



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

VERSLO VADYBOS FAKULTETAS

FINANSŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Viktorija Sodaunykaitė

**FINANSINIŲ TECHNOLOGIJŲ TAIKYMAS PASIRINKIMO SANDORIŲ
KAINOS JAUTRUMO VERTINIMUI
USE OF FINANCIAL TECHNOLOGIES IN THE ASSESSMENT OF
OPTION PRICE SENSITIVITY**

Baigiamasis magistro darbas

Finansų inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 6211LX060

Finansinių technologijų (FinTech) specializacija

Finansų studijų kryptis

Vilnius, 2021

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

VERSLO VADYBOS FAKULTETAS

FINANSŲ INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas

(Parašas)

doc. dr. Algita Miečinskienė

(Vardas, pavardė)

2021-01-04

(Data)

Viktorija Sodaunykaitė

FINANSINIŲ TECHNOLOGIJŲ TAIKYMAS PASIRINKIMO SANDORIŲ

KAINOS JAUTRUMO VERTINIMUI

USE OF FINANCIAL TECHNOLOGIES IN THE ASSESSMENT OF

OPTION PRICE SENSITIVITY

Baigiamasis magistro darbas

Finansų inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 6211LX060

Finansinių technologijų (Fintech) specializacija

Finansų studijų kryptis

Vadovas doc. dr. Raimonda Martinkutė-Kaulienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

2021-01-04

(Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Konsultantas doc. dr. Ramona Vladaszkienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2021

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
VERSLO VADYBOS FAKULTETAS
FINANSŲ INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Finansų studijų kryptis

Finansų inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621 ILX060

Finansinių technologijų (FinTech) specializacija

Katedros vedėja

(Parašas)

doc. dr. Algita Miečinskienė

(Vardas, pavardė)

(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS

2020-11-13 Nr.

Vilnius

Studentui (ei) Viktorijai Sodaunykaitei
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Finansinių technologijų taikymas pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimui.

patvirtinta 2020-11-13 dekanų potvarkiu Nr. 143vv

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2021 m. sausio 4 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Išanalizuoti teorinius pasirinkimo sandorių, istorinio ir numanomo kintamumo aspektus. Atlikti pasirinkimo sandorių kainos nustatymo – jos jautrumą lemiančių veiksnių analizę. Ištirti pasirinkimo sandorių rinkas. Remiantis statistiniais duomenimis įvertinti pasirinkimo sandorių kainas ir jų jautrumą skirtingiems veiksniams, integruojant numanomo kintamumo komponentę. Atskleisti dirbtinio intelekto taikymo pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimui naudą investuotojui ir pritaikymo galimybes realiose rinkose.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas
(Parašas)

doc. dr. Raimonda Norbikaitė-Žalčiūtė
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

(Parašas)

Viktorija Sodaunykaitė
(Vardas, pavardė)

2020-11-13

(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Verslo vadybos fakultetas
Finansų inžinerijos katedra

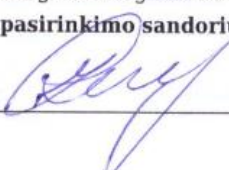
ISBN ISSN
Egz. sk.
Data-.....-.....

Antrosios pakopos studijų **Finansų inžinerijos** programos magistro baigiamasis darbas

Pavadinimas **Finansinių technologijų taikymas pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimui**

Autorius **Viktorija Sodaunykaitė**

Vadovas **Raimonda Martinkutė-Kaulienė**


Kalba: lietuvių

Anotacija

Magistro baigiamojo darbo tikslas – atlikti pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimą. Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas atliekamas įtraukiant numanomo kintamumo komponentę ir technologijas. Pirmoji baigiamojo darbo dalis skirta mokslinės literatūros šaltinių analizei: pateikiama pasirinkimo sandorio samprata, klasifikacija, pagrindinės šių sandorių strategijos ir kiti teoriniai aspektai. Didelis dėmesys skiriamas pasirinkimo sandorio kainos reikšmei investuojant į pasirinkimo sandorius, taip pat įvertinta numanomo kintamumo svarba ir galimybė pritaikyti technologijas kainos jautrumo vertinime. Šioje dalyje taip pat išanalizuotas Black'o ir Scholes'o kainos nustatymo modelis ir graikiškosios raidės, kurios parodo pasirinkimo sandorio kainos jautrumą skirtingiems veiksniams. Antroji darbo dalis skirta tyrimo metodologijos pagrindimui, pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimo eigos aprašymui ir pasirinkimo sandorių rinkos tyrimui. Taip pat aprašytas ir įvertintas Black'o ir Scholes'o modelio bei graikiškųjų raidžių metodo pritaikymas skaičiuojant pasirinkimo sandorio kainą ir vertinant kainos jautrumą. Trečioje darbo dalyje atliekamas pasirinkimo sandorio kainos skaičiavimas, įtraukiant numanomo kintamumo komponentę, ir jautrumo vertinimas analizuojant graikiškųjų raidžių reikšmes. Numanomo kintamumo įtraukimas į procesą leidžia įvertinti, kaip pasikeitus kintamumui iš istorinio į numanomą, keičiasi sandorio kaina ir jautrumas kitiems veiksniams. Siekiant teorines žinias pritaikyti praktikoje, atliekamas realaus pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas ir veiksnio, kuriam minėtas sandoris jautriausias, prognozė. Darbo pabaigoje pateikiamos baigiamojo darbo išvados ir pasiūlymai. Darbą sudaro: įvadas, trys pagrindinės dalys, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas. Darbo apimtis – 83 p. teksto be priedų, 5 paveikslai., 18 lentelių, 104 bibliografiniai šaltiniai. Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: kainos jautrumas, Black'o ir Scholes'o modelis, numanomas kintamumas, pasirinkimo sandoris, graikiškosios raidės, dirbtinis intelektas, istorinis kintamumas, išvestinė finansinė priemonė.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Business Management
Department of Financial Engineering

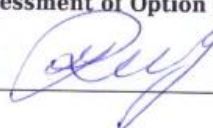
ISBN ISSN
Copies No.
Date-.....-.....

Master Degree Studies **Financial Engineering** study programme Master Graduation Thesis

Title **Use of Financial Technologies in the Assessment of Option Price Sensitivity**

Author **Viktorija Sodaunykaitė**

Academic supervisor **Raimonda Martinkutė-Kaulienė**



Thesis language: Lithuanian

Annotation

The main goal of final work is to evaluate options' price sensitivity, including implied volatility and technologies. The very first part of the paperwork is based on the analysed scientific literature. Afterwards, not only the option's concept and its classification are presented, but main option's strategies are being analysed as well. Subject topics such as option's price theoretical aspects, importance of implied volatility, differences among historical and implied volatility, the application of financial technologies in option pricing, the Black-Scholes pricing model and Greek letters were covered. The second part of the work is based on methodology, specifically on the option's price sensitivity during the evaluation process and the research of options' market. Third part of the work consists of the option costs' calculations as well as their sensitivity estimation. Final part of the work sums everything up to conclusion. Author's suggestions are proposed in this part as well. Work's structure: introduction, 3 main parts, conclusion, author's suggestions, references. Whole paperwork consists of 83 p. of text, 5 pictures, 18 tables, 104 bibliographical entries.

Keywords: option price sensitivity, Black-Scholes model, implied volatility, option, Greeks, artificial intelligence, historical volatility, Financial derivatives.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto
egzaminų sesijų ir baigiamųjų darbų
rengimo bei gynimo organizavimo tvarkos
aprašo
2 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Viktorija Sodaunykaitė, 20145304

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Verslo vadybos fakultetas

(Fakultetas)

Finansų inžinerija, FTfm-19

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)

SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2021 m. sausio 4 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Finansinių technologijų taikymas pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimui“ patvirtintas 2020 m. lapkričio 11 d. dekanų potvarkiu Nr. 178vv, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Prenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą, mane konsultavo mokslininkai ir specialistai: docentas daktaras Raimonda Martinkutė-Kaulienė. Mano darbo vadovas docentas daktaras Raimonda Martinkutė-Kaulienė.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).



Viktorija Sodaunykaitė
(Vardas ir pavardė)

SUTIKIMAS DĖL ASMENS DUOMENŲ NAUDOJIMO

2021-01-04

(Data)

Šiuo sutikimu aš, Viktorija Sodaunykaitė (toliau – Duomenų subjektas) sutinku, kad Vilniaus Gedimino technikos universitetas, juridinio asmens kodas 111950243, adresas Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius (toliau – Duomenų valdytojas), tvarkytų mano asmens duomenis kitų studentų mokymosi tikslu. T. y. tvarkytų (*pažymėkite tinkamą*):

- ☐ vardą, pavardę, bakalauro baigiamąjį darbą;
- ☐ bakalauro baigiamąjį darbą, nenurodant vardo, pavardės;
- ☐ vardą, pavardę, magistro baigiamąjį darbą;
- ☐ magistro baigiamąjį darbą nenurodant vardo, pavardės.

Šiuo tikslu tvarkomų asmens duomenų Duomenų valdytojas neperduos jokiems tretiesiems asmenims, studentams su baigiamaisiais darbais bus leidžiama susipažinti vidinėje informacinėje sistemoje. Duomenų subjekto asmens duomenys šiuo tikslu bus naudojami ne ilgiau nei 5 metai.

Šiuo sutikimu Duomenų subjektas patvirtina, kad yra supažindintas su šiomis teisėmis:

- Susipažinti su savo duomenimis ir kaip jie yra tvarkomi (teisė susipažinti);
- Reikalauti ištaisyti arba, atsižvelgiant į asmens duomenų tvarkymo tikslus papildyti asmens neišsamius asmens duomenis (teisė ištaisyti);
- Savo duomenis sunaikinti arba sustabdyti savo duomenų tvarkymo veiksmus (išskyrus saugojimą) (teisė sunaikinti ir teisė „būti pamirštam“);
- Reikalauti, kad asmens duomenų valdytojas apribotų asmens duomenų tvarkymą (teisė apriboti);
- Teisė į duomenų perkėlimą (teisė perkelti);
- Nesutikti, kad būtų tvarkomi asmens duomenys, kai šie duomenys tvarkomi ar ketinami tvarkyti kitais tikslais;
- Pateikti skundą Valstybinei duomenų apsaugos inspekcijai;

Duomenų subjektas turi teisę bet kuriuo metu atšaukti savo sutikimą.

_____*Viktorija Sodaunykaitė*_____

[Duomenų subjekto vardas, pavardė, parašas]

Duomenų valdytojo rekvizitai:

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Juridinio asmens kodas: 111950243

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius

Tel. (8 5) 274 5030

Faks. (8 5) 270 0112

El. paštas: vgtu@vgtu.lt

PVM mokėtojo kodas: LT119502413

Duomenų apsaugos pareigūno tel. (8 5) 251 2191, el. paštas: dap@vgtu.lt

TURINYS

IVADAS.....	12
1. TEORINIAI PASIRINKIMO SANDORIŲ ASPEKTAI.....	16
1.1. IŠVESTINĖS FINANSINĖS PRIEMONĖS	16
1.2. PASIRINKIMO SANDORIO SAMPRATA IR KLASIFIKACIJA.....	19
1.3. INVESTAVIMO Į PASIRINKIMO SANDORIUS STRATEGIJOS	23
1.4. PASIRINKIMO SANDORIŲ KAINOS IR JAI ĮTAKĄ DARANČIŲ VEIKSNIŲ ANALIZĖ	27
1.5. ISTORINIO IR NUMANOMO KINTAMUMO ANALIZĖ.....	30
1.6. FINANSINĖS TECHNOLOGIJOS ATLIEKANT PASIRINKIMO SANDORIŲ KAINOS JAUTRUMO VERTINIMĄ.....	34
2. PASIRINKIMO SANDORIŲ KAINOS JAUTRUMO VERTINIMO METODIKA ...	38
2.1. PREKYBA PASIRINKIMO SANDORIAIS REALIOSE RINKOSE	38
2.2. BLACK’O IR SCHOLES’O PASIRINKIMO SANDORIO KAINOS NUSTATYMO MODELIO KONCEPCIJA	43
2.3. GRAIKIŠKOSIOS RAIDĖS VERTINANT PASIRINKIMO SANDORIŲ KAINOS JAUTRUMĄ	45
3. PASIRINKIMO SANDORIO KAINOS JAUTRUMO VERTINIMAS.....	53
3.1. PASIRINKIMO SANDORIO KAINOS JAUTRUMO VERTINIMAS NAUDOJANT ISTORINĮ KINTAMUMĄ	53
3.2. PASIRINKIMO SANDORIO KAINOS JAUTRUMO VERTINIMAS NAUDOJANT NUMANOMĄ KINTAMUMĄ.....	65
3.3. PASIRINKIMO SANDORIO KAINOS JAUTRUMO VERTINIMO NAUDA PREKYBAI PASIRINKIMO SANDORIAIS REALIOSE RINKOSE	68
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	72
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	75
PRIEDAI.....	84

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. „Amazon“ akcijų istorinio ir numanomo kintamumo statistika, skirtingu laikotarpiu	33
2 pav. Vidutinis dienos prekybos pasirinkimo sandoriais skaičius 1973–2019 m.	39
3 pav. Vidutinis dienos pasirinkimo sandorių skaičius 2004–2018 m.	40
4 pav. 2015–2020 m. „Facebook“ akcijų kainos istoriniai duomenys	69
5 pav. „Facebook“ akcijų kainos prognozė	70

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Pasirinkimo sandorių samprata	20
2 lentelė. „Euronext“ pasirinkimo sandorių skaičius 2013–2017 m.....	41
3 lentelė. „Eurex“ pasirinkimo sandorių skaičius 2013–2020 m.....	42
4 lentelė. Duomenys pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimui	54
5 lentelė. Pasirinkimo sandorio kainos	54
6 lentelė. Pasirinkimo sandorio graikiškosios raidės	55
7 lentelė. Vidutinis pasirinkimo sandorio kainos pokytis, pasikeitus bazinio turto kainai	56
8 lentelė. Vidutinis pasirinkimo sandorio kainos pokytis, pasikeitus kintamumui	57
9 lentelė. Vidutinis pasirinkimo sandorio kainos pokytis, pasikeitus nerizikingai palūkanų normai	58
10 lentelė. Vidutinis pasirinkimo sandorio kainos jautrumas	58
11 lentelė. Pasirinkimo sandorio graikiškosios raidės, keičiantis bazinio turto kainai	59
12 lentelė. Pasirinkimo sandorio graikiškosios raidės, mažėjant bazinio turto kainai	60
13 lentelė. Pasirinkimo sandorio graikiškosios raidės, didėjant sulygtai kainai.....	61
14 lentelė. Pasirinkimo sandorio graikiškosios raidės, mažėjant sulygtai kainai	62
15 lentelė. AAPL pasirinkimo sandorio kainos, naudojant istorinį ir numanomą kintamumą, pokytis.....	66
16 lentelė. FB pasirinkimo sandorio kainos, naudojant istorinį ir numanomą kintamumą, pokytis	67
17 lentelė. Pasirinkimo sandorio kainos kintamieji	68
18 lentelė. Pasirinkimo sandorio kaina ir graikiškosios raidės.....	68

PRIEDŲ SĄRAŠAS

1 PRIEDAS. Straipsnis „Pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimas“ žurnale „Mokslas – Lietuvos ateitis“	84
2 PRIEDAS. Bazinio turto kaina 2019 01 01 – 2019 12 31 pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimui.....	93
3 PRIEDAS. Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas, skaičiavimai	99

IVADAS

Temos aktualumas. Spartėjant globalizacijai, didėja neapibrėžtumas žaliavų, paslaugų ir finansų rinkose, auga investavimo rizika. Todėl, rinkoms tampant labiau nenuspėjamoms, kiekvienas, norintis išlikti ir sėkmingai plėtoti savo veiklą šiose rinkose arba tiesiog pelningai investuoti, turi laiku reaguoti į rinkos pasikeitimus ir, remdamasis šiais pokyčiais, koreguoti pasirinktas investicines priemones. Įmonės ir individualūs investuotojai vis dažniau ieško priemonių rizikai, įsipareigojimams valdyti, investicijų grąžai didinti. Spartūs rinkos pokyčiai siejami ne tik su rizika – taip pat su naujomis galimybėmis, o norint jomis pasinaudoti investuotojai turi ieškoti naujų priemonių, adekvatesnių besikeičiančios rinkos sąlygoms.

Augant investuotojų poreikiams, jau esančios finansinės priemonės yra tobulinamos taip, kad pateisintų investuotojų lūkesčius ir padėtų pasiekti investicinius tikslus. Dažniausiai jos turi gerokai daugiau galimybių ir privalumų, lyginant su klasikinėmis investavimo priemonėmis, kartu yra ir daug rizikingesnės. Puikiu pavyzdžiu galima laikyti dėl finansų inžinerijos atsiradusias išvestinės finansinės priemonės, kurios dėl galimybės valdyti riziką ir dėl suteikiamos pasirinkimo galimybės tampa vis populiareesnės. Tai puikus patobulintų klasikinių investavimo priemonių pavyzdys. Išanalizavus mokslinę literatūrą, vienuis veiksmingiausių galima laikyti pasirinkimo sandorius ir jų tarpusavio derinius. Iš įvairių rūšių ir tipų pasirinkimo sandorių nesunku surasti tinkamą, atsižvelgiant į investavimo tikslus ir galimybes.

Pasirinkimo sandoriai naudojami spekuliaciniais ir draudimo tikslais, siekiant užsidirbti papildomų pajamų ar iš dalies apsaugoti nuo turto, kurio pagrindu yra sudarytas pasirinkimo sandoris, nepalankių vertės pokyčių. Pasirinkimo sandorių privalumas prieš kitas priemones yra iš anksto žinomas realus nuostolis ir daugeliu atvejų pasirinkimo sandoris suteikia teisę rinktis, o tai jau savaime padeda valdyti riziką. Kad ir koku tikslu pasirinkimo sandoriai būtų sudaromi – spekuliaciniu ar rizikos valdymo – svarbiausias aspektas, į kurį reikia atkreipti dėmesį, tai sandorio kaina. Nuo kainos priklauso sandorio finansinis rezultatas, todėl kiekvienas turi tinkamai įvertinti ir nuspręsti, kiek yra pasiruošęs sumokėti už galimybę iš dalies suvaldyti turimo turto neigiamų kainos pokyčių riziką. Kiekvienu atveju pasirinkimo sandorio kaina priklauso nuo daugelio veiksnių, kuriuos sunku apibrėžti ir numatyti iš anksto, tačiau būtina, norint sėkmingai investuoti. Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas leidžia nustatyti, nuo ko ir kaip priklauso pasirinkimo sandorio kaina. Atliekant pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą, mokslinėje literatūroje didžiausias dėmesys skiriamas sunkiausiai įvertinamai pasirinkimo sandorio kainą

lemiančiai komponentei – bazinio turto kainos kintamumui (angl. *volatility*). Kintamumo skaičiavimas, remiantis istoriniais finansinių priemonių kainos svyravimais, pasak daugelio mokslininkų, netikslingas, tačiau būtent toks būdas naudojamas jau daugelį metų. Taip pat yra informacijos dėl prieštaringos autorių nuomonės, kuri išsiskiria ties pačiu numanomo kintamumo skaičiavimu. Nors informacijos apie kitokį numanomo kintamumo skaičiavimą trūksta, iškeliamą finansinių technologijų naudą šioje srityje ir atlikti tyrimai, kurių metu išsiaiškinta, jog numanomas kintamumas gali būti įvertinamas naudojant dirbtinį intelektą.

Šiuo metu sparčiai vystosi finansinių technologijų sritis, kurios tikslas patobulinti finansinę veiklą. Pasirinkimo sandorio kainos nustatymas ir vertinimas šiomis dienomis, ko gero, jau neįsivaizduojamas be įvairių technologijų pagalbos. Naudojant kompiuterines programas investuotojui siekiama suteikti kuo daugiau naujausios informacijos ir labiau palengvinti visą investavimo procesą. Šiuolaikinės kompiuterinės programos, internetinės platformos pagreitina ir palengvina visą procesą, pateikdamos visus reikalingus kintamuosius realiais rinkos duomenimis, pateikdamos pasirinkimo sandorio kainą pasirinktam baziniam turtui, atlikdamos įvairias prognozes, akimirksniu apdorojamos didelius duomenų kiekius. Daugelis internete pateiktų pasirinkimo sandorių kainos nustatymo skaičiuoklių sukurtos remiantis tradiciniu Black'o ir Scholes'o kainos nustatymo modeliu. Esant visoms galimybėms naudotis naujausiomis technologijomis kokybiškam investavimui, vis vien išlieka korektiško pasirinkimo sandorio kainos ir jos jautrumo įvertinimo problema, kurią lemia istorinio kintamumo komponentė.

Mokslinė problema. Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas yra sudėtingas procesas dėl nuolat svyruojančios bazinio turto kainos, kurios buvusių pasikeitimus parodo istorinis kintamumas. Nustatant pasirinkimo sandorio kainą ši komponentė, parodanti, kaip keitėsi tam tikro turto kaina konkrečiu laikotarpiu, gali būti naudojama kainos palyginimui, bet iš to spręsti apie būsimus turto pasikeitimus ateityje – neracionalu. Istorinis kintamumas rodo investuotojui praeitį, o numanomas – ateitį, kartais investuotojams svarbu įvertinti praeities kainų pasikeitimus, tačiau prekiaujant pasirinkimo sandoriais ir vertinant jų kainą – vienareikšmiškai reikėtų atkreipti dėmesį į numanomą kintamumą. Tačiau jam apskaičiuoti nėra jokios atskiros formulės ir istorinį kintamumą pakeisti numanomu Black'o ir Scholes'o modelyje sudėtinga. Iš to kyla klausimas – kaip ir kur į vertinimą įtraukti numanomą kintamumą, siekiant gauti tikslesnius pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimo rezultatus ir kaip pritaikyti šį vertinimą prekiaujant pasirinkimo sandoriais realiose rinkose.

Darbo objektas – pasirinkimo sandorio kaina.

Darbo tikslas – atlikti pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą.

Baigiamojo darbo tikslui pasiekti keliami uždaviniai:

- 1) Išanalizuoti teorinius pasirinkimo sandorių, istorinio ir numanomo kintamumo aspektus;
- 2) Atlikti pasirinkimo sandorių kainos nustatymo – jos jautrumą lemiančių veiksnių analizę;
- 3) Ištirti pasirinkimo sandorių rinkas;
- 4) Remiantis statistiniais duomenimis įvertinti pasirinkimo sandorių kainas ir jų jautrumą skirtingiems veiksniams, integruojant numanomo kintamumo komponentę;
- 5) Atskleisti dirbtinio intelekto taikymo pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimui naudą investuotojui ir pritaikymo galimybes realiose rinkose.

Tyrimo metodai: Teoriniams baigiamojo magistro darbo aspektams struktūrinti ir apibendrinti naudota sisteminė, lyginamoji mokslinės literatūros analizė. Rezultatams gauti naudoti matematiniai statistiniai metodai, Black'o ir Scholes'o pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modelis, graikiškųjų raidžių metodas. Tyrimo duomenys apibendrinti ir apdoroti kompiuterinėmis programomis „MS Excel“, „Matlab“. Informacijos pateikimui pasitelktas grafinis modeliavimas (schemos, paveikslai, lentelės).

Darbo struktūra. Teorinę baigiamojo magistro darbo dalį sudaro pasirinkimo sandorių išvestinių finansinių priemonių kontekste analizė, apimanti pasirinkimo sandorių sampratą, klasifikaciją ir investavimo strategijas. Taip pat atlikta pasirinkimo sandorių kainą lemiančių veiksnių analizė, apibūdinta istorinio ir numanomo kintamumo samprata ir svarba vertinimui. Metodinę dalį sudaro pasirinkimo sandorių rinkos apžvalga, Black'o ir Scholes'o modelio, graikiškųjų raidžių koncepcija. Atliekamas numanomo kintamumo praktinio pritaikymo įvertinimas. Praktinėje baigiamojo darbo dalyje remiantis Black'o ir Scholes'o modeliu, „Excel“ programa skaičiuota pasirinkimo sandorių, kurie sudaryti remiantis skirtingos rūšies baziniu turtu,

kaina, taip pat atlikti graikiškųjų raidžių skaičiavimai ir atliktas skirtingų pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimas. Pabaigoje atskleidžiama pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimo nauda investuotojui, pritaikant technologijas ir pasitelkiant analitinius įgūdžius.

Praktinis pritaikomumas. Baigiamajame darbe atliktas pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimas suteikia galimybę investuotojui suprasti, kuo remiantis nustatoma pasirinkimo sandorio kaina ir kokiems veiksniams ji yra jautri. Žinant, kurioms komponentėms tam tikras pasirinkimo sandoris yra jautrus ir sugebant prognozuoti tų komponentių pasikeitimus, galima numatyti pasirinkimo sandorio kainos pokyčius. Pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimas naudingas ne tik tada, kai pasirinkimo sandoris jau įsigytas, turima informacija padeda nuspręsti, ar iš viso verta įsigyti pasirinkimo sandorį, ar jis vertas reikalaujamos rizikos premijos (kainos). Pavyzdžiui, jeigu numatomas bazinio turto kainos augimas, nerizikingos palūkanų normos augimas ir žinant, kad pasirinkimo sandorio kaina yra jautri šiems pokyčiams, galima prognozuoti ar investicija bus pelninga, jeigu ateities prognozės pasitvirtins. Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas taip pat parodo, koku dydžiu sumažės arba padidės sandorio kaina, pasikeitus kelioms arba vienai iš komponentių, ir kaip pasikeis pasirinkimo sandorio kainos jautrumas.

1. TEORINIAI PASIRINKIMO SANDORIŲ ASPEKTAI

Išvestinės finansinės priemonės atrastos dar 1970 m. finansinių institucijų rizikos valdymui. Nuo pat 1970 m. šių finansinių priemonių populiarumas tik auga, teigiama, kad išvestinės priemonės dominuoja XXI amžiaus ekonomikoje. Jos laikomos išskirtinėmis tuo, kad neduodamos jokios apčiuopiamos vertės, sukuria vertę dėl tam tikro turto. Per pastaruosius 30 metų išaugus ekonomikos reikšmei visuomenėje, tuo pat metu stipriai išaugo ir išvestinių finansinių priemonių reikšmė pasaulyje (Hawkes, 2019).

1.1. Išvestinės finansinės priemonės

Rinkoms tampant vis labiau nenuspėjamoms, įmonės ir individualūs investuotojai siekia apsisaugoti nuo nepalankių valiutos, palūkanų normos, akcijų ir kito turto kainų svyravimų. Naudodamos išvestines finansines priemones, kurios leidžia sudaryti sandorius norimam baziniam turtui dabartinėmis rinkos kainomis, įmonės gali sėkmingai valdyti finansinę riziką.

Išvestinės priemonės plačiai analizuojamas mokslinėje literatūroje:

Anton'o (2016), Sahoo (2016) ir Jiang'o (2017) atlikti tyrimai parodė, kad Vakarų šalyse išvestinės finansinės priemonės tapo svarbiausia įmonių rizikos valdymo dalimi. Park ir Kim (2015) atlikti tyrimai parodė, kad rizikos valdymas, naudojant pasirinkimo sandorius, turi teigiamos įtakos įmonių finansiniams įsipareigojimams. Išvestinės finansinės priemonės padeda įmonėms valdyti savo įsipareigojimus ir padidinti investicijų grąžą.

Nandy (2014) savo darbe teigia, kad išvestinės finansinės priemonės buvo sukurtos būtent rizikai valdyti ir pagrindinis jų tikslas – apsisaugoti nuo nepalankaus tam tikro turto kainų kitimo ateityje. Augantis rinkos nepastovumas lėmė šių priemonių atsiradimą, kadangi jos suteikia platesnes rizikos valdymo galimybes įmonėms ir investuotojams, skatina ekonomikos augimą, mažina kapitalo formavimo sąnaudas, paskirsto riziką.

Kornel'as (2014) atliko tyrimą, kuris parodė, kad bankų veikloje taip pat dalyvauja išvestinės finansinės priemonės, jos padeda sumažinti valiutos ir palūkanų normos riziką. Tyrimas taip pat atskleidė problemą apskaitoje – apskaitos standartai atsilieka nuo šių priemonių plitimo greičio, sunku pritaikyti ir pakeisti apskaitos standartus, kadangi išvestinės priemonės yra sudėtingos.

Donohoe (2015) atlikti tyrimai parodė, kad išvestinės priemonės turi ne tik teigiamos įtakos pasaulio ekonomikai, kadangi šios priemonės naudojamos siekiant išvengti įmonių

mokesčių. Pasak Aleknevičienės (2005), Helfenstein'o (2017) ir Coelho ir Reddy (2017) išvestinės finansinės priemonės padeda perkelti riziką nuo tų, kurie jos nepageidauja, tiems, kurie norėtų rizikuoti. Dėl šių priemonių spekuliaciniai rinkos sandoriai tapo labiau kontroliuojami. Jos taip pat padeda didinti santaupas ir investicijų grąžą ilguoju laikotarpiu. Tiesa, išvestinės priemonės gali būti puiki galimybė išnaudoti visas savo investicijų portfelio galimybes. Naudojant išvestines finansines priemones, galima spekuliuoti ir išnaudoti pagrindinio turto kainų svyravimus, tačiau taip pat galima valdyti ir sumažinti riziką, kurią patiria investuotojas. Kita vertus, kai kalbama apie išvestinių priemonių naudojimą rizikai valdyti, jų savininkas gali apsaugoti savo portfelį nuo vertės sumažėjimo. Pavyzdžiui, jei portfelyje esančių akcijų kaina didėja, investuotojas gali uždirbti daugiau pinigų, tačiau, jei akcijų kaina kris, jis vis tiek gali iš to uždirbti arba tiesiog prarasti mažiau pinigų (Li & Wang 2019).

Apibendrinant minėtus mokslinius tyrimus ir kitą mokslinę literatūrą, išvestinės finansinės priemonės apibrėžimas – tai sandoriai, kurių vertė priklauso nuo bazinio turto vertės (Chui, 2016; Dejanovski, 2017; Helfenstein, 2017; Juozapavičienė, 2013; Kancerevyčius, 2009; Valakevičius, 2008; Hawkes, 2019; Amadeo, 2020). Sandoriai yra skirstomi į tris pagrindines grupes: pasirinkimo sandorius (angl. *options*), ateities ir išankstinius sandorius (angl. *futures and forwards*) ir apsikeitimo sandorius (angl. *swaps*).

Išankstinis sandoris (angl. *forwards*) – tai susitarimas pirkti arba parduoti tam tikrą turtą konkrečiu laiku ateityje už dabar sutartą kainą. Išankstinio sandorio vienos šalies pelnas visada bus lygus kitos šalies nuostoliams. Pasibaigus terminui, viena sandorio šalis pateikia pinigus, o kita turtą, turtas parduodamas už sandorio sudarymo momentu nustatytą kainą (Arya et al., 2015). Pelnas arba nuostolis iš sandorio priklauso nuo realios priemonės kainos rinkoje suėjus išankstinio sandorio terminui. Jeigu rinkos kaina yra mažesnė nei išankstinio sandorio kaina, išlošia pardavėjas, užimantis trumpą poziciją, o jeigu priemonės kaina pakyla aukščiau išankstinės kainos, išlošia pirkėjas, užimantis ilgą poziciją (Diehl, 2017).

Išankstiniai sandoriai naudingi tuo, kad apsidraudžiama nuo galimų valiutos kurso pasikeitimų ir su tuo susijusių nuostolių, kadangi keitimo kursas užfiksuojamas tuo momentu, kai sudaromas sandoris. Sandoriai gali būti sudaromi metų laikotarpiui. Tačiau tokį sandorį sunku nutraukti ir jis sudaromas tik tarp dviejų šalių, dėl to iškyla sandorio nevykdymo rizika (Kolb & Overdahl 2010).

Ateities sandoris (angl. *futures*) – tai įsipareigojimas pirkti arba parduoti bazinį turtą arba įsipareigojimus už sutartą kainą. Tai tokie sandoriai, kurių pagrindas yra nustatytas kiekis tam

tikros rūšies finansinių aktyvų, tokių kaip skolos vertybiniai popieriai, užsienio valiuta arba biržos indeksai (Funk & Hirschman, 2014). Sudarant sandorį, susitariama dėl numatyto turto pirkimo ar pardavimo už iš anksto sutartą kainą. Priešingai nei išankstiniuose sandoriuose, būsimaisiais sandoriais prekiaujama biržose, kurios užtikrina įsipareigojimų įvykdymą. Dėl to sandorį galima parduoti. Laikas, skirtas įsipareigojimams įvykdyti, nėra griežtai nustatytas. Suėjus terminui, sandorio pardavėjas pateikia finansinius aktyvus, jeigu turi juos, jeigu neturi – turi juos nupirkti rinkoje ir įvykdyti sandorį. Dar vienas būdas – nusipirkti tokį patį sandorį, kad juo uždarytų pirminį (Gheorghe & Iona-Cristina, 2012).

Apsikeitimo sandoris (angl. *swaps*) – susitarimas tarp dviejų šalių apsikeisti piniginiiais srautais ateityje. Sandorio metu apibrėžiama, kada jais bus apsikeičiama. Galima susitarti keisti tos pačios rūšies ar skirtingomis finansinėmis ar išvestinėmis finansinėmis priemonėmis – valiutomis, palūkanų normomis, vertybiniais popieriais, žaliavomis ir kt. Šalys taip pat gali apsikeisti ir įsipareigojimais. Dėl kiekvieno apsikeitimo, kaip ir išankstinio, sandorio sąlygų susitariama individualiai (Svishchuk, 2013). Pagrindiniais laikomi valiutų apsikeitimo ir palūkanų normos apsikeitimo sandoriai. SEB banko pateiktame išvestinių finansinių priemonių sandorių apraše (Išvestinių...2018) valiutų ir palūkanų normos apsikeitimo sandoriai apibūdinami taip: „Valiutų apsikeitimo sandoriu sutariama vieną valiutą keisti į kitą valiutą neatidėliotinu sandoriu rinkos kaina, ir pagal sutartą kainą apskaičiuotą vienos valiutos sumą iškeisti į tą patį kiekį kitos valiutos sutartu laiku ateityje. Palūkanų normos apsikeitimo sandoris – tai dvišalis susitarimas, pagal kurį šalys įsipareigoja apsikeisti palūkanų pinigų srautais, apskaičiuotais už sandorio sudarymo metu sutartą laikotarpį nuo sutartos sumos.“ Dažniausiai pagal tokį sandorį viena sandorio šalis susitaria mokėti kitai sandorio šaliai fiksuotas palūkanas mainais už iš kitos sandorio šalies gaunamas kintamas palūkanas. Pagrindinėmis išvestinėmis finansinėmis priemonėmis laikomi ateities ir pasirinkimo sandoriai, kiti sandoriai vadinami hibridinėmis išvestinėmis finansinėmis priemonėmis, kadangi jame suderintos kelių rūšių sandoriams būdingos savybės (Martinova, 2013). Bendrąja prasme išvestinės finansinės priemonės gali būti skirstomos į dvi grupes: tokios, kurios apima įsipareigojimus pirkti arba parduoti bazinį turtą arba tokios, kurios suteikia teisę parduoti arba pirkti bazinį turtą. Prie pirmosios grupės priskiriami apsikeitimo sandoriai, ateities sandoriai ir išankstiniai sandoriai, prie antrosios – pasirinkimo sandoriai (Martinova, 2013).

Apskritai išvestinės finansinės priemonės gali būti laikomos neatskiriama prekybos ir finansų pasaulio dalimi. „Profesionalai nuo seno jas naudojo rizikai valdyti, tačiau, bėgant laikui, inovacijos, standartizavimas, rinkos reguliavimas ir vis didėjanti įvairovė lėmė, jog jų teikiama nauda tapo prieinama ir eiliniams investuotojams“ – teigiama žurnale „Investuok“ (Jurėnas, 2015). Išvestinės priemonės tapo paklausios tik per pastaruosius 30–40 metų siekiant apsidrausti nuo smarkių rinkos svyravimų. Pastaruoju metu išvestinių finansinių priemonių rinkos standartizuojamos – prekyba ne biržose perkeliama į biržas, kurios reikalauja, kad investuotojai turėtų pakankamą užstatą, vykdomas kliringas, siekiama garantuoti įsipareigojimų vykdymą. Vis dėlto daug sandorių sudaroma už biržos ribų ir tai kelia didelę grėsmę pasaulio ekonomikos stabilumui. (Jurėnas, 2015). Atlikus mokslinės literatūros šaltinių analizę, pastebėta, kad pasirinkimo sandoriai yra plačiai analizuojama ir naudojama išvestinė priemonė, kuria tinkamai pasinaudojus, galima: valdyti riziką, naudoti pasirinkimo sandorius spekuliacijai ir pasipelnyti iš sandorio kainos svyravimų.

1.2. Pasirinkimo sandorio samprata ir klasifikacija

Galima daryti prielaidą, kad pasirinkimo sandoriai yra plačiau naudojama išvestinė priemonė dėl tam tikrų privalumų lyginant su kitos rūšies išvestinėmis priemonėmis: toks sandoris leidžia uždirbti neribotą pelną iš anksto žinant galimą nuostolį, tuo tarpu naudojant ateities ir būsimuosius sandorius galimas nuostolis nėra žinomas. Sudarydamas pasirinkimo sandorį, investuotojas iš anksto žino, kokią pinigų sumą gali prarasti ir tai laikoma dideliu privalumu. Dar vienas privalumas yra tas, kad pasirinkimo sandoris įvykdomas tik klientui pageidaujant. Tai vienintelė išvestinė priemonė, kuri suteikia teisę rinktis, ar sandoris bus vykdomas – naudojama spekuliacijai (bandymas atspėti būsimą bazinio turto kainą), apsidraudimui nuo tam tikro turto kainos svyravimų (rizikos valdymui).

Išnagrinėjus mokslinę literatūrą, 1 lentelėje pateikiami pasirinkimo sandorio sąvokos apibrėžimai.

1 lentelė. Pasirinkimo sandorių samprata

Autorius	Pasirinkimo sandorio apibrėžimas
A. V. Rutkauskas ir P. Stankevičius (2006)	Vertybinius popierius, kurie investuotojui suteikia teisę sutartomis kainomis per tam tikrą laiko tarpą įsigyti vertybinius popierius arba kitus aktyvus.
E. Valakevičius (2008)	Sandoris, kuris suteikia jo savininkui teisę pirkti arba parduoti aktyvą už iš anksto nustatytą kainą, vadinamąją įvykdymo kainą, paskutinę sandorio dieną arba anksčiau.
G. Kancerevyčius (2009)	Sandoris, kurio turėtojas turi teisę, bet ne įsipareigojimą atlikti sandorį su tam tikru finansiniu turtu iš anksto nustatytą kainą, o pasirinkimo sandorio pardavėjas privalo vykdyti sandorį, jei tik to reikalauja pasirinkimo sandorio turėtojas.
V. Sūdžius (2011)	Pasirinkimo sandoriai suteikia teisę, bet neprivaloma pirkti arba parduoti sandorio objekto iš anksto sutartą kainą arba iki jo.
R. Kasilingam (2012)	Sutartis tarp dviejų šalių, pagal kurią viena šalis turi teisę, bet ne įsipareigojimas pirkti ar parduoti tam tikrą turtą nurodytomis kainomis nurodytą dieną arba anksčiau.
A. Martinova (2013)	Pasirinkimo sandoris yra finansinė priemonė, suteikianti vienai šaliai teisę, bet ne įsipareigojimą pirkti arba parduoti bazinį turtą iš kitos šalies už nustatytą kainą per tam tikrą laikotarpį.
A. Dejanovski (2014)	Išvestinė finansinė priemonė, suteikianti jos turėtojui teisę pirkti arba parduoti bazinį turtą per nustatytą laikotarpį.
M. Chui (2016)	Sandoris, kuris jo pirkėjui suteikia teisę pirkti/arduoti nurodytą turto kiekį už tam tikrą kainą sutartą dieną arba anksčiau, o pardavėjui įsipareigojimą pirkti/arduoti tą turtą.
S. Helfenstein (2017)	Pasirinkimo sandoris – sandoris, kuris investuotojui suteikia teisę, bet ne įsipareigojimą pirkti arba parduoti finansinį turtą kitai šaliai tam tikra kaina sutartą dieną arba iki jos.

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis lentelėje nurodytais autoriais

Apibendrinant lentelėje pateiktą informaciją (žr. 1 lentelę) – pasirinkimo sandoris yra teisė, bet ne įsipareigojimas pirkti arba parduoti bazinį finansinį turtą už nustatytą kainą sutartą dieną arba anksčiau.

