

NERAIŠKIOS LOGIKOS METODO TAIKYMAS VERTINANT ĮMONĖS STABILUMĄ IR JO POKYTĮ

Eglė KAJOKAITĖ-RUDIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Bioekonomikos plėtros fakultetas, el. paštas: egle.kajokaite-rudiene@vdu.lt

Santrauka

Verslo subjektai veikia nuolat besikeičiančioje aplinkoje. Įmonių veiklą neigiamai veikia nepakankamas jų finansinio stabilumo lygis, kuris yra normalios veiklos ir ekonominio potencialo didinimo pagrindas. Atsižvelgiant į tai, iš esmės išauga prioritetas tirti įmonės finansinę būklę visapusiškai pagrindžiant ją lemiančius rodiklius, todėl aktualu tobulinti tokių rodiklių sistemą. Todėl įmonių, kaip reikšmingo bet kurios šalies ūkio sektoriaus, finansinio stabilumo vertinimo ir esamų metodinių požiūrių jam tobulinimas yra aktualus ir svarbus. Finansinio stabilumo ribų nustatymas yra viena iš opiausių problemų valdant finansinę būklę apskritai ir finansinį stabilumą konkrečiai, tai ypač svarbu ekonominio nestabilumo metu, nes įmonei svarbu nustatyti finansinio stabilumo potencialą. Atkreiptinas dėmesys, kad dažniausiai literatūroje ir kitų tyrėjų darbuose vertinamas tik finansinis stabilumas, bet nėra vertinama, kaip dėl pokyčių finansinis stabilumas gali keistis, todėl šiame darbe tiriamas neraiškios logikos modelio taikymas vertinant įmonės finansinį stabilumą ir jo pokytį. Neraiškios logikos metodas yra vertingas finansų įrankis, leidžiantis pateikti ir tvarkyti neapibrėžtą ir netikslią informaciją, kuri vyrauja priimant finansinius sprendimus. Straipsnyje teoriškai pagrįsta neraiškios logikos modelio esmė ir reikšmė bei jo praktinis pritaikymas naudojant MATLAB™ programinę įrangą. Neraiškios logikos metodas yra vertingas finansų įrankis, leidžiantis pateikti ir tvarkyti neapibrėžtą ir netikslią informaciją, kuri vyrauja priimant finansinius sprendimus. Neaiškios logikos tikslas – atitinkamomis matematinėmis priemonėmis išreikšti žmogaus mąstymo neapibrėžtumą ir netikslumą. MATLAB™ programinė įranga su neapibrėžtumo logikos įrankiais leidžia kurti modelius, kurie gali įvertinti finansinį stabilumą atsižvelgiant į įvairius kintamuosius ir jų tarpusavio sąveiką. Tai suteikia galimybę tinkamai įvertinti ir nagrinėti finansų duomenis, kurie dažnai būna netikslūs arba nepilni.

Reikšminiai žodžiai: neraiškios logikos metodas, finansinis stabilumas, finansai.

Įvadas

Verslo subjektai veikia nuolat besikeičiančioje aplinkoje. Įmonių veiklą neigiamai veikia nepakankamas jų finansinio stabilumo lygis, kuris yra normalios veiklos ir ekonominio potencialo didinimo pagrindas. Atsižvelgiant į tai, iš esmės išauga prioritetas tirti įmonės finansinę būklę, visapusiškai pagrindžiant ją lemiančius rodiklius, todėl aktualu tobulinti tokių rodiklių sistemą. Todėl įmonių, kaip reikšmingo bet kurios šalies ūkio sektoriaus, finansinio stabilumo vertinimo ir esamų metodinių požiūrių jam tobulinimas yra aktualus ir svarbus. Finansinio stabilumo ribų nustatymas yra viena iš opiausių problemų valdant finansinę būklę apskritai ir finansinį stabilumą konkrečiai, tai ypač svarbu ekonominio nestabilumo metu, nes įmonei svarbu nustatyti finansinio stabilumo potencialą. Atkreiptinas dėmesys, kad dažniausiai literatūroje ir kitų tyrėjų darbuose vertinamas tik finansinis stabilumas, bet nėra vertinama, kaip dėl pokyčių finansinis stabilumas gali keistis, todėl šiame darbe tiriamas neraiškios logikos modelio taikymas vertinant įmonės finansinį stabilumą ir jo pokytį. Neraiškios logikos metodas yra vertingas finansų įrankis, leidžiantis pateikti ir tvarkyti neapibrėžtą ir netikslią informaciją, kuri vyrauja priimant finansinius sprendimus. Straipsnyje teoriškai pagrįsta neraiškios logikos modelio esmė ir reikšmė bei jo praktinis pritaikymas naudojant MATLAB™ programinę įrangą.

Tyrimo tikslas – nustatyti neraiškios logikos metodo taikymo ypatumus vertinant įmonės stabilumą ir jo pokytį.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Atskleisti finansinio stabilumo vertinimo esmę ir reikšmę.
2. Išnagrinėti neraiškios logikos metodo ypatumus ir aptarti MATLAB™ programinės įrangos naudojimą taikant neraiškios logikos metodą.

Tyrimo objektas – neraiškios logikos metodo taikymas.

