



## INVESTAVIMAS Į ATEITIES SANDORIUS NAUDOJANT MONTE CARLO IR SHARPO METODUS

Ieva ŽOLNEROVIČIŪTĖ\*, Nijolė MAKNIČKIENĖ

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

*\*El. paštas [ieva.zolneroviciute@stud.vgtu.lt](mailto:ieva.zolneroviciute@stud.vgtu.lt)*

**Santrauka.** Pasaulinė išvestinių finansinių priemonių rinka yra dinamiškai augantis finansų rinkos segmentas. Nauji finansiniai produktai daro ekonominius santykius sudėtingesniais ir atsiranda naujų finansinių naujovių poreikis. Atsiranda pasaulinė tinklo ekonomika, kuri remiasi elektroninėmis jos veikimo sistemomis, per kelias sekundes perkelia milijardus dolerių į kitas rinkas. Ateities sandorių augimo dinamika pasaulyje per pastaruosius metus rodo, kad ši finansų rinkos dalis sparčiai vystosi. Maži transakcijų kaštai bei lengvas šių priemonių panaudojimas suteikia investuotojams daug galimybių kryptingai planuoti pinigų srautus bei siekti norimos grąžos. Dėl šios priežasties labai svarbu išanalizuoti ir tinkamai įvertinti ateities išvestinių sandorių galimas kainų kitimo kryptis ir tendencijas. Tam darbe sujungti du algoritmai, kaip paramos sistema investuotojui: prognozuojantis Monte Carlo metodas, kuris rodo atskirų instrumentų kitimo tendencijas, leidžia išvėgti pirkimo ir pardavimo signalus, rinkos aktyvumą ir pasyvumą bei pasirinkti įėjimo į rinką laiką, kad prekyba būtų pelninga; kitas – optimizuojantis, leidžiantis sudaryti efektyvų portfelį, Sharpo metodas. Pasitelkiant šiais algoritminiais metodais bei jų rezultatais prognozuojamos ateities sandorių kainos ir sudaromas investicinis portfelis su tikėtina grąža ir mažesne rizika.

**Reikšminiai žodžiai:** išvestinės finansinės priemonės, ateities sandoris, rinka, algoritminė prekyba, Monte Carlo metodas, Sharpo metodas, tendencijos.

### Įvadas

Ekonominė globalizacija ir integracija pasaulio finansų rinkoje pakeitė jos struktūrą ir sukūrė naujus vystymosi segmentus. XX a. pabaigoje tokių naujovių rezultatas buvo išvestinių finansinių priemonių rinkos atsiradimas, kuris rinkai suteikė naujas, anksčiau nepasiekiamas, finansinės rizikos valdymo galimybes. Investuotojai turi gana platų finansinių priemonių ir galimybių spektrą, kurio pagalba galima uždirbti pinigus iš akcijų ir vertybinių popierių. Išvestinių finansinių priemonių rinka yra vienas pagrindinių ir aktyviausių šiuolaikinės finansų sistemos segmentų. Tačiau dauguma naujokų investuotojų labai mažai žino, kokios yra išvestinės finansinės priemonės, jų teikiama nauda. Atitinkamai tokios priemonės, kurios suteikia investuotojui daug galimybių, lieka nepanaudotos. Arba priešingai, investuotojai neapgalvotai rizikuoja, nesuprasdami šių priemonių rizikos. Nutarus investuoti, būtina atsižvelgti į riziką, pelningumą ir padėtį pasaulio vertybinių popierių rinkoje. Investicijos yra įmonių ir privačių asmenų ekonominė veikla. Tvirta investicija išsprendžia visą ekonominių užduočių kompleksą mikro, makro ir mezo lygmeniu, sukuria palankias sąlygas ekonomikai vystytis (Lutsenko et al., 2017). Atsižvelgiant į tarptautinių santykių komplikacijas, ekonomikos sukrėtimus, staigius kainų pokyčius finansų rinkoje, įmonės privalo įdiegti veiksmingus metodus, kaip sumažinti riziką, kuri galėtų tinkamai reaguoti į šiuolaikinius ekonominius iššūkius.

Pasaulyje sparčiai plintant inovacijoms greitai į rinką veržiasi naujas prekybos segmentas, pagrįstas prekybos automatizavimu, tai – algoritminė prekyba. Dėl to galima teigti, kad itin trumpalaikės automatinės prekybos segmentas turi geras tolesnio vystymosi perspektyvas, o algoritminių sistemų pranašumai leidžia mums juos laikyti kitu technologinių inovacijų finansų rinkose etapu. Vienas iš algoritminės prekybos plėtros rezultatų yra tas, kad robotai pamažu išstumia paprastus prekybininkus iš prekybos ir tikimasi, kad ši tendencija tik sustiprės. Prekybos automatizavimas leidžia tinkamai išnaudoti rinkos tendencijas. Algoritminė prekyba leidžia neutralizuoti daugelį trūkumų esančių finansinių instrumentų prekyboje. Tai paskatino per trumpą laiką algoritmines sistemas išplisti ir augti pasaulinėje rinkoje. Algoritminės prekybos modeliai naudojami siekiant padalinti didelius pavedimus į kelias mažesnes operacijas bei suvaldyti riziką ir įtaką rizikai. Svarbu įvertinti algoritminės prekybos modelių perspektyvas ir įtaką finansinių instrumentų rinkos plėtrai. Visame pasaulyje finansinės organizacijos aktyviai reorganizuoja savo veiklą robotizuodamos sistemas prekyboje, todėl ši sistema yra labai aktuali.

*Tyrimo problema* – kaip sujungti Monte Carlo ir Sharpo metodus į bendrą algoritminės prekybos modelį.

*Tyrimo objektas* – ateities sandoriai.

*Tyrimo tikslas* – atlikus ateities sandorių ir algoritminių modelių literatūros analizę, pritaikyti Monte Carlo ir Sharpo algoritmus investavimui į ateities sandorius.

*Tyrimo uždaviniai:*

- Išanalizavus mokslinę literatūrą atskleisti ateities sandorių savybes ir įvertinti rinkos tendencijas.
- Apžvelgti algoritminės prekybos modelius.
- Prognozuoti naftos, aukso ir gamtinių dujų ateities sandorių kainas Monte Carlo metodu.
- Gautų prognozių pagrindu sudaryti naftos, aukso ir gamtinių dujų ateities sandorių investicinį portfelį naudojant Sharpo modelį.

