL_i, 0)$;
- q žymi tikėtiną vidutinį apdraustųjų mirtingumo rodiklį per ateinančius 12 mėnesių, kuris yra pasvertas pagal draudimo sumą;
- n žymi modifikuotą mirties atveju mokėtinų išmokų įtrauktų į geriausią įvertį trukmę metais;
- k žymi atitinkamos nerizikingos metinės palūkanų normos terminą metais;

Su šią formule apskaičiuojamas kapitalo reikalavimas ilgaamžiškumo rizikos submoduliui:

$$SCR_{\text{longevity}} = 0{,}2 \cdot q \cdot n \cdot 1{,}1^{(n-1)/2} \cdot BE_{\text{long}},$$

kur:

- 0,2 žymi 20% mirtingumo sumažėjimo šoką;
- q žymi tikėtiną vidutinį apdraustųjų mirtingumo rodiklį per ateinančius 12 mėnesių, pasvertą pagal draudimo sumą;
- n modifikuotą mirties atveju mokėtinų išmokų įtrauktų į geriausią įvertį trukmę metais;
- BE_{long} žymi geriausią įvertį įsipareigojimams, kuriems gresia ilgaamžiškumo rizika. Į šią dalį įeina:
  - Anuitetams iki gyvos galvos;
  - Pensijų įsipareigojimai;
  - Ilgalaikės priežiūros sutartys (jei išmokos priklauso nuo gyvenimo pabaigos).

Su šią formule apskaičiuojamas kapitalo reikalavimas neįgalumo ir sergamumo rizikos submoduliui:

$$SCR_{\text{disability-morbidity}} = \begin{cases} 0{,}35 \cdot CAR_1 \cdot d_1 \\ + 0{,}25 \cdot 1{,}1^{(n-3)/2} \cdot (n-1) \cdot CAR_2 \cdot d_2 \\ + 0{,}2 \cdot 1{,}1^{(n-1)/2} \cdot t \cdot n \cdot BE_{\text{dis}} \end{cases}$$

kur:

- CAR_1 žymi visą rizikos kapitalo sumą. Kuris yra apskaičiuojamas kaip skirtumas tarp šių sumų:
  - Sutarties draudimo suma;
  - Sutarties geriausias įvertis;
- CAR_2 žymi visą rizikos kapitalo sumą po 12 mėnesių;
- d_1 žymi numatomą vidutinį neįgalumo ir sergamumo rodiklį per ateinančius 12 mėnesių, pasvertą pagal draudimo suma;
- d_2 žymi numatomą vidutinį neįgalumo ir sergamumo rodiklį per 12 mėnesių po kitų 12 mėnesių, pasvertą pagal draudimo suma;

- n žymi modifikuotą negalios ir sergamumo išmokų įtrauktų į geriausio įverčio trukmę metais;
- t žymi numatomus nutraukimo lygius per ateinančius 12 mėnesių;
- BE_{dis} žymi visą rizikos kapitalo sumą po 12 mėnesių;

Pirma sistemos eilutėje įvertinamas įsipareigojimų padidėjimas dėl vienkartinių invalidumo išmokų, kuriam taikomas 35% šokas.

Antroje sistemos eilutėje įvertinamas būsimo invalidumo anuitetų padidėjimą, kuriam taikomas 25% šokas.

Trečioje sistemos eilutėje įvertinamas BEL rezervo padidėjimą dėl padidėjusio neįgalumo atvejų ar jų trukmes, kuriam taikomas 20% šokas.

Su šia formule apskaičiuojamas kapitalo reikalavimas išlaidų submoduliui:

$$SCR_{\text{expenses}} = 0{,}1 \cdot EI \cdot n + EI \cdot \left(\left(\frac{1}{i + 0{,}01} \right) \cdot ((1 + i + 0{,}01)^n - 1) - \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right),$$

kur:

- 0,1 žymi 10% išlaidų padidėjimo šoką:
- EI žymi išlaidų, patirtų vykdant gyvybės draudimo įsipareigojimus, sumą per paskutinius metus;
- n žymi pinigų srautų, įtrauktų į geriausią įvertį trukmę metais;
- i žymi vidutinį svertinį infliacijos lygį, įtrauktą į geriausią įvertį;

Kapitalo reikalavimas nutraukimų submoduliui apskaičiuojamas padidinus arba pamažinus nutraukimo tikimybę 50%.