Pasirinkimo sandoriai gali būti sudaromi fiziniam ir finansiniam turtui: prekėms, valiutoms, akcijoms, obligacijoms, ateities sandoriams, palūkanų normoms ir kt. Visi pasirinkimo sandoriai turi tokias charakteristikas (Martinova, 2013):

- 1) įsigaliojimo data – data, nuo kurios pradeda galioti sandoris;
- 2) galiojimo terminas – data, kai sandoris nustoja galioti;
- 3) turto kaina – kaina, už kurią bazinis turtas gali būti parduotas ar nupirktas;
- 4) bazinis turtas – turtas, kuriuo remiantis sudaromas sandoris;

5) nerizikinga palūkanų norma.

Pasirinkimo sandoriuose dalyvauja dvi šalys – pirkėjas ir pardavėjas, jo savininkas yra sandorio pirkėjas, jis sandorio pardavėjui sumoka nustatyto dydžio premiją (kainą) už teisę vykdyti sandorį (Mayo, 2013). Pasirinkimo sandorio premija negražinama, nepriklausomai nuo to, ar pirkėjas pasinaudoja įgyta teise ar ne. Premijos dydis priklauso nuo turto kainos rinkoje, pasirinkimo sandorio rūšies, termino, paklausos ir pasiūlos (Juozapavičienė, 2013). Pasirinkimo sandorio pirkėjas juo gali pasinaudoti arba ne. Jeigu sandoryje numatyta vykdymo kaina yra palankesnė, nei pasirinkimo sandorio savininkas galėtų ją gauti rinkoje, tada jis pasinaudoja sandoriu, ir pardavėjas privalo sandorį įvykdyti. Tačiau, jeigu bazinio turto kaina rinkoje yra didesnė negu pasirinkimo sandorio, teise nepasinaudojama ir pasirinkimo sandorio pardavėjui lieka premija. Pasirinkimo sandorio pirkėjas gali apsidrausti nuo bazinio turto kainos kilimo arba smukimo, sumokėdamas premiją, kuri ir bus laikoma didžiausiu galimu nuostoliu, tuo tarpu pelnas – neribotas. Pasirinkimo sandorio pardavėjo pelnas yra tik gautos premijos dydžio, o nuostolis – neribotas (Blanco & Wehrheim, 2017).

Pasirinkimo sandorių įvairovė didelė, kiekvienas jų tinka skirtingomis rinkos sąlygomis, siekiant skirtingų investicinių tikslų, svarbiausia – išskirti pagrindinius sandorių rūšių skirtumus ir išsirinkti tokį, kuris labiausiai atitiktų investicinius tikslus. Pasak Dejanovski (2014) pasirinkimo sandoriai skirstomi į:

- 1) **pirkimo pasirinkimo sandoris** (angl. *Call Option*) – pasirinkimo sandoris pirkti konkretų turtą. Suteikia teisę, bet ne įsipareigojimą, pirkti turtą ateityje už iš anksto nustatytą kainą. Pasirinkimo sandorio pirkėjas užima ilgąją poziciją, tuo tarpu pardavėjas užima trumpąją poziciją. Pirkimo pasirinkimo sandorį inicijuoja pirkėjas, kuris įgyja teisę įsigyti turtą ateityje.
- 2) **pardavimo pasirinkimo sandoris** (angl. *Put Option*) – pasirinkimo sandoris parduoti konkretų turtą. Leidžia parduoti sandorio galiojimo metu sutartą turtą už iš anksto nurodytą kainą. Šio pasirinkimo sandorio pirkėjas užima ilgąją poziciją pasirinkimo sandorių rinkoje, pardavėjas – trumpąją. Pirkdamas pardavimo pasirinkimo sandorį, pirkėjas užtikrina, kad ateityje galės parduoti turtą už iš anksto nustatytą kainą, tuo tarpu pardavimo pasirinkimo sandorio pardavėjas įsipareigoja šį turtą nupirkti.

Kancerevyčius (2009) pasirinkimo sandorius siūlo skirti į dar kelias stambias grupes:

- 1) **paprastus** – tai tokie pasirinkimo sandoriai, kurie suteikia nuolatinę apsaugą arba tam tikrą nenutrūkstamą pinigų srautą. Tai paprasti pirkimo ir pardavimo pasirinkimo sandoriai;

- 2) **barjerinius** – tokie pasirinkimo sandoriai, kurie ima veikti, jeigu bazinio turto kaina rinkoje pasiekia tam tikrą ribą;
- 3) **binarinius** – tokie, kurie suteikia nenutrūkstančius pinigų srautus ar apsaugą. Jų veikimo principas – „arba/arba“, tai reiškia, kad galimi du variantai – mokama tam tikra pinigų suma arba ne (įvykus tam tikram įvykiui). Tuo tarpu paprastų pasirinkimo sandorių pinigų srautas keičiasi su turto kainos pasikeitimu.

Pagal Mayo (2013), Amadeo (2020), Kancerevyčių (2008) ir Aleknevičienę (2005) visus pasirinkimo sandorius galima taip pat skirstyti pagal turto rūšį į keletą stambių grupių: akcijų, indeksų, valiutos, ateities sandorių, palūkanų normos pasirinkimo sandorius. Mayo (2013) taip pat išskiria dar vieną grupę – varantus. Tiek Kancerevyčius (2008), tiek Aleknevičienė (2005) nepamini šios pasirinkimo sandorių grupės. Remiantis minėtais autoriais ir Amadeo (2020), toliau pateikiamos pasirinkimo sandorių grupės pagal turto rūšis:

- 1) **akcijų** – toks pasirinkimo sandoris yra susitarimas, kuris suteikia sandorio savininkui teisę, bet ne įsipareigojimą pirkti arba parduoti tam tikrą akciją ateityje nustatyta kaina. Ši teisė yra suteikiama iš sandorio pardavėjo pusės už gautą iš pasirinkimo sandorio pirkėjo premiją;
- 2) **indeksų** – indekso pasirinkimo sandoriai suteikia jo turėtojai panašias teises kaip akcijų pasirinkimo sandoriai, tačiau bazinis turtas yra ne akcija, bet akcijų indeksas. Pasinaudojus indekso pasirinkimo sandoriu, nereikia pateikti tam tikro kiekio akcijų, kurios sudaro indeksą.
- 3) **valiutų** – suteikia pasirinkimo teisę sandorio turėtojai pirkti ar parduoti tam tikrą valiutos kiekį iš anksto nustatytu kursu. Didžioji dalis tokių pasirinkimo sandorių prekybos vyksta užbiržinėje rinkoje;
- 4) **palūkanų normos** – tokie pasirinkimo sandoriai nustato fiksuotą pasinaudojimo palūkanų normą. Padeda apsidrausti nuo palūkanų normos rizikos;
- 5) **ateities sandorių** – tiek indeksams, tiek palūkanų normoms, tiek užsienio valiutai. Ateities sandorio pirkimo pasirinkimo sandoris suteikia teisę jo turėtojai pirkti sandorį už numatytą pasinaudojimo kainą.
- 6) **variantai** – suteikia teisę įsigyti papildomų įmonės akcijų iš anksto sutartomis sąlygomis. Tik akcijų leidėjas (pati įmonė) gali išleisti tokius vertybinius popierius. Čia galimas sverto efektas, kadangi varanto kaina keičiasi ne vienodai su įmonės akcijų kaina.

Pasirinkimo sandoriai taip pat gali būti skirstomi pagal realizavimo galimybes. G. Kancerevyčius (2009), Szpiro (2011), Kasilingam'as (2012), Chui (2016), Dejanovski (2017) išskiria du pasirinkimo sandorių tipus: europietišką ir amerikietišką. Europietiškas pasirinkimo sandoris numato, kad pasinaudoti savo teise pirkti arba parduoti turtą už tam tikrą kainą sandorio savininkas gali tik termino pabaigos dieną. Amerikietiškas pasirinkimo sandoris numato, kad sandorį vykdyti galima bet kurią pasirinktą dieną iki termino pabaigos imtinai. Privalu paminėti, kad dažniausiai europietiškais pasirinkimo sandoriais prekiaujama užbiržinėje rinkoje, amerikietiskais – dažniausiai prekiaujama biržose. Juozapavičienė (2013) pristato tris pasirinkimo sandorių tipus: europietišką, amerikietišką ir azijietišką. Autorės teigimu, azijietiškieji pasirinkimo sandoriai yra vėliausiai rinkose pasirodę pasirinkimo sandoriai. Tokio sandorio pirkėjas įgyja teisę pirkti arba parduoti sandorio pagrindą sudarantį turtą už sulygtąją kainą, kuri nustatoma kaip rinkos kainos vidurkis per visą sandorio galiojimo laikotarpį. Tokie pasirinkimo sandoriai dažniausiai sudaromi valiutai, naftai ir kai kuriems metalams. Reikia atkreipti dėmesį, kad šie pavadinimai nustato tik galimą vykdymo datą arba turto kainos nustatymo būdą (azijietiškujų pasirinkimo sandorių atveju), šis skirstymas nereiškia, kad jais prekiaujama tik jų pavadinimus atitinkančiuose žemynuose. Szpiro (2011) teigimu, pasirinkimo sandoriai investicijų portfelyje gali būti derinami tarpusavyje, grupuojami pagal savo savybes labai įvairiai, kad būtų gautas norimas rezultatas.

Pasirinkimo sandorių pagrindinės charakteristikos gali labai skirtis priklausomai nuo sandorio rūšies arba tipo. Tam tikrų rūšių ir tipų pasirinkimo sandoriams būdingos skirtingos charakteristikos: rizika, laikotarpis, galimas pelningumas ir kt. Atsižvelgiant į tai, galima pasirinkti ir sudaryti norimą investavimo strategiją.

1.3. Investavimo į pasirinkimo sandorius strategijos

Investavimo į pasirinkimo sandorius strategijos dažnu atveju padeda investuotojams su ribota rizika pasiekti norimą pelną, svarbu jas tinkamai pritaikyti ir atlikti teisingus spėjimus arba ateities prognozes bazinio turto kainos svyravimams. Dėl šios priežasties investavimo į pasirinkimo sandorius strategijos ir jų analizė yra itin aktuali. Hill'o (2019), Dejanovski (2014), Juozapavičienė (2013), Valakevičius (2008), Kancerevyčius (2009), Mayo (2008), išskiria keturias pagrindines investavimo į pasirinkimo sandorius strategijas.

Pirkimo pasirinkimo sandorio pirkėjo investavimo strategija. Perkamas pirkimo pasirinkimo sandoris su sulygta kaina X (šiuo atveju užimama ilgoji pozicija pasirinkimo sandorių

rinkoje). Pirkimo pasirinkimo sandorio pirkėjas įgyja teisę pirkti turtą ateityje už sutartą kainą. Nuostolis yra ribotas ir neviršija sumokėtos pradinės sandorio kainos bei sandorio kaštų. Maksimalus nuostolis patiriamas, kai bazinio turto rinkos kaina sutampa arba yra žemesnė už vykdymo kainą. Pelno galimybės yra neribotos. Pelnas didėja, didėjant bazinio turto rinkos kainai. Pelnas pradedamas gauti, kai rinkos kaina viršija vykdymo kainą, premiją ir sandorio kaštus. Pavyzdžiui, perkant pirkimo pasirinkimo sandorį, pirkėjas įgyja teisę nupirkti bazinį turtą nustatyta kaina sutartą dieną, už tai sumokėdamas premiją. Sandorio vykdymo dieną sandorio pirkėjas gali pasirinkti ar norės vykdyti sandorį. Jeigu akcijos kaina rinkoje pakilo, sandorį vykdyti verta, kadangi jis turi teisę akciją nusipirkti už mažesnę kainą nei rinkoje. Tačiau jeigu rinkoje akcijos kaina nukrito, pasirinkimo sandorio pirkėjui nevertės vykdyti sandorio, kadangi akciją pirkti turėtų už brangiau nei rinkoje. Nevykdydamas sandorio, sandorio pirkėjas prarastų tik sumokėtą premiją, o vykdydamas – sutartos kainos ir rinkos kainos skirtumą, pridėdamas premiją. Remiantis pateiktu pavyzdžiu, galima teigti, kad tokio sandorio nuostoliai yra riboti ir neviršija sumokėtos sandorio premijos. Tačiau pelnas yra neribotas – jis didėja, didėjant bazinio turto rinkos kainai.

Pirkimo pasirinkimo sandorio pardavėjo investavimo strategija. Parduodamas pirkimo pasirinkimo sandoris su vykdymo kaina X užimama trumpoji pozicija pasirinkimo sandorių rinkoje). Pirkimo pasirinkimo sandorį pardavęs asmuo įgyja pareigą parduoti tam tikrą turtą ateityje už iš anksto sutartą kainą. Potencialus nuostolis neribotas, jis didėja, kai bazinio turto kaina rinkoje auga. Pelnas ribotas iki gautos premijos, kurią dar sumažina operacijų kaštai. Didžiausias pelnas gaunamas tada, kai vykdymo kaina didesnė už rinkos kainą, pasiekiamas, kai rinkos kaina pakyla virš sandorio sutartos kainos per tiek, kiek verta gauta premija už pasirinkimo sandorio pardavimą.

Analizuojamos strategijos atveju, pirkimo pasirinkimo sandorio pardavėjas įgyja pareigą parduoti bazinį turtą pasirinkimo sandorio pirkėjui ateityje, už tai pirkėjas sumoka premiją. Jeigu bazinio turto kaina nukrenta, tikėtina, kad sandorio pirkėjas sandorio nevykdys, nes patirs nuostolį, o pardavėjas gaus pelną – premiją. Tačiau bazinio turto kainai pakilus, pasirinkimo sandorio pirkėjas greičiausiai vykdys sandorį, o pardavėjas patirs tokio dydžio nuostolį, kiek pakilo bazinio turto kaina. Galima daryti išvadą, kad šio sandorio nuostoliai yra neriboti ir didėja, didėjant bazinio turto rinkos kainai. O pelnas ribotas iki gautos sandorio premijos. Tai yra rizikinga investavimo strategija, kadangi uždirbti daugiau už premijos sumą neįmanoma, bet rizikuojama prarasti neribotą sumą pinigų, nors atrodo, kad pasirinkimo sandorio pardavėjui dalyvauti sandoryje nėra naudinga, jis tikisi, kad bazinio turto kaina rinkoje sumažės ir pirkėjas sandorio nevykdys, o jam liks

sumokėta premija. Visiškai priešinga prieš tai analizuotai investavimo strategijai yra pardavimo pasirinkimo sandorio pirkėjo strategija.

Pardavimo pasirinkimo sandorio pirkėjo investavimo strategija. Šios strategijos atveju, perkamas pardavimo pasirinkimo sandoris su kaina X (užimama ilgoji pozicija pasirinkimo sandorių rinkoje). Pardavimo pasirinkimo sandorio pirkėjas įgyja teisę parduoti tam tikrą turtą ateityje už iš anksto sutartą kainą. Nuostolis yra ribotas ir neviršija sumokėtos pradinės sandorio kainos ir sandorio kaštų. Maksimalus nuostolis patiriamas, kai bazinio turto rinkos kaina sutampa arba yra didesnė už vykdymo kainą. Pelno galimybės neribotos smunkančioje rinkoje. Pelnas didėja su bazinio turto rinkos kaina. Pelnas pradėdamas gauti, kai rinkos kaina smunka žemiau vykdymo kainos, premijos ir sandorio kaštų. Pasiekiamas, kai bazinio turto rinkos kaina smunka žemiau vykdymo kainos sumokėtos premijos suma ir operacijos kaštus.

Perkamas pardavimo pasirinkimo sandoris. Pardavimo pasirinkimo sandorio pirkėjas įgyja teisę parduoti bazinį turtą pasirinkimo sandorio pardavėjui, už tai sumoka premiją. Jeigu bazinio turto kaina pakyla, pasirinkimo sandorio pirkėjui neapsimoka vykdyti sandorio ir parduoti bazinį turtą už sutartą kainą, nes rinkoje šiuo metu ją gali parduoti brangiau. Nevykdydamas sandorio patirs nuostolį lygų sumokėtai premijai. Tačiau kainai mažėjant, pasirinkimo sandorio pirkėjui verta parduoti turimą turtą už sutartą kainą, kadangi to paties turto kaina rinkoje yra mažesnė. Pardavimo pasirinkimo sandorio pardavėjas privalo vykdyti sandorį, kai to pareikalauja sandorio pirkėjas. Remiantis pateiktu pavyzdžiu, galima teigti, kad perkant pardavimo pasirinkimo sandorį, lygiai taip pat kaip ir perkant pirkimo pasirinkimą, sandorio nuostoliai yra riboti ir negali būti didesni už sumokėtą sandorio premiją. Tačiau pelnas yra neribotas – jis didėja, didėjant bazinio turto rinkos kainai. Tokia investavimo strategija patraukli dėl galimybės uždirbti neribotą pinigų sumą, kai, savo ruožtu, galimas nuostolis yra iš anksto žinomas.

Pardavimo pasirinkimo sandorio pardavėjo investavimo strategija. Parduodamas pardavimo pasirinkimo sandoris su X vykdymo kaina (užimama trumpoji pozicija rinkoje). Pardavimo pasirinkimo sandorio pardavėjas įgyja pareigą pirkti tam tikrą turtą ateityje už iš anksto sutartą kainą. Potencialus nuostolis neribotas, jis didėja, kai turto kaina auga. Ribotas iki gautos premijos, kurią dar sumažina operacijų kaštai. Didžiausias pelnas gaunama tada, kai vykdymo kaina didesnė už rinkos kainą. Kai rinkos kaina smunka, pelnas auga iki tam tikros ribos. Kai rinkos kaina kyla, nuostolis auga neribotai. Jis pasiekiamas, kai bazinio turto rinkos kaina smunka žemiau vykdymo kainos gautos premijos dydžiu.

Šiuo atveju, pardavimo pasirinkimo sandorio pardavėjas įgyja pareigą ateityje pirkti turtą iš sandorio pirkėjo už sutartą kainą, už tai jis gauna premiją. Jeigu turto kaina nukrenta, pasirinkimo sandorio pirkėjas greičiausiai pareikalaus vykdyti sandorį ir pardavėjas turės pirkti turtą už sutartą kainą, nors rinkoje jis kainuoja mažiau. pasirinkimo sandorio pardavėjo nuostolis bus lygus tiek, kiek nukrito turto kaina, atėmus pasirinkimo sandorio premiją. Jeigu kaina pakyla, sandorio pirkėjas greičiausiai sandorio nevykdys, kadangi jam neverta parduoti bazinio turto už sutartą kainą pasirinkimo sandorio pardavėjui, jeigu rinkoje kaina didesnė, tuomet pardavėjo pelnas bus lygus premijai. Galima daryti išvadą, kad šio sandorio nuostoliai yra neriboti ir didėja, mažėjant bazinio turto rinkos kainai. Taip pat kaip ir parduodant pirkimo pasirinkimo sandorį. O pelnas ribotas, jis neviršija gautos pasirinkimo sandorio premijos. Tai yra rizikinga investavimo strategija, kadangi uždirbti daugiau už premijos sumą neįmanoma, tuo tarpu, rizikuojama patirti neribotus nuostolius.

Rinkoje pasirinkimo sandorių strategijos dažnai derinamos tarpusavyje. Tokių strategijų ir įvairių derinių yra labai daug, kadangi investuotojas gali sudaryti kokius tik nori derinius, tai riboja tik jo fantazija. pasirinkimo sandorių deriniai yra toks atvejis, kai perkamas/parduodamas ne vienas sandoris, o keletas vienu metu, su tam tikru požiūriu į rinkos perspektyvas ir vadovaujantis tuo požiūriu atidaroma pasirinkta pasirinkimo sandorio pozicija.

Valakevičius (2008), Kancerevyčius (2009) ir Choelo (2017) išskiria tris pagrindines priežastis, dėl ko yra naudojami pasirinkimo sandorių deriniai, o ne tik pavieniai sandoriai:

- 1) rizikos perkėlimas. Jeigu investuotojas perka vieną pasirinkimo sandorį, sėkmės galimybė yra neribota, bet jis sumoka didelę premiją. Derinant pasirinkimo sandorius galima sureguliuoti riziką, mokėti mažesnes premijas ir t.t.;
- 2) sėkmės šansų padidinimas. Kadangi kiekvienas pasirinkimo sandoris turi savo individualų laukiamą kintamumą (angl. volatility), galima padidinti sėkmės galimybes pasinaudojant kainų tarp pasirinkimo sandorių nesutapimu. Bet kurio pasirinkimo sandorio su ta pačia vykdymo kaina premija gali būti skirtinga;
- 3) pelno maksimizavimas tam tikrose kainos ribose.

Apibendrinant investavimo į pasirinkimo sandorius strategijų analizę, galima teigti, kad mokslinėje literatūroje yra išskiriamos keturios pagrindinės investavimo į pasirinkimo sandorius strategijos: pirkimo pasirinkimo sandorio pirkėjo, pirkimo pasirinkimo sandorio pardavėjo, pardavimo pasirinkimo sandorio pirkėjo, ir pardavimo pasirinkimo sandorio pardavėjo. Pastebėti tokie esminiai panašumai ir skirtumai: pirkimo pasirinkimo sandorio pirkėjo ir pardavimo pasirinkimo sandorio pirkėjo strategijos panašios tuo, kad abiejų sandorių pirkėjai užima ilgąsias

pozicijas rinkoje. Įsigijusių tokį sandorį nuostoliai yra riboti – neviršija sumokėtos sandorio premijos, o pelnas – neribotas, jis didėja didėjant bazinio turto kainai rinkoje. Tokia investavimo strategija patraukli, kadangi galimi nuostoliai yra žinomi iš anksto, tuo tarpu, galima gauti neribotą pelną. Pirkimo pasirinkimo sandorio pardavėjo ir pardavimo pasirinkimo sandorio pardavėjo strategijos panašios tuo, kad tokių sandorių pirkėjai užima trumpąsias pozicijas rinkoje, potencialus nuostolis neribotas – jis didėja, kai bazinio turto kaina rinkoje auga. O pelnas – ribotas, jis negali būti didesnis už gautą pasirinkimo sandorio premiją.

Norintiems investuoti į šią išvestinę finansinę priemonę privalu žinoti, kokios yra investavimo strategijos, kokie tų strategijų junginiai. Žinant savo investavimo tikslus ir strategijų esmę, galima įvertinti, kur ir kaip investuoti. Taip pat žinoma, koks didžiausias galimas nuostolis ir koks galimas pelnas – tai puikus rizikos įvertinimo būdas. Pradedantiems investuoti į pasirinkimo sandorius geriausias rinktis pagrindines ir paprasčiausias strategijas, bet ne jų kombinacijas, kadangi mažai tikėtina, jog pavyks iš to uždirbti. Šioje srityje patyrę investuotojai gali rinktis strategijų junginius, tinkamai įvertinus savo galimybes ir atlikus reikiamus skaičiavimus, investicija gali būti tikrai pelninga.

Tačiau investicijos pelningumas priklauso ne tik nuo investuotojo sugebėjimo įvertinti savo investicijų tikslus ir galimybes. Investuojant į pasirinkimo sandorius, pelną lemia sandorių kaina, kuri priklauso nuo daugelio veiksnių ir nuolat kinta. Kadangi tai yra suma, kurią investuotojas sumoka iš anksto, be galimybės atgauti, privalu žinoti, kas lemia tos rizikos premijos dydį ir ar rizika verta galimybės užsidirbti. Išanalizavus kas gali lemti tiek investuotojui palankius, tiek nepalankius kainos pasikeitimus galima priimti tinkamą investavimo sprendimą. Taip pat žinant, kokiems veiksniams yra jautri pasirinkimo sandorio kaina ir tinkamai prognozuojant jos pasikeitimus, galima įsigyti pasirinkimo sandorį ir parduoti jį rinkoje, kai kaina išaugs. Sėkmingai ir užtikrintai išnaudoti investavimo į pasirinkimo sandorius galimybes galima tik išanalizavus pasirinkimo sandorio kainą ir atlikus kainos jautrumo vertinimą.

1.4. Pasirinkimo sandorių kainos ir jai įtaką darančių veiksnių analizė

Pasirinkimo sandorio kaina yra premija, kurią sandorio pirkėjas moka pardavėjui. Pasirinkimo sandoryje tai yra pagrindinis kintamasis, o šio kintamojo nustatymas yra svarbiausias etapas, formuojant investavimo strategiją. Pasirinkimo sandorio kainą (premiją) sudaro dvi dalys: vidinė vertė ir laiko vertė (Hull, 2015). Chishom'as (2010), Hull'as (2015), Lee (2016) ir Helfenstein'as (2017) teigia, kad vidinė pasirinkimo sandorio vertė priklauso nuo bazinio turto

rinkos kainos, sulygotos kainos (kaina, kuria sutariama parduoti bazinį turtą) ir palūkanų normos, o laiko vertė priklauso nuo sandorio galiojimo laiko ir bazinio turto kintamumo. Pasirinkimo sandoriai laikomi pelningais, jeigu jų vidinė vertė didesnė už nulį, nepelningais pasirinkimo sandoriais laikomi tie, kurie neturi vidinės vertės, tačiau tokie sandoriai niekada nebus įvykdyti, kadangi tai būtų nuostolinga. Taip pat gali būti rinkos vertės sandoriai – tie, kurių sulygta kaina yra lygi bazinio turto kainai rinkoje. Jie neduos jokio pelno, kadangi sandorio pirkėjas turi teisę pirkti bazinį turtą už tokią pačią kainą kaip ir rinkoje (sandorio turėtojo patirtas nuostolis bus lygus sumokėtai premijai už įgytą teisę). Pelningi pirkimo pasirinkimo sandoriai yra tokie sandoriai, kurių sulygta kaina mažesnė už bazinio turto kainą rinkoje. Jie generuos pelną, kadangi sandorio pirkėjas turi teisę įsigyti bazinį turtą už mažesnę kainą negu rinkoje ir iš karto įvykdęs sandorį, parduoti tą bazinį turtą rinkos kaina. Tačiau privalu pabrėžti, kad pelnas bus gautas tuo atveju, jeigu sumokėta pirkimo ar pardavimo pasirinkimo premija bus mažesnė už bazinio turto kainos padidėjimą (pardavimo pasirinkimo sandoriams) arba mažėjimą (pirkimo pasirinkimo sandoriams). Su nepelningais pirkimo pasirinkimo sandoriais susiduriama tada, kai bazinio turto rinkos kaina mažesnė už sulygtąją kainą ir sandorio neverta įgyvendinti.

Pasirinkimo sandorio kaina taip pat priklauso nuo laiko. Net ir tada, kai pasirinkimo sandoris vidinės vertės neturi, jis vis dar turi vertę – laiko vertę – už kurią ir yra mokama premija. Tai yra laikas per kurį gali būti įgyvendintas sandoris. Laiko vertė parodo tikimybę, kad pasirinkimo sandorio vidinė vertė per tą laiką pasikeis ir jis taps pelningu.

Pasirinkimo sandorio kaina yra funkcija, priklausanti nuo minėtų pasirinkimo sandorio kainos kintamųjų (Bellalah, 2014):

$$C = f(S, X, T, r, \sigma); \quad (1)$$

čia:

S – bazinio turto rinkos kaina;

X – pasirinkimo sandorio sulygta kaina;

T – sandorio galiojimo laikas;

r – nerizikinga palūkanų norma;

σ – bazinio turto kainos kintamumas.

Aptarti pasirinkimo sandorio kainos kintamieji sudaro sandorio laiko vertę. Pasirinkimo sandorio vertė, kai jis termino pabaigoje yra su pelnu, yra pasirinkimo sandorio tikroji vertė.

Pirkimo pasirinkimo sandorio tikroji vertė yra $\max[S-X]$ arba nieko. Pardavimo pasirinkimo sandorio tikroji vertė yra $\max[X-S]$ arba nieko (Hull 2015).

Moksliniuose darbuose (Chishom, 2010; Bellalah, 2014; Hull, 2015; Lee, 2016; Goodman, 2017; Helfenstein, 2017; Li, Wang, 2019) išskiriami tokie pagrindiniai veiksniai, turintys įtakos pasirinkimo sandorio kainai:

- 1) **Bazinio turto rinkos kaina (S);**
- 2) **Sulygta kaina (X)** – kaina, už kurią susitariama pirkti arba parduoti bazinį turtą tam tikrą dieną arba iki jos. Turint pirkimo pasirinkimą, jo vertė didės kartu su bazinio turto kainos augimu ir mažės kartu su sulygtosios kainos augimu. Jeigu bazinio turto kaina rinkoje didesnė už sulygtą kainą, reiškia, kad pirkimo pasirinkimo turėtojas gali įsigyti bazinio turto pigiau negu galėtų rinkoje, tačiau reikia nepamiršti sumokėtos sandorio premijos, ji turi būti mažesnė už bazinio turto rinkos kainos ir sulygtosios kainos skirtumą, kad sandoris būtų pelningas. Turint pardavimo pasirinkimą, jo vertė didėja, didėjant sulygtai kainai ir mažėja tada, kai didėja bazinio turto kaina rinkoje. Pardavimo pasirinkimo turėtojas, įgyja teisę parduoti bazinį turtą už sulygtąją kainą, kai ta kaina yra didesnė negu turto kaina rinkoje, sandorio vertė didės, kadangi galima parduoti bazinį turtą brangiau kitai sandorio šaliai negu tai galima būtų padaryti rinkoje;
- 3) **Nerizikinga palūkanų norma (r)** - veiksnys, kuris lemia pasirinkimo sandorio kainą netiesiogiai. Didėjant palūkanų normai rinkoje, yra tikimybė, kad didės ir bazinio turto kaina rinkoje;
- 4) **Bazinio turto kainos kintamumas (σ)** – visada yra tikimybė, kad bazinio turto kaina keisis sandorio galiojimo metu. Todėl ir yra sudaromas pasirinkimo sandoris, siekiant apsisaugoti nuo bazinio turto nepalankių kainos pokyčių rizikos. Kuo bazinio turto kaina nepastovesnė, tuo didesnė pasirinkimo sandorio kaina (premija), kadangi didesnis kintamumas reiškia ne tik didesnio pelno galimybės pasirinkimo sandorio pirkėjui, kuris rizikuoja tik sumokėta sandorio premija, bet ir galimus didesnius nuostolius pasirinkimo sandorio pardavėjui;
- 5) **Sandorio galiojimo laikas (T)** – kaip jau buvo minėta, pasirinkimo sandoriai pagal terminą dažniausiai būna dviejų rūšių – amerikietiški ir europietiški. Europietiškas pasirinkimo sandoris gali būti įvykdomas nustatytą dieną suėjus terminui. Amerikietiškas pasirinkimo sandoris gali būti įvykdomas bet kuriuo momentu tol, kol jis galioja. Amerikietiškas pasirinkimo sandoris visada vertas mažiausiai to, ko vertas

europietiškas. Kadangi esant amerikietiškam pasirinkimui, turime lygiai tokias pačias galimybes ir dar teisę pasinaudoti galimybe bet kuriuo sandorio galiojimo momentu. Jeigu nepasinaudojama galimybe ir sandoris įvykdomas termino pabaigoje, toks sandoris laikomas europietišku.

Akivaizdu, kad renkantis pasirinkimo sandorį, svarbiausias kriterijus – jo kaina, kadangi būtent sumokėta rizikos premija pirkimo pasirinkimo arba pardavimo pasirinkimo sandorio pirkėjui reiškia didžiausią galimą nuostolį, pardavėjui – didžiausią galimą pelną. O kainos jautrumas bazinio turto kainos, sulytos kainos, kintamumo, laikotarpio ir nerizikingos palūkanų normos pasikeitimams yra puiki galimybė pelningai investuoti, kadangi tinkama šių veiksnių pokyčių prognozė ir žinojimas, kiek tai paveiks pasirinkimo sandorio kainą, leidžia tuo spekuliuoti. Todėl kiekvienas, siekiantis spekuliacinio, apsidraudimo arba rizikos valdymo tikslais sėkmingai pasinaudoti šia išvestine finansine priemone, turi suprasti, nuo ko priklauso ir kaip apskaičiuojama pasirinkimo sandorio kaina. Jo kaina išreiškiama kaip funkcija, priklausanti nuo bazinio turto rinkos kainos, sulytos kainos, nerizikingos palūkanų normos, bazinio turto rinkos kainos kintamumo ir sandorio galiojimo laiko. Pasirinkimo sandorio vertę sudaro tikroji vertė termino pabaigoje ir laiko vertė, jei terminas dar nepasibaigęs. Laiko vertė yra didesnė, jei terminas ilgesnis, ir atvirkščiai.

Bazinio turto kaina, nerizikinga palūkanų norma ir sandorio galiojimo laikas yra kintamieji, kurie nustatomi neatliekant skaičiavimų. Sulygta kainai nustatyti gali būti atliekamos prognozės, kurios remiasi rinkos dalyvių ateities lūkesčiais. Vienintelis kintamasis, keliantis daugiausiai problemų ir reikalaujantis skaičiavimų – kintamumas.

1.5. Istorinio ir numanomo kintamumo analizė

Norint atlikti tikslesnę ir kokybiškesnę pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą, skaičiuojant sandorio kainą, kiekvienas kintamasis turi būti itin tikslus. Tradiciniame Black'o ir Scholes'o pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modelyje taikomas istorinis kintamumas, kas reiškia, kad būsimi bazinio turto kainos pokyčiai nustatomi remiantis prieš tai buvusiais. Tačiau yra žinoma, kad, pavyzdžiui, akcijų kaina visiškai nepriklauso nuo buvusios kainos ir spręsti apie būsimus kainos pokyčius, remiantis istoriniais duomenimis, visiškai netikslinga. Išanalizavus naujausius atliktus mokslinius tyrimus (Heng, 2018; Guo, 2018; Viswanathan, 2019; Bendob, 2019; Feunou, 2019, Liu, 2019; Wang, 2019; Hill, 2019) pastebėta, kad atliekant pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą, sandorio kainą tikslinga skaičiuoti naudojant istorinį

kintamumą, tačiau tikslesniam vertinimui reikalinga įvertinti ir numanomą kintamumą. Toliau atliekama istorinio ir numanomo kintamumo analizė.

Kintamumo prognozavimą galima laikyti neatsiejama bet kokio investicijų portfelio valdymo dalimi. Bendrai akcijų ir rinkos gražos kintamumas yra ne kas kita kaip istorinės kainos standartinis nuokrypis. Taigi, matematiškai kintamumas ateityje priklauso nuo istorinio kintamumo, tačiau akcijų ar kitų investicijų kaina ateityje nekinta taip pat, ar net panašiai, kaip praeityje. Mokslinių tyrimų metu buvo rasta įvairių priemonių kaip korektiškai įvertinti kintamumą, viena iš jų – numanomas kintamumas. Numanomo kintamumo pasikeitimai rodo galimus bazinio turto kainos svyravimus, kas investuotojui leidžia prognozuoti rinkos kintamumą ateityje. Šis kintamasis yra vienas iš šešių pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modelio kintamųjų. Apskritai, numanomas kintamumas parodo ne tik bazinio turto kainos svyravimus, manoma, kad yra ryšys tarp šio kintamojo ir rinkos svyravimų. Numanomo kintamumo augimas rodo, kad investuotojai tikisi, jog rinka bus aktyvi. Mokslinėje literatūroje plačiai analizuojamas numanomas kintamumas, jis laikomas vienu iš svarbiausių vertintinų veiksnių investuojant.

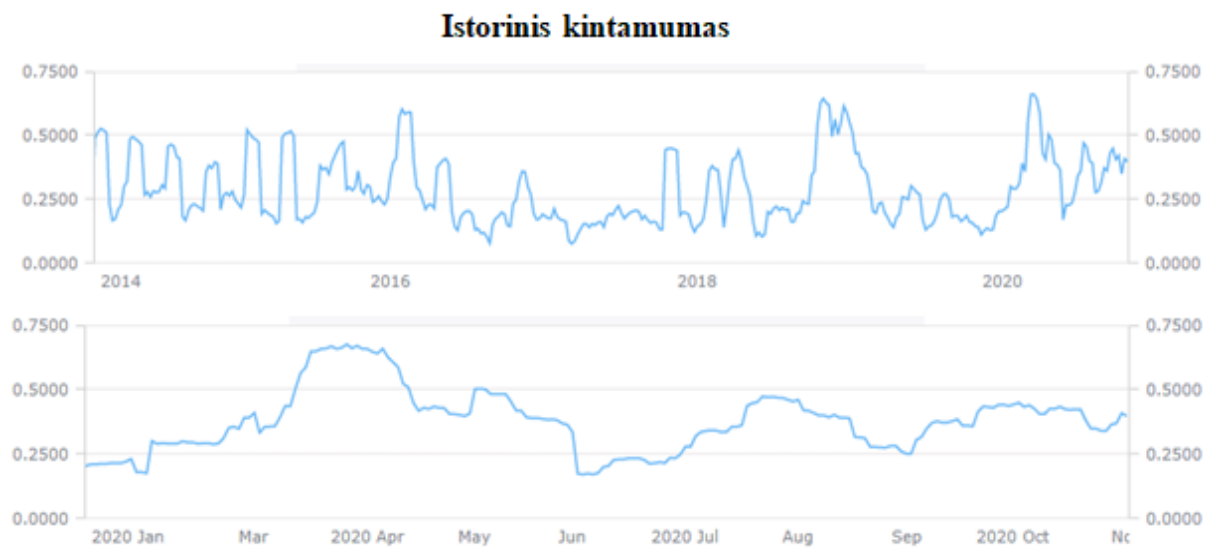
Pasak Passarelli (2012) tai dažniausiai investuotojų praleidžiamas aspektas, būtent dėl to „jie tampa pralaimėtojais nuo pat pradžių“. Istorinis kintamumas, kuris parodo, kaip keitėsi tam tikro turto kaina konkrečiu laikotarpiu, gali būti naudojamas palyginimui, bet iš to spręsti apie būsimus turto pasikeitimus – netikslinga. Autorius išreiškia kategorišką nuomonę teigdamas, kad istorinis kintamumas rodo investuotojui praeitį, o numanomas – ateitį, kartais investuotojams svarbu įvertinti praeities kainų pasikeitimus, tačiau prekiaujant pasirinkimo sandoriais ir vertinant jų kainą – vienareikšmiškai reikėtų atkreipti dėmesį į numanomą kintamumą.

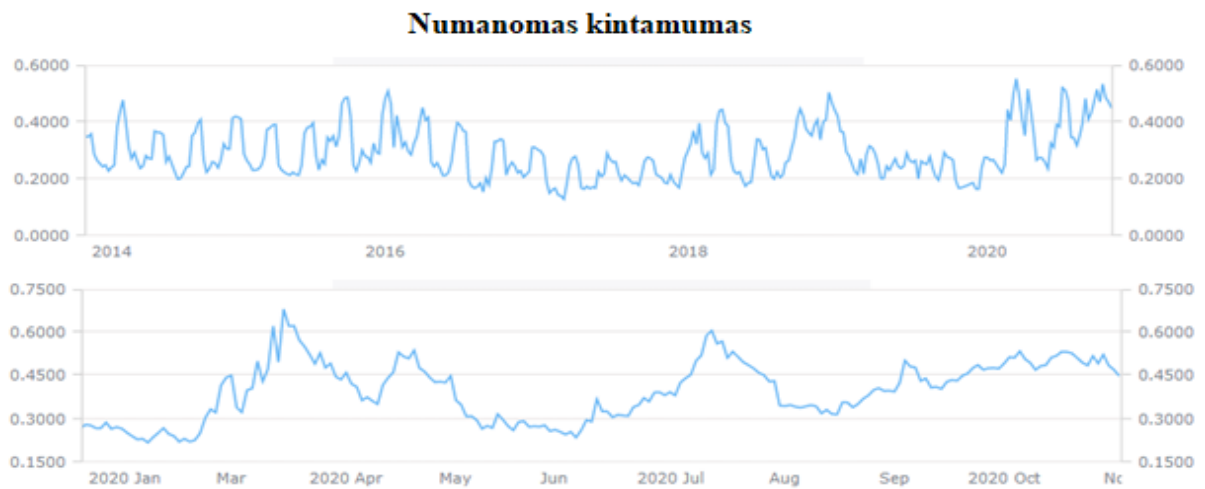
Heng'as (2018) atliko tyrimą, kuriame parodė istorinio ir numanomo kintamumo pritaikymo praktikoje skirtumus ir jų įtaką rezultatams. Tyrimo tikslas – atskleisti numanomo kintamumo įvertinimo svarbą pasirinkimo sandorių įkainojime. Bilson'as (2015) straipsnyje analizuoja numanomą kintamumą, pabrėždamas pagrindinį istorinio kintamumo trūkumą: būsimas kintamumas įvertinamas imant kiekvienos dienos reikšmę ir skaičiuojant jų vidurkį. Narwal'as ir Chhabra (2018) atliko išsamų tyrimą, siekiant epimiriškai apžvelgti ir išanalizuoti pastaruosius penkių dešimtmečių teorinius tyrimus susijusius su istoriniu ir numanomu kintamumu. Autoriai dar kartą patvirtino, kad visos kintamumo prognozės paremtos istoriniu kintamumu. Huang'as, K. Wang'as ir Z. Wang'as (2016) ištyrė S&P 500 pasirinkimo sandorių rinką prieš 2008 m. krizę ir po jos simuliuodami tam tikras situacijas. Tyrimas parodė, kad krizė silpnai veikia pasirinkimo sandorių rinką, tinkamai įvertinus galimus pasirinkimo sandorių kainų svyravimus, kurie

apskaičiuojami prognozuojant numanomą variaciją, remiantis istoriniais duomenimis. Anoruo ir Murthy (2016) ištyrė kapitalo rinkas ir numanomo kintamumo svarbą joje. Tyrimo metu paaiškėjo, kad žinios apie numanomą kintamumą padeda investuotojams prognozuoti ir kapitalo rinkos pokyčius.