## 1. Ateities sandorių rinkos teoriniai aspektai

Pasaulinė investicinių finansinių priemonių rinka yra dinamiškai augantis finansų rinkos segmentas. Dėl didelių pinigų valdymo galimybių su minimaliomis išlaidomis, investicinių finansinių priemonių rinka padeda efektyviai spręsti kainų svyravimo problemą, optimizuodama įmonės veiklos pinigų srautus, leidžia pasiekti reikiamą nuosavų ir pasiskolintų lėšų santykį, kartu mažinant jų išlaidas, priimti sprendimus dėl investicijų, kurie geriausiai atitiktų įmonių poreikius ir politiką (Saakian, 2018). Išvestinės finansinės priemonės yra nauji finansiniai produktai, kurie susidarė dėl specifinių ekonominių subjektų santykių finansų rinkoje. Šie santykiai leidžia patenkinti poreikius, susijusius su finansavimo šaltinių paieška, siūlo dideles galimybes keisti rizikos dydį, perskirstant ją ir užtikrinti likvidumą bei pagerinti galutinius finansinius rezultatus. Nuolat besikeičiant valiutų kursams, pasiūlos ir paklausos svyravimams, didėja rizika ir realiam ekonominiam sektoriui tenkanti našta (Abdullah, 2018). Išvesticinių finansinių priemonių rinka gali greitai prisitaikyti prie išorinės aplinkos pokyčių ir reikalavimų, naujomis sandorių formomis apsaugoti verslą nuo rizikų. Pastaraisiais metais pasaulio rinkose atsirado tendencija didinti išvesticinių finansinių priemonių populiarumą. Pagrindinės išvesticinių finansinių priemonių savybės yra skubumas ir sąnaudomis pagrįstas našumas. Verta paminėti, kad egzistuoja biržinės ir nebiržinės išvestinės finansinės priemonės. Nebiržiniai sandoriai sudaromi tiesiogiai tarp pardavėjo ir išvestinės finansinės priemonės pirkėjo. Jie pagrįsti pirkėjo reikalavimais ir norais. Ir skirtingai nei šioms sutartims, biržos rinkoje taikomos griežtos standartizuotos išvestinės finansinės priemonės. Paprastai išvestinės finansinės priemonės nenaudojamos fiziniam pagrindinio turto įsigijimui, bet reikalingos siekiant apriboti galimus nuostolius, atsirandančius dėl kainų svyravimų arba išgauti spekuliacinį pelną. Vienas iš pagrindinių išvesticinių finansinių priemonių naudojimo tikslų yra rizikos mažinimas. Vo et al. (2019) pabrėžia, kad norint veiksmingai naudoti išvestines finansines priemones, reikalingas gerai suderintas išvesticinių finansinių priemonių rinkos veikimo mechanizmas, taip pat svarbiausių ryšių su jais įstaigų plėtra, mainai, kuriais prekiaujama išvestinėmis finansinėmis priemonėmis. Išvesticinių finansinių priemonių trukmė yra ribota nuo kelių dienų iki kelių mėnesių. Jų vertė priklauso nuo sandorio turimo turto. Išvesticinių finansinių priemonių nustatymas atskleidžia fiktyvios vertės, kaip išvestinės vertės pobūdį. Šios priemonės apima ateities sandorius, sudarytus siekiant gauti spekuliacinį pelną arba apdrausti riziką, pagrįstą rinkos turto, suvienodinant pinigų srautus laike ir erdvėje.

Ateities sandoris – tai susitarimas, kuris yra sudarytas biržoje, pagal kurį sandoris turėtų vykti tam tikru momentu pagal rinkos kainą sutarties sudarymo dieną. Birža organizuoja ateities sandorius antrinėje rinkoje ir užtikrina jų vykdymą (Karali et al., 2018). Sandoriai užregistruojami kliringo namuose. Kadangi ateities sandoriai yra standartiniai ir atsiskaitymas yra garantuotas, tai yra labai likvidūs. Tai reiškia, kad prekiautojas gali lengvai uždaryti atvirą poziciją ir kompensuoti sandorį. Jo veiklos rezultatas bus pelnas arba nuostoliai, priklausomai nuo to, kokia kaina buvo atidaryta ir uždaryta pozicija. Jei išankstinio sandorio kaina yra fiksuota, tai ateities sandorių atveju ji gali skirtis priklausomai nuo rinkos sąlygų. Privalomas ateities sandorių reikalavimas, kad prekės bus parduodamos ar perkamos konkrečiu momentu. Abdullah (2018) išskiria ateities sandorio sutarties savybes:

- Turtas (žaliavos, užsienio valiuta, akcijos ir kt.);
- Turto suma;
- Ateities sandorio vykdymo data (galiojimo laikotarpis);
- Fiksuota suma – pirkėjo sumokėta ir pardavėjo gauta fiksuota suma.

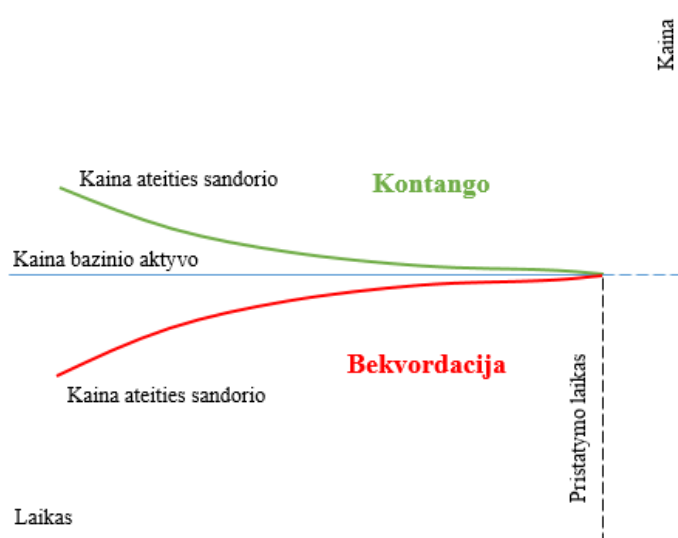
Suėjus mokėjimo terminui pirkėjas turi nusipirkti, o pardavėjas turi parduoti turtą pagal sutartą kainą. Mishin (2018) ateities sandorius skirsto į du tipus:

1. Atsiskaitymas. Tarp sutarties šalių yra atsiskaitymas grynaisiais pinigais. Skaičiavimo suma yra skirtumas tarp nurodytos kainos ir dabartinės turto kainos;
2. Turto pristatymas.

Finansinis ateities sandoris yra sutartis, kurioje turtas yra valiuta, palūkanų normos, žaliavos, trumpalaikiai ir ilgalaikiai išdėstymai, indėliai. Kiekviena ateities sandorio sutartis turi specifikaciją. Mokslinėje literatūroje daugelis autorių Abdullah (2018) ir Mishin (2018) išskiria pagrindines sutarties sąlygas: sutarties tipas (atsiskaitymas ir pristatymas); sutarties vertė (dydis) yra pagrindinio turto suma; terminas – laikotarpis per kurį

galima perparduoti arba įsigyti sutartį; pristatymo arba atsiskaitymo data – diena, kai sutarties šalys turi įvykdyti savo įsipareigojimus; minimalus kainų pokytis (žingsnis); minimalaus kainų pokyčio sąnaudos.

Akcijų rinkose galimi du kainų santykio atvejai: kontango ir bekvordacija (žr. 1 paveikslą).



1 paveikslas. Kontango ir bekvordacija biržinėje rinkoje (sudaryta autorės, remiantis Abdullach, 2018)

Kontango (angl. *Contango*) – tai tokia padėtis rinkoje, kurioje mainų sutarčių vertė yra daug pigesnė, nes terminas yra artimiausioje ateityje arba šiuo metu. Kontango yra tada, kai ateities sandorių kaina yra didesnė už numatomą ateities kainą. Kadangi ateities sandorių kaina turi sutapti su tikėtina būsimoje neatidėliotinų sandorių kaina, reiškia, kad ateities sandorių kainos laikui bėgant krinta, nes nauja informacija suderina jas su tikėtinomis ateities rinkos kainomis (Tatyannikov, 2017). Bekvordacija (angl. *Backwardation*) – tai situacija, kai ateities sandorių kaina yra mažesnė už numatomą būsimoje neatidėliotiną kainą. Tai pageidautina spekuliantams, kurie ilgisi savo pozicijų: nori, kad ateities sandorių kaina pakiltų. Taigi bekvordacija yra tada, kai kyla ateities sandorių kainos.

