



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO FAKULTETAS

Raminta Benetytė

**INVESTICIJŲ Į TECHNOLOGINES INOVACIJAS RIZIKOS VERTINIMAS,
TAIKANT TREMANIO DIRBTINĮ NEURONINĮ TINKLĄ**

MAGISTRO DARBAS

Darbo vadovas prof. dr. Rytis Krušinskas

KAUNAS 2016

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO FAKULTETAS**

**INVESTICIJŲ Į TECHNOLOGINES INOVACIJAS RIZIKOS VERTINIMAS,
TAIKANT TREMANIO DIRBTINĮ NEURONINĮ TINKLĄ**

Finansai (621N30006)

MAGISTRO DARBAS

Darbą atliko:

VMF-4, Raminta Benetytė

2016 m. gegužės 9 d.

Vadovas

Prof. dr. Rytis Krušinskas

2016 m. gegužės 9 d.

Recenzentė

Doc. dr. Aušrinė Lakštutienė

2016 m. gegužės 9 d.



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Ekonomikos ir verslo fakultetas

(Fakultetas)

Raminta Benetytė

(Studento vardas, pavardė)

Finansai, 621N30006

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo magistro darbo „Investicijų į technologines inovacijas rizikos vertinimas, taikant Tremanio dirbtinį neuroninį tinklą“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 16 m. gegužės 9 d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano **Ramintos Benetytės** baigiamasis magistro darbas tema „Investicijų į technologines inovacijas rizikos vertinimas, taikant Tremanio dirbtinį neuroninį tinklą“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Benetytė, Raminta. Risk Assessment of Investments in Technological Innovations, Using Artificial Neural Network of Tremani. Master's Final Thesis in Finance / Supervisor prof. dr. Rytis Krušinskas. Department of Finance, the School of Economics and Business, Kaunas University of Technology.

Social Sciences: Management and Administration.

Keywords: Investments, Technological Innovations, Artificial Network.

Kaunas, 2016. 70 p.

SUMMARY

Scientists are increasingly exploring the innovation, the adaptation of their types, classification, also opportunity of applications, methods of assessment, the advantages and disadvantages. More scientific research appear, which emphasizes that the development of the Member States is based on innovation, because only it promotes the social, technological and economic development, to ensure the sustainability of such development. Businessmen also agree that the traditional factors of production based on economic growth are no longer a long-lasting, high quality, and satisfying the needs of the market. Both sides unequivocally agree that high productivity can only guarantee long-term and sustainable investments in innovation, because only in this way can be a comprehensive modernisation of the production, provision of services, the development of new and improved products, manufactured to enhance their competitiveness. However, despite the fact that corporate executives are aware that only the changes in the use of knowledge-based companies and the latest is the basis for the economic growth of the country, a source of productivity gains, not all companies are investing in innovation due the high risk. Lack of detailed, summary investigations, what are the risk factors hinder innovation in upgrades, what smart solutions can be applied to management of these factors and how to implement them. Therefore, this research aims to contribute to the work of researchers, with the emphasis on the importance of investment in innovation, but along the corporate executives by providing one of the more modern variants for risk management.

The purpose of the work – to create and test the risk assessment model of strategic investment in technological innovations based on artificial neural network operation principle.

The object of the work is the risk of strategic investment in technological innovation.

Tasks of work:

1. To analyse the risk features and benefit of strategic investment in technological innovation.
2. To investigate the risk evaluation models of investment.
3. To develop a methodology for strategic investments in technological innovations risk assessment.
4. To test developed model for assessing the risk of investment in technological innovations in Lithuania.

Working methods: applied methods of logical, systematic, comparison and grouping information. Level of risk assessed investment in innovation Tremani taken by artificial neural network, which was created in the Netherlands in 2007. The Netherlands was the largest by 2015 the third level of technological innovation with the world's State according to the Networks readiness index. Model can find strong relationships between the data and the greater the quantity of data and the obscurity between data input and output, the more useful it is. The software is used to prepare a modern technology. The model is a sandwich consisting of the input, hidden and output neurons.

In Chapter 1 the work results show that the companies making improvements to techniques and developing a new, more modern facilities, could achieve the productivity of work and capacity utilisation. This results in greater competitiveness and confidence in the business. However, there are internal and external risk factors of investment in innovation. Internal risk factors include financial, scientific-technical, manufacturing and company. External risk factors may be the market, economic, legal and ecological.

In Chapter 2 it has been identified three basic models for the assessment of the risk of the investment group. The models of behaviour in terms of risk management and risk management models in terms of the amount of risk, assess the risk of the investment project with instant in time, i.e., the risk shall be assessed, with certain historical data about the company, the market, the economy, and making certain assumptions about the future, in addition to the events occurring in connection with the project. However, the introduction of the investment project implementation and changes in certain parameters, the risk is seen again, using new indicators. In the meantime, the innovative models of risk management enable the risk of rolling assessments very nebulous situation, adding new parameters for the risk, however, in the light of the experience gained. Can be assessed in advance by several options, what will be done with one and another will be different, if risk factors or contingency risk parameters as a whole will appear.