Siriopoulou's ir Fassas's (2009), Perchekelli (2014), Shaikh's ir Padhi (2016) ištyrė ryšį tarp numanomo kintamumo ir akcijų grąžos. Autoriai pateikė tokią pačią išvadą – didesnė akcijų grąža lemia mažesnę kintamumą, mažesnė grąža arba nuostolis susiję su didesniu kintamumu. Tą patį patvirtino ir Narwal's ir Chhabra (2018) bei Cao, Chen's ir Hull's (2019) tyrimų rezultatai. Cao, Chen ir Hull tyrime pasitelkė dirbtinį intelektą. Viswanthan, Sriram ir Mukherjee (2019) išsikėlė tikslus: ištirti ar numanomas kintamumas turi įtakos rinkos grąžos prognozei; atlikti numanomo kintamumo prognozę; nustatyti ryšį tarp rinkos grąžos ir kintamumo indekso. Visa tai atlikta remiantis Indijos pasirinkimo sandoriais. Gauti rezultatai parodė, kad numanomas kintamumas susijęs su pasirinkimo sandorio grąžą ir gali būti naudojamas sandorio grąžos prognozei atlikti.

Toliau paveiksle pateikiamas numanomo ir istorinio kintamumo skirtumas vienodais laiko periodais. Numanomas „Amazon“ Inc., akcijų kainos kintamumas metų laikotarpyje tendencingai mažėjo, tačiau buvo nuolat svyruojantis, istorinis kintamumas – taip pat palaipsniui mažėjo, tačiau be išskirtinių šuolių. Numanomas kintamumas 6 metų laikotarpyje yra labai panašus į istorinį: t.y. sutampa visi pakilimai ir nuosmukiai, išlieka ta pati bendra tendencija. Skirtumas tas, kad numanomas kintamumas, taip pat kaip ir trumpu laikotarpiu, kur kas labiau svyruojantis. Ilgu laikotarpiu nėra tiek svyravimų, tačiau pasiekiami tie patys aukščiausi ir žemiausi taškai.





1 pav. „Amazon“ akcijų istorinio ir numanomo kintamumo statistika, skirtingu laikotarpiu

Šaltinis: AlphaQuery (2020)

Numanomas kintamumas, iš esmės, skaičiuojamas remiantis tuo pačiu Black'o ir Scholes'o pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modeliu, tačiau ši funkcija apskaičiuojama taip, lyg pasirinkimo sandorio kaina būtų žinoma, o nežinomu kintamuoju tampa kintamumas. Išsprendus funkciją atvirkščiai, gaunamas numanomo kintamumo įvertis (Hill, 2019). Internetu pateikiama nemažai skaičiuoklių, į kurias suvedus duomenis, išsprendžiama ši funkcija ir gaunamas numanomas kintamumas. Numanomo kintamumo skaičiavimas remiantis Black'o ir Scholes'o modelio funkcija kritikuojamas. Taigi, išryškėja problema dėl istorinio ir numanomo kintamumo naudojimo pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinime.

Numanomo kintamumo skaičiavimas gali būti siejamas su finansinėmis technologijomis, kadangi numanomas kintamumas yra ne kas kita kaip investuotojų lūkesčiai dėl bazinio turto kainos pokyčių. Kadangi ši komponentė tokia svarbi sėkmingam investavimu į pasirinkimo sandorius, tikslinga atlikti bazinio turto kainos prognozę (įvertinti galimus jos svyravimus ateityje), kas ir reiškia numanomą kintamumą. Mokslinėje literatūroje atsiranda vis daugiau nuomonių ir tyrimų šiuo klausimu bei siūloma vienu ar kitu veiksnių prognozei taikyti dirbtinį intelektą.

1.6. Finansinės technologijos atliekant pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimą

Šiuo metu sparčiai vystosi finansinių technologijų sritis, kurios tikslas patobulinti finansinę veiklą. Pasirinkimo sandorio kainos nustatymas ir vertinimas šiomis dienomis ko gero jau neįsivaizduojamas be įvairių technologijų. Kompiuterinėmis programomis investuotojui siekiama suteikti kuo daugiau naujausios informacijos ir labiau palengvinti visą investavimo procesą. Šiuolaikinės kompiuterinės programos, internetinės platformos pagreitina ir palengvina visą procesą, pateikdamos visus reikalingus kintamuosius realiais rinkos duomenimis, pateikdamos pasirinkimo sandorio kainą pasirinktam baziniam turtui, atlikdamos įvairias prognozes, akimirksniu apdorodamos didelius duomenų kiekius. Daugelis internete pateiktų pasirinkimo sandorių kainos nustatymo skaičiuoklių sukurtos remiantis tradiciniu Black'o ir Scholes'o kainos nustatymo modeliu. Esant visoms galimybėms naudotis naujausiomis technologijomis kokybiškam investavimui, vis vien išlieka korektiško pasirinkimo sandorio kainos ir jos jautrumo įvertinimo problema.

Mokslinėje literatūroje vis daugiau kalbama apie sparčiai populiarėjančią finansinių technologijų sritį ir jos pritaikomumą įvairiose finansų srityse, tokiose kaip investavimas, kriptografinės valiutos, mokėjimai ir kt. Finansinės technologijos plačiai taikomos investavimo srityje, tačiau mokslinėje literatūroje sunku rasti informacijos apie finansinių technologijų taikymą nustatant pasirinkimo sandorių kainą arba vertinant kainos jautrumą. Hill'as (2019) išskiria dvi technologijas, naudingas pasirinkimo sandorių rinkoje: dirbtinis intelektas, naudingas nustatant pasirinkimo sandorių kainas ir blokų grandinės technologija, skirta prekybai pasirinkimo sandoriais. Autoriaus teigimu, yra tik keli naudingi moksliniai straipsniai ir nedaug tyrimų, kurių rezultatai parodė, jog dirbtinis intelektas gali būti naudojamas prekybos pasirinkimo sandoriais strategijoms sukurti ir vis daugiau investuotojų naudoja šią technologiją, kad tinkamai įvertintų pasirinkimo sandorių kainą. Konkrečiau, dirbtinio intelekto technologija naudojama išvestinių vertybinių popierių analizei, valiutiniams sandoriams prognozuoti, valdymo sprendimams numatyti, rinkos elgsenai modeliuoti (pavyzdžiui, būsimoms akcijų ar kito turto kainoms, nustatyti galimiems investuotojų kainos pokyčių lūkesčiams). Galima teigti, kad dirbtinis intelektas sėkmingai konkuruoja su kitais metodais ir tampa vis prieinamesnis (Plikynas & Daniušis, 2010).

Dirbtinis intelektas laikomas kompiuterių mokslo dalimi, suprantamas kaip žmogaus mąstymo, elgsenos proceso perpratimas ir šių veiksmų atkartojimas kompiuteriais. Jeigu

kompiuteris galėtų elgtis taip kaip žmogus, tai būtų vadinama dirbtiniu intelektu. Pagrindinis šios mokslo srities tikslas – padaryti taip, kad kompiuteriai galėtų atlikti tai, kur žmonės kol kas yra geresni (Sharda et. al., 2017). Pasak Pries'o ir Dunningan'o (2015), dirbtinis intelektas dar siejamas su neuroniniais tinklais ir vadinamas kompiuterine simuliacija, kuri geba atkartoti žmogaus elgseną, varoma neuroninių tinklų. Apskritai, intelektas reiškia (Sharda et. al., 2017): gebėjimą suprasti ir mokytis iš patirties. Pasak Skyriaus (2013), neuroniniai tinklai tai aparatinės ir programinės priemonės, kuriomis modeliuojami žmogaus smegenyse vykstantys informacijos suvokimo procesai. Šie tinklai kuria dirbtinį intelektą, kurio tikslas perprasti, išmokyti žmogaus elgseną ir sugebėjimą apdoroti didelius informacijos kiekius. Svarbu suprasti skirtumą tarp dirbtinio intelekto, mašininio mokymosi ir giliojo mokymosi.

Pasak Chen'o (2019) dirbtinis intelektas algoritmų ir inteligento derinys, kurio tikslas atkartoti žmogaus mąstymą. Mašininis mokymasis yra dirbtinio intelekto dalis, o gilusis mokymasis viena iš mašininio mokymosi technikų. Mašininis mokymasis naudodamas kompiuteryje esančius duomenis ir pritaikydamas statistinius metodus, „mokosi“ kuo geriau atlikti užduotį dar nesant užprogramuotam kažkokiai konkrečiai užduočiai. O gilusis mokymasis yra vienas iš mašininio mokymosi tipų, kuris vykdomas neuroniniais tinklais. Neuroniniuose tinkluose yra daugybė sluoksnių, pro kuriuose duomenys apdorojami. Būtent dėl neuroninių tinklų „mašina“ gali mokytis, įsigilinti, užmegsti kažkokį ryšį ir įvertinti svarbiausius rezultatus.

Neuronų tinklų technologija yra žinomiausia technologija, kuri imituoja žmogaus smegenyse vykstančius procesus. Ji remiasi žmogaus nervinės sistemos modeliu, kurio pagrindas yra neuronas. Neuronų tinklai sudaro daugybę sluoksnių. Duomenys perėję per tuos sluoksnius padeda „mašinai“ juose atrasti prasmę. Visa tai bendrai laikoma dirbtiniu intelektu (Skyrius, 2013). Tam, kad galima būtų geriau suprasti šią technologiją, toliau pateikiamai keli pavyzdžiai:

- Išmanioji asistentė (Siri, Alexa);
- Ligų prognozavimo įrankiai ir optimizuotos sveikatos priežiūros rekomendacijos;
- Gynybiniai, bepiločiai robotai;
- Marketingui ir klientų aptarnavimui naudojami robotai „Chatbots“;
- Robotai, kurie suteikia investavimo rekomendacijų;
- Elektroninio pašto laiškų filtras „spam“;
- Netinkamo turinio atpažinimo įrankis soc. tinkluose;
- Filmų ar dainų, kurie/kurios gali patikti rekomendacijos „Spotify“ arba „Netflix“ (Builtin.com, 2020).

Bendob'as ir Bentour'as (2019) taip pat atliko tyrimą remdamasis Indijos pasirinkimo sandorių rinka. Tačiau šis tyrimas skiriasi nuo kitų, kadangi pasirinkimo sandorių kainos skaičiavimui pasitelkia pastaraisiais metais vis labiau populiarėjančią finansinių technologijų sritį. Tyrime pasitelktas dirbinio intelekto pritaikymas pasirinkimo sandorio kainai įvertinti. Seniai visiems žinomi tokie modeliai kaip „Monte Carlo“ simuliacija, Binominis medis ir BMS modelis realizuojami naujausiomis kompiuterinėmis programomis, prognozuoja/modeliuoja bazinio turto kainas atsitiktinai, remdamiesi realiais rinkos duomenimis realiu laiku, tokios prognozės leidžia kaip įmanoma tiksliau nustatyti ir prognozuoti pasirinkimo sandorio kainas, tame tarpe ir numanomą kintamumą (Liu et. al, 2019).

Jau 1996 m. Malliaris ir Salchenberger'is iškėlė numanomo kintamumo nustatymo remiantis Black'o ir Scholes'o modeliu problemą. Pasak autorių, numanomo kintamumo skaičiavimui turi būti pasitelkiamas dirbtinis intelektas. Atlikus tyrimą, pateiktos tokios išvados: istorinis kintamumas yra per silpnas faktorius, kad juo remiantis galima būtų nuspėti bazinio turto kainų ateities svyravimus. Taikant Black'o ir Scholes'o modelį galima nustatyti numanomą kintamumą tik tai dienai. Atliktas tyrimas parodė, kad dirbtinio intelekto metodu nustatyti tikėti akcijų kainų pokyčiai labai artimi investuotojų lūkesčiams. Kitaip tariant numanomas kintamumas nustatytas naudojant dirbtinį intelektą sutapo su numanomu kintamumu, kurį nustatė investuotojai.

Pasak Amornwattana ir Enke (2007) Black'o ir Scholes'o modelis yra teoriškai tikslus ir dažniausiai taikomas pasirinkimo sandorio kainai nustatyti, tačiau pasirinkimo sandorių kainos, nustatytos remiantis šiuo modeliu, dažnai skiriasi nuo rinkos kainų. Iškeldami šią problemą, autoriai atliko tyrimą, kuriame naudojo hibridinį dirbtinio intelekto modelį, kuris iš anksto apdoroja pradinį kintamumą, kad būtų galima tiksliau įvertinti pasirinkimo sandorių kainas. Modelį sudaro dvi dalys: pirma – dirbtinis intelektas, sukurtas kintamumui įvertinti ir antra dalis – dirbtinis intelektas, kuris įvertina pasirinkimo sandorių rinkos kainų bei Black'o ir Scholes'o modeliu nustatytų sandorių kainų skirtumą. Tyrimo rezultatai parodė, kad hibridinis dirbtinio intelekto modelis, įvertinantis kintamumą, geresnis pasirinkimo sandorių kainų tikslumo atžvilgiu nei Black'o ir Scholes'o modelis, kuriame vertinamas istorinis kintamumas.

Mostafa (2015) atliko pasirinkimo sandorio kainos nustatymą naudojant dirbtinį intelektą. Pirmiausia sugeneruotas numanomas kintamumas, toliau ši, naudojant dirbtinį intelektą gauta reikšmė, naudojama Black'o ir Scholes'o modelyje. Šiuo modeliu nustatyta pasirinkimo sandorio kaina, kuri labai tiksliai atitiko rinkos kainą. Autorius padarė išvadą, jog dirbtinis intelektas, įvedus

reikiamus kintamuosius gali puikiai prognozuoti bazinio turto kainas ateityje, kas padeda tiksliau įvertinti pasirinkimo sandorio kainą.

Atlikus mokslinės literatūros analizę, pastebėta, kad tyrimų apie istorinį ir numanomą kintamumą pasirinkimo sandorių kainos nustatyme trūksta. Nerasta tyrimų, kurie aiškiai palygina pasirinkimo sandorių kainos skaičiavimą keičiant istorinį kintamumą numanomu. Nors mokslininkų darbuose iškeliamas ir akcentuojamas istorinio kintamumo netinkamumas ateities kainoms įvertinti, dažniausiai pasilieka prie tradicinių metodų ir pasirinkimo sandorio kainą skaičiuojama naudojant istorinį kintamumą.

Dirbtinio intelekto technologijos taikymas pasirinkimo sandorio kainos nustatymui arba numanomo kintamumo skaičiavime nėra itin plačiai analizuojamas mokslinėje literatūroje (Mostafa, 2015; Amornwattana & Enke, 2007; Liu et. al., 2019; Bendob & Bentour, 2019; Plikynas ir Daniušis, 2010; Hill, 2019). Yra keli naudingi straipsniai, kuriuose atlikti tyrimai parodė, jog dirbtinis intelektas naudinga technologija, kuri gali būti sėkmingai naudojama siekinat spekuliuoti pasirinkimo sandoriais. Tačiau vienareikšmiškai galima pritarti autorių nuomonei, jog reikalingi išsamesni tyrimai tam, kad būtų pagrįsta dirbtinio intelekto nauda pasirinkimo sandorių prekyboje ir pasirinkimo sandorių kainos vertinime.

Investuotojas prieš įsigydamas pasirinkimo sandorį, turi atkreipti dėmesį į skirtingo bazinio turto pagrindu sudaryto pasirinkimo sandorio kainos jautrumą tam tikriems veiksniams, kadangi prognozuojant bazinio turto kainos pokyčius, nerizikingos palūkanų normos pasikeitimus galima numatyti ir atitinkamus pasirinkimo sandorio kainos pasikeitimus, paskui sandorį pardavus – iš to užsidirbti arba išvengti galimų nuostolių. Žinant, kokiems veiksniams jautri pasirinkimo sandorio kainą, galima prognozuoti šių veiksnių pokyčius taikant dirbtinį intelektą.

2. PASIRINKIMO SANDORIŲ KAINOS JAUTRUMO VERTINIMO METODIKA

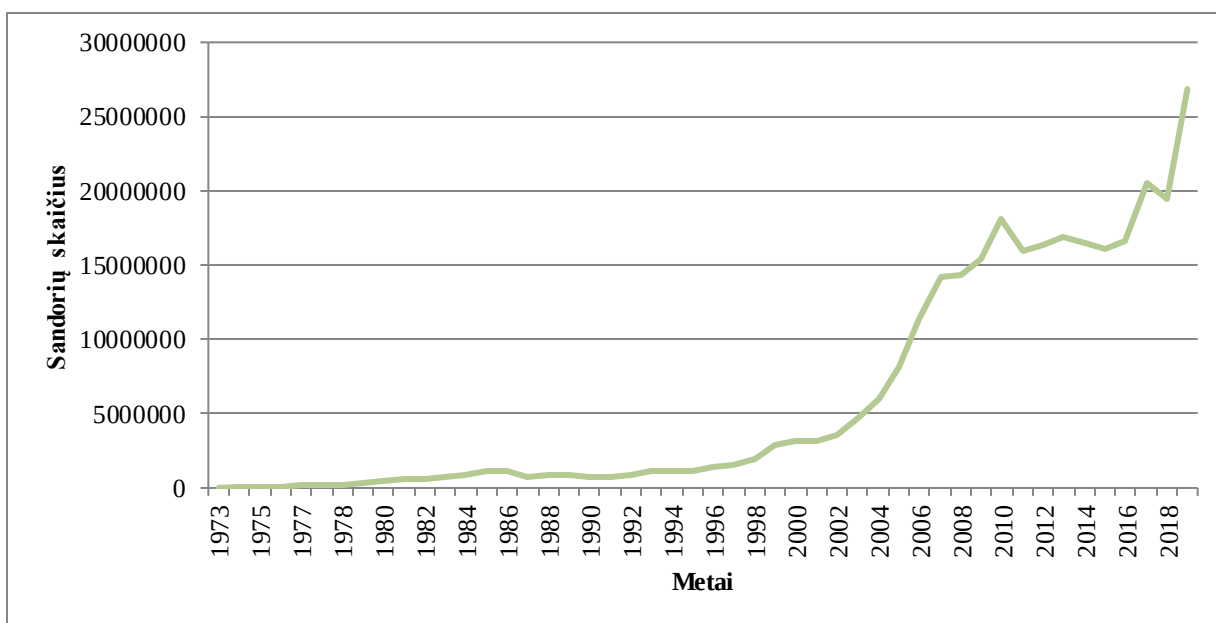
Tiek pasirinkimo sandorio kainos, tiek jos jautrumo vertinimas yra sunkiai įveikiama užduotis dėl nuolat besikeičiančios, dinamiškos rinkos. Atlikus mokslinės literatūros analizę, pastebėta, kad pasirinkimo sandorio kaina jautri daugeliui veiksnių, kurie nuolat kinta, dėl ko sandorio kaina taip pat nuolat kinta.

Pasirinkimo sandoriais plačiai prekiaujama JAV, Europos ir kitose rinkose. Šių sandorių prekybos apimtys laikui bėgant sparčiai didėja. Toliau pateikiami prekybos pasirinkimo sandoriais realiose rinkose analizės rezultatai.

2.1. Prekyba pasirinkimo sandoriais realiose rinkose

Pasirinkimo sandoriais prekiaujama tiek biržose, tiek už biržos ribų. JAV biržose prekiujamų pasirinkimo sandorių atsiskaitymų įvykdymą garantuoja pasirinkimo sandorių kliringo korporacija (angl. *Options clearing corporation (OCC)*). Tai didžiausia pasaulyje išvestinių vertybinių popierių kliringo organizacija, įsteigta 1973 m. Organizacija siekia užtikrinti stabilumą finansų rinkose, sutelkiant dėmesį į patikimus rizikos valdymo principus, užtikrina sutarčių įvykdymą. Pasirinkimo sandorių kliringo korporacija veikia kaip tarpininkas, užtikrinantis pirkėjų ir pardavėjų saugumą.

Investuotojas, norintis parduoti pasirinkimo sandorį, kreipiasi į OCC ir gauna reikiamas akcijas, o pirkėjas gauna teisę pirkti tas akcijas ne iš pardavėjo, o tiesiogiai iš OCC. Kai pirkėjas nori pasinaudoti teise ir įvykdyti sandorį, kreipiasi į savo brokerį, o brokeris į OCC. Užbiržinėje prekyboje viskas vyksta šiek tiek kitaip, kadangi nėra tarpininko ir saugumo užtikrinimo. Sutartys gali būti sudaromos bet kokiomis sąlygomis, o prekiaujant biržose – sandorių sąlygos yra standartizuotos. OCC pripažįstamas kaip gyvybiškai svarbus mechanizmas, užtikrinantis rinkos vertybinių popierių, pasirinkimo sandorių rinkos saugumą JAV. OCC veikia trijų pakopų apsaugos sistema, sąlygos narystei yra griežtos, siekiant apsaugoti investuotojus. Kiekvieno nario pareiškimas turi būti nuodugniai išnagrinėtas, atkreipiamas dėmesys į jo patirtį, kompetenciją, finansinę būklę, atsižvelgiant į iš anksto nustatytus standartus. Antroji saugumo pakopa paremta ribinio pradinio įnašo nustatymu ir trečioji paremta įnašais į kliringo fondą. Įnašų dydis priklauso nuo prekybos pasirinkimo sandoriais kiekio ir yra skaičiuojamas kas mėnesį. 8 paveiksle pateikiamas vidutinis dienos pasirinkimo sandorių skaičius OCC 1973–2019 m.



2 pav. Vidutinis dienos prekybos pasirinkimo sandoriais skaičius 1973-2019 m.

šaltinis: sudaryta autorės, remiantis OCC...2019

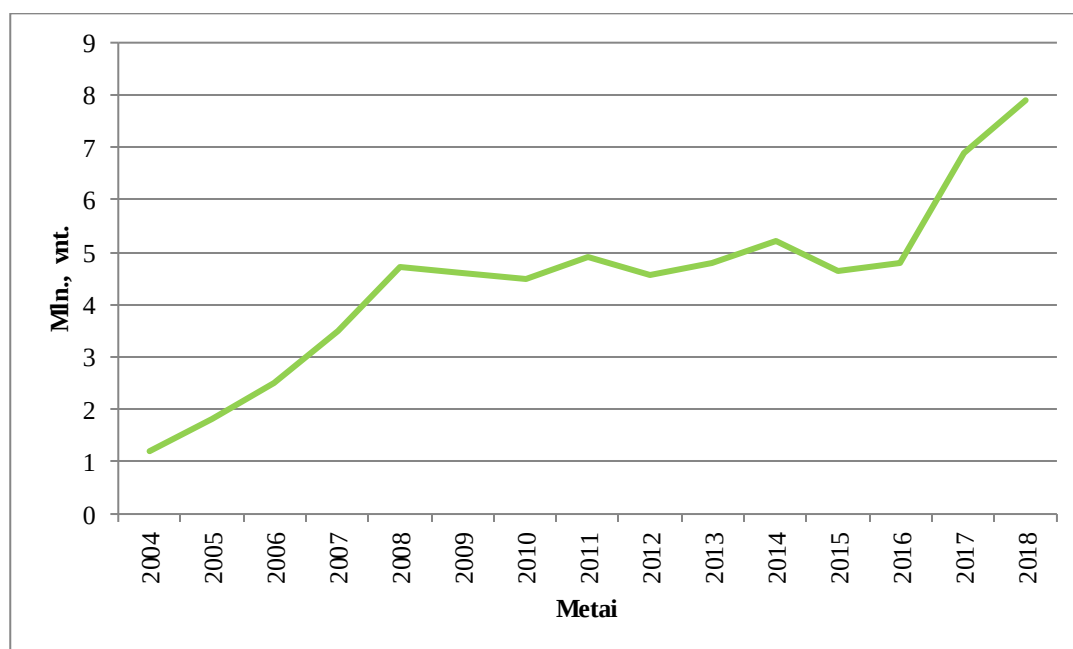
Nuo pat OCC įsteigimo, prekyba pasirinkimo sandoriais pakito nuo 6 470 vidutinio pasirinkimo sandorių skaičiaus per dieną iki 26 851 766 pasirinkimo sandorių per dieną. Nuo 1973 m. iki 2000 m. matomas nežymus prekybos didėjimas (prekybos mastas išaugo nuo 6 470 iki 2 883 841 sandorių per dieną) t.y. beveik 3 mln. sandorių per dieną, tačiau nuo 2000 m. augimas itin spartėjo ir iki 2020 m. vidutinė dienos prekyba išaugo daugiau nei 20 mln. sandorių per dieną (OCC, 2020).

Čikagos pasirinkimo sandorių birža (angl. *Chicago Board Options Exchange, CBOE*) yra viena didžiausių biržų pasaulyje, kuri siūlo pažangiausių prekybos ir investicijų sprendimus investuotojams. CBOE siūlo prekiauti įvairiais skirtingų turto klasių ir geografinių vietovių sandoriais, įskaitant pasirinkimo sandorius, būsimuosius sandorius, JAV ir Europos akcijas, fondų akcijas, valiutų pasirinkimo sandorius. Tai didžiausia pasirinkimo sandorių birža JAV ir didžiausia akcijų birža Europoje, taip pat antra pagal dydį JAV vertybinių popierių birža.

1973 m. įkurta Čikagos pasirinkimo sandorių birža tampa pirmoji JAV pasirinkimo sandorių birža. 1983 m. CBOE pirmoji pradėjo prekiauti indeksų S&P 100 ir S&P 500 pasirinkimo sandoriais. 1984 m. prekybos apimtis pasiekė 100 mln. sandorių. 1989 m. pradėta prekyba palūkanų normos pasirinkimo sandoriais.

CBOE prekiaujama: indeksų pasirinkimo sandoriais (tai yra plataus indekso pasirinkimo sandoriai, kurie apima įvairių akcijų indeksus ir jų kintamumą), akcijų pasirinkimo sandoriais

(prekiaujama 3100 įmonių akcijomis pasirinkimo sandoriais, įmonių akcijomis yra prekiaujama nuosavybės vertybinių popierių biržose), fondų pasirinkimo sandoriais (bazinis turtas yra ne įmonės, o fondo akcijos), ateities sandoriais, kontroliuojančiųjų įmonių depozitoriumo pasirinkimo sandoriais (bazinis turtas yra įmonių grupės akcijos), palūkanų normos pasirinkimo sandoriais (ilgo pasibaigimo termino pasirinkimo sandoriai), binariniais pasirinkimo sandoriais (paremti spėjimu, į kurią pusę pajudės rinkos kaina per tam tikrą laikotarpį), savaitiniais pasirinkimo sandoriais, ketvirtiniais pasirinkimo sandoriais, lanksčiais (tokie pasirinkimo sandoriai, kurie yra pritaikomi investuotojo poreikiams) ir kredito įvykio binariniais pasirinkimo sandoriais (paremti kredito reitingo pokyčiais). 3 paveiksle parodytas vidutinis dienos pasirinkimo sandorių skaičius CBOE 2004–2018 m.



3 pav. Vidutinis dienos pasirinkimo sandorių skaičius 2004–2018 m.

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis About CBOE...2018

Nuo 2004 m. matomas žymus prekybos pasirinkimo sandoriais augimas. Didžiausias sandorių skaičius pasiektas 2014 m., vidutiniškai per dieną sudaryta net 5,23 mln. sandorių. CBOE laikoma didžiausia JAV pasirinkimo sandoriais prekiaujanti birža. Nuo 2004 iki 2018 m. dienos sandorių vidurkis išaugo net 3,4 mln. CBOE prekiauja akcijų, indeksų ir fondų akcijų pasirinkimo sandoriais.

Didžiausias sandorių skaičius pasiektas 2014 m. Jis siekė net 1,275 mln. vnt. Didžiausią dalį sandorių sudarė akcijų pasirinkimo sandoriai – 38,4 % visų sandorių skaičiaus, 31,8 % sudarė indeksų pasirinkimo sandoriai ir 29,8 % sudarė fondų pasirinkimo sandoriai (CBOE...2018).

„Euronext“ yra Europos vertybinių popierių birža, įkurta 2000 m. Amsterdame, apjungianti Amsterdamo, Briuselio ir Paryžiaus vertybinių popierių prekybą. 2001 m. prisijungė Londono vertybinių popierių birža, o dar po metų Lisabonos. 2013 m. įkurtas padalinys – „EnterNext“, siekiant, kad Europa taptų kapitalo augimo centru pasaulyje. „EnterNext“ komanda padeda finansuoti daugiau kaip 700 įmonių, rengia rinkodaros strategijas, skatinančias atskleisti įmonių patrauklumą ir potencialą būsimiems investuotojams. 2007 m. „Euronext“ susijungė su NYSE (angl. *New York Stock Exchange*), ir pakeitė pavadinimą į NYSE Euronext.

2017 m. tai buvo didžiausia Europos vertybinių popierių birža pagal prekybą. „Euronext“ prekiaujama akcijų, valiutos, agrikultūriniais, indeksų ir fondų pasirinkimo sandoriais. „Euronext“ siūlomi GDP/EUR ir GDP/USD valiutų pasirinkimo sandoriai, taip pat siūlomi AEX, BEL 20, PSI 20, CAC 40 indeksų pasirinkimo sandoriai (We...2020).

2 lentelė. „Euronext“ pasirinkimo sandorių skaičius 2013–2017 m.

Pasirinkimo sandorio rūšis	Metai				
	2013	2014	2015	2016	2017
Akcijų pasirinkimo sandoriai, vnt.	72 910 342	66 791 184	60 094 108	57 015 075	70 084 311
Fondų pasirinkimo sandoriai, vnt.			5 914	10 394	28 903
Agrikultūriniai pasirinkimo sandoriai, vnt.	1 711 553	2 377 909	2 385 926	1 643 378	994 987
Indekso pasirinkimo sandoriai, vnt.	17 175 842	17 179 422	13 996 549	10 866 435	14 677 562
Valiutos pasirinkimo sandoriai, vnt.	188 100	112 357	127 702	55 430	18 399
Pasirinkimo sandoriai iš viso, vnt.	91 985 837	86 460 872	76 610 199	69 590 712	85 804 162

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Euronext...2018

2013–2017 m. laikotarpiu didžiausia prekyba pasirinkimo sandoriais buvo 2017 m., 81,68 % visų pasirinkimo sandorių sudarė akcijų pasirinkimo sandoriai, 17,11 % indekso, 1,16 % agrikultūriniai, 0,03 % fondų ir 0,02 % valiutos pasirinkimo sandoriai.

Viena iš Europos išvestinių priemonių birža – „Eurex“. Joje vyksta prekyba akcijų, palūkanų normos, valiutos, indekso, fondų ir ateities sandorių pasirinkimo sandoriais. Ši birža įsteigta 1998 m., „Eurex“ priklauso Vokietijos „Deutsche Boerse AG“ ir Šveicarijos „SIX Swiss

Exchange“. 2018 m. vasarį pasiektas naujas rekordas – 683 729 sandorių per dieną. Taip pat „Eurex“ pradėjo skverbtis į Azijos rinką ir įsteigė „Eurex Asia“ padalinį, siekiant sudaryti palankias sąlygas Azijos investuotojams (Your...2018).

3 lentelė. „Eurex“ pasirinkimo sandorių skaičius 2013–2020 m.

Metai	Pasirinkimo sandoriai, vnt.	Sandoriai iš viso, vnt.
2020	125 292 987	335 187 231
2019	727 842 500	1 947 144 196
2018	729 569 040	1 951 763 081
2017	626 450 788	1 675 898 310
2016	641 413 957	1 727 481 705
2015	676 232 496	1 672 600 782
2014	573 977 750	1 490 464 164
2013	591 058 567	1 552 965 231

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Eurex...2020

Didžiausias pasirinkimo sandorių skaičius 2013–2020 m. laikotarpiu pasiektas 2018 m., kai pasirinkimo sandoriai sudarė 37,38 % visų sandorių.

Atlikta prekybos pasirinkimo sandoriais realiose rinkose analizė visiškai patvirtina prieš tai išanalizuotos mokslinės literatūros šaltinių autorių nuomonę, jog pasirinkimo sandoriai populiarūs, plačiai naudojama išvestinė finansinė priemonė taip pat pastebėta, kad didžiausia yra JAV rinka, todėl kainos jautrumo vertinimas atliekamas remiantis JAV rinkos duomenimis. Atlikta analizė parodo, kad šios priemonės populiarumas bėgant laikui tik auga.

Išnagrinėjus mokslinę literatūrą ir atlikus pasirinkimo sandorių kainos nustatymo teorinių aspektų analizę, įvertintas Black'o ir Scholes'o modelio tinkamumas tolesniam tyrimui, kadangi būtent šis modelis, nepaisant prielaidų, kad rinkos yra konkurencingos, nėra arbitražinių sandorių galimybės, komisinių ir kitų mokesčių, bazinio turto grąža pasiskirsčiusi normaliai, nerizikinga palūkanų norma yra pastovus dydis per visą pasirinkimo sandorio galiojimo laiką ir yra vienodo dydžio bet kokios trukmės sandoriui, yra tinkamiausias ir dažniausiai naudojamas pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modelis.

2.2. Black'o ir Scholes'o pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modelio koncepcija

1973 m. Black ir Scholes sukūrė patį populiariausią ir svarbiausią modelį pasirinkimo sandorių kainai nustatymui – vadinamą Black ir Scholes, skirtą nustatyti pasirinkimo sandorio kainai (Nwozo & Fadugba, 2014). Šis pasirinkimo sandorių įkainojimo modelis yra visuotinai pripažintas ir plačiai naudojamas modelis. Šis modelis naudojamas europietiško tipo pasirinkimo sandorių kainai nustatyti.

Matematinė pirminio Black'o ir Scholes'o modelio išraiška pateikta formulėse (Hull, 2015):

$$C = S_0 e^{-qt} \times N(d_1) - X e^{-rt} \times N(d_2); \quad (2)$$

$$P = X e^{-rt} \times N(-d_2) - S_0 e^{-qt} \times N(-d_1); \quad (3)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + t\left(r - q + \frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{t}}; \quad (4)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}; \quad (5)$$

čia:

C – europietiškojo pirkimo pasirinkimo sandorio vertė;

P – europietiškojo pardavimo pasirinkimo sandorio vertė;

S – akcijos einamoji kaina;

X – sulygta kaina;

t – pasirinkimo sandorio galiojimo laikas;

r – nerizikinga palūkanų norma;

q – dividendų norma;

σ – bazinio turto kainos kintamumas;

N₁, N₂ – normaliojo pasiskirstymo funkcijos.

Bazinio turto kainos kintamumo apskaičiavimo formulės:

$$P_n = \frac{K_n - K_{n-1}}{K_{n-1}} \times 100\%, \quad (6)$$

$$Kintamumas = \sigma \times \sqrt{\text{dienų skaičius}} \quad (7)$$

čia:

K_n – bazinio turto kaina n dieną;

K_{n-1} – bazinio turto kaina dieną prieš;

n – diena;

σ – standartinis nuokrypis.

Autoriai (Bellalah, 2014; Edeki, 2015; Helfenstein, 2017; Lee, 2016; Sinclair, 2010; Jarrow, 2014; Gregoriou, 2010; Coelho, 2017; Kancerevyčius, 2006; Aleknevičienė, 2005; Hull, 2015) teigia, kad modelis paremtas keliomis prielaidomis: nėra arbitražinių sandorių galimybės, komisinių ir kitų mokesčių, bazinio sandorio turto grąža pasiskirsčiusi pagal normalųjį skirstinį, nerizikinga palūkanų norma ir kintamumas yra pastovus dydis per visą pasirinkimo sandorio galiojimo laiką ir yra vienodo dydžio bet kokios trukmės sandoriui. Prielaida, kad kintamumas yra pastovus dydis, kelia daug sunkumų nustatant pasirinkimo sandorio kainą, kadangi realybėje to nėra. Atsižvelgiant į tai, Black'o ir Scholes'o modelis yra vienas iš dažniausiai naudojamų modelių, pasirinkimo sandorio kainai nustatyti, jis laikomas naudingu tiek teoriškai, tiek praktiškai (Edeki et. al, 2015). Pasak Grigoriou (2010) viena iš pagrindinių prielaidų yra ta, kad nėra komisinių ir kitų mokesčių. Pastaruoju metu mokslinėje literatūroje didelis dėmesys skiriamas šiai prielaidai ir jos įtakai pasirinkimo sandorių kainai tirti. Tyrimai rodo, kad bazinio turto kaina padidėja proporcingai atsižvelgiant į prekybos išlaidas.

Jarrow'o (2014), Walling'o ir Moore (2010), Nwozo ir Fadubga (2014) darbuose teigiama, kad Black'o ir Scholes'o pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modelis paremtas šiomis prielaidomis: rinkos yra konkurencingos, nėra arbitražinių sandorių galimybės, komisinių ir kitų mokesčių, bazinio sandorio turto grąža pasiskirsčiusi pagal normalųjį skirstinį. Realybėje bazinio turto grąža pasiskirsčiusi pagal logaritminį normalųjį skirstinį, pagal kurį tikimybė gauti grąžą yra didesnė negu normaliame pasiskirstyme. Tradiciniame Black'o ir Scholes'o modelyje grąža yra gerokai pervertinama (Heng, 2018). Dar viena prielaida – nerizikinga palūkanų norma yra pastovus dydis per visą pasirinkimo sandorio galiojimo laiką ir yra vienodo dydžio bet kokios trukmės sandoriui. Lesmana (2017) atlikti tyrimai parodė, kad šios prielaidos neatitinka realybės ir kintamumas nėra pastovus dydis. Tam kad būtų išspręstos šios problemos, buvo pasiūlyta kitų modelių, kuriuos galima skirstyti į tris klases: stochastiniai modeliai, determinantiniai funkciniai modeliai ir difuzijos modeliai (Lesmana, 2017). Pasak Xu ir Yang (2013), Song ir Wang (2013), Lee, Yang'o ir Kim'o (2017) po to, kai buvo pasiūlyta Black'o ir Scholes'o klasikinė lygtis

nustatyti pasirinkimo sandorio kainai, dalinės diferencialinės lygties metodika tapo populiari. Tyrimų rezultatai apima du pagrindinius aspektus: nustatyti pasirinkimo sandorio kainą, naudojant tikslingesnius matematinius metodus ir kitas – sukurti naujus pasirinkimo sandorių įkainojimo modelius, kurie labiau atspindėtų realią rinką. Pastaruosius dešimtmečius Black'o ir Scholes'o kainos nustatymo modelis itin plačiai naudojamas, tačiau klasikinė modelio lygtis paremta griežtomis prielaidomis, kurios realybėje ne visada egzistuoja.

Apibendrinant galima teigti, kad renkantis pasirinkimo sandorį, svarbiausias kriterijus – jo kaina, kadangi būtent sumokėta rizikos premija pirkimo pasirinkimo arba pardavimo pasirinkimo sandorio pirkėjui reiškia didžiausią galimą nuostolį, pardavėjui – didžiausią galimą pelną. O kainos jautrumas bazinio turto kainos, sulytos kainos, kintamumo, laikotarpio ir nerizikingos palūkanų normos pasikeitimams yra puiki galimybė pelningai investuoti, kadangi tinkama šių veiksnių pokyčių prognozė ir žinojimas, kiek tai paveiks pasirinkimo sandorio kainą, leidžia tuo spekuliuoti. Todėl kiekvienas, siekiantis spekuliacinio, apsidraudimo arba rizikos valdymo tikslais sėkmingai pasinaudoti šia išvestine finansine priemone, turi suprasti, nuo ko priklauso ir kaip apskaičiuojama pasirinkimo sandorio kaina. Jo kaina išreiškiama kaip funkcija, priklausanti nuo bazinio turto rinkos kainos, sulytos kainos, nerizikingos palūkanų normos, bazinio turto rinkos kainos kintamumo ir sandorio galiojimo laiko. Pasirinkimo sandorio vertę sudaro tikroji vertė termino pabaigoje ir laiko vertė, jei terminas dar nepasibaigęs. Laiko vertė yra didesnė, jei terminas ilgesnis, ir atvirkščiai. Yra sukurta įvairių pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modelių, tačiau čia iškyla dar viena problema – visi modeliai paremti prielaidomis, kurios realybėje neegzistuoja. Toliau baigiamajame darbe analizuojamas pagrindinis Black'o ir Scholes'o kainos nustatymo modelis ir kainos jautrumo vertinimui taikomos graikiškosios raidės.