Dogovora (2017) išskiria ateities sandorio ypatybes:

- terminuotas laikas. Kiekvienas ateities sandoris turi griežtai nustatytą galiojimo terminą, jo neįmanoma nusipirkti neribotam laikui, kaip pavyzdžiui akcijų ar obligacijų;
- forma. Daugelis ateities sandorių yra fizinio turto išraiška, kaip įsipareigojimas pirkti arba parduoti, kažkokį turtą;
- sandorio sudarymas ateityje. Tai yra dokumentais įtvirtintas pažadų realizavimas, o prekybos objektas kol kas netgi gali ir neegzistuoti. Atsižvelgiant į tai, kad sandoris yra gana trapus biržos ir valstybės griežtai kontroliuoja būsimų sandorių sutartis, o tai neleidžia sukčiauti.

Ateities sandorių rinka yra gana įvairi ir išsivysčiusi. Šiandien ji yra viena didžiausių finansų rinkų, nuolat auganti ir apimanti visas naujas priemones ir technologijas. Paprastai ateities sandoris galioja tris mėnesius, kai prekiautojas gali laisvai prekiauti ir pirkti, kad padidintų savo pelną. Perkant ateities sandorius, nereikia mokėti visos kainos, tik užstato dydį (paprastai 10 proc. kainos) (Gautami, 2018). Taigi galima aktyviai prekiauti biržoje net ir su nedideliu indėliu. Pelnas gaunamas ne dėl turto kainos skirtumų pardavimo ir pirkimo momentu, bet dėl maržos svyravimų. Maržos variavimas yra dienos sandorių kainos svyravimas. Priklausomai nuo to, kiekvieną dieną nuo savininko sąskaitos nurašomas skirtumas arba gaunamas pelnas. Ateities sandorių rinkoje yra galimybė atlikti vienu metu didelį operacijų skaičių. Ateities sandoriai yra griežtai reglamentuoti, suteikia garantijas, kad bus įvykdytos sutartyje numatytos prievolės, todėl yra laikomos viena patikimiausių finansinių priemonių. Galima teigti, kad ateities sandorių rinka yra gana patraukli, nes galima uždirbti pinigus net su mažu kapitalu dėl didelio svėro ir nereikia mokėti visos turto vertės. Tačiau, kita vertus, kasdienis maržos nurašymas, kai strategija yra netinkama ar neraštinga, gali sukelti nulines sąskaitas ir lėšų praradimą. Todėl toliau tikslinga aptarti ateities sandorių privalumus ir trūkumus.

Em ir Bulychev (2016) išskiria ateities sandorių privalumus ir trūkumus (žr. 1 lentelę).

Taigi, ateities sandoriai yra būsimo turto įsigijimo sutartys pagal konkretų kainų susitarimą biržoje. Šis įrankis yra populiarus mainų prekybos objektas, labai likvidus ir patikimas. Tačiau ateities sandorių skubumas neleidžia investuoti – tokia rinka tinka tik aktyviai spekuliacijai.

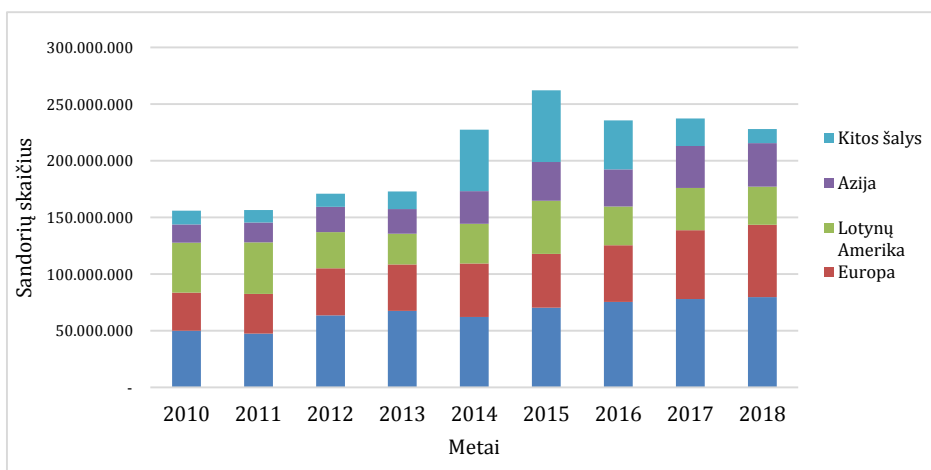
Ateities sandoris yra nulinės sumos lošimas, kai vieno dalyvio laimėjimas yra lygus kito dalyvio pralaimėjimui. Pagrindinis prekybos ateities sandoriais tikslas – apsisaugoti nuo pasaulio žaliavų ar vertybinių popierių kainų svyravimų ir nepageidaujamos kaitos (Sidorenko, 2018).

1 lentelė. Ateities sandorių privalumai ir trūkumai (sudaryta autorės, remiantis Em ir Bulychev, 2016)

Privalumai	Trūkumai
Sandoris sudaromas pagal supaprastintą schemą ir iš karto, o tai reiškia, kad neprarandami pinigai keičiant kotiruotes užsakymo vykdymo metu.	Netinka investicijoms ir ilgalaikiams sandoriams, nes kiekvienos sutarties galiojimo laikas yra ribotas iki kelių mėnesių.
Galima dalyvauti prekyboje, jei ir nėra kitų aktyvų.	Sandoris yra svarbus aktyviems spekuliantams, kurie atlieka daug trumpalaikių sandorių, siekdami padidinti pelną.
Nereikia didelio kapitalo, nes užtenka tik užstato.	Prekyba dideliu svertu siejama su didele rizika.
Didelis sverto mastas, praplečia prekybininko galimybes.	Dėl maržos svyravimų, kiekvieną dieną nuo savininko sąskaitos nurašomas skirtumas arba gaunamas pelnas.
Dėl didelio turto likvidumo, jį galima realizuoti beveik akimirksniu, nelaukiant pirkėjo.	
Garantuotas įsipareigojimų pagal sutartį vykdymas.	

Pasaulyje išvestinės finansinės priemonės atlieka svarbų vaidmenį priimant finansinius sprendimus. Ateities sandorių augimo dinamika pasaulyje per pastaruosius metus rodo (žr. 1 paveikslą), kad jautriausia finansų rinkos dalis sparčiai vystosi. Maži transakcijų kaštai bei lengvas šių priemonių panaudojimas suteikia įmonėms daug galimybių kryptingai planuoti pinigų srautus bei visą dėmesį sutelkti į pagrindinę veiklą.

Pasaulio finansų rinkoje lyderiai yra Azijos šalys, Šiaurės Amerika ir Europa, kuriose labiausiai išvystytos finansų rinkos. Viena priežasčių, kodėl ateities sandorių rinka auga, yra ta, kad ji jautriai reaguoja į rinkos pokyčius ir greitai nustato teisingą kainą. Ateities sandoriai leidžia įmonei pakeisti rizikos profilį.