In Chapter 3 it has been described the model of artificial neural network of Tremani. According to this model were calculated risks. Each model is presented in detail in the development, testing and adaptation phase, risk factors translated into concrete actions.

In Chapter 4 it has been created artificial neural network model specially adapted for strategic investment in technological innovation for the effective management of risk. Artificial neural network model of the yield of the test results showed that the model is suitable for predictions. In order to predict the level of risk of an investment by 2016, at the time of the survey identified as indicators for the setup of the fifth loan, macro-economic data entry group. The projected 2016 the level of risk of an investment can reach 0.712. The result shows that investing in innovation by 2016 is sufficiently risky.

TURINYS

ĮVADAS.....	8
1. INVESTICIJŲ Į TECHNOLOGINES INOVACIJAS NAUDOS IR RIZIKOS VERTINIMAS.....	9
1.1. Investicijų į technologines inovacijas vertinimas indeksų palyginimo kontekste.....	9
1.2. Investicijų į technologines inovacijas vertinimas naudos atžvilgiu	12
1.2. Investicijų į technologines inovacijas rizikos veiksniai	15
2. INVESTICIJŲ Į TECHNOLOGINES INOVACIJAS RIZIKOS VERTINIMO MODELIAI	19
2.1. Rizikos vertinimo modeliai elgsenos požiūriu	19
2.2. Rizikos vertinimo modeliai rizikos dydžio nustatymo požiūriu.....	26
2.3. Inovatyvūs rizikos vertinimo modeliai	29
2.4. Modelių palyginimas	36
3. INVESTICIJŲ Į TECHNOLOGINES INOVACIJAS RIZIKOS VERTINIMO METODOLOGIJA	40
4. INVESTICIJŲ Į TECHNOLOGINES INOVACIJAS RIZIKOS VERTINIMAS LIETUVOJE.....	44
4.1. Dirbtinio neuroninio tinklo apmokymas įvertinti investicijų į technologines inovacijas riziką..	44
4.3. Investicijų į technologines inovacijas rizikos vertinimas 2016 m. Lietuvoje, taikant dirbtinio neuroninio tinklo modelį	54
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	65
LITERATŪRA	67

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Investicijų į inovacijas rizikos veiksniai.....	15
2 lentelė. Vidiniai investicijų į inovacijas rizikos veiksniai.....	16
3 lentelė. Išoriniai investicijų į inovacijas rizikos veiksniai.....	17
4 lentelė. Dirbtinio neuroninio tinklo pirmosios įvesties reikšmės (kai rizika yra).....	51
5 lentelė. Dirbtinio neuroninio tinklo antrosios įvesties reikšmės (kai rizikos nėra).....	52
6 lentelė. Testiniai rizikingi makro rodiklių duomenys.....	53
7 lentelė. Testiniai nerizikingi makro rodiklių duomenys.....	53
8 lentelė. Dirbtinio neuroninio tinklo išvesties rezultatai.....	54
9 lentelė. Esminių makro rodiklių prognoziniai duomenys.....	56
10 lentelė. Dirbtinio neuroninio tinklo išvesties rezultatai po penktosios duomenų įvesties.....	57
11 lentelė. Įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas grynojo pelningumo kontekste.....	59
12 lentelė. Įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas bendrojo pelningumo kontekste.....	60
13 lentelė. Įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas nepaskirstyto pelno ir įsipareigojimų kontekste.....	62

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas. Pasaulinio inovacijų indekso dinamika 2013-2015 m.....	10
2 paveikslas. Tinklų pasirengimo indekso dinamika 2013-2015 m.....	11
3 paveikslas. Inovacijų skirstymas.....	13
4 paveikslas. Technologinių inovacijų klasifikavimas.....	14
5 paveikslas. Investavimo į technologines inovacijas nauda.....	14
6 paveikslas. Modelio, pagrįsto ekspertiniu vertinimu, ypatybės.....	20
7 paveikslas. Ekspertiniu vertinimu grįsto modelio sudarymo ir pritaikymo procesas.....	21
8 paveikslas. Jautrumo analizės modelio veikimo principas.....	22
9 paveikslas. Jautrumo analizės modelio privalumai ir trūkumai.....	23
10 paveikslas. Lūžio analizės modelio privalumai ir trūkumai.....	24
11 paveikslas. Sprendimų medžių analizės modelio sudarymo eiga.....	25
12 paveikslas. Scenarijų analizės modelio sudarymo schema.....	26
13 paveikslas. Nediskontuotų metodų kompleksinio modelio sudarymo procesas.....	27
14 paveikslas. Nediskontuotų metodų kompleksinio modelio privalumai ir trūkumai.....	27
15 paveikslas. Diskontuotų metodų kompleksinio rizikos vertinimo modelio sudarymas.....	29
16 paveikslas. Dirbtinio neuroninio tinklo pritaikymo galimybės.....	32
17 paveikslas. Trijų sluoksnių dirbtinis neuroninis tinklas.....	32
18 paveikslas. Dirbtinio neurono sandara.....	33
19 paveikslas. (Ne) Tiesioginio sklidimo dirbtinio neuroninio tinklo ypatybės.....	34
20 paveikslas. Dirbtinio neuroninio tinklo sudarymo etapai.....	35
21 paveikslas. Atgalinio ryšio taikymas daugiasluoksniame dirbtiniame neuroniniame tinkle.....	35
22 paveikslas. Investicijų rizikos vertinimo modelių grupės.....	37
23 paveikslas. Rizikos vertinimo modeliai elgsenos požiūriu.....	37
24 paveikslas. Rizikos vertinimo modeliai rizikos dydžio nustatymo požiūriu.....	38
25 paveikslas. Inovatyvūs rizikos vertinimo modeliai.....	39
26 paveikslas. Tremano dirbtinio neuroninio tinklo rizikos atpažinimo schema.....	42
27 paveikslas. Rizikos vertinimo modelio sudarymo ir testavimo eiga.....	43
28 paveikslas. Dirbtinio neuroninio tinklo algoritmas po pirmosios duomenų įvesties.....	51
29 paveikslas. Apklaustųjų pasidalinimas pagal sektorius.....	55
30 paveikslas. Apklaustųjų pasidalinimas pagal investicijas į technologines inovacijas.....	55
31 paveikslas. Apklaustųjų pasidalinimas pagal žinojimą apie dirbtinį neuroninį tinklą.....	56
32 paveikslas. Lietuvos verslo įmonių grynojo pelningumo dinamika 2006-2015 m., proc.....	58
33 paveikslas. Lietuvos verslo įmonių bendrojo pelningumo dinamika 2005-2015 m., proc.....	60
34 paveikslas. Lietuvos verslo įmonių nepaskirstyto pelno dinamika 2006-2015 m., proc.....	61
35 paveikslas. Lietuvos verslo įmonių įsipareigojimų dinamika 2005-2015 m., proc.....	62