2.3. Graikiškosios raidės vertinant pasirinkimo sandorių kainos jautrumą

Pasak R. Martinkutės-Kaulienės (2013), kiekvienas, naudojantis pasirinkimo sandorius, turi suprasti ir įvertinti galimą riziką. Kartais, investuotojai neskiria pakankamai dėmesio rizikingų pasirinkimo sandorių naudojimui, pritaikymui ir valdymui. Rizikos įvertinimas yra pagrindinis veiksnys, lemiantis sėkmingą pasirinkimo sandorių naudojimą.

Pasirinkimo sandorio riziką apibrėžia jo kainos jautrumas tam tikriems rinkos veiksniams. Kaip jau buvo minėta, pasirinkimo sandorio kainą gali paveikti penki kintamieji: bazinio turto kaina, vykdymo kaina, nerizikinga palūkanų norma, kintamumas ir sandorio galiojimo terminas. Pasak Hull'o (2015), Yu ir Xie (2013), Paunovic (2014) graikiškosios raidės žymi tam tikrus

pasirinkimo sandorio rizikos charakteristikų santykius ir parodo sandorio kainos jautrumą šioms kintamiesiems. Investuotojas, suprasdamas ir mokėdamas įvertinti pasirinkimo sandorių jautrumą įvertinančias graikiškąsias raides, gali valdyti ne tik šių sandorių riziką, bet ir viso portfelio rizikingumą. (Kancerevyčius, 2009). Atlikta nemažai tyrimų, įvertinančių graikiškąsias raides Black'o ir Scholes'o pasirinkimo sandorių kainos nustatymo modelio pagrindu. Chen'as, Lee ir Shih'as (2008) paaiškino graikiškųjų raidžių naudojimą akcijų pasirinkimo sandoriams (su dividendais ir be jų), taip pat paaiškino ryšius tarp šių graikiškųjų raidžių. Saravan'as ir Kumar'as (2012) atliko Black'o ir Scholes'o modelio tikslumo tyrimą, siekdami nustatyti, ar pasirinkimo sandorių kaina tinkamai nustatoma. Stehlikova (2015) ir Juneja (2013) atliko tyrimą, kurio metu įrodė, kad prekyba pasirinkimo sandoriais ir visos pasirinkimo sandorių strategijos paremtos rizikos veiksniais, o jie gali būti įvertinami naudojant Black'o ir Scholes'o arba Binominio pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modelius ir graikiškąsias raides. Remiantis minėtų autorių atliktais tyrimais, galima daryti išvadą, kad graikiškųjų raidžių analizė yra būtina, norint įvertinti pasirinkimo sandorio kainos jautrumą. Pagrindinės graikiškosios raidės pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė. Graikiškųjų raidžių charakteristikos

Graikiška raidė	Žymėjimas	Formulė		Jautrumas
		Pirkimo pasirinkimo sandoris	Pardavimo pasirinkimo sandoris	
Delta	Δ	$e^{-qt} \times N(d_1)$	$e^{-qt} \times (N(d_1) - 1)$	Pasirinkimo sandorio kainos jautrumas bazinio turto kainos pokyčiams.
Gamma	Γ	$\frac{e^{-qt}}{S_0 \sigma \sqrt{t}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{d_1^2}{2}}$	$\frac{e^{-qt}}{S_0 \sigma \sqrt{t}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{d_1^2}{2}}$	Pasirinkimo sandorio delta jautrumas bazinio turto kainos pokyčiams.
Theta	Θ	$\frac{1}{T} \left(- \left(\frac{S_0 \sigma e^{-qt}}{2\sqrt{t}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{d_1^2}{2}} \right) - r X e^{-rt} N(d_2) + q S_0 e^{-qt} N(d_1) \right)$		Pasirinkimo sandorio kainos jautrumas laikui iki sandorio vykdymo dienos.
Vega	K	$\frac{1}{100} S_0 e^{-qt} \sqrt{t} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{d_1^2}{2}}$		Pasirinkimo sandorio kainos jautrumas bazinio turto kintamumui.
Rho	P	$\frac{1}{100} X t e^{-rt} \times N(d_2)$	$\frac{1}{100} X t e^{-rt} \times N(-d_2)$	Pasirinkimo sandorio kainos jautrumas nerizikingai palūkanų normai.

Šaltinis: Murauskaitė (2011)

Delta. Rodo pasirinkimo sandorio kainos jautrumą bazinio turto kainos rinkos pokyčiams, kitiems veiksniams nekintant. Delta taip pat vadinama apsidraudimo rodikliu leidžia apsisaugoti nuo bazinio turto vertės pokyčių (Chen et al., 2008). Delta reikšmė visada yra tarp 0 ir 1 arba tarp -1 ir 0. Delta parodo tikimybę, kad sandoriu termino pabaigoje bus pasinaudota su pelnu. Jeigu pasirinkimo sandoris yra beveik su pelnu, delta bus lygi 0,5. Kadangi tikimybė, jog sandoris bus su pelnu yra tokia pati kaip ir tikimybė, kad sandoris nebus su pelnu. Jeigu sandoris yra be pelno, tokio sandorio delta bus arti nulio, nes tikimybė, kad sandoriu bus pasinaudota yra maža, dėl to rinkos veiksniai beveik neturės įtakos pasirinkimo sandorio kainai. Delta dažniausiai išreiškiama procentais. Pavyzdžiui, jeigu delta yra lygi 1 (100 %), pasirinkimo sandorio kainos pokytis lygus bazinio turto kainos pokyčiui. Jeigu delta yra 0,5 arba 50 %, reiškia, kad bazinio turto rinkos kainai padidėjus vienu vienetu, pasirinkimo sandorio kaina padidės per pusę tiek, kiek padidėjo bazinio turto kaina. Kai delta lygi 0 arba 0 %, sandorio kaina nepriklauso nuo bazinio turto kainos ir toks sandoris nėra pelningas. Dažnai delta reikšmė būna ir neigiama – tai rodo kainos pasikeitimo kryptį. Pirkimo pasirinkimo pirkimas ir pardavimo pasirinkimo pardavimas turi teigiamas delta, o pardavimo pasirinkimo pirkimas ir pirkimo pasirinkimo pardavimas turi neigiamas delta (Martinkutė – Kaulienė, 2013). Pasak Chisholm'o (2010):

- Pirkimo pasirinkimo pirkimas – teigiama delta. Pirkimo pasirinkimo sandorio teigiama delta reiškia, kad sandoris tampa pelningas tada, kai kyla bazinio turto kaina.
- Pirkimo pasirinkimo pardavimas – neigiama delta. Sandoris praranda vertę, kai bazinio turto kaina kyla. Sandorio vertė didėja, mažėjant bazinio turto kainai.
- Pardavimo pasirinkimo pirkimas – neigiama delta. Pardavimo pasirinkimo neigiama delta reiškia, kad sandoris tampa pelningas, kai bazinio turto kaina mažėja.
- Pardavimo pasirinkimo pardavimas – teigiama delta. Sandorio vertė didėja, kai bazinio turto kaina kyla ir mažėja tada, kai bazinio turto kaina krenta.

Gamma. Parodo delta jautrumą bazinio turto kainos pokyčiams. Kuo gamma yra didesnė, tuo delta labiau reaguoja į bazinio turto kainos pasikeitimus. Pirkimo pasirinkimo ir pardavimo pasirinkimo pirkimo sandoriai turi teigiamas gamma, o pirkimo pasirinkimo ir pardavimo pasirinkimo pardavimo sandoriai turi neigiamas gamma (Hull, 2015).

Theta. Pasirinkimo sandoriams būdingas rizikos veiksnys – laikas. Theta parodo pasirinkimo sandorio jautrumą laikui. Visi pasirinkimo sandoriai praranda savo vertę mažėjant

laikui, todėl theta yra neigiama. Jie neturi vertės, pasibaigus terminui. Jeigu, pavyzdžiui, theta lygi 0,07, likus vienai dienai mažiau iki termino pabaigos, pasirinkimo sandorio kaina sumažės 0,07 Eur (Cassidy et al., 2013).

Vega. Rodo kintamumo pokytį. Kintamumas gali būti dviejų tipų: statistinis ir numatomas. Statistiniu kintamumu dažnai laikomas standartinis nuokrypis, o numatomas kintamumas naudojamas įkainojant pasirinkimo sandorius – tai sandorių paklausos ir pasiūlos rodiklis. Statistinis kintamumas rodo tikrą pasirinkimo sandorio kainos pokytį per tam tikrą laikotarpį, o numatomas kintamumas rodo, investuotojo lūkesčius pasirinkimo sandorio kainai. Apskaičiuoti vega naudojami istoriniai kintamumas (Kim et al., 2014). Jį galima laikyti rizikos matu. Laikui bėgant vega mažėja, kadangi laikas didina kintamumą. Pirkimo pasirinkimo ir pardavimo pasirinkimo pirkimo sandoriai turi teigiamą vega, o pirkimo pasirinkimo ir pardavimo pasirinkimo pardavimo sandoriai turi neigiamą vega. Pavyzdžiui, jeigu pasirinkimo sandorio vega lygi 7,85, reiškia, kad kintamumui padidėjus 1 %, sandorio kaina padidės 0,785 Eur (Sinha & Johar, 2010).

Rho. Parodo pasirinkimo sandorio kainos jautrumą palūkanų normai. Kuo daugiau laiko lieka iki sandorio įvykdymo dienos, tuo jautrumas didesnis. Didėjanti palūkanų norma mažina pardavimo pasirinkimo sandorių vertę (rho neigiama) ir didina pirkimo pasirinkimo sandorių vertę (rho teigiama) (Rajanikanth & Reddy, 2015).

Toliau tyrime pasirinkimo sandorio kaina nustatoma taikant Black'o ir Scholes'o kainos nustatymo modelį ir vertinamos skirtingo tipo pasirinkimo sandorių kainų graikiškosios raidės. Siekiant įvertinti sandorio kainos jautrumą pagal Black'o ir Scholes'o modelį, analizuojami bazinio turto, sulytos kainos, nerizikingos palūkanų normos, kintamumo ir sandorio galiojimo laiko pokyčiai. Šis modelis parodo, nuo ko priklauso pasirinkimo sandorio kaina, o skirtingos graikiškosios raidės parodo pasirinkimo sandorio kainos jautrumą skirtingiems veiksniams: delta parodo jautrumą bazinio turto kainos pasikeitimams, gamma – pačios delta jautrumą bazinio turto pasikeitimams, vega rodo jautrumą laikui, theta – kintamumui, o rho parodo jautrumą nerizikingos palūkanų normos svyravimams. Prieš tai išanalizavus mokslinės literatūros šaltinius, į pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą įtraukiama ir numanomo kintamumo analizė. Numanomą kintamumą galima apskaičiuoti pačiam arba naudotis įvairiomis internete esančiomis numanomo kintamumo skaičiuoklėmis. Šiai analizei bus naudojami duomenys iš „Yahoo finance“ tinklapio. „Yahoo finance“ tinklalapyje pateikiami įvairūs pasirinkimo sandoriai, tiek pirkimo, tiek pardavimo. Greta pateikiamas ir numanomas kintamumas. Tačiau jis skaičiuojamas konkrečioms

sandoriams. Taip pat pardavimo pasirinkimo sandorių su tokiais pat rodikliais kaip pirkimo pasirinkimo „Yahoo Finance“ nėra, todėl apskaičiuotos pardavimo pasirinkimo sandorio kainos palyginti nėra su kuo ir ji nebuvo analizuojama. Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimo schema:

- 1) Statistinių duomenų analizė:
 - pasirenkamas bazinis turtas (bazinio turto komponentės pasirenkamos atsitiktinai);
- 2) Pasirinkimo sandorio kainos skaičiavimas:
 - pasirinkimo sandorio kainos skaičiavimas atliekamas remiantis Black'o ir Scholes'o modeliu;
 - skaičiavimai atlikti remiantis 2–5 formulėmis;
- 3) Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas:
 - remiantis 1 lentelėje pateiktomis formulėmis, atlikti graikiškųjų raidžių skaičiavimai;
 - interpretuoti gauti rezultatai, nustatytas pasirinkimo sandorio kainos jautrumas skirtingiems veiksniams.
- 4) Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo analizė, įvertinant numanomą kintamumą:
 - papildomai atliktas jautrumo vertinimas naudojant numanomą kintamumą (numanomo kintamumo reikšmės pateiktos „Yahoo finance“ tinklalapyje);
 - atliktas pasirinkimo sandorių kainų ir graikiškųjų raidžių palyginimas, naudojant istorinį ir numanomą kintamumą.
- 5) Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimo taikymas prekybai pasirinkimo sandoriais realiose rinkose:
 - taikomas dirbtinio intelekto algoritmas „Matlab“ programoje;
 - atskleidžiamas pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimo taikymas realiose rinkose. Ši tema plačiai analizuojama mokslinėje literatūroje, todėl magistro baigiamajame darbe tai pritaikoma praktikoje aiškiai ir suprantamai. Atskleidžiama dirbtinio intelekto taikymo pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinime nauda investuotojui.

Bazinio turto kainos prognozavimas, taikant dirbtinį intelektą „Matlab“ programoje, atliekamas remiantis „Time Series Forecasting Using Deep Learning“ modeliu. Norint prognozuoti akcijų kainas, galima „išmokyti“ neuroninį tinklą atlikti pažingsninę regresiją, kur vertės yra perkeliamos vienu žingsniu į priekį ir taip sudaroma laiko eilutė. Kiekviename žingsnyje LSTM

tinklas mokosi nuspėti sekančio žingsnio laiko eilutėje vertę. Prognozuojant kelių žingsnių vertes, naudojama tam tikra funkcija „predgetAndUpdateState“, kuri nuspėja sekanti žingsnį ir ateinančio žingsnio prognozei naudoja prieš tai atliktos prognozės vertę. „Time Series Forecasting Using Deep Learning“ modelio eiga:

Duomenų seka. Pirmiausia paimami norimi duomenys.

```
%openExample('nnet/TimeSeriesForecastingUsingDeepLearningExample')
mydata = readtable('FB.csv');
%time = table2array(mydata(:,1));
data = table2array(mydata(:, 5));
%data = chickenpox_dataset;
%data = [data{:}];

figure
plot(data)
xlabel("Month")
ylabel("Cases")
title("FB history")
```

Tuomet padalinami duomenys į tuos, kurie reikalingi mokymuisi ir testavimui. Mokomasi iš pirmųjų 90 proc. sekos duomenų ir atliekamas testavimas paskutiniams 10 proc. sekos duomenų;

```
numTimeStepsTrain = floor(0.9* numel(data));

dataTrain = data(1:numTimeStepsTrain+1)';
dataTest = data(numTimeStepsTrain+1:end)';
```

Duomenų standartizavimas. Siekiant išvengti netikslumų, reikia standartizuoti duomenis, kurie skirti mokymuisi, taip, kad jie būtų su nuliniu vidurkiu ir vieneto dispersija. Atliekant prognozę, duomenys turi būti standartizuoti naudojant tuos pačius kintamuosius kaip ir duomenims, skirtiems mokymuisi.

```
mu = mean(dataTrain);
sig = std(dataTrain);
dataTrainStandardized = (dataTrain - mu) / sig;
```

Parengiami atsakymų ir prognozės įrankiai. Tam, kad būtų atlikta akcijų kainos prognozė keliems laiko eilutės žingsniams į priekį, reikia konkretizuoti/sugrupuoti atsakymus į mokymosi sekas, kurių vertės bus perkeliamos per vieną žingsnį į priekį. Kiekviena seka etape LSTM tinklas mokosi nuspėti kito laiko žingsnio vertę. Prognozė tai yra sekos be paskutinio žingsnio.

```
XTrain = dataTrainStandardized(1:end-1);
YTrain = dataTrainStandardized(2:end);

Sukuriamas LSTM regresijos tinklas, kuris turi 200 paslėptų vienetų/sluoksnių.

numFeatures = 1;
numResponses = 1;
numHiddenUnits = 200;
```

```

layers = [ ...
    sequenceInputLayer(numFeatures)
    lstmLayer(numHiddenUnits)
    fullyConnectedLayer(numResponses)
    regressionLayer];

```

Mokymosi parametrų nustatymas. Nustatoma mokymosi apimtis iki 250, 1 žingsnis, mokymosi greitis 0,005 ir sumažinamas po 125 ciklų, padalijant iš 0,2.

```

options = trainingOptions('adam', ...
    'MaxEpochs',250, ...
    'GradientThreshold',1, ...
    'InitialLearnRate',0.005, ...
    'LearnRateSchedule','piecewise', ...
    'LearnRateDropPeriod',125, ...
    'LearnRateDropFactor',0.2, ...
    'Verbose',0, ...
    'Plots','training-progress');

```

LSTM tinklo mokymas. Atliekamas dirbtinio neuronų tinklo mokymas, taikant nurodytas mokymosi komandas.

```

net = trainNetwork(XTrain,YTrain,layers,options);

```

Ateities žingsnių prognozė. Norint prognozuoti kelių laiko žingsnių vertes ateityje, naudojama „predictAndUpdateState“ funkcija, kad būtų numatyti laiko žingsniai po vieną ir atnaujinama tinklo būsena kiekvienoje prognozėje. Toliau duomenys standartizuojami naudojant tuos pačius parametrus kaip ir mokymosi aplinkoje.

```

dataTestStandardized = (dataTest - mu) / sig;
XTest = dataTestStandardized(1:end-1);
net = predictAndUpdateState(net,XTrain);
[net,YPred] = predictAndUpdateState(net,YTrain(end));
numTimeStepsTest = numel(XTest);
for i = 2:numTimeStepsTest
    [net,YPred(:,i)] = predictAndUpdateState(net,YPred(:,i-1), 'ExecutionEnvironment','cpu');
End
YPred = sig*YPred + mu;
YTest = dataTest(2:end);
rmse = sqrt(mean((YPred-YTest).^2))

```

Tuomet gaunamas rezultatas – prognozė. Atlikus prognozę, gauti rezultatai palyginami su mokymosi rezultatais.

```

figure
plot(dataTrain(1:end-1))
hold on
idx = numTimeStepsTrain:(numTimeStepsTrain+numTimeStepsTest);
plot(idx,[data(numTimeStepsTrain) YPred],'.-')
hold off
xlabel("Month")
ylabel("Cases")
title("Forecast")
legend(["Observed" "Forecast"]);

```

Tinklo būsenos atnaujinimas, naudojant prieš tai gautas vertes. Jei galima gauti realius žingsnių laike įverčius tarp prognozių reikšmių, galima atnaujinti tinklo būseną realiomis, o ne numatytomis reikšmėmis. Tam iš naujo nustatoma tinklo būseną, naudojant funkciją „resetState“, todėl ankstesnės prognozės neturi įtakos naujų duomenų prognozėms. Prognozuojamas kiekvienas laiko eilutės žingsnis ir lyginami gauti rezultatai (4 pav.).

```

net = resetState(net);
net = predictAndUpdateState(net,XTrain);
YPred = [];
numTimeStepsTest = numel(XTest);
for i = 1:numTimeStepsTest
    [net,YPred(:,i)] =
predictAndUpdateState(net,XTest(:,i),'ExecutionEnvironment','cpu');
end
YPred = sig*YPred + mu;
rmse = sqrt(mean((YPred-YTest).^2))
figure
subplot(2,1,1)
plot(YTest)
hold on
plot(YPred,'.-')
hold off
legend(["Observed" "Predicted"])
ylabel("Cases")
title("Forecast with Updates")
subplot(2,1,2)
stem(YPred - YTest)
xlabel("Month")
ylabel("Error")
title("RMSE = " + rmse)

```

Remiantis pateikta schema, atliktas pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas, naudojant istorinį ir numanomą kintamumą, tuomet „Yahoo Finance“ tinklalapyje randamas konkretus pasirinkimo sandoris su specifiniais parametrais ir įvertinamas to sandorio kainos jautrumas skirtingiems veiksniams.

Pasirinkimo sandorių kainos skaičiavimas yra kainos jautrumo vertinimo pagrindas, graikiškųjų raidžių skaičiavimas ir interpretavimas – vertinimo esmė.

3. PASIRINKIMO SANDORIO KAINOS JAUTRUMO VERTINIMAS

Siekiant nustatyti pasirinkimo sandorio kainą pagal Black'o ir Scholes'o modelį, reikia turėti šiuos duomenis: bazinio turto kainą, sandorio galiojimo laiką, nerizikingos palūkanų normos dydį, bazinio turto kainos kintamumą ir dividendų normą (jeigu sandorio bazinis turtas yra akcija). Kainos jautrumui minėtiems veiksniams įvertinti reikalingos graikiškosios raidės: delta, gamma, tetha, vega ir rho. Tiek pasirinkimo sandorio kainą, tiek jos jautrumą vertinami remiantis realių rinkų statistiniais duomenimis, šiuo atveju JAV pasirinkimo sandorių rinkos, kuri yra didžiausia šių išvestinių finansinių priemonių rinka pasaulyje.

3.1. Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas naudojant istorinį kintamumą

Atliekant pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą, pirmiausia atsitiktinai atrenkami reikalingi kintamieji: laikotarpis (1 metai), bazinio turto kaina (šiuo atveju turimos „Apple“, „Facebook“ akcijų, kuro (RBOB), naftos (WTI) kainos, XMR/USD, LINK/USD valiutos poros, ^TNX ir ^IRX obligacijų kainos 2019 metais – tai yra 252 reikšmės), sulygta kaina (daroma prielaida, kad, suėjus terminui bazinio turto kaina bus tokia pati kaip sandorio sudarymo dieną), kintamumas.

Atlikus skaičiavimus, gautas 24,1 % metinis „Apple“ ir 27 % „Facebook“ akcijų kainos kintamumas, RBOB kainos kintamumas 69,8 %, WTI kainos kintamumas 115 %, XMR/USD valiutos kintamumas 68,8 %, LINK/USD valiutos kintamumas 34,2 %, ^TNX ir ^IRX obligacijų kintamumas atitinkamai 36,6 % ir 17,7 %.

Dar vienas reikalingas kintamasis yra nerizikinga palūkanų norma, kuria JAV rinkoje laikoma vyriausybės obligacijų 10 metų palūkanų norma – 2019 m. gruodžio 31 d. buvo lygi 2,53 %. 4 lentelėje pateikiami duomenys, reikalingi pasirinkimo sandorių kainai skaičiuoti.

4 lentelė. Duomenys pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimui

	Kaina, USD							
	Akcijos		Valiuta		Žaliavos		Obligacijos	
	AAPL	FB	XMR-USD	LINK-USD	RBOB	WTI	^TNX	^IRX
Kintamumas, proc.	24,13	27,05	69,76	114,99	68,79	34,15	36,56	17,80
Bazinio turto kaina, Eur	293,65	222,14	65,68	2,48	1,53	46,92	1,84	1,52
Sulygta kaina, Eur	293,65	222,14	65,68	2,48	1,53	46,92	1,84	1,52
Nerizikinga palūkanų norma, proc.	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53
Laikotarpis, metais	1	1	1	1	1	1	1	1

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Yahoo(2020)

Turint visus reikiamus duomenis, „Excel“ programa skaičiuojama pirkimo pasirinkimo sandorio ir pardavimo pasirinkimo sandorio kaina 2019 m. gruodžio 31 d. (žr. 8 formulę).

$$C = S_0 e^{-qt} \times N(d_1) - X e^{-rt} \times N(d_2). \quad (8)$$

Naudojant šią formulę, pirmiausia apskaičiuojami d_1 ir d_2 kintamieji. Norint gauti $N(d_1)$ ir $N(d_2)$, taikoma NORMSDIST funkcija. Funkcija EXP gaunamos e^{-qt} ir e^{-rt} reikšmės. 5 lentelėje pateikti gauti rezultatai.

5 lentelė. Pasirinkimo sandorio kainos

	Akcijos		Valiuta		Žaliavos		Obligacijos	
	AAPL	FB	XMR-USD	LINK-USD	RBOB	WTI	^TNX	^IRX
Kintamumas, proc.	24,13	27,05	69,76	114,99	68,79	34,15	36,56	17,80
Bazinio turto kaina, Eur	293,65	222,14	65,68	2,48	1,53	46,92	1,84	1,52
Sulygta kaina, Eur	293,65	222,14	65,68	2,48	1,53	46,92	1,84	1,52
Nerizikinga palūkanų norma, proc.	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53
Laikotarpis, metais	1	1	1	1	1	1	1	1
Pirkimo pasirinkimo sandorio kaina, Eur	31,67	26,48	18,52	1,10	0,42	6,89	0,29	0,13
Pardavimo pasirinkimo sandorio kaina, Eur	24,34	20,93	16,88	1,04	0,39	5,71	0,24	0,09

Šaltinis: sudaryta autorės

Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas atliekamas skaičiuojant ir interpretuojant graikiškąsias raides. Gauti rezultatai pateikiami 6 lentelėje.

6 lentelė. Pasirinkimo sandorio graikiškosios raidės

		Akcijos		Valiuta		Žaliavos		Obligacijos	
		AAPL	FB	XMR-USD	LINK-USD	RBOB	WTI	^TNX	^IRX
Delta	Pirkimo pasirinkimas	0,589	0,590	0,650	0,725	0,648	0,597	0,599	0,591
	Pardavimo pasirinkimas	-0,411	-0,410	-0,350	-0,275	-0,352	-0,403	-0,401	-0,409
Gamma	Pirkimo pasirinkimas	0,006	0,007	0,009	0,167	0,409	0,026	0,614	1,512
	Pardavimo pasirinkimas								
Tetha	Pirkimo pasirinkimas	-0,072	-0,060	-0,042	-0,003	-0,001	-0,015	0	0
	Pardavimo pasirinkimas	-0,043	-0,038	-0,035	-0,003	-0,001	-0,011	0	0
Vega	Pirkimo pasirinkimas	1,202	0,910	0,282	0,012	0,007	0,193	0,008	0,006
	Pardavimo pasirinkimas								
Rho	Pirkimo pasirinkimas	1,413	1,047	0,242	0,007	0,006	0,211	0,008	0,008
	Pardavimo pasirinkimas	-1,450	-1,119	-0,399	-0,017	-0,009	-0,246	-0,010	-0,007

Šaltinis: sudaryta autorės

AAPL akcijos pasirinkimo sandorio delta lygi 0,589, tai reiškia, kad akcijos kainai pasikeitus 1 Eur, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina pasikeičia 0,589 Eur (0,2 %) (bazinio turto kainai padidėjus, pasirinkimo sandorio kaina didėja, sumažėjus - mažėja), o bazinio turto kainai padidėjus 1 Eur pardavimo pasirinkimo kaina sumažėja 0,411 Eur (0,14 %) (bazinio turto kainai padidėjus, pasirinkimo sandorio kaina mažėja, sumažėjus – didėja). FB akcijos kainai pasikeitus 1 Eur, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina pasikeičia 0,59 Eur (0,27 %), o bazinio turto kainai padidėjus 1 Eur pardavimo pasirinkimo kaina sumažėja 0,41 Eur (0,19 %).

XMR/USD valiutų poros kainai pasikeitus 1 Eur, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina pasikeičia 0,65 Eur (1 %), o pardavimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėja 0,35 Eur (0,53 %), atitinkamai LINK/USD valiutai pabrangus arba atpigus 1 Eur, jos pirkimo pasirinkimo sandorio kaina padidėja arba atitinkamai sumažėja 0,73 Eur (29 %), o pardavimo pasirinkimo kaina sumažėja 0,28 Eur (11,27 %),

RBOB kainai pasikeitus 1 Eur, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina pasikeičia 0,648 Eur (42,51 %), o pardavimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėja 0,35 Eur (22,95 %). WTI kainai pasikeitus 1 Eur, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina pasikeičia 0,597 Eur (1,27 %), o pardavimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėja 0,40 Eur (0,86 %).

TNX obligacijų kainai išaugus 1 Eur, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina pasikeičia 0,6 Eur (32,65 %), o kainai sumažėjus 1 Eur, tokios sandorio kaina sumažėja 0,4 Eur (21,78 %). IRX

obligacijos jautrumas bazinio turto kainos pokyčiams gana panašus: pasirinkimo sandorio kainos augimas lygus 38,74 %, o mažėjimas 26,26 %.

Vidutinis pasirinkimo sandorių kainos pokytis, 20 % pasikeitus bazinio turto kainai pateikiamas 7 lentelėje.

7 lentelė. Vidutinis pasirinkimo sandorio kainos pokytis, pasikeitus bazinio turto kainai

Vidutinis pokytis, proc.			
Akcijų	Valiutos	Žaliavų	Obligacijų
0,2	10,45	16,89	29,85

Šaltinis: sudaryta autorės

Bazinio turto kainos pasikeitimams jautriausias buvo pasirinkimo sandoris sudarytas obligacijų pagrindu. Bazinio turto kainą padidinus 1 Eur obligacijų pasirinkimo sandorio kaina vidutiniškai išaugo 29,85 %. Pabrėžtina tai, kad visi pirkimo pasirinkimo sandoriai bazinio turto kainos pokyčiams buvo jautresni negu pardavimo pasirinkimo sandoriai.

Šią tendenciją galima būtų paaiškinti taip, jog investuotojai turintys teisę įsigyti bazinį turtą po metų už tam tikrą užfiksuotą kainą, jai išaugus pasinaudos sandoriu kadangi šis jiems bus itin naudingas. O štai turintiems teisę parduoti bazinį turtą tokiomis pat aplinkybėmis bus nepravartu, kadangi rinkoje išaugus bazinio turto kainai, sandorio tiesiog geriau nevykdyti ir parduoti turimą turtą rinkoje. Šiuo atveju pasirinkimo sandorių kaina jautresnė bazinio turto kainos pokyčiams tada, kai sandoriai yra pelningi.

AAPL akcijos gamma lygi 0,006, tai reiškia, kad akcijos kainai pasikeitus 1 Eur, pasirinkimo sandorio delta pasikeis 0,006. Atitinkamai išanalizavus visus rezultatus, pastebėta, kad jautriausia delta yra obligacijų pagrindu sudaryto pasirinkimo sandorio.

AAPL akcijos theta lygi -0,072, tai reiškia, kad pirkimo pasirinkimo sandorio vertė su kiekviena diena sumažėja 0,072 Eur (0,2 %), o pardavimo pasirinkimo sandorio vertė 0,043 Eur (0,14 %). Pirkimo ir pardavimo pasirinkimo sandorių vertė su kiekviena diena mažėja ne daugiau kaip 0,3 % Visų analizuojamų pasirinkimo sandorių jautrumas laikui yra labai panašus, išskyrus obligacijų pasirinkimo sandorį – atlikus vertinimą, gauti rezultatai rodo, jog obligacijų pasirinkimo sandorio vertė bėgant laikui nesikeičia.

AAPL akcijos vega lygi 1,20, tai rodo, kad akcijos kintamumui pasikeitus 1 %, pasirinkimo sandorio kaina pasikeis 1,2 Eur (padidėjus kintamumui, kaina didės, o sumažėjus – mažės) (pirkimo pasirinkimo sandorio – 3,79 %, o pardavimo pasirinkimo – 4,93 %). FB akcijų

kintamumui pasikeitus 1 %, pasirinkimo sandorio kaina pasikeis 0,91 Eur (pirkimo pasirinkimo sandorio – 3,39 %, o pardavimo pasirinkimo – 4,3 %).

XMR/USD kintamumui pasikeitus 1 %, valiutos pasirinkimo sandorio kaina keisis 0,282 Eur (pirkimo pasirinkimo sandorio – 1,52 %, o pardavimo pasirinkimo – 1,67 %), LINK/USD kintamumui pasikeitus 1 %, pasirinkimo sandorio kaina pasikeis 0,012 Eur (pirkimo pasirinkimo sandorio – 1,09 %, o pardavimo pasirinkimo – 1,15 %).

RBOB kaina keisis 0,007 Eur (pirkimo pasirinkimo sandorio – 1,66 %, o pardavimo pasirinkimo – 1,79 %), WTI kaina keisis 0,193 Eur (pirkimo pasirinkimo sandorio – 2,8 %, o pardavimo pasirinkimo – 3,38 %).

TNX obligacijų kainos lygus 0,008 Eur (pirkimo pasirinkimo sandorio – 2,75 %, o pardavimo pasirinkimo – 3,33 %), IRX – 0,006 Eur, atitinkamai 4,6 % ir 6,7 %.

Kintamumo komponentei jautriausiais galima laikyti obligacijų ir akcijų pagrindu sudarytus pasirinkimo sandorius (8 lentelė). Visi be išimties pardavimo pasirinkimo sandoriai kintamumui buvo jautresni.

8 lentelė. Vidutinis pasirinkimo sandorio kainos pokytis, pasikeitus kintamumui

Vidutinis pokytis, proc.			
Akcijų	Valiutos	Žaliavų	Obligacijų
4,1	1,36	2,41	4,35

Šaltinis: sudaryta autorės

AAPL akcijos rho lygi 1,413, galima teigti, kad nerizikingai palūkanų normai pasikeitus 1 %, akcijų pirkimo pasirinkimo sandorio kaina pasikeis 1,41 Eur (4,46 %), FB akcijų – 1,047 Eur (3,95 %), valiutos – 0,242 Eur (1,3 %) ir 0,007 Eur (0,64 %), žaliavų – 0,006 Eur (1,32 %) ir 0,211 Eur (3,06 %). Obligacijų 0,008 Eur (2,84 % ir 6,10 %).

Nerizikingai palūkanų normai padidėjus 1 %, akcijų pardavimo pasirinkimo kaina sumažės 1,45 Eur (5,96 %) (o nerizikingai palūkanų normai padidėjus 1 %, padidės 0,145 Eur), FB akcijų sumažės – 1,19 Eur (5,34 %), valiutos – 0,399 Eur (2,36%) ir 0,017 Eur (1,66 %), žaliavų – 0,009 Eur (2,39 %) ir 0,01 Eur (4,31 %). Obligacijų 0,01 Eur ir 0,007 Eur (4,05 % ir 8,01 %).

Nerizikingai palūkanų normai jautriausiais taip pat galima laikyti obligacijų ir akcijų pagrindu sudarytus pasirinkimo sandorius (9 lentelė). Visi be išimties pardavimo pasirinkimo sandoriai šiai komponentei buvo jautresni.

9 lentelė. Vidutinis pasirinkimo sandorio kainos pokytis, pasikeitus nerizikingai palūkanų normai

Vidutinis pokytis, proc.			
Akcijų	Valiutos	Žaliavų	Obligacijų
4,93	1,49	2,77	5,25

Šaltinis: sudaryta autorės

Atlikus pirminį pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą, galima daryti išvadą, kad bazinio turto kainos pokyčiams jautriausia yra obligacijų pasirinkimo sandorio kaina, į kintamumo ir nerizikingos palūkanų normos pasikeitimus labiausiai reaguoja akcijų ir obligacijų pasirinkimo sandorio kaina.

10 lentelė. Vidutinis pasirinkimo sandorio kainos jautrumas

	Jautrumas komponentei, proc.							
	AAPL	FB	XMR-USD	LINK-USD	RBOB	WTI	^TNX	^IRX
Bazinio turto kainai	0,31	0,23	0,77	20,14	32,73	1,07	27,22	32,50
Laikotarpiui	0,20	0,20	0,22	0,25	0,22	0,20	0,20	0,20
Kintamumui	4,36	3,85	1,60	1,12	1,73	3,09	3,04	5,65
Nerizikingai palūkanų normai	5,21	4,65	1,83	1,15	1,86	3,69	3,45	7,06

Šaltinis: sudaryta autorės

AAPL akcijų pasirinkimo sandorio kaina jautriausia nerizikingos palūkanų normos pasikeitimams, FB akcijų ir XMR/USD valiutos, WTI (žaliavų) sandorio kaina labiausiai reaguoja į kintamumo ir palūkanų normos pokyčius. LINK/USD valiutos pasirinkimo sandorio kaina labiausiai reaguoja į bazinio turto kainos pasikeitimus. RBOB lyginant su kito bazinio turto pagrindu sudarytų pasirinkimo sandorių kainų jautrumu, labiausiai reaguoja į visų komponentių pokyčius, išskyrus laikotarpį. TNX ir IRX obligacijų pasirinkimo sandorių jautrumas didžiausias bazinio turto kainai ir ženkliai mažiau – kintamumui ir nerizikingai palūkanų normai. Labiausiai reikėtų išskirti LINK-USD, RBOB, TNX, IRX jautrumą bazinio turto kainai – jis didžiausias lyginant su kitais.

Investuotojas prieš įsigydamas pasirinkimo sandorį, turi atkreipti dėmesį į skirtingo bazinio turto pagrindu sudaryto pasirinkimo sandorio kainos jautrumą tam tikriems veiksniams, kadangi prognozuojant bazinio turto kainos pokyčius, nerizikingos palūkanų normos pasikeitimus galima numatyti ir atitinkamus pasirinkimo sandorio kainos pasikeitimus, paskui sandorį pardavus – iš to užsidirbti arba išvengti galimų nuostolių.

Siekiant tiksliau ir išsamiau įvertinti pasirinkimo sandorio kainos jautrumą, kiekvienas kainai apskaičiuoti reikalingas kintamasis didinamas ir mažinamas 20 %. Pirmiausia 20 % padidinama bazinio turto kaina (2 priedas). Toliau pateiktose lentelėse naudojamas trumpinys pirkimo pasirinkimo sandorio – pirkimas, pardavimo pasirinkimo sandorio – pardavimas.

11 lentelė. Pasirinkimo sandorio graikiškosios raidės, keičiantis bazinio turto kainai

		AAPL			FB			^IRX		
		Esama	Nauja	Pokytis, proc.	Esama	Nauja	Pokytis, proc.	Esama	Nauja	Pokytis, proc.
	Bazinio turto kaina, Eur	293,65	352,38	20	222,14	266,57	20	1,52	1,83	20
	Pirkimas	31,67	74,30	135	26,48	58,20	120	0,13	0,36	184
	Pardavimas	24,34	8,24	-66	20,93	8,22	-61	0,09	0,02	-80
Delta	Pirkimas	0,58	0,83	42	0,59	0,82	38	0,59	0,89	51
	Pardavimas	-0,41	-0,16	-60	-0,41	-0,18	-55	-0,41	-0,10	-74
Gamma	Pirkimas	0,003	0,001	-62	0,003	0,001	-57	0,69	0,17	-75
	Pardavimas									
Tetha	Pirkimas	-3,13	-1,96	-37	-2,36	-1,55	-34	-0,02	-0,01	-30
	Pardavimas	3,67	5,72	56	2,72	4,14	52	0,02	0,04	68
Vega	Pirkimas	0,58	0,32	-46	0,45	0,27	-39	0,003	0,001	-64
	Pardavimas									
Rho	Pirkimas	1,20	0,48	-60	0,91	0,41	-55	0,01	0,002	-74
	Pardavimas	-1,45	-2,26	56	-1,07	-1,64	52	-0,008	-0,013	64

Šaltinis: sudaryta autorės

Lentelėje pateikti rezultatai parodo labiausiai į bazinio turto kainos pokyčius reagavusius pasirinkimo sandorius ir graikiškąsias raides. AAPL akcijos kainai padidėjus 20 %, o kitiems kintamiesiems nesikeičiant, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina padidėjo net 135 %, o pardavimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėjo 66 %. FB akcijų kaina padidėjo net 120 %, o pardavimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėjo 61 %. IRX obligacijų pirkimo pasirinkimo sandorio kaina šios komponentės pasikeitimui yra jautriausia - kaina pakilo 184 %, o pardavimo pasirinkimo kaina sumažėjo 80 %. Kadangi pirkimo pasirinkimo sandorio pirkėjas įgyja teisę pirkti bazinį turtą nustatytą dieną ateityje už tokią pat kainą, rinkoje išaugus to turto kainai, jis vykdys sandorį ir rinkoje galės parduoti turtą brangiau (šiuo atveju 20 % brangiau) – logiška, kad tokio sandorio kaina išauga, o pardavimo pasirinkimo sandorio turėtojai, tokia situacija nėra naudinga, išaugus bazinio turto kainai rinkoje, jis sandorio nevykdys, kadangi jam nėra naudinga parduoti turimą turtą 20 % pigiau negu galėtų parduoti rinkoje, todėl pardavimo pasirinkimo sandorio kainos išaugus bazinio turto kainoms – mažėja.

