



Daugiakriterinis finansų rinkų efektyvumo dinamikos modeliavimas

3 METŲ ATASKAITA

Dokt. Marius Liutvinavičius

Vadovas: prof. Virgilijus Sakalauskas

2017-10-25

Informatikos inžinerija (07 T)

Egzaminai

Dalyko pavadinimas		Kreditų skaičius ECTS	Atsiskaitymo data	Dalyko konsultantas	Įvertinimas
1.	Žiniomis grindžiama kompiuterizuota informacijos sistemų inžinerija	7	2015-04-16	Prof. dr. S.Gudas	10
2.	Informatikos ir informatikos inžinerijos tyrimo metodai ir metodika	9	2015-06-30	Prof. dr. A.Čaplinskas	7
3.	Duomenų analizės strategijos ir sprendimų priėmimas	7	2015-09-16	Prof. dr. G. Dzemyda	9
4.	Verslo aplinkos prognozavimas	7	2015-12-11	Prof. dr. V. Sakalauskas	10

Mokslo darbų sąrašas

Iki 2014-10-01:

1. Liutvinavicius M., Sakalauskas V. **Dynamic Simulation of Pension Funds' Portfolio.** BIS Workshops 2012, *volume 127 of Lecture Notes in Business Information Processing*, page 69-80. Springer, (2012).
2. Tamasauskas D., Liutvinavicius M., Sakalauskas V., Kriksciuniene D. **Research of Conventional Data Mining Tools for Big Data Handling in Finance Institutions.** BIS Workshops 2013, *Lecture Notes in Business Information Processing Volume 160*, page 35-46. Springer (2013).
3. Liutvinavicius M., Sakalauskas V. **Research of Factors Affecting Pension Funds Efficiency.** *Social technologies*, nr. 1(2), page 328–343, ISSN 2029-7564 (2011).
4. Liutvinavičius M., Kuicaitė A. **IT sertifikavimo metodikų ir specialistams keliamų reikalavimų atitikimo tyrimas.** IVUS 2014, *Informacinės technologijos*, Technologija (2014).
5. Liutvinavičius M., Mažeika D. **Socialinių tinklų decentralizavimo galimybių tyrimas.** *Informacinės technologijos* (2012).

Mokslinių tyrimų publikavimo planas

	Publikacija	Data
1.	Mokslinės konferencijos pranešimų medžiaga	2015.06
2.	Mokslinės konferencijos pranešimų medžiaga	2016.04
3.	Mokslinės konferencijos pranešimų medžiaga	2016.06
4.	Mokslinės konferencijos pranešimų medžiaga	2017.05
5.	Mokslinis žurnalas	2017.09
6.	Mokslinės konferencijos pranešimų medžiaga	2018.04
7.	Mokslinis žurnalas	2018.05

Mokslo tyrimų rezultatų publikavimas

1 metai:

1. Dalia Kriksciuniene, Marius Liutvinavicius etc. **Research of customer behavior anomalies in big financial data.** *Proceedings of HIS 2014*: 91-96; ISBN: 978-1-4799-7633-1
2. Marius Liutvinavicius, Virgilijus Sakalauskas. **Daugiakriterinis ilgalaikių taupymo priemonių pasirinkimo modelis.** *Informacinės technologijos 2015. Konferencijos pranešimų medžiaga*. ISSN 2029-249X
3. Marius Liutvinavičius, Audrius Lopata. **Knowledge Based Modeling of Financial Decision Support Systems.** *Joint Proceedings of the BIR 2015 Workshops and Doctoral Consortium co-located with 14th International Conference on Perspectives in Business Informatics Research*: 148-155; ISSN: 1613-0073; Vol-1420

Mokslo tyrimų rezultatų publikavimas

2 metai:

- | | |
|----|--|
| 4. | Marius Liutvinavicius, Virgilijus Sakalauskas, Dalia Kriksciuniene. Multicriteria modelling of financial markets efficiency. <i>Data analysis methods for software systems : 7th International Workshop: [abstracts book]</i> , Druskininkai, Lithuania, December 3-5, 2015. [Vilnius], 2015. ISBN 978-9986-680-58-1. |
| 5. | Marius Liutvinavicius, Jelena Zubova, Virgilijus Sakalauskas. Financial crisis prediction: behavioural finance approach for stock market forecasting. <i>Proceedings of Fourth International Symposium in Computational Economics and Finance</i> ; April 14-16, 2016. |
| 6. | Marius Liutvinavicius, Jelena Zubova, Virgilijus Sakalauskas. Finansų rinkų prognozavimas remiantis investuotojų nuotaikų indikatoriumi. <i>Informacinė visuomenė ir universitetinės studijos (IVUS 2016)</i> . Konferencijos pranešimų medžiaga. ISSN 2029-249X. |

Mokslo tyrimų rezultatų publikavimas

3 metai:

7. Marius Liutvinavicius, Jelena Zubova, Olga Kurasova. **Parallel computing for dimensionality reduction.** Information and Software Technologies, p. 230-241, ISBN 978-3-319-46254-7, Springer-Verlag (2016).
8. Marius Liutvinavicius, Virgilijus Sakalauskas, Dalia Kriksciuniene. **Anomaly detection in financial markets using investors sentiment indicator.** *Data analysis methods for software systems : 8th International Workshop: [abstracts book]*, Druskininkai, Lithuania, December 3-5, 2015. [Vilnius], 2015. ISBN 978-9986-680-58-1.
9. Marius Liutvinavicius, Jelena Zubova, Olga Kurasova. **Dimensionality reduction for financial data visualization.** *Informacinė visuomenė ir universitetinės studijos (IVUS 2017)*. Konferencijos pranešimų medžiaga. ISSN 2029-249X.

Straipsniai žurnaluose

Marius Liutvinavicius, Virgilijus Sakalauskas, Jelena Zubova. **Behavioural Economics Approach: Using Investors Sentiment Indicator for Financial Markets Forecasting.** *Baltic J. Modern Computing*, Vol. 5 (2017), No. 3, 275-294.



Impact factor 0.475 (2016)

Marius Liutvinavicius, Jelena Zubova, Olga Kurasova. **Dimensionality reduction methods: the comparison of speed and accuracy.** *Information Technology and Control* [In press].



Dalyvavimas konferencijose

	Nr.	Konferencija	Data
1 metai	1.	XX tarpuniversitetinė magistrantų ir doktorantų konferencija „Informacinės technologijos 2015“. Kaunas, Lietuva	2015-04-26
	2.	14th International Conference on Perspectives in Business Informatics Research (BIR 2015): Doctoral Consortium. Tartu, Estija	2015-08-26
2 metai	3.	7th International Workshop “Data analysis methods for software systems”. Druskininkai, Lietuva	2015-12-03
	4.	Fourth International Symposium in Computational Economics and Finance (ISCEF 2016). Paryžius, Prancūzija	2016-04-14
	5.	Informacinė visuomenė ir universitetinės studijos (IVUS 2016). Kaunas, Lietuva	2016-04-28
3 metai	6.	The 22 nd International Conference on Information and Software Technologies (ICIST 2016). Druskininkai, Lietuva	2016-10-14
	7.	8th International Workshop “Data analysis methods for software systems”. Druskininkai, Lietuva	2016-12-03
	8.	Informacinė visuomenė ir universitetinės studijos (IVUS 2017). Kaunas, Lietuva	2017-04-28
	9.	Kompiuterininkų dienos – 2017, Kaunas, Lietuva	2017-09-22

Kita veikla

	Veikla	Data
1.	Paraiškos rengimas projektui „BIGDAM“ pagal Europos komisijos kvietimą H2020-MSCA-RISE-2015	2015-04-28
2.	Konferencijos „IT2015“ organizavimas: organizacinio komiteto narys, leidinio techninis redaktorius, sekcijos sekretorius	2015-04-24
3.	Aukštųjų mokyklų mugė Kėdainių Šviesiojoje gimnazijoje. Pranešimas "Kaip prisijaukinti specialybes, kurioms priklauso ateitis?"	2015-04-10
4.	Studijų savaitė Kauno Maironio gimnazijoje. Pranešimas: „Verslo informatika ir finansų informatika“	2015-03-19
5.	Bakalauro darbų, mokslinių straipsnių recenzavimas	2015-05
6.	Bakalauro darbų vadovas	2016-2017
7.	Kauno Santaros gimnazijos VU karjeros dienos „Karjeros laiptai“. Pranešimas „Dirbtinis intelektas – žmonijos ateitis“.	2015-12-02
8.	„Karjeros diena“ Kauno Saulės gimnazijoje. Pranešimas „Dirbtinis intelektas – žmonijos ateitis“.	2016-02-27
9.	„Karjeros dienos“ Ugnės Karvelis gimnazijoje. Pranešimas „Informatikas – ateities profesija“.	2016-03-10
10.	Dalyvavimas vasaros mokykloje <i>5th GESIS Summer School in Survey Methodology</i> . Kiolnas, Vokietija. Klausytas kursas: Introduction to Data Analysis Using R.	2016-08
11.	Dalyvavimas tarptautiniame projekte „Europinis kaštų monitoringo ir sveikatos priežiūros kokybės gerinimo tinklas“ („European Network for cost containment and improved quality of health care“), finansuojamame Europos šalių mokslo ir technologijų bendradarbiavimo programos COST.	2016-2020 m.
12.	Dėstomi studijų dalykai: Kompiuterių architektūra ir Risk management in the financial markets	2016-2017

Disertacijos rengimo planas

Eil. Nr.	Etaipo pavadinimas	Planuota atlikimo data	Pastabos
1.	Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė	2016.03	Įvykdyta
2.	Disertacijos pirmosios (teorinės) dalies darbinio varianto parengimas	2016.09	Įvykdyta
3.	Tyrimo metodikos sudarymas	2016.09	Įvykdyta
4.	Pirmojo straipsnio pateikimas spaudai	2017.09	Įvykdyta
5.	Disertacijos antrosios (analitinės) dalies darbinio varianto parengimas	2017.03	Įvykdyta
6.	Antrojo straipsnio pateikimas spaudai	2018.05	Įvykdyta
7.	Disertacijos trečiosios (rezultatų) dalies parengimas, išvadų parengimas	2017.12	Vykdoma
8.	Galutinis atskirų daktaro disertacijos dalių (tyrimo metodikos, rezultatų, ginamų teiginių, išvadų, ir kt.) parengimas	2018.03	Vykdoma
9.	Daktaro disertacijos gynimas	2018.09	

Tikslas



Darbo tikslas - integruojant intelektinės didelių duomenų analizės ir daugiakriterinio modeliavimo metodus sukurti naujus kiekybinio vertinimo rodiklius bei intelektinius modelius, skirtus anomalinių situacijų prognozavimui bei investavimo rizikos vertinimui.