IVADAS

Vis daugiau mokslininkų tiria inovacijas, jų tipus, klasifikavimą, pritaikymo sritis, vertinimo metodus, privalumus ir trūkumus, rizikingumą. Vis daugiau atsiranda mokslinių straipsnių, kuriuose pabrėžiama, kad valstybių vystymosi pagrindas yra inovacijos, nes jos skatina socialinę, technologinę ir ekonominę plėtotę, užtikrina tokios plėtos tvarumą. Ne tik mokslinių publikacijų autoriai, bet ir verslininkai sutinka, kad tradiciniais gamybos veiksniais paremtas ekonominis augimas nebėra ilgalaikis, kokybiškas ir patenkinantis rinkos poreikius. Abi pusės vienareikšmiškai sutaria, kad didelį produktyvumą gali garantuoti tik ilgalaikės ir tvarios investicijos į inovacijas, nes tik tokiu būdu galima įvairiapusiškai modernizuoti gamybą, paslaugų teikimą, kurti naujus bei tobulinti gaminamus produktus, didinti jų konkurencingumą. Tačiau nepaisant to, jog įmonių vadovai žino, kad tik produktyvios, konkurencingos, kokybiškus produktus gaminančios ir rinkos poreikius patenkinančios bendrovės sudaro pagrindą ekonomikai augti, ne visos įmonės investuoja į inovacijas dėl per didelės rizikos. Pasigendama išsamių, apibendrintų tyrimų, kokie rizikos veiksniai trukdo inovacijų plėtojimai, kokie modernūs sprendimai galėtų būti taikomi šių veiksnių suvaldymui ir kaip juos pritaikyti. Todėl šiuo tyrimu siekiama prisidėti prie mokslininkų darbų, pabrėžiant investicijų į inovacijas svarbą, tačiau kartu įmonių vadovams pateikiant vieną iš modernesnių sprendimų variantų efektyvesniam investicijų į inovacijas rizikos valdymui – Tremanio dirbtinį neuroninį tinklą.

Darbo tikslas. Sukurti ir išbandyti strateginių investicijų į technologines inovacijas rizikai vertinti skirtą modelį, pagrįstą dirbtinio neuroninio tinklo veikimo principu.

Darbo objektas. Strateginių investicijų į technologines inovacijas rizika.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti strateginių investicijų į technologines inovacijas naudą ir riziką.
2. Išnagrinėti investicijų rizikos vertinimo modelius.
3. Sukurti metodiką strateginių investicijų į technologines inovacijas rizikai vertinti.
4. Išbandyti sukurto rizikos vertinimo modelio taikomumą, vertinant riziką Lietuvoje 2016 m.

Darbo metodai. Investicijų į inovacijas rizikos lygiui įvertinti taikytas Tremanio dirbtinis neuroninis tinklas, kuris sukurtas Olandijoje 2007 m., naudojant modernias technologijas. Olandija 2015 m. buvo trečia didžiausią technologinių inovacijų lygį turinti pasaulio valstybė pagal Tinklų pasirengimo indeksą. Modelis gali rasti sudėtingus ryšius tarp duomenų ir kuo didesnis duomenų kiekis bei nežinomybė tarp duomenų įvesties ir išvesties, tuo naudingesnis jo taikymas. Modelis yra daugiasluoksnis, sudarytas iš įvesties, paslėptųjų ir išvesties neuronų. Taipogi taikyta loginė, sisteminė, palyginimo ir informacijos grupavimo metodai.