Graikiškųjų raidžių pokyčiai, bazinio turto kainai padidėjus 20 %, matomi 11 lentelėje, į atitinkamą akcijos kainos padidėjimą visos graikiškosios raidės reaguoja panašiai 34–60 %. Tai reiškia, kad padidėjus akcijos kainai rinkoje, pirkimo pasirinkimo sandorio jautrumas bazinio turto kainai padidėja 42 %. Toks sandoris su kiekviena diena nuvertėja 37 % daugiau. Atitinkamai interpretuojami visi gauti rezultatai. Nors ir nežymiai, tačiau labiausiai galima išskirti padidėjusį sandorio kainos jautrumą nerizikingos palūkanų normos pokyčiams. Bazinio turto kainai išaugus 20 %, AAPL, FB ir IRX pirkimo/pardavimo pasirinkimo sandorio jautrumas nerizikingai palūkanų normai išauga 52–74 %.

12 lentelė. Pasirinkimo sandorio graikiškosios raidės, mažėjant bazinio turto kainai

		AAPL			FB			^IRX		
		Esama	Nauja	Pokytis, proc.	Esama	Nauja	Pokytis, proc.	Esama	Nauja	Pokytis, proc.
	Bazinio turto kaina, Eur	93,65	34,92	-20	22,14	77,71	20	1,52	1,22	-20
	Pirkimas	31,67	7,23	77	26,48	7,15	73	0,13	0,02	-87
	Pardavimas	24,34	58,63	41	20,93	46,03	20	0,09	0,28	219
Delta	Pirkimas	0,59	0,24	-59	0,59	0,28	53	0,59	0,15	-74
	Pardavimas	-0,41	-0,76	84	-0,41	-0,72	7	-0,41	-0,85	107
Gamma	Pirkimas	0,003	0,006	04	0,003	0,007	5	0,69	1,59	131
	Pardavimas									
Tetha	Pirkimas	-3,13	-7,19	30	-2,3	-4,87	06	-0,02	-0,06	225
	Pardavimas	3,67	1,29	-65	2,72	1,09	60	0,02	0,01	-68
Vega	Pirkimas	0,578	0,755	1	0,446	0,558	5	0,003	0,001	-84
	Pardavimas									
Rho	Pirkimas	1,206	2,225	4	0,910	1,609	7	0,01	0,013	107
	Pardavimas	-1,450	-0,509	-65	-1,074	-0,429	-60	-0,008	-0,002	-78

Šaltinis: sudaryta autorės

Bazinio turto kainai sumažėjus 20 % (lentelė pateikiama 2 priede), AAPL akcijos pirkimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėjo tik 77 %, o pardavimo pasirinkimo padidėjo 141 %. Pirkimo pasirinkimo sandorio turėtojas įgyja teisę pirkti bazinį turtą už tam tikrą kainą, rinkoje sumažėjus bazinio turto kainai – tokio sandorio turėtojas nevykdys sandorio ir nepasinaudos teise įsigyti turtą už didesnę kainą negu tuo metu yra rinkoje, todėl tokio pasirinkimo sandorio kaina mažėja. Tačiau pardavimo pasirinkimo sandorio turėtojui bazinio turto kainos mažėjimas yra itin naudinga situacija, kadangi sandoris suteikia teisę įsigyti turtą pigiau, todėl tokio sandorio kaina išauga 141 %. Įdomu yra tai, kad 20 % padidinus bazinio turto kainą, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina padidėjo net 135 %, o pardavimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėjo 66 %, tačiau tiek pat sumažinus kainą – pirkimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėjo 77 %, o pardavimo pasirinkimo

padidėjo – 141 %. Atitinkamai į šiuos pokyčius reagavo ir FB ir obligacijos IRX sandorio kaina. Lyginant su kitais pasirinkimo sandoriais, LINK/USD valiutos pasirinkimo sandorio kaina keitėsi mažiausiai (15–31 %) bazinio turto kainai padidėjus.

Reikėtų atkreipti dėmesį ir į graikiškųjų raidžių pokyčius: akcijų kainai sumažėjus 20 %, labiausiai padidėjo AAPL, FB ir IRX jautrumas laikui, tai reiškia, kad šių sandorių kaina su kiekviena diena nuvertėja vis daugiau. Jautrumas šiai komponentei didėja 106–225 %. Obligacijos IRX pardavimo pasirinkimo sandorio kainos jautrumas bazinio turto kainos pokyčiams išaugo 107 %. Lygiai tiek pat išaugo ir pirkimo pasirinkimo sandorio kainos jautrumas ir nerizikingai palūkanų normai.

Toliau 20 % didinama sandorio sulygta kaina, o visi kiti kintamieji lieka tokie pat. Rezultatai pateikiami 13 lentelėje:

13 lentelė. Pasirinkimo sandorio graikiškosios raidės, didėjant sulygtai kainai

		AAPL			FB			^IRX		
		Esama	Nauja	Pokytis, proc.	Esama	Nauja	Pokytis, proc.	Esama	Nauja	Pokytis, proc.
	Bazinio turto kaina, Eur	293,65	352,38	20	222,14	266,57	20	1,52	0,83	20
	Pirkimas	31,67	11,85	-63	26,48	11,26	-57	0,13	0,03	-76
	Pardavimas	24,34	61,78	154	20,93	49,03	134	0,09	0,29	226
Delta	Pirkimas	0,59	0,29	-49	0,59	0,33	-44	0,59	0,21	-64
	Pardavimas	-0,41	-0,70	71	-0,41	-0,67	64	-0,41	-0,79	92
Gamma	Pirkimas	0,003	0,004	54	0,003	0,005	48	0,69	1,19	74
	Pardavimas									
Tetha	Pirkimas	-3,13	-7,20	130	-2,36	-5,01	112	-0,01	-0,05	192
	Pardavimas	3,67	1,97	-46	2,72	1,60	-41	0,02	0,01	-55
Vega	Pirkimas	0,58	0,89	54	0,45	0,66	48	0,003	0,005	74
	Pardavimas									
Rho	Pirkimas	1,21	2,47	105	0,91	1,79	97	0,006	0,01	131
	Pardavimas	-1,45	-0,78	-46	-1,07	-0,63	41	-0,008	-0,003	-62

Šaltinis: sudaryta autorės

Sulygtos kainos padidėjimas reiškia, kad pirkimo pasirinkimo sandorio savininkas įgyja teisę pirkti bazinį turtą ne už dabartinę rinkos kainą, o už 20 % didesnę (logiška, kad pirkimo pasirinkimo sandorio vertė mažėja), o pardavimo pasirinkimo – didėja, kadangi įgyjama teisė parduoti bazinį turtą brangiau nei rinkoje. Kai sulygta kaina padidėja 20 %, AAPL akcijos pirkimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėja 63 %, FB – 57 %, IRX – 76 %. O pardavimo pasirinkimo sandorio kaina atitinkamai padidėja net 154 %, 134 % ir 226 %. Sulygtos kainos didėjimui jautriausia IRX obligacijos pardavimo pasirinkimo sandorio kaina.

13 lentelėje pateikti graikiškųjų raidžių pokyčiai, sulygtą kainą padidinus 20 %, pasikeitus akcijos sulygtai kainai, labiausiai padidėjo pirkimo pasirinkimo sandorio kainos jautrumas laikotarpio pokyčiams – 130 %. 112 % išaugo FB akcijų pirkimo pasirinkimo sandorio kainos jautrumas laikotarpiui, šiai komponentei išaugo ir IRX obligacijos tos pačios rūšies pasirinkimo sandorio jautrumas (192 %). Sulygtai kainai padidėjus, šios obligacijos pirkimo pasirinkimo sandorio kainos jautrumas nerizikingai palūkanų normai augo 131 %.

Taigi, sulygtai kainai esant 20 % didesnei nei bazinio turto kaina sandorio sudarymo dieną, daugiausiai didėja sandorių kainos jautrumas laiko pokyčiams ir nerizikingos palūkanų normos pasikeitimams. Į sulygtos kainos pokytį labiausiai reaguoja IRX obligacijų pagrindu sudaryto pasirinkimo sandorio kaina.

14 lentelė. Pasirinkimo sandorio graikiškosios raidės, mažėjant sulygtai kainai

		AAPL			FB			^IRX		
		Esama	Nauja	Pokytis, proc.	Esama	Nauja	Pokytis, proc.	Esama	Nauja	Pokytis, proc.
	Bazinio turto kaina, Eur	293,65	234,92	-20	222,14	177,71	-20	1,52	1,22	-20
	Pirkimas	31,67	69,50	119	26,48	53,99	104	0,13	0,34	171
	Pardavimas	24,34	4,91	80	20,93	5,12	-76	0,09	0,01	-90
Delta	Pirkimas	0,59	0,87	48	0,59	0,85	45	0,59	0,93	57
	Pardavimas	-0,41	-0,13	-70	-0,41	-0,15	-64	-0,41	-0,07	83
Gamma	Pirkimas	0,003	0,001	-64	0,003	0,001	-58	0,69	0,14	-80
	Pardavimas									
Tetha	Pirkimas	-3,13	-1,44	-54	-2,36	-1,15	-52	-0,02	-0,01	-38
	Pardavimas	3,67	4,87	33	2,72	3,52	30	0,02	0,03	50
Vega	Pirkimas	0,58	0,21	-64	0,45	0,19	-58	0,003	0,001	-80
	Pardavimas									
Rho	Pirkimas	1,21	0,29	-76	0,91	0,26	-71	0,01	0,002	45
	Pardavimas	-1,45	-1,92	33	-1,07	-1,39	30	-0,01	-0,011	39

Šaltinis: sudaryta autorės

Sulygtai kainai sumažėjus (2 priedas), pirkimo pasirinkimo sandorio turėtojai yra itin palanku vykdyti sandorį ir įsigyti bazinį turtą už mažesnę kainą nei rinkoje, priešingai negu yra išaugus sulygtai kainai. Pardavimo pasirinkimo sandorio turėtojai naudingesnis yra sulygtos kainos didėjimas, tai rodo ir gauti rezultatai: 20 % sumažėjus AAPL akcijos pasirinkimo sandorio sulygtai kainai, sandorio kaina išaugo 119 %, o pardavimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėja 80 %. Pirkimo pasirinkimo sandorio kaina į sulygtos kainos didėjimą reagavo ne taip jautriai kaip į kainos mažėjimą, o pardavimo pasirinkimo sandorio kaina priešingai. FB akcijos pagrindu sudaryto sandorio sulygtai kainai sumažėjus 20 %, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina išaugo 104 %, nors sulygtai kainai padidėjus – sandorio kainos mažėjimas nesiekė 100 %, pardavimo pasirinkimo

sandorio kaina sumažėjo 76 %, o sulygtai kainai padidėjus – šio sandorio kaina išaugo 134 %. Tokiu pat principu keitėsi ir IRX obligacijos pasirinkimo sandorių kainos. Visų rūšių pirkimo pasirinkimo sandorių kainos jautriau reagavo į sulygtos kainos mažėjimą. Taigi, galima daryti išvadą, kad pasirinkimo sandorio kaina esant teigiamiems ir naudingiems sandorio turėtojui pasikeitimams išauga arba sumažėja daugiau negu esant nepalankiems sandorio turėtojui pasikeitimams. Graikiškosios raidės tiksliau ir išsamiau parodo pasirinkimo sandorio kainos jautrumą, todėl atliekamas tolesnis jautrumo vertinimas sulygtai kainai sumažėjus 20 % analizuojat graikiškųjų raidžių pokyčius.

Sulygtai kainai sumažėjus 20 %, keičiasi ir pasirinkimo sandorio kainos jautrumas įvairiems veiksniams, AAPL akcijos pasirinkimo sandorio sulygtai kainai sumažėjus, labiausiai sumažėja pardavimo pasirinkimo sandorio kainos jautrumas bazinio turto kainai (70 %) ir pirkimo pasirinkimo sandorio kaina nerizikingai palūkanų normai (76 %), 48 % išauga pirkimo pasirinkimo sandorio jautrumas bazinio turto kainai. FB akcijos pasirinkimo sandorio tendencijos tokios pat kaip ir AAPL.

IRX obligacijų pagrindu sudaryto pardavimo pasirinkimo sandorio jautrumas bazinio turto kainai sumažėja 83 %, nerizikingai palūkanų normai – 87 %, kintamumo komponentei – 80 %. Labiausiai išauga pirkimo pasirinkimo jautrumas bazinio turto kainai (57 %). Tuo tarpu kitų aktyvų pagrindu sudarytų sandorių kaina ir jautrumas, sumažinus sulygtą kainą, žymiai nesikeitė, todėl nėra akcentuojamas, o rezultatai pateikiami 2 priede.

Taigi, sulygtos kainos mažėjimui jautriausios yra akcijų ir obligacijų pasirinkimo sandorio kainos, o sumažėjusi sulygtą kainą lemia didėjančią pirkimo pasirinkimo sandorio kainos priklausomybę nuo bazinio turto kainos pokyčių ir mažėjančią pardavimo pasirinkimo priklausomybę nuo bazinio turto kainos. Sulygtos kainos mažėjimas tuo pačiu mažina pirkimo pasirinkimo sandorių priklausomybę nuo nerizikingos palūkanų normos. Investuotojas, prieš įsigydamas pirkimo pasirinkimo sandorį su mažesne sulygtą kainą negu bazinio turto kaina sandorio sudarymo dieną, turi atkreipti dėmesį į tai, kad tokio sandorio vertė jautriai reaguoja į bazinio turto pokyčius ir ženkliai mažiau reaguoja į nerizikingos palūkanų normos pasikeitimus negu esant didesnei arba tokiai pat sulygtai kainai kaip sandorio sudarymo dieną buvo bazinio turto kaina.

Kintamumui, nerizikingai palūkanų normai ir laikotarpiui padidėjus 20 %, nepastebėta didesnio pasirinkimo sandorio kainos mažėjimo/didėjimo negu 25 %. Sumažinus šiuos kintamuosius 20 % taip pat nefiksuojami dideli pokyčiai, todėl rezultatai plačiau nebus

analizuojami (rezultatai pateikti 2 priede). Visgi į kintamumo didėjimą jautriausiai reagavo IRX tiek pirkimo, tiek pardavimo pasirinkimo sandoris, kurio kaina išaugo 24 %, 21 % išaugo tokio sandorio jautrumas laikotarpiui. Padidinus nerizikingą palūkanų normą 20 %, labiausiai išaugo visų pirkimo/pardavimo pasirinkimo sandorio kainų jautrumas laikotarpiui (16–22%), sumažinus – priešingai, jautrumas laikotarpiui tiek pat sumažėja. Į laikotarpio didėjimą taip pat labiausiai reagavo IRX pasirinkimo, tik šį kartą pirkimo, sandorio kaina (augo 11 %). 26–31 % išaugo visų sandorių jautrumas nerizikingos palūkanų normos pokyčiams. Laikotarpį sumažinus 20 %, IRX pirkimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėjo 12 %, tuo pačiu sumažėjo ir jautrumas nerizikingai palūkanų normai (23 %).

Pavyzdžiui, IRX obligacijų sandorį turintis investuotojas privalo atkreipti dėmesį į tai, kad tokio sandorio kaina jautri kintamumo didėjimui ir tai yra ne tik rizika, tačiau ir puiki galimybė apsaugoti nuo kintamumo pasikeitimų ir iš to uždirbti pardavus pasirinkimo sandorį išaugus jo vertei dėl kintamumo didėjimo.

Nerizikingai palūkanų normai ir laikotarpiui padidėjus bei sumažėjus 20 %, nepastebėta didelių pasikeitimų, nors pirminis pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimas parodė, kad daugumos pasirinkimo sandorių kaina jautriausia būtent palūkanų normos pokyčiams.

Atlikus pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą, galima daryti išvadą, kad tai yra naudinga investuotojui ir gali padėti priimti tinkamus investicinius sprendimus. Pirminio pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimo metu išsiaiškinta, kad AAPL akcijų pasirinkimo sandorio kaina jautriausia nerizikingai palūkanų normai, FB akcijų ir XMR/USD valiutos sandorio kainos – taip pat nerizikingai palūkanų normai. RBOB žaliavų sandorio kaina jautriausia bazinio turto kainos pasikeitimams, WTI – nerizikingos palūkanų normos svyravimams, tiek TNX, tiek IRX obligacijų pagrindu sudarytų pasirinkimo sandorių kaina jautriausia bazinio turto kainos svyravimams. Rezultatus pateikiant horizontaliai, kintamumui jautriausia IRX sandorio kaina, bazinio turto kainos pokyčiams jautriausios IRX, RBOB, TNX, LINK/USD sandorių kainos, nerizikingai palūkanų normai taip pat IRX, laikotarpiui – LINK/USD.

Gauti rezultatai rodo, kad pasirinkimo sandorio kaina stipriai priklauso nuo bazinio turto kainos ir sulytos kainos, kurią nustato sandorio pardavėjas, padidinus arba sumažinus pasirinkimo sandorio sulytą kainą ir bazinio turto kainą 20 %, pasirinkimo sandorio kainos vidutiniškai keitėsi 72 % ir 66 %, o jautrumas visoms komponentėms vidutiniškai pasikeičia 47 % ir 35 %. Nerizikingos palūkanų normos, kintamumui ir laikotarpiui nei vieno pasirinkimo sandorio kaina nepasirodė itin jautri ir kito vidutiniškai mažiau negu 20 %. Taigi, pasirinkimo sandoris, kurio

sulygta kaina yra tokia pati kaip ir bazinio turto kaina sandorio sudarymo dieną, yra mažiau jautresnis bazinio turto kainos, kintamumo, nerizikingos palūkanų normos pasikeitimams, todėl prieš renkant pasirinkimo sandorį ir žinant, kokių tikslų (spekuliavimo, rizikos valdymo ir kt.), privalu atsižvelgti į sandorio sulygtą kainą, nes tai gali lemti, ar investicija bus naudinga (spekuliavimo tikslais – didesnis jautrumas gali būti ypač naudingas).

Mokslinės literatūros analizė atskleidė problemą, kad remiantis istoriniu kintamumu negalima spręsti apie būsimus bazinio turto kainų pokyčius. Gautų rezultatų tikslinimui būtina įvertinti ir numanomą kintamumą.

3.2. Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas naudojant numanomą kintamumą

Atliekama tik „Apple“ ir „Facebook“ akcijų pagrindu sudarytų pirkimo pasirinkimo sandorių kainos analizė, įtraukiant numanomą kintamumą. „Yahoo finance“ tinklalapyje pateikiama šio bazinio turto pagrindu sudarytų pasirinkimo sandorių informacija, kitų magistro baigiamajame darbe nagrinėtų sandorių nėra dėl duomenų trūkumo. Tačiau atliktų skaičiavimų su APPL ir FB akcijų kainomis ir kitais duomenimis užtenka, kadangi atsiskleidžia aiški ir ryški tendencija.

2020 03 20 d. pirkimo pasirinkimo sandorio, kurio sulygta kaina lygi 75 Eur, trukmė 10 mėn., t.y. 0,83 metų. Numanomas kintamumas 69,92 %, tokio sandorio kaina – 156 Eur. AAPL akcijos kaina kovo 20 d. buvo lygi 229,24 Eur. Atlikus skaičiavimus „Excel“ programoje gauta sandorio kaina lygi 154,89 Eur (istorinis kintamumas – 23 %), šiek tiek mažesnė negu „Yahoo Finance“, tačiau normalu, kadangi nėra žinoma, kokių būdu skaičiuota sandorio kaina ir koks kintamumas – istorinis ar numanomas (ir kokių būdu buvo skaičiuotas numanomas kintamumas).

69,92 % numanomas kintamumas reiškia, kad rinkos dalyvių/investuotojų nuomone akcijų kaina, pasibaigus pasirinkimo sandorio terminui, svyruos 69,92 % intervale: nuo 68,95 Eur iki 389,52 Eur. Investuotojai tikisi, kad AAPL akcijos kaina keisis 160,28 Eur, tačiau numanomas kintamumas neparodo, kokia kryptimi gali keistis akcijos kaina. Šio sandorio kaina lygi 156 Eur, kas yra artima numanomiems akcijos kainos pasikeitimams.

Atsižvelgiant į istorinį kintamumą, kuris lygus 23 %, pasirinkimo sandorio kaina gali atrodyti nesuprantamai didelė, o numanomas kintamumas beveik trigubai didesnis. Remiantis tik istoriniu kintamumu, daroma prielaida, kad akcijų kaina po metų svyruos intervale nuo 58,73 Eur iki 281,97 Eur., tačiau realūs investuotojų lūkesčiai intervalą gerokai padidina.

15 lentelė. AAPL pasirinkimo sandorio kainos, naudojant istorinį ir numanomą kintamumą, pokytis

	Esama	Nauja	Pokytis, proc.
Bazinio turto kaina, Eur	229,24	229,24	0
Sulygta kaina, Eur	75,00	75,00	0
Kintamumas, proc.	23	69,92	204
Nerizikinga palūkanų norma, proc.	1,05	1,05	0
Laikotarpis, metais	0,83	0,83	0
Pirkimo pasirinkimo sandorio kaina, Eur	154,89	155,51	0,40
Delta	1,00	0,96	-4,17
Gamma	0,0000001	0,0003707	624876,96
Tetha	-48,73	-0,15	-99,68
Vega	0,0000059	0,11	1899829,96
Rho	0,0000017	0,03	1532530,71

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Yahoo...2020

Kintamumui padidėjus 204 %, sandorio kaina išaugo tik 0,4 %. Galima daryti prielaidą, kad pasirinkimo sandorio kaina pasikeitė tiek nedaug, nes sandorio kaina nėra jautri kintamumo komponentės pokyčiams. Prieš tai atliktame tyrime, AAPL akcijos kaina buvo jautriausia nerizikingai palūkanų normai, o ne kintamumui. Pastebimai sumažėjo tik jautrumas laikotarpiui. Kuo didesnis kintamumas, tuo didesnė tikimybė pasipelnėti iš sandorio kainos svyravimų. Kadangi tai pirkimo pasirinkimo sandoris, akcijos kainai stipriai išaugus, sandorio galima nevykdyti – pardavėjui toks sandoris naudingas. Akcijų kainai stipriai sumažėjus, pirkimo pasirinkimo sandorio pirkėjui toks sandoris bus itin pelningas. Galima daryti prielaidą, kad esant aukštesniam kintamumui, sandorio jautrumas laikotarpiui yra mažesnis, t.y. su kiekviena diena sandoris nuvertėja mažiau. Tikėtina, kad taip yra dėl to, kad bazinio turto kaina stipriai svyruoja ir tai reiškia didesnę tikimybę abiem sandorio pusėms, kad sandoris bus pelningas.

Jautrumo pokyčiai nėra dideli, kadangi jautrumas prieš tai nebuvo žymus, pasikeitus kintamumui – taip pat nėra didelio pokyčio, tačiau procentiniai pokyčiai gali atrodyti dideli.

„Facebook“ akcijų kaina analizuojamu laikotarpiu buvo 157,13 Eur, terminas – 11 mėnesių ir 8 dienos (0,95 metų), sulygta kaina 145 Eur. Istorinis kintamumas 27 %, tokio sandorio kaina, remiantis skaičiavimu lygi 23,86 Eur, o „Yahoo tinklalapyje“ tokio pasirinkimo sandorio kaina – 29,65 Eur. Investuotojų nuomone, „Facebook“ akcijos kaina po metų gali svyruoti tarp 93,45 Eur ir 220,81 Eur, kadangi numanomas kintamumas – 40,53 %.

Apskaičiavus pasirinkimo sandorio kainą su numanomu kintamumu vietoje istorinio – sandorio kaina iš karto priartėja prie „Yahoo“ tinklalapyje nurodytos kainos ir yra lygi 30,92 Eur. 16 lentelėje toliau pateikiami gauti rezultatai, leidžiantys palyginti pasirinkimo sandorio kainos pokytį, atlikus skaičiavimus su numanomu kintamumu ir istoriniu.

16 lentelė. FB pasirinkimo sandorio kainos, naudojant istorinį ir numanomą kintamumą, pokytis

	Esama	Nauja	Pokytis, proc.
Bazinio turto kaina, Eur	157,13	157,13	0
Sulygta kaina, Eur	145,00	145,00	0
Kintamumas, proc.	27,05	40,53	50,11
Nerizikinga palūkanų norma, proc.	1,05	1,05	0
Laikotarpis, metais	0,95	0,95	0
Pirkimo pasirinkimo sandorio kaina, Eur	23,43	30,92	31,98
Delta	0,68	0,67	-2,36
Gamma	0,00	0,00	-22,09
Tetha	-0,54	-0,56	2,95
Vega	0,26	0,30	16,96
Rho	0,46	0,49	5,05

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Yahoo...2020

Pirkimo pasirinkimo sandorio kaina, skaičiuojant su numanomu kintamumu, išauga 31,98 % ir yra lygi 30,92 Eur. Taip pat 16 lentelėje galima pastebėti ir kai kuriuos kainos jautrumo pokyčius, tačiau jie tikrai nežymūs.

Įvertinus AAPL ir FB akcijų pagrindu sudarytų pasirinkimo sandorių kainos jautrumo pokyčius, pakeitus istorinio kintamumo komponentę į numanomo kintamumo, pastebėta, kad numanomas kintamumas daugiausiai lėmė pasirinkimo sandorio kainų pokyčius, jautrumas beveik nepasikeitė (procentine išraiška gali pasirodyti nemažai, tačiau absoliutūs skaičiai pasikeitė nežymiai). Galima daryti prielaidą, jog pasirinkimo sandorio kainos jautrumui numanomas kintamumas beveik neturi įtakos. Norint padaryti išvadas, reikia atlikti platesnius mokslinius ir praktinius tyrimus tam, kad būtų pastebėta ir patvirtinta tikslesnė tendencija.

Šie abu pavyzdžiai aiškiai parodo, kad pasirinkimo sandorio kaina, atlikus skaičiavimus su numanomu kintamumu, yra didesnė negu su istoriniu kintamumu tiek kiek šio sandorio kaina yra jautri kintamumo svyravimams, tačiau sandorio kainos jautrumas kitiems veiksniams beveik nepasikeitė. Numanomas kintamumas visiškai skiriasi nuo istorinio ir įrodo, kad būsimieji akcijų kainos pasikeitimai nepriklauso nuo prieš tai buvusių pokyčių. Pritariant teorinėje numanomo ir istorinio kintamumo analizėje nagrinėtų mokslinių šaltinių autorių nuomonei, galima teigti, kad numanomas kintamumas tikrai turi būti įvertinamas atliekant pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą (kadangi pasirinkimo sandorio kaina stipriai reaguoja į kintamumo pasikeitimą).

3.3. Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimo nauda prekybai pasirinkimo sandoriais realiose rinkose

Pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimas yra plačiai analizuojamas mokslinėje literatūroje, taip pat jis gali būti sėkmingai pritaikomas ir praktikoje. Sėkmingam tokio vertinimo atlikimui gali puikiai pasitarnauti technologijos, nors informacijos apie tai trūksta. Pasak teorinėje darbo dalyje nagrinėtų autorių, jautrumo vertinimui galioja būti naudinga dirbtinio intelekto technologija. Šioje darbo dalyje teoriniai aspektai atskleidžiami praktikoje. Šiuo atveju naudojama pirkimo pasirinkimo sandorio kaina „Facebook“ akcijų pagrindu:

17 lentelė. Pasirinkimo sandorio kainos kintamieji

Kintamasis	Reikšmė
Bazinio turto kaina, Eur	303,91
Sulygta kaina, Eur	120
Dienos iki sandorio termino	35
Nerizikinga palūkanų norma, proc.	0,74
Kintamumas (numanomas), proc.	162

Šaltinis: Yahoo...2020

2020-08-27 „Facebook“ akcijos kaina buvo lygi 303,91 Eur, pasirinkimo sandoris sudarytas iki 2020-10-16, sulygta kaina 120 Eur (pirkimo pasirinkimo sandoris, esant sulygtai kainai 120 Eur, suteikia teisę įsigyti FB akciją už 120 Eur po 35 dienų, kai sandorio sudarymo dieną, akcijos kaina buvo lygi 303,91 Eur. Tikimasi, kad akcijų kaina kris), terminas 35 dienos, nerizikinga palūkanų norma – 0,74 %, numanomas kintamumas 162 % (rinkos dalyviai tikisi, kad akcijų kaina keisi 162 %). Tokio pirkimo pasirinkimo sandorio kaina 184,16 Eur. Taip pat gauti graikiškųjų raidžių rezultatai:

18 lentelė. Pasirinkimo sandorio kaina ir graikiškosios raidės

Graikiškoji raidė	Reikšmė
Delta	0,982
Gamma	0
Vega	0,041
Theta	-0,097
Rho	0,109

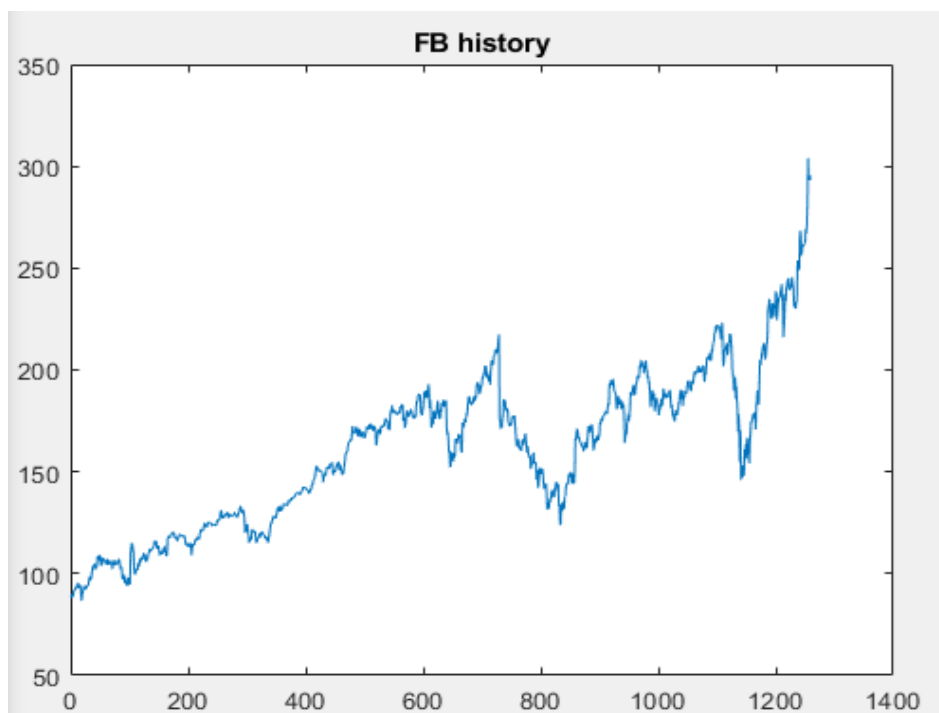
Šaltinis: sudaryta autorės

Matoma, kad FB akcijų pagrindu sudaryto pirkimo pasirinkimo sandorio kaina jautriausia bazinio turto kainos pokyčiams. Delta lygi 0,982. Tai reiškia, jog bazinio turto kainai pasikeitus 1 Eur, pasirinkimo sandorio pasikeičia 0,982 Eur. Taigi, investuotojas atlikęs pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą ir žinodamas, į kokius pokyčius labiausiai reaguoja sandorio kaina, gali atlikti FB akcijų kainos prognozę. Kuo didesnis pasirinkimo sandorio kainos jautrumas, tuo didesnę pelną gali gauti investuotojas, siekiant spekuliuoti kainos šuoliais.

Atsižvelgiant į prieš tai pateiktą FB akcijos pagrindu sudarytą pasirinkimo sandorį, galima daryti išvadą, kad sandorio kaina labiausiai pasikeis keičiantis FB akcijų kainai. Į tokį sandorį palanku investuoti tik tada, jeigu prognozuojamas FB akcijų kainos augimas. Sandorio pabaigos terminas 2020-10-16. Todėl reikia atlikti akcijų kainos prognozę artimiausiam laikotarpiui.

Investuotojui tai padės priimti sprendimą, ar verta investuoti į šį analizuojamą sandorį. Šiam tikslui pasiekti reikalingi paskutinių 5 metų FB akcijų kainos istoriniai duomenys. Akcijų kainos prognozė atliekama „Matlab“ programa, naudojant dirbtinio intelekto algoritmą (angl. deep learning), trumpalaikės-ilgalaikės atminties dirbtinį pasikartojantį neuroninį tinklą (LSTM).

Toliau pateikiami grafiniai „Facebook“ akcijų kainos istoriniai duomenys (4 pav.). Privalu atkreipti dėmesį, jog grafike pavaizduojamos akcijų kainos per 5 paskutinius prekybos metus kasdien (apytiksliai 1300 prekybos dienų).



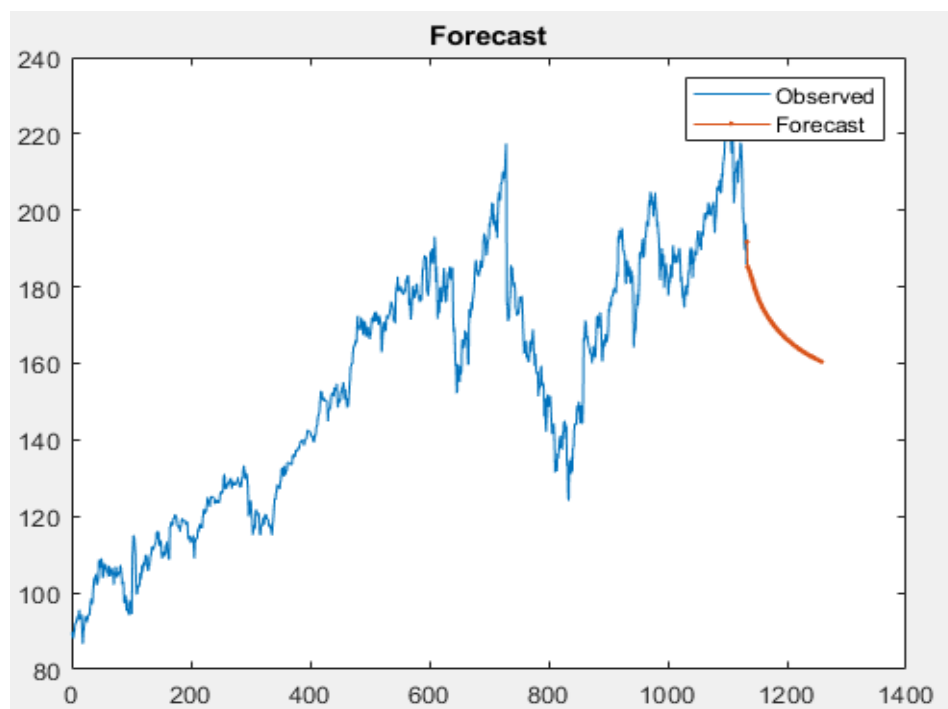
4 pav. 2015 – 2020 m. „Facebook“ akcijų kainos istoriniai duomenys

šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Yahoo ...2020

Nuo 2015 m. šių akcijų kaina nuolat ir sparčiai augo, per visą laikotarpį nefiksuojamas akcijų kainos kritimas iki pradinio lygio. Šiuo metu FB akcijų kaina pasiekusi aukščiausią tašką (4 pav., kuriame x ašis – laikotarpis mėnesiais, y ašis – akcijų kaina eurai). 2020-09-11 akcijų kaina lygi 266,61 Eur, o 2015-09-11 buvo lygi 186,46 Eur (akcijų kaina per 5 metus išaugo net 42 %).

Akcijų kainai išaugus 1 Eur, pasirinkimo sandorio kaina išauga 0,982 Eur. Investuotojas norėdamas įsigyti minėtą pirkimo pasirinkimo sandorį, turi sumokėti sandorio premiją, kurią gaus pardavėjas, nepriklausomai nuo to, ar sandoris įvyks. Sandorio kaina šiuo metu 184,16 Eur. Siekiant bent jau nepatirti nuostolio, įsigijus tokį sandorį – akcijų kaina turi mažiausiai išaugti 0,25 Eur iki termino pabaigos. Akcijų kainai išaugus daugiau – pelnas tik augs.

Taikant dirbtinio intelekto algoritmą atliekama FB akcijų kainos prognozė artimiausiam laikotarpiui (5 pav., kuriame x ašis – laikotarpis mėnesiais, y ašis – akcijų kaina eurai).



5 pav. „Facebook“ akcijų kainos prognozė

šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Yahoo ...2020

Prognozuojamas akcijų kainos kritimas iki ~ 160 Eur, kas bet kuriuo atveju reiškia nuostolį, siekiant spekuliuoti pasirinkimo sandorio kaina. FB akcijų kainai nukritus iki 160 Eur, pasibaigus sandorio terminui, pirkimo pasirinkimo sandorio savininkui suteikta teisė įsigyti sandorį už 120

Eur, būtų visiškai nepalanku pasinaudoti. Kadangi akciją galima įsigyti už 120 Eur ir rinkoje parduoti už 160 Eur, atėmus sumokėtą sandorio premiją, gaunamas nuostolis. Toks sandoris nebus vykdomas.

Atlikus realiose rinkose egzistuojančio pasirinkimo sandorio, sudaryto FB akcijų pagrindu kainos jautrumo vertinimą, prieita išvados, kad tokio sandorio kaina jautriausia bazinio turto kainos svyravimams. Investuotojas, svarstydamas, ar įsigyti šį sandorį, turėtų daugiausiai dėmesio skirti būtent šiam kintamajam ir įvertinti galimus svyravimus ateityje. Konkrečiu atveju gauta FB akcijų kainos kritimo prognozė, kas nepriklausomai nuo to, kokio dydžio prognozuojamas kritimas, bet kuriuo atveju reikš nuostolį įsigijusiam tokį sandorį. Remiantis atliktu jautrumo vertinimu, akcijų kainai sumažėjus 1 Eur, pasirinkimo sandorio kaina iš karto krenta apie 0,982 Eur.

Numanomas kintamumas visiškai skiriasi nuo istorinio ir įrodo, kad būsimieji akcijų kainos pasikeitimai nepriklauso nuo prieš tai buvusių pokyčių. Pritariant teorinėje numanomo ir istorinio kintamumo analizėje nagrinėtų mokslinių šaltinių autorių nuomonei, galima teigti, kad numanomas kintamumas neabejotinai turi įtakos pasirinkimo sandorio kainai. Tačiau daroma prielaida, jog pasirinkimo sandorio kainos jautrumui kitiems veiksniams – numanomas kintamumas beveik neturi įtakos. Norint padaryti išvadas, reikia atlikti platesnius mokslinius ir praktinius tyrimus tam, kad būtų pastebėta ir patvirtinta tikslesnė tendencija. Akcijų kainos prognozei atlikti, gali būti pasitelkiama „Matlab“ programa ir sėkmingai pritaikytas dirbtinio intelekto prognozavimo algoritmas.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1) Remiantis išnagrinėta mokslinė literatūra, galima daryti išvadą, kad pasirinkimo sandorių įvairovė yra gana didelė. Svarbiausia pasirinkti tinkamiausią atsižvelgiant į siekiamą rezultatą. Pasirinkimo sandorių pagrindinės charakteristikos gali labai skirtis priklausomai nuo sandorio rūšies arba tipo.

Atlikus mokslinės literatūros analizę, padaryta išvada, kad tyrimų apie istorinį ir numanomą kintamumą nustatant pasirinkimo sandorių kainą trūksta. Taip pat trūksta informacijos, paremtos skaičiavimais, kuri aiškiai palygina pasirinkimo sandorių kainos skaičiavimą keičiant istorinį kintamumą numanomu. Mokslinės literatūros šaltiniuose, kuriuose nagrinėjama ši tema, numanomam kintamumui įvertinti, dažniausiai, naudojamas dirbtinis intelektas. Atlikti tyrimai parodė, jog dirbtinis intelektas naudinga technologija, kuri gali būti sėkmingai naudojama siekiant spekuliuoti pasirinkimo sandoriais. Tačiau vienareikšmiškai galima sutikti, jog tai atviras klausimas, reikalaujantis išsamesnių tyrimų ir analizės tam, kad būtų patvirtintos arba paneigtos mokslininkų darbuose iškeltos hipotezės apie numanomo kintamumo analizės svarbą pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimui ir dirbtinio intelekto technologijos taikymui šioje srityje.