Tyrimo objektas

Tyrimo objektas – finansų rinkų anomalijos ir jas lemiantys veiksniai



Tikslas – įvertinti riziką, nustatyti ją lemiančius veiksnius, modeliuoti poveikio priemonių įtaką

Problema – kaip pagerinti finansų rinkų anomalijų identifikavimo efektyvumą

Tyrimų sritys: skaičiuojamoji ekonomika, sistemų dinamika, elgsenos finansai

Uždaviniai

- Iširti išskirtinių finansinių situacijų eksperimentinių tyrimų metodologiją, **išanalizuoti dinaminių sistemų modeliavimo metodus naudojamus finansų rinkų mechanizmams** tirti bei atlikti modelių pritaikymą kompiuteriniam situacijų simuliacijai.
- Iširti **investavimo riziką lemiančių *racionalių* bei *iracionalių* veiksnių poveikį** profesionalaus ir neprofesionalaus investavimo atvejais. Atlikti skirtingų tipų faktorių **integravimo į daugiakriterines sprendimų paramos sistemas** tyrimus.
- Išanalizuoti investicinio sprendimo priėmimo procesą investicinės aplinkos rizikos įvertinimo bei investuotojo lūkesčių ir rizikos tolerancijos nustatymo aspektais bei **pasiūlyti originalius rodiklius ir metodus rinkų efektyvumui bei investavimo rizikai vertinti.**
- Įvertinti rinkos naujienų, įvairiose media ar socialiniuose tinkluose **skelbiamos informacijos įtaką** finansų rinkų stabilumui ir integruoti atitinkamą poveikį į rinkų efektyvumo identifikavimo modelius. Pritaikyti didelių duomenų analizės metodus situacijų modeliavimui ir finansinių krizių prognozavimui.

ĮVADAS

1. SISTEMŲ MODELIAVIMO METODAI

- 1.1 Sistemų modeliavimo metodologijos
 - 1.1.2 Metamodeliavimas
 - 1.1.3 Procesų ervė ir elementarus valdymo ciklas
- 1.2. Modeliavimo metodai
 - 1.2.1. Sprendimo priėmimo modeliavimas
 - 1.2.2. Valdomos sistemos procesų imitacinis modeliavimas
 - 1.2.2.1. Imitacinis procesų modeliavimas
 - 1.2.2.2. Sistemų dinamika (priežastinių kilpų ir srautų-talpų diagramos)
 - 1.2.2.3. Objektinis sistemų modeliavimas (UML diagramos)
 - 1.2.3 Tikslų ir rizikos modeliavimas

2. DUOMENŲ ANALIZĖS METODAI

- 2.1. Daugiamačių duomenų projekcijos metodai
- 2.2. Neuroninių tinklų taikymas duomenų analizei
 - 2.2.1. Duomenų vizualizavimas ir analizė naudojant SOM
 - 2.2.1.1. Vizualizavimas naudojant Viscovery Somine
 - 2.2.1.2. Vizualizavimas naudojant Matlab
 - 2.2.1.3. SOM ir Sammon metodų junginys
 - 2.2.2. Perceptroninis neuroninis tinklas
- 2.3. Klasterizavimo metodai
- 2.4. Daugiapakopė duomenų analizė ir vizualizavimas

3. PROGRAMINĖS ĮRANGOS ANALIZĖ

- 3.1 Sistemų modeliavimo ir procesų imitavimo programinė įranga
- 3.2. Didelių duomenų analizei skirtos programinės įrangos analizė

4. INVESTAVIMO RIZIKĄ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ TYRIMAI

- 4.1. Veiksnių, įtakančių kaupimo fonduose efektyvumą, tyrimas
- 4.2 Daugiakriterinis ilgalaikių taupymo priemonių pasirinkimo modelis
- 4.3 Dinaminis investavimo procesų imitavimas ir investavimo strategijų tyrimas
- 4.4. Finansų rinkų prognozavimas remiantis investuotojų nuotaikų indikatoriumi
 - 4.4.1 Finansų krizių prognozavimo metodų apžvalga
 - 4.4.2 Finansiniai ir nuotaikų indikatoriai anomalijų prognozavimui
 - 4.4.3 Nuotaikų indikatoriaus taikymo metodologija
 - 4.4.4 Anomalijų prognozavimo ir nuotaikų indikatoriumi paremtų investavimo strategijų tyrimo rezultatai