1. INVESTICIJŲ Į TECHNOLOGINES INOVACIJAS NAUDOS IR RIZIKOS VERTINIMAS

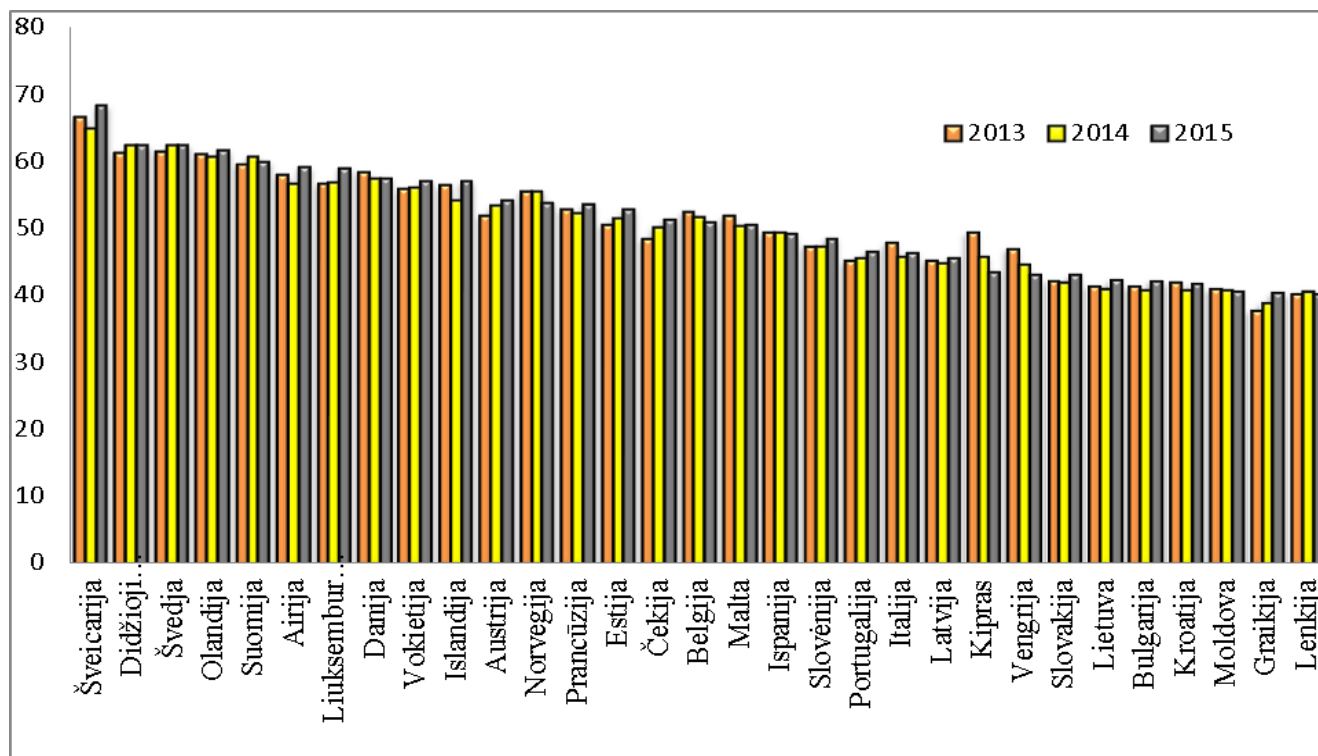
Investicijų į technologines inovacijas naudos ir rizikos vertinimo skyriuje yra analizuojama Pasaulinis inovacijų ir Tinklų pasirengimo indeksai, atliekama investicijų į inovacijas naudos ir rizikos analizė. Pagal indeksus tarpusavyje lyginamos valstybės, analizuojamas ryšys tarp inovacijų ir technologinių inovacijų, ir valstybės ekonomikos stiprumo. Pagal potencialią investicijų į inovacijas naudą ir riziką siekiama išsiaiškinti, kodėl verslo įmonėms ir valstybėms verta skirti ilgalaikes investicijas inovacijoms, kokios galimos grėsmės pasisekimo ir nesėkmės atvejais. Šiuo atveju turima omenyje, kad sėkmė įvardijama kaip inovacijos sukūrimas, diegimas arba pritaikymas, gaunant iš to pridėtinę naudą. Pridėtinė nauda gali būti sukuriama, patobulinus produktą, paslaugą ar procesą. Tai turi būti visuomenei tinkanti inovacija. Kai inovacija nėra visuomenei tinkanti ir nesukuriama pridėtinė vertė, investicinė grąža tampa neigiama. Todėl šiuo atveju, nepasisekimas apibrėžiamas kaip investicinių lėšų panaudojimas inovacijoms, tačiau pridėtinės vertės iš to negavimas. Identifikavus potencialią naudą ir riziką, nustatomi rizikos faktoriai, galintys kilti bet kurioje investavimo į technologines inovacijas fazėje, kalbant apie ilgalaikę perspektyvą.

