



DAUGIAKRITERINIŲ METODŲ TAIKYMAS OPTIMALIAM INVESTICINIAM PORTFELIUI SUDARYTI

Radvinė SKOBAITĖ*, Raimonda MARTINKUTĖ-KAULIENĖ

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Verslo vadybos fakultetas,
Finansų inžinerijos katedra, Saulėtekio al. 11, LT-10223, Vilnius, Lietuva*

**El. paštas radvinė.skobaite@stud.vgtu.lt*

Santrauka. Daugelis teorijų tyrinėjamos investicinių portfelių formavimą atsižvelgia į istorinius finansinių instrumentų duomenis. Tačiau, siekiant gauti didesnę grąžą reikalinga išsami analizė, todėl finansiniams instrumentams atrinkti, reikalingas kompleksiškas vertinimas. Straipsnyje investicinio portfelio sudarymui naudojami daugiakriteriniai vertinimo metodai, kurie leidžia susisteminti visus reikalingus veiksnius ir atlikti kompleksinį vertinimą. SAW ir TOPSIS metodai leidžia išvengti subjektyvumo, nereikalauja nustatyti nagrinėjamų veiksnių reikšmingumo koeficientų. Investicinio portfelio vertinimo modelis apima veiksnių sistemų sudarymą, daugiakriterio metodo pritaikymą, finansinių instrumentų vertinimą ir rangavimą analizuojamame kontekste. Šiuo atveju, SAW metodo atrinktos akcijos generuoja geresnius rezultatus, lygindami laukiamą pelningumą, riziką, variacijos koeficientą bei Šarpo rodiklį. Šio straipsnio tikslas – sudaryti optimalius investicinius portfelius, pritaikant daugiakriterinius vertinimo metodus SAW ir TOPSIS. Straipsnyje taikyti šie tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, sisteminimas, lyginimas, finansinių ataskaitų analizė, statistinių duomenų analizė, daugiakriteriniai metodai SAW ir TOPSIS, grafinis duomenų atvaizdavimas.

Reikšminiai žodžiai: investicinis portfelis, optimizavimas, SAW, TOPSIS, finansiniai instrumentai, atranka.

Įvadas

Kaip teigia Yufei et al. (2019) investicinių portfelių valdymas yra itin populiarus ir patraukli veikla visame pasaulyje. Kadangi investavimas nėra lengvas procesas, jis dažnai reikalauja profesionalų pagalbos. Turint finansinių žinių ir praktinių įgūdžių yra galimybė sudaryti daugybę investicinių portfelių ir jų variacijų, priklausomai nuo prisiimamo rizikos lygio, investavimo strategijos, siekiamos grąžos dydžio ir kt. Investavimas suteikia galimybę laisvas lėšas panaudoti jų vertės didinimui t. y. gauti pelną priklausomai nuo prisiimtos rizikos. Investavimo galimybių yra daug ir įvairių, o investavimo rinka tampa vis atviresnė ir globalesnė. Vis didesnės galimybės investuoti verčia atidžiau rinktis investavimo būdus ir finansinius aktyvus. Reikia įvertinti ne tik vietinius, bet ir nacionalinius ekonominius veiksnius, siekiant numatyti galimus pokyčius globalioje rinkoje, kad būtų priimti teisingi investavimo sprendimai. Teorijoje vyrauja taisyklė – kuo didesnė rizika, tuo didesnis pelningumas, tačiau prisiimta didesnė rizika gali atnešti ir didesnius nuostolius, todėl siekiant sukontroliuoti šį aspektą svarbu tinkamai suformuoti investicinį portfelį t. y. jį optimizuoti. Rekomenduojama, kad investicinį portfelį sudarytų skirtingo pobūdžio finansiniai instrumentai. Investicinis portfelis dažniausiai atspindi investuotojo poreikius ir galimybes. Praktikoje, siekiant sudaryti optimalų investicinį portfelį, portfelio valdytojui rekomenduojama nuspręsti kokiam laikotarpiui jis planuoja investuoti, kokią sumą gali skirti, koks investavimo tikslas ir koks yra toleruojamas rizikos lygis, siekiant išlaikyti optimalų investicinį portfelį (Nhi et al., 2019). Sunkiausias etapas investavimo procese – aktyvų atranka, kuri leistų pasiekti užsibrėžtus tikslus ir lūkesčius. Iš to ir kyla šio straipsnio problema – Baltijos akcijų rinka nėra viena iš labiausiai išnagrinėtų rinkų, taip pat nėra konkrečios informacijos apie įmonių akcijas į kurias būtų galima atsižvelgti investuotojui, renkantis akcijas. Todėl verta daryti išsamią analizę, remtis daugiakriteriniais metodais, siekiant išsiaiškinti, kurios bendrovės, generuoja didžiausią grąžą ir iš kokių bendrovių akcijų turėtų būti sudarytas optimalus investicinis portfelis.

Tyrimo objektas – optimalus investicinis portfelis.

Šio straipsnio *tikslas* – sudaryti optimalius investicinius portfelius, pritaikant daugiakriterinius vertinimo metodus SAW ir TOPSIS finansiniams instrumentams parinkti.

Siekiant išsikelti tikslo formuluojami šie *uždaviniai*:

1. Išanalizuoti investicinio portfelio teorinius aspektus;
2. Pateikti daugiakriterinio vertinimo metodų SAW, TOPSIS teorinį pagrindimą;
3. Sudaryti optimalius investicinius portfelius remiantis SAW, TOPSIS metodais;
4. Įvertinti sudarytus optimalius portfelius.

Tikslo įgyvendinimui atliekama mokslinės literatūros analizė, sisteminimas, lyginimas, finansinių ataskaitų analizė, statistinių duomenų analizė, daugiakriteriniai metodai SAW, TOPSIS, grafinis duomenų atvaizdavimas.

Straipsnio *struktūra*: pirmoje darbo dalyje analizuojama investicinio portfelio samprata bei sudarymo procesas antroje darbo dalyje aprašomi daugiakriteriniai vertinimo metodai SAW ir TOPSIS. Trečioje – aptariamas optimalaus investicinio portfelio sudarymas, išskiriamos akcijos sudarysiančios portfelius, parenkami vertinimo kriterijai, galiausiai įvertinami sudaryti investiciniai portfeliai, atliekamas SAW ir TOPSIS metodų rezultatų lyginimas.

1. Optimalaus investicinio portfelio teorinis pagrindimas

Sudarant optimalų investicinį portfelį ir nagrinėjant jo savybes reikalingas tikslus šios sąvokos apibrėžimas. Tikimybinis aspektu portfelis – tai atsitiktinis dydis, gaunamas, kaip atsitiktinių dydžių – atskirų investicijų suma (Springer, 2011). Šis straipsnis remiasi dviem portfelio apibrėžimais: portfelio plačiąja prasme – kaip turto rinkinys ir portfelio siaurąją (matematinę) prasme – kaip atsitiktinis dydis. Kadangi šiame darbe analizuojamas investicinis portfelis, tai pagal anksčiau pateiktus portfelio termino apibrėžimus, finansinių priemonių portfelį reikėtų suprasti kaip finansinių priemonių rinkinį. Šios sąvokos teisinį apibrėžimą galima rasti ir Lietuvos Respublikos finansinių priemonių rinkų įstatyme, kuriame finansinių priemonių portfelis apibūdinamas kaip investuotojo turimų finansinių priemonių rinkinys (Lietuvos Respublikos finansinių priemonių rinkų įstatymas, 2007). Taip pat pagal Lietuvos Respublikos finansinių priemonių rinkų įstatymą (2007) išskiriamos šios finansinės priemonės:

1. Perleidžiamieji vertybiniai popieriai;
2. Pinigų rinkos priemonės – išdo vekseliai, indėlio sertifikatai, bendrovių išleisti trumpalaikiai skoliniai įsipareigojimai ir kita, išskyrus mokėjimo priemones;
3. Kolektyvinio investavimo subjektų vertybiniai popieriai;
4. Su vertybiniais popieriais, valiutomis, palūkanų normomis ar pajamingumu susieti pasirinkimo, ateities, apskaitinio, išankstiniai palūkanų normos sandoriai ir kiti išvestiniai susitarimai, taip pat kitos išvestinės priemonės, finansiniai indeksai ir priemonės;
5. Su biržos prekėmis susieti pasirinkimo, ateities, apskaitinio, išankstiniai palūkanų normos sandoriai ir kiti išvestiniai susitarimai;
6. Kredito rizikos perkėlimo išvestinės priemonės;
7. Finansiniai susitarimai dėl skirtumų;
8. Su klimato sąlygų pokyčiais, krovinių gabenimo įkainiais, taršos emisijomis, infliacijos rodikliais ar kitais oficialiais ekonominės statistikos rodikliais susieti pasirinkimo, ateities, apskaitinio, išankstiniai palūkanų normos sandoriai ir kiti išvestiniai susitarimai.