Tyrimo metodai – mokslinės literatūros analizė ir sintezė, apibendrinimas ir palyginimas, grafinis vizualizavimas; palyginamoji analizė.

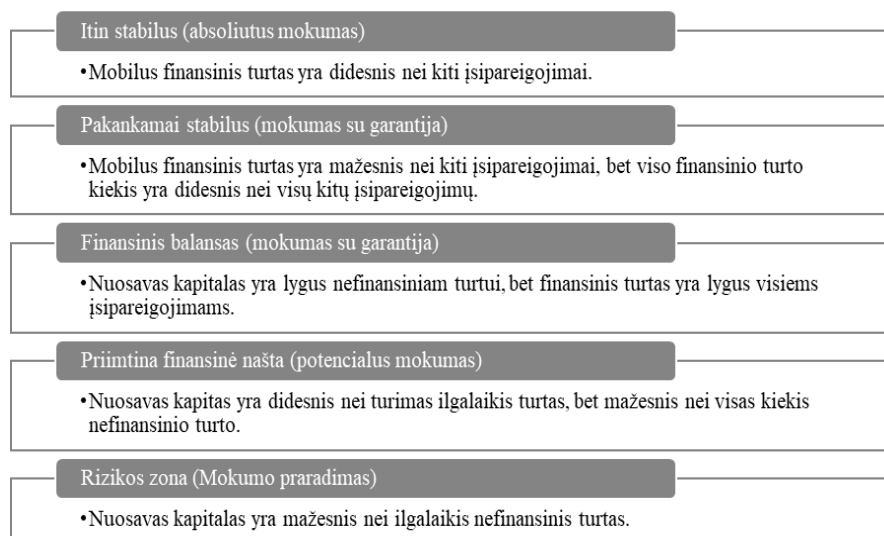
Finansinio stabilumo esmė ir reikšmė

Finansinis stabilumas apibrėžiamas kaip gebėjimas efektyviai funkcionuoti ir tobulėti kintančioje verslo aplinkoje – tai reiškia sugebėjimą siekti numatytų tikslų su nustatytu galimų nukrypimų intervalu bei vykdyti išpareigojimus, grindžiamus efektyviu finansinių išteklių formavimu, paskirstymu ir panaudojimu (Steshenko ir kt., 2018). Korepanov ir kt. (2020) teigimu, finansinis stabilumas apibūdina įmonės finansinės padėties stabilumą trumpuoju ir ilguoju laikotarpiu, t. y. jos dabartinį ir strateginį mokumą. Finansinio stabilumo vertinimui taikomos skirtingos vertinimo metodikos. Einamasis mokumas tradiciškai vertinamas einamojo, greitojo ir absoliutaus likvidumo koeficientais, įmonės strateginį finansinį stabilumą apibūdina kapitalo struktūros koeficientai (finansinis savarankiškumas; finansinis stabilumas), taip pat apyvartinių lėšų ir nuosavų finansavimo šaltinių santykis (Pikhotskyi ir kt., 2019). Finansinio nepriklausomumo koeficientas parodo įmonės finansinio nepriklausomumo laipsnį, finansinio tvarumo koeficientas parodo, kiek turto yra finansuojama iš tvarių šaltinių (t. y. tų šaltinių, kuriuos įmonė gali naudoti ilgą laiką, dalis) (Shahid ir kt., 2019). Galiausiai, apyvartinio kapitalo užtikrinimo koeficientas apibūdina, kokia įmonės trumpalaikio turto dalis yra

finansuojama iš nuosavų šaltinių. Finansinio įvertinimo stabilumo rodiklį papildo finansinio lankstumo ir finansinio potencialo rodiklių vertinimas (Pikhotskyi ir kt., 2019).

Dolgikh ir Slepuhina (2018) teigimu, rekomenduojama reguliariai vertinti įmonės finansinį stabilumą, pasitelkiant siūlomą metodologinį požiūrį, siekiant nuolat stebėti jo dinamiką, projektuoti ir įgyvendinti valdymo sprendimus siekiant pasiekti ir palaikyti numatytą (lygio) finansinio stabilumo lygį, nepaisant nuolatinių neigiamų aplinkos veiksnių poveikio. Šiuo atžvilgiu ypatingo reikšmingumo įgyja finansinio stabilumo vertinimo metodologijos integravimas į vidaus finansinės kontrolės ir įmonės finansinio valdymo sistemą.

Kvietakauskienė (2017), nagrinėjusi kitų autorių darbus, išskyrė finansinio stabilumo vertinimo koncepciją, kuri yra paremta įmonės turto skirstymu į finansinį ir nefinansinį turtą. Remiantis šiuo klasifikavimu, finansinis turtas yra skirstomas į mobilų ir nemobilų finansinį turtą. Šiuo atveju mobilus finansinis turtas yra likvidus įmonės turtas, o nemobilus finansinis turtas dar skirstomas į ilgalaikį nefinansinį turtą ir trumpalaikį finansinį turtą. Remiantis šia autorės siūloma koncepcija, finansinė pusiausvyra ir stabilumas yra pasiekiami tada, kai nefinansinis turtas yra finansuojamas nuosavo kapitalo lėšomis, o finansinis turtas – skolinto kapitalo lėšomis (Kvietakauskienė, 2017). Šis finansinio stabilumo vertinimo modelis išskiria pagrindinius finansinio stabilumo indikatorius (žr. 1 pav.).



