

**VILNIAUS UNIVERSITETO
KAUNO FAKULTETO**

**SOCIALINIŲ MOKSLŲ IR TAIKOMOSIOS INFORMATIKOS
INSTITUTAS**

Finansų technologijų studijų programa
Kodas 6211BX022

GRETA GABRĖNAITĖ

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

**SANTYKINIO STIPRUMO INDEKSO (RSI) INDIKATORIAUS SIGNALŲ
STIPRUMO VERTINIMO METODAS**

Kaunas 2026

**VILNIAUS UNIVERSITETO
KAUNO FAKULTETO**

**SOCIALINIŲ MOKSLŲ IR TAIKOMOSIOS INFORMATIKOS
INSTITUTAS**

GRETA GABRĖNAITĖ

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

**SANTYKINIO STIPRUMO INDEKSO (RSI) INDIKATORIAUS SIGNALŲ
STIPRUMO VERTINIMO METODAS**

Magistrantas _____
(parašas)

Darbo vadovas _____
(parašas)

Darbo vadovas prof. dr. Saulius Masteika
(darbo vadovo mokslo laipsnis,
mokslo pedagoginis vardas,
vardas ir pavardė)

Darbo įteikimo data: 2025-12-23
Registracijos Nr.

Kaunas 2026

TURINYS

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS	4
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	5
LENTELIŲ SĄRAŠAS	7
SANTRAUKA (UŽSIENIO KALBA)	8
IVADAS	9
1 SANTYKINIO STIPRUMO INDEKSO (RSI) INDIKATORIAUS SIGNALŲ STIPRUMO VERTINIMO METODO TEORINIAI ASPEKTAI.....	12
1.1 TECHNINĖ ANALIZĖ	12
1.1.1 RSI signalų teorinė analizė.....	12
1.1.2 RSI indikatoriaus taikymas kriptovaliutų prekybos strategijose	18
1.2 SIGNALŲ STIPRUMO VERTINIMO METODAI	28
1.2.1 Kelių skirtingų indikatorių taikymas.....	28
1.2.2 Prekybos apimtys įtraukimas.....	30
1.2.3 Papildomų taisyklių įtraukimas	34
1.2.4 Indikatoriaus reikšmės įvertinimas.....	36
1.2.5 Konvergencija ir divergencija	37
1.3 TEORINĖS ANALIZĖS IŠVADOS	38
2 SIŪLOMAS SANTYKINIO STIPRUMO INDEKSO (RSI) INDIKATORIAUS SIGNALŲ STIPRUMO VERTINIMO METODAS	39
2.1 APYVARTOS INDIKATORIAUS TAIKYMAS SIŪLOMAME METODE	40
2.2 SIŪLOMO METODO PRISTATYMAS.....	42
2.3 SIŪLOMO METODO LOGINĖS DIAGRAMOS	46
2.4 SIŪLOMO METODO INTEGRACIJA Į STRATEGIJĄ	48
3 SANTYKINIO STIPRUMO INDEKSO (RSI) INDIKATORIAUS SIGNALŲ STIPRUMO VERTINIMO METODO TESTAVIMAS.....	50
3.1 EKSPERIMENTO PRISTATYMAS	50
3.2 EKSPERIMENTO EIGA	51
3.2.1 Testavimas naudojant LTC kriptovaliutą.....	52
3.2.2 Testavimas naudojant BTC kriptovaliutą	56
3.2.3 Testavimas naudojant ETH kriptovaliutą	59
3.3 EKSPERIMENTO REZULTATAS	62
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	65
LITERATŪRA.....	66
PRIEDAI	70

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

MACD – Moving Average Convergence Divergence (Slankiųjų vidurkių kovergencijos-divergencijos indikatorius)

RSI – Relative Strength Index (Santykinio stiprumo indeksas)

BTC – Bitcoin (Bitkoinas)

LTC – Litecoin (Litekoinas)

ETH – Ethereum (Eteriumas)

NLP – Natural Language Processing (Natūraliosios kalbos apdorojimas)

ATR – Average True Range (Vidutinis tikrasis kainos svyravimas)

VWAP – Volume Weighted Average Price (Apyvartos svoriu svertas kainos vidurkis)

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. RSI pirkimo ir pardavimo signalų paaiškinimas	12
2 pav. Divergencijų paaiškinimas	13
3 pav. Klaidingų svyravimų paaiškinimas	14
4 pav. Vidutinė 10 dienų gražą naudojant RSI(21, 50)	15
5 pav. Vidutinė 10 dienų gražą naudojant RSI(14, 30/70)	15
6 pav. RSI judėjimas šoninėje rinkoje	16
7 pav. In-sample ir Out-of-sample palyginimo lentelė	17
8 pav. Vienos dienos grafikas, rodantis RSI reakciją į BTC kainų pasikeitimą	19
9 pav. BTC dominavimas rinkoje	20
10 pav. Pirmojo eksperimento rezultatai	22
11 pav. Antrojo eksperimento rezultatai	23
12 pav. Trečiojo eksperimento rezultatai	25
13 pav. Strategijų palyginimas	26
14 pav. MACD ir RSI strategijų pelningumo palyginimas	27
15 pav. RSI ir MACD strategijos kombinacijos rezultatai	29
16 pav. ATR indikatoriaus veikimas	30
17 pav. Klasikinės versijos tyrimo rezultatai	32
18 pav. Modifikuotos versijos tyrimo rezultatai	32
19 pav. Klasikinės versijos tyrimo rezultatai	33
20 pav. Modifikuotos versijos tyrimo rezultatai	33
21 pav. Modifikuotos versijos tyrimo rezultatai	34
22 pav. Gražų palyginimo lentelė	36
23 pav. VWAP indikatoriaus skaičiavimo pavyzdys	40
24 pav. VWAP indikatoriaus standartinis nuokrypis	41
25 pav. Klasikinio RSI ir stochastinio RSI skirtumai	42
26 pav. Pirkimo ir pardavimo sąlygos	45
27 pav. Siūlomo metodo pirkimo atvejo loginė diagrama	46
28 pav. Siūlomo metodo pardavimo atvejo loginė diagrama	47
29 pav. Strategijos pirkimo atvejo loginė diagrama	48
30 pav. Strategijos pardavimo atvejo loginė diagrama	49
31 pav. Kainos kitimo grafikas	51
32 pav. Klasikinio RSI indikatoriaus strategijos sudarytų sandorių grafikas (LTC rinka)	53
33 pav. Pasiūlyto metodo sudarytų sandorių grafikas (LTC rinka)	55
34 pav. Klasikinio RSI indikatoriaus strategijos sudarytų sandorių grafikas (BTC rinka)	57
35 pav. Pasiūlyto metodo sudarytų sandorių grafikas (BTC rinka)	58
36 pav. Klasikinio RSI indikatoriaus strategijos sudarytų sandorių grafikas (ETH rinka)	60
37 pav. Pasiūlyto metodo sudarytų sandorių grafikas (ETH rinka)	61
38 pav. Klasikinio RSI testavimo rezultatai	63
39 pav. Pasiūlyto metodo testavimo rezultatai	63
40 pav. Stiprumo vertinimo metodo kodas	70
41 pav. Stiprumo vertinimo metodo kodo tęsinys	70
42 pav. Stiprumo vertinimo metodo kodo tęsinys	71
43 pav. Stiprumo vertinimo metodo kodo tęsinys	71
44 pav. Stiprumo vertinimo metodo kodo tęsinys	72

45 pav. Klasikinio RSI indikatoriaus programinis kodas.....	72
--	-----------

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Reguliarios ir paslėptos divergencijos	13
2 lentelė. Strategijų tipai	21
3 lentelė. Antrojo eksperimento strategijų tipai	23
4 lentelė. Trečiojo eksperimento strategijų tipai	24
5 lentelė. Apibendrinta strategijų lentelė	26
6 lentelė. RSI ir MACD indikatorių parametrai	28
7 lentelė. Pirkimo taisyklės	29
8 lentelė. Pardavimo taisyklės	29
9 lentelė. RSI klasikinio ir RSI su apimtimi palyginimas	31
10 lentelė. Sprendimo taisyklės	35
11 lentelė. RSI indikatoriaus trūkumai	38
12 lentelė. Apyvartos indikatorių palyginimas	39
13 lentelė. VWAP atstumų skaičiavimas ir signalų nustatymas	41
14 lentelė. Stochastinio RSI parametrų reikšmės	43
15 lentelė. RSI parametrų reikšmės	44
16 lentelė. Signalų spalvos	44
17 lentelė. Laikotarpiai	51
18 lentelė. Strategijos parametrai	52
19 lentelė. Klasikinio RSI indikatoriaus testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (LTC rinka)....	52
20 lentelė. ATR indikatoriaus parametrai	54
21 lentelė. Metodo testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (LTC rinka)	54
22 lentelė. Klasikinio RSI indikatoriaus testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (BTC rinka) ...	56
23 lentelė. Metodo testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (BTC rinka)	57
24 lentelė. Klasikinio RSI indikatoriaus testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (ETH rinka) ...	59
25 lentelė. Metodo testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (ETH rinka)	60
26 lentelė. Pelningų sandorių padidėjimas	62
27 lentelė. Nuostolingų sandorių sumažėjimas	62
28 lentelė. Pasiūlyto metodo palyginimas su Zatrarnicki divergencijų metodu	64

SANTRAUKA (užsienio kalba)

Gabrėnaitė Greta (2026). A Method for Evaluating Strength of Relative Strength Index (RSI) Indicator Signals. MBA Graduation Paper. Kaunas: Vilnius University, Kaunas Faculty, Institute of Social Sciences and Applied Informatics. 72 p.

SUMMARY

This master's thesis focuses on the development of a method for evaluating the strength of signals generated by the relative strength index (RSI) indicator in cryptocurrency markets. Although the RSI is widely used in technical analysis to determine buying and selling conditions, its signals are often interpreted without regard to signal quality.

The study analyzes the application of the RSI indicator in trading strategies, examines various methods of signal strength assessment, and identifies aspects that the RSI indicator does not evaluate. Based on these aspects, a signal strength assessment method was developed and subsequently integrated into the strategy. This strategy was tested in the TradingView environment using historical cryptocurrency data.

The experimental study was designed to evaluate winning and losing trades under different market conditions in order to determine the reliability of the proposed method. The results obtained were compared with the results of other scientific studies, and conclusions were drawn that revealed the potential of the RSI indicator for use in cryptocurrency markets.

IVADAS

Temos aktualumas

Santykinio stiprumo indekso indikatorius (RSI) yra dažnai naudojamas tiek profesionalų, tiek pradedančiųjų investuotojų techninėje analizėje, nes remiasi paprastais skaičiavimais ir leidžia įvertinti finansinių priemonių augimo ir kritimo laikotarpius. Tačiau, investuotojai dažnai susiduria su problema, kad šio indikatorius signalai ne visada būna patikimi, nes šis indikatorius apsiriboja tik ekstremumų zonų nustatymu (70/30 ribos). Kita vertus, vienintelio indikatorius reikšmės nepakanka patikimam signalui nustatyti, nes finansinėse rinkose svarbų vaidmenį atlieka ir papildomai veiksniai tokie, kaip apyvarta, rizikos lygis ir kt. Šie veiksniai tiesiogiai susiję su signalu patikimumu, todėl tampa svarbu turėti signalų stiprumo vertinimo metodą, kuris įvertintų signalų stiprumą realiomis rinkos sąlygomis. RSI indikatorius pagrindu sukurtas signalų stiprumo vertinimo metodas tampa ne tik teoriniu įrankiu, bet ir praktiniu įrankiu investuotojams siekiantiems gauti patikimesnius signalus ir turėti mažiau nuostolių.

Problemos ištyrimo lygis

Atlikta tyrimų, kurie analizavo santykinio stiprumo indekso indikatorius efektyvumą skirtingose rinkose ir laikotarpiuose. J. Welles Wilder yra šio indikatorius kūrėjas, 1978 m. pirmasis aprašė jo veikimo principą knygoje „New Concepts in Technical Trading Systems“. Nuo to laiko šį indikatorius tyrinėjo tokie autoriai kaip Zatwarnicki M., Zatwarnicki K., ir Stolarski P. (2023), kurie analizavo RSI indikatorius strategijas kriptovaliutų rinkoje. Atliktame tyrime nebuvo nagrinėjamas signalų stiprumas – kiekvienas atsiradęs signalas buvo priimamas kaip vienodai reikšmingas, neatsižvelgiant į jo kokybę. Bing Anderson ir Shuyun Li (2015) tyrime „An investigation of the relative strength index“ analizavo santykinio stiprumo indekso indikatorius taikymą JAV dolerio ir Šveicarijos franko valiutų poroje. Tyrimo rezultatai parodė, kad tokia strategija per tiriamą laikotarpį patyrė nuostolius ir autoriai padarė išvadą, kad RSI signalų efektyvumas gali būti ribotas be papildomų filtrų ir tai pabrėžia poreikį giliau tirti šio indikatorius signalų stiprumą ir patikimumą (Anderson & Li, 2017).

Darbo problema

Kaip patobulinti RSI indikatorius signalų vertinimą kriptovaliutų rinkose, kad būtų galima tiksliau nustatyti jo stiprumą ir padidinti sprendimų patikimumą?

Darbo objektas

Santykinio stiprumo indekso (RSI) indikatorius signalų stiprumo vertinimo metodas.

Darbo tikslas

Sukurti santykinio stiprumo indekso indikatoriaus signalų stiprumo vertinimo metodą, kuris būtų taikomas kriptovaliutų rinkoms. Šiam tikslui įgyvendinti reikalingi uždaviniai:

1. Išanalizuoti RSI indikatoriaus taikymą skirtingose rinkose;
2. Išanalizuoti esamus techninės analizės signalų stiprumo vertinimo metodus;
3. Sukurti RSI indikatoriaus signalų stiprumo vertinimo metodą;
4. Ištirti sukurto metodo efektyvumą identifikuojant stiprius ir silpnus RSI indikatoriaus signalus;
5. Palyginti sukurtą metodą su kitais stiprumo vertinimo metodais.

Darbo struktūra

Pirmojoje darbo dalyje „Santykinio stiprumo indekso (RSI) indikatoriaus signalų stiprumo vertinimo metodo teoriniai aspektai“ yra nagrinėjamas RSI indikatoriaus taikymas skirtingose rinkose, aprašomi jau ištirti stiprumo vertinimo metodai bei pasiūloma, ką reikėtų patobulinti norint sukurti patikimą metodą.

Antrojoje darbo dalyje „Siūlomas santykinio stiprumo indekso (RSI) indikatoriaus signalų stiprumo vertinimo metodas“ yra aprašomas metodas, pateikiamos jo loginės diagramos bei integraciją į strategiją.

Trečiojoje darbo dalyje „Santykinio stiprumo indekso (RSI) indikatoriaus signalų stiprumo vertinimo metodo testavimas“ yra atliekamas eksperimentas su pasiūlytu metodu ir metodas yra palyginamas su mokslinių straipsnių rezultatais bei klasikiniu RSI indikatoriaus veikimu.

Darbe naudoti literatūros šaltiniai

Šiame magistro baigiamajame darbe buvo naudojami užsienio bei Lietuvos mokslininkų straipsniai, kurie buvo susiję su santykinio stiprumo indekso indikatoriaus strategijomis bei signalų stiprumo vertinimo metodais.

Darbo ir tyrimo metodai

Teorinėje dalyje buvo naudojami šie tyrimo metodai:

1. Mokslinė literatūros analizė ir sintezė – atlikta esamų prekybos strategijų bei signalų stiprumo vertinimo metodų analizė;
2. Abstrahavimas – pašalinta smulki ir nereikalinga informacija, palikta tik esminė;
3. Indukcija – iš kelių panašių duomenų yra pateiktos bendros išvados;
4. Sprendimų modeliavimas – aprašytas teorinis modelis, kuris apibrėžia prekybos sprendimų priėmimo procesus.

Praktinėje dalyje buvo naudojami šie tyrimo metodai:

1. Projektavimas – nubraižytos signalų stiprumo vertinimo metodų loginės diagramos;
2. Eksperimentiniai matavimai – atlikti eksperimentai su sukurtu sprendimu ir pamatuoti įvairūs kintamieji (pvz.: pelningi ir nuostolingi sandoriai).

Darbo rezultatų teorinė ir praktinė reikšmė

Pateikiama darbo rezultatų teorinė reikšmė:

1. Atlikta RSI indikatoriaus analizė skirtingose rinkose;
2. Išskirti signalų stiprumo vertinimo metodai;
3. Nustatyta, kaip galima būtų sukurti stiprumo vertinimo metodą.

Pateikiama darbo rezultatų praktinė reikšmė:

1. Sukurtas signalų stiprumo vertinimo metodas;
2. Nubraižytos loginės prekybos signalų stiprumo vertinimo metodo diagramos;
3. Atliktas eksperimentas ir pateiktos išvados.

Darbo sunkumai, taikymo apribojimai

Visiškai nėra mokslinių straipsnių, kuriuose nagrinėjama prekybos signalų stiprumo vertinimo metodai.

Darbo struktūra ir apimtis

Darbo struktūrą sudaro įvadinė dalis, trys skyriai, išvados, literatūros sąrašas bei priedai. Darbą sudaro 72 puslapiai, 28 lentelės, 45 paveikslai bei 25 literatūros šaltiniai.

1 SANTYKINIO STIPRUMO INDEKSO (RSI) INDIKATORIAUS SIGNALŲ STIPRUMO VERTINIMO METODO TEORINIAI ASPEKTAI

Techniniai indikatoriai yra metodai, kurie skirti analizuoti finansų rinkas naudojantis matematikos ir statistikos priemonėmis, siekiant prognozuoti finansinių priemonių kainų pokyčius bei rinkos tendencijas. Jie sudaryti iš įvairių formulių ir skaičiavimų, kurie remiasi istorinių kainų duomenimis ir padeda investuotojams priimti labiau pagrįstus sprendimus (Rani ir kt., 2024) (Wang ir kt., 2019). Techniniai indikatoriai yra labai svarbūs akcijų ir kriptovaliutų prekyboje, jie leidžia investuotojams priimti sprendimus remiantis praeities kainų duomenimis. Šie indikatoriai yra dažniausiai skirstomi į tendencijų sekimo ir pirkimo arba pardavimo generuojančius signalus (Ozturk ir kt., 2016).

1.1 Techninė analizė

Toliau esančiuose skyriuose analizuojama indikatorių signalų teorinė reikšmė bei pritaikymas rinkose.

1.1.1 RSI signalų teorinė analizė

Santykinio stiprumo indeksas (RSI) generuoja kelis skirtingus signalų tipus. Remiantis Chong (2014) moksliniu straipsniu galime teigti, kad jeigu RSI pakyla aukščiau 70, tai rinka yra stipraus augimo fazėje, o tai reiškia, kad kainos yra labai pakilusios ir tikėtinas kainos kritimas. Kitu atveju, jeigu RSI nukrenta žemiau 30, tai rinka laikoma stipraus kritimo fazėje, o tai reiškia, kad kainos yra daug nukritusios, todėl tikėtinas kainos kilimas į viršų (žr. 1 pav.).

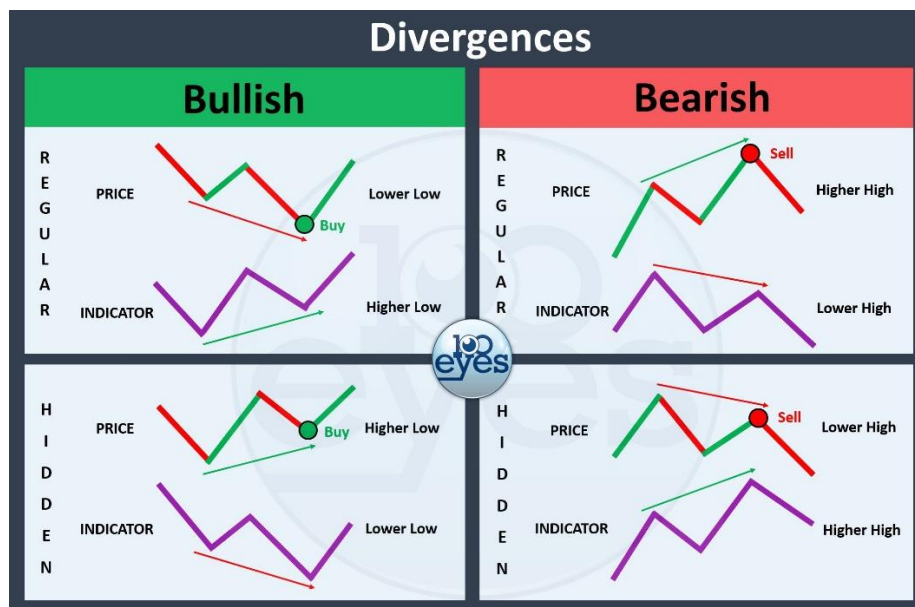


Šaltinis: <https://www.schwab.com/learn/story/how-to-use-relative-strength-index-rsi>

1 pav. RSI pirkimo ir pardavimo signalų paaiškinimas

RSI signalo reikšmė gali būti interpretuojama ir per centro liniją, nustatant RSI reikšmę į 50. Jeigu RSI pakyla virš 50, tai rodo teigiamą judėjimą ir interpretuojama kaip kylanti tendencija. Kitu atveju, jeigu RSI nukrenta žemiau 50, tai rodo neigiamą judėjimą ir interpretuojama kaip krintanti tendencija. Centro kirtimo logika yra siejama su tendencijos sekimu (Chong ir kt., 2014). 50 reikšmę galime interpretuoti kaip silpnesnį signalą.

Kitas RSI signalo tipas yra divergencijos. Šis signalo tipas atsiranda tada, kada kaina suformuoja aukštesnę viršūnę, o RSI indikatorius viršūnę suformuoja žemesnę viršūnę (meškiška divergencija), arba kaina padaro žemesnį dugną, o RSI indikatorius aukštesnį dugną (buliška divergencija). Skiriamos dvi pagrindinės grupės: reguliarios ir paslėptos divergencijos (Hasan ir kt., 2025).



Šaltinis: <https://www.100-eyes.com/education/divergence-trading/>

2 pav. Divergencijų paaiškinimas

Šios dvi pagrindinės grupės paaiškinamos žemiau esančioje lentelėje (žr. 1 lentelę).

1 lentelė. Reguliarios ir paslėptos divergencijos

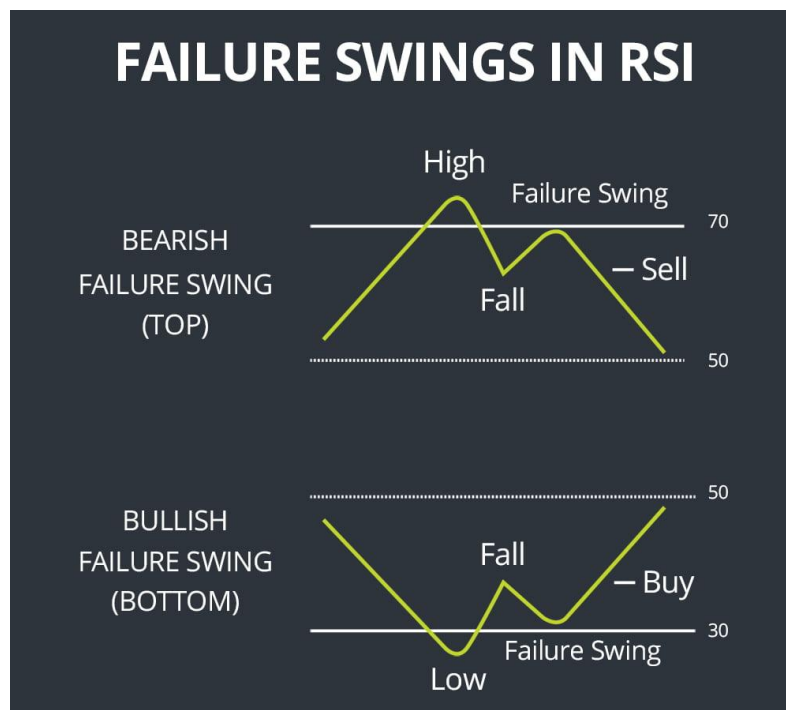
	Kaina nuo	Kaina iki	RSI 1 dugne (viršūnėje)	RSI 2 dugne (viršūnėje)	Interpretacija
Reguliari buliška divergencija	100	90	28	35	Kaina krenta, bet RSI kyla, o tai rodo signalą apie galimą tendencijos apsisukimą aukštyn
Reguliari meškiška divergencija	100	110	72	65	Kaina kyla, bet RSI leidžiasi, o tai rodo signalą apie galimą tendencijos apsisukimą žemyn
Paslėpta buliška divergencija	100	105 (aukštesnis dugnas)	35	30	Kaina laikosi aukščiau, bet RSI leidžiasi, o tai signalizuoja, kad kilimas greičiausiai tęsis

Paslėpta meškiška divergencija	120	115 (žemesnė viršūnė)	65	70	Kaina jau nepasiekia ankstesnės viršūnės, bet RSI kyla, o tai signalizuoja, kad kritimas greičiausiai tęsis
---	-----	-----------------------------	----	----	---

Ketvirtas signalų tipas yra vadinamas klaidingi svyravimai (*angl. „failure swings“*). Tai techninių indikatorių kūrėjo Wilder pasiūlytas signalų tipas, kuris remiasi vien RSI judesiu. Šis tipas yra skirstomas į bulišką ir meškišką klaidingą svyravimą (Bhargavi ir kt., 2017).