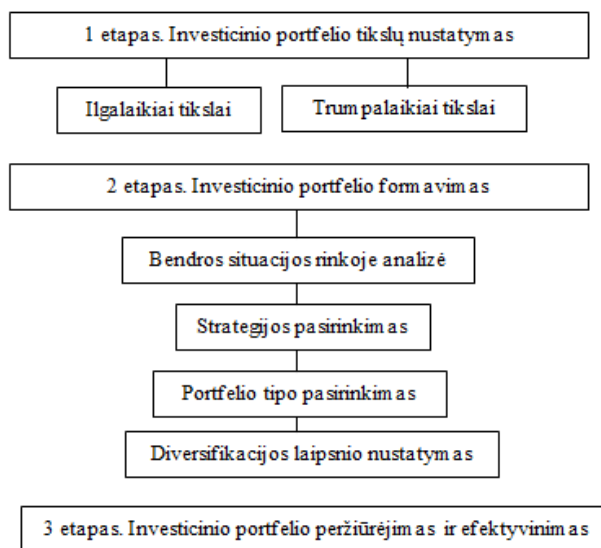
Dar viena svarbi sąvoka, kuri portfelio teorijoje, galima sakyti, yra pagrindinis tyrimo objektas ir su kuria vertėtų susipažinti kalbant apie portfelio sudarymą yra optimizavimas. Investicinio portfelio optimizavimas yra vienas iš svarbiausių investuotojo tikslų. Jeigu tradiciškai portfelio sudarymas buvo nesisteminio, atsitiktinio ir intuityvaus pobūdžio, tai šiuolaikinio požiūrio užduotimi tapo optimalaus portfelio sudarymas. Optimalus portfelis – tai pagal tam tikrus kriterijus parinktas geriausias galimas portfelis (Nhi et al., 2019). Reikėtų pabrėžti, kad optimalaus portfelio parinkimas prasmingas tik tam tikru laikotarpiu. Optimalų portfelį reikia vis atnaujinti, nes laikui bėgant gali stipriai pasikeisti investuotojo tikslai, situacija rinkoje ir kitos sąlygos.

Dažniausiai investicinį portfelį sudaro tam tikri finansiniai instrumentai su skirtingu rizikos bei pajamingumo lygiu. Tokiu būdu portfelis yra tarsi instrumentas, kurio pagalba esant priimtinam rizikos lygiui investuotojas užsitikrina laukiamą pelningumą. Praktikoje matyti, kad investuotojai beveik niekada neinvestuoja į vieną finansinį instrumentą. Aišku, kuo mažiau vertybinių popierių yra portfelyje, tuo jis rizikingesnis. Jei portfelyje yra daugiau finansinių priemonių, tai didesnė tikimybė, kad sumažėjus vienų priemonių kainoms, kitų priemonių išaugusios kainos kompensuos patiriamus praradimus, t. y. bendra portfelio rinkos vertė labai nesumažės. Investuodamas į platesnį ir įvairesnį finansinių instrumentų portfelį, investuotojas diversifikuoja savo investicijas, taip išskaidydamas riziką ir ją sumažindamas. Kadangi tikėtinas investicijų pelningumas ir rizika yra tarpusavyje glaudžiai susiję, tai išskaidant riziką, t. y. ją sumažinant, sumažinama ir galimybė daug uždirbti. Kuo įvairesnis investicinis portfelis, tuo mažiau jo rinkos vertė reaguoja į trumpalaikius rinkos svyravimus. Investuotojams pasirinkti tinkamiausią momentą investicijoms ir nustatyti investicijų sudėtį ir apimtį padeda finansinė ir ekonominė informacija. Finansų institucijos ir finansų analitikai seka ekonomikos pokyčius, prognozuoja jų poveikį finansų rinkai ir finansinių instrumentų kainoms. Taip pat žiūrima į bendrąją rinkos stabilumą, likvidumą, šakos būklę, naudojamas technologijas ir t. t. Brazausko (2014), nuomone, formuojant investicinį portfelį yra būtina atsižvelgti į:

1. Rizikos lygį (investicijų saugumą);
2. Pajamingumą;

3. Likvidumą;
4. Aplinkos poveikį.

Javid ir Tafti (2019) teigia, kad optimalų investicinį portfelį turėtų sudaryti: 50 % saugios priemonės – paprastai valstybių obligacijos. Kiti 50 % nukreipiami į rizikingas turto klases: 25 % akcijoms, 12,5 % – nekilnojamajam turtui ir 12,5 % žaliavoms ar auksui. Pusė sudaryto investicinio portfelio generuotų pastovias pajamas iš obligacijų mokamų palūkanų, kita dalis investuojant ilgesniam laikotarpiui uždirbtų daugiau iš akcijų pelno augimo, mokamų dividendų, nekilnojamojo turto nuomos pajamų, turto vertės padidėjimo, o nedidelė dalis – apie 10 % skirta auksui – apsaugotų nuo didelės infliacijos. Iš to seka, portfelio formavimo proceso svarba. Daugelis mokslininkų (Huang et al., 2012; Teresienė, 2009; Javid ir Tafti, 2019) sutinka, kad yra trys investicinio portfelio formavimo etapai, kurie padeda investuotojui suformuoti optimalų vertybinių popierių portfelį (žr. 1 paveikslą).



1 paveikslas. Investicinio portfelio formavimo procesas (sudaryta autorės, remiantis Brazauskas, 2014)

Atsižvelgiant į išvardintus tris pagrindinius etapus, svarbu tinkamai apskaičiuoti skirtingų portfelių sudėtį, pelną ir riziką, taip pat verta atkreipti dėmesį ir į rinkos pokyčius. Pasak Basilio et al. (2018), vertybinių popierių portfelio siekiamos gražos garantas – įvertintos investavimo galimybės, parengtas tinkamas planas bei sudaryta investavimo strategija. Optimalaus investicinio portfelio valdymas gali būti aktyvus ir pasyvus, tačiau dažniausiai pasirenkamos abi strategijos. Kai tik yra sudaromas investicinis portfelis, tuo pačiu metu finansinių instrumentų kontrolė, priežiūra ir naujų galimybių paieška tęsiasi (Stanujkic et al., 2017). Šiuolaikinės portfelio teorijos, kitaip dar vadinamos šiuolaikinės investicijų valdymo teorijos, pradininku yra laikomas Harry Markowitz, 1952 m. paskelbęs straipsnį „Investicinio portfelio parinkimas“. Tai buvo naujo tipo investicijų tyrimo ir analizės pradžia. H. Markowitz pirmą kartą savo darbe pavartojo tokius terminus, kaip akcijų portfelio rizika ir portfelio diversifikacija. Markowitz (1952) ir Sharpe (1964) pasiūlytose investicinio portfelio teorijose naudojami du svarbiausi rodikliai – rizikos lygis ir laukiamas pelningumas. Šie du rodikliai dažniausiai apskaičiuojami naudojant istorinius duomenis. Markowitz siūlo pelningumą apskaičiuoti aritmetiniu gražos vidurkiu, o rizikos lygį – remiantis praėjusių laikotarpių gražos standartiniais nuokrypiais ir dispersijomis (Stanujkic et al., 2017). Sharpe siūlo rizikos įvertinimui papildomai naudoti ir indekso pelningumą. Kimiagari ir Amini (2007), Kheradyar et al. (2011) ir Brazauskas (2014) rizikos lygiui apskaičiuoti naudoja ne dispersiją, o kitokius vertinimo metodus, tokius kaip: MAD (angl. *mean absolute deviation*), CVaR (angl. *conditional value at risk*), GMD (angl. *gini's mean difference*), VaR (angl. *value at risk*) ir kitus. Beveik visi šie metodai neįvertina investuotojams svarbių fundamentalių akcijos rodiklių ir remiasi tik akcijos kainos kitimu. Remiantis šiais trūkumais, Keršulienė (2017) pataria naudoti daugiakriterinius sprendimo priėmimo metodus. Šie metodai naudojami sudėtiniais sprendimams sudaryti, kai yra naudojami įvairūs rodikliai ir veiksniai, lemiantys akcijos patrauklumą investuotojui pagal laukiamą gražą.