LITERATŪRA

Sistemų
modeliavimo
metodai

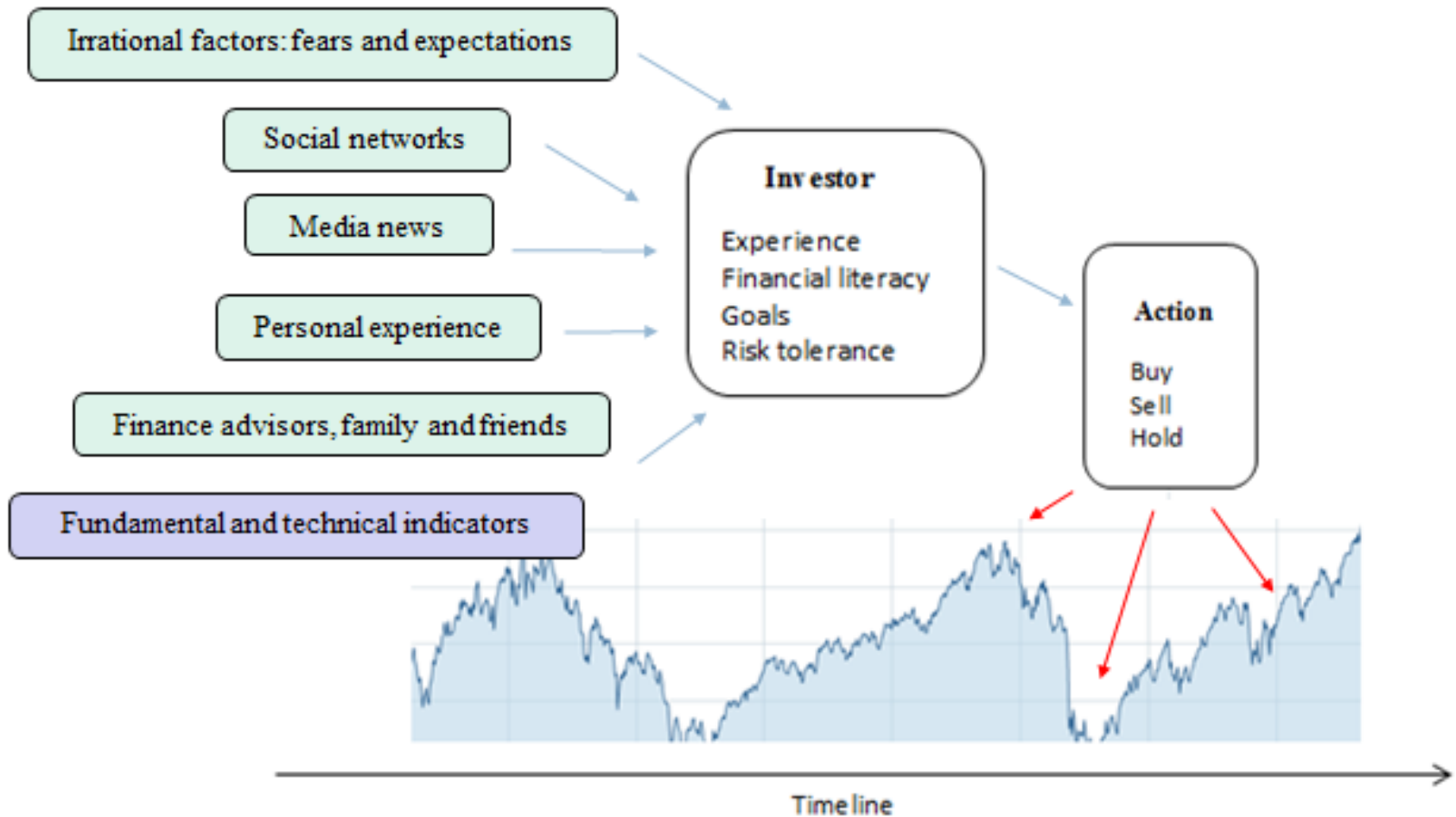
Duomenų
analizės
metodai

Programinė
įranga

Riziką ir
anomalijas
lemiantys
veiksniai

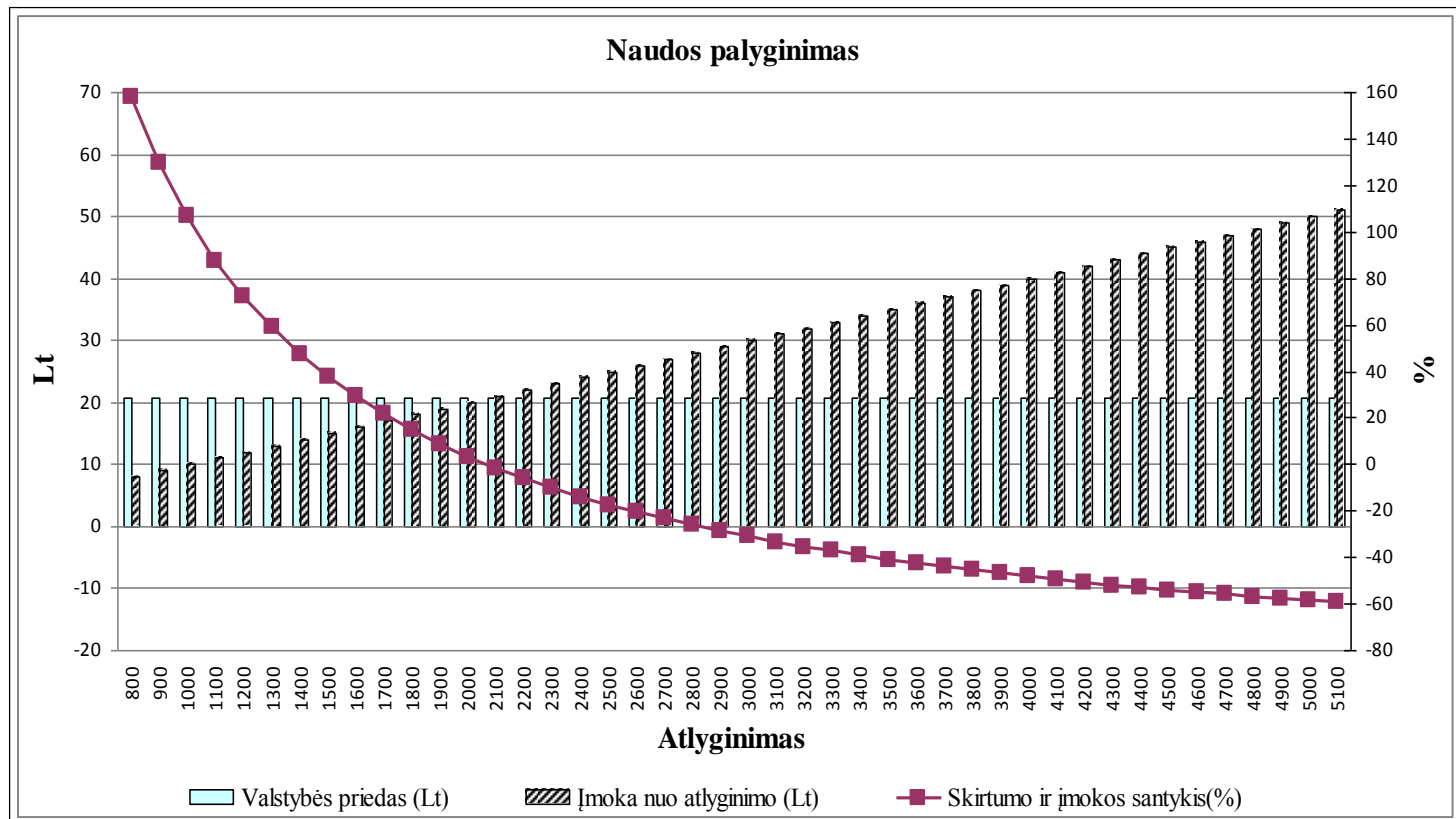
Įrankio
prototipas

Veiksniai lemiantys sprendimus



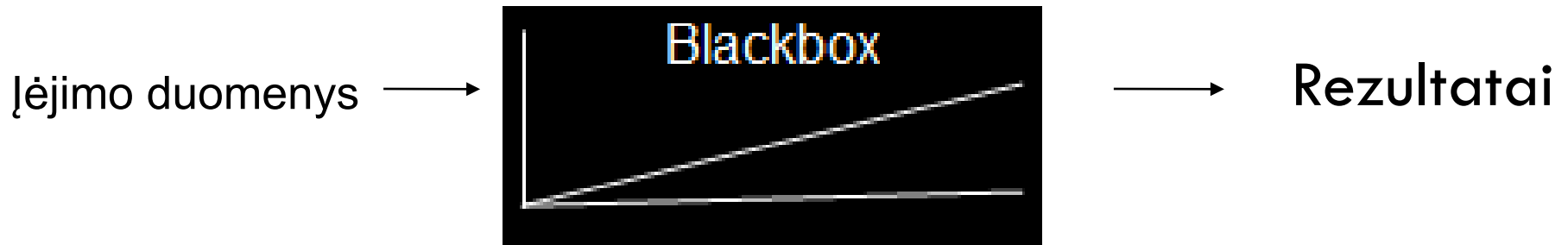
Investavimo efektyvumą lemiančių veiksnių tyrimai

2012 metais atliktas **veiksnių, turinčių įtakos kaupimo privačiuose pensijų fonduose efektyvumui, tyrimas**. Sukurta speciali skaičiuoklė, kurios pagalba nustatyta kaupimo trukmės, įmokų dydžio, mokesčių, investicijų grąžos įtaka sukauptai sumai.

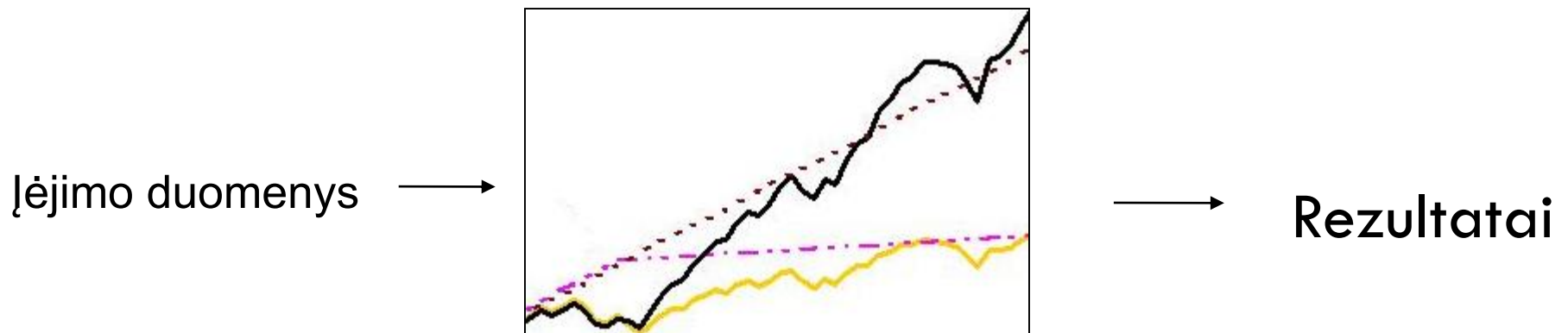


Dinaminis investavimo proceso imitavimas ir investavimo strategijų tyrimas

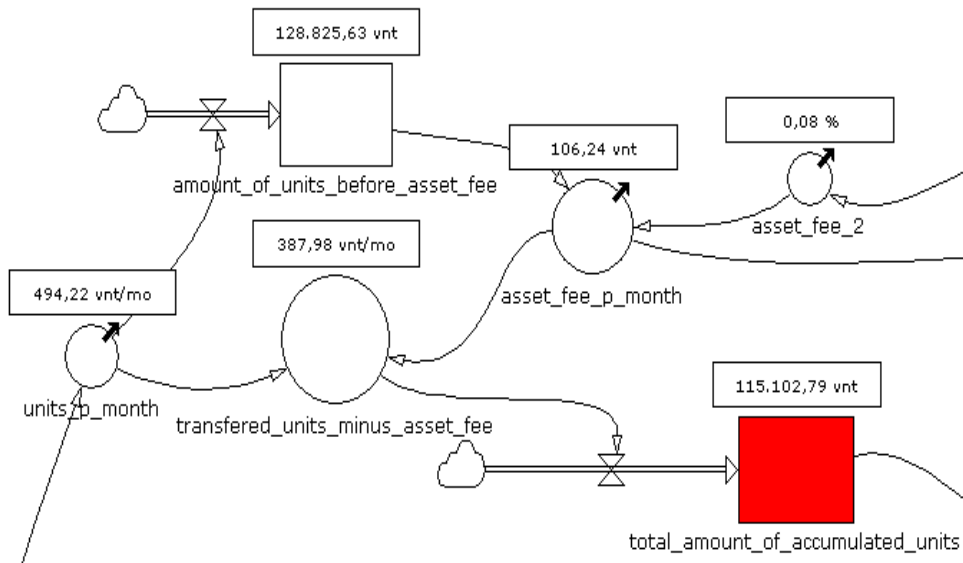
□ Tradicinės skaičiuoklės:



□ Sistemų dinamika:

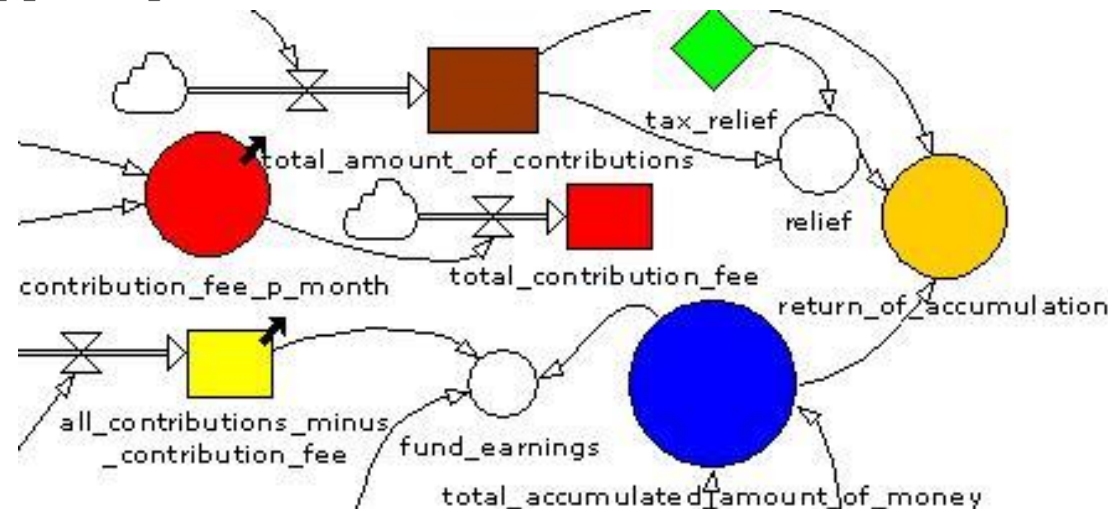


Investavimo į fondus modelis relizuotas Powersim aplinkoje



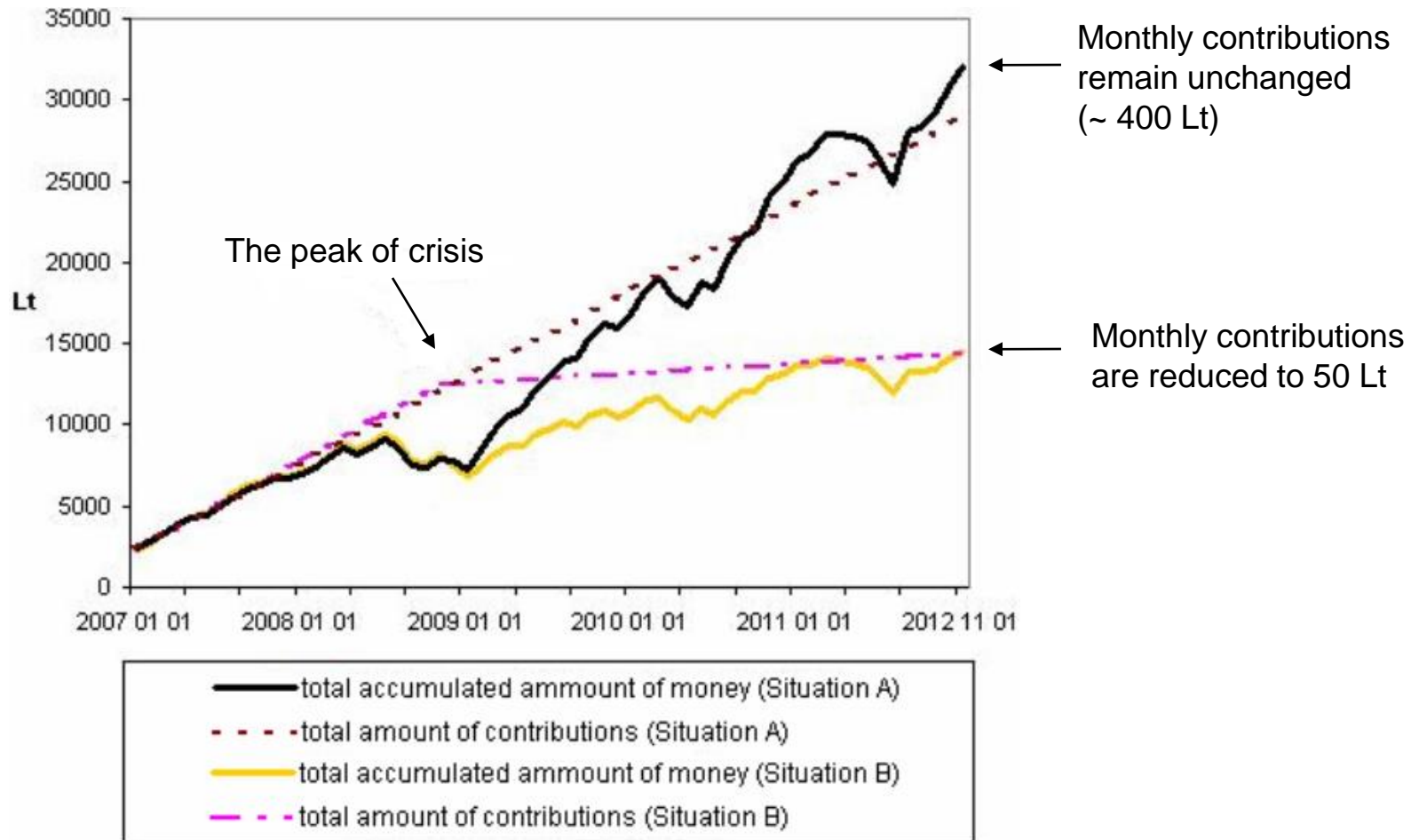
Kitame etape nuo tradicinių skaičiuoklių pereita prie dinaminio realių procesų imitavimo.

Powersim programine įranga sumodeliuotas investavimo į fondus procesas bei atlikti jo įvairių investavimo strategijų tyrimai.



Situacijų modeliavimas ir analizė

20



Anomolinių situacijų prognozavimas

I kartos modeliai

- Pirmosios kartos valiutų krizių prognozavimo modeliai rėmėsi **fundamentaliais ekonomikos rodikliais ir spekuliacijų tikimybe**. Pagrindinis dėmesys buvo skiriamas ilgo laikotarpio pusiausvyros taškų nustatymui, fiskaliniam deficitui ir monetarinei politikai. Šie modeliai valiutų krizes aiškino prastomis vidaus makroekonominėmis sąlygomis bei pabrėžė ryšį tarp spekuliacinių atakų užsienio valiutų biržose ir makroekonominių rodiklių. *G. Tularam and B. Subramanian (2013)*

II kartos modeliai

- Antrosios kartos modeliai buvo papildyti **savaime išsipildančių lūkesčių komponente**. Buvo daroma prielaida, kad investuotojų lūkesčiai gali iššaukti valiutų krizes. *V. Bucevska (2011)*

III kartos modeliai

- Trečiosios kartos modeliai **apjungė žemus ekonominius rodiklius su prastais bankinio sektoriaus rodikliais**. Dėl šios priežasties trečios kartos modeliai dar vadinami „dvigubos krizės“: bankų ir valiutų krizės modeliais. *Thangjam Rajeshwar, Singh (2010)*

IV kartos modeliai

- G. Tularam ir B. Subramanian (2013) išskyrė 4 krizių prognozavimo modelių kartas. Pasak jų Krugmano (2001) pasiūlytas modelis gali būti priskirtas ketvirtai kartai. Tai jau ne vien valiutų krizių prognozavimo, bet bendresnis modelis, kuriame **vertybinių popierių kainos vaidina pagrindinę rolę**. Šios grupės modeliai **įvertina ekonominį ir finansinį reguliavimą, akcininkų teises, sistemos skaidrumą ir priežiūros lygį, politinius ir sociologinius faktorius**. Naujaisi ankstyvo krizių prognozavimo modeliai remiasi dideliu kiekiu indikatorių, skirtų matuoti pažeidžiamumą viešajame, finansų, įmonių bei namų ūkių sektoriuose. *Stijn Claessens, M. Ayhan Kose (2013)*

Indikatorių tyrimai

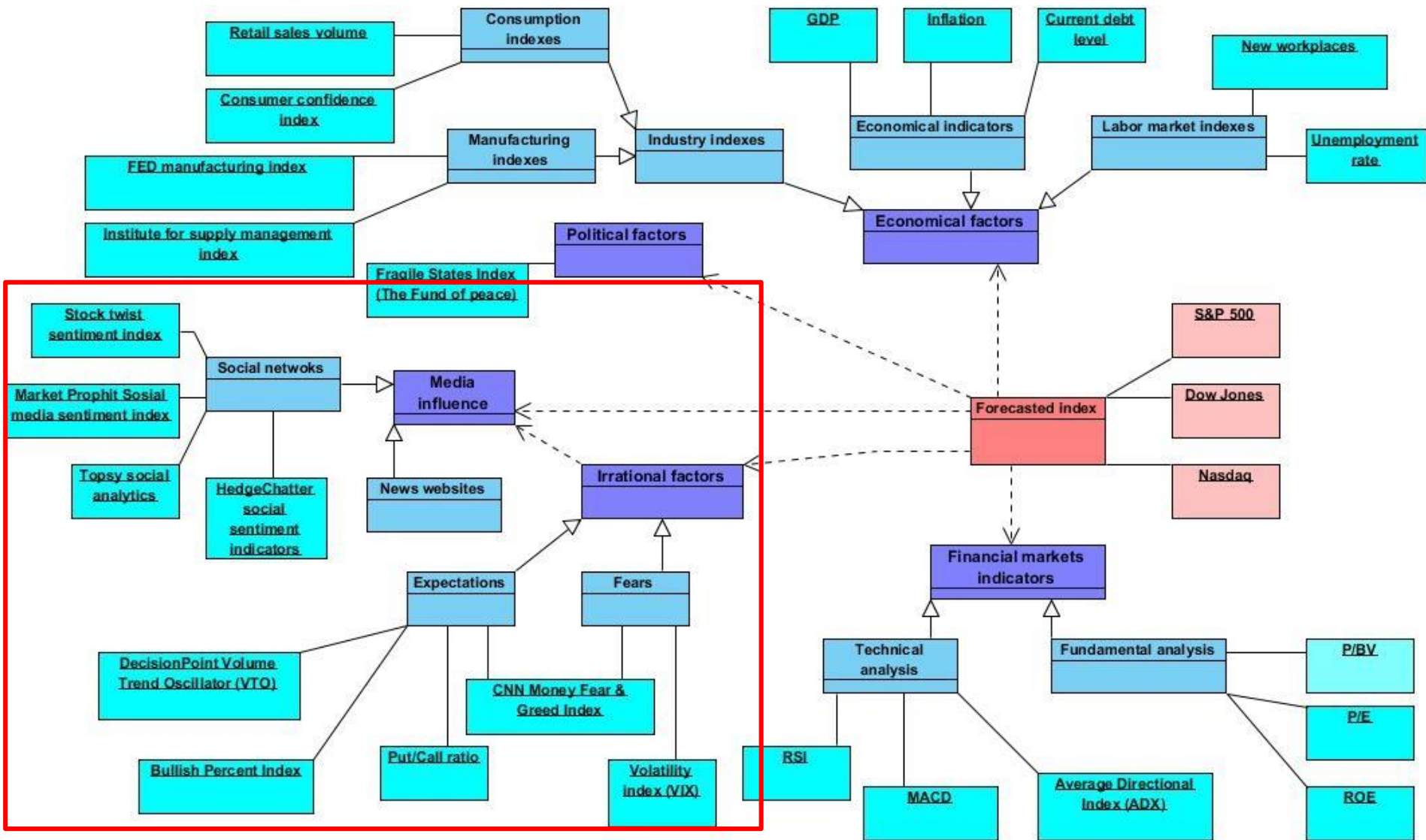
Ekonominiai ir finansiniai indikatoriai:

Kaminsky et al. (1998), V. Bucevska (2011), R. Mariano (2002), G. Tularam and B. Subramanian (2013), Shen, G.C. and Jia, W.Y. (2014), Liu and Lindholm (2006)

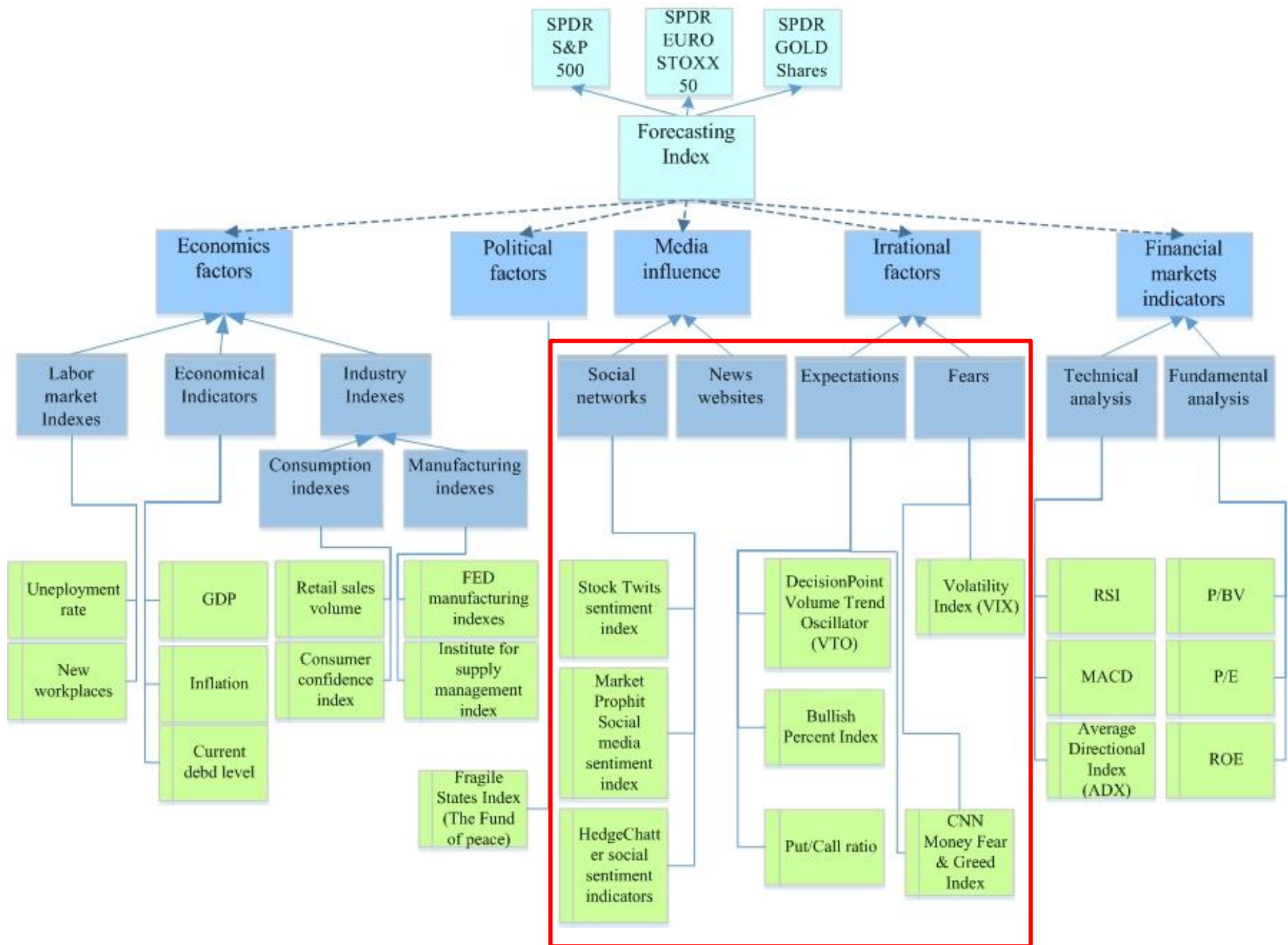
Investuotojų nuotaikų indikatoriai

G. Ranco et al. (2015), P. Houlihan ir G. G. Creame (2014), Bollen et al. (2010), I. Bordino (2012), L. Kristoufek (2013)

Faktoriai veikiančys investavimo riziką



Publikacija: Marius Liutvinavicius, Virgilijus Sakalauskas, Dalia Kriksciuniene. **Multicriteria modelling of financial markets efficiency**. *Data analysis methods for software systems : 7th International Workshop: [abstracts book]*, Druskininkai, Lithuania, December 3-5, 2014. [Vilnius], 2015.



Nuotaikų indikatoriai

Tradiciniai techninės analizės indikatoriai

- MACD
- Average directional index (ADX)
- Put/Call ratio
- RSI

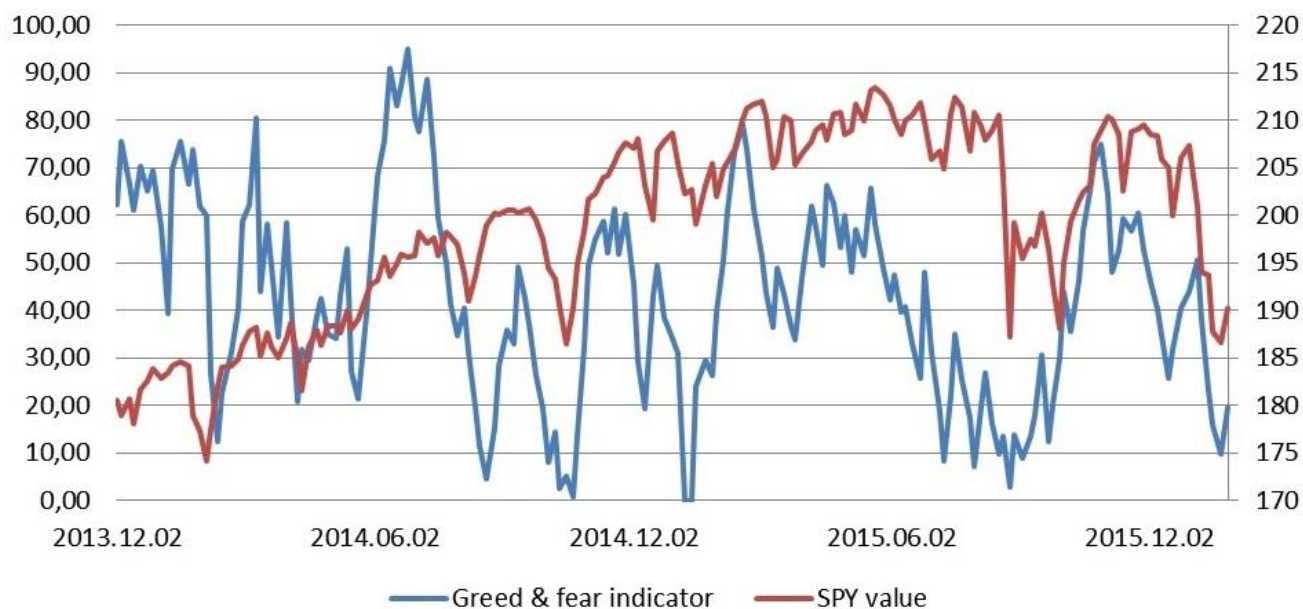
Lūkesčių ir baimės indikatoriai

- CNN Money Fear and greed index
- ISE sentiment index
- Decision Point Volume Point Ascillator (VTO)
- Volatility index (VIX)
- Bullish percent index

Socialinių tinklų sentimentų indikatoriai

- Stock twits sentiment index
- Market prophet social media sentiment index
- HedgeChatter social sentiment indicators

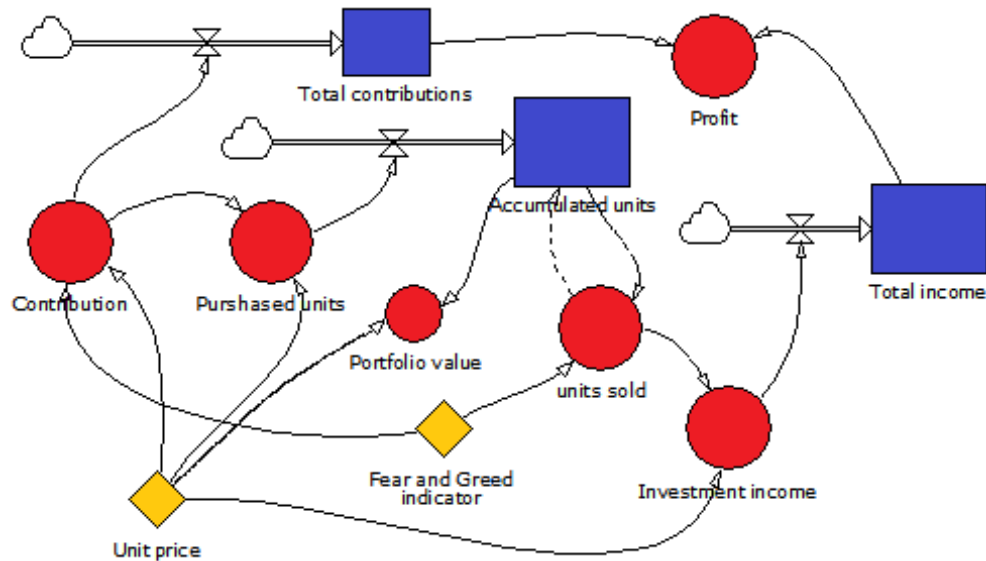
Sentimentų indikatoriaus vs. S&P500 indeksas



Indeksas sudarytas iš:

- VIX indekso;
- Indekso S&P 500 vertės palyginus su 125 dienų slenkančio vidurkio reikšme;
- santykio tarp Niujorko biržos akcijų, kurių kainą viršija 52 savaičių aukštumas, ir tų, kurios pasiekė žemumas;
- put/call santykio;
- santykio tarp kylančių ir krintančių akcijų;
- skirtumo tarp akcijų ir obligacijų pelningumo;
- skirtumo tarp investicinį reitingą turinčių obligacijų gražos ir "šiukšlinių" obligacijų gražos.