Buliškas klaidingas svyravimas yra nustatomas žemiau aprašytu pavyzdžiu. Visų pirma, RSI reikšmė nukrenta iki 25 (žemiau nei 30), vėliau RSI reikšmė pakyla iki 40. Tačiau, toliau RSI reikšmė šiek tiek atsitraukia ir nukrenta iki 35 ir galiausiai pakyla iki 45 virš ankstesnio maksimumo (40). Taigi, indikatorius po kritimo suformavo aukštesnę žemumą ir pralaužė ankstesnį maksimumą. Tai signalas apie galimą kainos kilimą.

Meškiškas klaidingas svyravimas yra nustatomas žemiau aprašytu pavyzdžiu. Visų pirma, RSI reikšmė pakyla iki 75 (aukščiau nei 70), vėliau RSI reikšmė nukrenta iki 60. Tačiau, toliau RSI reikšmė dar kartą pakyla, bet nesugeba pasiekti 75 ir pasiekia tik 65; galiausiai nusileidžia žemiau ankstesnio minimumo (60) ir pasiekia 55. Taigi, indikatorius po kilimo suformavo žemesnę viršūnę ir pralaužė ankstesnį dugną. Tai signalas apie galimą kritimą (žr. 3 pav.).



Šaltinis: <https://scanz.com/comprehensive-guide-rsi/>

3 pav. Klaidingų svyravimų paaiškinimas

Signalų stiprumo įvertinimo sudėtingumas

Prieš analizuojant rinką taip pat būtina atsižvelgti ir į indikatorius nustatytus parametrus. RSI indikatorius signalo stiprumas labai priklauso nuo nustatytų parametrų. Klasikinis RSI indikatorius naudoja 14 dienų periodą ir 30/70 režius, tačiau kai kuriuose tyrimuose yra naudojamas 21 dienos periodas ir 50 režis. Šie nedideli pakeitimai gali labai pakeisti signalų dažnumą bei jų vertę.

Tyrimas Chong ir kt. (2014) empiriškai parodė, kad RSI indikatorius signalai priklauso nuo nustatytų parametrų. Naudojant RSI(21, 50), o tai yra 21 dienos periodas ir 50 režis, reikšmingi rezultatai buvo tik Italijoje (Milan Comit General) ir Kanadoje (S&P/TSX).

Table 3C. Average ten-day returns from *RSI*(21, 50).

Sample Period (76-02)	N(Buy)	N(Sell)	Buy	Sell	Buy > 0	Sell > 0	Buy-Sell
Milan Comit General	111	104	0.01200 *	-0.01069 **	0.613	0.404	0.02268 **
			(1.728)	(-3.014)			(3.394)
S&P/TSX Composite Index	119	111	0.00614	-0.00271 *	0.546	0.450	0.00885 *
			(1.127)	(-1.813)			(2.105)
DAX 30	118	126	0.00455	0.00178	0.576	0.524	0.00278
			(0.572)	(-0.204)			(0.558)
Dow Jones Industrials	119	146	0.00287	0.00153	0.597	0.541	0.00134
			(-0.160)	(-0.674)			(0.337)
Nikkei 225 Stock Average	122	121	0.00016	-0.00055	0.525	0.479	0.00071
			(-0.239)	(-0.449)			(0.151)

**: Indicates significance at the 5% level; *: indicates significance at the 10% level.

Šaltinis:(Chong ir kt., 2014)

4 pav. Vidutinė 10 dienų grąža naudojant RSI(21, 50)

Italijoje pirkimo („Buy“) signalų vidutinė grąža buvo +1,20%, pardavimo („Sell“) – -1,07%, o skirtumas +2,27%. Tuo tarpu Kanadoje pirkimo („Buy“) signalų vidutinė grąža buvo +0,61%, pardavimo („Sell“) – -0,27%, o skirtumas +0,88%.

Tuo tarpu naudojant RSI(14, 30/70) reikšmingi rezultatai buvo tik JAV (Dow Jones Industrials) rinkoje.

Table 3E. Average ten-day returns from *RSI*(14, 30/70).

Sample period (76-02)	N(Buy)	N(Sell)	Buy	Sell	Buy > 0	Sell > 0	Buy-Sell
Milan Comit General	132	158	-0.00242	0.00783	0.492	0.614	-0.01025 *
			(-1.468)	(0.997)			(-1.774)
S&P/TSX Composite Index	127	169	0.00569	0.00175	0.614	0.533	0.00393
			(1.003)	(-0.429)			(1.050)
DAX 30	114	167	0.00135	0.01049 **	0.491	0.653	-0.00914 *
			(-0.312)	(2.628)			(-1.937)
Dow Jones Industrials	111	164	0.01017 **	0.00367	0.658	0.585	0.00650
			(2.217)	(0.128)			(1.643)
Nikkei 225 Stock Average	125	164	-0.00114	-0.00031	0.496	0.518	-0.00083
			(-0.636)	(-0.440)			(-0.191)

**: Indicates significance at the 5% level; *: Indicates significance at the 10% level.

Šaltinis:(Chong ir kt., 2014)

5 pav. Vidutinė 10 dienų grąža naudojant RSI(14, 30/70)

JAV pirkimo („Buy“) signalų vidutinė grąža buvo +1,02%, pardavimo („Sell“) – +0,37%, o skirtumas +0,65%.

Taigi, galime daryti išvadą, kad pakeitus RSI parametrus gauname skirtingus rezultatus. Reikšmingas pelnas gaunamas skirtingose rinkose, todėl signalų efektyvumo vertinimas reikalauja papildomų tyrimų.

Kitas aspektas, kuris lemia signalo stiprumą yra rinkos sąlygos. Tendencingoje rinkoje, kai RSI išlieka virš 70 arba žemiau 30 ilgą laiką, signalai gali būti klaidingi, nes kaina eina ta pačia kryptimi. Šoniniame judėjime kainos smarkiai svyruoja ir neturi aiškos krypties. Moksliniai šaltiniai rodo, kad techninių indikatorių efektyvumas priklauso nuo rinkos fazių: tendencingose fazėse geriau veikia krypties sekimo taisyklės, o šoninėse – osciliatoriai, tokie kaip RSI (žr. 6 pav.) (Park & Irwin, 2005). Be to, tyrimai sako, kad techninės taisyklės ypač gerai pasiteisina stipriems teigiamais ar neigiamais rinkos judesiams, (Ergun ir kt., 2023) o RSI signalų efektyvumas aiškiai kinta nuo rinkos sąlygų ir parametrų.



Šaltinis: <https://alchemymarkets.com/education/indicators/relative-strength-index/>

6 pav. RSI judėjimas šoninėje rinkoje

Dalis RSI signalų yra sunkiai formalizuojami, nes viršūnių ar dugnų, langų ar slenksčių žymėjimas yra subjektyvus dalykas ir gali skirtis tarp analitikų (Lo ir kt., 2000). Todėl būtent dėl šio subjektyvumo tyrimai siūlo algoritmiškai apibrėžti signalus, kad sumažėtų interpretacijų skirtumai. Pavyzdžiui, Zatwarnicki (2023) divergencijas RSI apibrėžia aiškiais taisyklėmis (konkretūs langai, atstumai tarp pikų/dugnų). Taip pat siūlomi taisyklių pagrindu paremti atpažinimo metodai (Zapranis & Tsinaslanidis, 2012).

Net jeigu RSI signalai atrodo patikimi ir generuoja perteklinę grąžą, praktikoje būtina įvertinti ir transakcijų kaštus (komisinius mokesčius). Kaip teigia Park & Irwin (2007) techninės analizės apžvalgoje, kad didelė dalis techninių investavimo taisyklių tiesiog pradingsta, kuomet įtraukiami realūs prekybos kaštai. Chong ir kt. (2014) tyrime buvo įvestas 1% „round-trip“ transakcijų kaštas ir perskaičiuotos strategijų grąžos. Kaip pavyzdys RSI(21, 50) Milan Comit indeksui net ir uždėjus 1% komisinį mokesť išliko pelningas (5,069%). Tuo tarpu RSI(14,70/30) daugelyje rinkų ir be kaštų rodė neigiamus rezultatus, tad įvedus 1% kaštą tokia taisyklė būtų nebepelninga.

Tačiau, signalų stiprumą vertinti reikia ne tik su tais pačiais duomenimis, bet būtina parinkti ir kitus, nes kyla rizika, kad rezultatai yra pritaikyti tik vienam duomenų rinkiniui ir signalo stiprumas galbūt yra tik atsitiktinis. Sullivan, Timmermann & White (1999) pritaikė „Reality Check“ metodiką apie 8000 techninių taisyklių Dow Jones indeksui 100-mečio laikotarpyje (1897-1996) ir nustatė, kad kai kurios taisyklės viršijo rinkos lygį, bet išbandžius jas „out-of-sample“ kitam laikotarpiui (1987-1996) jų pranašumas buvo ženkliai sumažėjęs arba dingęs (Sullivan ir kt., 1999).

Sample	BLL Universe of Trading Rules			Full Universe of Trading Rules		
	Mean Return	White's <i>p</i> -Value	Nominal <i>p</i> -Value	Mean Return	White's <i>p</i> -Value	Nominal <i>p</i> -Value
In-sample						
Subperiod 1 (1897–1914)	9.52	0.021	0.000	16.48	0.000	0.000
Subperiod 2 (1915–1938)	13.90	0.000	0.000	20.12	0.000	0.000
Subperiod 3 (1939–1962)	9.46	0.000	0.000	25.51	0.000	0.000
Subperiod 4 (1962–1986)	7.87	0.004	0.000	23.82	0.000	0.000
90 years (1897–1986)	10.11	0.000	0.000	18.65	0.000	0.000
100 years (1897–1996)	9.39	0.000	0.000	17.17	0.000	0.000
Out-of-sample						
Subperiod 5 (1987–1996)	8.63	0.154	0.055	14.41	0.341	0.004
S&P 500 Futures (1984–1996)	4.25	0.421	0.204	9.43	0.908	0.042

Šaltinis: (Sullivan ir kt., 1999)

7 pav. In-sample ir Out-of-sample palyginimo lentelė

Taigi, techninės taisyklės vidutiniškai sugeneravo net 13,9% (BLL) ir 20,1% (Full Universe) metinę grąžą. Tačiau tikrinant out-of-sample laikotarpį (1987-1996) metinė grąža ženkliai sumažėjo iki 8,6% ir 14,4%, o White's *p*-value parodė, kad rezultatai nėra statistiškai reikšmingi. Tai parodo, kad didžioji dalis rezultatų buvo duomenų išnaršymo (angl. „data-snooping“) pasekmė.

1.1.2 RSI indikatoriaus taikymas kriptovaliutų prekybos strategijose

Išnagrinėjus RSI indikatoriaus signalų teoriją toliau analizuojama šio indikatoriaus taikymas kriptovaliutų rinkose. RSI indikatorius yra vienas iš populiariausių techninės analizės indikatorių, kuris naudojamas kriptovaliutų rinkoje. Tai indikatorius, kuris matuoja kainos pokyčių greitį ir kryptį, t.y. apskaičiuoja, kiek kaina stipriai kilo ir kiek krito per pasirinktą laikotarpį (Zatwarnicki ir kt., 2023).

Santykinio stiprumo indekso indikatorius skaičiuojamas taikant žemiau nurodytą formulę:

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS}$$

kur

$$RS = \frac{\text{vidutinis pelnas}}{\text{vidutinis nuostolis}}$$

kur

$$\text{vidutinis pelnas} = \frac{\text{visų pelnų suma per laikotarpį}}{n}$$

$$\text{vidutinis nuostolis} = \frac{\text{visų nuostolių suma per laikotarpį}}{n}$$

čia

n – laikotarpių skaičius, naudojamas RSI skaičiavimui

Pritaikius santykinio stiprumo indekso formulę vertinamas santykis tarp kylančių ir krintančių kainų judesių ir rezultatas yra išreiškiamas skalėje nuo 0 iki 100.

- Jeigu RSI yra > 70 , tai parodo, kad turtas yra stipraus augimo fazėje ir kaina labai smarkiai kilo per paskutines žvakes, todėl tai yra galimas signalas, kad kaina greitai metu gali pradėti kristi;
- Jeigu RSI yra < 30 , tai parodo, kad turtas yra stipraus kritimo fazėje ir kaina smarkiai krito per paskutines žvakes, todėl tai yra galimas signalas, kad kaina greitai metu gali pradėti kilti.

Skirtingai nei kiti indikatoriai, RSI iš anksto praneša apie galimus tendencijos apsisukimus, o ne tik seką esamą kryptį.



Šaltinis: (Zatwarnicki ir kt., 2023)

8 pav. Vienos dienos grafikas, rodantis RSI reakciją į BTC kainų pasikeitimą

Aukščiau esančiame paveikslėlyje (žr. 8 pav.) parodoma, kad Bitkoino (BTC) kaina 2021 m. pradžioje smarkiai kilo, o RSI reikšmės priartėjo prie 70-90 reikšmės. Kuomet Bitkoino (BTC) kaina krito 2018 m. pabaigoje, RSI reikšmė dažnai kirsdavo 30.

RSI efektyvumo tyrimas kriptovaliutų rinkose

Toliau aprašomas mokslinis tyrimas „Effectiveness of the Relative Strength Index Signals in Timing the Cryptocurrency Market“, kurį aprašė Zatwarnicki, M., Zatwarnicki, K., & Stolarski, P. (2023). Šio tyrimo tikslas yra įvertinti RSI indikatorius signalų efektyvumą taikant jį kriptovaliutų prekybai skirtingomis rinkos sąlygomis. Šiame tyrime autoriai siekė atsakyti į klausimus:

- Ar RSI indikatorius veikia kaip naudingas prekybos signalų šaltinis skirtingose rinkos fazėse?
- Ar RSI signalai sukuria didesnę grąžą?
- Ar RSI galima laikyti patikimu indikatoriumi nepriklausomai nuo laikotarpio, rinkos sąlygų ar kriptovaliutos?

Tyrimo laikotarpis

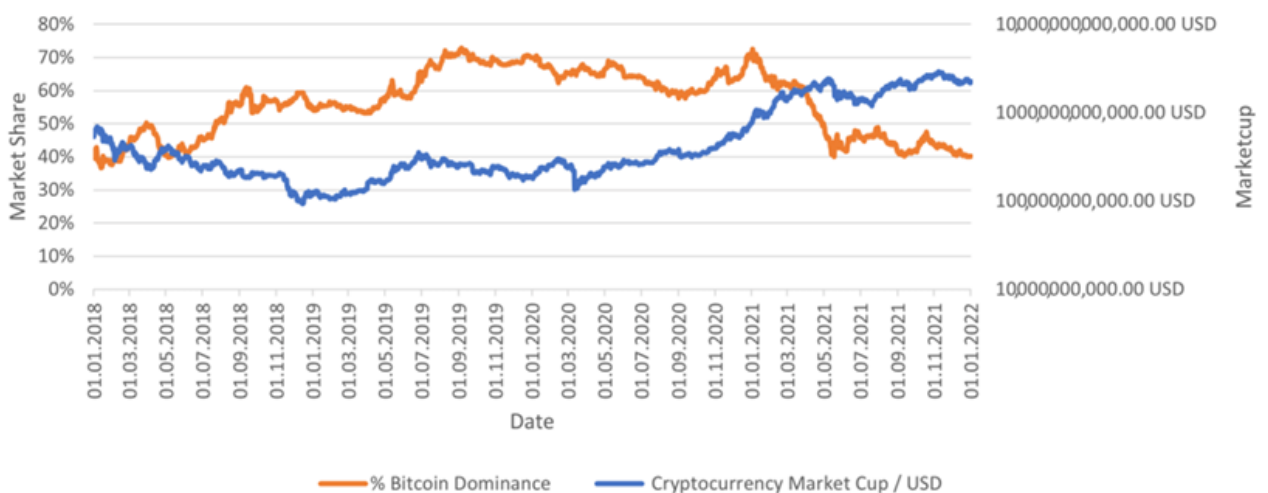
Tyrime buvo pasirinktas 4 metų laikotarpis – nuo 2018 m. sausio 1 d. iki 2022 m. sausio 1 d., naudojant dieninį intervalą. Analizuojamas laikotarpis apima įvairias rinkos būsenas, todėl leidžia įvertinti, ar strategija išlieka veiksminga kintančiomis sąlygomis. Rinkos ciklas buvo suskirstytas pagal Wyckoff teoriją, ir išskirstytos šios pagrindinės fazės:

- Meškų rinka (*angl. The Bear Market Period*);
- Akumuliacijos fazė (*angl. Accumulation Period*);

- Bulio rinka (*angl. Bull Market*);
- Šoninis judėjimas (*angl. Sideways Movement*);
- Juodojo gulbino įvykis (*angl. Black Swan Event*);
- Distribucija (*angl. Distribution Period*).

Pasirinkta pradžios data – 2018-01-01, kuri pagrįsta praktiniais kriterijais:

- Iki 2018 m. kriptovaliutos nebuvo plačiai naudojamos visuomenėje;
- Mažesnės kriptovaliutos neturėjo pakankamai istorinių duomenų, todėl nebūtų galima atlikti rimto tyrimo;
- Bitkoinas (BTC) dominavo rinkoje (žr. 9 pav.).



Šaltinis: (Zatwarnicki ir kt., 2023)

9 pav. BTC dominavimas rinkoje

Kriptovaliuta dažniausiai juda cikliška, kas 4 metus, todėl šis laikotarpis atspindi viso ciklo elgesį: kritimą, kilimą, stagnaciją ir pan. Taigi, 2018-2022 m. laikotarpis yra labai tinkamas RSI indikatorius strategijos tyrimui, nes jis apima tipiską Bitkoino rinkos ciklą, kuri leidžia patikrinti strategijos efektyvumą įvairiuose perioduose.

Tyrimo imties pasirinkimo pagrindimas

Palyginta 50 didžiausių kriptovaliutų rinkos pozicija 2018-2022 m. laikotarpiu. Išanalizuoti pokyčiai: rinkos kapitalizacija, dominavimas rinkoje bei koreliacija su Bitkoinu. Sukurtas programinis kodas „TradingView“ platformoje, kuris parodė, kad visų analizuotų kriptovaliutų koreliacijos koeficientai buvo 0,7, o daugeliu atveju net 0,9-1,0. Net įtrauktos tokios kriptovaliutos, kurios parodė didžiausią pelną (pvz.: BNB) ir didžiausią nuostolį (pvz.: HyperCash), o tai leidžia patikrinti RSI efektyvumą ne tik stabiliose, bet ir labai svyruojančiose rinkose.

Toliau pateikiamas įtrauktų į tyrimą kriptovaliutų sąrašas:

1. Bitcoin (BTC);
2. Ripple (XRP);
3. Ethereum (ETH);
4. Bitcoin Cash (BCH);
5. Cardano (ADA);
6. Litecoin (LTC);
7. Monero (XMR);
8. ICON(ICX);
9. Binance Coin (BNB);
10. HyperCash (HC).

Pasirinktos kriptovaliutos atspindi įvairią situaciją pagal amžių, brandą ir paskirtį. Vienos senesnės, kitos naujesnės, kad apimtų kuo įvairesnį spektrą. Šios kriptovaliutos naudojamos įvairiai – nuo mokėjimo sistemų iki decentralizuotų aplikacijų, NFT ir vertės saugojimo. Taip pat tiriamieji aktyviai yra tokie, kuriuos renkasi rinkos dalyviai.

Duomenys

Buvo tiriamos ne tik atskiros kriptovaliutos, bet ir papildomai suformuotas portfelis, kuris sudarytas iš 10 kriptovaliutų. Skirtingi svoriai buvo paskirstyti taip:

- Bitcoin (BTC) – 40%;
- Kiti „blue-chip“ altkoinai – po 10%;
- Mažesni, rizikingesni – po 2,5%;

Pirmoji strategijų grupė: RSI > 70 ir < 30 kaip apsisukimo signalas

Strategijos tikslas buvo įvertinti, ar RSI reikšmės virš 70 ir žemiau 30 tiksliai rodo rinkos apsisukimus, t.y. – ar verta pirkti ar parduoti remiantis šiais režiais.

Tyrimo išbandytos 4 skirtingos strategijos, kurios aprašytos lentelėje (žr. 2 lentelę):

2 lentelė. Strategijų tipai

Strategijos tipas	Aprašymas
Tiek pirkimas, tiek pardavimas (<i>angl. BOTH (long & short)</i>)	• Atidaro pirkimo poziciją, kai RSI < 30. Tikimasi, kad kaina kils; • Atidaro pardavimo poziciją, kai RSI > 70. Tikimasi, kad kaina kris.
Tik pirkimas (<i>angl. LONG only</i>)	• Atidaro tik pirkimo poziciją, kai RSI < 30; • Niekada nepardavinėja net jeigu RSI > 70.

Tik pardavimas (<i>angl. SHORT only</i>)	- Atidaro tik pardavimo poziciją, kai RSI > 70; - Niekada neperka, net jeigu RSI < 30.
Laikymas (<i>angl. HOLD</i>)	- Tiesiog perkama vieną kartą tyrimo pradžioje ir laikoma iki pabaigos; - Jokios reakcijos į RSI indikatorius.

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Pirmojo eksperimento pagrindiniai rezultatai

Žemiau esančiame paveikslėlyje pateikiamos išvados apie pirmojo eksperimento strategijų grąžos rezultatus (žr. 10 pav.).

Table 3. The results of the strategy from the first experiment for portfolio and examined cryptocurrencies. Green indicates positive returns, and red indicates negative returns.