Su šia formule apskaičiuojamas kapitalo reikalavimas katastrofų submoduliui:

$$SCR_{\text{life-catastrophe}} = \sum_i 0{,}0015 \cdot CAR_i,$$

kur:

- 0,0015 žymi 0,15% daugiklį kiekvienos sutarties rizikos sumai;
- CAR_i žymi visą rizikos kapitalo sumą. Kuris yra apskaičiuojamas kaip skirtumas tarp šių sumų:
  - Sutarties draudimo suma;
  - Sutarties geriausias įvertis.

Paskaičiavus visų rizikų kapitalo reikalavimus galime apskaičiuoti gyvybės modulio kapitalo reikalavimą pagal šią formulę:

$$SCR_{\text{life}} = \sqrt{\sum_{i,j} CorrNL_{(i,j)} \cdot SCR_i \cdot SCR_j},$$

kur:

- $CorrNL_{(i,j)}$ žymi gyvybės modulio visų rizikų koreliacijų matricą;
- SCR_i, SCR_j žymi gyvybės modulio i, j-ųjų rizikų kapitalo reikalavimų sandauga.

Gyvybės modulio rizikų koreliacijų matrica:

$i \backslash j$	**Mirtingumo**	**Ilgaamžiškumo**	**Inv. ir serg.**	**Išlaidų**	**Peržiūros**	**Nutraukimų**	**Katastrofų**
Mirtingumo	1	−0,25	0,25	0,25	0	0	0,25
Ilgaamžiškumo	−0,25	1	0	0,25	0,25	0,25	0
Inv. ir serg.	0,25	0	1	0,5	0	0	0,25
Išlaidų	0,25	0,25	0,5	1	0,5	0,5	0,25
Peržiūros	0	0,25	0	0,5	1	0	0
Nutraukimų	0	0,25	0	0,5	0	1	0,25
Katastrofų	0,25	0	0,25	0,25	0	0,25	1

2 lentelė: Gyvybės rizikų koreliacijų matrica

Skaičiuojant kapitalo reikalavimą gyvybės modulyje pagal EIOPA reikalavimus naudojame pateiktą nerizikingą palūkanų normą, kuri būna pateikta trimis stulpeliais:

- Įprastinė;
- Su pritaikytu palūkanų normos padidėjimo šoku;
- Su pritaikytu palūkanų normos sumažėjimo šoku;

4 Tyrimas ir analizė

Analizei atlikti paskaičiuosiu mokumo reikalavimą gyvybės draudimo portfeliui, kurį sudaro 1000 paprastojo gyvybės draudimo sutarčių, kurios turi tokius kintamuosius:

- Poliso numeris;
- Draudimo pradžios data;
- Draudimo pabaigos data;
- Draudimo pabaigos data;
- Likusi draudimo trukmė metais;
- Gimimo data;
- Lytis;
- Draudimo suma;
- Metinė įmoka;
- Mėnesinė įmoka;

Skaičiavimus atliksime 2024-12-31 datai, kas reiškia, kad žiūrėsime į sutarties kintamuosius tokius, kokie jie buvo tą dieną.
Draudimo taisyklės:

- Draudžiama tik gyvybės rizika;
- Apdraudžiami tik 18-65 metų žmonės, jeigu asmuo esantis 60-ies norės apsidrausti, jis galės apsidrausti maksimaliai 5 metams;
- Draudimo įmokų periodiškumas yra mėnesinis;
- Įmoka nėra fiksuota sutarties sudarymo metu. Ji didėja su kiekvienais metais, kai žmogus tampa vyresnis, dėl didesnės mirties tikimybės;
- Minimalus draudimo laikotarpis yra 1 metai;

Nustatytos prielaidos:

- Skaičiuodami darysime prielaidą, kad visi apdraustieji mokės laiku įmokas, neturės riziką padidinančių veiksnių ir visi įvykiai bus draudiminiai;
- Nuosavas turtas = 150000€;
- Pelno marža = 5%, todėl metinė įmoka paskaičiuojama pagal vidutinę tikėtiną išmoką per metus pridėjus 5%;
- Nutraukimo tikimybė vienai sutarčiai 7% per metus;
- Administravimo mokesčiai vienai sutarčiai per metus = 10€.