Investavimo į ETF simuliavimas



$Nupirkti\ vienetai = \text{Įmoka} / \text{Vieneto\ vertė}$

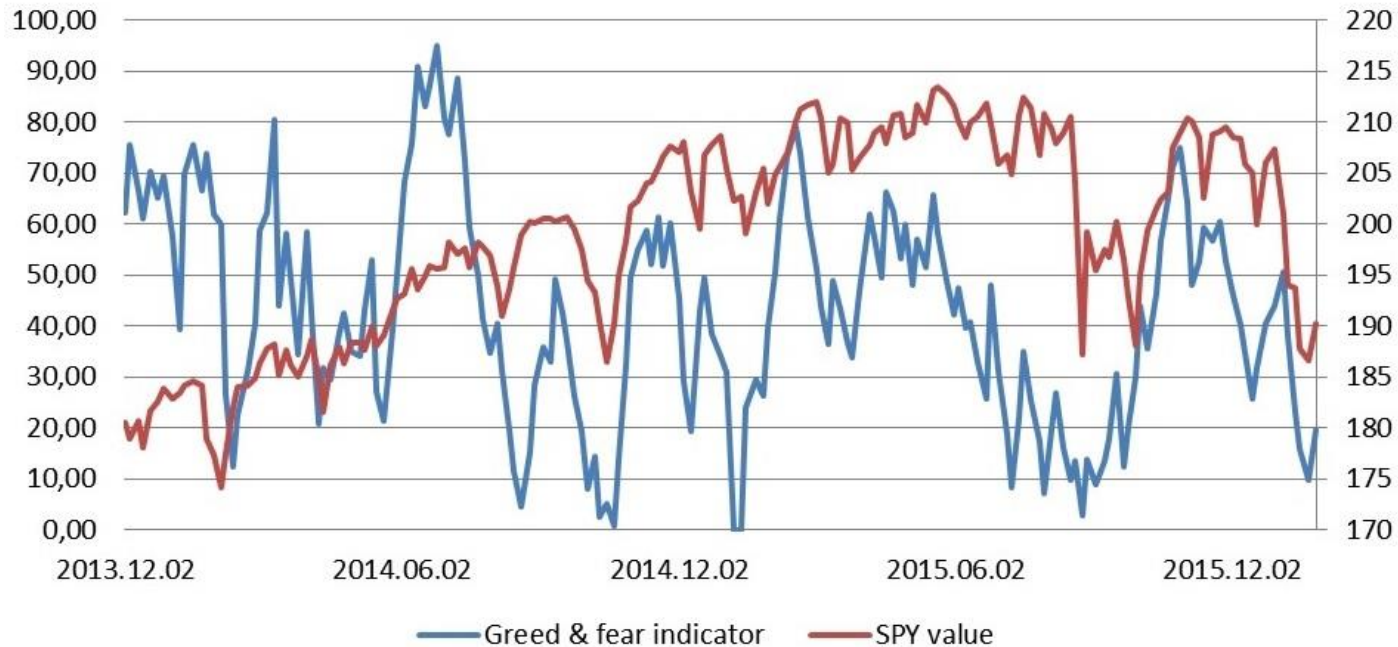
$Sukaupti\ vienetai_t = Sukaupti\ vienetai_{t-1} + Nupirkti\ vienetai_t - Parduoti\ vienetai_t$

$Portfolio\ vertė = Sukaupti\ vienetai \times \text{Vieneto\ kaina}$

$Investavimo\ pajamos = Parduoti\ vienetai \times \text{Vieneto\ kaina}$

$Pelnas = \text{Visos investavimo pajamos} - \text{Visos įmokos}$

Simuliavimo parametrai

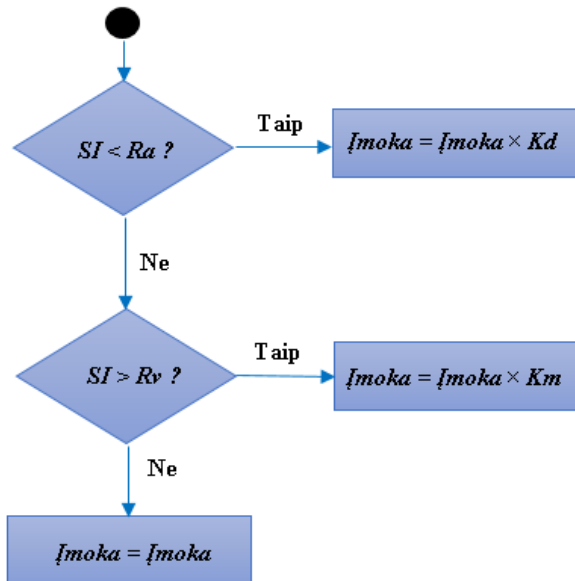
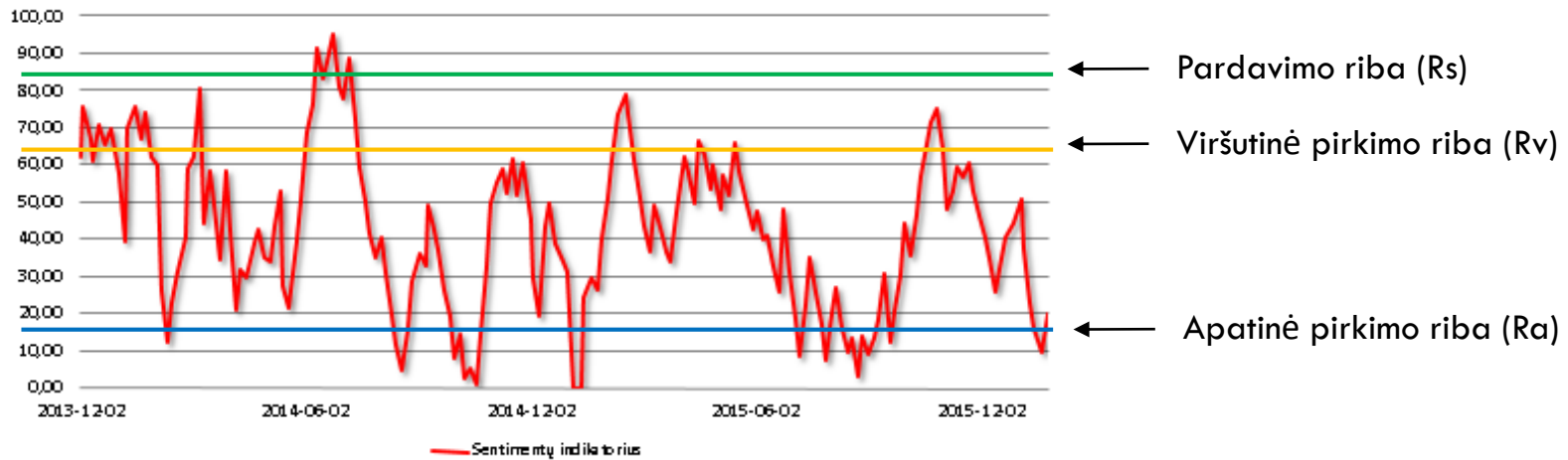


Investuojama į biržoje kotiruojamus fondus (ETF).

Investavimo laikotarpis – 2 metai (nuo 2014 m. sausio mėn. iki 2016 m. sausio mėn.).

Standartinis periodinės įmokos dydis – 100 EUR.

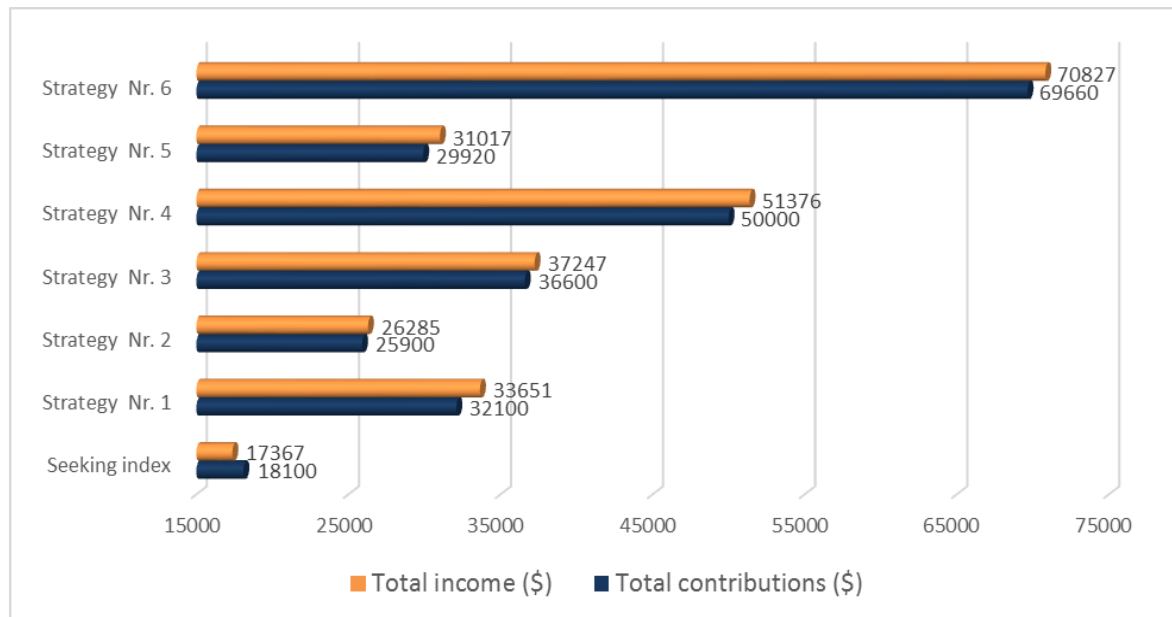
Indikatoriaus naudojimo metodika



	Rs	Kd	Ra	Km	Rv
Strategija Nr. 1	60	50	5	0	55
Strategija Nr. 2	50	10	10	0,5	60
Strategija Nr. 3	65	20	10	0,2	65
Strategija Nr. 4	70	30	10	1	70
Strategija Nr. 5	55	40	5	0,1	60
Strategija Nr. 6	65	20	20	0,2	50