	INDEX	BOTH	LONG	SHORT	HOLD
1.	BTC/USD	–100.00%	42.59%	–100.00%	243.79%
2.	XRP/USD	–100.00%	1372.33%	–100.00%	–57.24%
3.	ETH/USD	–100.00%	–1.26%	–100.00%	408.03%
4.	BCH/USD	–100.00%	203.21%	–100.00%	–81.20%
5.	ADA/USD	–100.00%	21.23%	–100.00%	91.31%
6.	LTC/USD	–100.00%	–48.66%	–100.00%	–33.48%
7.	XMR/USD	–100.00%	170.22%	–100.00%	–25.24%
8.	ICX/USD	–100.00%	–94.17%	–100.00%	–76.64%
9.	BNB/USD	–100.00%	214.80%	–100.00%	5998.97%
10.	HC/USD	–100.00%	–51.86%	–100.00%	–98.60%
	PORTFOLIO	–100.00%	177.70%	–100.00%	275.22%
	MARKET	–100.00%	20.99%	–100.00%	320.14%
	OVER HOLD	0/10	4/10	0/10	-
	PROFITABLE	0/10	6/10	0/10	4/10

Šaltinis: (Zatwarnicki ir kt., 2023)

10 pav. Pirmojo eksperimento rezultatai

Galime teigti, kad strategijos „BOTH“ ir „SHORT“ sukėlė portfelio bankrotą. To priežastis būtų ta, kad 2018-2022 m. laikotarpiu kriptovaliutų kainos smarkiai augo ir „short“ pozicijos visada dirbo prieš rinką. Kuomet RSI > 70 buvo signalas „parduoti“, bet rinka vistiek kilo, o nuostoliai vis didėjo iki tol kol sąskaita ištuštėjo. Naudojant „LONG“ strategiją 4 iš 10 kriptovaliutų generavo didesnę grąžą nei „HOLD“ strategija. Visas portfelis sugeneravo +177,70% grąžą per 4 metus. Tačiau, tai gerokai mažiau nei „HOLD“ strategija, kuri sugeneravo +275,22% teigiamo pelno, arba net visos rinkos vidurkis – 320,14%.

Antroji strategijų grupė: RSI divergencijos

RSI divergencijos, kurios aprašytos 1.1.1. skyriuje yra naudojamos šiame tyrime pagal suformuotas taisykles: jeigu $RSI < 50$ ir buvusi bulių divergencija, tai parodo, kad galimas apsisukimas į augimą silpnoje rinkoje. Jeigu $RSI > 50$ ir meškų divergencija, tai galimas apsisukimas į kritimą jau augančioje rinkoje.

Toliau pateikiamos strategijos, kurios buvo taikytos antrajam eksperimentui (žr. 3 lentelę).

3 lentelė. Antrojo eksperimento strategijų tipai

Strategijos tipas	Aprašymas
Tiek pirkimas, tiek pardavimas (<i>angl. BOTH (long & short)</i>)	Po bulių divergencijos atidaroma pirkimo pozicija, o po meškų divergencijos – pardavimo.
Tik pirkimas (<i>angl. LONG only</i>)	Vykdomos tik pirkimo pozicijos, kai RSI reikšmė rodo bulių divergenciją (kaina krenta, RSI kyla).
Tik pardavimas (<i>angl. SHORT only</i>)	Vykdomos tik pardavimo pozicijos, kai RSI rodo meškų divergenciją (kaina kyla, RSI krenta).
Laikymas (<i>angl. HOLD</i>)	Pozicija atidaroma laikotarpio pradžioje ir laikoma viso eksperimento metu be aktyvaus valdymo

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Antrojo eksperimento pagrindiniai rezultatai

Žemiau esančiame paveikslėlyje pateikiamos išvados apie antrojo eksperimento strategijų gražos rezultatus (žr. 11 pav.)

Table 5. The results of the strategy from the second experiment for portfolio and examined cryptocurrencies. Green indicates positive returns, and red indicates negative returns.

	INDEX	BOTH	LONG	SHORT	HOLD
1.	BTC/USD	–100.00%	–31.85%	–100.00%	243.79%
2.	XRP/USD	–100.00%	1074.51%	–100.00%	–57.24%
3.	ETH/USD	–100.00%	–59.71%	–100.00%	408.03%
4.	BCH/USD	–100.00%	–75.93%	–100.00%	–81.20%
5.	ADA/USD	–100.00%	104.97%	–100.00%	91.31%
6.	LTC/USD	–100.00%	–46.48%	–100.00%	–33.48%
7.	XMR/USD	–100.00%	54.07%	–100.00%	–25.24%
8.	ICX/USD	–100.00%	–14.11%	–100.00%	–76.64%
9.	BNB/USD	–100.00%	6.36%	–100.00%	5998.97%
10.	HC/USD	–100.00%	–80.12%	–100.00%	–98.60%
	PORTFOLIO	–100.00%	86.15%	–100.00%	275.22%
	MARKET	–100.00%	196.13%	–100.00%	320.14%
	OVER HOLD	0/10	6/10	0/10	-
	PROFITABLE	0/10	4/10	0/10	4/10

Šaltinis: (Zatwarnicki ir kt., 2023)

11 pav. Antrojo eksperimento rezultatai

Rezultatai parodė, kad „BOTH“ ir „SHORT“ strategijos visiškai nepasiteisino ir bankrutavo visiems indeksams. „LONG“ pasiekė tik +86,15% portfelio grąžos, kas sudarė tik apie 32% to ką galimą uždirbti taikant „HOLD“ strategiją. Didžiausią naudą atnešė tik vienai kriptovaliutai (XRP), kuri sugeneravo net +1074,51% grąžos, kai „HOLD“ atnešė nuostolį. „HOLD“ strategija generavo didžiausią portfelio grąžą (+275,22%), kuri buvo pelningiausia ir patikimiausia iš visų taikytų strategijų.

Antrojo eksperimento išvados ir potencialas

Divergencijos pasitaikė tik 0,8% visų žvakių, todėl strategija nėra aktyvi. Neigiamas rezultatas daugeliui kriptovaliutų, kuris rodo, kad RSI divergencijų strategija nėra patikimas sprendimas investuojant į kriptovaliutas.

Trečioji strategijų grupė: RSI efektyvumo strategija rinkos tendencijos nustatymui

Trečiajame eksperimente buvo analizuota Cardwell strategija, t.y. RSI indikatorius gebėjimą atspindėti rinkos tendenciją, kuri leidžia RSI naudoti reaguojantį, o ne prognozuojantį indikatorių. Pagal šį metodą buvo suformuluotos taisyklės:

- Augimo tendencija yra laikoma tada, kada RSI reikšmė yra tarp 60 ir 80;
- Kritimo tendencija yra laikoma tada, kada RSI reikšmė yra tarp 20 ir 40;
- RSI reikšmės tarp 40 ir 60 yra laikomos neutralia zona, kurioje nėra aiškos krypties.

Toliau pateikiamos strategijos, kurios buvo taikytos trečiajam eksperimentui (žr. 4 lentelę).

4 lentelė. Trečiojo eksperimento strategijų tipai

Strategijos tipas	Aprašymas
Tiek pirkimas, tiek pardavimas (<i>angl. BOTH (long & short)</i>)	• Atidaro pirkimo poziciją, kai RSI reikšmės yra tarp 60-80; • Atidaro pardavimo poziciją, kai RSI reikšmės yra tarp 20-40.
Tik pirkimas (<i>angl. LONG only</i>)	Pozicijos atidaromos tik RSI reikšmei esant augimo zonoje [60-80].
Tik pardavimas (<i>angl. SHORT only</i>)	Pozicijos atidaromos tik RSI reikšmei esant kritimo zonoje [20-40].
Laikymas (<i>angl. HOLD</i>)	Pozicija atidaroma laikotarpio pradžioje ir laikoma viso eksperimento metu be aktyvaus valdymo

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Trečiojo eksperimento pagrindiniai rezultatai

Trečiojo eksperimento rezultatai pateikiami žemiau esančiame paveikslėlyje (žr. 12 pav.).

Table 7. The results of the strategy from the third experiment for portfolio and examined cryptocurrencies. Green indicates positive returns, and red indicates negative returns. In summary, “Over Hold” indicates the number of indexes that achieve above-average returns.

	INDEX	BOTH	LONG	SHORT	HOLD
1.	BTC/USD	351.55%	478.74%	-21.98%	243.79%
2.	XRP/USD	-77.28%	-39.33%	-62.55%	-57.24%
3.	ETH/USD	378.87%	462.10%	-14.81%	408.03%
4.	BCH/USD	132.32%	531.35%	-71.39%	-81.20%
5.	ADA/USD	526.72%	393.85%	26.90%	91.31%
6.	LTC/USD	9.52%	-35.07%	68.67%	-33.48%
7.	XMR/USD	-83.36%	-30.44%	-76.08%	-25.24%
8.	ICX/USD	-76.07%	18.29%	-79.77%	-76.64%
9.	BNB/USD	40.52%	244.36%	-59.19%	5998.97%
10.	HC/USD	216.37%	25.84%	15.48%	-98.60%
	PORTFOLIO	240.07%	329.24%	-19.10%	275.22%
	MARKET	215.20%	492.90%	-46.84%	320.14%
	OVER HOLD	6/10	7/10	3/10	-
	PROFITABLE	7/10	7/10	3/10	4/10

Šaltinis: (Zatwarnicki ir kt., 2023)

12 pav. Trečiojo eksperimento rezultatai

Trečiasis eksperimentas parodė geriausius rezultatus iš visų analizuotų strategijų. „LONG“ pozicijai skirtoje strategijoje pasiekė net 329,24% portfelio grąžą, o tai yra net 20% daugiau nei taikant „HOLD“ strategiją (+275,22%). 7 iš 10 kriptovaliutų sugeneravo aukštesnę nei vidutinę grąžą, o likusių nuostoliai buvo minimalūs.

Strategijos maksimalus nuosmukis neviršijo 30%, todėl ji tinkama prekybai išlaikant kontroliuojamą riziką. Tuo tarpu „SHORT“ pozicijos strategija nors ir fiksavo -19,1% portfelio nuostolį, vistiek pasirodė geriau nei rinka (-46,84%). Šie rezultatai patvirtino hipotezę, kad kriptovaliutų rinkose RSI tinkamiausia naudoti tendencijos sekimui, o ne jos apsisukimų paieškai.

Apibendrintos išvados

1. Tradiciniai RSI taikymai yra neefektyvus (RSI pirkimo/pardavimo zonos virš 70/žemiau 30) ir divergencijos nepasitvirtino kaip veiksmingos strategijos;
2. Alternatyvus RSI taikymas pagal Cardwell pasirodė efektyvus, nes rezultatai pelningi, tolygūs tarp skirtingų kriptovaliutų;
3. Visos strategijos, kurios taikė „Short“ pozicijas veikė nuostolingai. Taip pat tyrimo autoriai nerekomenduoja naudoti RSI „short“ prekybai, nes per daug rizikinga;

Palyginimas su kitomis strategijomis

Žemiau esančiame paveikslėlyje (žr. 13 pav.) parodyta, kad Supertrend ir MACD buvo efektyviausios strategijos, kurios viršijo tiek „HOLD“, tiek kitas RSI metrikas. Taigi, RSI neturėtų būti taikomas atskirai, o tik kaip dalis su kitais indikatoriais.

Table 8. The results of strategies from experiments compared to popular trading strategies between 2018 and 2022. Green indicates positive results, red indicates negative results.

	TYPE	TA			RSI		HOLD	
	STRATEGY	SUPERTREND	MACD	SMA 200	RSI 60-80	DIVERGENCE	OVERSOLD	HOLD
1.	BTC/USD	500.85%	408.84%	28.26%	478.74%	-31.85%	42.59%	243.79%
2.	XRP/USD	-63.13%	1161.26%	-86.32%	-39.33%	1074.51%	1372.33%	-57.24%
3.	ETH/USD	736.84%	572.72%	423.45%	462.10%	-59.71%	-1.26%	408.03%
4.	BCH/USD	123.41%	242.31%	-29.70%	531.35%	-75.93%	203.21%	-81.20%
5.	ADA/USD	1657.05%	634.80%	2669.11%	393.85%	104.97%	21.23%	91.31%
6.	LTC/USD	220.06%	60.23%	-42.83%	-35.07%	-46.48%	-48.66%	-33.48%
7.	XMR/USD	129.40%	168.86%	1.74%	-30.44%	-54.07%	170.22%	-25.24%
8.	ICX/USD	-36.61%	-20.50%	-47.68%	18.29%	-14.11%	-94.17%	-76.64%
9.	BNB/USD	7605.38%	4190.80%	2503.31%	244.36%	6.36%	214.80%	5998.97%
10.	HC/USD	124.76%	20.04%	-84.85%	25.84%	-80.12%	-51.86%	-98.60%
	PORTFOLIO	663.34%	539.65%	363.99%	329.24%	86.15%	177.70%	275.22%
	MARKET	585.35%	833.42%	318.45%	492.90%	196.13%	20.99%	320.14%
	OVER HOLD	9/10	9/10	6/10	7/10	6/10	4/10	-
	PROFITABLE	8/10	9/10	5/10	7/10	3/10	6/10	4/10

Šaltinis: (Zatwarnicki ir kt., 2023)

13 pav. Strategijų palyginimas

Išanalizavus mokslinio šaltinio visų trijų strategijų grupių rezultatus, apibendrinti rezultatai nurodyti žemiau esančioje lentelėje (žr. 5 lentelę).

5 lentelė. Apibendrinta strategijų lentelė

Ar bent viena strategija pelninga?	Taip, ypač RSI Cardwell 60-80 rėžių strategija.
Ar strategija buvo testuota „TradingView“ platformoje?	Ne, autoriai sukūrė savo automatizuotą modelį.
Kiek ir kokių skirtingų laikotarpių buvo testuota?	1, 3, 7, 14, 30 ir 60 dienų laikotarpiai, kurie kiekvienas buvo vertintas atskirai.
Ar buvo įskaičiuoti komisiniai mokesčiai?	Taip, buvo taikomas 0,1% prekybos mokestis.
Ar buvo įskaičiuotas sandorio nukrypimas nuo kainos (<i>angl. slippage</i>)?	Ne, sandorio nukrypimas nuo kainos nebuvo įvertintas eksperimente.
Ar buvo vertinama RSI signalų kokybė?	RSI signalų kokybė nebuvo vertinama – visi signalai buvo vykdomi automatiškai.
Ar buvo naudojamas „shortavimas“?	Taip, tiek „long“, tiek „short“. „Short“ strategijos dažniausiai nepasiteisindavo.

Ar rezultatai skirtinguose laikotarpioose buvo tenkinantys (pagal pelningumą, stabilumą)?	RSI Cardwell strategijose – taip. Divergencijose ir 30/70 – ne.
Ar grąža viršijo vidutinį kitų investicinių aktyvų pajamingumą ir infliaciją?	Taip, kai kurios strategijos viršijo rinkos grąžą.
Ar rizika buvo didelė? Koks buvo naudojamas rizikos vertinimo rodiklis?	Divergencijose – didelė rizika (nuostoliai iki -100%). RSI Cardwell strategijoje – ribota (<30%). Rizikos vertinimo rodiklis nenurodytas
Ką, autorių manymu, būtų galima daryti kitaip arba tobulinti?	Pridėti „Stop Loss“/ „Take Profit“, derinti RSI su kitais indikatoriais, nenaudoti RSI „shortavimui“ kriptovaliutose.

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Kitame atliktame tyrime „A Comparative Study between RSI and MACD to Predict Opportunities in Cryptocurrency Market“ autorius Ziet lygino RSI ir MACD indikatorių veiksmingumą skirtingoms kriptovaliutoms. RSI ir MACD strategijos buvo sudarytos taikant klasikinės RSI ir MACD indikatoriaus ribas. Abiem strategijomis buvo atliktas istorinės duomenų analizės testas, kuriame nebuvo pridėta papildomų sąlygų kaip tendencijos filtrai, „stop-loss“ ar volatilumo ribos (Ziet, 2023).

Remiantis pateiktais rezultatais (žr. 14 pav.), RSI pagrindu sudaryta strategija pasirodė žymiai pelningesnė ir bendrai sugeneravo 22,8 tūkst. eurų pelno, tuo tarpu MACD pagrindu veikianti strategija – tik 0,9 tūkst. eurų. RSI strategija buvo pelninga septyniose iš dešimties kriptovaliutų. Tuo tarpu MACD strategija veikė pelningai tik keturiose iš dešimties kriptovaliutų.

Cryptocurrency	Buying and Selling strategy Based on RSI indicator		Buying and Selling strategy Based on MACD indicator	
	Total looses/gain	Signal of strategy	Total looses/gains	Signal of strategy
Bitcoin	13.2		(31.4)	
Ethereum	(27.1)		(29.7)	
USDCOIN	(0.6)		(2.0)	
XRP	(25.1)		2.8	
Binance USD	8.9		1.5	
Dogecoin	17.1		(28.3)	
Cardano	23.7		(5.9)	
Solana	(37.7)		55.2	
Polkadot	30.0		(11.6)	
Avalanche	20.4		50.3	
Total	22.8		0.9	

Šaltinis: (Ziet, 2023)

14 pav. MACD ir RSI strategijų pelningumo palyginimas

Nors šiame tyrime indikatoriai buvo vertinami atskirai, bet rezultatai parodė, kad RSI gali būti patikimesnis priimant sprendimus itin besikeičiančioje aplinkoje, tokioje kaip kriptovaliutų rinka.

1.2 Signalų stiprumo vertinimo metodai

1.1.2. skyriuje nagrinėtas tyrimas parodė, kad RSI indikatorius signalų kokybė nebuvo vertinama, o tai reiškia, kad visi signalai buvo vykdomi automatiškai. Atsiranda problema, kurią reikia spręsti, todėl toliau šiame skyriuje aprašomi signalų stiprumo vertinimo metodai. Signalų stiprumą galime vertinti įvairias būdais:

- Kelių skirtingų indikatorių taikymas;
- Prekybos apimties įtraukimas;
- Papildomų taisyklių įtraukimas;
- Indikatoriaus reikšmės įvertinimas;
- Konvergencija arba divergencija;

1.2.1 Kelių skirtingų indikatorių taikymas

Techninės analizės indikatoriai padeda įvertinti kainų pokyčius bei pirkimo ir pardavimo signalus. Tačiau vieno indikatorius signalai ne visada būna patikimi (pvz.: vienas indikatorius gali gerai veikti tendencingoje rinkoje, o kitas – šoninėje rinkoje), todėl praktikoje dažniausiai taikomi keli skirtingi indikatoriai.

Gunter Senyurt ir Abdulhamit Subasi (2016) atliktame tyrime naudota dešimt techninių indikatorių, kurie prognozavo Stambulo vertybinių popierių biržos (XU-100) indeksų judėjimo kryptį. Tyrimo autoriai nustatė, kad kelių skirtingų indikatorių taikymo pagrįstas modelis pasiekė apie 77-78% klasifikavimo tikslumą, o tai rodo, kad kelių skirtingų indikatorių taikymas gali padidinti prognozavimo patikimumą (Vaiz & Ramaswami, 2016).

Kitame tyrime P. T. Chio (2022) analizavo RSI ir MACD indikatorių derinimą. Šiame tyrime istoriniam duomenų testavimui buvo naudojami JAV rinkos indeksai: Dow Jones Industrial Average, Nasdaq Composite ir S&P 500. Testavimas apėmė 2015-01-01 – 2021-08-28 laikotarpį (Chio, 2022). Tyrime pateikti konkretūs RSI ir MACD indikatorių parametrai, suformuluotos pirkimo bei pardavimo taisyklės (žr. 6, 7, 8 lenteles).

6 lentelė. RSI ir MACD indikatorių parametrai

Indikatorius	Parametrai
MACD	Greitas EMA – 12; Lėtas EMA – 26; Signalo EMA – 9
RSI	Periodas – 14; Apatinė riba – 35; Viršutinė riba – 70

Šaltinis: sudaryta autoriaus

7 lentelė. Pirkimo taisyklės

Sąlyga	Paiškinimas
$MACD_t > Signal_t$	MACD linija yra aukščiau signalo linijos
$RSI_t, RSI_{t-1}, RSI_{t-2}, RSI_{t-3}, RSI_{t-4}, RSI_{t-5} \leq 35$	RSI buvo žemose reikšmėse 6 paskutinius laikotarpius

Šaltinis: sudaryta autoriaus

8 lentelė. Pardavimo taisyklės

Sąlyga	Paiškinimas
$MACD_t < Signal_t$	MACD linija yra žemiau signalo linijos
$RSI_t, RSI_{t-1}, RSI_{t-2}, RSI_{t-3}, RSI_{t-4}, RSI_{t-5} \geq 70$	RSI buvo aukštose reikšmėse 6 paskutinius laikotarpius

Šaltinis: sudaryta autoriaus

MACD ir RSI indikatorių kombinacijos rezultatai pavaizduoti trijose rinkose – Dow Jones, Nasdaq ir S&P500 (žr. 15 pav.).

Table 5: The comparison result of the MACD&Bollinger band, MACD&SAR, MACD&MFI and MACD&RSI.

	NT	Win rate	P&L	SR	Sortino ratio	MDD
Panel A: Dow Jones						
MACD&BB	905	0.53	1.21	0.25	0.38	0.37
MACD&SAR	653	0.51	1.91	0.39	0.59	0.27
MACD&MFI	160	0.69	1.69	0.39	0.67	0.20
MACD&RSI	106	0.84	1.11	0.39	0.59	0.25
Panel B: Nasdaq						
MACD&BB	3037	0.53	1.48	0.38	0.57	0.40
MACD&SAR	2299	0.51	2.00	0.44	0.68	0.35
MACD&MFI	604	0.70	1.58	0.44	0.71	0.26
MACD&RSI	334	0.86	1.40	0.50	0.83	0.27
Panel C: S&P 500						
MACD&BB	15422	0.51	1.31	0.25	0.38	0.43
MACD&SAR	11823	0.49	1.84	0.37	0.55	0.35
MACD&MFI	3131	0.67	1.33	0.37	0.59	0.29
MACD&RSI	1811	0.78	1.24	0.41	0.65	0.32

Šaltinis: (Chio, 2022)

15 pav. RSI ir MACD strategijos kombinacijos rezultatai

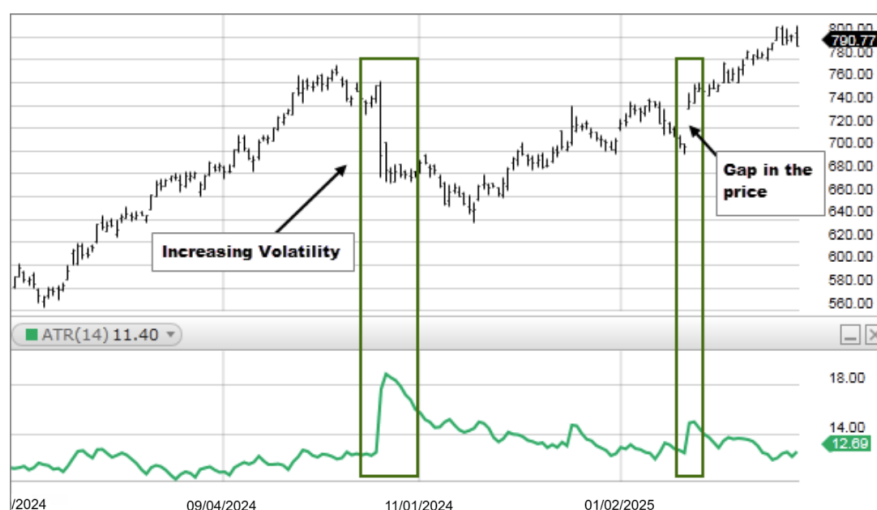
RSI ir MACD indikatorių kombinacija turi aukščiausią laimėjimo dažnį (*angl. Win Rate*), palyginus su kitomis indikatorių kombinacijomis. Atitinkamai – 0,84 (Dow Jones), 0,86 (Nasdaq) ir 0,78 (S&P 500). Tai reiškia, kad RSI ir MACD indikatorių kombinacija generuoja patikimesnius

signalus nei kiti deriniai. Rizikos rodikliai (Sharpe ir Sortino) yra aukštesni nei kitų kombinacijų, o tai rodo, kad RSI indikatorius padeda gauti stabilesnį rizikos ir grąžos santykį (Chio, 2022).

Taigi, bendri tyrimų rezultatai rodo, kad kelių skirtingų indikatorių taikymas pavyzdžiui, MACD ir RSI, leidžia gauti tikslesnius prekybos signalus bei stabilesnį grąžos santykį, palyginti su vieno indikatoriaus naudojimu.