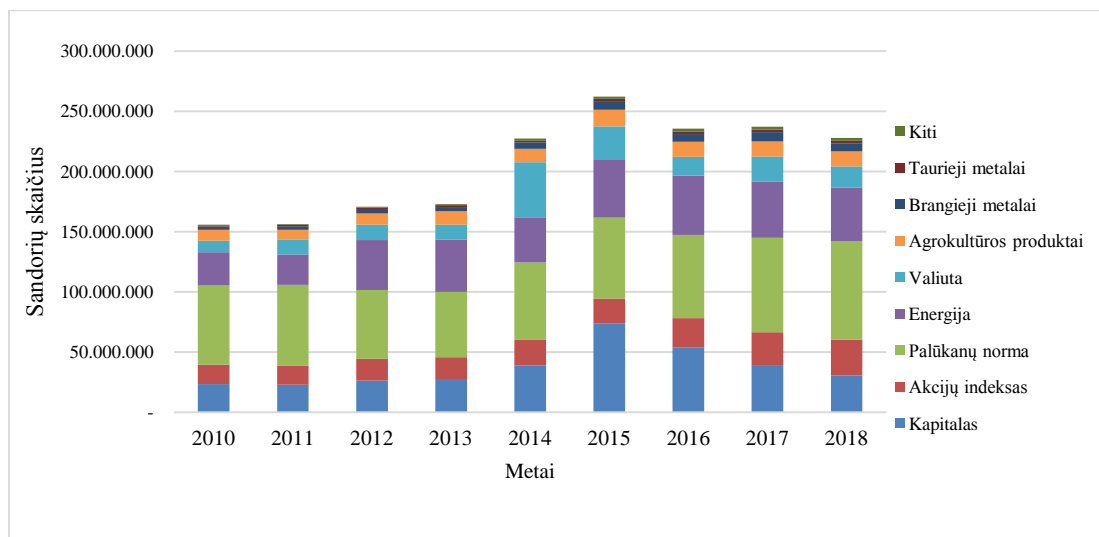


2 paveikslas. Ateities sandorių augimo dinamika pasaulyje 2010–2018 m. (sudaryta autorės, remiantis Fia, 2018)

Pagal 2 paveikslą galima išvengti, kad pasaulinėje biržoje išvestinių finansinių priemonių rinka nuo 2010 m. iki 2018 m. pakilo į rekordines aukštumas. Po pasaulinės finansinės krizės 2010 m. išvestinių finansinių priemonių rinka sparčiai išsiveržė į pasaulio rinką. 2012 m. ateities sandoriai patyrė nuostolį visuose regionuose ir 2013 m. atsigavo bei nusistovėjo, o 2015 m. rodė teigiamą tendenciją. Dėl ateities ir pasirinkimo sandorių pasikeitė mainai visame pasaulyje, kurie padidėjo 20,2 proc. iki 30,28 mlrd. sandorių 2018 m., o ateities sandorių apimtys padidėjo 15,6 proc. t. y. 17,15 mlrd. sutarčių. Augimo tempas buvo sparčiausias nuo 2010 m. Jį paveikė Azijos ir Ramiojo vandenyno bei Lotynų Amerikos regionai, kur valiutos keitimo apimtys padidėjo 27,1 proc., o Šiaurės Amerikos palūkanų normos sektorius atsigavo 26,4 proc.

Apžvelgus statistinius duomenis 2010–2018 m. pagal sandorio rūšį, (žr. 3 paveikslą) galima išvengti, kad prekyba akcijų indeksų ateities sandoriais ir pasirinkimo sandoriais, buvo vienas iš pagrindinių veiksnių, skatinančių bendrą prekybos augimą 2018 m. Pasaulio akcijų indekso apimtys padidėjo iki 32,8 proc. t. y. 9,98 mlrd. sutarčių lyginant su 2017 m. Dėl padidėjusios prekybos Indijoje, Brazilijoje ir Argentinoje 31,7 proc. arba 3,93 mlrd. sutarčių padidėjo valiutų ateities sandorių. Palūkanų normos prekyba, sutelkta į Šiaurės Amerikos ir Europos biržas, padidėjo 14,8 proc. Tai tretieji metai iš eilės, kai palūkanų normos prekybos rezultatai rodo teigiamą tendenciją. Per paskutiniuosius metus sumažėjo nebrangiųjų metalų sutarčių kiekis 12,5 proc., tačiau išaugo energetikos, brangiųjų metalų, žemės ūkio produktų ateities sandoriai.

Galima teigti, kad išvestinių finansinių priemonių prekyba biržose visame pasaulyje sparčiai didėja, vadinasi šie finansiniai instrumentai yra paklausūs vartotojams ir investuotojams. Prekybos ateities sandorių augimą lemia padidėjusi pasaulinė paklausa ir vis aktyvesnis el. prekybos sistemų naudojimas.



3 paveikslas. Ateities sandorių augimo dinamika pasaulyje 2010–2018 m. pagal sandorio rūšį (sudaryta autorės, remiantis Fia, 2018)

Neautomatinė prekyba vertybinių popierių biržoje, nepaisant jos pranašumų ir pelningumo, užtikrintai yra praeitis. Šiuo metodu prekiauja tik senosios mokyklos prekybininkai, o pradedantieji pirmenybę teikia automatinėms operacijoms (Martín et al., 2019). Tobulėjant kompiuterinėms technologijoms ir atsiradus prekybai internetu, pasaulyje finansų rinkos pradėjo plėtoti naują sandorių kryptį, paremtą naudojant specialias programas - prekybos robotus. Juose įterpti algoritminiai sandoriai leidžia, remiantis rinkos duomenų analize, automatiškai sudaryti rinkos sandorius, tiesiogiai nedalyvaujant prekybininkui (Shchennikov, 2018) Prekybos automatizavimas suteikia galimybę efektyviai išnaudoti kainų dinamikos tendencijas.

Kardinaliai pasikeitė elektroninės prekybos tarptautinėse finansų rinkose būdai, nes vis daugiau prekybos proceso etapų radikaliai pakeisti elektroninėmis priemonėmis. Vienas iš naujausių pokyčių yra algoritminė prekyba, kuri pirmiausia nukreipta į numanomų transakcinių išlaidų sumažinimą vykdant pavedimus. XX amžiaus pabaigoje sparčiai vystantis kompiuterinėms technologijoms, keitėsi prekybos procesas finansų rinkose, kurios beveik visiškai tapo elektroninėmis. Algoritminė prekyba tokia forma, kokia ji yra žinoma šiandien, atsirado praėjusio amžiaus aštuoniasdešimtais metais. Tais laikais paprastiems prekybininkams tokia prekyba buvo neįmanoma, ja naudojosi tik instituciniai investuotojai, kurie galėjo sau leisti didelę skaičiavimo galią ir turėjo išpūdingų intelektinių išteklių (Ruiz-Cruz, 2018). Šiandien automatinė prekyba gali naudotis bet kuris paprasto asmeninio kompiuterio savininkas.