Šaltinis: sudaryta pagal Kvietakauskienė (2017)

Source: according to Kvietakauskienė (2017)

1 pav. Įmonės finansinio stabilumo vertinimo kriterijai

Figure 1. Criteria for assessing the company's financial stability

Kaip matyti 1 pav., finansinis stabilumas gali būti vertinamas skirtingai, priklausomai nuo finansinių rodiklių ir rizikos lygio. Įmonės finansinis stabilumas, priklausomai nuo mokumo, vertinamas kaip itin stabilus, pakankamai stabilus, išlaikantis finansinio stabilumo balansą, turintis priimtina finansinę naštą. Praradus finansinį stabilumą įmonė patenka į rizikos zoną.

Apibendrinus galima teigti, kad įmonės finansinis stabilumas yra pasiekiamas, kai nefinansinis turtas yra finansuojamas nuosavu kapitalu, o finansinis turtas – skolintu kapitalu. Stabili finansinė situacija pasiekama turint pakankamai nuosavo kapitalo, atsižvelgiant į turimo turto kokybę, pakankamus turto pelningumo ir likvidumo lygius, stabilias pajamas bei efektyviai naudojamas galimybes.

Ankstesnių tyrimų analizė atskleidė, kad įvairūs tyrėjai (Kvietakauskienė, 2017; Kolisnyk, 2018; Korepanov ir kt., 2020) vertindami finansinį stabilumą dažnai pasitelkia finansinių rodiklių skaičiavimo metodiką.

Kvietakauskienės (2017) tyrime finansinis stabilumas vertinamas skirtingais lygiais (itin stabilus, pakankamai stabilus, išlaikantis finansinio stabilumo balansą, turintis priimtina finansinę naštą, esantis rizikos zonoje). Siekiant nustatyti finansinio stabilumo lygius, Kvietakauskienė (2017) išskiria formules, kuriomis skaičiuojami rodikliai finansinio stabilumo įvertinimui (žr. 1 lentelę).

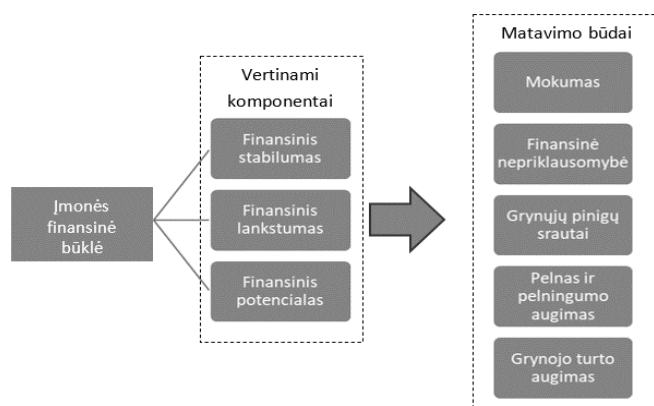
Kaip matyti 1 lentelėje, finansinio stabilumo vertinimui pasirenkami finansiniai rodikliai, susiję su įmonės mokumo ir nuosavo kapitalo vertinimu.

Korepanov ir kt. (2020) finansinį stabilumą išskiria kaip vieną iš finansinės būklės vertinimo komponentą (žr. 2 pav.). Autorių teigimu, įmonės finansinis stabilumas yra viena iš svarbiausių įmonės finansinės būklės savybių, ji yra susijusi su bendra įmonės finansine struktūra, jos priklausomybės nuo kreditorių ir investuotojų laipsniu (Korepanov ir kt., 2020). Finansinis stabilumas apibūdina įmonės stabilumą ilgalaikėje perspektyvoje. Korepanov ir kt. (2020) modelyje išryškunami trys pagrindiniai komponentai: finansinis stabilumas, finansinis lankstumas ir įmonės finansinis potencialas. Norint diagnozuoti esamą įmonės būklę ir pagrindines problemas, svarbu įvertinti jos finansinę būklę.

1 lentelė. Įmonės finansinio stabilumo vertinimo rodikliai
Table 1. Indicators for evaluating the company's financial stability