Ishizaka ir Nemery (2013), atliktas tyrimas parodė, kad daugiakriteriniai sprendimų priėmimo metodai dažniausiai naudojami investicinio portfelio analizei. Samaras et al. (2008), teigia, jog taikant daugiakriterinius metodus turi būti nustatoma, kokio tipo, maksimizuojamo ar minimizuojamo yra kiekvienas veiksnys ar rodiklis. Minimizuojamųjų rodiklių geriausios reikšmės – mažiausios, ir geriausios maksimizuojamųjų rodiklių reikšmės atvirkščiai – didžiausios. Daugiakriterinių vertinimo metodų kriterijai dažniausiai apjungia normalizuotas (r_{ij}) reikšmes ir šių rodiklių svorius į vieną bendrą dydį, kitaip dar vadinamu – metodo kriterijumi. Dauguma daugiakriterinių metodų taiko rodiklių reikšmių (pradinių duomenų) skirtingą normalizavimą, transformavimą.

2. Daugiakriteriniai vertinimo metodai SAW ir TOPSIS

Mokslininkai (Jayasekara et al., 2019) siūlo įvairius daugiakriterinius metodus, tokius kaip: AHP, COPRAS, VIKOR, WESPAS, MOORA, TOPSIS (technique for the order preference by similarity to ideal solution), SAW (simple additive weighting), EDAS ir t. t. Çalik et al. (2019), lygindami MOORA ir SAW metodų rezultatus nustatė, jog SAW daugiakriterinis metodas leidžia tiksliau įvertinti rezultatus. Lyginant VIKOR ir TOPSIS metodus Calik (2019) nustatė, kad TOPSIS leidžia nustatyti ne tik rezultatus artimus teigiamam idealiam sprendimui, bet ir iš neigiamos pusės (rezultatus artimus neigiamam idealiam sprendimui).

Visi šie mokslininkų nagrinėjami daugiakriteriniai vertinimo metodai skiriasi pagal savo sudėtingumą. Žinomiausias ir dažniausiai taikomas – SAW metodas (Kalayci et al., 2019). SAW metodo kriterijus S_j , išreiškia rodiklių reikšmių ir svorių jungimą į vieną dydį. Šiuo metodu gaunama visų rodiklių normalizuotų reikšmių suma S_j kiekvienam j -ajam objektui. Ji gaunama remiantis 1 formule (Basilio et al., 2018).

$$S_j = \sum_{i=1}^m w_i r'_{ij}, \quad (1)$$

čia: w – i -tojo rodiklio svoris; r'_{ij} – i -tojo rodiklio normalizuota reikšmė j -ajam objektui.

Siekiant gauti tikslius rezultatus, būtinas pradinių duomenų normalizavimas, kuris prasideda pirmiausiai nuo neigiamų rodiklio reikšmių panaikinimo (žr. 2 formulę).

$$\hat{r}_{ij} = r_{ij} + \left| \min_j r_{ij} \right| + 1, \quad (2)$$

čia: r_{ij} – i -tojo rodiklio reikšmė.

SAW metodo būtina taikymo sąlyga – išankstinis rodiklių tipo nustatymas, ar tai maksimizuojamas ar minimizuojamas rodiklis, tik tuomet yra atliekamas pradinių duomenų normalizavimas, pagal 3–4 formules.

$$r'_{ij} = \frac{r_{ij}}{\max_j r_{ij}}, \quad (3)$$

$$r'_{ij} = \frac{\min_j r_{ij}}{r_{ij}}, \quad (4)$$

čia: r'_{ij} – i -tojo rodiklio normalizuota reikšmė j -ajam objektui; r_{ij} – i -tojo rodiklio reikšmė.

SAW metodo skaičiavimai rodo, kad S_{ij} kriterijaus taikymas yra tikslingas pradiniu vertinimo etapu, tačiau šio metodo rezultatai – objektų rangavimas, mažai kuo skiriasi nuo sudėtingų matematinių, statistinių metodų (Koedijk et al., 2019). SAW metodo skaičiavimas yra paprastas, jį galima atlikti be sudėtingų kompiuterinių programų. Tačiau jis turi specifinių trūkumų (Freedman ir Nutting, 2015):

1. Visos kriterijų r_i reikšmės turi būti maksimalios.
2. Visos kriterijų reikšmės r_i turi būti teigiamos.
3. SAW pateikiami įverčiai ne visada atspindi realią situaciją. Gautas rezultatas gali būti nelogiškas, nes vieno konkretaus kriterijaus reikšmės labai skiriasi nuo kitų kriterijų.

Kitas nesudėtingas daugiakriterinių vertinimo metodų yra TOPSIS. Šis metodas buvo sukurtas 1981 metais Hwang ir Yoon mokslininkų. Tai alternatyvų prioriteto nustatymo teorija, kuri sako, jog geriausia alternatyva yra mažiausiai nutolusi nuo teigiamo idealus sprendimo ir labiausiai nutolusi nuo neigiamo idealus sprendimo (Ghorabae et al., 2017). Topsis metodo teorija dar vadinama variantų prioriteto nustatymo pagal artumo idealiam taškui metodu. Teigiamas – idealus sprendimas yra sprendimas, maksimaliai padidinantis maksimizuojančius kriterijus ir sumažina minimizuojančius kriterijus, tuo tarpu neigiamas idealus sprendimas padidina minimizuojančius kriterijus ir sumažina maksimizuojančius kriterijus (Žilinskij ir Rutkauskas, 2012). Trumpai tariant, teigiamas – idealus sprendimas yra sudarytas iš visų geriausių kriterijų, kuriais galima pasiekti pagal maksimumą, kadangi neigiamą idealų sprendimą sudaro visi minimizuojantys kriterijai. TOPSIS metodas naudoja vektorinę normalizaciją (Calik, 2019):

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad (5)$$

čia: n_{ij} – i -tojo rodiklio normalizuota j -tojo objekto reikšmė.

Atlikus pradinių duomenų normalizaciją, sekantis žingsnis apskaičiuoti svertinę normalizuotą matricą, kuri reikalinga tolimesniems skaičiavimams (žr. 6 formulę).

$$v_{ij} = w_j n_{ij}, \quad (6)$$

čia: w_i – i -ojo kriterijaus svoris; v_{ij} – svertinė normalizuota vertė.

Geriausi kriterijaus variantai V^+ ir blogiausi variantai V^- skaičiuojami pagal 7–8 formules.

$$V^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+) = ((\max_i | j \in I), (\min_i v_{ij} | j \in J)), \quad (7)$$

$$V^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) = ((\min_i v_{ij} | j \in I)), \quad (8)$$

čia: V^+ – teigiamas idealus sprendimas; V^- – neigiamas idealus sprendimas; I – maksimizuojamų rodiklių aibė; J – minimizuojanti rodiklių aibė.

Taip pat yra skaičiuojamas kiekvieno lyginamojo rodiklio bendras atstumas S_i^+ iki geriausio varianto arba kitaip tariant iki teigiamo idealaus sprendimo ir S_i^- iki neigiamo idealaus sprendimo (žr. 9–10 formules).

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_i^+)^2}, \quad (9)$$

čia: S_i^+ – teigiamas atstumas nuo idealaus varianto.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_i^-)^2}, \quad (10)$$

čia: S_i^- – neigiamas atstumas nuo idealaus varianto.

Pagrindinis TOPSIS metodo kriterijus P_i apskaičiuojamas pagal 11 formulę.

$$P_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}, \quad (11)$$

čia: P_i – santykinis atstumas nuo idealaus varianto.

Pagal P_i gautas reikšmės suranguojamos įmonių akcijos. Topsis indekso reikšmės svyruoja nuo 0 iki 1 (Chen, 2019). Kuo didesnė indekso reikšmė, tuo patrauklesnė akcija. Geriausią reikšmę atitinka didžiausia P_i kriterijaus reikšmė. Lyginamuosius objektus reikia ranguoti mažėjančia tvarka.

Vienas iš svarbiausių daugiakriterinių metodų taikymo etapų yra pasirinktų kriterijų reikšmių nustatymas. Remiantis rekomendacijomis, nagrinėjama tyrimais, mokslinė literatūra ir kitais informaciniais šaltiniais apskaičiuojamos kiekybinių kriterijų reikšmės, o kokybinių kriterijų reikšmės dažniausiai gaunamos taikant ekspertinius metodus. Kriterijų svoriams gauti, mokslininkai naudoja skirtingus vertinimo metodus. Žilinskij (2012) kriterijų svorius apskaičiuoja remiantis trijų praėjusių metų akcijos patrauklumo ir gražos koreliacijos vidurkiu. Huang et al. (2012) pataria svorių dydžiams nustatyti atlikti ekspertų apklausą. Kiti autoriai (Garcia et al., 2010) kriterijų svorius apskaičiuoja kiekybinius kriterijus išreiškę sumine pinigine išraiška arba paskirstant svorius visiems kriterijams vienodus.