1.1. Investicijų į technologines inovacijas vertinimas indeksų palyginimo kontekste

Rodiklių, kurie skirti matuoti inovacinės veiklos lygį, yra daug ir jie skaičiuojami įvairias būdais. Tačiau vienas svarbiausių indikatorių yra Pasaulinis inovacijų indeksas. Šiuo indeksu įvertinami skirtingi matmenys, kurie lemia šalies inovacijų lygį (Veugeler, 2016). Pagrindiniai veiksniai, kurie sąlygoja Pasaulinio inovacijų indekso dydį, yra investicijos, inovacijų produkcija, verslas, infrastruktūra, moksliniai tyrimai, eksperimentinė veikla, švietimas, įstatyminė bazė. Kuo aukštesnis indeksas, tuo šalyje didesnis ilgalaikis gamybos apimtys, produktyvumo ir darbo vietų augimas. Remiantis Pasauliniu inovacijų indeksu 2015 m. inovacijų lygis buvo įvertintas 141 pasaulio šalyse. Tai sudaro 95,1 proc. visų pasaulio gyventojų ir 98,6 proc. viso pasaulyje sukuriamo BVP.

1 paveiksle pavaizduota Pasaulinio inovacijų indekso dinamika 2013-2015 m. Europos Sąjungos šalių, kurios pateko į penkiasdešimt didžiausių inovacijos lygį turinčių valstybių sąrašą. Visu analizuotu 2013-2015 m. laikotarpiu inovacijų lyderė pagal Pasaulinį inovacijų indeksą buvo Šveicarija. 2013 m. Šveicarijos Pasaulinis inovacijų indeksas siekė 66,6, 2015 m. padidėjo iki 68,3. Tuo tarpu Lietuva 2013 m. buvusi keturiasdešimtojoje vietoje, 2014 m. trisdešimt devintojoje vietoje, 2015 m. pakilo viena pozicija aukščiau į trisdešimt aštuntą vietą ir Pasaulinis inovacijų indeksas pasiekė 42,3. Kitose Baltijos valstybėse Estijoje ir Latvijoje inovacijų lygis pagal šį indeksą buvo geresnis negu Lietuvoje. Estija 2013-2015 m. pakilo iš dvidešimt penktosios į dvidešimt trečiąją vietą,

kai Pasaulinis inovacijų indeksas pasiekė 52.8 lygį. Latvija išliko trisdešimt trečiojoje vietoje, tačiau vis tiek inovacijų lygis buvo didesnis negu Lietuvoje. 2015 m. Latvijos Pasaulinis inovacijų indeksas siekė 45,5. Lenkijos, palyginus su Baltijos šalimis, inovacijų lygis buvo žemiausias per visą analizuotą laikotarpį. 2013 m. Lenkijos Pasaulinis inovacijų indeksas siekė 40,1 ir valstybė buvo keturiasdešimt devintojoje vietoje. 2014 m. šios valstybės inovacijų indeksas padidėjo iki 40,6 ir Lenkija atsidūrė keturiasdešimt penktojoje vietoje. Tačiau 2015 m. inovacijų lygis Lenkijoje pagal Pasaulinį inovacijų indeksą sudarė tik 40,2 ir šalis užėmė tik keturiasdešimt šeštąją vietą.