Rodiklis	Formulė	Kintamieji
Pakankama savininko nuosavybės vertė	$PSNV = IT + A - AT - II$	PSNV – pakankama savininko nuosavybės vertė; IT – ilgalaikis turtas; A – atsargos; AT – atidėjiniai; II – ilgalaikiai įsipareigojimai
Pakankamas savininko nuosavybės ir viso turto santykio lygis	$PSNTL = PSNV / T$	PSNV – pakankama savininko nuosavybės vertė; T – visas turtas
Pakankami trumpalaikiai įsipareigojimai	$PTI = TT - MLT$	PTI – pakankami trumpalaikiai įsipareigojimai; TT – trumpalaikis turtas; MLT – mažai likvidus turtas.
Pakankamas likvidumo lygis	$PLL = TT / PTI$	PLL – pakankamas likvidumo lygis; TT – trumpalaikis turtas; PTI – pakankami trumpalaikiai įsipareigojimai
Leistina įsipareigojimų vertė	$LIV = T - MLT$	LIV – leistina įsipareigojimų vertė; T – visas turtas MLT – mažai likvidus turtas
Minimalus leistinas grynasis darbo kapitalas.	$MLGDK = MLT$	MLT – mažai likvidus turtas MLGDK - minimalus leistinas grynasis darbo kapitalas.
Likvidumo rodiklio faktinės ir pakankamos vertės santykis	$ASRL = LR/PLL \times 100\%$	ASRL – likvidumo rodiklio faktinės ir pakankamos vertės santykis; LR – faktinis likvidumo rodiklis; PLL – pakankamas likvidumo lygis.
Nuosavo kapitalo ir viso turto faktinės ir pakankamos vertės santykis	$ASREA = OETAR / PSNTL \times 100\%$	ASREA - nuosavo kapitalo ir viso turto faktinės ir pakankamos vertės santykis; OETAR - nuosavo kapitalo ir viso turto santykis; PSNV – pakankama savininko nuosavybės vertė.

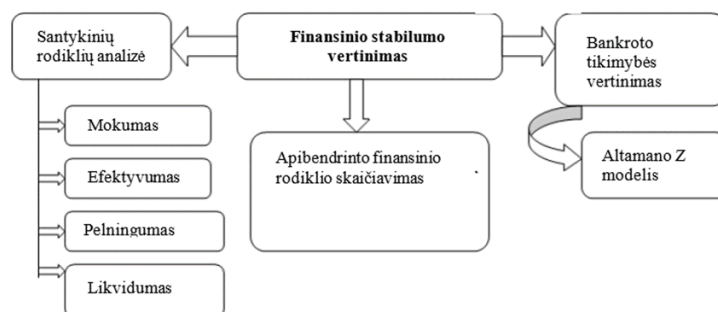
Šaltinis: sudaryta pagal Kvietkauskienė (2017)
 Source: according to Kvietkauskienė (2017)



Šaltinis: sudaryta pagal Korepanov ir kt. (2020)
 Source: according to Korepanov ir kt. (2020)

2 pav. Finansinio būklės vertinimo komponentų modelis
Figure 2. A model of the components of financial condition assessment

2 pav. pateiktas modelis leidžia įvertinti įmonės finansinę būklę, finansinių rodiklių matavimo būdu įvertinus įmonės stabilumą, lankstumą ir finansinį potencialą. Kolisnyk (2018) siūlomas mokslinis-metodinis įmonės finansinio stabilumo vertinimo metodas trimis kryptimis: finansinių rodiklių skaičiavimas ir analizė, bankroto tikimybės įvertinimas ir apibendrinto įmonės finansinio rodiklio skaičiavimas (žr. 3 pav.).



Šaltinis: sudaryta pagal Kolisnyk (2018)
 Source: according to Kolisnyk (2018)

3 pav. Finansinio stabilumo vertinimo modelis
Figure 3. Financial stability assessment model

Kaip matyti 3 pav., pirmoji kryptis yra santykinų rodiklių analizė, kuri apima finansinių rodiklių grupių, leidžiančių daryti išvadas apie įmonės finansinę būklę, apskaičiavimą. Šios grupės apima: mokumo rodiklius, veiklos rodiklius, pelningumo rodiklius ir likvidumo rodiklius. Dar viena finansinio stabilumo analizės modelio kryptis yra bankroto tikimybės vertinimas naudojant Altmano modelį. Bankroto tikimybė pagal Altman modelį, naudojamą įmonėms, kurių akcijos nekotiruojamos vertybinių popierių biržoje, nustatoma pagal šią formulę (Mackevičius, Poškaitė, Villis, 2011):

$$Z=0,717X1+0,847X2+3,0107X3+0,42X4+0,995X5 \quad (1)$$

Čia:

- X1 – apyvartinis kapitalas / turtas
- X2 – nepaskirstytas pelnas / turtas
- X3 – pelnas iki apmokestinimo / turtas
- X4 – nuosavas kapitalas / įsipareigojimai
- X5 – pardavimo pajamos / turtas

Apskaičiavus Z koeficiento dydį, galima padaryti išvadą apie bankroto tikimybę pagal nurodytus normatyvus (Mackevičius, Poškaitė, Villis, 2011):

- Bankroto tikimybė labai didelė, kai rodiklis mažesnis nei 1,23;
- Įmonė gali bankrutuoti, kai rodiklis siekia nuo 1,23 iki 2,90;
- Bankroto tikimybė labai maža, kai rodiklis yra didesnis nei 2,90.

Kita kryptis, vertinant finansinį stabilumą, pagal Kolisnyk (2018), – apibendrinto finansinio rodiklio apskaičiavimas pagal šią formulę:

$$CFIC = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^l \left| 1 + \frac{\Delta K_i}{K_i} \right| * \prod_{j=1}^m \left| 1 - \frac{\Delta K_j}{K_j} \right|}, \quad (2)$$

Čia:

- CFIC – apibendrintas įmonės finansinis rodiklis;
- Kt i,j – i (maksimizuotas) ir j (minimizuotas) finansinio koeficiento reikšmė laikotarpiu t : i=1,l; j = 1, m; l+m=n; l,m – ribotas atitinkamai maksimalių ir minimalių finansinių koeficientų skaičius;
- $\Delta K_i \Delta K_j$, - atitinkamo vietinio finansinio koeficiento vertės augimas (+, -) t laikotarpiu link t-1 laikotarpio;
- n – analizuojamų finansinių koeficientų skaičius.