1.2.2 Prekybos apimtys įtraukimas

Volatilumas yra apibūdinamas kaip kainų svyravimo laipsnis per tam tikrą laikotarpį ir yra matuojamas kaip standartinis nuokrypis ar kitas statistinis rodiklis, kuris gali parodyti kaip smarkiai keičiasi turto kaina (Abou Tanos & Badr, 2024). Vienas iš volatilumo rodiklių yra ATR volatilumo indikatorius, kuris siekia įvertinti kainos svyravimų stiprumą, jis taikomas rizikos valdyme. Pavyzdžiui, stabdymo nuostolių (*angl. Stop Loss*) nustatymas pagal tam tikrą ATR daugiklį, kuris leistų išvengti per greito išėjimo iš pozicijos, kada rinka yra nepastovi (Pan ir kt., 2016).



Šaltinis: <https://www.fidelity.com/learning-center/trading-investing/technical-analysis/technical-indicator-guide/atr>

16 pav. ATR indikatoriaus veikimas

Aukščiau esančiame paveikslėlyje (žr. 16 pav.) matome, kad ATR didėja, kai rinkoje auga volatilumas. Pavyzdžiui, jeigu kaina pradeda greitai kilti ar kristi, ATR šokteli aukštyn. Aukštas ATR dažniausiai atsiranda po stipraus šuolio aukštyn arba žemyn ir rodo, kad rinkoje vyksta stiprūs kainų svyravimai. Žemas ATR rodo, kad rinka keliauja šoniniu judėjimu ir ilgesnis ramus laikotarpis gali reikšti, kad artėja didesnis judesys (pvz.: apsisukimas).

Adrian Țăran-Moroșan (2011) tyrime buvo analizuotas klasikinės RSI indikatoriaus veikimas ir pasiūlyta patobulinta versija, į skaičiavimus įtraukiant prekybos apimtį. RSI buvo pamodifikuotas ir prie įprasto skaičiavimo pridėtas prekybos apimtis. Ne tik žiūrima, kaip keičiasi kaina, bet ir su koku „svoriu“ tas pokytis įvyko. Kada kaina pasikeičia kartu su labai didele prekybos apimtimi, tai

reiškia, kad judesys yra stiprus – daug rinkos dalyvių dalyvauja tame judėjime. Jeigu kaina pasikeičia, bet apimtis yra maža – tai judesys yra silpnas, mažai rinkos dalyvių dalyvauja tame judėjime.

Modifikuoto RSI (RSIM) indikatorius skaičiavimas atitinka klasikinį RSI indikatorių, tačiau kiekvieno laikotarpio kainos pokytis yra sveriamas pagal prekybos apimtį.

- Jeigu kaina pakilo ir apimtis buvo didelė – signalas laikomas stipresniu;
- Jeigu kaina pakilo, bet apimtis maža – signalas laikomas silpnesniu.

Taigi, prekybos apimtis atspindi rinkos aktyvumą, kuris yra dažnai susijęs su didesniu kainų svyravimų (volatilumu). Apimties analizė padeda geriau suprasti, ar kainos pokytis yra „tikras“, ar tiesiog laikinas.

Žemiau pateikta lentelė, kurioje palyginami klasikinio RSI ir RSI su apimtimi signalo stiprumai (žr. 9 lentelė):

9 lentelė. RSI klasikinio ir RSI su apimtimi palyginimas

Situacija	RSI (klasikinis)	RSIM (su apimtimi)
Kaina pakilo, apimtis didelė	Aukšta reikšmė	Dar aukštesnė (patikimas pirkimo signalas)
Kaina pakilo, apimtis maža	Aukšta reikšmė	Silpnesnė (nepatikimas ar klaidingas pirkimo signalas)

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Lentelėje pateiktas palyginimas parodo, kad prekybos apimties įtraukimas į RSI formulę pakeičia pačio indikatorius elgesį. Kuomet kaina kyla ir apimtis didelė, modifikuotas RSI signalas suteikia stipresnį (patikimesnį) signalą, nes rinkoje tuo metu dalyvauja daug dalyvių. Tuo tarpu, kai kaina kyla, bet apimtis maža, RSI signalo reikšmė tampa silpnesne.

Pirmosios strategijos aprašymas

Pirmojoje strategijoje buvo siekiama įvertinti RSI indikatorius signalų efektyvumą taikant tiek klasikinę, tiek modifikuotą formulę (ran-Moroan, 2011). Strategijos esmė yra analizuoti RSI signalus, atsirandančius indikatoriumi pasiekus ekstremalias reikšmes. Pirmojoje strategijoje buvo panaudotos dvi pagrindinės signalų ribos: klasikiniam RSI – 30 ir 70, o modifikuotam RSI su prekybos apimtimi (RSIM) – 37,5 ir 62,5 reikšmės. Stebima, kada RSI nukrenta žemiau nustatytų ribų. Pozicijos atidaromos arba uždaromos priklausomai nuo to, kaip RSI elgiasi kitą dieną.

Pardavimo signalas: kai RSI viršija viršutinę ribą (70 klasikinėje versijoje arba 62,5 modifikuotoje), laukiama, kol kitą dieną RSI kris žemiau šios ribos. Jei tuo metu RSI yra aukščiau 50, pardavimo signalas yra patvirtinamas. Jei RSI yra žemiau 50 – signalas ignoruojamas.

Pirkimo signalas: kai RSI nukrenta žemiau apatinės ribos (30 klasikinėje arba 37,5 modifikuotoje versijoje), laukiama, kol RSI grįš virš ribos. Jei tuo metu RSI yra žemiau nei 50, tai

pirkimo signalas laikomas patvirtintu. Jei RSI viršija 50 – signalas atmetamas. Pozicijos uždaromos, kai RSI vėl pasiekia pradinę (signalų) ribą arba kerta 50 reikšmę.

Ši strategija buvo taikoma S&P 500 indeksui, naudojant 14 dienų eksponentinį slankųjį vidurkį (EMA), o analizės laikotarpis apėmė 2004-2010 metus.

Pirmosios strategijos rezultatai

Toliau pateikiami klasikinės ir modifikuotos RSI versijos tyrimo rezultatai (žr. 17 ir 18 pav.):

Table 1. Results obtained by applying the classic form of the RSI.

The classic form of the RSI	Total number of signals	The number of successful signals	The number of losing signals	Gain from successful signals	Gain from losing signals	Total gain
Buy	55	28	27	594.75	-867.36	-272.61
Sell	67	33	34	457.04	-468.32	-11.28
Total	122	61	61	1051.79	-1335.68	-283.89

Source: Calculations by the author.

Šaltinis: (ran-Moroan, 2011)

17 pav. Klasikinės versijos tyrimo rezultatai

Table 2. Results obtained by applying the RSI_M.

RSI _M	Total number of signals	The number of successful signals	The number of losing signals	Gain from successful signals	Gain from losing signals	Total gain
Buy	68	31	37	455.38	-709.01	-253.63
Sell	71	29	42	387.31	-511.39	-124.08
Total	139	60	79	842.69	-1220.40	-377.71

Source: Calculations by the author.

Šaltinis: (ran-Moroan, 2011)

18 pav. Modifikuotos versijos tyrimo rezultatai

Taigi, klasikinė RSI strategija sugeneravo 122 signalus iš kurių 61 buvo pelningas, o bendra grąža siekė -283.89. Tuo tarpu modifikuota RSI strategija su prekybos apimtimi sugeneravo šiek tiek daugiau signalų – 139, tačiau pelningų signalų buvo tiktais 60 ir bendra grąža išliko neigiama -377,71. Nepaisant didesnio sugeneruotų signalų kiekio, RSI_M rezultatai rodo, kad prekybos apimtys įtraukimas nepadidino signalų tikslumo – vidutiniškai išliko panašus pelningų ir nuostolingų signalų skaičius.

Antrosios strategijos aprašymas

Antroji strategija buvo sukurta siekiant išbandyti RSI indikatoriaus signalų veiksmingumą, remiantis skirtingu pozicijų atidarymo ir uždarymo logikos modeliu nei pirmojoje strategijoje.

Pardavimo signalas interpretuojamas tokiu būdu: jeigu RSI pakyla aukščiau ribos, pozicija nėra atidaroma tik gaunamas įspėjimas. Kuomet RSI nukrenta žemiau 70, atidaroma pardavimo pozicija. Vėliau pardavimo pozicija uždaroma, kai RSI nukrenta iki 30.

Pirkimo signalas interpretuojamas tokiu būdu: jeigu RSI nukrenta žemiau ribos, pozicija nėra atidaroma tik gaunamas įspėjimas. Kuomet RSI pakyla virš 30, atidaroma pirkimo pozicija. Vėliau pirkimo pozicija uždaroma, kai RSI pakyla iki 70.

Antrosios strategijos rezultatai

Toliau pateikiami klasikinės ir modifikuotos RSI versijos tyrimo rezultatai (žr. 19 ir 20 pav.):

Table 3. Results obtained by applying the classic form of the RSI.

The classic form of the RSI	Total number of signals	The number of successful signals	The number of losing signals	Gain from successful signals	Gain from losing signals	Total gain
Buy	17	14	3	359.78	-556.27	-196.49
Sell	16	9	7	322.34	-444.17	-121.83
Total	33	23	10	682.12	-1000.44	-318.32

Source: Calculations by the author.

Šaltinis: (ran-Moroan, 2011)

19 pav. Klasikinės versijos tyrimo rezultatai

Table 4. Results obtained by applying the RSI_M.

RSI _M	Total number of signals	The number of successful signals	The number of losing signals	Gain from successful signals	Gain from losing signals	Total gain
Buy	24	17	7	511.55	-595.50	-83.95
Sell	24	9	15	228.48	-503.20	-274.72
Total	48	26	22	740.03	-1098.70	-358.67

Source: Calculations by the author.

Šaltinis: (ran-Moroan, 2011)

20 pav. Modifikuotos versijos tyrimo rezultatai

Taigi, klasikinė RSI strategija sugeneravo 33 signalus iš kurių 23 buvo pelningi ir 10 nuostolingi. Tuo tarpu modifikuota RSI strategija su prekybos apimtimi sugeneravo šiek tiek daugiau signalų – 48, tačiau nuostolingų signalų buvo 22. Nepaisant didesnio sugeneruotų signalų kiekio, RSIM rezultatai rodo, kad prekybos apimtys įtraukimas nepadidino signalų tikslumo.

Atlikti tyrimai parodė, kad prekybos apimtys įtraukimas į RSI skaičiavimą iš esmės nepagerino indikatorius efektyvumo. Nors modifikuotas RSI generavo šiek tiek daugiau pelningų sandorių, bet jų pelningumas nepadengė praradimų iš nesėkmingų sandorių. Tai leidžia daryti išvadą, kad prekybos apimtis pati savaime nėra pakankamas veiksnys signalų patikimumui padidinti.

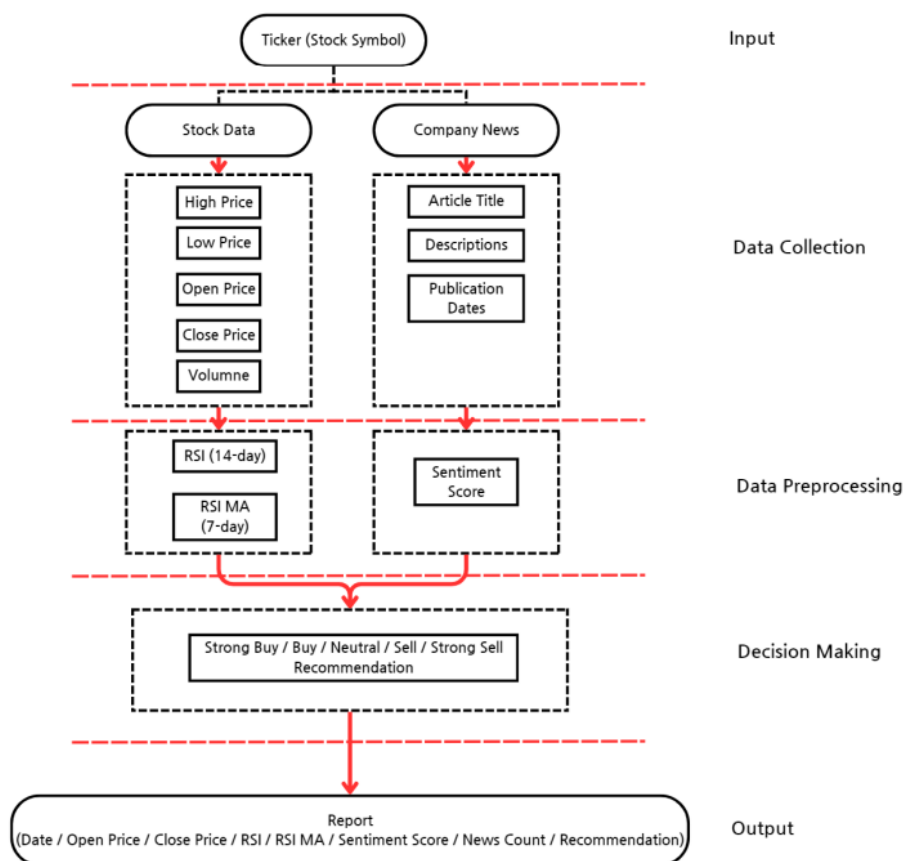
1.2.3 Papildomų taisyklių įtraukimas

Vienas iš būdų padidinti techninių indikatorių signalų patikimumą yra papildomų taisyklių įtraukimas, kuris leidžia filtruoti klaidingas įėjimo pozicijas ir atsižvelgti į platesnį rinkos kontekstą. Tokios taisyklės gali būti grindžiamos tiek kitų techninių rodiklių reikšmėmis, tiek išoriniais informacijos šaltiniais, pavyzdžiui, naujienų sentimentų analize.

Autoriai Kim ir kt. (2025) tyrime „A Rule-Based Stock Trading Recommendation System Using Sentiment Analysis and Technical Indicators“ nagrinėja signalų stiprumo vertinimo metodą, kuris yra pagrįstas naujienų sentimentais. Autoriai sujungia dvi aibes šaltinių, kurias naudoja taisyklėms sukurti:

- Techninė analizė: RSI indikatorius (14 dienų periodas);
- NLP sentimentas: per 7 dienas surinktas naujienų srautas, kuris yra suvestas į skalę nuo 1 iki 100.

Vėliau šie du rodikliai yra sujungiami deterministinėmis taisyklėmis ir priskiriama rekomendacija: *Strong Buy*, *Buy*, *Neutral*, *Sell* ir *Strong Sell* (žr. 21 pav.).



Šaltinis: (Kim ir kt., 2025)

21 pav. Modifikuotos versijos tyrimo rezultatai

Sentimento skaičiavimui yra naudojamas polarity $\in [-1,1]$ (naudojant „TextBlob“). *Polarity* yra nuotaikos balas. Tekstų analizės įrankyje „TextBlob“ kiekvienam straipsniui yra priskiriamas polarity $\in [-1,1]$: -1 – labai neigiamas, 0 – neutralus, +1 – labai teigiamas. Toliau yra suskaičiuojamas nuotaikos vidurkis per 7 dienas:

$$Average\ Sentiment = \frac{\sum Polarity}{Straipsnių\ sk.}$$

Toliau yra suskaičiuojamas sentimentas, kuris gaunamas prie vidurkio pridėjus 1 ir padauginus iš 50 (neutralios reikšmės):

$$Scaled\ Sentiment = (Average\ Sentiment + 1) * 50$$

50 reiškia neutralią nuotaiką, >50 – teigiamą, <50 – neigiamą.

Autoriai naudoja klasikinę RSI formulę (30/70 rėžiai). Sprendimo taisyklės nurodytos lentelėje (žr. 10 lentelę).

10 lentelė. Sprendimo taisyklės

Nuotaikos įvertis	RSI	Signalas
> 70	< 30	Stiprus pirkimo signalas
> 50	$\in [30, 50]$	Silpnesnis pirkimo signalas
$\in [40, 60]$	$\in [40, 60]$	Neutralus
< 50	> 70	Silpnesnis pardavimo signalas
< 30	> 70	Stiprus pardavimo signalas

Šaltinis: (Kim ir kt., 2025)

Stiprus signalas atsiranda tuomet, kai sutampa su ekstremumais (labai teigiamas sentimentas + labai žemas RSI arba labai neigiamas sentimentas + labai aukštas RSI).

Strategija

Tai pirkimo strategija ir Sell/Strong Sell čia veikia kaip išėjimo signalai. Investuotojas perka kitos dienos atsidarymo kainą, kai signalas suformuojamas Buy/Strong Buy signalas. Kol išlieka signalas Buy/Strong Buy, pozicija yra laikoma. Jeigu kurią nors dieną kainą nukrenta žemiau paskutinės pirkimo kainos, kol signalas Buy/Strong Buy, perkama papildomai. Jeigu parduoda, tai signalas turi būti nukritęs į Neutral ir žemiau.

Rezultatai

Pasirinktas 7 savaičių laikotarpis (2024-09-11 iki 2024-10-31), akcijų duomenys yra 95 JAV akcijų krepšelis (kainos gautos iš Polygon.io), o naujienų sentimentas iš NewsAPI. Pirkimai vykdomi kitos dienos atidarymo kaina pagal taisykles, transakcijų kaštai neįtraukti.

Žemiau esančiame paveikslėlyje (žr. 22 pav.) matome, kad modelio RoR grąža yra 5,10%, kituose DJIA – 2,21%, COMP – 4,02%, S&P500 – 2,72%. Taigi, RoR modelis aplenkė pagrindinius indeksus, bet kadangi transakcijų kaštai ir rizikos rodikliai nebuvo įskaičiuoti, tai šiuos rezultatus vertiname preliminariais.

Table 4. Rate of return comparison with major market indices.

Metric	DJIA	COMP	S&P 500	Our Model
RoR (%)	2.21	4.02	2.72	5.10

Šaltinis: (Kim ir kt., 2025)

22 pav. Gražų palyginimo lentelė

1.2.4 Indikatoriaus reikšmės įvertinimas

Indikatoriaus reikšmės įvertinimas yra svarbi dalis nustatant, kiek stiprus ir patikimas yra generuojamas signalas. Klasikinis RSI indikatorius vertina tik kainos pokyčius, bet neatsižvelgia į prekybos apimtį, apyvartą, rinkos aktyvumą ir kt. Dėl to, tam tikrose situacijose RSI indikatorius gali rodyti klaidingus pirkimo ir pardavimo signalus – pavyzdžiui, kai kaina kyla su maža apyvarta. Tokiu atveju RSI reikšmė gali atrodyti ekstremali, nors iš tikrųjų kainos judėjimas nėra pakankamai stiprus.

Panašias išvadas pateikia Halilbegović ir kt. (2018), kurie teigia, kad RSI indikatorius taikomas kaip vienintelis techninis indikatorius nėra patikimas, nes ignoruoja rinkos apyvartą ir aktyvumo pokyčius. Tyrimas parodė, kad ryšys tarp RSI signalo stiprumo ir pelno yra labai silpnas ($r^2 = 0,004\text{--}0,234$), o tai reiškia, kad RSI signalai negali patikimai prognozuoti pelningų sandorių. RSI indikatorius turėtų būti naudojamas kartu su kitais indikatoriais, kad sumažėtų klaidingų signalų rizika. Indikatorius dažnai užstringa pirkimo ir pardavimo zonose nors kaina dar kurį laiką tęsia tą pačią kryptį. Moksliniame straipsnyje pabrėžiama, kad RSI rezultatai yra labai priklausomi nuo pasirinkto laikotarpio. Keičiant analizės periodą (pvz.: 7, 14, 21) RSI reikšmės ir signalai ženkliai skiriasi. Tyrime nustatyta, kad bendra RSI indikatoriaus modelio patikimumo reikšmė buvo tik 12,5%, todėl jis laikomas nepakankamu kaip vieninteliu įrankiu investavimo praktikoje (Halilbegović ir kt., 2018).

Taigi, RSI indikatoriaus reikšmių įvertinimas, pagrįstas vien kainos pokyčiais, yra labai ribotas. Kadangi RSI neįvertina prekybos apimtys ir rinkos aktyvumo, šio indikatoriaus pateikiami signalai dažnai būna klaidingi. Todėl siekiant patikimiau įvertinti RSI reikšmių pagrįstumą, būtina

įtraukti papildomus rodiklius, kurie apimtų apyvartos ir volatilumo aspektus, leidžiančius įvertinti kainos judėjimo stiprumą bei signalų patikimumą.

1.2.5 Konvergencija ir divergencija

Konvergencijos ir divergencijos analizė leidžia įvertinti RSI indikatorius signalų patikimumą. Kada RSI ir kainos kreivės juda ta pačia kryptimi (konvergencija), tai rodo indikatorius ir rinkos suderinamumą – tokiu atveju signalas laikomas stipresniu, nes RSI patvirtina esamą kainos tendenciją.

Tuo tarpu, kai tarp RSI ir kaina suformuoja divergenciją, tai reiškia, kad indikatorius pateikiama informacija prieštarauja kainos judėjimui. Toks signalas laikomas silpnėjančio judėjimo požymiu. Divergencija rodo, kad RSI jautrumas kainos pokyčiams sumažėjo, todėl artėjantys signalai gali būti mažiau patikimi. Tokiu būdu divergencijos identifikavimas tampa signalo stiprumo vertinimo kriterijumi, kuris padeda filtruoti klaidingus signalus.

Įvertinus atlikto eksperimento (žr. 1.1.2 skyrių) duomenis Zatwarnicki (2023) tyrime, galima pastebėti, kad RSI divergencijos pagrindu veikianti strategija sugeneravo klaidingus signalus beveik visose tirtose pozicijose. Tai rodo, kad RSI divergencijos praktikoje ne visada išreiškia pakankamai stiprų ar patikimą signalą. Tokie rezultatai leidžia daryti išvadą, kad divergencijos aptikimas pats nėra savaime pakankamas kriterijus signalų stiprumui vertinti.

Apibendrinant galima teigti, kad RSI indikatorius stiprumo vertinimas naudojant konvergencijas ir divergencijas leidžia atskirti klaidingus, tačiau praktinis taikymas rodo, kad divergencijos pagrindu veikiančios strategijos generuoja ankstyvus ir klaidingus signalus, todėl jų vertė išauga tik pritaikius kitus metodus.

1.3 Teorinės analizės išvados

Išnagrinėjus mokslinius straipsnius matome, kad beveik visose straipsniuose nebuvo vertinama prekybos signalų kokybė, tai reiškia, kad visi signalai buvo vykdomi automatiškai neatsižvelgiant į kokybę. Taip pat buvo neįvertintas nukrypimas nuo sandorio kainos (*angl. slippage*). Rizikos vertinimo rodiklis taip pat nebuvo įtrauktas. Kai kuriuose moksliniuose straipsniuose neįtraukti prekybos kaštai. Taip pat rezultatai nebuvo testuojami skirtingais periodais. Žemiau pateikiama lentelė, kuri nurodo, ko nevertina pats RSI indikatorius (žr. 11 lentelę).

11 lentelė. RSI indikatoriaus trūkumai

Signalų stiprumo vertinimo būdas	Ko nevertina RSI indikatorius?
Kelių indikatorių taikymas	RSI vertinamas atskirai ir neapjungia kitų techninių indikatorių
Prekybos apimties įtraukimas	RSI neįvertina apyvartos, todėl gali rodyti klaidingą signalą mažos apimties rinkose
Indikatoriaus reikšmės įvertinimas	RSI reikšmės interpretuojamos fiksuotomis ribomis, neatsižvelgiant į rinkos sąlygas
Konvergencija ir divergencija	RSI rodo, kiek stipriai kaina juda, tačiau ne visada parodo aiškų patikimą signalą

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Aukščiau pateiktoje lentelėje matyti, kad RSI indikatorius pats vienas vertina tik kainos judėjimo stiprumą, tačiau neatsižvelgia į tai, kad su tokiomis pačiomis RSI reikšmėmis gali būti šimtai akcijų, kriptovaliutų ar kitų investicinių produktų ir nėra būdo, kuris leistų įvertinti, kuris signalas yra stipriausias. Taip pat RSI indikatorius neįvertina apyvartos, todėl gali pateikti klaidingus signalus mažo likvidumo sąlygomis, taip pat neįvertina rinkos kintamumo ir rizikos lygio.