2) Išanalizavus pasirinkimo sandorio kainos nustatymo teorinius aspektus, galima teigti, kad tai yra svarbiausias pasirinkimo sandorio kintamasis, kuriam apskaičiuoti yra tinkamiausias Black'o ir Scholes'o kainos nustatymo modelis. Būtent šis modelis moksliniuose šaltiniuose yra daugiausiai analizuojamas ir laikomas tinkamiausiu modeliu pasirinkimo sandorio kainai nustatyti. O kainos jautrumas tam tikriems veiksniams turi būti įvertinamas graikiškosiomis raidėmis. Kainos jautrumo vertinimas yra puiki galimybė pelningai investuoti, kadangi tinkama šių veiksnių pokyčių prognozė ir žinojimas, kiek tai paveiks pasirinkimo sandorio kainą, leidžia tuo spekuliuoti.

3) Ištyrus pasirinkimo sandorių rinkas, išsiaiškinta, kad pasirinkimo sandoriai yra populiari finansinė priemonė visame pasaulyje, jais prekiaujama Europos, JAV, Azijos išvestinių finansinių priemonių biržose, tačiau didžiausia prekyba pasirinkimo sandoriais vyksta būtent JAV rinkoje. Atliktas pasirinkimo sandorių rinkų tyrimas buvo būtinas tolimesniam tyrimui, vertinant pasirinkimo sandorių kainos jautrumą.

4) Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimo metu išsiaiškinta, kad bazinio turto kainos pokyčiams jautriausias buvo pasirinkimo sandoris sudarytas obligacijų pagrindu. Į kintamumo ir nerizikingos palūkanų normos pasikeitimus labiausiai reaguoja akcijų ir obligacijų pasirinkimo sandorio kaina. Laikotarpiui nei vieno pasirinkimo sandorio kaina nepasirodė itin

jautri ir kito vidutiniškai mažiau negu 1 %. Padidinus arba sumažinus pasirinkimo sandorio bazinio turto kainą 20 %, pasirinkimo sandorio kainos ir jautrumas vidutiniškai keitėsi 71 %. O 20 % pasikeitus sulygtai kainai – 72 % (jautrumas – 69 %). Tiek į kintamumo, nerizikingos palūkanų normos ir laikotarpio pokyčius sandorių kainos reagavo ženkliai mažiau – ne daugiau negu 20 %. Pasirinkimo sandorio kaina stipriai priklauso nuo bazinio turto kainos ir sulygtos kainos, kurią nustato sandorio pardavėjas. Pasirinkimo sandoris, kurio sulygta kaina yra tokia pati kaip ir bazinio turto kaina sandorio sudarymo dieną, yra mažiau jautresnis kintamumo, nerizikingos palūkanų normos pasikeitimams.

Atlikta „Apple“ ir „Facebook“ akcijų pagrindu sudarytų pirkimo pasirinkimo sandorių kainos analizė, įtraukiant numanomą kintamumą, parodė, kad pasirinkimo sandorio kaina atlikus skaičiavimus su numanomu kintamumu, yra didesnė negu su istoriniu kintamumu tiek kiek šio sandorio kaina yra jautri kintamumo svyravimams.

5) Atlikus realiose rinkose egzistuojančio pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą, prieita prie išvados, kad tokio sandorio kaina jautriausia bazinio turto kainos svyravimams. Investuotojas, svarstydamas, ar įsigyti šį sandorį, turėtų daugiausiai dėmesio skirti būtent šiam kintamajam ir įvertinti galimus svyravimus ateityje. Konkrečiu atveju gauta akcijų kainos kritimo prognozė, kas nepriklausomai nuo to, kokio dydžio prognozuojamas kritimas, bet kuriuo atveju reikš nuostolį įsigijusiam tokį sandorį. Atliktas pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas klientui suteikia naudingos informacijos ir gali padėti priimti investavimo sprendimą.



PASIŪLYMAI

Remiantis atliktu tyrimu: investuotojas turėdamas spekuliacinių tikslų gali įsigyti pirkimo pasirinkimo sandorius, sudarytus obligacijų pagrindu, nes obligacijų kainai išaugus 1 Eur, pasirinkimo sandorio kaina vidutiniškai augo 30 %. Prognozuojant bazinio turto kainos didėjimą, rekomenduojama investuoti į obligacijų pagrindu sudarytą pirkimo pasirinkimo sandorį (obligacijų kainai išaugus 1 Eur, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina išauga 184 Eur). Jeigu tikimasi, kad obligacijų kaina mažės, rekomenduojama investuoti į pardavimo pasirinkimo sandorį (obligacijų kainai sumažėjus 1 Eur, pardavimo pasirinkimo sandorio kaina išauga 219 Eur).

Prognozuojant investuotojų lūkesčių (numanomo kintamumo) dėl bazinio turto kainos pokyčius, rekomenduojama investuoti į obligacijų pasirinkimo sandorį (kintamumui pasikeitus 1 %, tiek pirkimo, tiek pardavimo sandorio kaina išaugo 24 %). Pavyzdžiui, IRX obligacijų sandorį turintis investuotojas privalo atkreipti dėmesį į tai, kad tokio sandorio kaina jautri kintamumo didėjimui, ir tai yra ne tik rizika, tačiau ir puiki galimybė apsisaugoti nuo kintamumo pasikeitimų ir iš to uždirbti pardavus pasirinkimo sandorį, išaugus jo vertei dėl kintamumo didėjimo. Jeigu tikimasi, kad keisis nerizikinga palūkanų norma – taip pat rekomenduojama investuoti į akcijų ir obligacijų pasirinkimo sandorį.

Siekiant spekuliuoti pasirinkimo sandoriais, patartina rinktis akcijų arba obligacijų pasirinkimo sandorius, kadangi jų kaina yra jautri daugeliui veiksnių, žinoma, sėkmė priklauso nuo teisingos tų veiksnių pokyčių prognozės. Siekiant išvengti rizikos – akcijų ir obligacijų pasirinkimo sandoris nebūtų teisingas pasirinkimas.

Prieš renkant pasirinkimo sandorį ir žinant, koku tikslu (spekuliaciniam, rizikos valdymo ir kt.), privalu atlikti pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą. Toks vertinimas leidžia išsiaiškinti, į kurio veiksnio pasikeitimus labiausiai reaguoja pasirinkimo sandorio kaina. Tuomet reikia atlikti to veiksnio prognozę ir įvertinti galimą pelną arba nuostolį.



LITERATŪROS SĄRAŠAS

- 13 Week Treasury Bill. (2020). Yahoo Finance. Gauta
<https://finance.yahoo.com/quote/%5EIRX?p=^IRX&.tsrc=fin-srch>
- About Cboe Global Markets. (2018). Chicago Board Options Exchange. Gauta
<http://www.cboe.com/aboutcboe>
- Aleknevičienė, V. (2005). Finansai ir kreditas. Vilnius: Enciklopedija. 272 p.
- AlphaQuery. (2020). Amazon.com, Inc. Implied volatility. Gauta
<https://www.alphaquery.com/stock/AMZN/volatility-option-statistics/180-day/iv-mean>
- Amadeo, K. (2020). Derivatives, What Their Risks and Rewards. Gauta
<https://www.thebalance.com/what-are-derivatives-3305833>
- Amornwattana, S., Enkem D., Dagli, C.H. (2007). A hybrid option pricing model using a neural network for estimating volatility. International Journal of General Systems, 36(5).
<https://doi.org/10.1080/03081070701210303>
- Anoruo, E., Murthy, V. (2016). An examination of the REIT return–implied volatility relation: A frequency domain approach, Journal of Economics and Finance. Springer; Academy of Economics and Finance. 41(3): 581–94. <https://doi.org/10.1007/s12197-016-9378-2>
- Anton, S. G. (2016). Risk management with financial derivatives: empirical evidence from romanian financial firms. Annals of the University of Oradea, Economic Science Series, 25(2), 336-342. Gauta
https://www.researchgate.net/publication/340770188_Risk_Management_With_Financial_Derivatives_Empirical_Evidence_From_Romanian_Non-Financial_Firms
- Apple Inc. (2020). Yahoo Finance. Gauta
<https://finance.yahoo.com/quote/AAPL?p=AAPL&.tsrc=fin-srch>
- Arya, A., Mittendorf, B., Sudbury, A. (2015). Forward contracting and incentives for disclosure. Review of Accounting Studies, 20(3), 1093-1121. DOI: 10.1007/s11142-015-9328-9
- Bellalah, M. (2014). Derivatives, Risk Management and Value. World Scientific Publishing.
- Bendob, A., Bentouir, N. (2019). Options Pricing by Monte Carlo Simulation, Binomial Tree and BMS Model: a comparative study of Nifty50 options index. Journal of Banking and Financial Economics. 1(11): 79–95. DOI: 10.7172/2353-6845.jbfe.2019.1.4

- Bilson, J.F.O., Kang, B.S., L, H. (2015). The term structure of implied dividend yields and expected returns. *Economics Letters*. 128: 9-13. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2015.01.003>
- Blanco, I., Wehrheim, D. (2017). The bright side of financial derivatives: Options trading and firm innovation. *Journal of Financial Economics*, (125) 99–119. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2017.04.004>
- Cao, J., Chen, J., Hull, J. (2019). A Neural Network Approach to Understanding Implied Volatility Movements. Joseph L. Rotman School of Management University of Toronto. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3288067>
- Cassidy, D. T., Hamp, M. J., Ouyed, R. (2013). Log Student's t-distribution-based option sensitivities: Greeks for the Gosset formula. *Quantitive Finance*, 8(13), 1289-1302. <https://doi.org/10.1080/14697688.2012.744087>
- CBOE Annual Reports. (2004-2016). Gauta <http://www.cboe.com/aboutcboe/annual-reports>
- Chainlink USD. (2020). Yahoo Finance. Gauta <https://finance.yahoo.com/quote/LINK-USD?p=LINK-USD&.tsrc=fin-srch>
- Chen, H. Y., Lee, C. F. (2008). *Handbook of Quantitative Finance and Risk Management*. Rutgers University, and Weikang Shih, Rutgers University, USA.
- Chisholm, A. M. (2010). *Derivatives Demystified: A Step-By-Step Guide to Forwards, Futures, Swaps and Options*. John Willey & Sons.
- Chui, M. (2016). Derivatives markets, products and participants: an overview. IFC Bulletin No 35. Gauta <https://www.bis.org/ifc/publ/ifcb35a.pdf>
- Coelho, Felcy R., Reddy, Y.V. (2017). Applicability of Black-Scholes and Black's Option Pricing Models in Indian Derivatives Market. *IUP Journal of Financial Risk Management*, 14(2), 61-69. Gauta
- Crude Oil WTI. (2020). Investing. Gauta <https://www.investing.com/commodities/crude-oil-contracts>
- Dejanovski, A. (2014). The Role and Importance of the Options as a Unstandardized Financial Derivatives. *TEM Journal*, 3(1), 81-87. Gauta https://www.researchgate.net/publication/312922105_The_Role_and_Importance_of_the_Options_as_a_Unstandardized_Financial_Derivatives

- Diehl, K. A. (2017). Can Variable Prepaid Forward Contracts' Settlement Dates Be Extended Without Having to Recognize Gain? *Journal of Taxation & Regulation of Financial Institutions*, 30(4), 55-58.
- Donohoe, M. P. (2015). Financial Derivatives in Corporate Tax Avoidance: A Conceptual Perspective. *JATA*, 37(1), 37-68. <https://doi.org/10.2308/atax-50907>
- Edeki, O. S., Ugbebor, O., Owoloko, A. (2015). Analytical Solutions of the Black–Scholes Pricing Model for European Option Valuation via a Projected Differential Transformation Method. *Entropy*, 2(17), 7510-7521. DOI: 10.3390/e17117510
- Eurex Monthly Statistics. (2020). Gauta http://www.eurexchange.com/blob/3398066/9a7fc1c30310c908e6c17bbeda5dd2ad/data/monthlystat_201804.pdf
- Euronext Historical Data. (2018). Euronext. Gauta <https://www.euronext.com/en/market-data/products/historical-data>
- Facebook, Inc. Yahoo (2020). Finance. Gauta <https://finance.yahoo.com/quote/FB?p=FB&.tsrc=fin-srch>
- Feunou, B., Okou, C. (2019). Good Volatility, Bad Volatility, and Option Pricing. *Journal of financial and quantitative analysis*. 54(2): 695-727. <https://doi.org/10.1017/S0022109018000777>
- Funk, R. J., Hirschman, D. (2014). Derivatives and Deregulation: Financial Innovation and the Demise of Glass–Steagall. *Administrative Science Quarterly*, 56(4), 669-704. <https://doi.org/10.1177/0001839214554830>
- Gheorghe, C., Iona-Cristina, S. (2012). A study on financial derivative worldwide transactions - futures contracts. *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series*, 21(1), 35-40.
- Goodman, T., Neamtiu, M., Zhang, F. (2018). Fundamental Analysis and Option Returns. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 33(1), 72-97. <https://doi.org/10.1177/0148558X17733593>
- Grigoriou, A. (2010). Modeling the non-linear behaviour of option price deviations from the Black Scholes model. *Journal of Economic Studies*, 1(37), 25-35. <https://doi.org/10.1108/01443581011012243>

- Guo, B., Han, Q., Lin, H. (2018). Are there gains from using information over the surface of implied volatilities? *Journal of Futures Markets*. 38(6). <https://doi.org/10.1002/fut.21903>
- Hawkes, D. (2019). Against Financial Derivatives: Towards an Ethics of Representation. *Journal of Interdisciplinary Economics*. 31(2): 165-182. <https://doi.org/10.1177/0260107918812535>
- Helfenstein, S. (2017). Back – to – Basics: A Short Primer on Option Pricing Models and the DLOM. A professional development journal for the consulting disciplines.
- Hill, J. (2019). FinTech and the Remaking of Financial Institutions. School of Management, Marist College, Town of Poughkeepsie, NY, United States. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813497-9.00012-3>
- Huang, H., Wang, K., Wang, Z. (2016). A test of efficiency for the S&P 500 index option market using the generalized spectrum method. *Journal of Banking and Finance*. 64(C):52–70. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2015.11.007>
- Hull, J. (2015). *Options, Futures and Other Derivatives*. Pearson.
- Your market place of choice. (2018). Eurex. Gauta <http://www.eurexchange.com/exchange-en/about-us>
- Išvestinių finansinių sandorių aprašas. (2018). Gauta <https://www.seb.lt/sites/default/files/PDF/IFP-sandoriu-aprasas.pdf>
- Jarrow, R. (2014). *Financial Derivatives Pricing: Selected Works of Robert Jarrow*.
- Jiang, I. M., Lo, C., Karathanasopoulos, A., Skindilas, K. (2017). A risk control tool for foreign financial activities. *Journal of Asset Management*, 18(4), 269-294. <https://doi.org/10.1057/s41260-016-0023-6>
- Juneja, S. (2013). Understanding the greeks and their use to measure risk. *International Journal of Research in Management*, 3(10), 2231-5756.
- Juozapavičienė, A. (2013). *Išvestiniai instrumentai tarptautinėse finansų rinkose*. Kaunas: Technologija.
- Jurėnas, V. (2015). Išvestinės finansinės priemonės – ką verta žinoti. *Investuok*. Gauta <https://investuokakademija.wordpress.com/2014/08/08/isvestines-finansines-priemones-ka-verta-zinoti/>
- Kancerevyčius, G. (2009). *Finansai ir investicijos*. Smaltijos Leidykla. Kaunas.

- Kasilingam, R. (2012). Financial derivatives. Pondicherry University.
- Kim, Y., Bae, H.O., Koo, H.K. (2014). Option pricing and Greeks via a moving least square meshfree method. *Quantitative Finance*, 10(14), 1753-1764. <https://doi.org/10.1080/14697688.2013.845686>
- Kolb, W.R., Overdahl, J.A. (2010). Financial Derivatives: Pricing and Risk Management. John Wiley & Sons.
- Kornel, T. (2014). The effect of derivative financial instruments on bank risks, relevance and faithful representation: evidence from banks in hungary. *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series*, 23(1), 698-706.
- Lee, C. F., Chen, Y., Lee, J. (2016). Alternative methods to derive option pricing models: review and comparison. *Quantitative Finance*, 8(47), 417-451. <https://doi.org/10.1007/s11156-015-0505-5>
- Lee, M.K., & Yang, S.J., & Kim, J.H. (2017). Pricing vulnerable options with constant elasticity of variance versus stochastic elasticity of variance. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 51(1), 233-247.
- Lesmana, D. C., Wang, S. (2017). A numerical scheme for pricing american options with transaction costs under a jump diffusion process. *Journal of industrial and management optimization*, 4(13), 1793-1813. <https://doi.org/10.3934/jimo.2017019>
- Li, M., Wang, X., Sun, F. (2019). Pricing of Proactive Hedging European Option with Dynamic Discrete Position Strategy. *Discrete Dynamics in Nature and Society*. <https://doi.org/10.1155/2019/1070873>
- Liu, S., Oosterlee, C. W., Bohte, S.M. (2019). Pricing options and computing implied volatilities using neural networks. *Risks*. 7(16). <https://doi.org/10.3390/risks7010016>
- Mayo, H. B. (2013). Investments: An Introduction. International Student Edition. Thomson South – Western.
- Malliaris, M., Salchenberger, L.M. (1996). Using neural networks to forecast the S&P 100 implied volatility. *Management Science Departament, Loyola University Chicago, USA*, 10(1996), 183-195. [https://doi.org/10.1016/0925-2312\(95\)00019-4](https://doi.org/10.1016/0925-2312(95)00019-4)
- Martinkutė, R. (2006). Investavimo strategijų portfelio parinkimas ir valdymas. Daktaro disertacija.

- Martinkutė-Kaulienė, R. (2013). Sensitivity of option contracts. *Verslas: Teorija ir Praktika*, 14(2), 157-165. <https://doi.org/10.3846/btp.2013.17>
- Martinova, A. (2013). Option value calculation affected components. *Regional Formation & Development Studies*, 11, 146-154. <http://dx.doi.org/10.15181/rfds.v11i3.617>
- Melvin, T. (2017). Gold is not a 21st Century Investment. *Modern Trader*, 538, 34-35.
- Monero USD. (2020). Yahoo Finance. Gauta <https://finance.yahoo.com/quote/XMR-USD?p=XMR-USD&.tsrc=fin-srch>
- Mostafa, F., Dillon, T., Chang, E. (2015). Computational Intelligence Approach to Capturing the Implied Volatility. Dept. of Computer Science and IT, La Trobe University, Australia, 89-95.
- Murauskaitė, L. (2011). Egzotinių opcijų vertinimo specifika. Magistro baigiamasis darbas.
- Nandy, S., Chattopadhyay, A. (2014). Impact of Introducing Different Financial Derivative Instruments in India on Its Stock Market Volatility. *Paradigm*, 18 (2), 135-153. <https://doi.org/10.1177/0971890714558704>
- Narwal, K.P., Chhabra, P. (2018). An insight of implied volatility Vis-a-Vis its informational efficiency, association with underlying assets and spillovers effects. *Asian Journal of Management*. 9(2). <https://doi.org/10.5958/2321-5763.2018.00153.1>
- Nwozo, C. R., Fadugba, S.E. (2014). On the Accuracy of Binomial Model for the Valuation of Standard Options with Dividend Yield in the Context of Black-Scholes Model. *International Journal of Applied Mathematics*, 44(1), 33-44.
- OCC Annual Volume and Open Interest Statistics. (2019). Gauta <https://www.theocc.com/webapps/historical-volume-query>
- Park, D., Kim, J. (2015). Financial Derivatives Usage and Monetary Policy Transmission: Evidence from Korean Firm-level Data. *Global Economic Review*, 44(1), 101-115. <https://doi.org/10.1080/1226508X.2015.1012093>
- Passarelli, D. (2012). Trading option Greeks: How time, volatility, and other pricing factors drive profits. Bloomberg Press, 2 edition.
- Paunovic, J. (2014). Options, Greeks, and risk management. *Singidunum Journal of Applied Sciences*, 11(1), 74-83. <https://doi.org/10.5937/sjas11-5820>

- Percheklii, D. (2014). Comparison between implied and historical volatility forecasts: Evidence from the Russian stock market. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of MA in Economic Analysis, Kyiv School of Economics.
- Plikynas, D., Daniušis, P. (2010). Kompiuterinis intelektas ir daugiaagentės sistemos socialinių mokslų srityje. Verslo ir vadybos akademija. Vilnius.
- Rajanikanth, C., Reddy, E. L. (2015). Analysis of Price Using Black Scholes and Greek Letters in Derivative European Option Market. *International Journal of Research in Management, Science & Technology*, 3(1), 34-37.
- RBOB Gasoline Apr 20. (2020). Yahoo Finance. Gauta <https://finance.yahoo.com/quote/RB=F?p=RB=F&.tsrc=fin-srch>
- Rutkauskas, A. V., Stankevičius, P. (2006). Investicinių sprendimų valdymas. Vilnius.
- Sahoo, A. (2016). Pattern of Corporate Hedging Through Financial Derivatives in Non-Financial Companies of India. *Journal of Commerce & Management Thought*, 7(3), 444-477.
- Saravanan, S., Kumar, G.P. (2012). Estimation of Stock Option Prices Using Black-Scholes Model. *International Journal of Research in Management*, 2(11), 2231-5756.
- Shaikh, I. , Padhi, P. (2016). On the relationship between implied volatility index and equity index returns. *Journal of Economic Studies*. 43(1):27–47. <https://doi.org/10.1108/JES-12-2013-0198>
- Sindair, E. (2010). *Option Trading : Pricing and Volatility Strategies and Techniques*. John Wiley & Sons.
- Sinha, P., Johar, A. (2010). Hedging greeks for a portfolio of options using linear and quadratic programming. *The Journal of Prediction Markets*, 4 (1), 17-26. <https://doi.org/10.5750/jpm.v4i1.471>
- Siriopoulos, C., Fassas, A. (2009). Implied Volatility Indices – A Review. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1421202>
- Song, L., Wang, W. (2013). Solution of the Fractional Black-Scholes Option Pricing Model by Finite Difference Method. *Hindawi Publishing Corporation Abstract and Applied Analysis*, 10 p. <https://doi.org/10.1155/2013/194286>
- Stehlikova, B. (2015). Black-Scholes model: Greeks - sensitivity analysis. *International Journal of Research in Management*, 1(3), 2100-2113.

- Sūdžius, V. (2011). Finansinių priemonių ir paslaugų rinkodara: principai ir praktika. Vilnius: Technika.
- Svishchuk, A.V. (2013). Modeling And Pricing Of Swaps For Financial And Energy Markets With Stochastic Volatilities. Hackensack, New Jersey: World Scientific.
- Szpiro, G. (2011). Pricing the Future. Ingram: New York.
- Treasury Yield 10 Years. (2020). Yahoo Finance. Gauta <https://finance.yahoo.com/quote/%5ETNX?p=^TNX&.tsrc=fin-srch>
- Valakevičius, E. (2008). Investavimas finansų rinkose. Kaunas: Technologija.
- Viswanathan, T., Sriram, R., Mukherejee, P. (2019). Efficiency of Indian Option Market: Estimation of Future Market Volatility Using Implied Volatility. SDMIMD Journal of Management. 10(1). <https://doi.org/10.18311/sdmimd/2019/23183>
- Walling, J., Moore, C. (2010). Does Black-Scholes Overvalue Early Stage Company Allocations. Business Valuation, 16(1), 16-31.
- Wang, X. (2019). Pricing of European Currency Options with Uncertain Exchange Rate and Stochastic Interest Rates. Discrete Dynamics in Nature and Society. <https://doi.org/10.1155/2019/2548592>
- We are Euronext. (2018). Euronext. Gauta <https://www.euronext.com/en/we-are-euronext>
- What is OCC. (2020). Option Clearing corporation. Gauta <https://www.theocc.com/about/corporate-information/what-is-occ.jsp>
- Xu, S., Yang, Y. (2013). Fractional Black-Scholes Model and Technical Analysis of Stock Price. Hindawi Publishing Corporation Journal of Applied Mathematics, 7 p. <https://doi.org/10.1155/2013/631795>
- Xu, X., Xie, X. (2013). On Derivations of Black-Scholes Greek Letters. Research Journal of Finance and Accounting, 6(4), 80-84.
- Yahoo Finance. 2020. Facebook stocks. Historical Data. Gauta: <https://finance.yahoo.com/quote/FB201016C00120000?p=FB201016C00120000>
- Time Series Forecasting Using Deep Learning. Matlab. Gauta: <https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ug/time-series-forecasting-using-deep-learning.html>

Sharda, R., Delena, D., Turban, E. (2017). Business Intelligence, Analytics, and Data Science: A Managerial Perspective (4th Edition). Pearson.

Skyrius, R. (2013). Verslo informacija: poreikiai ir tenkinimo keliai. Vilniaus universiteto leidykla.

What is Artificial Intellingence. 2020. Gauta: <https://builtin.com/artifiacial-intelligence>



Economics and management
Ekonomika ir vadyba

PASIRINKIMO SANDORIŲ KAINOS JAUTRUMO VERTINIMAS

Viktorija SODAUNYKAITĖ^{*}, Raimonda MARTINKUTĖ-KAULIENĖ

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

Gauta 2019 m. vasario 26 d.; priimta 2020 m. vasario 5 d.

Santrauka. Dėl finansų inžinerijos atsiradusios išvestinės finansinės priemonės kasdien vis labiau populiarėja. Rinkoms tampa labiau nenusipėjamoms, įmonės ir individualūs investuotojai vis dažniau naudoja šias priemones rizikai ir įsipareigojimams valdyti, bei investicijų grąžai didinti. Sudarant bet kurį sandorį, svarbiausias aspektas – sandorio kaina, nes nuo jos priklauso finansinis sandorio rezultatas. Ne išimtis ir pasirinkimo sandoriai. Kiekvieno atveju pasirinkimo sandorio kaina priklauso nuo daugelio veiksnių, kuriuos sunku apibrėžti ir numatyti iš anksto. Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas leidžia nustatyti, nuo ko ir kaip priklauso pasirinkimo sandorio kaina. Tai žinodamas investuotojas gali valdyti pasirinkimo sandorių riziką. Straipsnio tikslas – remiantis mokslinės literatūros šaltiniais ir realiais rinkos duomenimis, įvertinti skirtingų pasirinkimo sandorių kainos jautrumą rinkos veiksniams. Tyrimui atlikti taikomas Black-Scholes pasirinkimo sandorių kainodaros modelis, sandorių kainos jautrumui nustatyti ir vertinti apskaičiuojamos ir analizuojamos graikiškųjų raidžių reikšmės. Atlikus tyrimą paaiškėjo, kad bazinio turto kainos pokyčiams, kintamumo ir nerizikingos palūkanų normos pokyčiams jautriausia yra valiutos pasirinkimo sandorio kaina, o laikui jautriausia yra aukso pasirinkimo sandorio kaina (nors teoriškai auksas ilgą laikotarpį puikiai išsaugo savo vertę). Žinant, kurioms komponentėms tam tikras pasirinkimo sandoris yra jautrus ir sugebant prognozuoti tų komponentių pokyčius, galima numatyti pasirinkimo sandorio kainos pokyčius ir išvengti papildomos rizikos.

Reikšminiai žodžiai: pasirinkimo sandoris, kainos jautrumas, graikiškosios raidės, Black-Scholes modelis, išvestinė finansinė priemonė.

Išvadas

Rinkoms tampa labiau nenusipėjamoms, įmonės ir individualūs investuotojai rizikai ir įsipareigojimams valdyti, investicijų grąžai didinti vis dažniau naudoja išvestines finansines priemones. Ateities, būsimieji, pasirinkimo ir apskaitinio sandoriai dažnai naudojami tiek įmonių, tiek individualių investuotojų, kurie siekia apsaugoti nuo nepalankių valiutos, palūkanų normos, akcijų ir kito turto kainų svyravimų, naudodami išvestines finansines priemones, kurios leidžia sudaryti sandorius norimam baziniam turtui dabartinėmis rinkos kainomis. Išvestinė finansinė priemonė laikoma toks vertybinis popierius, kurio vertė priklauso nuo bazinio turto vertės (Chui, 2016; Dejanovski, 2014; Helfenstein, 2017; Juozapavičienė, 2013; Kancerevyčius, 2009; Valakevičius, 2008). Tai finansiniai sandoriai, kurių vertė nustatoma iš rinkos finansinių priemonių kainos tam tikru laiku (akcijų, obligacijų, valiutos, prekių ir pan.).

Anton (2016), Sahoo (2016) bei Jiang ir kt. (2017) atlikti tyrimai parodė, kad vakarų šalyse išvestinės finansinės priemonės tapo svarbiausia įmonių rizikos valdymo dalimi. Park ir Kim (2015) atlikti tyrimai parodė, kad rizikos valdymas, naudojant pasirinkimo sandorius, turi teigiamą įtaką įmonių įsipareigojimams. Išvestinės finansinės priemonės padeda įmonėms valdyti savo įsipareigojimus ir padidinti investicijų grąžą. Nandy ir Chattopadhyay (2014) savo darbe teigia, kad išvestinės finansinės priemonės buvo sukurtos būtent rizikai valdyti. Pagrindinis jų tikslas – apsaugoti nuo nepalankaus tam tikro turto kainų kitimo ateityje. Augantis rinkos kintamumas lėmė šių priemonių atsiradimą, nes jos suteikia platesnių rizikos valdymo galimybių įmonėms ir investuotojams, skatina ekonomikos augimą, mažina kapitalo formavimo sąnaudas, paskirsto riziką. Kornel (2014) atliko tyrimą, kuris parodė, kad bankų veikloje taip pat naudojamos išvestinės finansinės priemonės, jos padeda sumažinti valiutos ir palūkanų normos riziką. Tyrimas taip pat atskleidė

^{*}Autorius susirašinėti. El. paštas viktorija.sodaunykaitė@stud.vgtu.lt

© 2020 Straipsnio autoriai. Leidėjas VGTU leidykla „Technika“.

Šis straipsnis yra atvirosios prieigos straipsnis, turintis Kūrybinių bendrųjų (Creative Commons) licenciją (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), kuri leidžia neribotą straipsnio ar jo dalių panaudą su privaloma sąlyga nurodyti autorių ir pirminį šaltinį.

apskaitos problema – apskaitos standartai atsilieka nuo šių priemonių plitimo greičio, sunku pritaikyti ir pakeisti apskaitos standartus, nes išvestinės priemonės yra sudėtingos. Donohoe (2015) atlikti tyrimai parodė, kad išvestinės priemonės turi ne tik teigiamą įtaką pasaulio ekonomikai. Pasak Aleknevičienės (2005), Helfenstein (2017) bei Coelho ir Reddy (2017), išvestinės finansinės priemonės padeda perkelti riziką nuo tų, kurie jos nepageidauja, tiems, kurie norėtų rizikuoti. Šiomis priemonėmis spekuliaciniai rinkos sandoriai tapo labiau kontroliuojami. Jos taip pat padeda didinti santaupas ir investicijų grąžą ilguoju laikotarpiu. Dėl šių priežasčių jos pastaruoju metu tampa vis populiareesnės ir labiau naudojamos.

Lietuvių autoriai Rutkauskas ir Stankevičius (2006), Valakevičius (2008), Kancerevyčius (2009), Sūdžius (2011) ir užsienio autoriai Chui (2016), Dejanovski (2017), Helfenstein (2017), Anton (2016), Sahoo (2016) bei Jiang ir kt. (2017), Hull (2015) ir daugelis kitų moksliniuose darbuose analizuoja išvestines finansines priemones, daugiausia pasirinkimo sandorius. Ši išvestinė priemonė laikoma plačiausiai naudojama dėl savo privalumų, lyginant su kitomis priemonėmis: toks sandoris leidžia uždirbti neribotą pelną iš anksto žinant galimą nuostolį, o naudojant ateities ir būsimuosius sandorius galima patirti neribotą nuostolį. Sudarydamas pasirinkimo sandorį, investuotojas iš anksto žino, kokią pinigų sumą gali prarasti. Dar vienas privalumas tas, kad pasirinkimo sandoris įvykdomas tik klientui pageidaujant. Tai vienintelė išvestinė priemonė, kuri suteikia teisę rinktis, ar sandoris bus vykdomas. Pasirinkimo sandoriai gali būti plačiai naudojami tiek įmonių, tiek individualių investuotojų. Šie sandoriai naudojami spekuliacijai (bandymas atspėti būsimą bazinio turto kainą), apsidraudimui nuo tam tikro turto kainos svyravimų (rizikai valdyti), darbuotojams skatinti ir dėl šių priežasčių verta plačiau analizuoti ir daugiausia dėmesio skirti būtent šiai išvestinei finansinei priemonei.

Siekiant tinkamai išnaudoti šios išvestinės priemonės galimybes ir sėkmingai dalyvauti prekyboje, privalu suprasti, kas yra ir nuo ko priklauso pasirinkimo sandorio kainos svyravimai. Pasirinkimo sandorio kaina yra svarbiausias sandorio aspektas, tačiau jis itin sudėtingai įvertinamas. Problema ta, kad labai sudėtinga įvertinti kainos jautrumą tam tikriems veiksniams, nes jie yra sunkiai apibrėžiami, labiausiai dėl kintamumo komponentės. Nors tam yra sukurta įvairių pasirinkimo sandorių kainų nustatymo modelių, jie paremti prielaidomis, kurios dažnai neatitinka realybės. Kiekvienas, norintis sėkmingai investuoti į šią išvestinę finansinę priemonę, turi suprasti, nuo kokių veiksnių priklauso pasirinkimo sandorio kaina.

Straipsnio tikslas – remiantis mokslinės literatūros šaltiniais ir realiais rinkos duomenimis, įvertinti pasirinkimo sandorių kainos jautrumą. Šiam tikslui keliami tokie uždaviniai:

1. Pateikti pasirinkimo sandorių teorinius aspektus išvestinių finansinių priemonių kontekste, atliekant mokslinės literatūros šaltinių analizę.
2. Išanalizuoti pasirinkimo sandorių kainos nustatymo teorinius aspektus, Black-Scholes pasirinkimo sandorių kainos nustatymo modelį ir graikiškąsias raides.

3. Remiantis statistiniais duomenimis įvertinti pasirinkimo sandorių kainas ir jų jautrumą skirtingiems veiksniams.

1. Pasirinkimo sandorių kainos ir jai darančių veiksnių analizė

Investuojant į pasirinkimo sandorius, pelną lemia sandorių kaina, kuri priklauso nuo daugelio veiksnių ir nuolat kinta. Kadangi tai yra suma, kurią investuotojas sumoka iš anksto, be galimybės atgauti, privalu žinoti, kas lemia rizikos premijos dydį ir ar rizika verta galimybės užsidirbti. Pasirinkimo sandorio kaina yra premija, kurią sandorio pirkėjas moka pardavėjui. Pasirinkimo sandorių kaina pagrindinis kintamasis, o šio kintamojo nustatymas – svarbiausias etapas, formuojant investavimo strategiją. Pasirinkimo sandorio kainą (premią) sudaro dvi dalys: vidinė vertė ir laiko vertė (Hull, 2015). Chisholm (2010), Hull (2015), Lee ir kt. (2016) bei Helfenstein (2017) teigia, kad vidinė pasirinkimo sandorio vertė priklauso nuo bazinio turto rinkos kainos, sulytos kainos (kaina, kuria sutaria parduoti bazinį turtą) ir palūkanų normos, o laiko vertė priklauso nuo sandorio galiojimo laiko ir bazinio turto kintamumo. Pasirinkimo sandoriai laikomi pelningais, jeigu jų vidinė vertė didesnė už nulį, nepelningais pasirinkimo sandoriais laikomi tie, kurie neturi vidinės vertės, tačiau tokie sandoriai niekada nebus įvykdyti, nes tai būtų nuostolinga. Taip pat gali būti rinkos vertės sandoriai – tie, kurių sulygtą kainą yra lygi bazinio turto kainai rinkoje. Jie neduos jokio pelno, nes sandorio pirkėjas turi teisę pirkti bazinį turtą už tokią pačią kainą kaip ir rinkoje (sandorio turėtojo patirtas nuostolis bus lygus sumokėtai premijai už įgytą teisę). Pelningi pirkimo pasirinkimo sandoriai yra tokie sandoriai, kurių sulygtą kainą mažesnę už bazinio turto kainą rinkoje. Jie generuos pelną, kadangi sandorio pirkėjas turi teisę įsigyti bazinį turtą už mažesnę kainą negu rinkoje ir iš karto įvykdęs sandorį, nes tą bazinį turtą rinkos kaina. Tačiau privalu pabrėžti, kad pelnas bus gautas tuo atveju, jeigu sumokėta pirkimo ar pardavimo pasirinkimo premija bus mažesnė už bazinio turto kainos padidėjimą (pardavimo pasirinkimo sandoriams) arba mažėjimą (pirkimo pasirinkimo sandoriams). Su nepelningais pirkimo pasirinkimo sandoriais susiduriama tada, kai bazinio turto rinkos kaina mažesnė už sulygtąją kainą ir sandorio neverta įgyvendinti.

Pasirinkimo sandorio kaina taip pat priklauso nuo laiko. Net ir tada, kai pasirinkimo sandoris vidinės vertės neturi, jis vis dar turi vertę – laiko vertę, už kurią ir mokama premija. Tai yra laikas, per kurį gali būti įgyvendintas sandoris. Laiko vertė atspindi tikimybę, kad pasirinkimo sandorio vidinė vertė per tą laiką pasikeis ir jis taps pelningas. Pasirinkimo sandorio kaina yra funkcija, priklausanti nuo pasirinkimo sandorio kainos parametrų (Bellalah, 2014):

$$C = f(S, X, T, r, \sigma), \quad (1)$$

čia: S – bazinio turto rinkos kaina; X – pasirinkimo sandorio sulygtą kaina; T – sandorio galiojimo laikas; r – nerizikinga palūkanų norma; σ – bazinio turto kainos kintamumas.

Aptarti pasirinkimo sandorio kainos parametrai sudaro sandorio laiko vertę. Pasirinkimo sandorio vertė, kai jis termino pabaigoje yra pelningas, yra pasirinkimo sandorio tikroji vertė. Pirkimo pasirinkimo sandorio tikroji vertė yra $\max[S-X]$ arba nieko. Pardavimo pasirinkimo sandorio tikroji vertė yra $\max[X-S]$ arba nieko (Hull, 2015).

Moksliniuose darbuose (Chisholm, 2010; Bellalah, 2014; Hull, 2015; Lee et al., 2016; Goodman et al., 2018; Helfenstein, 2017) išskiriami tokie pagrindiniai veiksniai, turintys įtakos pasirinkimo sandorio kainai:

- 1) **bazinio turto rinkos kaina (S)**;
- 2) **sulygta kaina (X)** – kaina, už kurią susitariama pirkti arba parduoti bazinį turtą tam tikrą dieną arba iki jos;
- 3) **nerizikinga palūkanų norma (r)** – veiksnys, kuris lemia pasirinkimo sandorio kainą netiesiogiai. Didėjant palūkanų normai rinkoje, yra tikimybė, kad didės ir bazinio turto kaina rinkoje;
- 4) **bazinio turto kainos kintamumas (σ)** – visada yra tikimybė, kad bazinio turto kaina keisis sandorio galiojimo metu;
- 5) **sandorio galiojimo laikas (T)**. Pasirinkimo sandorio kaina kinta priklausomai nuo šių veiksnių. Pasirinkimo kaina yra svarbiausias ir sudėtingai įvertinamas kintamasis, šiai problemai išspręsti yra sukurta įvairių pasirinkimo sandorių kainos nustatymo modelių.

Akivaizdu, kad, renkantis pasirinkimo sandorį, svarbiausias kriterijus – jo kaina, nes būtent sumokėta rizikos premija pirkimo pasirinkimo arba pardavimo pasirinkimo sandorio pirkėjui reiškia didžiausią galimą nuostolį, pardavėjui – didžiausią galimą pelną. O kainos jautrumas bazinio turto kainos, sulygtos kainos, kintamumo, laikotarpio ir nerizikingos palūkanų normos pasikeitimams yra puiki galimybė pelningai investuoti, nes tinkama šių veiksnių pokyčių prognozė ir žinojimas, kiek tai paveiks pasirinkimo sandorio kainą, leidžia tuo spekuliuoti. Todėl kiekvienas, siekiantis spekuliacinio, apsidraudimo arba rizikos valdymo tikslais sėkmingai pasinaudoti šia išvestine finansine priemone, turi suprasti, nuo ko priklauso ir kaip apskaičiuojama pasirinkimo sandorio kaina. Jo kaina išreiškiama kaip funkcija, priklausanti nuo bazinio turto rinkos kainos, sulygtos kainos, nerizikingos palūkanų normos, bazinio turto rinkos kainos kintamumo ir sandorio galiojimo laiko. Pasirinkimo sandorio vertę sudaro tikroji vertė termino pabaigoje ir laiko vertė, jei terminas dar nepasibaigęs. Laiko vertė yra didesnė, jei terminas ilgesnis, ir atvirkščiai. Yra sukurta įvairių pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modelių, tačiau čia kyla dar viena problema – visi modeliai paremti prielaidomis, kurios realybėje neegzistuoja.