3. Optimalaus investicinio portfelio sudarymas

Siekiant suformuoti optimalų investicinį portfelį, vertėtų ne tik išsianalizuoti prieinamą informaciją, bet ir būti gerai apsisprendusiam, į kokius aktyvus investuoti geriausia. Investiciniai aktyvai pasižymi skirtingomis charakteristikomis, todėl siekdami savo tikslų turime nuspręsti, kurie aktyvai jums yra priimtinausi. Viena iš aktyvų rūšių – akcijos, tai viena iš populiariausių investavimo kryptų visame pasaulyje. Būtent dėl to, kad akcijos gali suteikti didžiausią potencialią gražą tarp tradicinių investavimo priemonių (Betschinger, 2015). Jeigu įmonė veikia pelningai, akcijų turėtojams yra išmokami dividendai t. y. dalis kompanijos grynojo pelno. Tačiau, kai kurios įmonės - nemoka dividendų, tokiu atveju investuotojai uždirba iš akcijų vertės pokyčio biržoje. Javid and Tafti (2019) teigia, kad akcijos yra žymiai rizikingesnės nei kiti aktyvai, bet ilguoju laikotarpiu generuoja didesnę gražą. Taigi siekiant maksimalios gražos, vertėtų investicinį portfelį sudaryti iš akcijų. Sekantis etapas – lėšų paskirstymas. Sudarant investicinį portfelį svarbu pasirinkti, kokią dalį lėšų investuotojas gali skirti investicijoms, kokia dalimi vertėtų paskirstyti lėšas tarp aktyvų. Investavimo strategijos pasirinkimas yra atsakingas momentas, kadangi sėkmingas jos pasirinkimas sąlygoja solidžią investicinę gražą, kai tuo tarpu investavimo strategijos neturėjimas gali atnešti nemenkus nuostolius. Valdymo strategija priklauso ne tik nuo investuotojo žinių, patirties, gebėjimų ir nuojautos, bet ir nuo emocijų. Apsisprendus dėl investicijų dydžio, strategijos ir aktyvų rūšies, atliekama akcijų

atranka. Akcijų atranka gali būti atliekama remiantis daugiakriteriniais vertinimo metodais, kurie suranguos geriausias įmonių akcijas, pagal pasirinktus kriterijus.

Įmonių akcijų analizė remiasi fundamentaliais ir techniniais metodais, kurių tikslas – akcijų rinkoje svyruojančių kainų ir paklausos prognozės (Chen, 2019). Šių metodų rodikliai leidžia išanalizuoti ir įvertinti įmonės veiklos efektyvumą, skolos dydį, veiklos plėtros intensyvumą ir kita. Vertinant akcijų patrauklumą, remiamasi fundamentaliąsias analizės kriterijais. Mokslininkų siūlomi akcijų patrauklumo kriterijai pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė. Kriterijai investiciniam patrauklumui nustatyti. (sudaryta autorių, remiantis Kimiagari ir Amini, 2007; Samaras et al., 2008; Garcia et al., 2010; Kheradyar et al., 2011; Huang et al., 2012; Žilinskij ir Rutkauskas, 2012; Brazauskas, 2014)

Autorius, metai	Kriterijai investiciniam patrauklumui nustatyti
Kimiagari ir Amini (2007)	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio vienai akcijai santykis (P/E), akcijos kainos ir buhalterinės vertės santykis (P/B), akcijos kainos ir pardavimo pajamų santykis (P/S), įsipareigojimų ir nuosavo kapitalo santykis (D/E), turto grąža (ROA), nuosavo kapitalo grąža (ROE), dividendų išmokėjimo rodiklis, dividendų augimo rodiklis
Samaras et al. (2008)	Finansinės struktūros rodikliai: nusidėvėjimas/materialusis turtas, nuosavas kapitalas/skolos, apyvartinis kapitalas/trumpalaikis turtas, įsipareigojimai/turtas. Valdymo efektyvumo rodikliai: turto apyvartumas, nuosavo kapitalo apyvartumas, atsargų apyvartumas dienomis. Pelningumo rodikliai: turto pelningumas prieš mokant mokesčius, grynas nuosavo kapitalo pelningumas, bendrasis pelningumas, veiklos pelningumas. Finansavimosi politikos rodikliai: likvidus turtas /pardavimai; likvidus turtas /ilgalaikiai įsipareigojimai, likvidus turtas /investicijos
Garcia et al. (2010)	Trumpalaikis turtas, visas turtas, nuosavas kapitalas, apyvarta, veiklos pelnas, pelnas prieš mokant mokesčius, grynas metų pelnas, turto grąža, nuosavo kapitalo grąža, bendrasis likvidumas
Kheradyar et al. (2011)	Dividendų pajamingumas (DY), akcijos pelningumas (EY), buhalterinės vertės ir rinkos vertės santykis (M/M)
Huang et al. (2012)	Santykiniai rodikliai: akcijos kainos ir pelno, tenkančio vienai akcijai santykis (P/E), akcijos kainos ir buhalterinės vertės santykis (P/B), akcijos kainos ir pardavimo pajamų santykis (P/S). Pelningumo rodikliai: (ROE), (ROA), (OPM), (NPM). Finansinio svėro rodikliai: įsipareigojimų ir nuosavo kapitalo santykis. Likvidumo rodikliai: bendrasis likvidumas. Efektyvumo rodikliai: atsargų apyvartumas, gautinų sumų apyvartumas. Augimo rodikliai: veiklos pelno augimas, grynojo pelno augimas
Žilinskij ir Rutkauskas (2012)	Akcijų kainos pokytis, įmonės apyvartos augimas, veiklos pelningumas, EBITDA pokytis, grynas pelningumas, turto pokytis, vidutinio nuosavo kapitalo grąžos pokytis, skolų ir nuosavo kapitalo santykis, bendrasis likvidumas, akcijos kainos ir buhalterinės vertės santykis, akcijos kainos ir pelno akcijai santykis, akcijų apyvartos pokytis, dividendinis pajamingumas, akcijos kainos pokyčio ir apyvartos pokyčio skirtumas
Brazauskas (2014)	Pardavimo pajamų augimas, grynojo pelno augimas, grynas pelningumas, ROE, skolinto ir nuosavo kapitalo santykis, akcijos kainos ir buhalterinės vertės santykis, akcijos kainos ir trumpalaikio turto santykis, akcijos kainos ir pelno tenkančio akcijai santykis, dividendinis pajamingumas

Mokslininkai siūlo gana panašius akcijų vertinimo kriterijus. Šiuos kriterijus galima suskirstyti į techninius, fundamentalius ir mišrius. Dauguma mokslininkų (Zhang et al., 2019), akcijų vertinimui naudoja mikroekonominis ir emitento specifinius veiksnis ir retai įtraukia makroekonominių veiksnių. Fundamentaliąjį analizę yra neatsiejama nuo visos ekonominės analizės, kuri analizuoja šalies politiką, jos stabilumą, mokesčius, palūkanų normą, valiutos kurso riziką, užsienio skolą, biudžeto deficitą, infrastruktūrą ir t. t.

Apibendrinant, galima teigti, kad dažniausiai vertybinių popierių atrankai naudojami finansiniai santykiniai rodikliai yra turto grąža, turto apyvartumas, skubus likvidumas, bendrasis likvidumas, akcijos kainos ir pelno akcijai santykis, kainos ir buhalterinės vertės santykis, skolos ir nuosavo kapitalo santykis, atsargų apyvartumas dienomis, investicijų grąža, dividendų pajamingumas. Būtent dėl šios priežasties ir buvo pasirinkti šeši akcijų vertinimo kriterijai, kurių pagalba bus atrinktos patraukliausios (su didžiausia grąža ir mažiausia rizika) akcijos (žr. 2 lentelę). Akcijų rizikingumui nustatyti skaičiuojamas standartinis nuokrypis (Calik, 2019):

$$Q_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2} \times P, \quad (12)$$

čia: r_i – laukiamas i -tosios akcijos pelningumas proc.; \bar{r} – vidutinis laukiamas i -tosios akcijos pelningumas proc.; P – tikimybė, kad bus gautas laukiamas pelningumas.

Statistiškai, variacija parodo laukiamų pelningumų dispersiją aplink jų vidurkį. Kuo didesnė laukiamo pelningumo dispersija, tuo didesnė rizika, variacija ar standartinis nuokrypis. Todėl variacija traktuojama, kaip vertybinio popieriaus rizikos matas (Freedman ir Nutting, 2015).

Mokslininkai, specialistai nuolat stengiasi tobulinti, kurti naujus įmonių patrauklumo vertinimo metodus. Dalis prieš kelis dešimtmečius taikytų kriterijų, metodų, tokių kaip pelningumu pagrįsti finansiniai rodikliai yra vis dar plačiai naudojami, nes yra gerai žinomi, patikrinti, praktiški, paprasti ir nereikalaujantys didelių lėšų bei

papildomų žinių. Būtent todėl, nagrinėjami autoriai, rekomenduoja įmonių patrauklumui nustatyti, apskaičiuoti populiariausius pelningumo rodiklius, kurie leidžia įvertinti įmonės finansinę būklę, juos palyginti su konkurentais ir pasirinkti tinkamiausią akciją.