2 SIŪLOMAS SANTYKINIO STIPRUMO INDEKSO (RSI) INDIKATORIAUS SIGNALŲ STIPRUMO VERTINIMO METODAS

Atsižvelgiant į pirmosios dalies išvadas ir pastebėtus esamų signalų kokybės vertinimo trūkumus, šiame skyriuje naudosiu su apyvartos pokyčiais susijusius indikatorius. Toliau pateikiama lentelė, kurioje pateikiami galimi apyvartos indikatoriai bei jų privalumai ir trūkumai (žr. 12 lentelę).

12 lentelė. Apyvartos indikatorių palyginimas

Indikatorius	Privalumai	Trūkumai
Volume (Apyvarta)	• Parodo, kada padidėja/sumažėja prekybos aktyvumas; • Leidžia matyti ar judėjimas yra stiprus.	• Neaišku, kas dominuoja, ar pirkėjai ar pardavėjai; • Nesuteikia informacijos apie kainos judėjimo kryptį.
OBV (On-Balance Volume)	• Parodo apyvartos kryptį, kurią susieja su kainos pokyčiais; • Gali padėti numatyti galimus tendencijos pasikeitimus.	• Labai jautrus triukšmui; • Mažiau efektyvus esant konsoliduotai rinkai.
MFI (Money Flow Index)	• Įtraukia apyvartos informaciją kartu su kainos pokyčiais; • Rodo, ar kainos kryptį palaiko pinigų srautai.	• Reikalauja tikslių apyvartos duomenų; • Vėluojantis, neatsižvelgia į staigius kainų pokyčius.
VWAP (Volume Weighted Average Price)	• Integruoja kainą ir apyvartą į vieną aiškų rodiklį; • Parodo vidutinę kainą, kuria buvo prekiauta, įvertinant sandorių apimtis; • Naudingas nustatant pirkimo ar pardavimo kainos „teisingumą“.	• Daugiausiai naudojamas trumpalaikėje prekyboje (dienos duomenyse); • Gali būti mažiau efektyvus, kur apyvartos duomenys riboti ar netikslūs.

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Atlikus išsamią apyvartos indikatorių analizę pastebėta, kad VWAP indikatorius geriausiai atitinka signalų stiprumo vertinimo tikslus. Skirtingai nuo kitų indikatorių, VWAP integruoja kainą ir apyvartą į vieną aiškų rodiklį, todėl leidžia lengviau įvertinti, ar kainos pokyčius lydi realus rinkos dalyvių aktyvumas.

Klasikinis apyvartos rodiklis (*angl. Volume*) pateikia tik bendrą prekybos intensyvumą, tačiau neparodo krypties. OBV ir MFI indikatoriai susieja apyvartą su kainos kryptimi, tačiau jų signalai yra dažniausiai jautrūs trumpalaikiams kainos svyravimams ir gali pateikti klaidingus rezultatus esant rinkos triukšmui. Tuo tarpu VWAP išsiskiria tuo, kad rodo vidutinę kainą, įvertinant sandorių apimtį ir leidžia suprasti ar kaina yra aukščiau, ar žemiau nuo svertinio vidurkio. Taigi, VWAP indikatorius bus įtraukiamas į signalų stiprumo vertinimo metodą.

2.1 Apyvartos indikatorius taikymas siūlomame metode

RSI indikatorius matuoja kainos pokyčių stiprumą, tačiau neatsižvelgia į prekybos apyvartą, todėl šio indikatorius signalai ne visada atspindi rinkos dalyvių elgesį (pvz.: ar jie aktyviai perka, parduoda ar išvis nesidomi turtu). Taigi, siekiant kompensuoti šį trūkumą, metode yra įtraukiamas apyvartos svoriu svertas kainos vidurkio indikatorius – VWAP (*angl. Volume Weighted Average Price*), kuris leidžia įvertinti kainos judėjimus kartu su apyvartos duomenimis.

Šis indikatorius yra skaičiuojamas kaip bendra sandorių vertė padalyta iš bendros prekybos apimtys, o tai reiškia, kad kiekvieno sandorio kaina priklauso nuo jos apimtys. Kuo sandorio apimtis didesnė, tuo labiau ji veikia bendrą VWAP reikšmę (Mitchell ir kt., 2020).

VWAP indikatorius apskaičiuojamas pagal žemiau nurodytą formulę:

$$VWAP_t = \frac{\sum_{i=1}^t p_i * v_i}{\sum_{i=1}^t v_i}$$

čia:

- p_i – sandorio kaina;
- v_i – sandorio apimtis (pvz.: akcijų skaičius);
- t – bendra apimtis iki momento t ;

	Volume	Price	Money
Trade 1	100	\$100	\$10,000
Trade 2	150	\$105	\$15,750
Trade 3	200	\$110	\$22,000
Trade 4	250	\$115	\$28,750
Totals	700	N/A	\$76,500

VWAP ➡ $\$76,500 \div 700$ ➡ \$109.29

Šaltinis: <https://thevwap.com/vwap/>

23 pav. VWAP indikatorius skaičiavimo pavyzdys

VWAP indikatorius yra svarbus tuo, kad naudojamas, kaip etalonas, t.y. palyginama, ar atlikti sandoriai buvo atlikti palankesne kaina nei rinkos vidurkis. Tačiau, pagrindinis klausimas, kuris kyla investuotojui naudojant VWAP indikatorių yra: „Ar kaina yra virš VWAP ar žemiau?“. Atsakant į šį klausimą reikalingas standartinis nuokrypis, kuris parodo, kuriame lygyje yra ta kaina.



Šaltinis: <https://thenvwap.com/vwap/>

24 pav. VWAP indikatoriaus standartinis nuokrypis

Standartinis nuokrypis parodo, kiek duomenų taškai išsiskaido per vidurkį. Mažas standartinis nuokrypis rodo, kad dauguma kainų yra arti vidurkio, o didelis nuokrypis rodo, kad kainos labai išsiskaidytos ir rinka svyruoja. Šiuo atveju VWAP indikatorius laikomas vidurkiu, o visų sandorių kainos laikomos duomenų rinkiniu. Pridėjus ar atėmus reikšmes iš VWAP indikatoriaus gauname standartinius nuokrypius, kurie yra vadinami VWAP juostomis.

Taigi, šios juostos parodo kainos atstumą nuo VWAP. Raidė σ (sigma) žymi standartinį nuokrypį, kuris parodo, kiek kainos reikšmės nutolusios nuo vidurkio (VWAP). Pavyzdžiui, jeigu kaina pakilusi $+2\sigma$ virš VWAP, tai reiškia, kad kaina yra labai aukšta palyginti su vidurkiu. Kitu atveju, jeigu kaina yra žemiau -2σ VWAP, tai reiškia, kad kaina labai žema palyginti su vidurkiu.

Pirkimo signalas bus patvirtintas tik tada, jeigu apskaičiuotas atstumas yra žemiau nei VWAP. Kitaip tariant, galima pirkti tik „su nuolaida“, lyginant su vidutine rinkos kaina. Pardavimo signalas bus patvirtintas tik tada, jeigu apskaičiuotas atstumas yra pakankamai aukščiau virš VWAP. Kitaip tariant, parduodama tik tada, kada kaina „per aukšta“ lyginant su vidurkiu.

Toliau lentelėje yra aprašyta VWAP indikatoriaus signalų nustatymo logika, pradiniai parametrai yra nustatyti šie: VWAP – 100 USD, standartinis nuokrypis – 0,5 %. Šie parametrai buvo pasirinkti, kaip pavyzdiniai, kurie skirti parodyti atstumo nuo VWAP skaičiavimo logiką.

13 lentelė. VWAP atstumų skaičiavimas ir signalų nustatymas

Kaina (USD)	Atstumas (%)	Signalas
99,3	$(99,3 - 100) / 100 * 100 = -0,7$	Kadangi $-0,7 \% < -0,5 \%$ - tai sistema leidžia pirkimo signalą
100,8	$(100,8 - 100) / 100 * 100 = +0,8$	Kadangi $+0,8 \% > +0,5 \%$ - tai sistema leidžia pardavimo signalą

Šaltinis: sudaryta autoriaus

2.2 Siūlomo metodo pristatymas

Signalų stiprumo vertinimo metodas sukurtas remiantis atvirojo kodo (angl. „open-source“) algoritmo dalimis (*Stoch RSI and RSI Buy/Sell Signals with MACD Trend Filter — Indicator by Pedro-Elias, 2025*). Atvirasis kodas leidžia patikrinti metodo veikimo logiką ir ją galima pritaikyti pagal individualius poreikius. Svarbu paminėti, kad darbe nebuvo tiesiogiai adaptuotas visas PineScript 6 versijos kodas esantis „TradingView“ aplinkoje, bet buvo atskirtos ir pritaikytos tik tam tikros algoritmo dalys, kurios buvo aktualios analizei.

Signalų stiprumo vertinimo metode yra naudojamas stochastinis RSI. Šis indikatorius skirtas padidinti paprasto RSI jautrumą kainų pokyčiams. Jis apskaičiuojamas naudojant RSI reikšmes, o ne kainas. Taigi, RSI matuoja augimo ir kritimo santykį per pasirinktą periodą, o stochastinis RSI rodo, kur dabartinė RSI reikšmė yra tarp aukščiausios ir žemiausios reikšmės per pasirinktą periodą (Ampomah ir kt., 2020). Tai nurodo žemiau nurodyta formulė:

$$StochRSI = \frac{RSI - \min(RSI)}{\max(RSI) - \min(RSI)}$$

kur $\min(RSI)$ ir $\max(RSI)$ – mažiausios ir didžiausios reikšmės per pasirinktą periodą.

Žemiau esančiame paveikslėlyje galime matyti, kaip RSI indikatorius skiriasi nuo stochastinio RSI (žr. 25 pav.).



Šaltinis: <https://commodity.com/technical-analysis/stochastic-rsi/>

25 pav. Klasikinio RSI ir stochastinio RSI skirtumai

Aukščiau esančiame paveikslėlyje matome, kad stochastinis RSI generuoja daug daugiau signalų, kai tuo tarpu klasikinis RSI negeneruoja nei vieno. Tai parodo, kad stochastinis RSI jautriau reaguoja į kainų pasikeitimus, nei paprastas RSI.

Stochastinio RSI rezultatas svyruoja tarp 0 ir 1 (arba 0% ir 100%). Toliau pateikiama stochastinio RSI interpretacija:

- Aukštos reikšmės (artimos 1 arba 100%) reiškia, kad RSI yra prie savo aukščiausios reikšmės ir tai rodo stiprų kainos augimą ir galimą kritimą žemyn;
- Žemos reikšmės (artimos 0 arba 0%) reiškia, kad RSI yra prie savo žemiausios reikšmės ir tai rodo stiprų kainos kritimą ir galimą kilimą aukštyn;
- Vidurio reikšmės (~0,5 arba 50%) reiškia, kad RSI yra viduryje diapazono ir tai rodo, kad nėra aiškaus signalo.

Žemiau aprašyti stochastinio RSI parametrai, reikšmė ir interpretacija metode (žr. 14 lentelę).

14 lentelė. Stochastinio RSI parametrų reikšmės

Parametras	Reikšmė	Nustatyta reikšmė	Interpretacija
Stochastinio RSI ilgis (Stoch RSI Length)	Laikotarpis per kurį skaičiuojama RSI reikšmė	14	Ilgesnis periodas mažiau jautrus kainų svyravimams, o trumpesnis periodas gali duoti daug klaidingų signalų
Lėtoji K linija (Stochastic Smoothing (Slow K))	%K linijos išlyginimo periodas	9	Padedą sumažinti triukšmą ir klaidingus signalus.
Stochastinio RSI aukšto įvertinimo riba (Stoch RSI Overbought Level)	Kai viršijama ši riba, laikoma, kad rinka yra stipraus augimo laikotarpyje	90	Rodo stiprų kainos augimą ir galimą kritimą žemyn
Stochastinio RSI žemo įvertinimo riba (Stoch RSI Oversold Level)	Kai nukrenta žemiau šios ribos, laikoma, kad rinka yra stipraus kritimo laikotarpyje	10	Rodo stiprų kainos kritimą ir galimą kilimą aukštyn

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Žemiau aprašyta RSI parametrų lentelė, kuri naudojama metode (žr. 15 lentelę).

15 lentelė. RSI parametrų reikšmės

Parametras	Reikšmė	Numatyta reikšmė	Interpretacija
RSI ilgis (RSI Length)	Laikotarpis per kurį skaičiuojama RSI reikšmė	14	Ilgesnis periodas mažiau jautresnis kainų svyravimams, o trumpesnis periodas gali duoti daug klaidingų signalų
RSI aukšto įvertinimo riba (RSI Overbought Level)	Kai viršijama ši riba, laikoma, kad rinka yra stipraus augimo laikotarpyje	70	Rodo stiprų kainos augimą ir galimą kritimą žemyn
RSI žemo įvertinimo riba (RSI Oversold Level)	Kai nukrenta žemiau šios ribos, laikoma, kad rinka yra stipraus kritimo laikotarpyje	30	Rodo stiprų kainos kritimą ir galimą kilimą aukštyn

Šaltinis: Sudaryta autoriaus

Numatytosios parametrų reikšmės nebuvo moksliskai apskaičiuotos, bet su laiku tapo standartiškai naudojamos ir tapo praktikos dalimi (Agudelo-Aguirre ir kt., 2025). Stiprių ir silpnų signalų identifikavimui naudojamos signalų spalvos, kurios bus pavaizduotos pačiame grafike (žr. 16 lentelę).

16 lentelė. Signalų spalvos

Spalva	Sąlyga	Signalų reikšmė
Žalia	Kai $RSI \leq$ „oversold“ lygio (30)	Stiprus pirkimo signalas
Mėlyna	Kai $RSI >$ „oversold“ (30) ir $RSI <$ „neutral“ (50) lygio	Silpnas pirkimo signalas
Raudona	Kai $RSI \geq$ „overbought“ lygio (70)	Stiprus pardavimo signalas
Oranžinė	Kai $RSI <$ „overbought“ (70) ir $RSI >$ „neutral“ (50) lygio	Silpnas pardavimo signalas

Šaltinis: sudaryta autoriaus

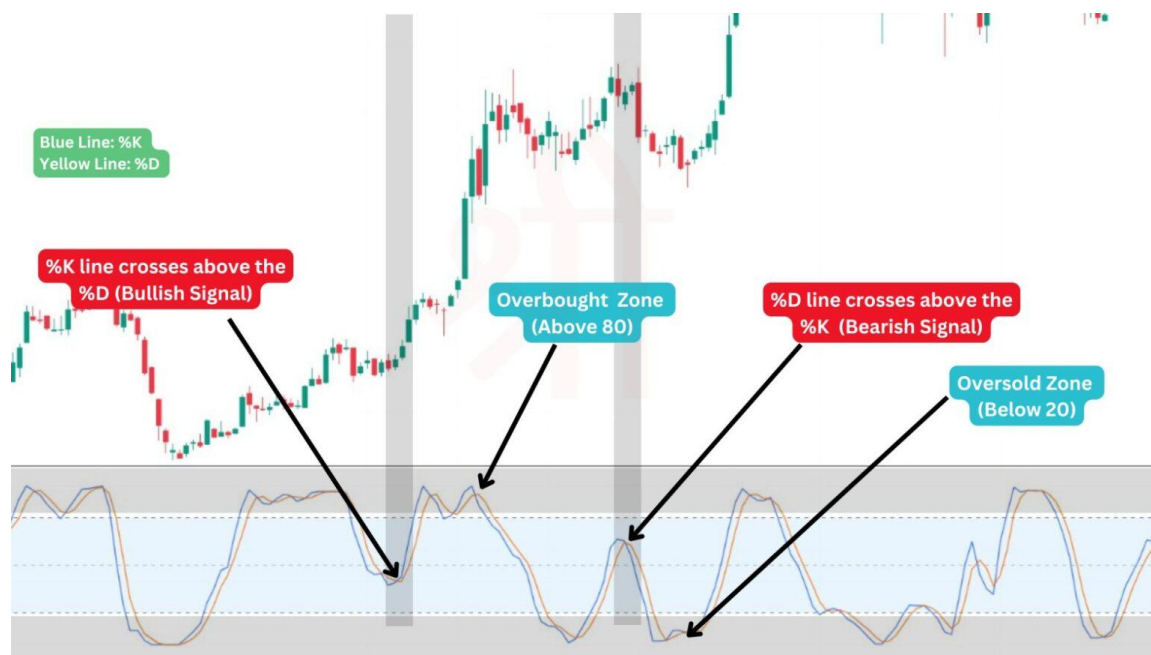
Skaičiavimai

1. Apskaičiuojamas RSI per 14 dienų periodą. Skaičiavimams naudojamos uždarymo kainos;
2. Apskaičiuojamas stochastinis RSI, kuriam naudojamas klasikinis RSI. Gaunama %K linija stochastiniame RSI;
3. Išlyginama %K linija ir padaroma %D linija, kuri padeda filtruoti triukšmą;
4. Suskaičiuojamas VWAP indikatorius;

Sąlygos

1. Tikrinama, ar abu stochastinio RSI rodikliai (%K ir %D linijos) yra žemiau „oversold“ ribos, o tai reiškia, kad rinka yra labai žemame periode;
2. Tikrinama, ar abu stochastinio RSI rodikliai (%K ir %D linijos) yra aukščiau „overbought“ ribos, o tai reiškia, kad rinka yra labai aukštame periode.

Išvardintos sąlygos yra pavaizduotos žemiau esančiame paveikslėlyje (žr. 26 pav.)



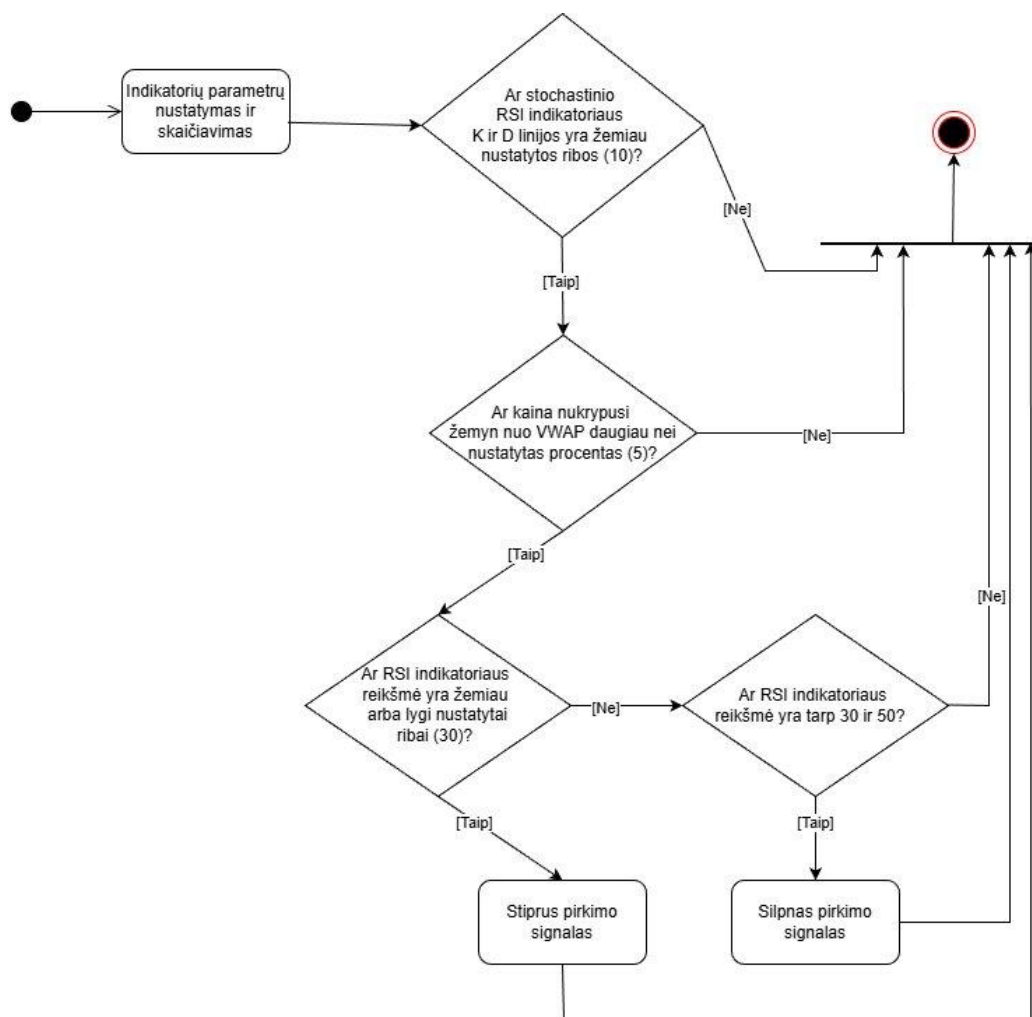
Šaltinis: <https://lakshmishree.com/blog/stochastic-rsi-indicator/>

26 pav. Pirkimo ir pardavimo sąlygos

3. Pirkimo signalas bus patvirtinamas tik tada, kai stochastinis RSI yra žemiau „oversold“ ribos ir kainos atstumas nuo VWAP yra žemiau už neigiamą standartinio nuokrypio ribą;
4. Pardavimo signalas bus patvirtinamas tik tada, kai stochastinis RSI yra aukščiau „overbought“ ribos ir kainos atstumas nuo VWAP yra aukščiau nei standartinio nuokrypio riba.

2.3 Siūlomo metodo loginės diagramos

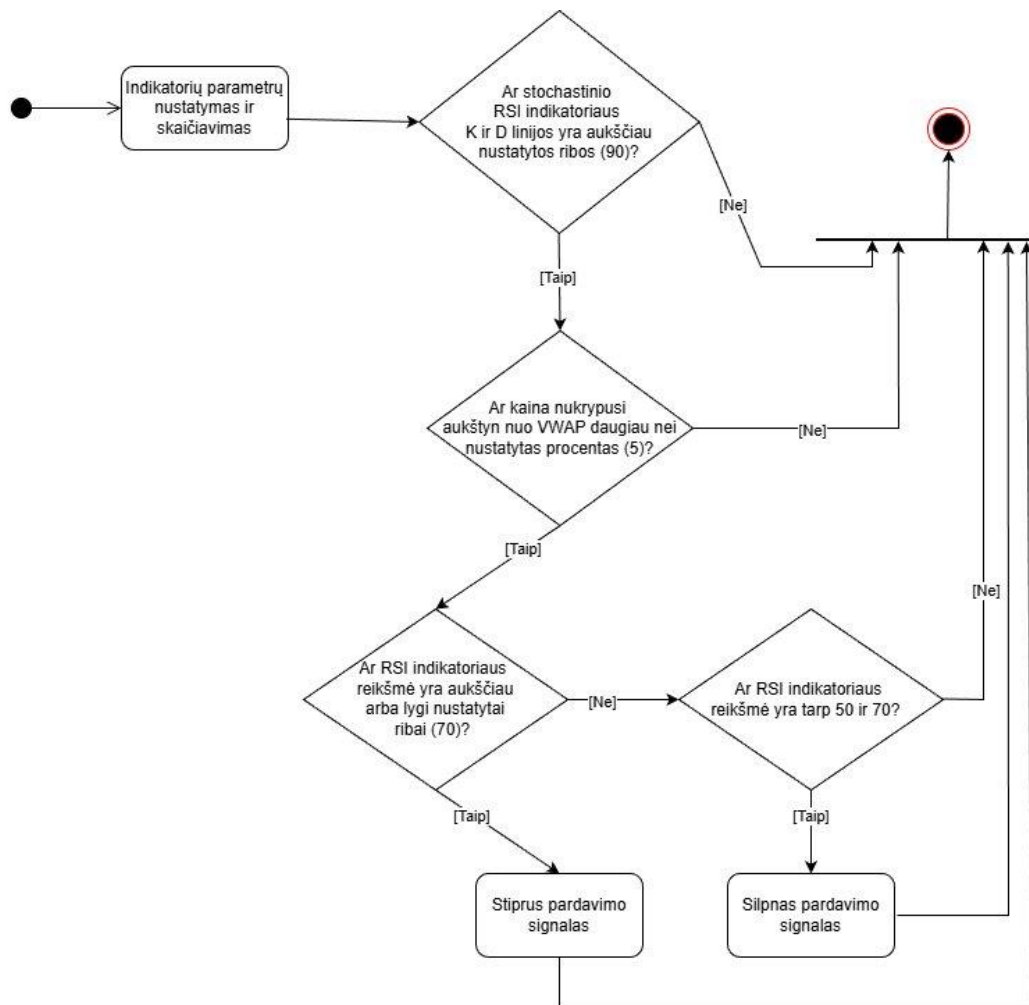
Žemiau pateikiama siūlomo metodo pirkimo atvejo loginė diagrama. Pradžioje yra nustatomi indikatorių parametrai ir jie suskaičiuojami. Toliau tikrinama, ar stochastinio RSI indikatorius K ir D linijos yra žemiau nustatytos ribos (10), ar kaina nukrypusi žemyn nuo VWAP daugiau nustatytas procentas (5). Pabaigoje patikrinama, ar tai yra stiprus ar silpnas pirkimo signalas, palyginant RSI indikatorius reikšmę su nustatyta reikšme (30). Jeigu RSI indikatorius reikšmė yra žemiau arba lygi nustatytai ribai, tai laikomas stiprus signalas. Jeigu ne, tai tikrinama ar RSI indikatorius reikšmė yra tarp 30-50 ir tada nustatoma, ar tai silpnas signalas.