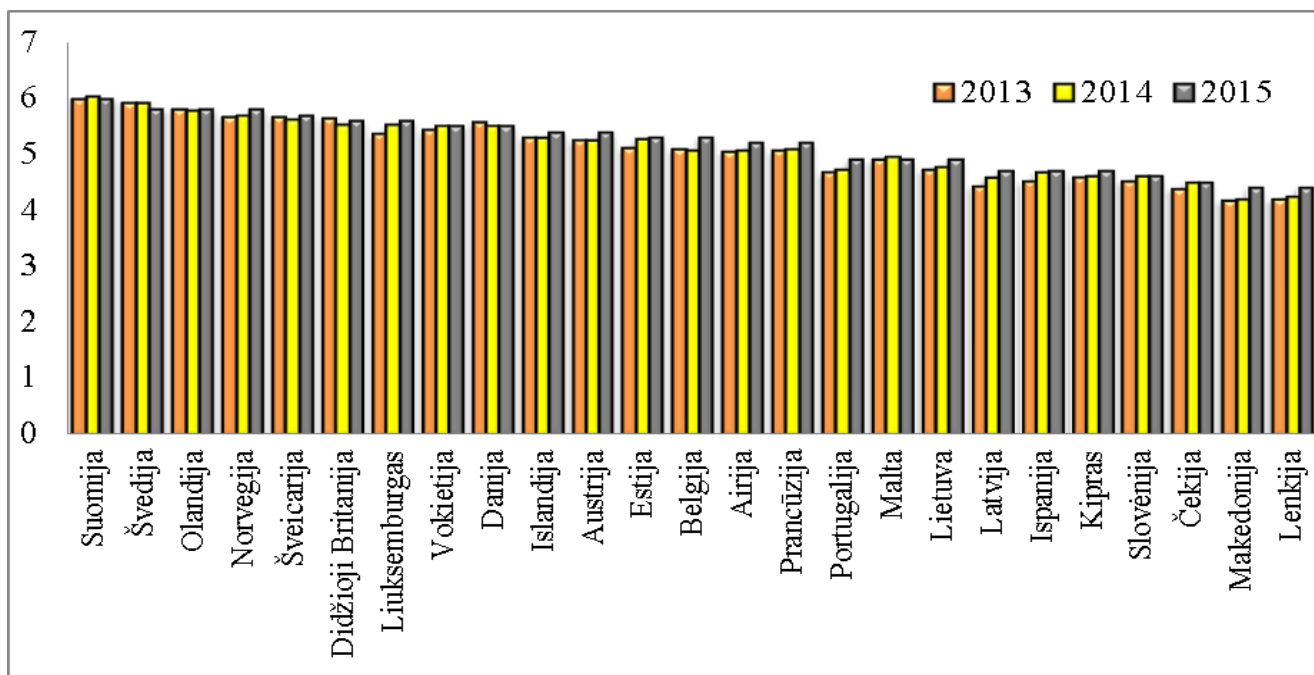


1 pav. Pasaulinio inovacijų indekso dinamika 2013-2015 m. (sudaryta pagal Global Innovation Index 2015 ataskaitą)

Reikšmingas inovacijų indeksas, parodantis technologinių inovacijų šalyje lygį, yra Tinklų pasirengimo indeksas. Pagrindiniai veiksniai, kurie sąlygoja Tinklų pasirengimo indekso dydį, yra verslo ir viešojo sektoriaus dalyvių pasirengimas naudoti informacijos ir ryšių technologijas, infrastruktūra, ekonominė, politinė, socialinė ir teisinė aplinka.

2 paveiksle pavaizduota Tinklų pasirengimo indekso dinamika 2013-2015 m. Europos Sąjungos šalių, kurios pateko į penkiasdešimt didžiausių informacijos ir ryšių technologinių inovacijų lygį turinčių valstybių sąrašą. Visu analizuotu 2013-2015 m. laikotarpiu informacijos ir ryšių technologinių inovacijų lyderė buvo Suomija. 2013 m. Suomijos Tinklų pasirengimo indeksas siekė 5,98, 2015 m. padidėjo iki 6,0. Tuo tarpu Lietuva 2013 m. buvo trisdešimt antrojoje vietoje, 2015 m. pakilo per vieną vietą aukščiau į trisdešimt pirmąją vietą ir Tinklų pasirengimo indeksas sudarė 4,9. Estijos

informacijos ir ryšių technologinių inovacijų lygis buvo geresnis negu Lietuvos visu 2013-2015 m. laikotarpiu. Tinklų pasirengimo indeksas 2013 m. Estijoje siekė 5,12, o 2015 m. 5,3 ir užėmė dvidešimt antrąją vietą. Latvijos Tinklų pasirengimo indeksas analizuotu laikotarpiu buvo mažesnis negu Lietuvos. 2013 m. informacijos ir ryšių technologinių inovacijų lygis siekė 4,43 ir Latvija užėmė keturiasdešimt pirmąją vietą. 2015 m. šis lygis pakilo iki 4,7 ir valstybė atsidūrė trisdešimt trečiojoje vietoje (žr. 4 priedą). Lenkijos, palyginus su Baltijos šalimis, informacijos ir ryšių technologinių inovacijų lygis per visą analizuotą laikotarpį buvo žemiausias. 2013 m. Lenkijos Tinklų pasirengimo indeksas siekė 4,19 ir buvo keturiasdešimt devintojoje vietoje. 2015 m. indeksas padidėjo iki 4,4, tačiau valstybė vis tiek užėmė penkiasdešimtąją vietą.



2 pav. Tinklų pasirengimo indekso dinamika 2013-2015 m. (sudaryta pagal Global Information Technology 2015 ataskaitą)

Taigi bendrą inovacijų lygį šalyje parodo Globalus inovacijų indeksas, o technologinių inovacijų lygį – Tinklų pasirengimo indeksas. Abu šie indeksai yra pripažinti, kaip vieni geriausiai šalies inovacijų būklę atspindintys indikatoriai. Analizuota Europos sąjungos valstybės, kurios 2015 m. pateko į penkiasdešimt didžiausių inovacijų lygį turinčių valstybių sąrašą. Šiame sąrašė pagal abu indeksus be Europos sąjungos valstybių buvo ir didelį inovacijų lygį turėjo Jungtinės Amerikos Valstijos, Singapūras, Kinija, Pietų Korėja, Naujoji Zelandija, Kanada, Japonija, Izraelis, Kinija, Malaizija. Mažesni inovacijų lygį turinčios valstybės, tačiau taip pat šiame sąrašė buvusios - Barbadosas, Saudo Arabija, Jungtiniai Arabų Emyratai, Rusija, Mauricijus, Kataras. 2015 m. pagal abu indeksus į pirmąjį trejetuką pateko vienintelė Švedija. Tai rodo, kad šioje šalyje tiek bendras inovacijų lygis, tiek technologinis inovacijų lygis yra labai aukštas. Pagal Globalų inovacijų indeksą aukščiausia