2. Black-Scholes pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modelio koncepcija

1973 m. Black ir Scholes sukūrė patį populiariausią ir svarbiausią modelį pasirinkimo sandorių kainai (Nwozo ir Fadugba, 2014). Šis pasirinkimo sandorių įkainojimo

modelis yra visuotinai pripažintas ir plačiai taikomas europietiško tipo pasirinkimo sandorių kainai nustatyti.

Matematinė pirminio Black-Scholes modelio išraiška pateikta formulėse:

$$C = S_0 e^{-qt} \times N(d_1) - X e^{-rt} \times N(d_2); \quad (2)$$

$$P = X e^{-rt} \times N(-d_2) - S_0 e^{-qt} \times N(-d_1); \quad (3)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{X}\right) + t\left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{t}}; \quad (4)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}; \quad (5)$$

čia: C – europietiškojo pirkimo pasirinkimo sandorio vertė; P – europietiškojo pardavimo pasirinkimo sandorio vertė; S – akcijos einamoji kaina; X – sulygta kaina; t – pasirinkimo sandorio galiojimo laikas; r – nerizikinga palūkanų norma; q – dividendų norma; σ – bazinio turto kainos kintamumas; N_1 , N_2 – normaliojo pasiskirstymo funkcijos.

Autoriai (Bellalah, 2014; Edeki et al., 2015; Helfenstein, 2017; Lee et al., 2016; Sinclair, 2010; Jarrow, 2014; Gregoriou, 2010; Coelho ir kt., 2017; Kancerevyčius, 2009; Aleknevičienė, 2005; Hull, 2015) teigia, kad modelis paremtas keliomis prielaidomis: nėra arbitražinių sandorių galimybių, komisinių ir kitų mokesčių, bazinio sandorio turto grąža pasiskirsčiusi pagal normalųjį skirstinį, nerizikinga palūkanų norma bei kintamumas yra pastovūs dydys visą pasirinkimo sandorio galiojimo laiką ir yra vienodo dydžio bet kokios trukmės sandoriui. Prielaida, kad kintamumas yra pastovus dydis, kelia daug sunkumų nustatant pasirinkimo sandorio kainą, nes realybėje to nėra. Atsižvelgiant į tai, Black-Scholes modelis yra vienas dažniausiai taikomų modelių pasirinkimo sandorio kainai nustatyti, jis laikomas naudingu tiek teoriškai, tiek praktiškai (Edeki et al., 2015). Pasak Gregoriou (2010), viena iš pagrindinių prielaidų ta, kad nėra komisinių ir kitų mokesčių. Pastaruoju metu mokslinėje literatūroje daug dėmesio skiriama šiai prielaidai ir jos įtakai pasirinkimo sandorių kainai tirti. Tyrimai rodo, kad bazinio turto kaina padidėja proporcingai, atsižvelgiant į prekybos išlaidas.

Jarrow (2014), Walling ir Moore (2010), Nwozo ir Fadugba (2014) darbuose teigiama, kad Black-Scholes pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modelis grindžiamas šiomis prielaidomis: rinkos yra konkurencingos, nėra arbitražinių sandorių galimybių, komisinių bei kitų mokesčių, bazinio sandorio turto grąža pasiskirsčiusi pagal normalųjį skirstinį, nerizikinga palūkanų norma yra pastovus dydis visą pasirinkimo sandorio galiojimo laiką ir yra vienodo dydžio bet kokios trukmės sandoriui. Lesmana ir Wang (2017) atlikti tyrimai parodė, kad šios prielaidos neatitinka realybės ir kintamumas nėra pastovus dydis. Šiai problemai spręsti buvo pasiūlyta kitų modelių, kuriuos galima skirstyti į tris klases: stochastiniai modeliai, determinantiniai funkciniai modeliai ir difuzijos modeliai (Lesmana ir Wang, 2017). Pasak Xu ir Yang (2013), Song ir Wang (2013), Lee ir kt. (2017), po to, kai buvo pasiūlyta

Black-Scholes klasikinė lygtis pasirinkimo sandorio kainai nustatyti, dalinės diferencialinės lygties metodika tapo populiari. Tyrimų rezultatai apima du pagrindinius aspektus: nustatyti pasirinkimo sandorio kainą, taikant tikslingesnius matematinius metodus, ir kitas – sukurti naujus pasirinkimo sandorių įkainojimo modelius, kurie labiau atspindėtų realią rinką. Pastaruosius dešimtmečius Black-Scholes kainos nustatymo modelis itin plačiai taikomas, tačiau klasikinė modelio lygtis grindžiama griežtomis prielaidomis, kurios realybėje ne visada egzistuoja.

3. Graikiškosios raidės vertinant pasirinkimo sandorių kainos jautrumą

Pasak Martinkutės-Kaulienės (2013), kiekvienas, naudojantis pasirinkimo sandorius, turi suprasti ir įvertinti galimą riziką. Kartais investuotojai neskiria pakankamai dėmesio rizikingų pasirinkimo sandorių naudojimui, pritaikymui ir valdymui. Rizikos įvertinimas yra pagrindinis veiksnys, lemiantis sėkmingą pasirinkimo sandorių naudojimą.

Pasirinkimo sandorio riziką apibrėžia jo kainos jautrumas tam tikriems rinkos veiksniams. Kaip minėta, pasirinkimo sandorio kainą gali paveikti penki kintamieji: bazinio turto kaina, vykdymo kaina, nerizikinga palūkanų norma, kintamumas ir sandorio galiojimo terminas. Pasak Hull (2015), Paunovic (2014), graikiškosios raidės žymi tam tikrus pasirinkimo sandorio rizikos charakteristikų santykius ir parodo sandorio kainos jautrumą šiems kintamiesiems. Investuotojas, suprasdamas ir mokėdamas įvertinti pasirinkimo sandorių jautrumą įvertinančias graikiškąsias raides, gali valdyti ne tik šių sandorių riziką, bet ir viso portfelio rizikingumą (Kancerevyčius, 2009). Atlikta nemažai tyrimų, įvertinančių graikiškąsias raides Black-Scholes pasirinkimo sandorių kainos nustatymo

modelio pagrindu. Chen ir Lee (2008) paaiškino graikiškųjų raidžių vartojimą akcijų pasirinkimo sandoriams (su dividendais ir be jų), taip pat paaiškino ryšius tarp šių graikiškųjų raidžių. Juneja (2013) atliko tyrimą, kurio metu įrodė, kad prekyba pasirinkimo sandoriais ir visos pasirinkimo sandorių strategijos paremtos rizikos veiksniais, o jie gali būti įvertinami Black-Scholes arba Bino-minio pasirinkimo sandorio kainos nustatymo modeliu ir graikiškosiomis raidėmis.

Remiantis atliktais tyrimais, galima daryti išvadą, kad graikiškųjų raidžių analizė yra būtina, norint įvertinti pasirinkimo sandorio kainos jautrumą. Pagrindinės graikiškosios raidės pateiktos 1 lentelėje.

Delta. Rodo pasirinkimo sandorio kainos jautrumą bazinio turto kainos rinkos pokyčiams, kitiems veiksniams nekintant. Delta, taip pat vadinama apsidraudimo rodikliu, leidžia apsaugoti nuo bazinio turto vertės pokyčių (Chen ir Lee, 2008). Delta reikšmė visada yra tarp 0 ir 1 arba tarp -1 ir 0. Delta parodo tikimybę, kad sandoriu termino pabaigoje bus pasinaudota pelningai. Jeigu pasirinkimo sandoris yra beveik pelningas, delta bus lygi 0,5. Kadangi tikimybė, jog sandoris bus pelningas, yra tokia pati kaip ir tikimybė, kad sandoris nebus pelningas. Jeigu sandoris yra nepelningas, tokio sandorio delta bus arti nulio, nes tikimybė, kad sandoriu bus pasinaudota, yra maža, dėl to rinkos veiksniai beveik neturės įtakos pasirinkimo sandorio kainai. Delta dažniausiai išreiškiama procentais. Pavyzdžiui, jeigu delta yra lygi 1 (100 %), pasirinkimo sandorio kainos pokytis lygus bazinio turto kainos pokyčiui. Jeigu delta yra 0,5, arba 50 %, vadinasi, bazinio turto rinkos kainai padidėjus vienu vienetu, pasirinkimo sandorio kaina padidės per pusę tiek, kiek padidėjo bazinio turto kaina. Kai delta lygi 0, arba 0 %, sandorio kaina nepriklauso nuo bazinio turto kainos ir toks sandoris nėra pelningas. Dažnai delta reikšmė būna ir neigiamoji – tai

1 lentelė. Graikiškųjų raidžių charakteristikos (Murauskaitė, 2011)

Graikiškoji raidė	Žymėjimas	Formulė		Jautrumas
		Pirkimo pasirinkimo sandoris	Pardavimo pasirinkimo sandoris	
Delta	Δ	$e^{-qt} \times N(d_1)$	$e^{-qt} \times (N(d_1) - 1)$	Pasirinkimo sandorio kainos jautrumas bazinio turto kainos pokyčiams
Gamma	Γ	$\frac{e^{-qt}}{S_0 \sigma \sqrt{t}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{d_1^2}{2}}$	$\frac{e^{-qt}}{S_0 \sigma \sqrt{t}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{d_2^2}{2}}$	Pasirinkimo sandorio delta jautrumas bazinio turto kainos pokyčiams
Theta	Θ	$\frac{1}{T} \left(- \left(\frac{S_0 \sigma e^{-qt}}{2\sqrt{t}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{d_1^2}{2}} \right) - r X e^{-rt} N(d_2) + q S_0 e^{-qt} N(d_1) \right)$		Pasirinkimo sandorio kainos jautrumas laikui iki sandorio vykdymo dienos
Vega	K	$\frac{1}{100} S_0 e^{-qt} \sqrt{t} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{d_1^2}{2}}$		Pasirinkimo sandorio kainos jautrumas bazinio turto kintamumui
Rho	P	$\frac{1}{100} X t e^{-rt} \times N(d_2)$	$\frac{1}{100} X t e^{-rt} \times N(-d_2)$	Pasirinkimo sandorio kainos jautrumas nerizikingai palūkanų normai

rodo kainos pasikeitimo kryptį. Pirkimo pasirinkimo pirkimas ir pardavimo pasirinkimo pardavimas turi teigiamą delta, o pardavimo pasirinkimo pirkimas ir pirkimo pasirinkimo pardavimas turi neigiamą delta (Martinkutė-Kaulienė, 2013). Pasak Chisholm (2010):

1. Pirkimo pasirinkimo pirkimas – teigiama delta. Pirkimo pasirinkimo sandorio teigiama delta reiškia, kad sandoris tampa pelningas tada, kai kyla bazinio turto kaina.
2. Pirkimo pasirinkimo pardavimas – neigiama delta. Sandoris praranda vertę, kai bazinio turto kaina kyla. Sandorio vertė didėja mažėjant bazinio turto kainai.
3. Pardavimo pasirinkimo pirkimas – neigiama delta. Pardavimo pasirinkimo neigiama delta reiškia, kad sandoris tampa pelningas, kai bazinio turto kaina mažėja.
4. Pardavimo pasirinkimo pardavimas – teigiama delta. Sandorio vertė didėja, kai bazinio turto kaina kyla ir mažėja tada, kai bazinio turto kaina krenta.

Gamma. Parodo delta jautrumą bazinio turto kainos pokyčiams. Kuo gamma yra didesnė, tuo delta labiau reaguoja į bazinio turto kainos pasikeitimus. Pirkimo pasirinkimo ir pardavimo pasirinkimo pirkimo sandoriai turi teigiamą gamma, o pirkimo pasirinkimo ir pardavimo pasirinkimo sandoriai turi neigiamą gamma (Hull, 2015).

Theta. Pasirinkimo sandoriams būdingas rizikos veiksnys – laikas. Theta parodo pasirinkimo sandorio jautrumą laikui. Visi pasirinkimo sandoriai praranda savo vertę mažėjant laikui, todėl theta yra neigiama. Jie neturi vertės, pasibaigus terminui. Jeigu, pavyzdžiui, theta lygi 0,07, likus vienai dienai mažiau iki termino pabaigos, pasirinkimo sandorio kaina sumažės 0,07 Eur (Cassidy et al., 2013).

Vega. Rodo kintamumo pokytį. Kintamumas gali būti dviejų tipų: statistinis ir numatomas. Statistiniu kintamumu dažnai laikomas standartinis nuokrypis, o numatomas kintamumas naudojamas įkainojant pasirinkimo sandorius – tai sandorių paklausos ir pasiūlos rodiklis. Statistinis kintamumas rodo tikrą pasirinkimo sandorio kainos pokytį per tam tikrą laikotarpį, o numatomas kintamumas rodo investuotojo lūkesčius pasirinkimo sandorio kainai. Apskaičiuoti vega naudojamas istorinis kintamumas (Kim et al., 2014). Jį galima laikyti rizikos matu. Laikui bėgant vega mažėja, nes laikas didina kintamumą. Pirkimo pasirinkimo ir pardavimo pasirinkimo pirkimo sandoriai turi teigiamą vega, o pirkimo pasirinkimo ir pardavimo pasirinkimo pardavimo sandoriai turi neigiamą vega. Pavyzdžiui, jeigu pasirinkimo sandorio vega lygi 7,85, vadinasi, kintamumui padidėjus 1 %, sandorio kaina padidės 0,785 Eur (Sinha ir Johar, 2010).

Rho. Parodo pasirinkimo sandorio kainos jautrumą palūkanų normai. Kuo daugiau laiko lieka iki sandorio įvykdymo dienos, tuo jautrumas didesnis. Didėjanti palūkanų norma mažina pardavimo pasirinkimo sandorių vertę (rho neigiama) ir didina pirkimo pasirinkimo sandorių vertę (rho teigiama) (Rajanikanth ir Reddy, 2015).

Toliau tyrime pasirinkimo sandorio kaina nustatoma taikant Black-Scholes kainos nustatymo modelį ir vertinamos skirtingo tipo pasirinkimo sandorių kainų graikiškosios raidės. Siekiant įvertinti sandorio kainos jautrumą pagal Black-Scholes modelyje kainai nustatyti taikomos komponentės: bazinio turto, sulytos kainos, nerizikingos palūkanų normos, kintamumo ir sandorio galiojimo laiko pokyčiams. Šis modelis parodo, nuo ko priklauso pasirinkimo sandorio kaina, o skirtingos graikiškosios raidės parodo pasirinkimo sandorio kainos jautrumą skirtingiems veiksniams: delta parodo jautrumą bazinio turto kainos pasikeitimams, gamma – pačios delta jautrumą bazinio turto pasikeitimams, vega rodo jautrumą laikui, theta – kintamumui, o rho – jautrumą nerizikingos palūkanų normos svyravimams.

Pasirinkimo sandorių kainos skaičiavimas yra kainos jautrumo vertinimo pagrindas, graikiškųjų raidžių skaičiavimas bei interpretavimas – vertinimo esmė.

4. Pasirinkimo sandorių kainos jautrumo vertinimas

Siekiant nustatyti pasirinkimo sandorio kainą pagal Black-Scholes modelį, reikia turėti šiuos duomenis: bazinio turto kainą, sandorio galiojimo laiką, nerizikingos palūkanų normos dydį, bazinio turto kainos kintamumą ir dividendų normą (jeigu sandorio bazinis turtas yra akcija). Kainos jautrumui minėtiems veiksniams įvertinti vartojamos graikiškosios raidės: delta, gamma, theta, vega ir rho. Gauti dydžiai interpretuojami. Toliau surenkami reikalingi parametrai ir nustatoma pasirinkimo sandorio, sudaryto tam tikro bazinio turto pagrindu, kaina. Tiek pasirinkimo sandorio kaina, tiek jos jautrumas vertinami remiantis realių rinkų statistiniais duomenimis, šiuo atveju JAV pasirinkimo sandorių rinkos, kuri yra didžiausia šių išvestinių finansinių priemonių rinka pasaulyje. Atliekant pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą, pirmiausia atrenkami reikalingi parametrai: laikotarpis (1 metai), bazinio turto kaina (šiuo atveju turimos „Apple“ akcijų, aukso, EUR/USD valiutos poros ir kakavos kainos nuo 2017 m. kovo 20 d. iki 2018 m. kovo 16 d. ir tai yra 252 reikšmės), sulytą kainą (daroma prielaida, kad, suėjus terminui, jog bazinio turto kaina bus tokia pati kaip sandorio sudarymo dieną), kintamumas skaičiuojamas taip:

apskaičiuojami kiekvienos dienos turto kainų pokyčiai (išreikšiami procentais).

$$P_n = \frac{K_n - K_{n-1}}{K_{n-1}} \times 100 \% , \quad (6)$$

čia: K_n – bazinio turto kaina n dieną; K_{n-1} – bazinio turto kaina dieną prieš; n – diena.

Pritaikius Excel funkciją STDEV skaičiuojamas viso laikotarpio kainų pokyčių standartinis nuokrypis ir taip gaunamas dienos kintamumas, o norint gauti viso laikotarpio (252 dienų) kintamumą, taikoma ši formulė:

$$\text{Kintamumas} = \sigma \times \sqrt{252} . \quad (7)$$

Atlikus skaičiavimus, gautas 19,71 % metinis akcijų kainos kintamumas, 10,46 % aukso kainos kintamumas, 7,17 % EUR/USD valiutos kintamumas ir 33,96 % kakavos kainos kintamumas. Dar vienas reikalingas parametras yra nerizikinga palūkanų norma, kuria JAV rinkoje laikoma vyriausybės obligacijų palūkanų norma – 2018 m. kovo 16 d. buvo lygi 2,84 %. 2 lentelėje pateikiami duomenys, reikalingi pasirinkimo sandorių kainai skaičiuoti.

Turint visus reikiamus duomenis, Excel programa skaičiuojama pirkimo pasirinkimo sandorio ir pardavimo pasirinkimo sandorio kaina 2018 m. kovo 16 d. Pavyzdžiui, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina akcijai skaičiuojama taip remiantis 8 formule:

$$C = S_0 e^{-qt} \times N(d_1) - X e^{-rt} \times N(d_2) \quad (8)$$

Naudojant šią formulę, pirmiausia paskaičiuojami d_1 ir d_2 parametrai (4, 5 formulės). Norint gauti $N(d_1)$ ir $N(d_2)$, taikoma NORMSDIST funkcija. Funkcija EXP gaunamos e^{-qt} ir e^{-rt} reikšmės. Gauti rezultatai toliau bus naudojami graikiškosioms raidėms skaičiuoti (3 lentelė).

Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas atliekamas skaičiuojant ir interpretuojant graikiškąsias raides: delta, gamma, tetha, vega ir rho. Gauti rezultatai pateikiami 4 lentelėje.

Akcijos pasirinkimo sandorio delta lygi 0,618, tai reiškia, kad, akcijos kainai pasikeitus 1 Eur, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina pasikeičia 0,618 Eur (3,5 %) (bazinio turto kainai padidėjus, pasirinkimo sandorio kaina didėja, sumažėjus – mažėja), o bazinio turto kainai padidėjus 1 Eur pardavimo pasirinkimo kaina sumažėja 0,382 Eur (3,6 %) (bazinio turto kainai padidėjus, pasirinkimo sandorio kaina mažėja, sumažėjus – didėja). Aukso kainai pasikeitus 1 Eur, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina pasikeičia 0,668 Eur (0,8 %), o pardavimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėja 0,332 Eur (1,2 %), atitinkamai valiutai pabrangus arba atpigus 1 Eur, jos pirkimo pasirinkimo sandorio kaina padidėja arba atitinkamai sumažėja 0,724 Eur, o pardavimo pasirinkimo kaina sumažėja 0,276 Eur (daugiau nei 1000 %), kakavos kainai pasikeitus 1 Eur, pirkimo pasirinkimo sandorio kaina pasikeičia 0,613 Eur (0,19 %), o pardavimo pasirinkimo sandorio kaina sumažėja 0,387 Eur (0,16 %).

Akcijos gamma lygi 0,012, tai reiškia, kad akcijos kainai pasikeitus 1 Eur, pasirinkimo sandorio delta pasikeis 0,012. Aukso kainai pasikeitus 0,003, delta pasikeis 0,003, valiutai pabrangus arba atpigus 1 Eur, delta atitinkamai pasikeis 5,360, o kakavai pasikeitus 1 Eur, delta pasikeis tik 0,001. 1 Eur pasikeitus akcijų, aukso ir kakavos kainoms,

2 lentelė. Pasirinkimo sandorio kainai nustatyti reikalingi duomenys (sudaryta autorių, remiantis APPL, 2018; Gold, 2018; EUR/USD, 2018; Cocoa, 2018)

Pavadinimas	Bazinio turto kaina, Eur	Sulygta kaina, Eur	Kintamumas, %	Nerizikinga palūkanų norma, %	Laikotarpis, metais
Akcijos	178,0	178,0	19,71	2,84	1,00
Auksas	1253,1	1253,1	10,46	2,84	1,00
Valiuta	1,2	1,2	7,17	2,84	1,00
Kakava	2117,9	2117,9	33,96	2,84	1,00

3 lentelė. Pasirinkimo sandorio kaina (sudaryta autorių)

Turto pavadinimas	Bazinio turto kaina, Eur	Sulygta kaina, Eur	Kintamumas, %	Nerizikinga palūkanų norma, %	Laikotarpis, metais	Pirkimo pasirinkimo sandorio kaina, Eur	Pardavimo pasirinkimo sandorio kaina, Eur
Akcijos	178,02	178,02	19,71	2,84	1,00	17,47	10,49
Auksas	1253,15	1253,15	10,46	2,84	1,00	79,53	30,39
Valiuta	1,24	1,24	7,17	2,84	1,00	0,06	0,02
Kakava	2117,98	2117,98	33,96	2,84	1,00	323,39	240,34

4 lentelė. Graikiškosios raidės (sudaryta autorių)

Pasirinkimo sandoris	Delta		Gamma		Tetha		Vega		Rho	
	Pirk.	Pard.	Pirk.	Pard.	Pirk.	Pard.	Pirk.	Pard.	Pirk.	Pard.
Akcijos	0,618	-0,382	0,012		-0,044	-0,017	0,743		0,926	-0,784
Auksas	0,668	-0,332	0,003		-0,234	-0,043	5,495		7,577	-4,463
Valiuta	0,724	-0,276	5,360		0,0002	0,00003	0,006		0,008	-0,004
Kakava	0,613	-0,387	0,001		-0,748	-0,425	8,806		9,753	-10,597

jų delta pokyčiai nesiektų 1 %, o valiutos delta pasikeitų beveik 1000 % – tai reiškia, kad valiutos pasirinkimo sandorio delta jautriausia.

Akcijos tetha lygi $-0,044$, tai reiškia, kas pirkimo pasirinkimo sandorio vertė su kiekviena diena sumažėja $0,044$ Eur ($0,25$ %), o pardavimo pasirinkimo sandorio vertė $0,017$ Eur ($0,16$ %). Pirkimo pasirinkimo sandorio vertė auksui kiekvieną dieną sumažėja $0,234$ Eur ($0,29$ %), o pardavimo pasirinkimo vertė sumažėja $0,043$ Eur ($0,14$ %). EUR/USD pasirinkimo sandorių vertė su kiekviena diena nežymiai didėja, o kakavos pirkimo pasirinkimo sandorio ($0,748$ Eur) ir pardavimo pasirinkimo sandorio ($0,425$ Eur) vertė su kiekviena diena mažėja $0,23$ % ir $0,17$ %. Visų analizuojamų pasirinkimo sandorių vertė mažėja su laiku, išskyrus valiutos pasirinkimo sandorį – atlikus vertinimą, gauti rezultatai rodo, jog valiutos pasirinkimo sandorio vertė kasdien nežymiai didėja.

Akcijos vega lygi $0,743$, tai rodo, kad akcijos kintamumui pasikeitus 1 %, pasirinkimo sandorio kaina pasikeis $0,743$ Eur (padidėjus kintamumui, kaina didės, o sumažėjus – mažės) (pirkimo pasirinkimo sandorio – $4,25$ %, o pardavimo pasirinkimo – $5,13$ %). Aukso kintamumui pasikeitus 1 %, pasirinkimo sandorio kaina pasikeis $5,495$ Eur (pirkimo pasirinkimo sandorio – $6,91$ %, o pardavimo pasirinkimo – $18,08$ %). Valiutos kintamumui pasikeitus 1 %, valiutos pasirinkimo sandorio kaina keisis $0,006$ Eur (pirkimo pasirinkimo sandorio – 10 %, o pardavimo pasirinkimo – 30 %), o kakavos kintamumui pasikeitus 1 %, pasirinkimo sandorio kaina pasikeis $8,806$ Eur (pirkimo pasirinkimo sandorio – $2,72$ %, o pardavimo pasirinkimo – $3,66$ %).

Akcijos rho lygi $0,926$, galima teigti, kad nerizikingai palūkanų normai pasikeitus 1 % akcijų pirkimo pasirinkimo sandorio kaina pasikeis $0,926$ Eur ($5,3$ %), aukso – $7,577$ Eur ($9,5$ %), valiutos – $0,008$ Eur ($13,33$ %), o kakavos – $9,753$ Eur ($3,13$ %). Nerizikingai palūkanų normai padidėjus 1 %, akcijų pardavimo pasirinkimo kaina sumažės $0,784$ Eur ($7,4$ %) (o nerizikingai palūkanų normai padidėjus 1 %, padidės $0,784$ Eur), aukso – sumažės $4,463$ Eur ($14,68$ %), valiutos – $0,004$ Eur (20 %), o kakavos $10,597$ Eur ($4,41$ %).

Atlikus pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimą, galima daryti išvadą, kad bazinio turto kainos pokyčiams jautriausia yra valiutos pasirinkimo sandorio kaina, daugiausia per dieną nuvertėja (t. y. jautriausia laikui) aukso pasirinkimo sandorio kaina, į kintamumo ir nerizikingos palūkanų normos pasikeitimus labiausiai reaguoja valiutos pasirinkimo sandorio kaina. Akcijos ir kakavos pasirinkimo sandorio kaina jautriausia nerizikingos palūkanų normos pasikeitimams, aukso pasirinkimo sandorio kaina labiausiai reaguoja į kintamumo ir palūkanų normos pokyčius, o valiutos pasirinkimo sandorio kaina labiausiai reaguoja į bazinio turto kainos pasikeitimus. Investuotojas, prieš įsigydamas pasirinkimo sandorį, turi atkreipti dėmesį į skirtingo bazinio turto pagrindu sudaryto pasirinkimo sandorio kainos jautrumą tam tikriems veiksniams, nes, prognozuojant bazinio turto kainos pokyčius, nerizikingos palūkanų normos pasikeitimus gali-

ma numatyti ir atitinkamus pasirinkimo sandorio kainos pasikeitimus, paskui sandorį pardavus – iš to užsidirbti arba išvengti galimų nuostolių.

Literatūra

- AAPL. (2018). Yahoo finance. <https://finance.yahoo.com/quote/AAPL?p=AAPL>.
- Aleknevičienė, V. (2005). *Finansai ir kreditas*. Enciklopedija.
- Anton, S. G. (2016). Risk management with financial derivatives: Empirical evidence from Romanian Non-financial firms. *Annals of Faculty of Economics, University of Oradea*, 1(2), 336–342. <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=4&sid=771c8ef2-25e3-4e03-a765-66e1a0da344b%40pdc-v-sessmgr01&bdata=jnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=120823159&db=bth>
- Bellalah, M. (2009). *Derivatives, risk management and value*. World Scientific Publishing.
- Cassidy, D. T., Hamp, M. J., & Ouyed, R. (2013). Log Student's *t*-distribution-based option sensitivities: Greeks for the Gossel formulae. *Quantitative Finance*, 8(13), 1289–1302. <https://doi.org/10.1080/14697688.2012.744087>
- Chen, H. Y., & Lee, C. F. (2008). *Handbook of quantitative finance and risk management*. Rutgers University, and Weikang Shih, Rutgers University. <https://pdf.pub/handbook-of-quantitative-finance-and-risk-management-v-1-3.html>
- Chisholm, A. M. (2010). *Derivatives demystified: A step-by-step guide to forwards, futures, swaps and options* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Chui, M. (2016). Derivatives markets, products and participants: An overview. *IFC Bulletin No 35*. <https://www.bis.org/ifc/publ/ifcb35a.pdf>
- Cocoa. (2018). *Trading economics*. <https://tradingeconomics.com/commodity/cocoa>
- Coelho, F. R., & Reddy, Y. V. (2017). Applicability of Black-Scholes and Black's option pricing models in Indian derivatives market. *IUP Journal of Financial Risk Management*, 14(2), 61–69. <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=13&sid=771c8ef2-25e3-4e03-a765-66e1a0da344b%40pdc-v-sessmgr01&bdata=jnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=123767355&db=bth>
- Dejanovski, A. (2014). The role and importance of the options as a unstandardized financial derivatives. *TEM Journal*, 3(1), 81–87. <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=15&sid=771c8ef2-25e3-4e03-a765-66e1a0da344b%40pdc-v-sessmgr01&bdata=jnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=94733496&db=a9h>
- Donohoe, M. P. (2015). Financial derivatives in corporate tax avoidance: A conceptual perspective. *The Journal of the American Taxation Association*, 37(1), 37–68. <https://doi.org/10.2308/atax-50907>
- Edeki, O. S., Ugbebor, O., & Owoloko, A. (2015). Analytical solutions of the Black-Scholes pricing model for European option valuation via a projected differential transformation method. *Entropy*, 2(17), 7510–7521. <https://doi.org/10.3390/e17117510>
- EUR/USD Historical Data. (2018). *Investing*. <https://www.investing.com/currencies/eur-usd-historical-data>
- Gold. (2018). *Trading economics*. <https://tradingeconomics.com/commodity/gold>
- Goodman, T., Neamtiu, M., & Zhang, F. (2018). Fundamental analysis and option returns. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 33(1), 72–97. <https://doi.org/10.1177/0148558X17733593>

- Gregoriou, A. (2010). Modeling the non-linear behaviour of option price deviations from the Black Scholes model. *Journal of Economic Studies*, 1(37), 25–35. <https://doi.org/10.1108/01443581011012243>
- Helfenstein, S. (2017). Back – to – Basics: A short primer on option pricing models and the DLOM. *A Professional Development Journal for the Consulting Disciplines*, 6. <http://web.a.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=48&sid=96399c64-7435-40e8-bc06-003dbbc07728%40sdc-v-sessmgr04>
- Hull, J. (2015). *Options, futures and other derivatives*. Pearson.
- Jarrow, R. (2014). *Financial derivatives pricing*. Selected works of Robert Jarrow.
- Jiang, J. M., Lo, C., Karathanasopoulos, A., & Skindilas, K. (2017). A risk control tool for foreign financial activities – A new derivatives pricing model. *Journal of Asset Management*, 18(4), 269–294. <https://doi.org/10.1057/s41260-016-0023-6>
- Juneja, S. (2013). Understanding the Greeks and their uses to measure risk. *International Journal of Research in Commerce, IT and Management*, 3(10), 2231–2256.
- Juozapavičienė, A. (2013). *Išvestiniai instrumentai tarptautinėse finansų rinkose* (2-asis leid.). Technologija. <https://doi.org/10.5755/e01.9786090208496>
- Kancerevyčius, G. (2009). *Finansai ir investicijos*. Smaltijos leidykla.
- Kim, Y., Bae, H. O., & Koo, H. K. (2014). Option pricing and Greeks via a moving least square meshfree method. *Quantitative Finance*, 14(10), 1753–1764. <https://doi.org/10.1080/14697688.2013.845686>
- Kornel, T. (2014). The effect of derivative financial instruments on bank risks, relevance and faithful representation: Evidence from banks in Hungary. *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series*, 23(1), 698–706. <http://down.aefweb.net/AefArticles/aef140108Keffala.pdf>
- Lee, C. F., Chen, Y., & Lee, J. (2016). Alternative methods to derive option pricing models: Review and comparison. *Quantitative Finance*, 8(47), 417–451. <https://doi.org/10.1007/s11156-015-0505-5>
- Lee, M. K., Yang, S. J., & Kim, J. H. (2017). Pricing vulnerable options with constant elasticity of variance versus stochastic elasticity of variance. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 51(1), 233–247. http://www.ipe.ro/RePEc/cys/ecocyb_pdf/ecocyb1_2017p233-247.pdf
- Lesmana, D. C., & Wang, S. (2017). A numerical scheme for pricing american options with transaction costs under a jump diffusion process. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 4(13), 1793–1813. <https://doi.org/10.3934/jimo.2017019>
- Martinkutė-Kaulienė, R. (2013). Sensitivity of option contracts. *Verslas: Teorija ir Praktika*, 14(2), 157–165. <https://doi.org/10.3846/btp.2013.17>
- Murauskaitė, L. (2011). *Egzotinių opcijų vertinimo specifika* (Magistro baigiamasis darbas). <https://epublications.vu.lt/object/elaba:2174534/2174534.pdf>
- Nandy, S., & Chattopadhyay, A. (2014). Impact of introducing different financial derivative instruments in India on its stock market volatility. *Paradigm*, 18(2), 135–153. <https://doi.org/10.1177/0971890714558704>
- Nwozo, C. R., & Fadugba, S. E. (2014). On the accuracy of binomial model for the valuation of standard options with dividend yield in the context of Black-Scholes model. *International Journal of Applied Mathematics*, 44(1), 33–44. http://www.iaeng.org/IJAM/issues_v44/issue_1/IJAM_44_1_05.pdf
- Park, D., & Kim, J. (2015). Financial derivatives usage and monetary policy transmission: Evidence from Korean Firm-level data. *Global Economic Review*, 44(1), 101–115. <https://doi.org/10.1080/1226508X.2015.1012093>
- Paunovic, J. (2014). Options, Greeks, and risk management. *Singidunum Journal of Applied Sciences*, 11(1), 74–83. <https://doi.org/10.5937/sjas11-5820>
- Rajanikanth, C., & Reddy, E. L. (2015). Analysis of price using Black Scholes and Greek letters in derivative European option market. *International Journal of Research in Management, Science & Technology*, 3(1), 34–37.
- Rutkauskas, A. V., & Stankevičius, P. (2006). *Investicinių sprendimų valdymas*. VPU leidykla.
- Sahoo, A. (2016). Pattern of corporate hedging through financial derivatives in non-financial companies of India. *Journal of Commerce & Management Thought*, 7(3), 444–477. <https://doi.org/10.5958/0976-478X.2016.00026.4>
- Sinclair, E. (2010). *Option trading: Pricing and volatility strategies and techniques*. John Wiley & Sons.
- Sinha, P., & Johar, A. (2010). Hedging greeks for a portfolio of options using linear and quadratic programming. *The Journal of Prediction Markets*, 4(1), 17–26. <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=4e13b2a7-601d-4061-bd60-184695e098a8%40pdc-v-sessmgr03>
- Song, L., & Wang, W. (2013). Solution of the fractional Black-Scholes option pricing model by finite difference method. *Abstract and Applied Analysis*, 2013, ID 194286, 10. Hindawi. <https://doi.org/10.1155/2013/194286>
- Sudžius, V. (2011). *Finansinių priemonių ir paslaugų rinkodara: principai ir praktika*. Technika. <https://doi.org/10.3846/1232-S>
- Svishchuk, A. V. (2013). *Modeling and pricing of swaps for financial and energy markets with stochastic volatilities*. World Scientific. <https://doi.org/10.1142/8660>
- Valakevičius, E. (2008). *Investavimas finansų rinkose*. Technologija.
- Walling, J., & Moore, C. (2010). Does Black-Scholes overvalue early stage company allocations. *Business Valuation*, 16(1), 16–31. <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=14&sid=4e13b2a7-601d-4061-bd60-184695e098a8%40pdc-v-sessmgr03>
- Xu, S., & Yang, Y. (2013). Fractional Black-Scholes model and technical analysis of stock price. *Journal of Applied Mathematics*, 2013, ID 631795. <https://doi.org/10.1155/2013/631795>

ASSESSMENT OF OPTION PRICE VOLATILITY

V. Sodaunykaitė, R. Martinkutė-Kaulienė

Abstract

Financial derivatives are becoming increasingly popular on a daily basis. As markets become more unpredictable, companies and individual investors are increasingly using these tools to manage risk, leverage, and increase investment returns. The most important aspect of any contract is the contract price, as the financial result of the contract depends on the price. Also for an options. In each case, the option price depends on many factors that are difficult to define and predict in advance. The price sensitivity of the option allows you to determine where and on what the option price depends. Knowing this, the investor can manage the risk of the options. The purpose of the article is to assess the sensitivity of different options to market factors based on scientific literature and real market data. The study uses the Black-Scholes option pricing model, calculating and analyzing the value of Greek letters for the determination and valuation of transaction price sensitivity. The study showed that the most sensitive to changes in the underlying asset price, volatility and risk-free interest rate is the price of the currency option, and the

price of the gold option is most sensitive over time (although in theory, gold retains its value in the long run). Knowing which components a particular option is sensitive to and capable of predicting changes in those components, you can predict changes in the option price and avoid additional risk.

Keywords: option contract, price sensitivity, Greek letters, Black-Scholes model, derivative.