Šaltinis: sudaryta autoriaus

27 pav. Siūlomo metodo pirkimo atvejo loginė diagrama

Žemiau pateikiama siūlomo metodo pardavimo atvejo loginė diagrama. Pradžioje yra nustatomi indikatorių parametrai ir jie suskaičiuojami. Toliau tikrinama, ar stochastinio RSI indikatorius K ir D linijos yra aukščiau nustatytos ribos (90), ar kaina nukrypusi aukštyn nuo VWAP daugiau nustatytas procentas (5). Pabaigoje patikrinama, ar tai yra stiprus ar silpnas pirkimo signalas, palyginant RSI indikatorius reikšmę su nustatyta reikšme (70). Jeigu RSI indikatorius reikšmė yra aukščiau arba lygi nustatytai ribai, tai laikomas stiprus signalas. Jeigu ne, tai tikrinama ar RSI indikatorius reikšmė yra tarp 50-70 ir tada nustatoma, ar tai silpnas signalas.

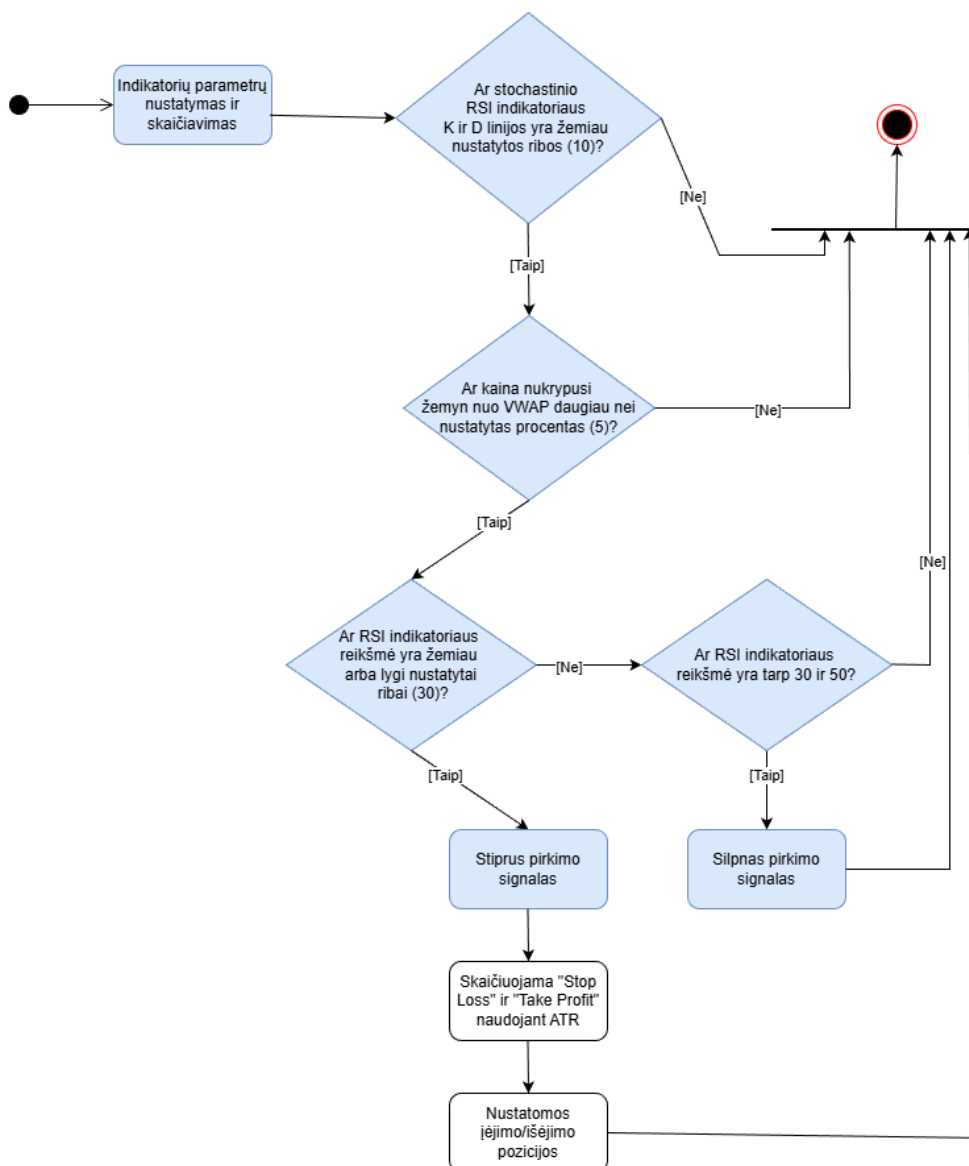


Šaltinis: sudaryta autoriaus

28 pav. Siūlomo metodo pardavimo atvejo loginė diagrama

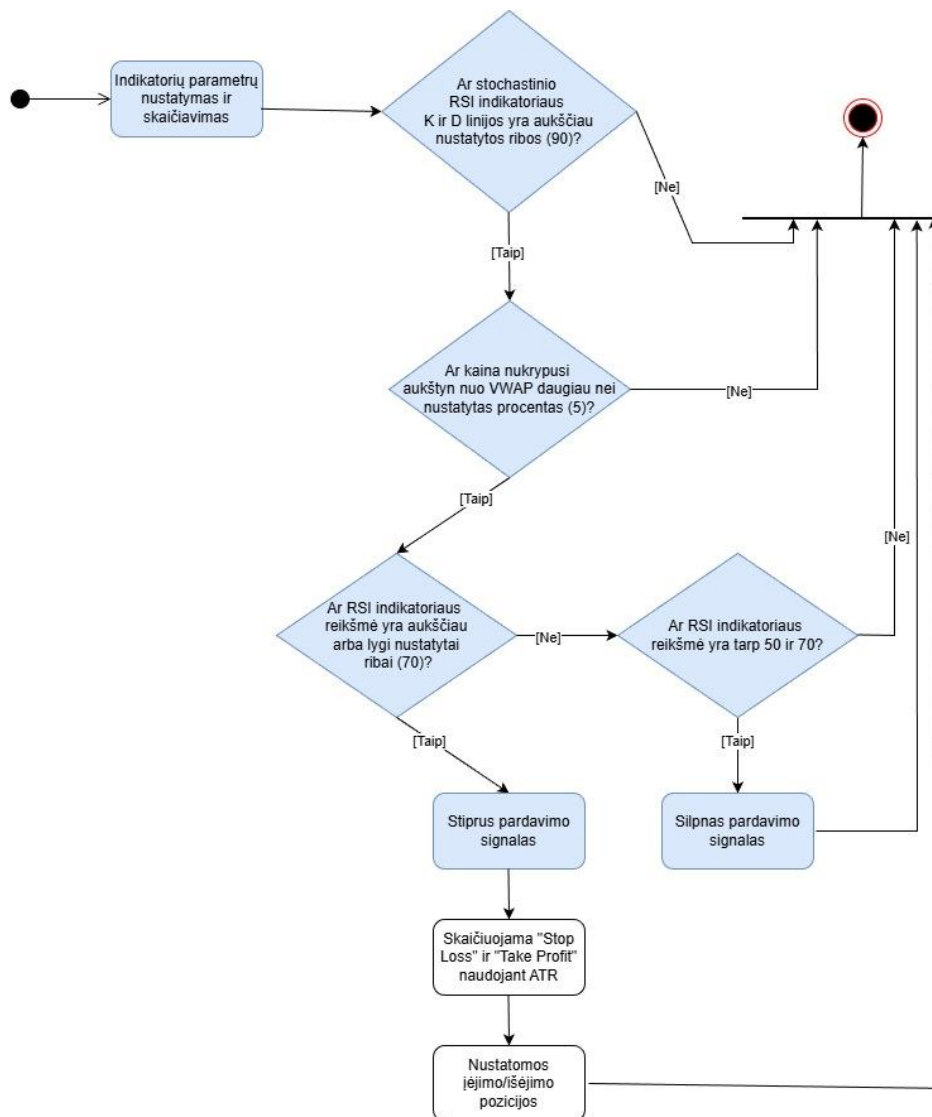
2.4 Siūlomo metodo integracija į strategiją

Žemiau esančiuose paveikslėliuose pavaizduotos pirkimo ir pardavimo atvejų diagramos, kuriose signalų stiprumo vertinimo metodas (išskirtas mėlyna spalva) integruotas į strategiją. Metodas būtinai turi būti integruotas į strategiją tam, kad galėtume įvertinti, kaip patikimai veikia sukurtas metodas. Jeigu tai yra stiprus pardavimo signalas, tai panaudojant ATR indikatorių yra nustatomi „Stop Loss“ ir „Take Profit“ lygiai.



Šaltinis: sudaryta autoriaus

29 pav. Strategijos pirkimo atvejo loginė diagrama



Šaltinis: sudaryta autoriaus

30 pav. Strategijos pardavimo atvejo loginė diagrama

Įėjimo/išėjimo signalai

„Stop Loss“ ir „Take Profit“ reikšmėms nustatyti naudosime ATR volatilumo indikatorius. Tam, kad atstumai nuo „Stop Loss“ ir „Take Profit“ būtų logiški, naudojami daugikliai. „Stop Loss“ signalui dedame ne atsitiktinį, o kaip pvz.: 3 kartus didesniam atstumui nei įprastas rinkos judėjimas. Tokiu būdu, kaina turi vietos judėti ir nepaima per smulkaus „Stop Loss“. „Take Profit“ signalu siekiamas pelnas, kuris yra 0,8 kartus didesnis nei įprastas rinkos judesys. Taigi, ATR indikatorius parodo rinkos judėjimo kryptį, o daugiklis leidžia nuspręsti, kiek kartų platesnius „Stop Loss“ ir „Take Profit“ norime nustatyti, kad nebūtų kaina per arti arba per toli.

3 SANTYKINIO STIPRUMO INDEKSO (RSI) INDIKATORIAUS SIGNALŲ STIPRUMO VERTINIMO METODO TESTAVIMAS

Šiame skyriuje pristatomas eksperimentas, jo eiga bei rezultatai. Eksperimentas atliekamas „TradingView“ platformoje (<https://www.tradingview.com/>), kuriame įkeltas sukurto stiprumo vertinimo metodo kodas (žr. skyrių „Priedai“). Tiriama pelningi bei nuostolingi sandoriai, kurie vėliau palyginami ir gaunamos išvados.

3.1 Eksperimento pristatymas

Pasirinkta „TradingView“ platforma, nes ši platforma turi didelę techninės analizės įrankių kolekciją, turi šimtus integruotų indikatorių ir kiekvienas naudotojas gali kurti savo strategijas bei indikatorius naudojant PineScript programavimo kalbą. Taip pat ši platforma teikia aukštos kokybės interaktyvius grafikus, leidžia analizuoti įvairius laikotarpius bei teikiami realaus laiko duomenys. Vienas iš didžiausių privalumų yra tas, kad ši platforma turi didelę bei aktyvią bendruomenę, kur naudotojai dalinasi savo idėjomis bei mokosi iš kitų. Taip pat „TradingView“ platforma veikia naršyklėje ir nereikia diegti jokios papildomos programinės įrangos, platforma pasiekama iš bet kurio įrenginio.

Platformoje įdiegtas PineScript v6 kodas, kuriame suprogramuotas stiprumo vertinimo metodas. Pasirinktas kriptovaliutų testavimas, nes akcijų atveju galima analizuoti fundamentalius rodiklius – P/E santykį, dividendus, įmonės pelną, pajamas ir kt. Kriptovaliutų atveju nėra tradicinių finansinių ataskaitų ar pelno, kurį generuoja įmonė. Kriptovaliutų vertė priklauso nuo paklausos ir pasiūlos, tinklo naudojimo, spekuliacijų, rinkos sentimentų ar technologinių naujovių. Todėl kriptovaliutų prekyba daugiau remiasi technine analize (grafikai, indikatoriai) nei fundamentalia analize.

Pasirinkta Bitkoino (BTC) kriptovaliuta, nes ji dažnai laikoma kriptovaliutos etalonu. BTC kainų pasikeitimai daro labai didelę įtaką kitų kriptovaliutų kainų judėjimams, todėl jos analizė leidžia įvertinti metodo patikimumą labai brandžioje rinkoje. Eteriumo (ETH) kriptovaliuta pasirinkta, nes pasižymi didesniu volatilumu, todėl leidžia įvertinti ar pasiūlytas metodas veikia aktyvesnėje ir labiau svyruojančioje rinkoje, kur dažniau pasitaiko klaidingi signalai. Litekoino (LTC) kriptovaliuta įtraukta, kaip senesnė kriptovaliuta, nes leidžia įvertinti metodo efektyvumą skirtingo dydžio, likvidumo ir volatilumo rinkose.

Platformos grafike nurodyti įėjimo, išėjimo ir silpniausi bei stipriausi signalai. „Strategy Tester“ dalyje parodomi kiekvieno eksperimento sandoriai. „Pine Editor“ dalyje matomas naudotojo sukurtas kodas, kurį paredagavus ir vėl išsaugojus, rezultatai iš karto atsinaujina grafike (žr. 31 pav.).



Šaltinis: „TradingView“ aplinka

31 pav. Kainos kitimo grafikas

3.2 Eksperimento eiga

Šiame eksperimente testuojamas klasikinis RSI bei pasiūlytas signalų stiprumo vertinimo metodas. Kiekvienas metodas yra testuojamas naudojant Litekoiną (LTC), Bitkoiną (BTC) bei Eteriumo (ETH) kriptovaliutas 8 laikotarpiuose. Signalų kokybės vertinimo metodo patikimumas matuojamas pagal pelningų ir nuostolingų sandorių skaičių. Kuo mažiau nuostolingų ir kuo daugiau pelningų sandorių, tuo metodas laikomas patikimesniu. Šie laikotarpiai aprašyti žemiau esančioje lentelėje (žr. 17 lentelę).

17 lentelė. Laikotarpiai

Laikotarpis	Kas vyko rinkoje?	Apibendrinimas
2017-12-13 – 2018-12-13	Akcijų rinkos bei kriptovaliutų rinkos kainos stipriai kilo	Meškų rinka
2018-12-13 – 2019-12-13	Stiprus kainų augimas po 2018 m. pradžioje įvykusio kainų kritimo	Bulių rinka
2019-12-13 – 2020-12-13	Staigus kainų kritimas dėl COVID-19 krizės	Nekintanti rinka
2020-12-13 – 2021-12-13	Stiprus kainų augimas po COVID-19 krizės atsigavimo	Bulių rinka
2021-12-13 – 2022-12-13	Stiprus kainų kritimas	Meškų rinka
2022-12-13 – 2023-12-13	Stabilizacija po stipraus kainų kritimo	Bulių rinka
2023-12-13 – 2024-12-13	Kylančios rinkos laikotarpis, bet tuo pačiu svyravo dėl geopolitinės įtampos, infliacijos ir palūkanų politikos	Meškų rinka

2024-12-13 – 2025-10-12	Kylančios rinkos laikotarpis, kurio metu fiksuojamas didelis kainų svyravimas	Nekintanti rinka
-------------------------	---	------------------

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Metodo integravimas į strategiją suteikė būtinybę aprašyti strategijos parametrus, kurie nurodyti žemiau esančioje lentelėje (žr. 18 lentelę).

18 lentelė. Strategijos parametrai

Laiko intervalas	Komisiniai %	Sandorio kainos nuokrypis %	Pradinis kapitalas (USD)	Pozicijos dydis %
Dieninis (1D)	0,1	1	1000	50

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Parametrai yra nustatyti remiantis tyrėjo Zatwarnicki (2023) moksliniu straipsniu.

3.2.1 Testavimas naudojant LTC kriptovaliutą

Žemiau pateikiamas klasikinio RSI bei pasiūlyto metodo istorinis duomenų testavimas naudojant Litekoino (LTC) kriptovaliutą 8 laikotarpiuose. Pateikiami kiekvieno atvejo rezultatai (pelningi bei nuostolingi sandoriai) bei išvados.

Klasikinio RSI indikatoriaus testavimas

Žemiau yra aprašytas klasikinio RSI indikatoriaus metodo istorinis duomenų testavimas LTC rinkoje. Šis indikatorius naudoja ankstesniuose skyriuose aprašytą RSI indikatoriaus pirkimo bei pardavimo logiką. Pirkimo pozicija patvirtinama, kai $RSI < 30$ ir pardavimo – $RSI > 70$. Naudojamas 14 dienų periodas. Žemiau esančioje lentelėje yra nurodytas eksperimento numeris, laikotarpis bei pelningų ir nuostolingų sandorių skaičius (žr. 19 lentelę).

19 lentelė. Klasikinio RSI indikatoriaus testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (LTC rinka)

Nr.	Laikotarpis	Pelningų sandorių skaičius	Nuostolingų sandorių skaičius
1	2017-12-13 – 2018-12-13	0	1
2	2018-12-13 – 2019-12-13	0	5
3	2019-12-13 – 2020-12-13	2	1
4	2020-12-13 – 2021-12-13	2	3
5	2021-12-13 – 2022-12-13	0	1
6	2022-12-13 – 2023-12-13	4	1
7	2023-12-13 – 2024-12-13	2	1
8	2024-12-13 – 2025-10-12	1	0

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Po atlikto klasikinio RSI indikatoriaus metodo testavimo, galima teigti, kad klasikinė RSI indikatoriaus logika geriausiai veikė rinkos atsistatymo laikotarpioose (pvz.: 2022-2023 m.), kai po staigių kritimų kaina staigiai šoko į aukštumas. Palaipsniui kylančiuose laikotarpioose (pvz.: 2018-2019 m.), kai RSI indikatoriaus reikšmė visada buvo daugiau nei 70, RSI indikatorius generavo tik klaidingus signalus. Pavyzdžiui, 2018-2019 m. nebuvo nei vieno pelningo sandorio, o nuostolingų buvo 5.

Taigi, klasikinė RSI indikatoriaus pirkimo ir pardavimo logika neveikia skirtingomis rinkos sąlygomis. RSI indikatoriaus logika yra efektyviausia atšokimų laikotarpiais, tačiau stipriai kylančiose rinkose ši strategija yra visiškai neefektyvi ir generuoja tik klaidingus signalus.

Trumpalaikiai laikotarpiai neužtikrina strategijos patikimumo, todėl būtina patikrinti, kaip strategija veikia ilgoje perspektyvoje. Žemiau pateikiamas viso laikotarpio 2017-2025 m. LTC sandorių gražos grafikas (žr. 32 pav.).



Šaltinis: „TradingView“ aplinka

32 pav. Klasikinio RSI indikatoriaus strategijos sudarytų sandorių gražos grafikas (LTC rinka)

Sandorių gražos grafikas LTC rinkoje parodo, kad bendra graža siekia -74,89%, o tai reiškia, kad klasikinio RSI indikatoriaus strategija nesugeneruoja teigiamos gražos 2017-2025 m. laikotarpiu. Didžiausias nuosmukis (*angl. Max equity drawdown*) yra 89,18%, kuris parodo, kad strategija patyrė itin didelius ir ilgai trunkančius nuostolius ir kapitalo atstatymas yra laikomas neįmanomu. Pelningų sandorių dalis sudaro tik 38,46%, o gražos faktorius (~0,33) yra mažesnis nei 1. Šie parametrai rodo, kad nuostolingi sandoriai viršija pelningus bei vidutiniai nuostoliai yra didesni nei vidutinis pelnas. Grafike matomi trumpalaikiai atsigavimo laikotarpiai, bet jie neišsilaiko ilgalaikėje perspektyvoje. Tai būdinga strategijoms, kurios generuoja signalus be papildomų filtrų ir neatsižvelgia į signalo stiprumą.

Pasiūlyto stiprumo vertinimo metodo testavimas

Toliau šiame skyriuje yra analizuojamas pasiūlytas stiprumo vertinimo metodas. Stiprumo vertinimo metodas yra integruotas į strategiją tam, kad būtų galima sekti pelningų bei nuostolingų sandorių skaičių. Pelningų ir nuostolingų sandorių skaičius apibrėžia siūlomo metodo patikimumą. Šioje strategijoje naudojamas ATR indikatorius, kuris sumažina nuostolių riziką ir užfiksuoja pelną. Žemiau esančioje lentelėje aprašyti ATR parametrai (žr. 20 lentelę).

20 lentelė. ATR indikatoriaus parametrai

ATR_len	atrMultiplierSL	atrMultiplierTP
14	3	0,8

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Viršuje esančioje lentelėje apibrėžtas *ATR_len* parametras, kuris reiškia ATR indikatoriaus skaičiavimo periodo ilgį. „Stop Loss“ ir „Take Profit“ riboms nustatyti naudojami daugikliai: *atrMultiplierSL* ir *atrMultiplierTP*. Tokie parametrai leidžia riboti nuostolius ir fiksuoti pelną. Didesnis „Stop Loss“ (3) sumažina klaidingų išėjimų skaičių, o mažesnis „Take Profit“ (0,8) daugiklis pritaikytas trumpalaikiams kainų judėjimams fiksuoti.

Žemiau esančioje lentelėje pateikiami kiekvieno laikotarpio rezultatai (žr. 21 lentelę).