Apskaičiavus apibendrintą finansinio stabilumo vertinimo rodiklį (CFIC), finansinis stabilumas vertinimas gerai, jeigu jis per trejus paskutinius metus nuolat augo. (Kolinsnyk, 2018).

Atlikus ankstesnių tyrimų analizę nustatyta, kad finansinio stabilumo tema tiriama skirtinguose ūkio sektoriuose bei skirtingais laikotarpiais. Autoriai apžvelgia skirtingas tyrimo metodikas ir pasirinktam sektoriui pritaiko metodiką su atrinktais finansiniais rodikliais, kurie efektyviausiai iširia pasirinkto sektoriaus finansinį stabilumą. Autoriai tyrimus atlieka įtraukdami skirtingus kintamuosius, kurie dažniausiai yra finansiniai rodikliai. Finansinio stabilumo vertinimo modelio (sistemos) pagrindas yra ne konkretus rodiklis, o jų sistema, skirta įvertinti įmonės finansinį stabilumą. Šie rodikliai turi neprieštarauti vieni kitiems, nedubliuoti vienas kito, nepalikti spragų finansinio stabilumo vertinime. Nustatyta, kad priklausomai nuo tyrimo imties skiriasi ir taikomas tyrimo metodas. Tyrėjai (Iurieva, Dolzhenkova, 2021; Drobyazko ir kt., 2020; Shaidullin ir kt., 2019; Dolgikh, Slepuhina, 2018), kurie pasirinko tirti didesnę imtį ir kelerių metų laikotarpį taikė skirtingus tyrimo metodus, Tuo tarpu tyrėjai, kurie pasirinko tirti kelių įmonių finansinį stabilumą vienerių metų laikotarpiui, taiko neraiškios logikos (angl. fuzzy logic) metodą.

Neraiškios logikos metodo taikymas ir MATLAB™ programinės įrangos naudojimas taikant neraiškios logikos metodą

Modeliuojant įmonių finansinius, socialinius ir ekonominius bei integracijos rodiklius neapibrėžtumo ir nuolatinės transformacijos sąlygomis reikia ekonominio ir matematinio besiformuojančios būklės tyrimo modelio, kuris būtų pagrįstas pagrindinių kokybinių ir kiekybinių charakteristikų įtakos veiksnių visuma (Voynarenko ir kt., 2021). Pramonės įmonių funkcionavimo ir valdymo sprendimų daugiafaktorinei analizei sukurti modeliavimo sistemą panaudotas matematinis aparatas, pagrįstas neaiškios logikos teorija ir kintamaisiais. Šis ekonominis ir matematinis metodas yra matematinų algoritmų, modelių ir formalizuotų metodų blokas, pagrįstas ekspertinės lingvistinės informacijos sąstingiu, skirtu prognozuoti vystymosi ar nuosmukio rodiklius, kad būtų suformuotas pagrindinis mechanizmas, leidžiantis nustatyti atsirandančios būsenos latentines savybes. Voynarenko ir kt. (2021) teigimu, neraiškios logikos modeliavimas leidžia derinti kiekybinius ir kokybinius veiksnius ir nustatyti latentinius atsirandančių savybių signalus bei pramonės įmonių atsirandančios būklės lygį.

Terminas „neraiškus“ tinka apibūdinti matematinę aplinką, kurioje nėra aiškiai apibrėžtų ribų tarp tiriamų kintamųjų (Venkat ir kt., 2017). Neaiškios logikos tikslas – atitinkamomis matematinėmis priemonėmis išreikšti žmogaus mąstymo neapibrėžtumą ir netikslumą. Žmogaus mąstymo ir samprotavimo būdas nėra dvejetainis, kai viskas yra taip

(tiesa) arba ne (klaidinga), todėl Būlio logika ne visada yra veiksmingiausias būdas spręsti tikras problemas, su kuriomis susiduria žmonės (Sanchez-Roger, Sanchis-Pedregosa, 2019). Tokios sąvokos kaip „pavojinga“ arba „karšta – šalta“ negali būti aiškiai apibrėžtos ir net žmonės, norėdami apibrėžti temperatūrą ar pavojingas situacijas, naudos neaiškius kalbos posakius, tokius kaip „labai“, „mažai“ arba „daug“ (Sanchez-Roger, Sanchis-Pedregosa (2019)

Neraiškios logikos metodas yra vertingas finansų įrankis, leidžiantis pateikti ir tvarkyti neapibrėžtą ir netikslią informaciją, kuri vyrauja priimant finansinius sprendimus (Rahul, 2023). Įtraukus tokią logiką, ekonominiai modeliai gali geriau užfiksuoti realių situacijų niuansus ir sudėtingumą. Tai leidžia sprendimus priimantiems asmenims atsižvelgti į subjektyvias nuomones, kokybinius vertinimus ir netikslius matavimus, kurie dažnai yra lemiami finansinės analizės veiksniai (Rahul, 2023).