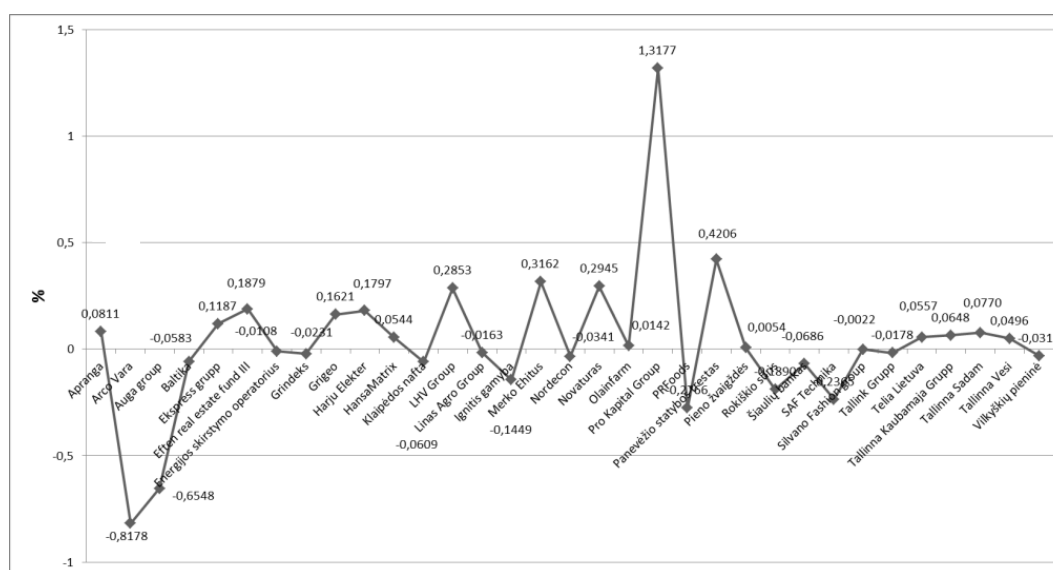
2 lentelė. Pasirinktų kriterijų sąrašas (sudaryta autorių, remiantis Nasdaq, 2019)

Tipas	Kriterijus	Apskaičiavimas	
Max	Pardavimo augimas	$(\text{Pardavimai } n \text{ metais} - \text{pardavimai } n-1 \text{ metais}) / \text{pardavimai } n-1 \text{ metais}$	(13)
Max	Dividendinis pajamingumas	Išmokėta dividendų suma / akcijos kaina	(14)
Max	Akcijos pelningumas	$(\text{Akcijos pardavimo kaina} - \text{pirkimo kaina}) / \text{pirkimo kaina}$	(15)
Max	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai santykis (P/E)	Akcijos kaina/akcijos buhalterinė vertė	(16)
Max	Grynasis pelningumas	Grynasis pelnas/pardavimai	(17)
Max	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Grynasis pelnas/nuosavas kapitalas	(18)

Optimalus investicinis portfelis sudaromas iš įmonių akcijų, kurios kotiruojamos Nasdaq OMX Baltic vertybinių popierių biržoje (Baltijos šalių vertybinių popierių birža, 2019). Atrinktos 33 įmonių akcijos. Atmestos, tos įmonės, kurių finansinių ataskaitų nėra galimybės gauti, bei kurių akcijomis pradėta prekiauti anksčiau nei 2008 metais. Įmonių sąrašas pateikiamas 3 lentelėje.

3 lentelė. Pasirinktų įmonių sąrašas (sudaryta autorių remiantis Nasdaq, 2019)

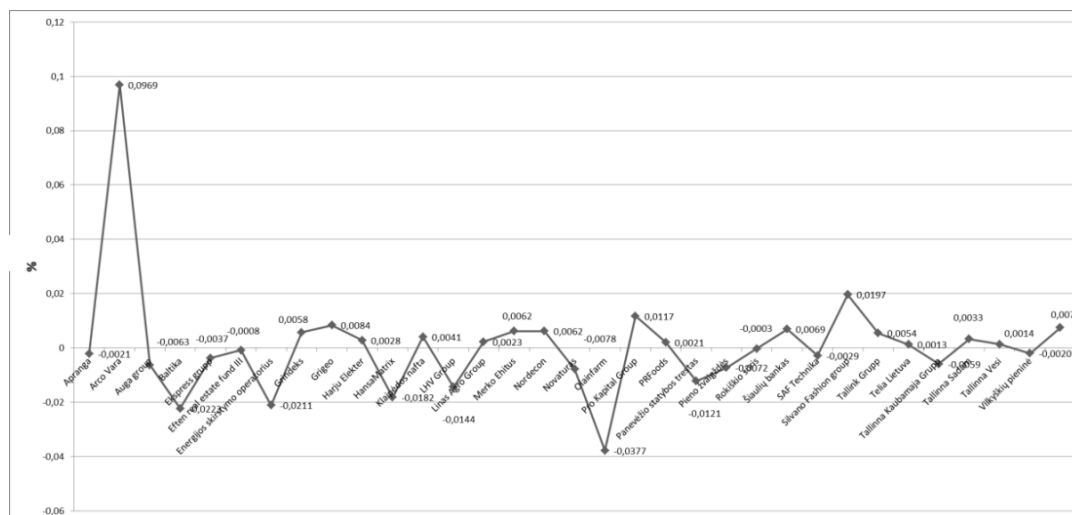
Pramonės šaka	Įmonė
Paslaugų sektorius	AS Tallinna Kaubamaja grupp, AB Šiaulių bankas, AS Arco Vara, AS Ekspress Grupp, AS EfTEN Real Estate Fund III, AS LHV Group, AB Novaturas, AS Pro Kapital Grupp, AS Tallink Grupp, AS Tallinna Sadam
Komunalinės paslaugos	AS Tallina Vesi, AB Ignitis gamyba, AB Energijos skirstymo operatorius
Pramonės sektorius	AB Klaipėdos nafta, AB Panevėžio statybos trestas, AS Merko Ehitus, AS Nordecon, AS Harju Elekter, AB Grigeo, AS SAF Technika
Sveikatos priežiūros	AS Grindeks, AS Olainfarm
Telekomunikacijos sektorius	AB Telia Lietuva
Plataus vartojimo prekės	AB Pieno žvaigždės, AB Rokiškio sūris, AB Vilkyškių pieninė, AS Silvano Fashion group, AB AUGA group, AS Baltika, AB Apranga, AS HansaMatrix, AS Linas Agro Group, AS PRFoods



2 paveikslas. Pardavimų augimų vidurkiai 2008–2018 metų (sudaryta autorių)

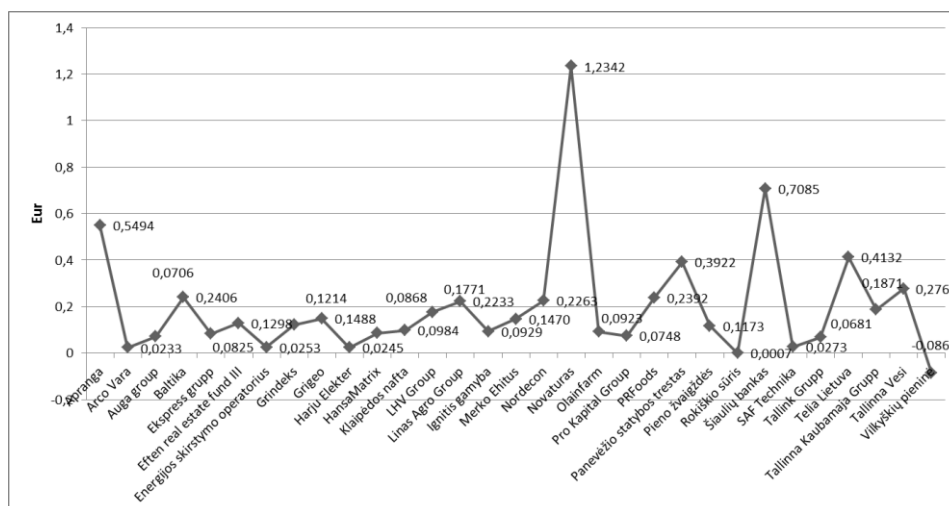
Pasirinktos įmonės išskirstytos pagal pramonės šakas. Iš 3 lentelės galima matyti, kad daugiausiai pasirinktų įmonių priklauso paslaugų sektoriui, kuris pasak Brazausko (2014) generuoja didžiausius pelnus pastaruosius metus. Pagal pasirinktus šešis kriterijus atlikta įmonių analizė. Analizuojami 2008–2018 metų duomenys ir išvedami vidurkiai. 2 paveiksle pateikti pardavimų augimai.