21 lentelė. Metodo testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (LTC rinka)

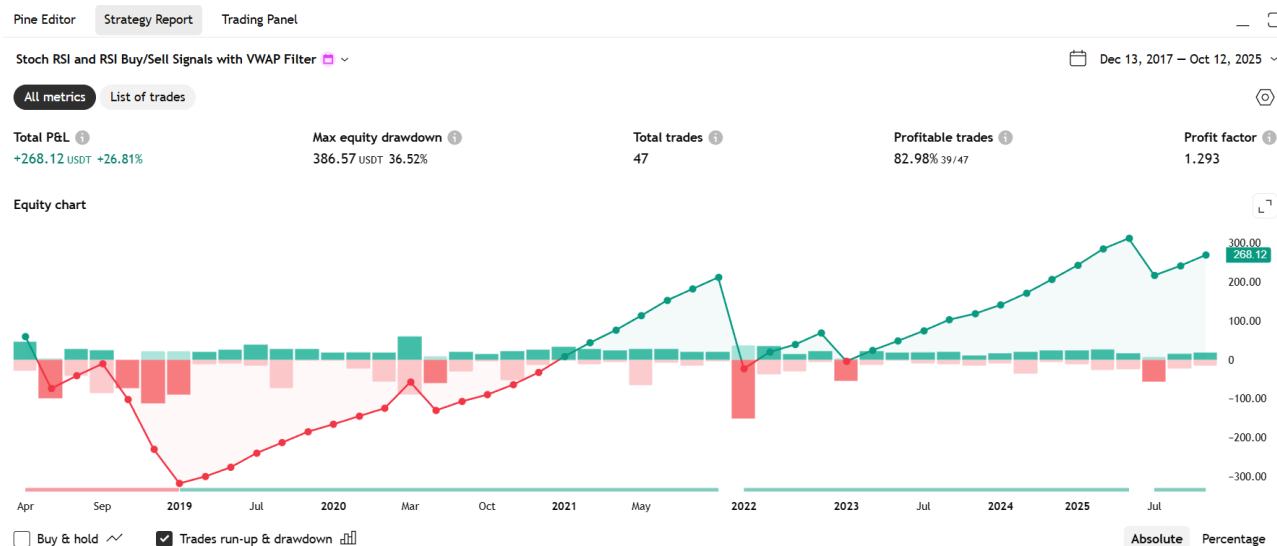
Nr.	Laikotarpis	Pelningų sandorių skaičius	Nuostolingų sandorių skaičius
1	2017-12-13 – 2018-12-13	4	2
2	2018-12-13 – 2019-12-13	6	0
3	2019-12-13 – 2020-12-13	7	1
4	2020-12-13 – 2021-12-13	7	0
5	2021-12-13 – 2022-12-13	3	1
6	2022-12-13 – 2023-12-13	5	0
7	2023-12-13 – 2024-12-13	3	0
8	2024-12-13 – 2025-10-12	4	0

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Po atlikto pasiūlyto metodo testavimo LTC rinkoje, galima teigti, kad visuose laikotarpiuose pelningų sandorių skaičius yra didesnis nei nuostolingų. Vidutinis pelningų sandorių skaičius siekė 85-90%, kas rodo, kad įtraukus signalo stiprumo vertinimą bei rizikos valdymo priemones, pelningų sandorių skaičius lyginant su klasikiniu RSI padidėjo 3,5 karto, o nuostolingų sumažėjo ~66,7%. Geriausias rezultatas nustatytas 2020-2024 metų laikotarpiu, kada pelningų sandorių skaičius sudarė 100%.

Taigi, stiprumo vertinimo metodo įtraukimas kartu su rizikos valdymu yra veiksminga strategija, nes leidžia išlaikyti aukštą pelningų sandorių skaičių ir sumažinti nuostolingų sandorių skaičių. Ši strategija gali būti praktiškai pritaikyta automatizuotoje prekyboje.

Žemiau pateikiamas viso laikotarpio 2017-2025 m. LTC sandorių gražos grafikas (žr. 33 pav.).



Šaltinis: „TradingView“ aplinka

33 pav. Pasiūlyto metodo sudarytų sandorių grafikas (LTC rinka)

Sandorių gražos grafikas rodo, kad bendra graža LTC rinkoje 2017-2025 m. laikotarpiu sudaro +26,81%, o tai reiškia, kad pasiūlytas stiprumo vertinimo metodas veikia geriau nei klasikinis RSI ir sugeneruoja teigiamą rezultatą ilgajame periode. Didžiausias kapitalo nuosmukis (*angl. Max equity drawdown*) siekia 36,52%, o tai yra reikšmingai mažesnė reikšmė nei klasikinio RSI atveju (fiksotas ~90%). Tai rodo, kad metodas efektyviau valdo riziką. Pelningų sandorių dalis sudaro 82,98%, o gražos faktorius ~1,3. Šie faktoriai parodo, kad po didesnių nuosmukių strategija sugeba atsistatyti ir tęsti augimą, o tai rodo atsparumą skirtingiems rinkos pokyčiams.

3.2.2 Testavimas naudojant BTC kriptovaliutą

Žemiau pateikiamas klasikinio RSI bei pasiūlyto metodo istorinis duomenų testavimas naudojant Bitkoino (BTC) kriptovaliutą 8 laikotarpiuose. Pateikiami kiekvieno atvejo rezultatai (pelningi bei nuostolingi sandoriai) bei išvados.

Klasikinio RSI indikatoriaus testavimas

Žemiau aprašytas klasikinio RSI indikatoriaus metodo istorinis duomenų testavimas BTC rinkoje. Šis indikatorius naudoja ankstesniuose skyriuose aprašytą RSI indikatoriaus pirkimo bei pardavimo logiką (žr. 22 lentelę).

22 lentelė. Klasikinio RSI indikatoriaus testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (BTC rinka)

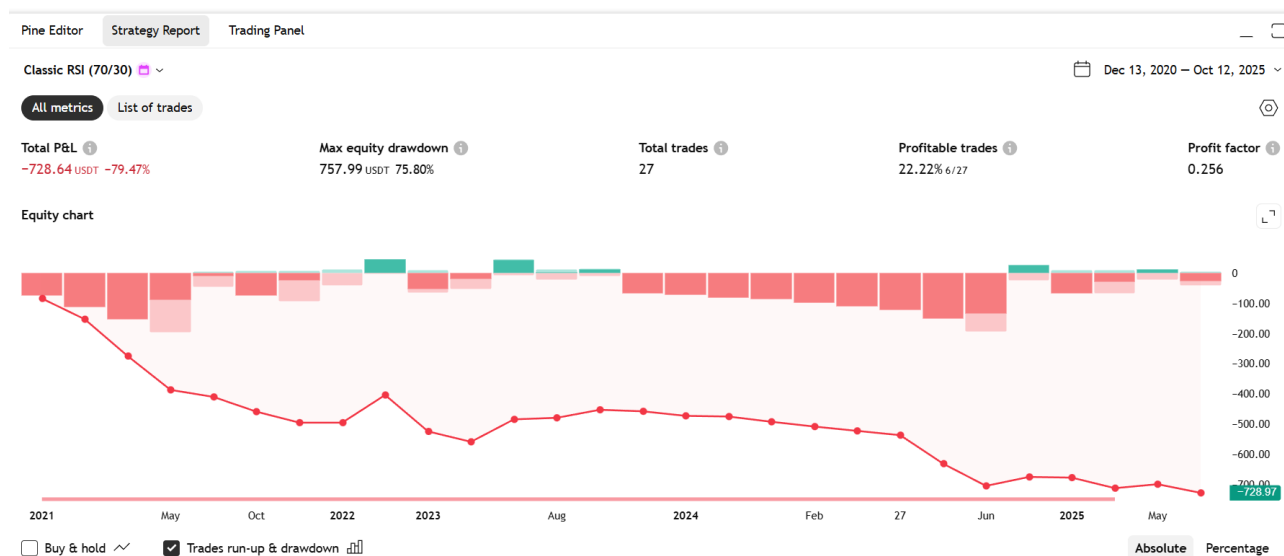
Nr.	Laikotarpis	Pelningų sandorių skaičius	Nuostolingų sandorių skaičius
1	2017-12-13 – 2018-12-13	-	-
2	2018-12-13 – 2019-12-13	-	-
3	2019-12-13 – 2020-12-13	-	-
4	2020-12-13 – 2021-12-13	0	7
5	2021-12-13 – 2022-12-13	2	1
6	2022-12-13 – 2023-12-13	4	2
7	2023-12-13 – 2024-12-13	1	2
8	2024-12-13 – 2025-10-12	2	0

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Po atlikto klasikinio RSI indikatoriaus testavimo BTC rinkoje, galima teigti, kad rezultatai nebuvo nuoseklūs visuose analizuotose laikotarpiuose. 2017-2020 m. rezultatai nebuvo fiksuojami, nes šiuo laikotarpiu „TradingView“ aplinka nepateikė duomenų. 2020-2021 m. laikotarpiu užfiksuotas nepalankus rezultatas, kai visi sandoriai buvo nuostolingi (0 pelningų ir 7 nuostolingų). Šis laikotarpis (2020-2021 m.) gali būti siejamas su stipria kainos kilimo faze, kurioje klasikinis RSI indikatorius tinkamai neveikia. 2021-2023 m. laikotarpiu BTC rinkoje pelningų sandorių skaičius viršijo nuostolingų (2021-2022 m. 2 pelningi ir 1 nuostolingas, 2022-2023 m. 4 pelningi ir 2 nuostolingi).

Taigi, BTC rinkoje rezultatai parodė, kad klasikinis RSI indikatorius nėra stabilus ir jo efektyvumas priklauso nuo rinkos sąlygų.

Žemiau pateikiamas viso laikotarpio 2020-2025 m. BTC sandorių gražos grafikas (žr. 34 pav.).



Šaltinis: „TradingView“ aplinka

34 pav. Klasikinio RSI indikatoriaus strategijos sudarytų sandorių grafikas (BTC rinka)

Sandorių gražos grafikas parodė, kad 2020-2025 m. laikotarpiu BTC rinkoje klasikinis RSI indikatoriaus buvo labai nuostolingas. Bendra grąža siekia -79,47%, kas rodo, kad visame laikotarpyje strategija nesugebėjo išlaikyti kapitalo ir generavo vien nuostolius. Didžiausias kapitalo nuosmukis sudaro 75,80%, kas parodo, kad strategija patyrė ilgalaikius ir ypač didelius nuostolius. Pelningų sandorių skaičius sudaro 22,22%, o gražos faktorius ~0,3 (gerokai mažiau nei 1). Šie faktoriai parodo, kad nuostolingi sandoriai viršija pelningus sandorius.

Pasiūlyto stiprumo vertinimo metodo testavimas

Toliau šiame skyriuje aprašytas pasiūlytas stiprumo vertinimo metodas. ATR indikatoriaus bei strategijos parametrai išlieka tokie patys.

23 lentelė. Metodo testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (BTC rinka)

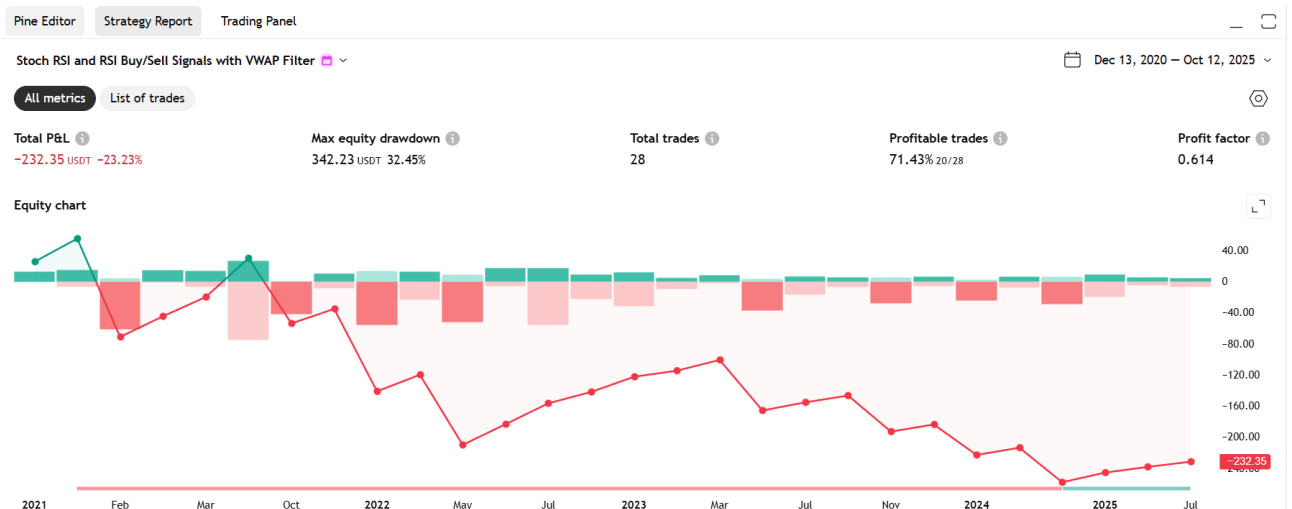
Nr.	Laikotarpis	Pelningų sandorių skaičius	Nuostolingų sandorių skaičius
1	2017-12-13 – 2018-12-13	-	-
2	2018-12-13 – 2019-12-13	-	-
3	2019-12-13 – 2020-12-13	-	-
4	2020-12-13 – 2021-12-13	6	2
5	2021-12-13 – 2022-12-13	4	1
6	2022-12-13 – 2023-12-13	5	2

7	2023-12-13 – 2024-12-13	1	2
8	2024-12-13 – 2025-10-12	3	0

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Po atlikto pasiūlyto metodo testavimo BTC rinkoje, galima teigti, kad beveik visuose laikotarpiuose pelningų sandorių skaičius yra didesnis nei nuostolingų. Pelningų sandorių skaičius lyginant su klasikiniu RSI padidėjo 2,1 karto, o nuostolingų sumažėjo ~41,7%.

Žemiau pateikiamas viso laikotarpio 2020-2025 m. BTC sandorių grąžos grafikas (žr. 35 pav.).



Šaltinis: „TradingView“ aplinka

35 pav. Pasiūlyto metodo sudarytų sandorių grafikas (BTC rinka)

Sandorių grąžos grafikas rodo, kad bendra grąža BTC rinkoje 2020-2025 m. laikotarpiu sudaro -23,23%, o tai reiškia, kad pasiūlytas stiprumo vertinimo metodas veikia geriau nei klasikinis RSI (fiksuota grąža -79,47%). Didžiausias kapitalo nuosmukis siekia 32,45%, o tai yra reikšmingai mažesnė reikšmė nei klasikinio RSI atveju (fiksuotas ~75,80%). Tai rodo, kad metodas efektyviau valdo riziką. Pelningų sandorių dalis sudaro 71,43%, o grąžos faktorius ~0,6. Taigi, įtraukus signalų stiprumo vertinimo metodą ir rizikos valdymo priemones, pavyko reikšmingai pagerinti sandorių kokybę.

3.2.3 Testavimas naudojant ETH kriptovaliutą

Žemiau pateikiamas klasikinio RSI bei pasiūlyto metodo istorinis duomenų testavimas naudojant Eteriumo (ETH) kriptovaliutą 8 laikotarpiuose. Pateikiami kiekvieno atvejo rezultatai (pelningi bei nuostolingi sandoriai) bei išvados.

Klasikinio RSI indikatoriaus testavimas

Žemiau aprašytas klasikinio RSI indikatoriaus metodo istorinis duomenų testavimas ETH rinkoje. Šis indikatorius naudoja ankstesniuose skyriuose aprašytą RSI indikatoriaus pirkimo bei pardavimo logiką (žr. 24 lentelę).

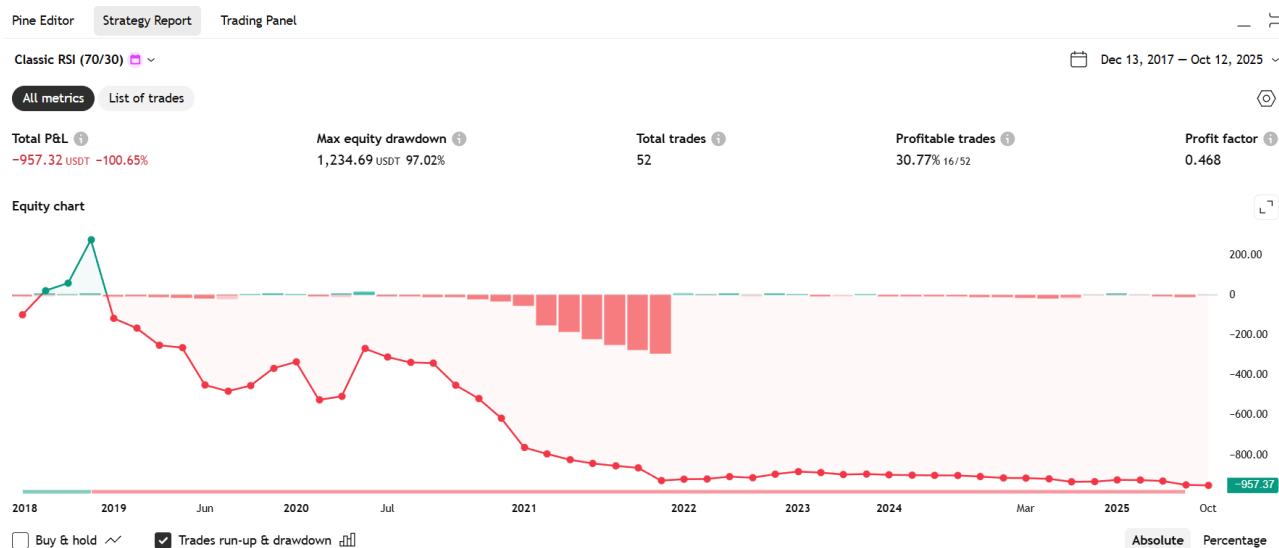
24 lentelė. Klasikinio RSI indikatoriaus testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (ETH rinka)

Nr.	Laikotarpis	Pelningų sandorių skaičius	Nuostolingų sandorių skaičius
1	2017-12-13 – 2018-12-13	3	1
2	2018-12-13 – 2019-12-13	2	4
3	2019-12-13 – 2020-12-13	2	8
4	2020-12-13 – 2021-12-13	0	7
5	2021-12-13 – 2022-12-13	3	1
6	2022-12-13 – 2023-12-13	2	2
7	2023-12-13 – 2024-12-13	1	3
8	2024-12-13 – 2025-10-12	1	4

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Galima teigti, kad klasikinis RSI ETH rinkoje pasižymi nestabiliais rezultatais: 2018-2021 m. laikotarpiu nuostolingų sandorių skaičius reikšmingai viršijo pelningų (2/4, 2/8, 0/7), o palankesnis pelningų ir nuostolingų sandorių skaičius fiksuojamas tik 2021-2022 m. laikotarpiu (3/1), tačiau vėliau rezultatai vėl prastėja.

Žemiau pateikiamas viso laikotarpio 2017-2025 m. BTC sandorių gražos grafikas (žr. 36 pav.).



Šaltinis: „TradingView“ aplinka

36 pav. Klasikinio RSI indikatoriaus strategijos sudarytų sandorių grafikas (ETH rinka)

Sandorių gražos grafikas ETH rinkoje parodo, kad bendra grąža siekia -100,65%, o tai reiškia, kad klasikinio RSI indikatoriaus strategija nesugeneruoja teigiamos grąžos 2017-2025 m. laikotarpiu. Didžiausias nuosmukis yra 97,02%, kuris parodo, kad strategija patyrė ypač didelius ir ilgai trunkančius nuostolius ir kapitalo atstatymas yra laikomas neįmanomu. Pelningų sandorių dalis sudaro tik 30,77%, o grąžos faktorius (~0,47) yra mažesnis nei 1. Šie parametrai rodo, kad nuostolingi sandoriai viršija pelningus bei vidutiniai nuostoliai yra didesni nei vidutinis pelnas. Grafike matomi trumpalaikiai atsigavimo laikotarpiai, bet jie neišsilaiko ilgalaikėje perspektyvoje.

Pasiūlyto stiprumo vertinimo metodo testavimas

Žemiau aprašytas pasiūlytas stiprumo vertinimo metodas. ATR indikatoriaus bei strategijos parametrai išlieka tokie patys.

25 lentelė. Metodo testavimo rezultatai 8 laikotarpiuose (ETH rinka)

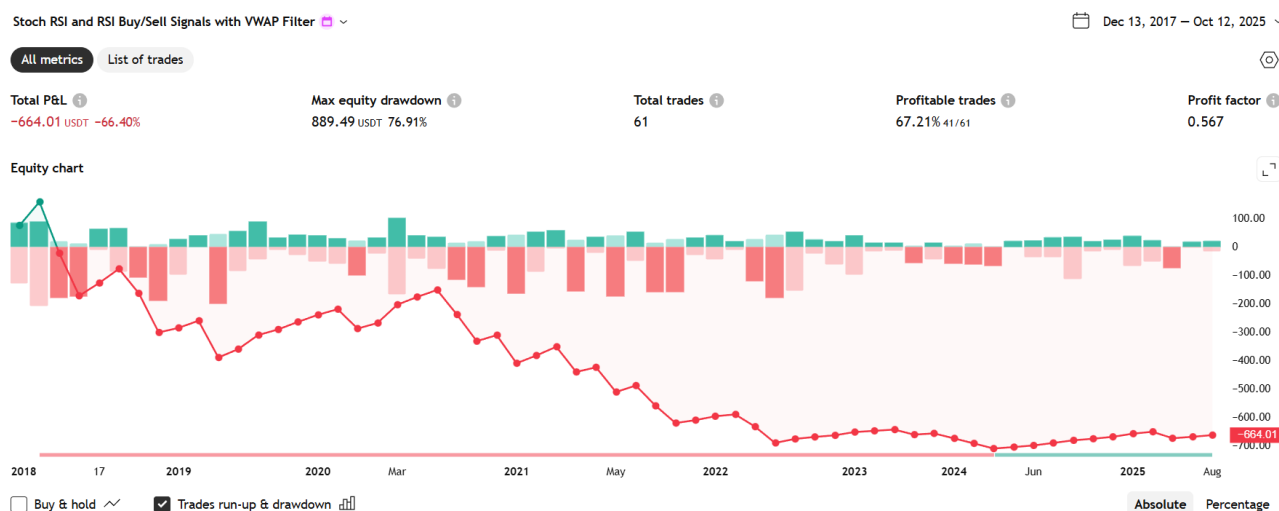
Nr.	Laikotarpis	Pelningų sandorių skaičius	Nuostolingų sandorių skaičius
1	2017-12-13 – 2018-12-13	4	4
2	2018-12-13 – 2019-12-13	6	1
3	2019-12-13 – 2020-12-13	6	3
4	2020-12-13 – 2021-12-13	5	5
5	2021-12-13 – 2022-12-13	5	2
6	2022-12-13 – 2023-12-13	3	1

7	2023-12-13 – 2024-12-13	6	3
8	2024-12-13 – 2025-10-12	4	1

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Galima teigti, kad šis derinys užtikrina stabilesnį pelningų ir nuostolingų sandorių skaičių, tačiau daugumoje laikotarpių pelningų ir nuostolingų sandorių skirtumas išlieka nedidelis (pvz., 4/4, 5/5, 6/3), kas rodo, jog metodas ETH rinkoje nėra pakankamai ryškus.

Žemiau pateikiamas viso laikotarpio 2017-2025 m. ETH sandorių grąžos grafikas (žr. 37 pav.).



Šaltinis: „TradingView“ aplinka

37 pav. Pasiūlyto metodo sudarytų sandorių grafikas (ETH rinka)

Sandorių grąžos grafikas rodo, kad bendra grąža ETH rinkoje 2017-2025 m. laikotarpiu sudaro -66,40%, o tai reiškia, kad pasiūlytas stiprumo vertinimo metodas veikia geriau nei klasikinis RSI (fiksuota grąža -100,65%). Didžiausias kapitalo nuosmukis siekia 76,91%, o tai yra mažesnė reikšmė nei klasikinio RSI atveju (fiksuotas ~97,02%). Pelningų sandorių dalis sudaro 67,21%, o grąžos faktorius ~0,6. Taigi, įtraukus signalų stiprumo vertinimo metodą ir rizikos valdymo priemones, pavyko pagerinti sandorių kokybę.

3.3 Eksperimento rezultatas

Žemiau esančiame skyriuje pateikiami apibendrinti eksperimento rezultatai, kurie leidžia įvertinti signalų kokybės metodo patikimumą. Žemiau esančioje lentelėje nurodytas pelningų sandorių padidėjimas kiekvienoje rinkoje visuose laikotarpiuose (žr. 26 lentelę).