Naudojama mirtingumo lentelė:

Amžius	**Unisex**	**Vyrų**	**Moterų**
0	0.00173350	0.00184700	0.00162000
1	0.00013900	0.00015100	0.00012700
2	0.00008995	0.00009980	0.00008010
3	0.00008155	0.00008120	0.00008190
4	0.00007180	0.00007690	0.00006670
5	0.00006295	0.00007680	0.00004910
6	0.00007250	0.00007430	0.00007070
7	0.00006100	0.00008610	0.00003590
8	0.00006760	0.00008050	0.00005470
9	0.00005400	0.00006010	0.00004790
10	0.00004315	0.00005300	0.00003330
⋮	⋮	⋮	⋮
100	0.09944200	0.11187500	0.08700900

3 lentelė: Mirtingumo tikimybės pagal amžių (0-100 metų)

Skaičiavimuose naudosiu unisex mirtingumo tikimybes.

Suprogramavau kodą per Excel VBA, kuris paskaičiuoja būsimuosius pinigų srautus atsižvelgdamas į kiekvienos sutarties parametrus:

Eilės nr	Metai	Sutartys	Įmokos	Išmokos	Admin. mok.	Nedisk. srautai	Disk. srautai
1	2025	883.50	116017.74	110493.09	8835.00	3310.35	3254.24
2	2026	770.63	107657.00	102530.48	7706.26	2579.74	2514.73
3	2027	657.16	97900.52	93238.59	6571.60	1909.67	1849.15
4	2028	558.79	84382.79	80364.56	5587.95	1569.72	1511.46
5	2029	480.02	74488.38	70941.31	4800.25	1253.18	1201.04
6	2030	416.01	67230.31	64028.87	4160.15	958.70	914.96
7	2031	354.40	60374.79	57499.80	3544.02	669.03	636.09
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
43	2067	0.31	186.52	177.64	3.09	-5.79	-5.22
44	2068	0.16	155.11	147.72	1.64	-5.74	-5.17
45	2069	0.00	48.94	46.61	0.00	-2.33	-2.10
46	2070	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

4 lentelė: Pinigų srautų projekcija

Susumavus diskontuotų pinigų srautų stulpelį gauname $BEL = 17273.9779083101$:

Pinigų srautų diskontavimui naudojau EIOPA tinklapyje pateiktą palūkanų normą:

Metai	Įprastinė pal. norma	Pal. norma su padidėjimo šoku	Pal. norma su sumažėjimo šoku
1	2.47%	4.03%	0.79%
2	2.32%	3.79%	0.96%
3	2.32%	3.66%	1.15%
4	2.35%	3.60%	1.29%
5	2.37%	3.55%	1.39%
6	2.40%	3.53%	1.49%
7	2.43%	3.53%	1.57%
8	2.45%	3.50%	1.65%
9	2.47%	3.50%	1.73%
10	2.50%	3.50%	1.79%
11	2.52%	3.52%	1.83%
12	2.54%	3.54%	1.87%
13	2.56%	3.56%	1.90%
14	2.56%	3.56%	1.91%
15	2.56%	3.56%	1.93%
⋮	⋮	⋮	⋮
150	3.14%	4.14%	2.52%

5 lentelė: Palūkanų normos su šokais

Apskaičiuodami mokumo kapitalo reikalavimą paprastojo gyvybės draudimo portfeliui reikalingi šokai bus mirtingumo, išlaidų, nutraukimų, katastrofų ir palūkanų normos.

Mirtingumo rizikos kapitalo reikalavimą paskaičiuosime padauginus mirtingumo lentelės kiekvieną tikimybę iš $(1 + 0.15)$ ir paskaičiavę skirtumą tarp

BEL ir BEL su pritaikytu šoku.

$BEL_{mortality} = 10942.0760804976,$

$BEL_{mortality} - BEL_{basic} = 10942.0760804976 - 17273.9779083101 = -6331.901828.$

Kapitalo reikalavimas negali būti mažiau už 0, todėl naudosim formule:

$$SCR_{\text{mortality}} = max(0; -6331.901828) = 0$$

Ilgaamžiškumo ir invalidumo-sergamumo rizikų šokų taikymas šiam portfeliui nepriklauso, nes paprastajame gyvybės draudime ilgaamžiškumo rizikos nėra ir papildančio sveikatos draudimo nėra.