Pardavimų augimai apskaičiuojami pagal 12 formulę. Iš gautų rezultatų matyti, kad aukščiausi pardavimų augimai pastaruosius 10 metų buvo Pro Kapital Group įmonėje, didėjo net 131 %. Prasčiausias pardavimų augimas matomas Arco Vara įmonėje – matomas vidutinis smukimas 81 %.



3 paveikslas. Akcijų pelningumo 2008–2018 metų vidurkis (sudaryta autorių)

Akcijų pelningumas apskaičiuojamas pagal 13 formulę (žr. 3 lentelę). Iš visų 33 įmonių labiausiai išsiskyrė Ignitis gamyba įmonės akcijų pelningumo vidurkis, kuris siekė net 12 eurų vienai akcijai. 3 paveiksle ši įmonė neatsispindi, kadangi gauti rezultatai labai išsiskiria nuo kitų įmonių akcijų pelningumų. Aukštus pelningumus taip pat galime matyti ir iš Arca Vara (0,1 Eur) ir iš SAF Technika (0,02 Eur) akcijų. Iš paveikslo matyti, kad daugiau nei puse nagrinėjamų įmonių akcijų pelningumas yra neigiamas. Didžiausias neigiamas pelningumas priklauso Novaturo akcijoms – 0,3 Eur.



4 paveikslas. Nuosavo kapitalo grąžos vidurkis 2015–2018 metų (sudaryta autorių)

Nuosavo kapitalo pelningumas ROE, leidžia paskaičiuoti kiek efektyviai yra panaudojami investuoti pinigai, turtas. ROE rodiklis parodo kiek kiekvienam nuosavo kapitalo eurui tenka grynojo pelno. Kuo nuosavo kapitalo grąža didesnė, tuo efektyvesnė įmonės veikla ir tuo daugiau pelno ji uždirba investuotojams (Kalayci et al., 2019). Investuotojai nusistato, kokios grąžos jie siekia, o būtent ROE rodiklis ir leidžia matyti realius įmonės veiklos rezultatus ir lyginti juos su siekiama grąža. Tačiau ROE rodiklis labai priklauso nuo nuosavybės dydžio įmonės turte bei nuo įmonės kapitalo struktūros. Iš 4 paveikslo matyti trisdešimt trijų įmonių ROE rodiklių reikšmės. Paveiksle nėra pateiktos Silvano Fashion group ir Tallinna Sadam įmonių rezultatai, kadangi šie labai išsišoksta.

Tallinna Sadam įmonės reikšmė didžiausia (8,267 Eur) iš visų 33 nagrinėjamų įmonių, o Silvano Fashion group – mažiausia (minus 4,568 Eur). Gerus rezultatus taip pat rodo ir Apranga, Novaturas, Šiaulių bankas bei Telia Lietuva.

Pradinis įmonių akcijų atrinkimas atliekamas norint išvengti nelikvidžių, problemų turinčių, nuostolingų įmonių. Teorija ir praktika byloja, kad dažniausiai kainos mažėja tų akcijų, kurių kainos pakilimo momentu augo greičiausiai. Taigi būtent todėl yra svarbu ne tik atsižvelgti į akcijos kainą, jos augimą, bet ir išanalizuoti įmonės fundamentalios analizės kriterijus, kurie leidžia įvertinti įmonės padėtį ir jos patrauklumą investuotojams. Investuotojas pats nusprendžia, kokius kriterijus naudos akcijų patrauklumui nustatyti. Yra galimybė rinktis tarp techninių, fundamentalių indikatorių, atliktų prognozių ar rekomendacijų. Pasiriktų kriterijų svoriai taip pat priklauso nuo investuotojo tikslų, jeigu pasirinktume vienodus kriterijus tačiau nustatytume skirtingus svorius, tai šių portfelių sudėtis gali skirtis.

Optimalaus investicinio portfelio vertinimas

Tyrimui atlikti sudaromi du optimalūs investiciniai portfeliai, remiantis daugiakriteriniais vertinimo metodais – SAW ir TOPSIS. Investiciniam portfeliui sudaryti, pasirinktos 33 įmonių akcijos (žr. 3 lentelę), kurios yra kotiruojamos Nasdaq Baltijos biržoje. Tyrimui atlikti naudojami 2008–2018 metų įmonių duomenys. Iš susistemintų duomenų apskaičiuojami pasirinktų kriterijų rezultatai. Remiantis moksline literatūra ir mokslininkų atliktais tyrimais pasirinkti šeši kriterijai: pardavimo augimas, dividendų pajamingumas, akcijos pelningumas, akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai santykis (P/E), grynasis pelningumas, nuosavo kapitalo grąža (ROE) (žr. 2 lentelę). Pirmasis investicinis portfelis sudaromas remiantis SAW metodo įmonių atrankos būdu. Gauti rezultatai pateikiami 4 lentelėje.

4 lentelė. Atrinktos akcijos pagal SAW metodą (sudaryta autorių)

Akcijos	S_j	Rangai
Apranga	0,442526	8
Energijos skirstymo operatorius	0,508166	4
Klaipėdos nafta	0,512307	3
Ignitis gamyba	0,648449	1
Novaturas	0,41754	9
Pro Kapital Group	0,470058	5
Panevėžio statybos trestas	0,408675	10
Telia Lietuva	0,45762	6
Tallinna Kaubamaja Grupp	0,453439	7
Tallinna Sadam	0,597229	2

Remiantis pasirinktais kriterijais ir naudojantis SAW metodu, atliktas įmonių rangavimas. Iš 33 įmonių, atrinktos 10 įmonių, kurios pagal SAW metodą, generuoja didžiausią pelningumą ir mažiausią riziką. Pirmoje vietoje – AB Ignitis gamyba, antroje – SIA Tallinna Sadam, trečioje – AB Klaipėdos nafta. Pagal SAW metodą, nerekomenduojama investicinio portfelio sudaryti iš paskutinėje vietoje esančių įmonių (prasčiausius rangus turinčias įmones) – SIA Silvano Fashion group, SIA Tallinna Vesi ir AB Vilkyškių pieninė.

Antrasis – TOPSIS metodu sudarytas investicinis portfelis. Remiantis šiuo metodu, taip pat atliktas įmonių rangavimas – kuris leido išskirti 10 optimaliausių akcijų, generuojančių didžiausią pelną ir mažiausią riziką.

5 lentelė. Atrinktos akcijos pagal TOPSIS metodą (sudaryta autorių)

Akcijos	P_i	Rangai
Apranga	0,42875	6
Eften real estate fund III	0,50907	5
HansaMatrix	0,78286	2
Nordecon	0,40973	10
Novaturas	0,99935	1
PRFoods	0,41425	9
Panevėžio statybos trestas	0,42177	8
SAF Technika	0,52420	4
Tallinna Sadam	0,65489	3
Tallinna Vesi	0,42800	7

5 lentelėje pateiktos 10 geriausių akcijų pagal Topsis metodo skaičiavimus. Pirmoje vietoje, skirtingai nei SAW metodo portfelyje yra AB Novaturas, antroje – SIA HansaMatrix, trečioje – SIA Tallina Sadam. SIA Tallina Sadam įmonė atrinkta ir pagal SAW metodą. Trys prasčiausios įmonių akcijos pagal skaičiavimus yra SIA Silvano Fashion group, SIA Arco Vara, AB Baltika. Lygindami du sudarytus portfelius, matyti, kad SIA Silvano Fashion Group įmonė SAW metodo portfelyje yra antroje vietoje, tačiau TOPSIS metodo portfelyje ji yra prasčiausioje trisdešimt trečioje vietoje.

Toliau apskaičiuojama visų akcijų įtrauktų į SAW portfelį ir į TOPSIS portfelį laukiama pelno norma. Norint išsiaiškinti laukiamą portfelio pelno normą, ją nustatome pagal 14 formulę. Vidutinės įmonių akcijų pirkimo ir pardavimo kainos, apskaičiuojamos remiantis 2008–2018 metų duomenimis. Optimalių investicinių portfelių laukiamos pelno normos pateikiamos 6–7 lentelėse.