26 lentelė. Pelningų sandorių padidėjimas

Kriptovaliuta	Pelningi sandoriai (Klasikinis RSI)	Pelningi sandoriai (Pasiūlytas metodas)	Padidėjimas
LTC	11	39	~254,5% (3,5 karto)
BTC	9	19	~111,1% (2,1 karto)
ETH	30	20	~178,6% (2,8 karto)

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Sukurtas metodas leido padidinti pelningų sandorių skaičių: LTC rinkoje – apie 3,5 karto daugiau, BTC – 2,1 karto, o ETH – 2,8 karto.

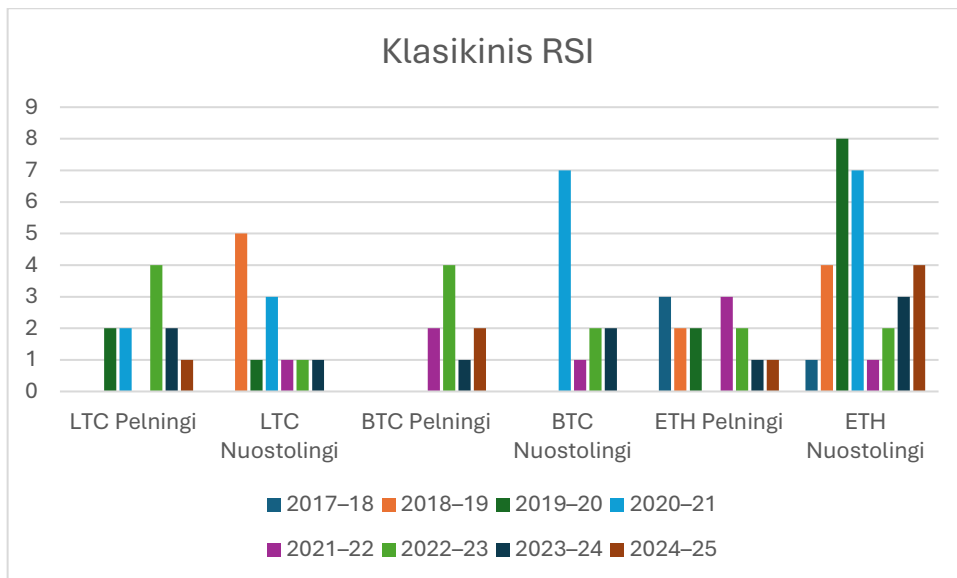
Žemiau esančioje lentelėje nurodytas nuostolingų sandorių sumažėjimas kiekvienoje kriptovaliutų rinkoje visuose laikotarpiuose (žr. 27 lentelę).

27 lentelė. Nuostolingų sandorių sumažėjimas

Kriptovaliuta	Nuostolingi sandoriai (Klasikinis RSI)	Nuostolingi sandoriai (Pasiūlytas metodas)	Sumažėjimas
LTC	12	4	~66,7%
BTC	12	7	~41,7%
ETH	30	20	~33,3%

Lyginant su klasikiniu RSI, sukurtas metodas leido sumažinti nuostolingų sandorių skaičių visose analizuotose rinkose: LTC rinkoje – apie 66,7%, BTC – 41,7%, o ETH – 33,3%.

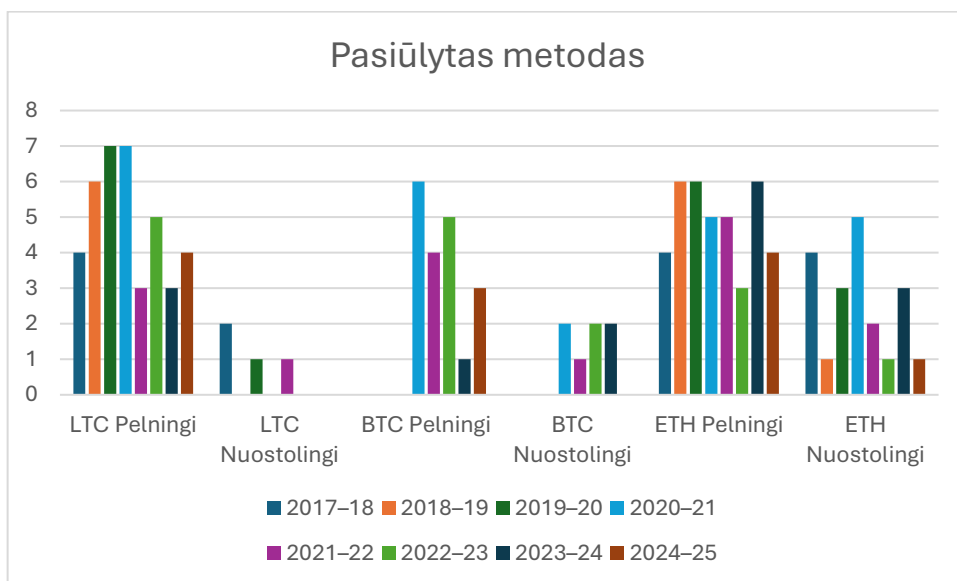
Žemiau pateikiami grafikai, kurie apibendrintai vaizduoja visų sandorių skaičių kiekviename laikotarpyje (žr. 38 pav. ir 39 pav.).



Šaltinis: sudaryta autoriaus

38 pav. Klasikinio RSI testavimo rezultatai

Klasikinio RSI grafikas rodo (žr. 39 pav.), kad visose analizuotose rinkose (LTC, BTC ir ETH) nuostolingų sandorių skaičius yra didesnis nei pelningų sandorių. Tai leidžia teigti, kad klasikinis RSI indikatorius neužtikrina stabilių sandorių.



Šaltinis: sudaryta autoriaus

39 pav. Pasiūlyto metodo testavimo rezultatai

Pasiūlyto metodo grafikas rodo (žr. 40 pav.), kad visose analizuotose rinkose (LTC, BTC ir ETH) nuostolingų sandorių sumažėjo ir pelningų padidėjo. Tai rodo, kad signalų stiprumo vertinimo metodas veikia teisingai.

Lyginant rezultatus su tyrėjo Zatwarnicki (2023) antrojo eksperimento rezultatais (2018-2022 m. laikotarpis), kur buvo naudojamos divergencijos metodas, kaip signalų stiprumo vertinimo metodas, galima teigti, kad naudojant mano pasiūlytą signalų stiprumo vertinimo metodą, buvo pasiekti geresni rezultatai (žr. 28 lentelę).

28 lentelė. Pasiūlyto metodo palyginimas su Zatwarnicki divergencijų metodu

	BOTH	LONG	SHORT
LTC (Pasiūlytas metodas)	+21,06%	-3,32%	+24,38%
LTC (Zatwarnicki metodas)	-100%	-46,48%	-100%
BTC (Pasiūlytas metodas)	-8,68%	+9,93%	-18,61%
BTC (Zatwarnicki metodas)	-100%	-31,85%	-100%
ETH (Pasiūlytas metodas)	-63,8%	-2,83%	-60,96%
ETH (Zatwarnicki metodas)	-100%	-59,71%	-100%

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Palyginus pasiūlyto metodo rezultatus su Zatwarnicki (2023) tyrime taikytu divergencijos metodu, nustatyta, kad visose analizuotose pozicijose pasiūlytas metodas pasižymi mažesniais nuostoliais arba teigiamu rezultatu. LTC rinkoje (BOTH) bendra grąža siekė +21,06%, o SHORT +24,38%, kas rodo, kad metodas geba efektyviai išnaudoti krentančios rinkos laikotarpius. BTC rinkoje pasiūlytas metodas bendrai patyrė -8,68% nuostolį, tačiau LONG pozicijų rezultatas buvo teigiamas ir siekė +9,93%, kas leidžia manyti, kad metodas prisitaiko prie konsoliduojančios rinkos sąlygų. SHORT pozicijų nuostoliai išliko riboti, lyginant su Zatwarnicki divergencijų metodo rezultatais. ETH rinkoje pasiūlyto metodo rezultatai išlieka neigiami, tačiau ir čia matomas reikšmingas skirtumas. LONG pozicijų nuostoliai buvo minimalūs (-2,83%), o tai rodo, kad metodas geba atskirti klaidingus sandorius.

Galima teigti, kad signalų kokybės vertinimo metodas įgyvendintas sėkmingai naudojant stochastinį RSI, VWAP apyvartos ir ATR indikatorius.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Išanalizavus RSI indikatoriaus taikymą skirtingose rinkose, nustatyta, kad tradiciniai RSI indikatoriaus taikymai nėra efektyvūs ir signalų kokybė nebuvo vertinama atskirai – visos taisyklės buvo vykdomos automatiškai;
2. Išanalizavus signalų stiprumo vertinimo metodus, nustatyta, kad RSI indikatorius neįvertina apyvartos bei signalo kokybės, todėl gali pateikti klaidingus signalus realioje prekyboje;
3. Sukurtas prekybos signalų stiprumo vertinimo metodas, kuris apjungia VWAP apyvartos bei stochastinį RSI indikatorius;
4. Tyrimo rezultatai parodė, kad lyginant su klasikiniu RSI, sukurtas metodas leido sumažinti nuostolingų sandorių skaičių visose analizuotose rinkose: LTC rinkoje – apie 66,7%, BTC ~ 41,7%, o ETH ~ 33,3 %. Taip pat sukurtas metodas leido padidinti pelningų sandorių skaičių: LTC rinkoje – apie 3,5 karto daugiau, BTC ~ 2,1 karto, o ETH ~ 2,8 karto.
5. Palyginus pasiūlyto metodo rezultatus su Zatwarnicki (2023) tyrime taikytu divergencijos metodu, nustatyta, kad visose analizuotose pozicijose pasiūlytas metodas pasižymi mažesniais nuostoliais arba teigiamu rezultatu;
6. Metodo patobulinimui galima būtų sukurti signalų uždarymo kokybės vertinimo metodą.

LITERATŪRA

- Abou Tanos, B., & Badr, G. (2024). Price Delay and Market Efficiency of Cryptocurrencies: The Impact of Liquidity and Volatility during the COVID-19 Pandemic. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/jrfm17050193>
- Agudelo-Aguirre, A., Duque-Méndez, N., Galvis-Flórez, A., Agudelo-Aguirre, A., Duque-Méndez, N., & Galvis-Flórez, A. (2025). Artificial Intelligence in Stock Market Investment Through the RSI Indicator. *Computers*, 14(11).
<https://doi.org/10.3390/computers14110487>
- Ampomah, E. K., Qin, Z., & Nyame, G. (2020). Evaluation of Tree-Based Ensemble Machine Learning Models in Predicting Stock Price Direction of Movement. *Information*, 11(6), 332. <https://doi.org/10.3390/info11060332>
- Anderson, B., & Li, S. (2017). An investigation of the relative strength index. *Banks and Bank Systems*, 10(1), 92–96.
- Bhargavi, R., Gumparthi, S., & Anith, R. (2017). *Relative Strength Index for Developing Effective Trading Strategies in Constructing Optimal Portfolio* (Volume 12, Number 19, pp. 8926-8936). International Journal of Applied Engineering Research.
- Chio, P. T. (2022). *A comparative study of the MACD-base trading strategies: Evidence from the US stock market* (No. arXiv:2206.12282). arXiv.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.12282>
- Chong, T. T.-L., Ng, W.-K., & Liew, V. K.-S. (2014). Revisiting the Performance of MACD and RSI Oscillators. *Journal of Risk and Financial Management*, 7(1), 1–12.
<https://doi.org/10.3390/jrfm7010001>
- Ergun, L., Molchanov, A., & Stork, P. (2023). Technical trading rules, loss avoidance, and the business cycle. *Pacific-Basin Finance Journal*, 82, 102172.
<https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2023.102172>

- Halilbegovic, S., Celebic, N., & Kulovic, D. (2018). ANALYSIS OF A STANDALONE USAGE AND LIMITATIONS OF RELATIVE STRENGTH INDEX INDICATOR IN STOCK TRADING. *Ecoforum Journal*, 7(1). <https://ecoforumjournal.ro/index.php/eco/article/view/2100>
- Hasan, M., Imran, I. H., Das, T., Al-Hoque, N., & Al-Amin, Md. (2025). Analysis of Relative Strength Index (RSI) Divergence in the Foreign Exchange Market. S. Dutta, A. Bhattacharya, C. Shahnaz, & S. Chakrabarti (Sud.), *Cyber Intelligence and Information Retrieval* (T. 1139, p. 125–135). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-7603-0_13
- Kim, Y., Yoo, S., & Park, S. (2025). A Rule-Based Stock Trading Recommendation System Using Sentiment Analysis and Technical Indicators. *Electronics*, 14(4), 773. <https://doi.org/10.3390/electronics14040773>
- Lo, A. W., Mamaysky, H., & Wang, J. (2000). *Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implementation* (SSRN Scholarly Paper No. 228099). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=228099>
- Mitchell, D., Białkowski, J., & Tompaidis, S. (2020). Volume-weighted average price tracking: A theoretical and empirical study. *IJSE Transactions*, 52(8), 864–889. <https://doi.org/10.1080/24725854.2019.1688896>
- Ozturk, M., Toroslu, I. H., & Fidan, G. (2016). Heuristic based trading system on Forex data using technical indicator rules. *Applied Soft Computing*, 43, 170–186. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.01.048>
- Pan, L., Tang, Y., & Xu, J. (2016). Speculative Trading and Stock Returns*. *Review of Finance*, 20(5), 1835–1865. <https://doi.org/10.1093/rof/rfv059>

- Park, C.-H., & Irwin, S. H. (2005). *The Profitability of Technical Trading Rules in Us Futures Markets: A Data Snooping Free Test* (SSRN Scholarly Paper No. 722264). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.722264>
- ran-Moroan, A. (2011). The relative strength index revisited. *African Journal of Business Management*, 5(14), 5855–5862. <https://doi.org/10.5897/AJBM.9000629>
- Rani, M. D. S., Lakshmi, D. T. V., & Adithya, B. (2024). Technical Analysis: Exploring Technical Indicators. *International Research Journal on Advanced Engineering and Management (IRJAEM)*, 2(05), Article 05. <https://doi.org/10.47392/IRJAEM.2024.0230>
- Stoch RSI and RSI Buy/Sell Signals with MACD Trend Filter—Indicator by Pedro-Elias*. (2025, sausio 10). TradingView. <https://www.tradingview.com/script/yZCjneHe-Stoch-RSI-and-RSI-Buy-Sell-Signals-with-MACD-Trend-Filter/>
- Sullivan, R., Timmermann, A., & White, H. (1999). Data-Snooping, Technical Trading Rule Performance, and the Bootstrap. *The Journal of Finance*, 54(5), 1647–1691. <https://doi.org/10.1111/0022-1082.00163>
- Vaiz, J. S., & Ramaswami, D. M. (2016). *A Study on Technical Indicators in Stock Price Movement Prediction Using Decision Tree Algorithms*. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Study-on-Technical-Indicators-in-Stock-Price-Tree-Vaiz-Ramaswami/1b65451d95b9ca803b2b1a689747885bb22c1a50>
- Wang, J.-N., Liu, H.-C., Du, J., & Hsu, Y.-T. (2019). Economic benefits of technical analysis in portfolio management: Evidence from global stock markets. *International Journal of Finance & Economics*, 24(2), 890–902. <https://doi.org/10.1002/ijfe.1697>
- Zapranis, A., & Tsinaslanidis, P. E. (2012). A novel, rule-based technical pattern identification mechanism: Identifying and evaluating saucers and resistant levels in the US stock market. *Expert Systems with Applications*, 39(7), 6301–6308. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.11.079>

Zatwarnicki, M., Zatwarnicki, K., & Stolarski, P. (2023). Effectiveness of the Relative Strength Index Signals in Timing the Cryptocurrency Market. *Sensors*, 23(3), 1664.
<https://doi.org/10.3390/s23031664>

Ziet, A. (2023). A Comparative Study between RSI and MACD to predict opportunities in cryptocurrency market from 2020 to 2022. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 214–195, (2)26, 1–10.

PRIEDAI

Žemiau pateikiamas stiprumo vertinimo metodo, kuris buvo integruotas į strategiją, programinis kodas.

```
1  //@version=6
2  strategy('Stoch RSI and RSI Buy/Sell Signals with VWAP Filter', overlay=true,
3      commission_type=strategy.commission.percent,
4      commission_value=0.1,
5      slippage=1,
6      default_qty_type=strategy.percent_of_equity,
7      default_qty_value=50,
8      initial_capital=1000,
9      currency=currency.USD)
10
11 // Stochastic RSI Settings
12 stochLength = input.int(14, title='Stochastic RSI Length', minval=1)
13 stochSmoothing = input.int(3, title='Stochastic Smoothing (Slow K)', minval=1)
14 stochOverbought = input.float(90, title='Stoch RSI Overbought Level', minval=0, maxval=100)
15 stochOversold = input.float(10, title='Stoch RSI Oversold Level', minval=0, maxval=100)
16
17 // RSI Settings
18 rsiLength = input.int(14, title='RSI Length', minval=1)
19 rsiOverbought = input.float(70, title='RSI Overbought Level', minval=0, maxval=100)
20 rsiNeutral = input.float(50, title='RSI Neutral Level', minval=0, maxval=100)
21 rsiOversold = input.float(30, title='RSI Oversold Level', minval=0, maxval=100)
22
23 // Signal Colors
24 buyColorGreen = input.color(color.green, title='Buy Signal - RSI <= Oversold')
25 buyColorBlue = input.color(color.blue, title='Buy Signal - RSI > Oversold')
26 sellColorRed = input.color(color.red, title='Sell Signal - RSI >= Overbought')
27 sellColorOrange = input.color(color.orange, title='Sell Signal - RSI < Overbought')
28
29 // Conditions
30 enableCandleColorCondition = input.bool(true, title='Enable Candle Color Condition')
```

40 pav. Stiprumo vertinimo metodo kodas

```
31
32 // Calculations
33
34 // Calculating RSI
35 rsi = ta.rsi(close, rsiLength)
36
37 // Calculating Stochastic RSI
38 stochRsiK = ta.stoch(rsi, rsi, rsi, stochLength)
39 stochRsiD = ta.sma(stochRsiK, stochSmoothing)
40
41 // Buy and Sell Conditions
42 buyConditionMet = stochRsiK < stochOversold and stochRsiD < stochOversold
43 sellConditionMet = stochRsiK > stochOverbought and stochRsiD > stochOverbought
44
45 //VWAP Deviation
46 enableVWAPFilter = input.bool(true, title='Enable VWAP Filter')
47 vwapDeviation = input.float(0.5, title='VWAP Deviation %', minval=0.5, maxval=5)
48
49 // VWAP Calculation
50 vwapValue = ta.vwap(hlc3)
51
52 // Distance from VWAP
53 distanceFromVWAP = ((close - vwapValue) / vwapValue) * 100
54
55 // Conditions
56 belowVWAP = distanceFromVWAP < -vwapDeviation // Above VWAP
57 aboveVWAP = distanceFromVWAP > vwapDeviation // Below VWAP
58
59 if enableVWAPFilter
60     buyConditionMet := buyConditionMet and belowVWAP
61     sellConditionMet := sellConditionMet and aboveVWAP
62
```

41 pav. Stiprumo vertinimo metodo kodo tęsinys

```

62
63 // Flags to track conditions met in the previous candle
64 var bool buyFlag = false
65 var bool sellFlag = false
66 var float previousRsiValue = na
67
68 // Update flags and store RSI if conditions are met
69 if buyConditionMet and (enableCandleColorCondition ? close < open : true)
70 |   buyFlag := true
71 |   previousRsiValue := rsi
72
73 if sellConditionMet and (enableCandleColorCondition ? close > open : true)
74 |   sellFlag := true
75 |   previousRsiValue := rsi
76
77 var color buyColor = na
78 var color sellColor = na
79
80 isStrongBuy = previousRsiValue <= rsiOversold
81 isWeakBuy = previousRsiValue > rsiOversold and previousRsiValue < rsiNeutral
82
83 isStrongSell = previousRsiValue >= rsiOverbought
84 isWeakSell = previousRsiValue > rsiNeutral and previousRsiValue < rsiOverbought
85
86 buyColor := isStrongBuy ? buyColorGreen : isWeakBuy ? buyColorBlue : na
87 sellColor := isStrongSell ? sellColorRed : isWeakSell ? sellColorOrange : na
88
89
90 // Signals with flag and candle color checks
91 buySignal = buyFlag and (enableCandleColorCondition ? close > open : true)
92 sellSignal = sellFlag and (enableCandleColorCondition ? close < open : true)
93

```

42 pav. Stiprumo vertinimo metodo kodo tęsinys

```

94 // Reset flags after signals are triggered
95 if buySignal
96 |   buyFlag := false
97
98 if sellSignal
99 |   sellFlag := false
100
101 // Risk Management Settings
102 atrLength = input.int(14, title='ATR Length')
103
104 // ATR multipliers
105 atrMultiplierSL = input.float(3.0, title='ATR Multiplier for Stop Loss', minval=0.5, maxval=10)
106 atrMultiplierTP = input.float(0.8, title='ATR Multiplier for Take Profit', minval=0.5, maxval=30)
107
108 // ATR Calculations
109 atrValue = ta.atr(atrLength)
110
111 // Filters
112 strongBuySignal = buySignal and previousRsiValue <= rsiOversold
113 strongSellSignal = sellSignal and previousRsiValue >= rsiOverbought
114
115 // Strategy Entries
116 if strongBuySignal and strategy.position_size == 0
117 |   stopLoss = close - (atrValue * atrMultiplierSL)
118 |   takeProfit = close + (atrValue * atrMultiplierTP)
119 |   strategy.entry("Long", strategy.long)
120 |   strategy.exit("Exit Long", "Long", stop=stopLoss, limit=takeProfit)
121
122 if strongSellSignal and strategy.position_size == 0
123 |   stopLoss = close + (atrValue * atrMultiplierSL)
124 |   takeProfit = close - (atrValue * atrMultiplierTP)
125 |   strategy.entry("Short", strategy.short)
126 |   strategy.exit("Exit Short", "Short", stop=stopLoss, limit=takeProfit)

```

43 pav. Stiprumo vertinimo metodo kodo tęsinys

```

128 // Plotting buy/sell signals based on user input with previous RSI value in the text
129 if buySignal
130     label.new(bar_index, low, 'BUY (' + str.tostring(math.floor(previousRsiValue)) + ')', color=buyColor,
131               style=label.style_label_up, textcolor=color.white, size=size.small)
132
133 if sellSignal
134     label.new(bar_index, high, 'SELL (' + str.tostring(math.floor(previousRsiValue)) + ')', color=sellColor,
135               style=label.style_label_down, textcolor=color.white, size=size.small)
136

```

44 pav. Stiprumo vertinimo metodo kodo tęsinys

Žemiau pateikiamas klasikinio RSI, programinis kodas.

```

1  //@version=6
2  strategy("Classic RSI (70/30)", overlay=true,
3  | commission_type=strategy.commission.percent,
4  | commission_value=0.1,
5  | slippage=1,
6  | default_qty_type=strategy.percent_of_equity,
7  | default_qty_value=50,
8  | initial_capital=1000,
9  | currency=currency.USD)
10
11 rsiLength      = input.int(14, "RSI period")
12 rsiOverbought = input.float(70, "Overbought zone (RSI > 70)")
13 rsiOversold   = input.float(30, "Oversold zone (RSI < 30)")
14
15 rsi = ta.rsi(close, rsiLength)
16
17 if (rsi < rsiOversold)
18 |     strategy.entry("Long", strategy.long)
19
20 if (rsi > rsiOverbought)
21 |     strategy.entry("Short", strategy.short)
22
23 if (strategy.position_size > 0 and rsi > rsiOverbought)
24 |     strategy.close("Long")
25
26 if (strategy.position_size < 0 and rsi < rsiOversold)
27 |     strategy.close("Short")
28

```

45 pav. Klasikinio RSI indikatoriaus programinis kodas