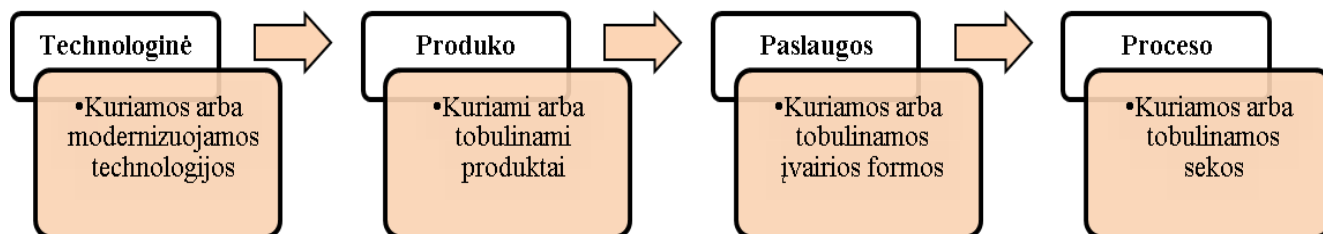
inovacijų lygį yra pasiekusi Šveicarija, o pagal technologinį – Suomija. Abu šios valstybės yra Europos sąjungos ir Euro zonos narės. Kitos pirmajame penketuke esančios ir aukštą bendrą inovacijų lygį turinčios valstybės yra Didžioji Britanija, Olandija ir Jungtinės Amerikos Valstijos, iš kurių Olandija yra viena iš penkių ir pagal technologinį inovacijų lygį. Aukštą technologinį lygį ir tarp penkių pirmaujančių valstybių technologinių inovacijų srityje yra Norvegija ir Šveicarija. Iš dešimt didžiausių technologinį inovacijų lygį turinčių valstybių aštuonios jų yra į pirmąją dešimtuką patenkančios ir pagal Pasaulinį inovacijų indeksą. Šios valstybės Šveicarija, Didžioji Britanija, Švedija, Olandija, Jungtinės Amerikos Valstijos, Suomija, Singapūras, Airija, Liuksemburgas, Danija. Pagal tai galima teigti, jog aukštas technologinių inovacijų lygis sąlygoja aukštą bendrą inovacijų lygį. Kuo aukštesnis technologinių inovacijų lygis, tuo sparčiau didėja bendras inovacijų lygis šalyje, todėl labai svarbu yra investuoti į technologines inovacijas.

1.2. Investicijų į technologines inovacijas vertinimas naudos atžvilgiu

Vis daugiau mokslininkų konstatuoja, jog tradiciniais gamybos veiksniais paremtas ekonominis augimas nebėra ilgalaikis. Ilguoju laikotarpiu didelį produktyvumą gali garantuoti tik strateginės (ilgalaikės ir tvarios) investicijos į inovacijas. Šiuo atveju strateginės investicijos apibrėžiamos kaip tęstinumą ir ilgalaikę pridėtinę vertę turinčios inovacijos. Inovacijos yra svarbus verslo plėtros veiksnys, leidžiantis pasiekti didelį veiklos produktyvumą, kas teikia galimybę įvairiapusiškai modernizuoti gamybą ir paslaugų teikimą, kurti naujus ar tobulinti jau gaminamus produktus. Tik kuriant ar tobulinant naujus produktus, paslaugas, galima išsaugoti ir didinti pačios įmonės konkurencingumą. Pažymima, jog konkurencingumas yra vienas iš svarbiausių verslo išsaugojimo ir plėtojimo veiksnių. Morio (2013) teigimu, kiekviena veikianti įmonė turi kokią nors konkurencinį pranašumą, nes kitaip ji negalėtų veikti ir teikti pajamas, pavyzdžiui, dydis, vieta, asortimentas, technologijos, klientai. Tačiau nepriklausomai nuo to, kokius pranašumus verslas turi šiandien, siekiant išlikti konkurencingoje rinkoje, būtina keistis. Autoriaus teigimu, inovacijos yra pagrindinis tvaraus konkurencinio pranašumo šaltinis.

Pati *inovacijos* sąvoka mokslinėje literatūroje interpretuojama skirtingai. Autorių (Popa ir Vlasceanu (2014)) teigimu, inovacijos yra technologinė veikla, sukurianti procesus, produktus ar paslaugas. Patobulinti procesai sąlygoja rinkai labiau priimtinius produktus, o šie didina verslo konkurencingumą. Mokslininkai (Morris (2013) ir Adamczyk (2012)) inovaciją sieja su naujomis technologijomis, produktais ir paslaugomis, tačiau nepamini procesų. Autoriaus nuomone, išsaugoti konkurencingumą galima technologijų modernizavimu, kadangi tai didina darbo produktyvumą ir produktų kokybę. Valentinavičius (2011) pastebi, jog inovacijos gali apimti naujas technologijas, idėjas, metodus, kuriuos pritaikius yra sukuriami nauji produktai ar paslaugos, o šiems pateikus į rinką,