Išlaidų rizikos kapitalo reikalavimą paskaičiuosime padaugine administracines išlaidas iš $(1+0.1)$ ir paskaičiavę skirtumą tarp BEL ir BEL su pritaikytu šoku.

$$Admin = 10 \cdot (1 + 0.1) = 11$$

$BEL_{expenses} = 23222.6435843502,$

$BEL_{expenses} - BEL_{basic} = 23222.6435843502 - 17273.9779083101 = 5948.66567604009,$
$SCR_{expenses} = 5948.66567604009.$

Nutraukimų rizikos kapitalo reikalavimus paskaičiuosime padaugine nutraukimo tikimybę iš $(1 + 0.5)$ ir $(1 - 0.5)$ ir tada paskaičiuosime skirtumą tarp BEL ir BEL su pritaikytu šoku.

$$Lapse_{\text{up}} = 7\% \cdot (1 + 0.5) = 10.5\%$$

$$Lapse_{\text{down}} = 7\% \cdot (1 - 0.5) = 3.5\%$$

$BEL_{Lapse_{\text{up}}} = 15298.7302495833,$

$BEL_{Lapse_{\text{down}}} = 18836.6773216695,$

$BEL_{Lapse_{\text{up}}} - BEL_{basic} = 15298.7302495833 - 17273.9779083101 = -1975.247659,$

$BEL_{Lapse_{\text{down}}} - BEL_{basic} = 18836.6773216695 - 17273.9779083101 = 1562.699413,$

$SCR_{Lapse_{\text{up}}} = 0,$

$SCR_{Lapse_{\text{down}}} = 1562.699413.$

Katastrofų rizikos kapitalo reikalavimą paskaičiuosime padaugine 0.0015 iš kiekvienos sutarties rizikos sumos ir susumave visas reikšmes, tada paskaičiuosime skirtumą tarp BEL ir BEL su pritaikytu šoku.

$BEL_{\text{Life-Catastrophe}} = 79444.0890331374,$

$BEL_{\text{Life-Catastrophe}} - BEL_{basic} = 79444.0890331374 - 17273.9779083101 = 62170.1111248273,$

$SCR_{\text{Life-Catastrophe}} = 62170.1111248273.$

Palūkanų normos kapitalo reikalavimą paskaičiuosime pritaike pinigų srautams duotą palūkanų normos kreivę su pritaikytais padidėjimo ir pamažėjimo šokais ir paskaičiuosime skirtumą tarp BEL ir BEL su pritaikytu šoku.

$BEL_{Interest_{\text{up}}} = 16977.6480161242,$

$BEL_{Interest_{\text{down}}} = 17539.4963305901,$

$BEL_{Interest_{\text{up}}} - BEL_{basic} = 16977.6480161242 - 17273.9779083101 = -296.329892185899,$

$BEL_{Interest_{\text{down}}} - BEL_{basic} = 17539.4963305901 - 17273.9779083101 = 265.51842227998,$

$SCR_{Interest_{\text{up}}} = 0,$

$SCR_{Interest_{\text{down}}} = 265.51842227998.$

	Mortality	**Expenses**	**Lapse up**	**Lapse down**	**Life-Catastrophe**	**Interest up**	**Interest down**
SCR	0	5948.67	0	1562.7	62170.11	0	265.52

6 lentelė: SCR komponentų reikšmės

Paskaičiave visus gyvybės rizikos kapitalo reikalavimus galime paskaičiuoti kapitalo reikalavimą visam gyvybės moduliui:

$$SCR_{\text{Life}} = \sqrt{\begin{array}{l} 1 \cdot 5948.66567604009^2 + 0.5 \cdot 5948.66567604009 \cdot 1562.699413 + 0.25 \cdot 5948.66567604009 \cdot 62170.1111248273 \\ + 0.5 \cdot 1562.699413 \cdot 5948.66567604009 + 1 \cdot 1562.699413^2 + 0.25 \cdot 1562.699413 \cdot 62170.1111248273 \\ + 0.25 \cdot 62170.1111248273 \cdot 5948.66567604009 + 0.25 \cdot 62170.1111248273 \cdot 1562.699413 + 1 \cdot 62170.1111248273^2 \end{array}} = 64387.4098529437$$