6 lentelė. Suformuoto pirmojo portfelio laukiamas pelningumas ir rizika (sudaryta autorių)

Akcijos atrinktos SAW metodo būdų	Svoris	Laukiama pelno norma %	Laukiamas pelningumas %
Ignitis gamyba	0,1	120,2249	12,2249
Tallinna Sadam	0,1	0,1401	0,0140
Klaipėdos nafta	0,1	0,4075	0,0408
Energijos skirstymo operatorius	0,1	-2,1099	-0,2110
Pro Kapital Group	0,1	0,2124	0,0212
Telia Lietuva	0,1	-0,5935	-0,0593
Tallinna Kaubamaja Grupp	0,1	0,3315	0,0331
Apranga	0,1	-0,2096	-0,0210
Novaturas	0,1	-3,7711	-0,3771
Panevėžio statybos trestas	0,1	-0,7245	-0,0724
Portfelio laukiamas pelningumas			11.39
Standartinis nuokrypis			3.83
Šarpo rodiklis			2.895
Variacija			0.129259

Siekiant įvertinti daugiakriterinio vertinimo metodų būdu sudarytus optimalius investicinius portfelius, apskaičiuojamas laukiamas pelningumas kiekvienos akcijos atskirai, tuomet viso portfelio kartu, randamas rizikos lygis t. y. standartinis nuokrypis, apskaičiuojamas Šarpo rodiklis bei variacijos dydis.

Kiekvienai įmonei suteikiamas vienodas 0.1 svoris portfelyje, laikant, kad portfelį sudarys vienodas įmonių akcijų kiekis. Laukiamą portfelio pelningumą galima apskaičiuoti susumavus visų įmonių akcijos svorių ir laukiamų pelno normų sandaugas. 6 ir 7 lentelėse matome dviejų sudarytų portfelių laukiamus pelningumus.

7 lentelė. Suformuoto antrojo portfelio laukiamas pelningumas ir rizika (sudaryta autorių)

Akcijos atrinktos TOPSIS metodo būdų	Svoris	Laukiama pelno norma %	Laukiamas pelningumas %
Novaturas	0,1	-3,7711	-0,3771
HansaMatrix	0,1	-1,8197	-0,1820
Tallinna Sadam	0,1	0,1401	0,0140
SAF Technika	0,1	1,9651	0,1965
Eften real estate fund III	0,1	-0,0837	-0,0084
Apranga	0,1	-0,2096	-0,0210
Tallinna Vesi	0,1	-0,1980	-0,0198
Panevėžio statybos trestas	0,1	-0,7245	-0,0724
PRFoods	0,1	-1,2145	-0,1214
Nordecon	0,1	-0,7795	-0,0779
Portfelio laukiamas pelningumas			-0.67
Standartinis nuokrypis			0.15
Šarpo rodiklis			-6.63
Variacija			0.001567

Pirmojo portfelio, sudaryto iš akcijų, pagal gautus SAW metodo rezultatus, laukiamas pelningumas yra 11.39 %. Antrojo portfelio laukiamas pelningumas neigiamas – 0.67 %. Daroma išvada, jog šiuo atveju SAW metodo rezultatai pranašesni, ir generuoja pelningesnę portfelį nei TOPSIS metodo atrinktos akcijos. Pirmojo portfelio rizikos lygis, apskaičiuojamas standartiniu nuokrypiu gaunamas 3.83, antrojo portfelio rizika gerokai mažesnė nei pirmojo portfelio – 0.15 %. Variacijos koeficientas - tai skirtumas tarp didžiausios ir mažiausios

reikšmės (Nhi et al., 2019). Kuo variacijos koeficientas mažesnis, tuo požymio variacija mažesnė ir atvirkščiai. Taigi pirmojo portfelio variacija – 0.129, tai reiškia, tokia dalimi portfelio akcijų rezultatai varijuoja. Antrojo portfelio variacija mažesnė – portfelio akcijos gana panašios, varijuoja maža dalimi 0,0015. Taigi, galima teigti, TOPSIS metodo rezultatai generuoja panašesnes akcijas, pagal analizuojamus kriterijus. Galiausiai yra lyginamas ir Šarpo rodiklis, kuris leidžia palyginti investicinio fondo ar kitokio portfelio grąžą virš nerizikingos grąžos, atsižvelgiant į rizikos lygį (Yufei et al., 2019). Siekiant apskaičiuoti šį rodiklį reikalinga nerizikinga palūkanų norma, kuri bus prilyginama ilgalaikių Lietuvos vertybinių popierių palūkanų normai. Remiantis Europos Centrinio banko duomenimis (2019), ilgalaikių Lietuvos vertybinių popierių palūkanų norma siekia: 0.31 %. Aukštesnės rodiklio reikšmės rodo didesnę optimalaus investicinio fondo patrauklumą. Vertinant šių portfelių Šarpo rodiklius, matome didelį skirtumą. Pirmojo portfelio rodiklis lygus 2,895. Antrojo portfelio patrauklumas pagal Šarpo rodiklį yra neigiamas (6,63). Šis neigiamas skaičius parodo, jog TOPSIS metodo būtų atrinktų akcijų portfelis visai nepatrauklus investuotojui, nors ir rizikos lygis labai žemas.

Įvertinus šiuos du portfelius, galima teigti, jog SAW metodo išskirtos akcijos generuoja didesnę pelningumą, tačiau su didesne rizika, jos yra patrauklesnės investuotojui, pagal Šarpo rodiklį, nei TOPSIS metodo būdu išskirtos akcijos. Taip pat TOPSIS metodas išskiria panašiausias įmones į portfelį nei SAW metodas, o tai nediversifikuoja siekiamo optimalaus investicinio portfelio.

Išvados

Kiekvienas investuotojas turi balansuoti tarp rizikos ir pelningumo, kad gautų maksimalią grąžą. Optimalus investicinis portfelis yra apibūdinamas kaip portfelis, kuris turi mažiausią riziką esant tam tikram pelningumui arba didžiausią pelningumą esant tam tikram rizikos lygiui. Priklausomai nuo to, kokie portfelio formavimo tikslai, investuotojo charakterio savybės bei prisiimamos rizikos ir pelningumo atžvilgiu, vertybinių popierių portfelis gali būti valdomas dviem tipais: aktyviai ir pasyviai.

Analizuojant daugiakriterinio vertinimo literatūrą, prieita prie išvados, jog analizės, kurios nagrinėja akcijų pelningumą, grynąjį pelną, nuosavo kapitalo grąžą ir kitus rodiklius, užima daug laiko ir reikalauja išsamių žinių, ir šios analizės ne visada pasiteisina. Informacija, skirta daugiakriteriniam vertinimui, akcijų atrankoms atlikti yra paini ir interpretuojama dvejopai, taigi akcijų atrinkimas į portfelį yra laikomas kompleksiniu sprendimu. Atsižvelgiant į tai, kad kompleksiskumas auga didėjant akcijų ir kriterijų skaičiui, būtent todėl taikyti daugiakriterinius vertinimo metodus naudinga išskiriant patraukliausias akcijas investuotojui. Taip pat daugiakriterinio vertinimo metodai yra nesubjektyvūs ir šių metodų pritaikymas leidžia susisteminti informaciją ir daryti nešališkas išvadas dėl įmonių patrauklumo ir efektyvumo. Šie metodai leidžia apjungti daugelį skirtingų techninės, fundamentalios ar kitų analizų veiksmus ir įvertinti kaip vieną kriterijų. Šios priežastys lėmė daugiakriterinių metodų pasirinkimą, sudarant optimalius investicinius portfelius, nei kiti analizės būdai.

Išsiaiškinta, kad investuotojai pirmenybę teikia pelningai veikiančioms įmonėms, kurios generuoja aukštą pelningumą ir mažiausią riziką. Tai patvirtina ir mokslininkai, nustatę, kad akcijos kainos ir akcijos buhalterinės vertės santykis, išmokėtos dividendų sumos ir akcijos kainos santykis, grynojo pelno ir pardavimo santykis bei grynojo pelno ir nuosavo kapitalo santykio rodikliai padeda geriausiai apskaičiuoti ir įvertinti įmonės padėtį, tuo pačiu ir sudaryti optimalų investicinį portfelį. Dėka SAW ir TOPSIS metodų, šie veiksniai buvo sujungti į vieną komponentą ir atliktas daugiakriterinis vertinimas, kuris leido išskirti dešimt investuotojui patraukliausių įmonių akcijų. SAW ir TOPSIS metodai leido sužinoti, kurios akcijos efektyviausios, pagal šešių pasirinktų kriterijų 2008-2018 metų rezultatus. Tai yra Apranga, Novaturas ir Panevėžio statybos trestas, kadangi šios įmonės išskirtos abiejuose metoduose, aukščiausiose pozicijose.