2 PRIEDAS. Bazinio turto kaina 2019 01 01 – 2019 12 31 pasirinkimo sandorio kainos jautrumo
vertinimui

Kaina, USD							
Akcijos		Valiutos		Žaliavos		Obligacijos	
APPL	FB	XMR-USD	LINK-USD	RBOB	WTI	^TNX	^IRX
293,65	222,14	65,68	2,48	1,53	46,92	1,84	1,52
291,52	221,77	68,34	2,41	1,51	47,76	1,81	1,52
289,80	221,15	62,82	2,39	1,50	48,27	1,79	1,51
289,91	219,06	58,01	2,19	1,51	49,58	1,82	1,53
284,27	221,91	59,32	2,25	1,58	52,19	1,85	1,51
284,00	218,06	58,45	2,28	1,56	52,42	1,83	1,50
279,44	218,30	58,57	2,22	1,55	51,44	1,86	1,50
280,02	215,22	59,20	2,19	1,57	50,31	1,87	1,49
279,74	213,06	59,46	2,18	1,63	51,80	1,83	1,50
280,41	212,60	58,82	2,11	1,66	52,08	1,81	1,49
279,86	208,67	58,97	1,94	1,67	51,83	1,79	1,47
275,15	209,78	54,10	1,81	1,81	53,60	1,88	1,50
271,46	205,25	50,54	1,84	1,75	52,59	1,92	1,51
270,77	204,41	51,09	1,81	1,67	52,44	1,90	1,49
268,48	208,10	45,75	1,74	1,67	52,94	1,87	1,52
266,92	207,79	45,75	1,81	1,59	53,53	1,91	1,54
270,71	205,12	44,57	1,77	1,55	51,79	1,94	1,52
265,58	206,18	46,50	1,84	1,54	53,07	1,92	1,53
261,74	206,30	46,83	1,90	1,68	54,18	1,91	1,53
259,45	206,06	45,55	1,87	1,65	53,84	1,92	1,52
264,16	202,50	45,34	1,89	1,81	55,29	1,89	1,53
267,25	198,39	45,31	1,86	1,87	54,57	1,89	1,53
267,84	197,92	46,50	1,80	1,86	53,69	1,82	1,52
264,29	194,11	46,21	1,86	1,90	53,94	1,90	1,53
266,37	196,75	47,34	1,88	1,87	52,68	1,79	1,52
261,78	202,26	47,46	1,94	1,80	52,75	1,83	1,52
262,01	200,87	45,53	1,87	1,83	52,43	1,83	1,50
263,19	201,34	47,06	1,92	1,80	53,14	1,84	1,48
266,29	201,05	47,87	1,82	1,82	53,84	1,80	1,49
267,10	199,36	47,93	1,88	1,84	54,40	1,78	1,50
265,76	198,71	44,94	1,76	1,90	55,58	1,71	1,54
262,64	198,82	49,45	1,98	1,90	56,12	1,84	1,54
264,47	199,70	50,92	2,09	1,90	56,90	1,77	1,57
261,96	201,64	51,59	2,01	1,90	56,95	1,74	1,57
262,20	202,00	52,62	2,08	1,74	57,01	1,76	1,55
260,14	198,97	53,31	2,12	1,74	55,32	1,77	1,54

259,43	199,79	53,07	2,18	1,71	55,40	1,77	1,53
257,24	198,82	53,01	2,27	1,75	56,92	1,74	1,52
257,13	197,93	54,31	2,09	1,70	57,21	1,79	1,53
257,50	197,51	54,24	2,06	1,69	55,76	1,81	1,52
255,82	199,32	54,72	2,06	1,82	56,60	1,83	1,53
248,76	197,40	54,25	2,09	1,84	56,55	1,82	1,53
243,26	195,10	54,01	2,03	1,86	56,22	1,87	1,54
243,29	193,15	53,05	2,05	1,88	56,60	1,91	1,53
249,05	193,19	53,43	2,13	1,91	55,77	1,94	1,51
246,58	194,47	54,03	2,10	1,92	56,79	1,93	1,51
243,58	189,61	53,59	2,17	1,94	56,89	1,93	1,52
243,18	190,84	54,77	2,24	1,94	58,27	1,81	1,52
239,96	190,42	55,95	2,34	1,96	58,59	1,87	1,52
240,51	191,55	54,03	2,27	1,93	58,51	1,79	1,50
236,41	194,32	55,96	2,23	1,94	59,09	1,73	1,49
235,28	194,72	51,72	2,28	1,96	59,12	1,69	1,50
234,37	193,62	50,20	2,28	2,02	60,12	1,80	1,60
235,32	191,65	48,22	2,26	2,04	59,98	1,84	1,60
235,87	188,25	52,11	2,45	2,16	58,87	1,85	1,61
236,21	189,31	51,27	2,35	2,09	58,71	1,80	1,63
230,09	189,40	54,14	2,55	2,11	59,87	1,77	1,62
227,03	187,89	58,25	2,71	2,25	59,39	1,76	1,62
224,40	186,38	58,96	2,76	2,19	59,29	1,77	1,62
227,06	186,15	59,38	2,83	2,17	60,19	1,79	1,63
227,01	182,34	62,14	2,93	2,18	61,59	1,75	1,63
220,82	189,76	62,01	3,01	2,20	62,53	1,76	1,63
218,96	185,85	61,96	3,04	2,29	62,46	1,75	1,62
224,59	190,39	65,54	3,06	2,35	62,12	1,77	1,62
223,97	189,55	65,33	3,02	2,35	63,10	1,73	1,62
218,82	188,89	62,26	2,82	2,51	64,37	1,75	1,62
219,89	183,28	61,93	2,75	2,52	64,05	1,66	1,63
221,03	184,19	63,90	2,78	2,56	64,62	1,59	1,63
217,68	180,03	62,18	2,80	2,62	63,61	1,54	1,66
218,72	179,85	60,89	2,72	2,63	63,86	1,55	1,67
217,73	177,75	63,51	2,69	2,55	63,43	1,52	1,66
220,96	179,68	64,21	2,74	2,54	64,01	1,54	1,67
222,77	180,45	62,98	2,68	2,54	63,74	1,60	1,74
220,70	179,38	63,13	2,69	2,54	64,02	1,64	1,75
219,90	174,60	63,47	2,67	2,60	65,66	1,68	1,77
218,75	175,81	62,31	2,71	2,66	66,24	1,68	1,73
223,09	178,08	60,87	2,72	2,57	65,96	1,69	1,77
223,59	177,10	59,30	2,74	2,56	65,23	1,73	1,85
216,70	180,11	58,62	2,62	2,51	63,29	1,64	1,88

214,17	182,80	59,86	2,67	2,42	63,39	1,71	1,85
213,26	181,28	59,55	2,67	2,55	63,83	1,76	1,85
213,28	186,82	59,75	2,68	2,59	63,55	1,77	1,88
209,19	189,93	56,73	2,75	2,55	61,75	1,79	1,88
205,70	190,14	58,97	2,84	2,49	61,98	1,81	1,94
208,74	188,14	53,55	2,75	2,53	62,30	1,84	1,95
209,01	188,08	53,01	2,61	2,50	61,41	1,90	1,90
205,53	186,22	56,66	2,61	2,41	62,13	1,79	1,90
204,16	187,19	57,84	2,63	2,29	61,58	1,73	1,91
206,49	187,47	56,42	2,44	2,25	61,65	1,70	1,91
202,64	188,49	54,70	2,36	2,19	60,97	1,62	1,91
212,46	186,17	56,51	2,36	2,15	61,82	1,55	1,91
212,64	188,76	56,05	2,42	2,21	62,03	1,57	1,92
210,36	187,49	55,09	2,39	2,25	62,93	1,46	1,91
210,35	190,90	52,19	2,39	2,29	62,77	1,47	1,91
206,50	187,14	53,02	2,54	2,25	63,12	1,51	1,93
201,74	182,39	53,53	2,50	2,22	63,02	1,52	1,94
202,75	185,67	53,81	2,61	2,21	61,42	1,47	1,94
208,97	185,57	54,48	2,77	2,14	57,65	1,49	1,94
200,48	181,76	55,95	2,64	2,07	58,40	1,55	1,93
200,99	181,30	57,45	2,80	2,11	58,91	1,53	1,91
203,43	180,36	55,87	2,58	2,12	58,84	1,61	1,94
199,04	177,75	56,55	2,40	2,14	56,47	1,58	1,93
197,00	182,04	55,50	2,19	2,05	53,49	1,56	1,90
193,34	183,55	56,50	1,97	1,96	53,25	1,60	1,85
204,02	183,81	57,67	1,98	1,89	53,50	1,54	1,82
208,43	186,17	56,27	1,95	1,88	51,57	1,53	1,84
213,04	183,70	56,06	2,02	1,85	52,59	1,58	1,91
208,78	182,59	55,84	1,84	1,88	53,95	1,68	1,96
209,68	179,71	56,82	1,76	1,90	53,33	1,64	1,93
207,74	188,45	56,16	1,72	1,89	53,30	1,73	1,95
207,02	185,37	57,98	1,69	1,91	51,13	1,72	1,97
208,67	187,85	58,04	1,67	1,83	52,38	1,68	1,97
208,84	190,16	57,57	1,66	1,78	52,47	1,74	2,00
207,22	185,15	59,86	1,76	1,79	51,94	1,74	1,95
202,59	184,51	59,22	1,74	1,71	53,86	1,86	2,00
205,66	181,73	68,72	1,81	1,72	53,74	1,89	2,03
203,35	189,02	73,19	1,82	1,73	56,88	2,02	2,03
204,50	192,73	72,83	1,89	1,77	57,35	2,06	2,04
205,21	194,23	74,01	1,83	1,78	57,73	2,06	2,05
203,30	197,04	76,03	1,88	1,77	57,63	2,08	2,06
201,75	195,94	81,77	1,81	1,90	59,17	2,07	2,06
203,23	199,75	74,28	1,63	1,98	59,18	2,05	2,04

201,24	200,71	75,35	1,58	2,03	58,20	2,07	2,03
200,02	204,66	75,69	1,62	2,03	58,91	2,04	2,03
204,23	202,36	76,04	1,57	2,04	56,00	2,05	2,01
204,41	202,32	76,91	1,58	2,00	57,06	2,04	2,01
202,73	198,36	75,13	1,71	1,97	57,35	2,06	2,07
201,55	200,78	74,36	1,73	1,93	57,57	2,12	2,10
197,92	201,80	72,23	1,80	1,95	60,28	2,09	2,09
199,74	203,84	75,15	1,80	2,02	59,93	2,11	2,09
199,80	203,91	77,38	1,83	1,98	59,99	2,12	2,10
195,57	204,87	78,39	1,78	1,93	59,30	2,06	2,13
198,58	201,23	75,60	1,73	1,87	57,44	2,05	2,20
198,78	202,73	75,96	1,80	1,86	56,50	2,03	2,18
199,46	199,21	73,93	1,79	1,82	55,08	2,05	2,16
197,87	195,76	74,93	1,85	1,79	55,42	1,98	2,15
198,45	196,40	73,18	1,83	1,80	55,87	2,03	2,07
193,89	197,20	71,78	1,78	1,78	56,58	2,00	2,04
192,74	195,00	67,54	1,79	1,79	55,90	2,01	2,09
194,15	193,00	67,85	1,81	1,84	55,88	2,05	2,09
194,19	193,00	67,16	1,78	1,87	56,04	1,99	2,08
194,81	189,50	72,37	1,90	1,97	56,85	2,02	2,06
192,58	187,66	78,21	2,11	1,97	58,04	2,07	2,06
190,15	188,84	79,70	2,08	2,01	58,53	2,00	2,08
185,22	192,60	80,37	2,09	2,01	53,64	2,03	2,13
182,54	191,14	80,74	2,19	1,81	55,67	2,06	2,17
179,64	189,53	82,17	2,25	1,82	54,63	2,09	2,14
173,30	187,48	82,25	2,23	1,76	53,60	2,09	2,13
175,07	188,47	80,57	2,22	1,72	51,14	2,09	2,14
178,30	189,01	85,74	2,38	1,68	52,60	2,13	2,17
177,38	181,33	90,15	2,51	1,67	54,41	2,14	2,21
178,23	177,47	88,02	2,50	1,69	54,98	2,14	2,22
178,97	175,04	81,99	2,39	1,70	57,05	2,08	2,22
179,66	178,10	82,50	2,32	1,77	55,16	2,12	2,26
182,78	174,82	82,53	2,41	1,71	54,51	2,12	2,29
186,60	173,35	78,48	2,27	1,75	54,83	2,12	2,30
183,09	168,33	85,52	2,41	1,77	56,24	2,08	2,28
189,00	168,17	91,18	2,38	1,74	56,18	2,14	2,29
190,08	167,50	92,25	2,40	1,76	55,65	2,23	2,31
190,92	164,15	90,88	2,32	1,78	55,33	2,24	2,30
188,66	177,47	93,36	2,18	1,77	54,08	2,27	2,30
185,72	183,01	95,15	2,29	1,82	53,54	2,32	2,29
197,18	182,19	97,49	2,39	1,80	54,99	2,30	2,30
200,72	184,31	89,74	2,46	1,85	55,76	2,39	2,32
202,90	181,06	93,65	2,48	2,10	56,67	2,43	2,33

202,86	180,87	88,18	2,50	2,21	55,07	2,42	2,32
208,48	185,32	88,19	2,43	2,14	53,91	2,39	2,33
211,75	184,82	83,91	2,40	1,98	56,22	2,41	2,34
209,15	182,72	81,97	2,18	2,12	56,33	2,38	2,35
210,52	185,30	80,68	2,20	2,05	56,45	2,42	2,35
200,67	186,99	78,38	2,09	2,08	57,88	2,41	2,35
204,61	186,27	77,96	2,14	1,96	57,37	2,46	2,37
204,30	180,73	79,49	2,22	1,90	55,66	2,46	2,37
205,28	181,54	78,87	2,26	1,88	55,13	2,48	2,37
207,16	188,34	80,29	2,40	1,90	54,76	2,45	2,37
207,48	188,65	80,68	2,38	1,90	63,10	2,50	2,36
204,53	189,54	80,49	2,41	2,08	59,26	2,53	2,37
203,86	189,77	80,86	2,37	2,12	58,19	2,55	2,37
203,13	193,88	83,18	2,43	2,16	58,19	2,51	2,36
199,25	195,47	83,96	2,55	2,08	57,92	2,51	2,37
199,23	192,53	85,32	2,64	2,06	58,69	2,54	2,36
198,87	193,03	82,30	2,61	2,22	57,22	2,51	2,36
198,95	193,40	84,12	2,68	2,19	56,38	2,53	2,37
200,62	194,78	76,46	2,38	2,16	56,24	2,52	2,38
199,50	191,49	74,02	2,20	2,20	55,95	2,57	2,39
200,10	193,26	89,50	2,73	2,19	54,09	2,59	2,38
197,00	182,58	85,92	2,79	1,89	53,60	2,56	2,37
195,69	183,78	93,36	3,17	1,83	52,67	2,59	2,38
195,35	181,44	98,25	3,17	2,77	52,41	2,59	2,38
194,02	178,28	89,11	2,83	2,65	52,84	2,55	2,36
191,24	178,78	94,94	3,12	2,67	52,76	2,56	2,38
189,95	178,87	99,42	3,11	2,72	52,64	2,50	2,37
188,72	179,65	101,59	3,34	2,40	52,63	2,48	2,36
188,47	179,10	107,18	3,31	2,34	53,57	2,50	2,37
186,79	177,51	93,94	3,48	2,37	54,76	2,52	2,37
188,74	177,82	89,13	3,62	2,46	53,57	2,50	2,37
191,05	177,58	87,82	3,48	2,36	52,81	2,51	2,37
195,09	174,93	90,00	3,53	2,36	53,42	2,52	2,37
188,16	175,72	86,26	3,65	2,37	53,89	2,48	2,37
186,53	176,02	88,42	3,59	2,02	53,75	2,50	2,32
188,02	173,54	87,74	3,45	2,02	53,28	2,41	2,33
186,12	174,20	99,96	3,70	1,95	54,21	2,39	2,37
183,73	168,70	101,64	2,96	1,82	55,90	2,37	2,38
181,71	166,69	94,41	2,27	1,86	56,11	2,41	2,41
180,91	165,55	103,92	2,26	1,84	56,52	2,42	2,39
178,90	165,87	112,32	2,19	1,89	55,60	2,46	2,40
172,91	167,68	117,42	1,86	2,01	55,34	2,54	2,41
172,50	166,29	115,13	1,80	2,02	54,85	2,54	2,41

174,52	164,34	114,71	1,84	1,99	54,02	2,61	2,41
175,53	166,08	109,23	1,70	2,30	56,04	2,60	2,39
175,85	165,44	104,98	1,77	2,36	56,33	2,59	2,39
174,97	161,57	100,41	1,84	2,36	57,04	2,63	2,39
173,15	160,47	96,24	1,82	2,37	56,15	2,61	2,39
174,87	165,98	98,35	1,97	2,33	56,91	2,61	2,40
174,33	170,17	95,86	1,67	1,99	57,02	2,64	2,38
174,23	173,37	94,69	1,72	2,01	56,61	2,63	2,39
172,97	171,92	90,51	1,68	1,94	56,67	2,64	2,40
171,06	172,07	89,26	1,85	1,94	56,88	2,69	2,41
172,03	169,60	90,13	1,14	1,92	56,57	2,72	2,40
170,93	169,13	86,72	1,14	1,91	57,54	2,72	2,38
170,42	172,51	86,92	1,19	1,76	56,82	2,76	2,38
170,80	171,26	83,78	1,07	1,79	54,93	2,71	2,38
170,18	167,37	87,54	1,15	1,77	56,71	2,69	2,39
170,89	162,28	88,27	1,18	1,75	58,36	2,64	2,40
169,43	161,45	86,94	1,12	1,79	57,68	2,67	2,39
170,41	162,81	84,99	1,08	1,70	57,79	2,66	2,39
170,94	164,13	83,34	0,88	1,70	58,25	2,69	2,40
174,24	164,62	89,71	0,91	1,76	58,12	2,65	2,38
174,18	161,89	94,94	1,01	1,73	55,97	2,65	2,37
171,25	160,04	92,97	0,97	1,62	56,15	2,67	2,37
166,52	162,56	93,22	1,02	1,55	58,46	2,66	2,37
166,44	162,29	91,96	1,02	1,54	58,42	2,71	2,37
165,25	162,50	93,99	1,18	1,56	59,20	2,68	2,38
154,68	163,95	96,06	1,28	1,58	58,99	2,66	2,38
156,30	164,07	97,97	1,21	1,62	59,22	2,63	2,37
157,76	165,04	92,00	1,09	1,62	58,74	2,65	2,36
152,70	165,79	86,99	1,13	1,59	59,18	2,70	2,37
153,92	167,33	85,58	1,34	1,56	60,11	2,70	2,37
156,82	170,49	83,51	1,22	1,63	60,88	2,69	2,34
155,86	171,16	89,00	1,19	1,68	60,93	2,64	2,34
154,94	169,25	87,61	1,13	1,68	61,30	2,70	2,37
152,29	150,42	82,01	0,89	1,72	61,17	2,75	2,33
153,80	144,19	87,01	0,93	1,73	61,72	2,71	2,31
153,31	147,47	94,08	0,85	1,79	61,76	2,76	2,35
150,75	149,01	83,07	0,82	1,80	61,66	2,73	2,35
148,26	144,30	74,21	0,66	1,74	61,17	2,75	2,36
142,19	147,57	77,59	0,68	1,74	63,00	2,73	2,36

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis APPL, 2020; FB, 2020; XMR-USD, 2020; LINK-USD, 2020; RBOB, 2020; Crude, 2020; TNX, 2020; IRX, 2020)

3 PRIEDAS. Pasirinkimo sandorio kainos jautrumo vertinimas, skaičiavimai

	Volatility	24,13%	27,05%	69,76%	114,99%	68,79%	34,15%	36,56%	17,80%
	Bazinio turto kaina, Eur	293,65	222,14	65,68	2,48	1,53	46,92	1,84	1,52
	Sulygta kaina, Eur	293,65	222,14	65,68	2,48	1,53	46,92	1,84	1,52
	Nepastovumas, %	24,13%	27,05%	69,76%	114,99%	68,79%	34,15%	36,56%	17,80%
	Nerizikinga palūkanų norma, %	2,53%	2,53%	2,53%	2,53%	2,53%	2,53%	2,53%	2,53%
	Laikotarpis, metais	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Pirkimo pasirinkimo sandorio kaina	31,67	26,48	18,52	1,10	0,42	6,89	0,29	0,13
	Pardavimo pasirinkimo sandorio kaina	24,34	20,93	16,88	1,04	0,39	5,71	0,24	0,09
Delta	Pirkimo pasirinkimas	0,589	0,590	0,650	0,725	0,648	0,597	0,599	0,591
	Pardavimo pasirinkimas	-0,411	-0,410	-0,350	-0,275	-0,352	-0,403	-0,401	-0,409
Gamma	Pirkimo pasirinkimas	0,006	0,007	0,009	0,167	0,409	0,026	0,614	1,512
	Pardavimo pasirinkimas								
Tetha	Pirkimo pasirinkimas	-0,072	-0,060	-0,042	-0,003	-0,001	-0,015	-0,001	0,000
	Pardavimo pasirinkimas	-0,043	-0,038	-0,035	-0,003	-0,001	-0,011	0,000	0,000
Vega	Pirkimo pasirinkimas	1,202	0,910	0,282	0,012	0,007	0,193	0,008	0,006
	Pardavimo pasirinkimas								
Rho	Pirkimo pasirinkimas	1,413	1,047	0,242	0,007	0,006	0,211	0,008	0,008
	Pardavimo pasirinkimas	-1,450	-1,119	-0,399	-0,017	-0,009	-0,246	-0,010	-0,007

	APPL		FB			XMR-USD		LINK-USD		RBOB		WTI			^TNX		^IRX	
	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis
Kristalinas	24,1%						69,8%		115,0%						36,6%		17,8%	
Saunio bario kaina, Eur	293,65	352,38	20,00%	222,14	268,57	20,00%	65,68	78,82	20,00%	1,53	1,83	20,00%	46,92	56,30	20,00%	1,84	1,52	1,83
Saunio bario, Eur	293,65	293,65	0,00%	222,14	222,14	0,00%	65,68	65,68	0,00%	1,53	1,53	0,00%	46,92	46,92	0,00%	1,84	1,52	1,52
Saunio bario, %	0,24	0,24	0,00%	0,27	0,27	0,00%	0,70	0,70	0,00%	0,69	0,69	0,00%	0,34	0,34	0,00%	0,37	0,18	0,18
Natūralusis																		
patikrinamas, %	0,03	0,03	0,00%	0,03	0,03	0,00%	0,03	0,03	0,00%	0,03	0,03	0,00%	0,03	0,03	0,00%	0,03	0,03	0,00%
Laikotarpis, metais	1,00	1,00	0,00%	1,00	1,00	0,00%	1,00	1,00	0,00%	1,00	1,00	0,00%	1,00	1,00	0,00%	1,00	1,00	0,00%
Pilimo																		
patikrinamas	31,67	74,30	134,61%	26,48	58,20	119,83%	18,52	27,69	49,49%	0,42	0,64	50,07%	6,89	13,42	94,90%	0,29	0,54	184,20%
Patikrinamas																		
Patikrinamas	24,34	8,24	-66,15%	20,93	8,22	-60,70%	16,88	12,91	-23,51%	0,91	0,29	-23,91%	5,71	2,86	-49,88%	0,24	0,13	-46,88%
Dalia																		
Patikrinamas	0,59	0,84	42,00%	0,59	0,82	38,31%	0,65	0,74	14,02%	0,72	0,78	8,94%	0,60	0,78	31,04%	0,60	0,77	23,04%
Patikrinamas	-0,41	-0,16	-60,25%	-0,41	-0,18	-55,24%	-0,35	-0,26	-26,02%	-0,22	-0,22	-18,27%	-0,40	-0,22	-45,92%	-0,40	-0,23	-43,47%
Guma																		
Patikrinamas	0,00	0,00	0,00%	0,00	0,00	0,00%	0,01	0,00	0,00%	0,01	0,07	0,00%	0,01	0,01	0,01%	0,32	0,17	0,69
Patikrinamas																		
Tona																		
Patikrinamas	-3,13	-1,97	-37,25%	-2,36	-1,55	-34,40%	-0,63	-0,53	-15,28%	-0,02	-0,02	-12,47%	-0,49	-0,35	-28,74%	-0,02	-0,02	-23,12%
Patikrinamas																		
Patikrinamas	3,67	5,72	56,02%	2,72	4,14	52,35%	0,63	0,80	27,07%	0,02	0,02	26,07%	0,35	0,80	44,93%	0,02	0,03	41,89%
Vaga																		
Patikrinamas	0,58	0,31	-45,55%	0,45	0,27	-38,78%	0,16	0,16	0,00%	0,01	0,01	0,00%	0,10	0,07	-26,24%	0,00	0,00	-22,95%
Patikrinamas																		
Rio																		
Patikrinamas	1,21	0,48	-60,25%	0,91	0,41	-55,24%	0,23	0,17	-28,02%	0,01	0,01	-18,27%	0,19	0,10	-45,92%	0,01	0,00	-43,47%
Patikrinamas	-1,45	-2,26	-56,02%	-1,07	-1,64	-52,35%	-0,25	-0,31	-27,10%	-0,01	-0,01	-19,47%	-0,22	-0,31	-44,97%	-0,01	-0,01	-42,91%

	APPL		FB		XMR-USD		LINK-USD		RBOB		WTI		^TNX		^IRX	
	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Pokytis
Esamasis	24,1%						115,0%		69,8%		34,2%		36,6%		17,8%	
Esama																
Saizinio turto lygis, Eur	293,65	293,65	0%	222,14	222,14	0%	85,68	85,68	0%	2,48	2,48	0%	1,53	1,53	0%	1,52
Saizinio turto lygis, Eur	293,65	352,38	20%	222,14	288,57	20%	85,68	78,82	20%	2,48	2,98	20%	1,53	1,83	20%	1,52
Neapmokėta a. s.	0,24	0,24	0%	0,27	0,27	0%	0,70	0,70	0%	1,15	1,15	0%	0,89	0,89	0%	0,18
Neapmokėta pajamų norma, %	0,03	0,03	0%	0,03	0,03	0%	0,03	0,03	0%	0,03	0,03	0%	0,03	0,03	0%	0,03
Likvidumas, mln.	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00
Pilno pajamų sąsanta	31,67	11,85	-63%	26,48	11,26	-57%	18,52	14,32	-23%	1,10	0,97	-12%	0,42	0,33	-23%	0,13
Pajamų pajamų sąsanta																
Pilno pajamų sąsanta	24,34	61,78	154%	20,93	49,03	134%	16,88	25,49	51%	1,04	1,39	34%	0,39	0,59	52%	0,29
Pilno pajamų sąsanta	0,59	0,30	-49%	0,59	0,33	-44%	0,65	0,55	-15%	0,72	0,57	-8%	0,65	0,55	-16%	0,21
Pilno pajamų sąsanta	-0,41	-0,70	71%	-0,41	-0,67	64%	-0,35	-0,45	29%	-0,28	-0,33	20%	-0,35	-0,45	29%	-0,41
Pilno pajamų sąsanta	0,00	0,00		0,00	0,00		0,01	0,01	15%	0,10	0,10	7%	0,23	0,27	15%	0,69
Pilno pajamų sąsanta	-3,13	-7,20	130%	-2,36	-5,01	112%	-0,63	-0,91	44%	-0,02	-0,03	29%	-0,02	-0,02	40%	-0,02
Pilno pajamų sąsanta	3,67	1,97	-46%	2,72	1,60	-41%	0,63	0,57	-10%	0,02	0,02	-2%	0,02	0,02	-10%	0,02
Pilno pajamų sąsanta	0,58	0,89	54%	0,45	0,66	48%	0,16	0,18	15%	0,01	0,01	7%	0,00	0,00	37%	0,00
Pilno pajamų sąsanta	1,21	2,47	105%	0,91	1,79	97%	0,23	0,36	55%	0,01	0,01	44%	0,01	0,01	55%	0,01
Pilno pajamų sąsanta	-1,45	-0,78	-46%	-1,07	-0,63	-41%	-0,25	-0,22	-10%	-0,01	-0,01	-1%	-0,01	-0,01	-10%	-0,01

	APPL	FB	XMR-USD	LINK-USD	RBOB	WTI	^TNX	^IRX	
	Volatility	24,1%	27,0%	69,8%	115,0%	68,8%	34,2%	17,8%	
	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Esama	Nauja	Esama	Nauja
	293,65	293,65	0%	65,68	65,68	0%	46,92	0%	1,52
	293,65	293,65	0%	65,68	65,68	0%	46,92	0%	1,52
	24%	29%	20%	70%	84%	20%	34%	20%	18%
	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0%	2,53%
	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	0%	1,00
	31,67	37,18	17%	26,48	31,14	18%	21,87	18%	21,87
	24,34	29,84	23%	20,33	25,59	22%	16,88	22%	16,88
	0,59	0,59	0%	0,59	0,59	0%	0,59	0%	0,59
	-0,41	-0,41	-1%	-0,41	-0,41	-1%	-0,41	-1%	-0,41
	0,00	0,00	-14%	0,01	0,00	-14%	0,01	-14%	0,01
	-3,13	-3,12	0%	-2,36	-2,34	0%	-2,36	0%	-2,36
	3,67	3,55	-3%	2,72	2,62	-3%	2,72	-3%	2,72
	0,58	0,60	3%	0,45	0,46	3%	0,45	3%	0,45
	1,21	1,20	-1%	0,91	0,90	-1%	0,91	-1%	0,91
	-1,45	-1,40	-3%	-1,07	-1,04	-3%	-1,07	-3%	-1,07

	APPL	FB	XMR-USD			LINK-USD			RBOB			WTI			^TNX			^IRX		
Esamoms	24,1%		27,0%		69,8%			115,0%		68,8%			34,2%			36,6%		17,8%		
Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	
Skaitinio turto lėmė, Eur	293,65	0%	222,14	222,14	0%	65,68	65,68	0%	2,48	2,48	0%	1,53	1,53	0%	46,92	46,92	0%	1,84	1,84	
Sulygo lėmė, Eur	293,65	0%	222,14	222,14	0%	65,68	65,68	0%	2,48	2,48	0%	1,53	1,53	0%	48,92	48,92	0%	1,84	1,84	
Nepastovios s. %	24%	0%	27%	0,27	0%	70%	0,70	0%	115%	1,15	0%	69%	0,69	0%	34%	0,34	0%	37%	0,37	
Naujininkų pajamų norma, %	2,53%	0,03	20%	0,03	20%	2,53%	0,03	20%	2,53%	0,03	20%	2,53%	0,03	20%	2,53%	0,03	20%	2,53%	0,03	
Lakotėjų, eurais	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	
Pikimo pasiskolinimo santykio santykis	31,67	32,39	2%	26,48	27,01	2%	18,52	18,65	1%	1,10	1,10	0%	0,42	0,43	1%	6,89	6,99	1%	0,13	
Pedarmo pasiskolinimo santykio santykis	24,34	23,61	-3%	20,93	20,37	-3%	16,88	16,68	-1%	1,04	1,03	-1%	0,39	0,38	-1%	5,71	5,59	-2%	0,24	
Dolia	Pikimo pasiskolinimo santykis	0,59	0,60	1%	0,59	0,60	1%	0,65	0,65	0%	0,72	0,73	0%	0,65	0,65	0%	0,60	0,60	1%	
Perdarmo pasiskolinimo santykis	-0,41	-0,40	-2%	-0,41	-0,40	-2%	-0,35	-0,35	-1%	-0,28	-0,27	-1%	-0,35	-0,35	-1%	-0,40	-0,40	-1%	-0,41	
Garinis	Pikimo pasiskolinimo santykis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,10	0,10	0,10	0,23	0,23	0,23	0,01	0,01	0,01	0,32	0,31	
Tobla	Pikimo pasiskolinimo santykis	-3,13	-3,70	18%	-2,36	-2,80	18%	-0,63	-0,75	19%	-0,02	-0,03	18%	-0,02	-0,02	17%	-0,49	-0,59	19%	-0,02
Vogai	Pikimo pasiskolinimo santykis	3,67	4,48	22%	2,72	3,31	22%	0,63	0,76	21%	0,02	0,02	19%	0,02	0,02	21%	0,57	0,67	21%	0,03
Rho	Pikimo pasiskolinimo santykis	0,58	0,57	-2%	0,45	0,44	-2%	0,16	0,16	-1%	0,01	0,01	-1%	0,00	0,00	-2%	0,10	0,10	-2%	0,00
	Pikimo pasiskolinimo santykis	1,21	1,18	-2%	0,91	0,89	-2%	0,23	0,23	-1%	0,01	0,01	-1%	0,01	0,01	-1%	0,19	0,19	-1%	0,01
	Pikimo pasiskolinimo santykis	-1,45	-1,47	2%	-1,07	-1,09	2%	-0,25	-0,25	1%	-0,01	-0,01	1%	-0,01	-0,01	1%	-0,22	-0,22	1%	-0,01

	APPL				FB			XMR-USD			LINK-USD			RBOB			WTI			^TNX			^IRX		
	Volatility	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis
	24,1%				27,0%			69,8%			115,0%			68,8%			34,2%			36,6%			17,8%		
Barinio turto kaina, Eur	293,65	293,65	293,65	0%	222,14	222,14	0%	65,68	65,68	0%	2,48	2,48	0%	1,53	1,53	0%	46,92	46,92	0%	1,84	1,84	0%	1,52	1,52	0%
Sulyga kaina, Eur	293,65	293,65	293,65	0%	222,14	222,14	0%	65,68	65,68	0%	2,48	2,48	0%	1,53	1,53	0%	46,92	46,92	0%	1,84	1,84	0%	1,52	1,52	0%
Nuopatausima s, %	24%	0,24	0%	0%	27%	0,27	0%	70%	0,70	0%	115%	1,15	0%	69%	0,69	0%	34%	0,34	0%	37%	0,37	0%	18%	0,18	0%
Nuolatiniai pajamų norma, %	2,53%	0,03	0%	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%
Laisvųjų metad	1,00	1,20	20%	20%	1,00	1,20	20%	1,00	1,20	20%	1,00	1,20	20%	1,00	1,20	20%	1,00	1,20	20%	1,00	1,20	20%	1,00	1,20	20%
Pikimo pasiskolinimo santykio kaina	31,67	34,97	10%	10%	26,48	29,19	10%	18,52	20,19	9%	1,10	1,18	8%	0,42	0,46	9%	6,89	7,57	10%	0,29	0,31	10%	0,13	0,14	11%
Pasidavimo pasiskolinimo santykio kaina	24,34	26,19	8%	8%	20,93	22,55	8%	16,88	18,22	8%	1,04	1,11	7%	0,39	0,42	8%	5,71	6,17	8%	0,24	0,26	8%	0,09	0,09	7%
Dalis	Pikimo pasiskolinimo	0,59	0,62	5%	0,59	0,62	5%	0,65	0,69	7%	0,72	0,78	8%	0,65	0,69	7%	0,60	0,63	5%	0,60	0,63	5%	0,59	0,62	5%
	Pasidavimo pasiskolinimo	-0,41	-0,38	-7%	-0,41	-0,38	-7%	-0,35	-0,31	-12%	-0,28	-0,22	-21%	-0,35	-0,31	-12%	-0,40	-0,37	-7%	-0,40	-0,37	-8%	-0,41	-0,38	-7%
Gomma	Pikimo pasiskolinimo	0,00	0,00	-13%	0,00	0,00	-12%	0,01	0,00	-12%	0,10	0,08	-13%	0,23	0,20	-12%	0,01	0,01	-12%	0,32	0,28	-12%	0,69	0,60	-13%
	Pasidavimo pasiskolinimo	-3,13	-2,98	-5%	-2,36	-2,25	-5%	-0,63	-0,58	-8%	-0,02	-0,02	-9%	-0,02	-0,02	-8%	-0,49	-0,47	-5%	-0,02	-0,02	-5%	-0,02	-0,02	-4%
Telma	Pikimo pasiskolinimo	3,67	3,81	4%	2,72	2,82	4%	0,63	0,66	6%	0,02	0,02	10%	0,02	0,02	5%	0,55	0,57	4%	0,02	0,02	4%	0,02	0,02	4%
	Pasidavimo pasiskolinimo																								
Vopa	Pikimo pasiskolinimo	0,58	0,61	5%	0,45	0,47	5%	0,16	0,17	5%	0,01	0,01		0,00	0,00	5%	0,10	0,10		0,00	0,00	5%	0,00	0,00	4%
	Pasidavimo pasiskolinimo																								
Rho	Pikimo pasiskolinimo	1,21	1,35	12%	0,91	1,02	12%	0,23	0,24	5%	0,01	0,01	-6%	0,01	0,01	5%	0,19	0,21	11%	0,01	0,01	11%	0,01	0,01	12%
	Pasidavimo pasiskolinimo	-1,45	-1,81	25%	-1,07	-1,34	25%	-0,25	-0,31	27%	-0,01	-0,01	31%	-0,01	-0,01	27%	-0,22	-0,27	25%	-0,01	-0,01	25%	-0,01	-0,01	25%

	APPL			FB			XMR-USD																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
--	------	--	--	----	--	--	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	APPL	FB	XMR-USD		LINK-USD		RBOB		WTI		^TNX		^IRX	
	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja
Kintamumas	24,1%		27,0%	69,8%	115,0%	68,8%	34,2%				36,6%		17,8%	
Skaitinio lygio lygis, Eur	293,65	293,65	0%	85,68	2,48	0%	1,53	1,53	0%	48,92	48,92	0%	1,52	1,52
Skaitinio lygio lygis, Eur	293,65	293,65	0%	85,68	2,48	0%	1,53	1,53	0%	48,92	48,92	0%	1,52	1,52
Skaitinio lygio lygis, %	24%	0,24	0%	70%	1,15	0%	69%	0,89	0%	34%	0,34	0%	18%	0,18
Nauji lygiai palyginami su, %	2,63%	0,02	-20%	2,53%	0,02	-20%	2,63%	0,02	-20%	2,63%	0,02	-20%	2,63%	0,02
Likusių metų	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00
Piketo patikrinimo sąlygos	31,67	30,96	-2%	18,52	1,10	0%	0,42	0,42	-1%	6,89	6,78	-2%	0,13	0,12
Piketo patikrinimo sąlygos	24,34	25,08	3%	16,88	1,04	1%	0,39	0,39	1%	5,71	5,84	2%	0,09	0,09
Dalis	0,59	0,58	-1%	0,65	0,72	0%	0,65	0,65	0%	0,60	0,59	-1%	0,59	0,58
Piketo patikrinimo	-0,41	-0,42	2%	-0,35	-0,38	1%	-0,35	-0,35	1%	-0,40	-0,41	1%	-0,41	-0,42
Guma	0,00	0,00	0%	0,01	0,10	1%	0,23	0,23	1%	0,01	0,01	2%	0,69	0,71
Tolia	-3,13	-2,54	-19%	-0,63	-0,02	-20%	-0,02	-0,01	-18%	-0,49	-0,40	-19%	-0,02	-0,01
Piketo patikrinimo	3,67	2,89	-21%	0,63	0,02	-21%	0,02	0,01	-18%	0,55	0,43	-21%	0,02	0,02
Voda	0,58	0,59	2%	0,16	0,01	1%	0,00	0,00	1%	0,10	0,10	2%	0,00	0,00
Riva	1,21	1,23	2%	0,23	0,01	1%	0,01	0,01	1%	0,19	0,19	1%	0,01	0,01
Piketo patikrinimo	-1,45	-1,43	-2%	-0,25	-0,01	-1%	-0,01	-0,01	-1%	-0,22	-0,21	-1%	-0,01	-0,01

	APPL			FB	XMR-US\$			LINK-US\$			RBOB				WTI	^TNX			^IRX		
	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis	Esama	Nauja	Pokytis
Esamėms	24,1%			27,0%			69,8%			115,0%			68,8%			34,2%			36,6%		17,8%
Esamio turto kaina, Eur	293,65	293,65	0%	222,14	222,14	0%	65,68	65,68	0%	2,48	2,48	0%	1,53	1,53	0%	48,92	48,92	0%	1,84	1,84	1,52
Sužalgia kaina, Eur	293,65	293,65	0%	222,14	222,14	0%	65,68	65,68	0%	2,48	2,48	0%	1,53	1,53	0%	48,92	48,92	0%	1,84	1,84	1,52
Reparavimams %, %	24%	19%	-20%	27%	22%	-20%	70%	66%	-20%	115%	92%	-20%	69%	55%	-20%	34%	27%	-20%	37%	29%	18%
Netikėtai pildytam norma, %	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%	2,53%	0,03	0%
Laikėjai, mln. eur	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%	1,00	1,00	0%
Piketo pasiskolinimo sąlygos kaina	31,67	26,16	-17%	26,48	21,80	-18%	18,52	15,09	-19%	1,10	0,90	-18%	0,42	0,35	-19%	6,89	5,64	-18%	0,29	0,23	0,11
Piketo pasiskolinimo sąlygos kaina																					
Piketo pasiskolinimo sąlygos kaina	24,34	18,82	-23%	20,93	16,25	-22%	16,88	13,45	-20%	1,04	0,84	-19%	0,39	0,31	-20%	5,71	4,47	-22%	0,24	0,19	0,07
Piketo pasiskolinimo sąlygos kaina	0,59	0,59	0%	0,59	0,59	0%	0,65	0,63	-3%	0,72	0,69	-5%	0,65	0,63	-3%	0,60	0,59	-1%	0,60	0,59	0,60
Piketo pasiskolinimo sąlygos kaina	-0,41	-0,41	0%	-0,41	-0,41	0%	-0,35	-0,37	6%	-0,28	-0,31	14%	-0,35	-0,37	6%	-0,40	-0,41	2%	-0,40	-0,41	-0,40
Piketo pasiskolinimo sąlygos kaina	0,00	0,00	20%	0,00	0,00	20%	0,01	0,01	19%	0,10	0,11	18%	0,23	0,27	19%	0,01	0,02	20%	0,32	0,38	0,82
Piketo pasiskolinimo sąlygos kaina	-3,13	-3,13	0%	-2,36	-2,37	0%	-0,63	-0,65	4%	-0,02	-0,02	8%	-0,02	-0,02	4%	-0,49	-0,50	1%	-0,02	-0,02	-0,02
Piketo pasiskolinimo sąlygos kaina	3,67	3,82	4%	2,72	2,83	4%	0,63	0,68	8%	0,02	0,02	13%	0,02	0,02	7%	0,55	0,57	5%	0,02	0,02	0,02
Piketo pasiskolinimo sąlygos kaina	0,58	0,56	-4%	0,45	0,43	-4%	0,16	0,15	-5%	0,01	0,01	-6%	0,00	0,00	-5%	0,10	0,09	-4%	0,00	0,00	0,00
Piketo pasiskolinimo sąlygos kaina	1,21	1,20	0%	0,91	0,91	0%	0,23	0,24	6%	0,01	0,01	14%	0,01	0,01	6%	0,19	0,19	2%	0,01	0,01	0,01
Piketo pasiskolinimo sąlygos kaina	-1,45	-1,51	4%	-1,07	-1,12	4%	-0,25	-0,27	8%	-0,01	-0,01	16%	-0,01	-0,01	8%	-0,22	-0,23	5%	-0,01	-0,01	-0,01