Apibendrinant galima teigti, kad daugelis mokslininkų, apibūdinančių algoritminę prekybą, laikosi panašios nuomonės, kad tai automatizuota kompiuterinė sistema, pagrįsta matematiniais algoritmais. Šiuo metu akademinė ir bendroji literatūra apie algoritminę prekybą yra gana plati. Algoritminės prekybos apibrėžimai svyruoja nuo labai bendro apibrėžimo kaip kompiuterinės prekybos, valdomos algoritmu, iki gana specifinės – kaip algoritminėje prekyboje kompiuteriai tiesiogiai sąveikauja su prekybos platformomis ir pateikia pavedimus be tiesioginio žmogaus įsikišimo. Kompiuteriai labai dažnai stebi rinkos duomenis ir galbūt kitą informaciją ir, remdamiesi įmontuotu algoritmu, siunčia prekybos instrukcijas, dažnai per milisekundę, naudodami daugybę algoritmų (Moriyasu et al., 2018).

## 2. Ateities sandorių tyrimo metodologija

Formuojant investicinį portfelį yra daug teorijų ir metodų. Išanalizavus mokslinę literatūrą, tyrimui atlikti pasirinkti du vienas kitą papildantys metodai – Monte Carlo ir Sharpo metodai, kuriais siekiama bus įvertinti kainų kitimo tendencijas ir gautų prognozių pagrindu sudaryti investicinį portfelį.

*Monte Carlo metodas.* Monte Carlo metodu gaunamos statistinės išvados, imitavimo metodais kartojant eksperimentus kompiuteriuose. Šis metodas gali supaprastinti kai kuriuos sudėtingus matematinius modelius ir generuoti duomenis, kurie gali būti tolesnės analizės pagrindas (Kogdenko, 2018). Jis plačiai naudojamas gamtos moksluose, statistikoje ir finansuose. Finansininkas gali imituoti finansinio turto grąžos laiko eilutes ir atlikti tolesnius šių duomenų tyrimus.

Klasikinio Monte Carlo prognozės metodo formulę Ermakov ir Sipin (2014) apibrėžia taip (žr. (1) ir (2)):

$$S(t + \Delta t) = S(t) e^{\left(\delta + \frac{1}{2}\sigma^2\right)\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t}Z}, \quad (1)$$

čia:  $S(t)$  – vertė laiko momentu,  $t$ ;  $Z$  – atsitiktinės reikšmės iš standartinio normaliojo skirstinio;  $\Delta t$  – prognozavimas;  $\sigma$  – logaritmuotų finansinių priemonių standartinis nuokrypis;  $\delta$  – grąžos vidurkis.

Grąžos vidurkis apskaičiuojamas:

$$\delta = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log \left( \frac{S_i}{S_{i-1}} \right), \quad (2)$$

čia:  $n$  – finansinių priemonių kiekis.

Šio modelio privalumas tas, kad jis lengvai naudojamas, tačiau jis laikomas statistiškai pagrįstu tuomet, kai algoritmuotas finansinių priemonių grąžos normos yra priskaičiuotos pagal normalųjį dėsnį.

*Sharpo metodas.* Sharpo metodas yra būdas įvertinti investicijos rezultatus, koreguojant pagal jos riziką. Vykdydamas investicinę veiklą, investuotojas nori iškęsti didesnę svyravimo riziką, kai tikimasi didesnės grąžos, taigi, pagrindinė Sharpo metodo idėja yra tokia: racionaliam investuotojui pagrindinis pasirinkto investicinio portfelio laimėjimas yra tas, kuris siekia maksimalios tikėtinos grąžos su fiksuota rizika arba siekti mažiausios rizikos pagal fiksuotą numatomą grąžą (Masry, 2017). Masry (2017) apibrėžia (žr. (3)) Sharpo rodiklio formulę:

$$S = \frac{R - R_f}{\sqrt{\text{VAR}[R - R_f]}}, \quad (3)$$

čia:  $R$  – portfelio grąža;  $R_f$  – nerizikinga norma;  $\text{VAR}[\dots]$  – dispersija.

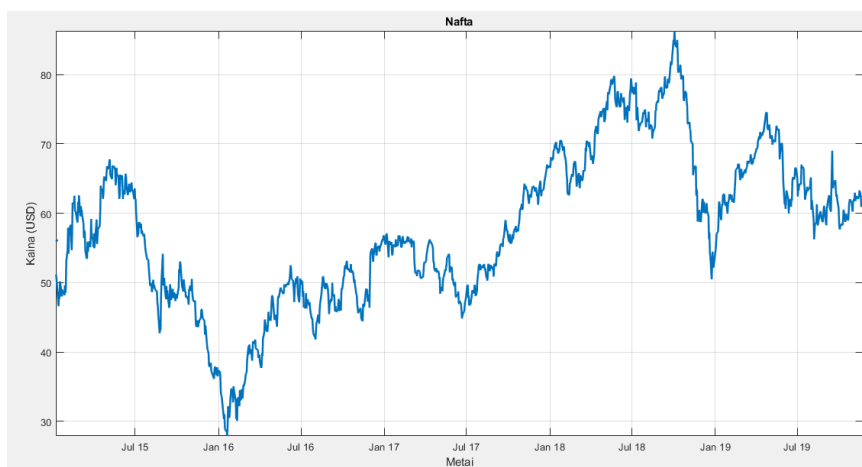
Šis rodiklis yra vienas iš labiausiai paplitusių tarp investuotojų, jis leidžia palyginti skirtingus portfelius remiantis klasikiniu rizikos supratimu.

Apibendrinant galima teigti, kad sujungiami du algoritmai – prognozuojantis atskirus instrumentus Monte Carlo metodus ir optimizuojantis, leidžiantis sudaryti efektyvų portfelį Sharpo metodas, kurie kartu jau tampa paramos sistema investuotojui. Monte Carlo metodas prognozuos kainų kitimo kryptis, tendencijas ir įėjimo į rinką laiką, o Sharpo metodas numatys ryšį tarp kiekvieno finansinio instrumento pelningumo ir rizikos. Taigi, sudarant investicinį portfelį reikia labai atsargiai pasirinkti portfelio sudarymo metodą bei atsižvelgti į makroekonominių veiksnių poveikį, kad nebūtų prarastas turimas kapitalas. Pasitelkus šiais dvejais metodais galima siekti sėkmingo investicinio portfelio.

### 3. Ateities sandorių kainų prognozės tyrimo rezultatai

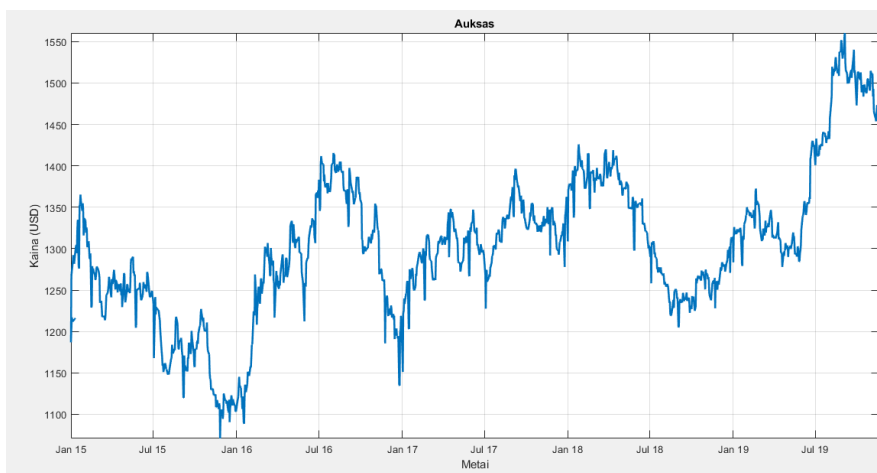
Apžvelgus ateities sandorio rinkos analizę, pasirinktos trys finansinės priemonės – naftos, aukso ir gamtinių dujų. Naudojant MATLAB programą ir pasitelkiant algoritminiais metodais – Monte Carlo ir Sharpo – pateikiami šių finansinių priemonių 2015 m. – 2019 m. gauti kainų kitimo tendencijų grafikai, siekiant numatyti galimas kainų kitimo kryptis ir tendencijas bei sudarytas ateities sandorio investicinis portfelis.