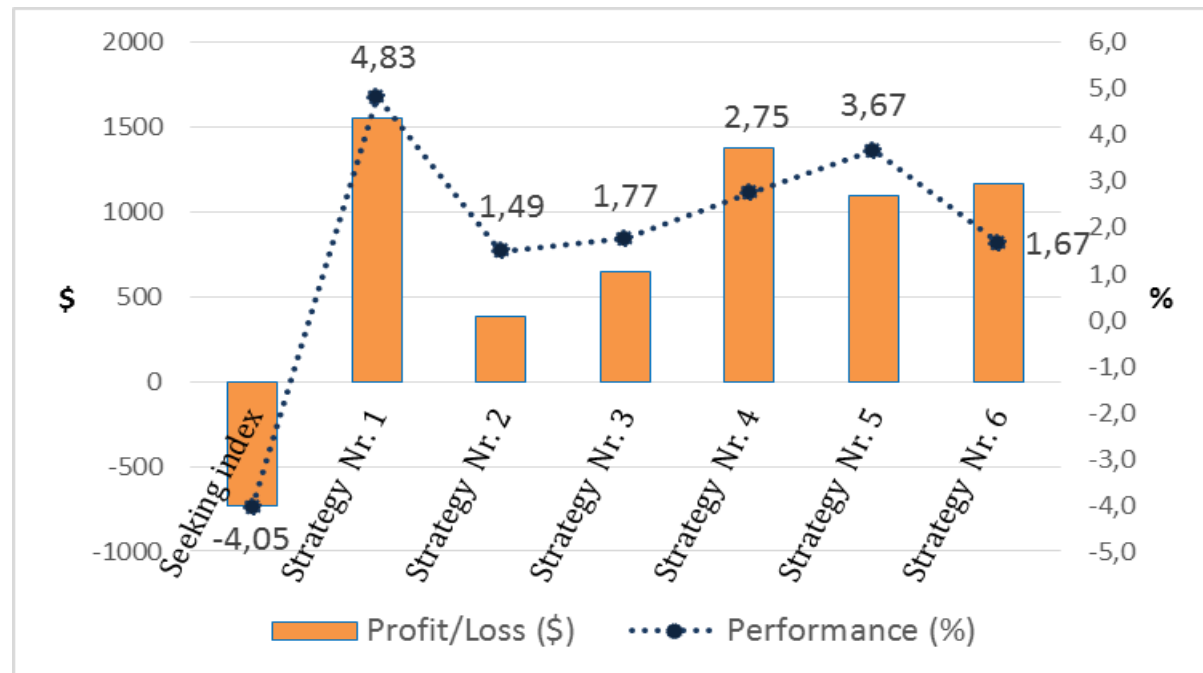
Investavimo į SPDR S&P 500 simuliacijos rezultatai

	Rs	Kd	Ra	Km	Rv
Strategija Nr. 1	60	50	5	0	55
Strategija Nr. 2	50	10	10	0,5	60
Strategija Nr. 3	65	20	10	0,2	65
Strategija Nr. 4	70	30	10	1	70
Strategija Nr. 5	55	40	5	0,1	60
Strategija Nr. 6	65	20	20	0,2	50

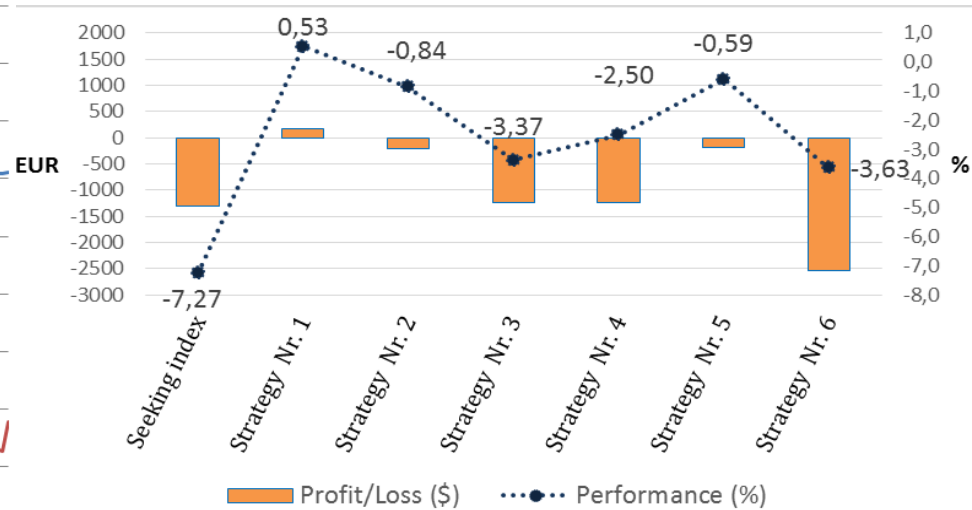
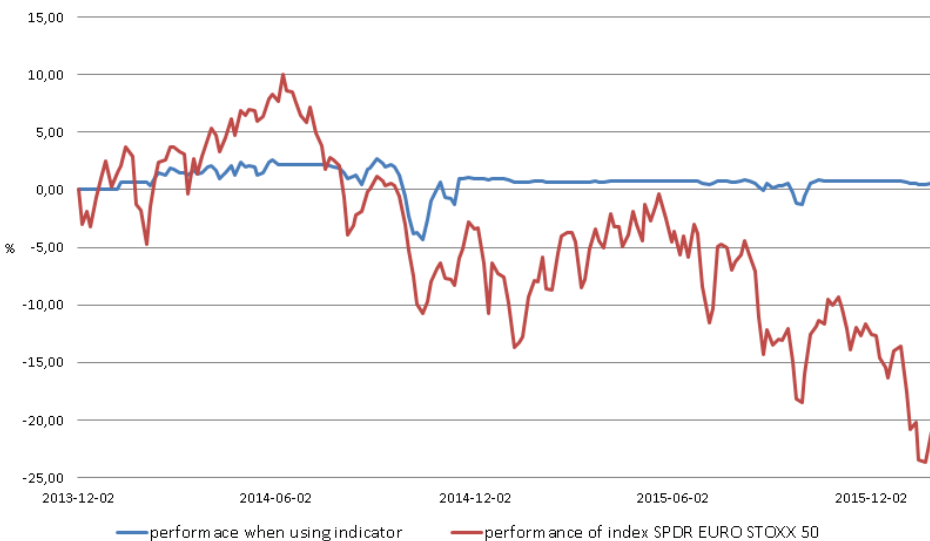
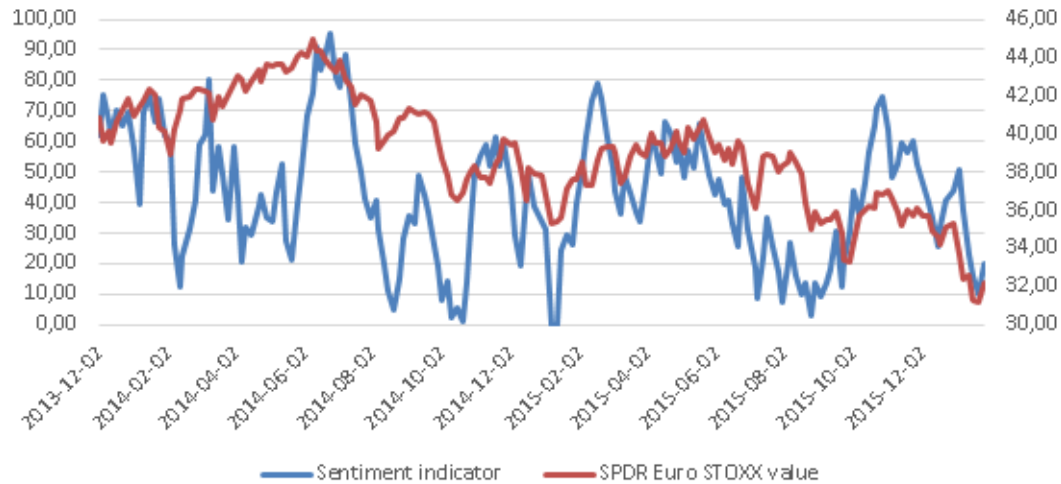