Myachin ir kt. (2023) nurodo, kad norint įvertinti finansinį stabilumą ir pritaikyti neraiškios logikos metodą, būtina atlikti šiuos veiksmus:

1. Finansinės analizės informacijos bazės pasirinkimas.
2. Finansinių koeficientų grupių formavimas.
3. Finansinių koeficientų skaičiavimo algoritmo nustatymas.
4. Kiekvienos finansinių koeficientų grupių standartinių dydžių nustatymas.
5. Finansinio stabilumo vertinimo sistemos formavimas.

Myachin ir kt. (2023) teigimu, pasirinkti rodikliai turėtų būti reprezentatyvūs, tačiau jų skaičius turėtų būti pakankamai ribotas, kad nebūtų perkrautas matematinis modelis.

Tiwari ir kt. (2020) teigimu, neraiškios logikos sistemos gali būti gerai pritaikytos finansiniam modeliavimui, ir jie yra pagrįsti neraiškios aibės teorija ir neraiškia daugiareikšme logika. Besusparienė ir Niskasen (2023) nurodo, kad neraiškios logikos modelio pranašumas yra tai, jog jį taikant atsisakoma klasikinės divalentės logikos ir pasirenkamas alternatyvus mąstymo būdas. Tai tyrėjus įgalina modeliuoti sudėtingas sistemas ir panaudoti turimas žinias bei patirtį (Čičak, Vašiček, 2019).

Neraiškios logikos modelis, pasak Rahul (2023), susideda iš keturių komponentų: neraiškūs rinkiniai (angl. fuzzy sets), narystės funkcijos (angl. membership functions), neraiškios taisyklės (angl. fuzzy rules) ir neaiškių išvadų sistema (angl. fuzzy inference system):

Neraiškūs rinkiniai: neapibrėžtieji rinkiniai yra pagrindinė neaiškios logikos sąvoka. Skirtingai nuo klasikinių rinkinių su aiškiais ribomis (elementas arba priklauso rinkiniui, arba nepriklauso), neryškūs rinkiniai leidžia laipsniškai arba iš dalies prisijungti. Kiekvienam neaiškios rinkinio komponentui priskiriama reikšmė nuo 0 iki 1, nurodanti narystės laipsnį (Rahul, 2023).

Narystės funkcijos: narystės funkcijos apibrėžia neaiškių rinkinių formą ir charakteristikas. Jie susieja įvesties reikšmes su atitinkamomis narystės reikšmėmis. Narystės funkcijos gali būti įvairių formų, pavyzdžiui, trikampės, trapecijos, Gauso arba sigmoidinės (Rahul, 2023).

Neraiškios taisyklės: tai teiginiai, apibrėžiantys ryšį tarp įvesties kintamųjų ir išvesties kintamųjų. Jie aprašo, kaip įvesties kintamieji veikia išvesties kintamąjį, ir paprastai išreiškiami „IF-THEN“ formatu. Pavyzdžiui, neraiškios taisyklės finansų srityje gali reikšti: „JEI akcijų kaina yra aukšta IR prekybos apimtis maža, tada pardavimo signalas yra stiprus“ (Rahul, 2023).

Neraiškių išvadų sistema: neraiškių išvadų sistema sujungia neraiškius rinkinius, narystės funkcijas ir neraiškias taisykles, kad padarytų išvadas (Rahul, 2023).

Neraiškios logikos metodas suteikia pagrindą valdyti neapibrėžtumą, subjektyvius vertinimus ir sudėtingus santykius priimant finansinius sprendimus. Tai leidžia priimti adaptyvius sprendimus finansų srityje. Tai leidžia suformuluoti neaiškias taisykles, prisitaikančias prie besikeičiančių rinkos sąlygų, rizikos pirmenybių ir kitų veiksnių. Šis pritaikomumas padidina finansinių modelių lankstumą ir jautrumą.

Neraiškios logikos modelio taikymui, anot autorių (Čičak ir Vašiček, 2019), naudojama MATLAB™ programinė įranga, kurioje yra keletas neaiškios logikos taikymo įrankių bei galimi du neaiškios logikos modeliai – Sugeno arba Mamdani. Besusparienės ir Niskasen (2023) teigimu, Sugeno metodas yra matematiškai efektyvesnis modelių konstrukcijoje ir yra dažniau taikomas problemų optimizavimui. Mamdani metodas yra tinkamesnis ir lankstesnis, kai naudojami intuityvūs modeliai, pagrįsti žmogaus samprotavimu, todėl finansų tyrimuose pirmenybė teikiama šiam metodui (Čičak ir Vašiček, 2019).

Sanchez-Roger ir Sanchis-Pedregosa (2019) teigimu, naudojant neraiškią logiką MATLAB™ finansinio stabilumo vertinimui atliekami tokie žingsniai:

Kintamųjų nustatymas: nustatomi finansiniai rodikliai ar kintamieji, kurie naudojami stabilumui vertinti. Tai gali apimti veiksniai, tokius kaip skolos ir nuosavų lėšų santykis, pelningumo maržos, likvidumo rodikliai ir kt.