Pirma buvo atliktas Monte Carlo metodas pasitelkiant MATLAB programą (Matlab algoritmas, 2019b) apžvelgiant finansinių priemonių kainos kitimą ir tendenciją. Žemiau (žr. 4, 5 ir 6 paveikslus) pavaizduota naftos, aukso ir gamtinių dujų ateities sandorių kainos kitimo grafikai nuo 2015 m. sausio mėn. iki 2019 m. lapkričio mėn.



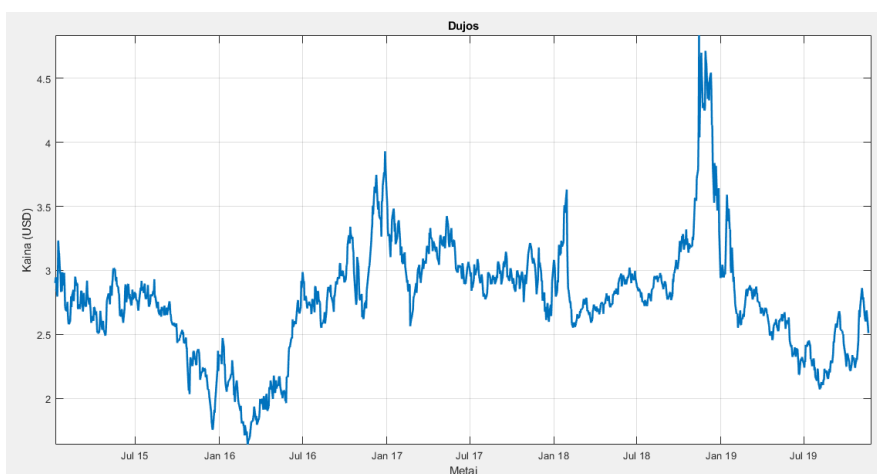
4 paveikslas. Naftos ateities sandorio kainų kitimo tendencijos 2015–2019 m. (sudaryta autorės, remiantis „Investing.com“, 2019 duomenimis ir MATLAB programa, 2019)

Analizuojant naftos ateities sandorio kainų kitimo grafiką 2015 m. sausio – 2019 m. lapkričio mėn. galima matyti, kad per nagrinėjamą laikotarpį 2016 m. liepos mėn. kaina buvo pasiekusi žemiausią tašką, siekė 27 USD. Nuo 2016 m. iki 2017 m. liepos mėnesio kainos vertė svyravo. 2017 m. liepos mėn. kaina tai krito, tai kilo ir vėl krito, tačiau iki 2018 m. rugpjūčio mėn. kaina vis tiek pakilo ir aukščiausia kaina ir buvo apie 90 USD. Tačiau, taip pat, 2018 m. rugpjūčio mėnesį, kaina staigiai krenta ir siekia 50 USD. Pateiktame grafike (žr. 4 paveikslą) prognozuojamas laikotarpis pažymėtas pilku fonu. Iš grafiko galima matyti, kad nuo 2019 m. sausio mėnesio kaina didėja, tačiau ir nežymiai svyruoja, tiek pakildama, tiek nukrisdama. Žvelgiant į prognozuojamą kainos ribą, galima matyti, kad kaina nežymiai svyruoja, todėl galima daryti išvadą, kad kaina turėtų kristi ir tai būtų puiki galimybė investuoti į naftos ateities sandorį ir tikėtis nemažos grąžos.



5 paveikslas. Aukso ateities sandorio kainų kitimo tendencijos 2015–2019 m. (sudaryta autorės, remiantis „Investing.com“, 2019 duomenimis ir MATLAB programa, 2019)

Nagrinėjant prekybos auksu ateities sandorių kainų kitimo grafiką 2015–2019 m. galima išvelgti kainų svyravimus su bendra kainų didėjimo tendencija. Nuo 2015 m. sausio mėnesio iki 2016 m. aukso produkto kaina krenta ir pasiekia žemiausią tašką per visą nagrinėjamą laikotarpį – 1000 USD. Nuo 2016 m. sausio mėnesio kaina iš žemiausio taško didėja ir pasiekia 1450 USD kainą, tačiau išvelgiami ir kainos svyravimai. Nuo 2016 m. liepos mėn. aukso ateities sandorio kaina vėl krenta ir siekia 1155 USD. 2017 m. pradžioje kaina palaipsniui, ryškiai svyruodama kyla iki 1400 USD kainos, tačiau pasiekusi šį tašką kaina vėl krenta iki 1200 USD. Nuo 2018 m. vidurio kaina svyruoja ir 2019 m. viduryje pasiekia aukščiausią tašką – 1550 USD per visą nagrinėjamą laikotarpį. Žvelgiant į pilką prognozuojamą kainos ribą (žr. 5 paveikslą) galima matyti ir daryti išvadą, kad kaina, pasiekusi aukščiausią tašką, turėtų kristi.



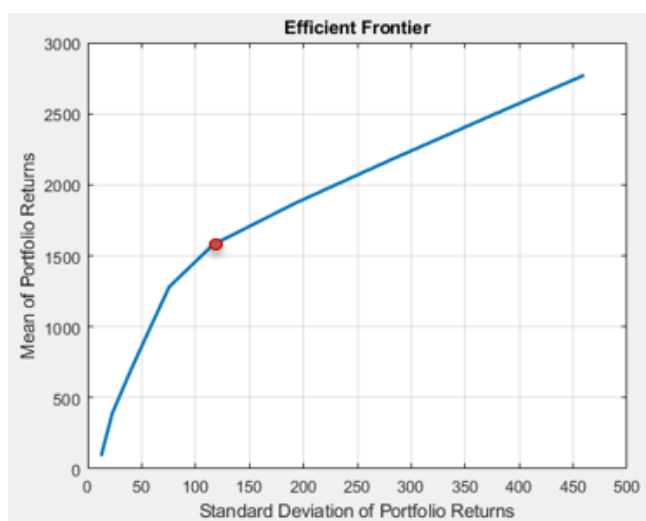
6 paveikslas. Gamtinių dujų ateities sandorio kainų kitimo tendencijos 2015–2019 m. (sudaryta autorės, remiantis „Investing.com“, 2019 duomenimis ir MATLAB programa, 2019)

Žvelgiant į 6 paveikslą, galima matyti du ryškius kainų pakilimus: vieną – per 2016 m., antrą – 2018 m. Per 2017 m. matomi nežymūs rinkos kainų svyravimai, kur kainos tai pakildavo, tai nukrisdavo. Žemiausia kaina per

nagrinėjamą laikotarpį buvo 2016 m. pradžioje, o aukščiausiai pakilusi kaina – 2018 m. pabaigoje, po kurios ženkliai pradėjo kristi. Matoma, kad 2019 m. kaina svyruoja ir šiek tiek kyla. Iš prognozuojamos kainos ribos, kuri pažymėta pilku fonu (žr. 6 paveikslą) galima matyti, kad kaina turi kilimo tendenciją su gana ryškiais pakilimais ir nukritimais, todėl grafike galima įžvelgti, kad kaina kyla.