Investavimo į SPDR S&P 500 simuliacijos rezultatai

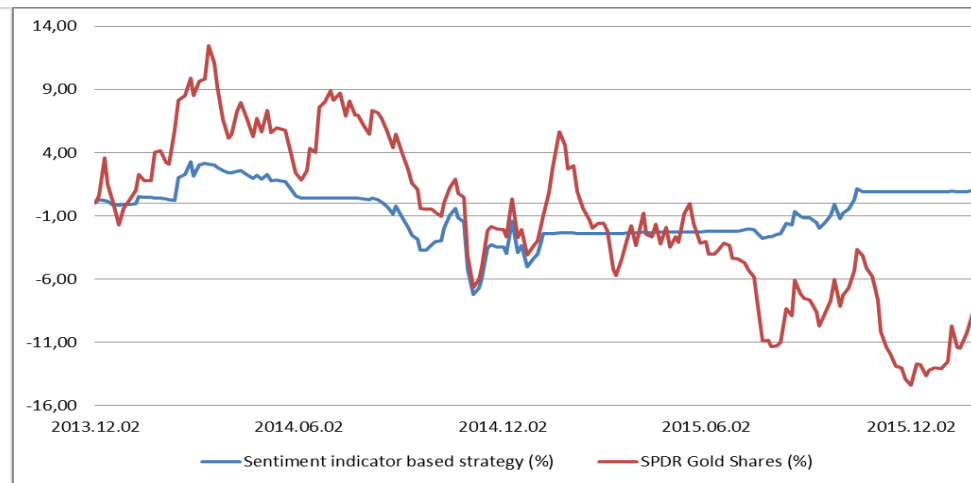
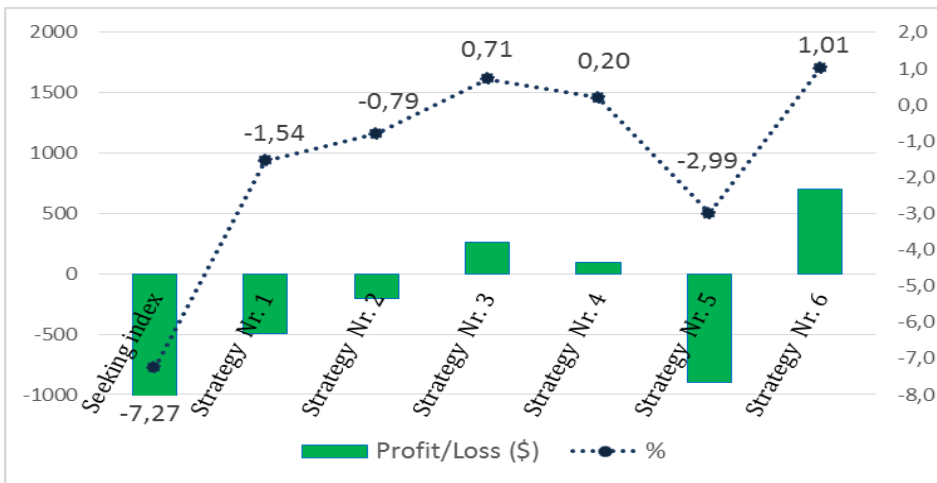
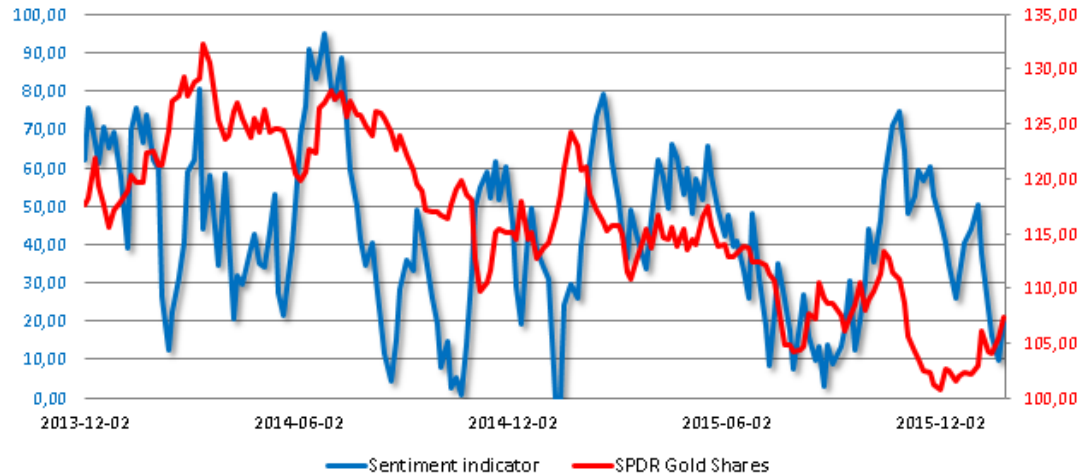
	Rs	Kd	Ra	Km	Rv
Strategija Nr. 1	60	50	5	0	55
Strategija Nr. 2	50	10	10	0,5	60
Strategija Nr. 3	65	20	10	0,2	65
Strategija Nr. 4	70	30	10	1	70
Strategija Nr. 5	55	40	5	0,1	60
Strategija Nr. 6	65	20	20	0,2	50



Case study of investing to SPDR Euro STOXX 50



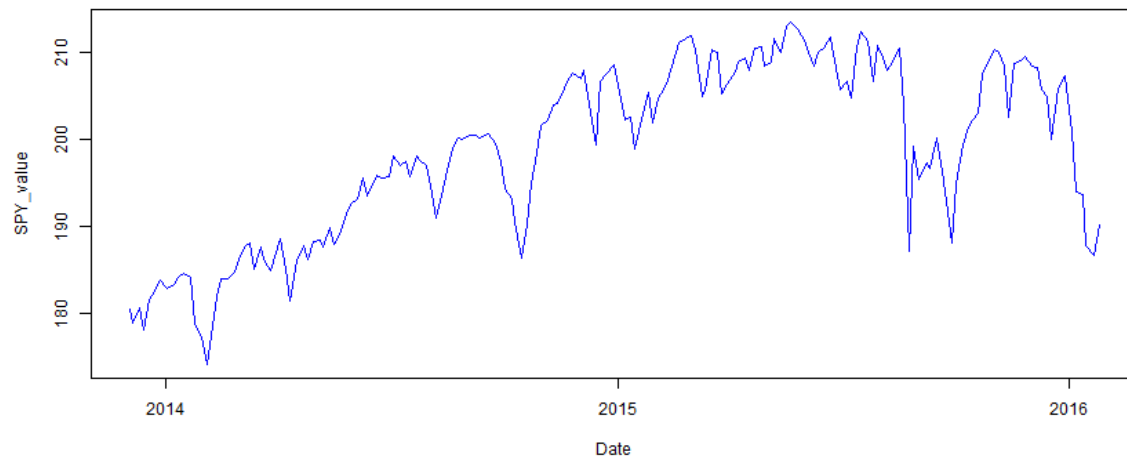
Case study of investing to SPDR Gold Shares



Tikslas - prototipas realizuotas su R Shiny

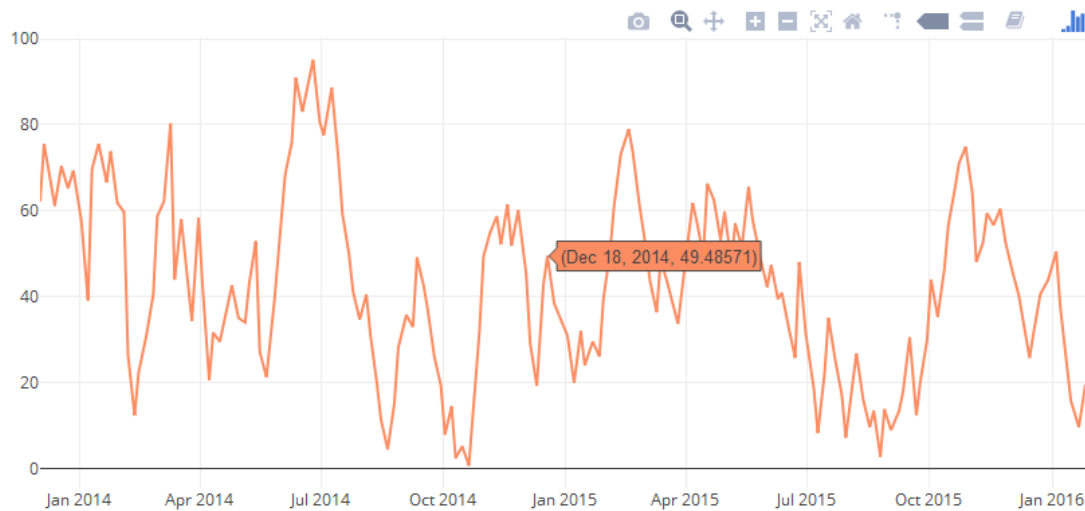
Pasirinkite fondą

SPY_value



Pasirinkite sentimentų indikatorių

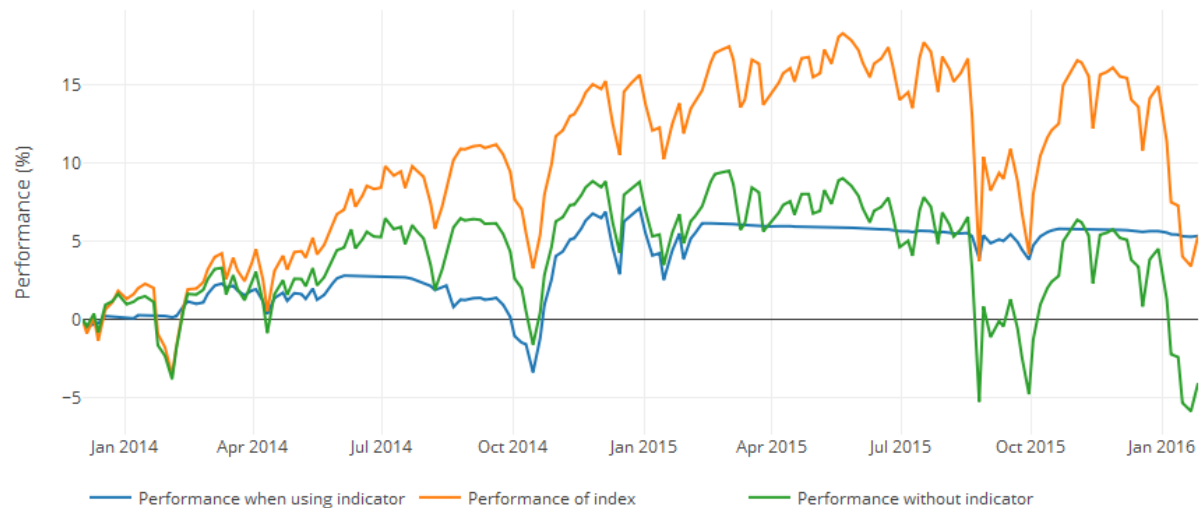
Sentimentu_indikatorius



Tikslas - prototipas realizuotas su R Shiny



Name	Value
Standartinis įmokos dydis	100
Apatinė riba	5
Viršutinė riba	55
Įmoka didinama x kartų peržengus apatinę ribą	70
Įmoka mažinama x kartų peržengus viršutinę ribą	0.1
Riba, kurią peržengus investicijos parduodamos:	65





Daugiakriterinis finansų rinkų efektyvumo dinamikos modeliavimas

3 METŲ ATASKAITA

Dokt. Marius Liutvinavičius

Vadovas: prof. Virgilijus Sakalauskas

2017-10-25

Informatikos inžinerija (07 T)