Įvertinus sudarytus du optimalius investicinius portfelius, pastebėta, jog dauguma SAW ir TOPSIS išskirtų įmonių skiriasi. Trys iš trisdešimt trijų įmonių pakliuvo į abu sudaromus portfelius t. y. Apranga, Novaturas ir Panevėžio statybos trestas. Didžiausią pelningumą generuojanti Igtinis gamyba, išskirta tik SAW metode, kuri ir lėmė pirmojo portfelio geresnius rezultatus. Portfelio laukiamas pelningumas didesnis net 17 kartų nei antrojo portfelio, bet atitinkamai ir rizika yra didesnė. Sudarytų optimalių portfelių variacijos taip pat skiriasi – pirmojo portfelio variacija siekia 0,129, antrojo – 0,0016. Ir šis rodiklis rodo, kad pirmojo portfelio akcijos yra geriau diversifikuotos. Portfelio grąžos ir rizikos santykį atskleidžia apskaičiuotas Šarpo rodiklis, kuris taip pat pirmumą teikia pirmajam portfeliui, kadangi antrojo portfelio Šarpo rodiklis yra minusinis t. y. –6,63. Teigiamas rodiklis nusako, kad pirmasis portfelis sugebėjo generuoti didesnę grąžą nei nerizikinga investicija, o neigiamas, kad geriau buvo investuoti į nerizikingas priemones. Taigi galime daryti išvadą, kad pirmasis portfelis yra patrauklesnis investuotojui siekiančiam įgyvendinti užsibrėžtą tikslą. Tuo pačiu galime teigti, jog SAW metodas šiuo atveju yra geresnis, nei TOPSIS, kadangi generuoja geresnius rezultatus investuotojui, nusprendusiam taikyti daugiakriterinius vertinimo metodus.

Literatūra

- Baltijos šalių vertybinių popierių birža. (2019). <https://www.nasdaqbaltic.com/statistics/lt/shares>
- Basilio, M., de Freitas, J., Kämpffe, M., & Bordeaux Rego, R. (2018). Investment portfolio formation via multicriteria decision aid: A Brazilian stock market study. *Journal of Modelling in Management*, 13(2), 394–417. <https://doi.org/10.1108/JM2-02-2017-0021>
- Betschinger, M. (2015). Do banks matter for the risk of a firm's investment portfolio? *Evidence from foreign direct investment programs. Strategic Management Journal*, 36(8), 1264–1276. <https://doi.org/10.1002/smj.2302>
- Brazauskas, M. (2014). Daugiakriterinių sprendimų priėmimo metodo taikymas formuojant vertės investicinį portfelį. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*, 1(33), 72–81.
- Çalık, A., Çizmecioglu, S., & Akpınar, A. (2019). An integrated AHP-TOPSIS framework for foreign direct investment in Turkey. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 26(5-6), 1–12. <https://doi.org/10.1002/mcda.1692>
- Chen, P. (2019). Effects of normalization on the entropy-based TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 16(1), 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.06.035>
- European Central Bank. (2019). *Long term interest rate statistic for EU Member States*. https://www.ecb.europa.eu/stats/financial_markets_and_interest_rates/long_term_interest_rates/html/index.en.html
- Freedman, D. M., & Nutting, M. R. (2015). How to invest, part I: Portfolio strategy. In *Equity Crowdfunding for Investors*. (Vol. 45(1), pp. 215–222). <https://doi.org/10.1002/9781118864876.ch8>
- Garcia, F., Guijarro, F., & Moya, I. (2010). A goal programming approach to estimating performance weights for ranking firms. *Computers Operations Research*, 37(1), 1597–1609. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2009.11.018>
- Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E., Hooshmand, R., & Antuchevičienė, J. (2017). Fuzzy extension of the CODAS method for multi-criteria market segment evaluation. *Journal of Business Economics and Management*, 18(1), 1–19. <https://doi.org/10.3846/16111699.2016.1278559>
- Huang, C. F., Chang, B. R., Cheng, D. W., & Chang, C. H. (2012). Feature selection and parameter optimization of a fuzzy-based selection model using genetic algorithms. *International Journal of Fuzzy Systems*, 14(1), 65–75.
- Ishizaka, A., & Nemery, P. (2013). TOPSIS. In multi-criteria decision analysis. *International Journal of Fuzzy Systems*. <https://doi.org/10.1002/9781118644898.ch8>
- Yufei, S., Bo, L., Grace, A., & Kok, L. T. (2019). Uncertain portfolio optimization problem under a minimax risk measure. *Applied Mathematical Modelling*, 76(1), 274–281. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2019.06.019>
- Jayasekara, P., Adelgren, N., & Wiecek, M. (2019). On convex multiobjective programs with application to portfolio optimization. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 1–14. <https://doi.org/10.1002/mcda.1690>
- Javid, A. A., & Tafti, M. F. (2019). Portfolio optimization with entropic value-at risk. *European Journal of Operational Research*, 279(1), 225–241. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.02.007>
- Kalayci, C. B., Ertenlice, O., & Akbay, M. A. (2019). A comprehensive review of deterministic models and applications for mean-variance portfolio optimization. *Expert Systems with Applications*, 125(1), 345–368. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.02.011>
- Kheradylar, S., Ibrahim, I., & Nor, F. M. (2011). Stock return predict ability with financial ratios. *International Journal of Trade, Economics and Finance*, 2(5), 391–396. <https://doi.org/10.7763/IJTEF.2011.V2.137>
- Kimiagari, A. M., & Amini, S. (2007). Evaluating quantitative selection strategies in Tehran stock exchange. *Journal of Industrial Engineering International Islamic Azad University*, 3(4), 14–23.
- Koedijk, K., Slager, A., & van Dam, J. (2019). Building the investment portfolio. *International Journal of Fuzzy Systems*, 2(3), 25–37. <https://doi.org/10.1002/9781119437710>
- Lietuvos Respublikos Seimas. (2007). Lietuvos Respublikos finansinių priemonių rinkų įstatymas (Nr. X-1024). *Valstybės žinios*, Nr. 17-627.
- Nhi, N. Y. V., Xuezhong, H., Shaowu, L., & Guandong, X. (2019). Deep learning for decision making and the optimization of socially responsible investments and portfolio. *Decision Support Systems*, 124(1), 56–68. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113097>
- Samaras, G. D., Matsatsinis, N. F., & Zopounidis, C. (2008). A multicriteria DSS for stock evaluation using fundamental analysis. *European Journal of Operational Research*, 187(3), 1380–1401. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.09.020>
- Springer, P. A. (2011). Diversify your investment portfolio. In D. J. Trump (Ed.), *Trump University wealth building 101: your first 90 days on the path to prosperity*. <https://doi.org/10.1002/9781118258071.ch17>
- Stanujkic, D., Zavadskas, E., Karabasevic, D., Turskis, Z., & Keršulienė, V. (2017). New group decision-making ARCAS approach based on the integration of the SWARA and the ARAS methods adapted for negotiations. *Journal of Business Economics and Management*, 18(4), 599–618. <https://doi.org/10.3846/16111699.2017.1327455>
- Teresienė, D. (2009). Lithuanian stock market analysis using a set of Garch models. *Journal of Business Economics and Management*, 10(4), 349–360. <https://doi.org/10.3846/1611-1699.2009.10.349-360>
- Zhang, H., Watada, J., & Wang, B. (2019). Sensitivity-based fuzzy multi-objective portfolio model with Value-at-Risk. *IEEE Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, 14(11), 1639–1651. <https://doi.org/10.1002/tee.22986>
- Žilinskij, G. (2012). *Investicijų portfelio sprendimai* (Daktaro disertacija). Technika. <https://doi.org/10.20334/2078-M>
- Žilinskij, G. ir Rutkauskas, A. V. (2012). Akcijų investiciniu patrauklumu paremtas investicinio portfelio sudarymo modelis. *Veršlas: teorija ir praktika*, 242–252. <https://doi.org/10.3846/btp.2012.26>

APPLICATION OF MULTI-CRITERIA METHODS TO COMPOSE INVESTMENT PORTFOLIO OPTIMIZATION

Radvinė SKOBAITĖ, Raimonda MARTINKUTĖ-KAULIENĖ

Abstract. Many theories take into account the historical data of financial instruments when investigating portfolio formation. However, in order to obtain a higher return, detailed analysis is required and therefore complex valuation is required for the selection of financial instruments. The paper uses multi-criteria valuation methods for investment portfolio design, which allow to systematize all necessary factors and perform complex valuation. The SAW and TOPSIS methods avoid subjectivity without requiring the determination of significance coefficients for the factors under consideration. The investment portfolio valuation model involves the design of a system of factors, the application of a multi-criteria approach, the valuation and ranking of financial instruments in the analyzed context. In this case, the stocks selected in the SAW approach yielded better results when comparing expected profitability, risk, coefficient of variation and Sharp. The purpose of this paper is to build optimal investment portfolios by applying multi-criteria valuation techniques to SAW and TOPSIS. The following research methods have been applied in the article: analysis of scientific literature, systematization, comparison, analysis of financial reports, statistical data analysis, multicriteria methods SAW and TOPSIS, graphical representation of data.

Keywords: investment portfolio, optimization, SAW, TOPSIS, financial instruments, selection.