Atlikus kainų prognozavimą Monte Carlo metodu galima matyti vaizdą, apie tai, kas vyksta prekių rinkoje. Visų pasirinktų finansinių priemonių kainų dinamika per 2015–2019 metus rodo bendras kritimo tendencijas, o tai leidžia daryti prielaidą, kad kainos ateityje pradės kilti ir galima tikėtis naudingų ateities sandorių. Norint sėkmingai prekiauti biržoje ateities sandoriais, svarbu pasirinkti tinkamą laiką patekti į rinką ir laiku išeiti iš jos.

Atlikus finansinių priemonių kainų kitimo tendencijas Monte Carlo metodu, gautų prognozių pagrindu sudarytas investicinis portfelis siekiant gauti kuo didesnį pelną su mažiausia rizika naudojant Sharpo metodą MATLAB programa (Matlab algoritmas, 2019a). Pagrindinis investicinio portfelio formavimo tikslas – išlaikyti ir didinti kapitalą. Tuo pat metu, formuojant investicinį portfelį siekiama didinti kapitalo ir pajamų augimą bei užtikrinti saugumą ir likvidumą. Norint išvengti rizikos ir turėti didesnį pelną, sudarant investicinį portfelį, buvo pasitelktas diversifikacijos principas. Išnagrinėjus ateities rinkos vystymąsi ir tendencijas buvo sudaromas investicinis portfelis tauriųjų metalų, žaliavų ir metalų sektoriuose. Žemiau (žr. 7 paveikslą) pavaizduotas gautų rezultatų grafikas, čia ant efektyviosios linijos raudonai pažymėtas portfelis su maksimaliu Sharpe rodikliu.



7 paveikslas. Sharpo metodo tyrimo rezultatai (sudaryta autorės, MATLAB programa, 2019)

Tai yra unikalus rizikos, grąžos taškas, maksimaliai padidinantis Sharpo rodiklio santykį. Kaip teigia Wang et al. (2019) neįmanoma pasiekti aušto grąžos lygio be rizikos. Padidėjus dideliame pelnui, didėja ir rizika, taip pat investicija turi būti sudaroma ir numatoma atsižvelgiant į tam tikrus lygius. Atlikus tyrimą naudojant Sharpe metodą buvo sudarytas investicinis portfelis iš trijų ateities sandorio finansinių priemonių – naftos, aukso, gamtinių dujų. Gauti tyrimo rezultatai pateikti 2 lentelėje:

2 lentelė. Gauti tyrimo rezultatai (sudaryta autorės)

Priemonės	Nerizikinga grąža	Grąžos vidurkis	Lėšų paskirstymas
Nafta	1,63 proc.	0,5974	59,74 proc.
Auksas	1,63 proc.	0,3882	38,82 proc.
Gamtinės dujos	1,63 proc.	0,0144	1,44 proc.

Gauti rezultatai rodo, kad visų finansinių priemonių Sharpo rodiklis yra žemesnis nei rinkos nerizikingos grąžos norma. Tai reiškia, kad tai lemia mažą riziką atitinkančią grąžą. Kadangi Sharpo koeficientas parodo, kiek pelno prieaugio tenka kiekvienam rizikos vienetui, tai iš gautų rezultatų (žr. 2 lentelę) galima matyti, kad formuojant investicinį portfelį didžiausią dalį portfelio investicijos sudarys naftos ateities sandoriai, kurių investicijos turi atnešti 59,74 proc. pelno prieaugio, taip pat nemažą dalį portfelio sudarys investicijos į auksą, kurio laukiama grąža – 38,82 proc. Mažiausią investicinio portfelio investicinę dalį sudarys gamtinių dujų, kurios turėtų atnešti pelno prieaugio tik 1,44 proc. Galima daryti išvadą, kad naftos ir aukso ateities sandoriai turėtų būti pelningesni, tačiau su didesne rizika, o gamtinių dujų ateities sandoris mažiau pelningas, tačiau su mažesne tikėtina rizika, taip pat proporcingai ir lėšos paskirstomos į portfelį.



## Išvados

Mokslinėje literatūroje ateities sandoris suprantamas kaip standartizuotas sandoris pirkti arba parduoti sandorio objektu esantį turtą, įsipareigojimus už kainą, kuri galios sandorio vykdymo metu. Pasaulinės ateities rinkos statistiniai duomenys rodo, kad ateities sandoriai turi perspektyvą augti, nes jautriai reaguoja į rinkos pokyčius, greitai nustato teisingą finansinių priemonių kainą, net esant finansinėms krizėms. Atlikus ateities sandorių rinkos analizę pastebėta, kad ateities sandorių prekyba visame pasaulyje sparčiai didėja ypač Azijos šalyse, Šiaurės Amerikoje ir Europoje. Per paskutiniuosius metus ženkliai padidėjo valiutos, brangiųjų metalų ir energetikos ateities sandoriai. Prekybai ateities sandoriais pasirinktos tokios finansinės priemonės: nafta, auksas ir gamtinės dujos. Darbe buvo sujungti du algoritmai: prognozuojantis Monte Carlo metodas, kuris rodo atskirų instrumentų kitimo tendencijas, leidžia įžvelgti pirkimo ir pardavimo signalus, rinkos aktyvumą ir pasyvumą bei pasirinkti įėjimo į rinką laiką, kad prekyba būtų pelninga; kitas – optimizuojantis, leidžiantis sudaryti efektyvų portfelį, su didžiausiu Sharpo rodikliu. Šie algoritmai kartu tapo paramos sistema investuotojui.

Atlikus kainų prognozavimą Monte Carlo metodu naftos ateities sandorio grafikas rodė kainos kritimo tendenciją, aukso ateities sandorio grafikas rodė taip pat kainos kritimo tendenciją, o gamtinių dujų ateities sandorio kainų grafikas prognozavo kainos kilimo tendenciją.