Perteklinių funkcijų nustatymas: nustatomos perteklinės funkcijos kiekvienam kintamajam. Perteklinės funkcijos apibrėžia, kaip kiekvieno kintamojo reikšmės yra priskiriamos lingvistinėms sąvokoms (pavyzdžiui, žema, vidutinė, aukšta).

Neraiškių taisyklių sudarymas: sukuriamas neraiškių taisyklių rinkinys, kuris apibrėžia, kaip įvesties kintamieji susiję su išvestimi (finansiniu stabilumu). Šios taisyklės paprastai yra jeigu-tada sąlygos, kurias atspindi ekspertų žinias ar intuityją apie įvesties ir išvesties kintamųjų sąryšį.

Neraiškių skaičiavimų sistema (MSS): sukonstruojama neraiškių skaičiavimų sistema naudojant MATLAB™ įrankių rinkinį. Tai apima įvesties ir išvesties kintamųjų apibrėžimą, perteklinių funkcijų nustatymą ir neraiškių taisyklių sukūrimą.

Neraiškos logikos simuliacija: stimuliuojamas neraiškos skaičiavimo sistemos veikimas naudojant faktinius arba simuliuotus duomenis. Įvedamos finansinių rodiklių vertės į MSS ir gaunama atitinkama išvesta, kuri atspindi vertintą finansinį stabilumą.

Defuzifikacija: konvertuojama neraiški išvestis į konkrečią skaičiaus vertę naudojant defuzifikacijos metodus, tokius kaip centroidas, maksimalio vidurkio (MOM) arba svertinio vidurkio.

Interpretacija: interpretuojama išvestis, kad būtų galima įvertinti finansinį stabilumą remiantis defuzifikuota verte. Tai gali apimti neraiškos išvesties atitikimą lingvistinėms sąvokoms (pavyzdžiui, labai stabilus, stabilus, nestabilus) arba skaitinėms diapazonams.

Validavimas ir tobulinimas: patikrinamas neraiškos logikos modelis, palyginant jo išvestis su faktiniais finansinio stabilumo vertinimais arba ekspertų nuomone. Reikia tobulinti modelį, jeigu reikia, keičiant perteklines funkcijas, taisykles ar kintamuosius.

Igyvendinimas ir stebėjimas: patvirtinus, įgyvendinamas neraiškos logikos modelis norint nuolat stebėti finansinį stabilumą. Periodiškai atnaujinamas modelis, atsižvelgiant į pasikeitusią finansinę aplinką ar verslo sąlygas.

MATLAB™ programinė įranga su neapibrėžtumo logikos įrankiais leidžia kurti modelius, kurie gali įvertinti finansinį stabilumą atsižvelgiant į įvairius kintamuosius ir jų tarpusavio sąveiką. Tai suteikia galimybę tinkamai įvertinti ir nagrinėti finansų duomenis, kurie dažnai būna netikslūs arba nepilni.

Išvados

1. Finansinio stabilumo vertinimas yra svarbus procesas, kuris padeda įvertinti įmonės arba ekonominės sistemos gebėjimą išlikti tvirta ir veiksminga įvairiose situacijose. Visuotinai finansinio stabilumo vertinimas yra svarbus įrankis, kuris padeda skaidriai įvertinti finansinį būklę, identifikuoti galimas problemas ir priimti tinkamas strategijas siekiant užtikrinti ilgalaikį ir tvarų augimą. Tai svarbu tiek investuotojams, tiek įmonėms, tiek ir visai ekonomikai.

2. Neraiškos logikos metodas yra vertingas finansų įrankis, leidžiantis pateikti ir tvarkyti neapibrėžtą ir netikslią informaciją, kuri vyrauja priimant finansinius sprendimus. Neaiškos logikos tikslas – atitinkamomis matematinėmis priemonėmis išreikšti žmogaus mąstymo neapibrėžtumą ir netikslumą. MATLAB™ programinė įranga su neapibrėžtumo logikos įrankiais leidžia kurti modelius, kurie gali įvertinti finansinį stabilumą atsižvelgiant į įvairius kintamuosius ir jų tarpusavio sąveiką. Tai suteikia galimybę tinkamai įvertinti ir nagrinėti finansų duomenis, kurie dažnai būna netikslūs arba nepilni.