Rinkos rizikos SCR:

$$SCR_{\text{Market}} = 265.51842227998$$

BSCR:

$$BSCR = \sqrt{1 \cdot 64387.4098529437^2 + 1 \cdot 265.51842227998^2 + 2 \cdot 0.25 \cdot 265.51842227998 \cdot 64387.4098529437} = 64454.3021786983$$

Skaičiuodami rizikos maržą turime suprojektuoti BEL srautus NH rizikoms:

BEL(t)	**Basic**	**Mortality**	**Expenses**	**Lapse up**	**Lapse down**	**Life-Catastrophe**
BEL(1)	3962.637	3254.243	4831.164	3813.506	4111.768	14828.559
BEL(2)	3166.559	2514.731	3917.767	2932.701	3409.388	10892.342
BEL(3)	2437.956	1849.149	3074.290	2172.932	2723.698	8796.776
BEL(4)	2016.124	1511.460	2554.178	1729.328	2337.193	6602.492
BEL(5)	1644.449	1201.039	2104.500	1357.447	1978.072	5292.294
BEL(6)	1313.486	914.959	1710.519	1043.436	1639.425	4304.116
BEL(7)	992.623	636.088	1329.576	758.866	1285.569	3678.070
BEL(8)	842.883	534.261	1132.920	620.137	1132.720	3073.982
BEL(9)	653.057	381.579	899.351	462.394	910.649	2652.424
BEL(10)	477.868	231.591	689.849	325.618	691.437	2272.369
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
BEL(45))	-1.822	-2.096	-1.823	-0.324	-9.610	5.498
BEL(46)	0	0	0	0	0	0

7 lentelė: BEL(t) srautai

Sudarydami SCR srautus naudosime formule $max(0; BEL_{shocked} - BEL_{basic})$ ir susumuosim visus kapitalo reikalavimus, kad gautumėm $SCR_{NH}(t)$:

SCR(t)	**SCR Mortality**	**SCR Expenses**	**SCR Lapse up**	**SCR Lapse down**	**SCR Life-Catastrophe**	**Non-Hedgeable (NH(t))**
SCR(1)	0	868.526	0	149.131	10865.921	11883.579
SCR(2)	0	751.207	0	242.828	7725.783	8719.819
SCR(3)	0	636.333	0	285.742	6358.819	7280.895
SCR(4)	0	538.054	0	321.069	4586.368	5445.492
SCR(5)	0	460.051	0	333.623	3647.845	4441.520
SCR(6)	0	397.032	0	325.939	2990.630	3713.602
SCR(7)	0	336.952	0	292.944	2685.446	3315.344
SCR(8)	0	290.036	0	289.836	2231.098	2810.971
SCR(9)	0	246.294	0	257.509	1998.186	2503.077
SCR(10)	0	211.972	0	213.567	1794.499	2220.039
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
SCR(45)	0	0	1.498	0	7.320	8.819
SCR(46)	0	0	0	0	0	0

8 lentelė: SCR(t) srautai

Diskonduodami $SCR_{NH}(t)$ srautus paskaičiuojame rizikos maržą:

$RM = 3525.41593339754$

Paskaičiuojame kapitalo reikalavimą operacinei rizikai suskaičiave kiek įmokų surinkome per paskutinius 12 mėnesnių:

$Earn_{\text{life}} = 121429.160577375$

$Op_{\text{premiums}} = 0.04 \cdot 121429.160577375 = 4857.166423$

$Op_{\text{provisions}} = 0.0045 \cdot max(0; 17273.97791) = 77.73290059$

$Op = max(4857.166423; 77.73290059) = 4857.166423$

Paskaičiave visus komponentus galime paskaičiuoti SCR:

$SCR = 64454.3021786983 + 4857.166423 = 69311.4686017933$

Dabar galime paskaičiuoti mokumo koeficientą:

Mokumo koeficientas = $\frac{\text{Nuosavas turtas-(BEL+RM)}}{\text{SCR}} = 186{,}41\%$