Atlikus tyrimą naudojant Sharpo metodą buvo sudarytas investicinis portfelis iš trijų ateities sandorio finansinių priemonių – naftos – tenkanti 59,74 proc. lėšų paskirstymo dalis, aukso – tenkanti 38,82 proc. lėšų paskirstymo dalis ir gamtinių dujų – 1,44 proc. dalis. Gauti rezultatai rodo kad visų finansinių priemonių Sharpo rodiklis yra žemesnis nei rinkos nerizikingos grąžos norma (1,62). Tai reiškia, kad tai lemia mažą riziką atitinkančią grąžą. Naftos ateities sandorio grąžos vidurkis – 0,5974; aukso ateities sandorio grąžos vidurkis - 0,3882; gamtinių dujų ateities sandorio grąžos vidurkis - 0,0144. Sharpo koeficientas parodo, kiek pelno prieaugio tenka kiekvienam rizikos vienetui, tai iš gautų rezultatų galima matyti, kad formuojant investicinį portfelį didžiausią dalį portfelio investicijų sudarys naftos ateities sandoriai, kurių investicijos turi atnešti 59,74 proc. pelno prieaugio, taip pat nemažą dalį portfelio sudarys investicijos į auksą, kurio laukiama grąža – 38,82 proc. Mažiausią investicinio portfelio investicinę dalį sudarys gamtinės dujos, kurios turėtų atnešti pelno prieaugio tik 1,44 proc. Galima daryti išvadą, kad naftos ir aukso ateities sandoriai turėtų būti pelningesni, tačiau su didesne rizika, o gamtinių dujų ateities sandoris mažiau pelningas, tačiau su mažesne tikėtina rizika. Taigi apibendrinant galima teigti, kad pritaikant Monte Carlo prognozavimo metodą ir pasitelkus gautais prognozės rezultatais sudarytas investicinis portfelis Sharpo metodu rodo, kad investicija į šias ateities sandorio priemones – auksą, naftą ir gamtines dujas – turėtų būti perspektyvi, atnešanti tikėtiną laukiamą grąžą su nedidele rizika.

## Literatūra

- Abdullah, A. A. (2018). Derivativy kak instrument upravleniya finansovymi riskami. *Ekonomika i sovremenny Menedzhment*, 9(3), 149–155. <https://elibrary.ru/item.asp?id=34924961>
- Dogovora, F. (2017). Ponyatie i kharakternye osobennosti f'yuchersnogo dogovora. *Vestnik Instituta Zakonodatel'stva RK*, 3(48), 165–171. <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-i-harakternye-osobennosti-fyuchersnogo-dogovora>
- Em, S. E., & Bulychiev, S. I. (2016). Istoriya vozniknoveniya forvardnykh i f'yuchersnykh kontraktov. *Upravlenie. Biznes. Vlast'*, 1(10), 111–114. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25801777>
- Ermakov, S. M., & Sipin, A. S. (2014). *Metod Monte-Karlo i parametricheskaya razdelimost' algoritmov*. St. Petersburg.
- FIA. (2018). *Annual trading statistics showing record ETD volume in 2018*. <https://fia.org/articles/fia-releases-annual-trading-statistics-showing-record-etd-volume-2018>
- Gautami, S. (2018). A study on financial derivatives with reference to Tata Motors Limited, Chittoor district of AP, India. *GJRA - Global Journal for Research Analysis*, 7(4), 20–23. <https://www.researchgate.net/>
- Karali, B., McNew, K., & Thurman, W. N. (2018). Price discovery and the basis effects of failures to converge in soft red winter wheat futures markets. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 43(1), 1–17.
- Kogdenko, V. (2018). Strategicheskoe modelirovanie pribyli kompanii metodom Monte-Karlo. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 17(9), 1622–1641. <https://doi.org/10.24891/ea.17.9.1622>
- Lutsenko, E., Loyko, V., & Baranovskaya, T. (2017). Ot upravleniya investitsiyami k upravleniyu s pomoshch'yu investitsiy. *Ekonomika i Biznes*, 24(4), 1–10. <https://cyberleninka.ru/article/n/ot-upravleniya-investitsiyami-k-upravleniyu-s-pomoschyu-investitsiy>
- Martín, C., Quintana, D., & Isasi, P. (2019). Grammatical Evolution-based ensembles for algorithmic trading. *Applied Soft Computing Journal*, 84, 105713. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105713>
- Masry, M. (2017). The impact of technical analysis on stock returns in an Emerging Capital Markets (ECM's) country: Theoretical and empirical study. *International Journal of Economics and Finance*, 9(3), 91. <https://doi.org/10.5539/ijef.v9n3p91>
- Matlab algoritmas. (2019a). *Efektivyvūs portfelis maksimizuojant Sharpe rodiklį*. <https://ch.mathworks.com/help/finance/efficient-portfolio-that-maximizes-sharpe-ratio.html>
- Matlab algoritmas. (2019b). *Monte Carlo prognozavimo modelis*. <https://ch.mathworks.com/help/econ/vec-model-monte-carlo-forecasts.html>

- Mishin, A. (2018). Trejding prostymi kalendarnymi spredami fyuchersov na zoloto. *Finance and Credit*, 24(4), 227–237. <https://doi.org/10.24891/fc.24.1.227>
- Moriyasu, H., Wee, M., & Yu, J. (2018, March). The role of algorithmic trading in stock liquidity and commonality in electronic limit order markets. *Pacific Basin Finance Journal*, 49, 103–128. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2018.04.004>
- Ruiz-Cruz, R. (2018). Portfolio modeling for an algorithmic trading based on control theory. *IFAC-PapersOnLine*, 51(13), 390–395. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.07.310>
- Saakian, D. B. (2018). Statistical mechanics and financial markets: Antagonism between derivatives and market self-regulation. *Chinese Journal of Physics*, 56(3), 988–993. <https://doi.org/10.1016/j.cjph.2018.03.017>
- Shchennikov, A. N. (2018). Situatsionnoe modelirovanie v algoritmicheskom obespechenii. *ITNOU: Informatsionnye Tekhnologii v Nauke, Obrazovanii i Upravlenii*, 2(16), 94–100.
- Sidorenko, Yu. (2018). Mirovye tendentsii razvitiya rynka derivativov. *Bankajski Vesnik*, 4(657), 37–45. <http://www.nbrb.by/bv/arch/657.pdf>
- Tatyannikov, V. A. (2017). Futures contracts: modern peculiarities of circulation. *Upravlenets*, 67(3), 62–67. <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2017-5-3-8>
- Vo, D., Huynh, S., Vo, A., & Ha, D. (2019). The importance of the financial derivatives markets to economic development in the world's four major economies. *Journal of Risk and Financial Management*, 12(1), 35. <https://doi.org/10.3390/jrfm12010035>
- Wang, Z., Ho, S. B., & Lin, Z. (2018, November 17–20). Stock market prediction analysis by incorporating social and news opinion and sentiment. In *IEEE International Conference on Data Mining Workshops* (pp. 1375–1380). <https://doi.org/10.1109/ICDMW.2018.00195>

## INVESTING IN FUTURE TRADE USING MONTE CARLO AND SHARP METHODS

Ieva ŽOLNEROVIČIŪTĖ, Nijolė MAKNICKIENĖ

**Abstract.** The global derivatives market is a dynamically growing segment of the financial market. New financial products complicate economic relations and require new financial innovations. The emergence of a global network economy that relies on its electronic operating systems, shifts billions of dollars to the rest of the world in seconds. Global futures growth dynamics in recent years show that the most sensitive part of the financial market is developing rapidly. The low transaction costs and ease of use of these tools provide investors with plenty of opportunities for purposeful cash flow planning and the desired return. For this reason, it is very important to analyze and properly evaluate the potential price trends and trends of future derivatives. This work combines two algorithms as an investor support system: the Monte Carlo Predictive Approach, which tracks the movement of individual instruments, provides insight into buying and selling signals, market activity and inactivity, and allows for market entry time for profitable trading; the other is the Sharp method of optimizing for an efficient portfolio. Using these algorithms and their results, futures prices are forecasted and an investment portfolio with expected returns and reduced risk is created.

**Keywords:** derivatives, futures, market, algorithmic trading, Monte Carlo method, Sharp method, trends.