Literatūra

1. Besusparienė, E., Vituskaitė, E. and Butėnas, R. 2018. The Importance of Financial Accounting Information for Business Management. In *FINIZ 2018 – The Role of Financial and Non-Financial Reporting in Responsible Business Operation*, p. 75–81. <https://doi.org/10.15308/finiz-2018-75-81>.
2. Čičak, J. and Vašiček, D. 2019. Determining the Level of Accounting Conservatism through the Fuzzy Logic System. *Business Systems Research*, Vol. 10, iss. 1, p. 88–101. <https://doi.org/10.2478/bsrj-2019-0007>.
3. Dolgikh, A., J., Slepuhina, E., J. 2018. Development of methodological tools assessment of financial stability of enterprise. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, Vol. 240, p. 146–150.
4. Drobyazko, S., Barwinska-Malajowicz, A., Slusarczyk, B., Chubukova, O., Bielialov, T. 2020. Risk Management in the System of Financial Stability of the Service Enterprise. *Journal of Risk and Financial Management*, Vol. 1, iss. 12, p. 300.
5. Iurieva, L., V., Dolzhenkova, E., V. 2021. Financial Stability Management of an Industrial Enterprise Based on the Formation of Signal Indicators. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 666.
6. Kolinsnyk, O., V. 2018. Scientific-methodical approach to the evaluation of the financial stability of the company. *Дослідження та оптимізація економічних процесів «Оптимум - 2018»*, p. 131–194.
7. Korepanov, G., Yatskevych, I., Popova, O., Shevtsiv, L., Marych, M., Purtskhvanidze, O. 2020. Managing the financial stability potential of crisis enterprises. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, Vol. 11, iss. 4, p. 359–371.
8. Kvietkauskienė, A. 2017. Įmonių finansinio stabilumo vertinimas – vienas iš sėkmingo investavimo komponentų. *Socialinis ugdymas*, T. 47, Nr. 3, p. 150–165.
9. Myachin, V., Yudina, O., & Myroshnychenko, O. 2021. FUZZY-LOGICAL EXPERT SYSTEM FOR ASSESSING THE FINANCIAL SECURITY OF ENTERPRISES. *Baltic Journal of Economic Studies*, Vol. 7, iss. 4, P. 123-135, <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2021-7-4-123-135>.
10. Pikhotskyi, V., F., Rysin, V., V., Lyubenko, A., M. 2019. Effectiveness of financial control and state audit in providing the financial and economic stability of the state. *Financial and credit activity problems of theory and practice*, Vol. 1, iss. 28, p. 205–215.
11. Rahul, K. 2023. What Is Fuzzy Logic? Prieiga per internetą: <https://www.wallstreetmojo.com/fuzzy-logic/> (žiūrėta 2024-03-01).
12. Sanchez-Roger, M., Sanchis-Pedregosa, C. 2019. Fuzzy Logic and Its Uses in Finance: A Systematic Review Exploring Its Potential to Deal with Banking Crises, *Mathematics*, Vol. 7, iss. 11.
13. Shahid, M., E., Duc, K., N., Yildira, Y. 2019. Financial Development and Economic Stability (FDES). *Journal of Economic Behavior & Organization*, Vol. 157, p. 225–227.

14. Shaidullin, R., Bulatova, E., Kurmanova, L., Khabibullin, R., Zhuzhoma, J. 2019. Evaluation of financial stability of Russian companies. *E3S Web of Conferences*, Vol. 110.
15. Steshenko, O., Masalygina, V., Salenko, O. 2018. Financial and Economic Stability of Railway Sector in the Context of Globalization and Integration. *International Journal of Engineering & Technology*, Vol. 7, iss. 4.3, p. 568.
16. Tiwari, S., Srivastava, R. and Gera, R. 2020. Investigation of Artificial Intelligence Techniques in Finance and Marketing. *Procedia Computer Science*, Vol. 173, p. 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.06.019>.
17. Venkat, N., R., Kushal, R., N.; Sangam, S. 2017. Application of Fuzzy Logic in Financial Markets for Decision Making. *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci*, Vol. 8, p. 382–386.
18. Voynarenko, M., Dzhendzhula, V., Hurochkina, V., Yepifanova, I., Menchynska, O. 2021. Applying Fuzzy Logic to Modeling Economic Emergence, *WSEAS Transactions on business and economics*, Vol. 18, p. 424–433.

APPLICATION OF THE FUZZY LOGIC METHOD IN ASSESSING THE STABILITY AND CHANGE OF THE COMPANY

Summary

Business entities operate in a constantly changing environment. The activities of companies are negatively affected by the insufficient level of their financial stability, which is the basis for normal activity and increasing economic potential. Taking this into account, the priority of studying the company's financial condition by fully substantiating the indicators that determine it increases, therefore it is relevant to improve the system of such indicators. Therefore, the assessment of the financial stability of companies, as a significant sector of the economy of any country, and the improvement of existing methodological approaches to it are relevant and important. Determining the limits of financial stability is one of the most sensitive problems in managing the financial condition in general and financial stability in particular, it is especially important in times of economic instability, because it is important for the company to determine the potential of financial stability. It should be noted that mostly in the literature and works of other researchers, only financial stability is assessed, but it is not assessed how financial stability can change due to changes, therefore this paper studies the application of the fuzzy logic model in assessing the company's financial stability and its change. Fuzzy logic method is a valuable financial tool that allows you to present and manage uncertain and imprecise information that prevails in making financial decisions. Fuzzy logic is a valuable tool in finance to represent and manage the uncertain and imprecise information that dominates financial decision-making. The purpose of fuzzy logic is to express the uncertainty and inaccuracy of human thinking by appropriate mathematical means. MATLAB™ software with uncertainty logic tools allows you to build models that can assess financial stability by considering various variables and their interactions. This enables proper evaluation and analysis of financial data, which is often inaccurate or incomplete.

Keywords: fuzzy logic method, financial stability, finance.