5 Išvados

Atlikęs mokumo kapitalo reikalavimo skaičiavimus savo sudarytam paprastojo gyvybės draudimo portfeliui galiu teigti, kad per visą portfelio suprojektuotą laikotarpį išplaukos šiek tiek viršys įplaukas, tačiau draudikas optimaliai paskirstęs savo kapitalą ir investuodamas gaunamas įmokas gali tikėtis pelno. Mirtingumo padidėjimo atveju sumažėjęs geriausias įvertis (BEL) nulėmė, kad nėra kapitalo reikalavimo šiai rizikai dėl to, nes didelė dalis apdraustųjų yra jauni žmonės su labai maža tikimybe, kas reiškia, kad išmokos tikimybė yra labai maža, o 15% mirtingumo tikimybių padidėjimas yra įskaičiuojamas į draudimo įmokas, todėl su šia prielaida draudikas tikėjosi daugiau įmokų negu išmokų. Prielaida su 50% nutraukimų tikimybės padidėjimo nulėmė sumažėjusį BEL dėl tos pačios priežasties, kad didžioji dalis apdraustųjų yra jauni žmonės, kurių mirties tikimybė yra labai maža, o nutraukimo tikimybės padidėjimas reiškia, kad sutartys nutrūksta greičiau, nei žmonės sulaukia vyresnio amžiaus, kada jų mirties tikimybės būna didesnės. Palūkanų normos padidėjimo atveju sumažėjęs BEL buvo dėl to, nes pinigų srautams palūkanų norma buvo naudojama diskontui, kas tiesiogiai nulėmė, kad draudikas turėjo mažesnius pinigų srautus. Draudiko paskaičiuotas mokumo koeficientas 186,41% rodo stiprią finansinę discipliną, kuri suteikia apsaugą visiems draudėjams, kad draudikas galės įvykdyti visus savo įsipareigojimus įvairiais scenarijais. Taip pat laikomas kapitalas yra optimalus ir nėra per didelis, kas yra patrauklu investuotojams, kurie mato, kad draudimo įmonė yra tinkamai paskirsčiusi savo kapitalą.

Priedai

Excel VBA Pinigų srautų skaičiavimo kodas

Listing 1: Pinigų srautai

```
Sub CalculateCashFlows()
    Dim PolicySheet As Worksheet
    Dim MortalitySheet As Worksheet
    Dim CashflowSheet As Worksheet
    Dim AssumptionSheet As Worksheet
    Dim RFRsheet As Worksheet

    Dim i As Integer, policyCount As Integer
    Dim projYear As Integer, initialAge As Integer,
       currentAge As Integer
    Dim policyEndDate As Date
    Dim mortalityRate As Double, sumAssured As Double
    Dim totalClaims As Double, totalPremiums As Double,
       inForceCount As Double
    Dim cumulativeLapseFactor As Double
    Dim dynamicPremium As Double
    Dim adminCost As Double
    Dim profitMargin As Double
    Dim CalculationDate As Date, CalculationYear As
       Integer
    Dim premiumFactor As Double, monthsPaid As Integer

    ' Nustatome lapu pavadinimus
    Set PolicySheet = Sheets("Sutartys")
    Set MortalitySheet = Sheets("Mirtingumo lentele LT")
    Set CashflowSheet = Sheets("Pinigu srautai")
    Set AssumptionSheet = Sheets("Prielaidos")
    Set RFRsheet = Sheets("interest rate")

    ' Prielaidu parametrai
    policyCount = 1000
    CalculationDate = AssumptionSheet.Range("B2").Value
    CalculationYear = Year(CalculationDate)
```

```
31      adminCost = AssumptionSheet.Range("B5").Value
                ' Admin mokesciai per metus
32      profitMargin = AssumptionSheet.Range("B6").Value
              ' Pelno marza %
33
34      ' Istrina senus pinigu srautus, kai paleid iam
           koda per per naujo
35      CashflowSheet.Range("B2:E100").ClearContents
36
37      ' Ciklas, kuris praeina pro visus galiojimo metus
38      For projYear = CalculationYear + 1 To
           CalculationYear + 46
39          totalClaims = 0
40          totalPremiums = 0
41          inForceCount = 0
42
43          ' Ciklas, kuris praeina pro visas sutartis
44          For i = 2 To policyCount + 1
45              policyEndDate = PolicySheet.Cells(i,
                   "C").Value
46              sumAssured = PolicySheet.Cells(i, "J").Value
47              initialAge = PolicySheet.Cells(i, "H").Value
48
49              If policyEndDate >= DateSerial(projYear, 1,
                   1) Then
50                  ' Dabartinio am iaus skai iavimas
51                  currentAge = initialAge + (projYear -
                       CalculationYear)
52                  mortalityRate =
                       Application.VLookup(currentAge,
                       MortalitySheet.Range("A:B"), 2,
                       False)
53
54                  ' Nutraukimu skai iavimas
55                  cumulativeLapseFactor = (1 -
                       AssumptionSheet.Range("B4").Value) ^
                       (projYear - CalculationYear)
56
57                  If policyEndDate >=
                       DateSerial(projYear, 12, 31) Then
```

```
58                      premiumFactor = 1
59                  Else
60                      monthsPaid = Month(policyEndDate)
61                      premiumFactor = monthsPaid / 12
62                  End If
63
64                  ' Imokos skai iavimas
65                  dynamicPremium = sumAssured *
                        mortalityRate
66                  dynamicPremium = (dynamicPremium) * (1
                        + profitMargin)
67
68                  ' Imok  ir ismok  suma su pritaikytom
                        prielaidom
69                  totalPremiums = totalPremiums +
                        dynamicPremium *
                        cumulativeLapseFactor * premiumFactor
70                  totalClaims = totalClaims + sumAssured
                        * mortalityRate *
                        cumulativeLapseFactor * premiumFactor
71
72                  If policyEndDate > DateSerial(projYear,
                        12, 31) Then
73                      inForceCount = inForceCount +
                            cumulativeLapseFactor
74                  End If
75              End If
76          Next i
77
78          Dim outputRow As Integer
79          outputRow = projYear - CalculationYear + 1
80          CashflowSheet.Cells(outputRow, "B").Value =
                projYear
81          CashflowSheet.Cells(outputRow, "C").Value =
                inForceCount
82          CashflowSheet.Cells(outputRow, "D").Value =
                totalPremiums
83          CashflowSheet.Cells(outputRow, "E").Value =
                totalClaims
84      Next projYear
```

```
85
86      MsgBox "Pinigu srautai paskaiciuoti!", vbInformation
87  End Sub
```

Šaltiniai

[1] COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) 2015/35 of 10 October 2014 supplementing Directive 2009/138/EC of the European Parliament and of the Council on the taking-up and pursuit of the business of Insurance and Reinsurance (Solvency II) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0035&from=EN

[2] Solvency II Technical Provisions for General Insurers by the Institue and Faculty of Actuaries General Insurance Reserving Oversight Committee's Working Party on Solvency II Technical Provisions https://www.actuaries.org.uk/system/files/documents/pdf/sii-tp-wp-paper-giro40.pdf

[3] FUNDAMENTAL DEFINITION OF THE SOLVENCY CAPITAL REQUIREMENT IN SOLVENCY II BY MARCUS C. CHRISTIANSEN AND ANDREAS NIEMEYER

[4] Solvency II Calibration Paper https://register.eiopa.europa.eu/CEIOPS-Archive/Documents/Advices/CEIOPS-Calibration-paper-Solvency-II.pdf

[5] QIS4 Technical Specifications (MARKT/2505/08) https://www.mnb.hu/letoltes/qis4-techspec.pdf

[6] Guidelines on own risk and solvency assessment: https://www.eiopa.europa.eu/system/files/2022-10/eiopa_guidelines_on_orsa_en.pdf

[7] DELEGATED REGULATION (EU) 2015/35 https://www.eiopa.europa.eu/rulebook/solvency-ii-single-rulebook/delegated-regulation-eu-201535_en

[8] The underlying assumptions in the standard formula for the Solvency Capital Requirement calculation https://sedlabanki.is/media/spurt-og-svarad/EIOPA-14-322_underlying_assumptions.pdf

[9] The Standard Formula: A Guide to Solvency II https://www.skadden.com/insights/publications/the-standard-formula-a-guide-to-solvency-ii

[10] Solvency II https://www.eiopa.europa.eu/browse/regulation-and-policy/solvency-ii_en

[11] DIRECTIVE 138/2009/EC (SOLVENCY II DIRECTIVE) https://www.eiopa.europa.eu/rulebook/solvency-ii-single-rulebook/directive-1382009ec-en

[12] SOLVENCY II – LIFE INSURANCE https://www.actuaries.org.uk/system/files/field/document/IandF_SA2_SolvencyII_2016.pdf