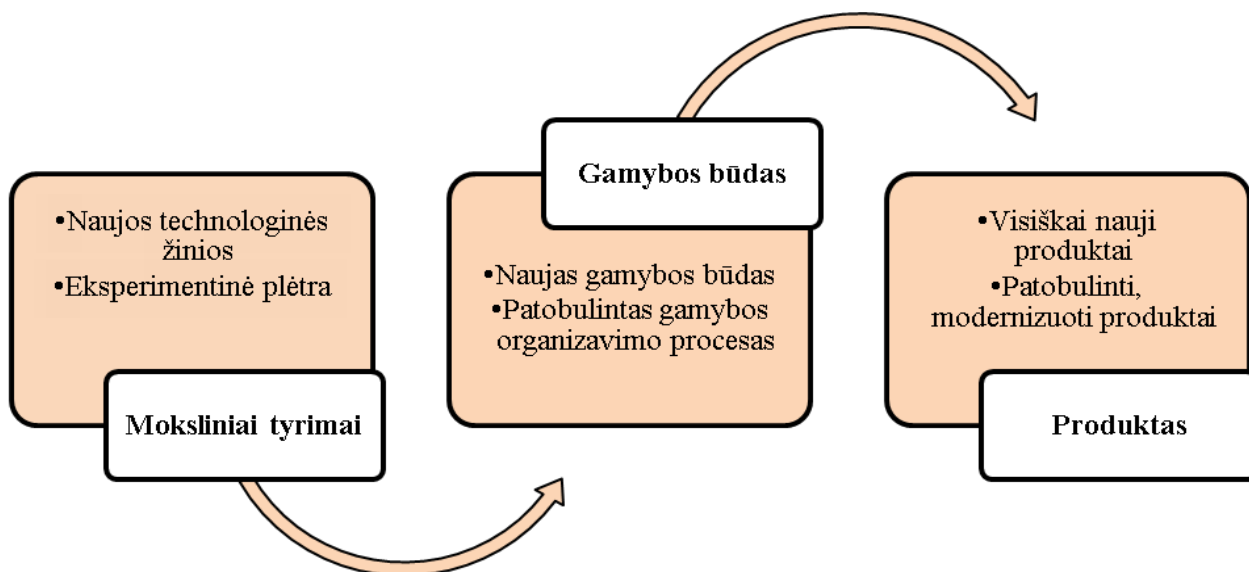
išauga verslo konkurencingumas. Nepaisant skirtingų autorių, jie inovaciją sieja su technologijomis, produktais ir paslaugomis. Taip pat visi autoriai (Popa ir Vlasceanu (2014), Morris (2013), Valentinavičius (2011)) sutinka, kad inovacija padeda išlaikyti verslo konkurencinį pranašumą rinkoje ir skatina verslo augimą. 3 paveiksle apibendrintai yra pateikta, kas gali būti inovacija, su kuo ji siejama pagal skirtingų autorių atliktus tyrimus.



3 pav. Inovacijų skirstymas (sudaryta pagal Popa, Vlasceanu (2014), Morris (2013), Valentinavičių (2011))

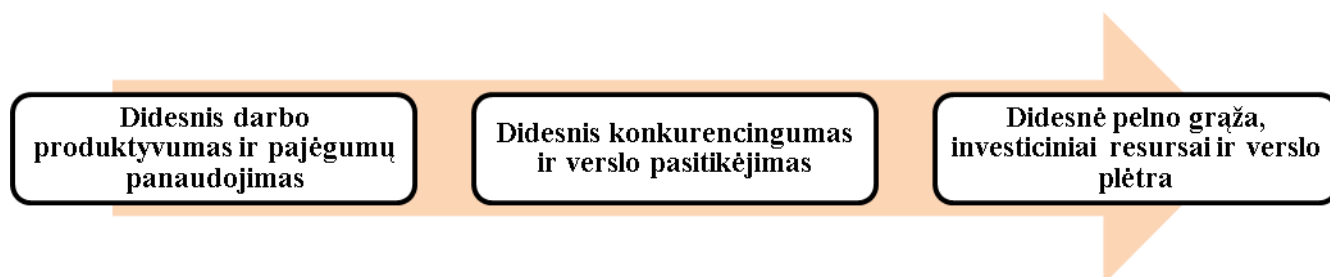
Ištirta, kad svarbiausias ekonominės pažangos veiksnys yra technologinė pažanga (Valentinavičius, 2011). Autoriaus teigimu, produkcijos prieaugis dėl technologinės pažangos įtakos 60-70 proc., o darbo našumas – 90 proc. Autoriai (Filipescu, Prashantham ir Rialps (2013)) taip pat pabrėžia, kad ekonomikos raidą sąlygoja technologijos. Jų teigimu, technologinės inovacijos lemia įmonių nacionalinį ir tarptautinį konkurencingumą, verslo, socialinę ir ekonominę plėtrą. Mokslininkai (Filipescu, Prashantham ir Rialps (2013)) pažymi, kad technologinės inovacijos gali būti kaip mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros veikla, gamybos būdų ir produktų kūrimas ar modernizavimas (žr. 4 pav.). Tačiau kiekvienas jų labai susijęs tarpusavyje. Moksliniai tyrimai ir eksperimentinė plėtra sąlygoja naujų ar patobulintų gamybos būdų, gamybos organizavimo procesų atsiradimą. Sukūrus ar modernizavus gamybos būdus, gaminami nauji, kokybiškesni produktai. Tokie produktai, patekę į rinką, susilaukia didesnio vartotojų dėmesio. Didesnis vartojimas, išaugusi naujų produktų paklausa daro įtaką investicijų grąžai. Kuo įmonėje labiau susiję moksliniai tyrimai, modernizuoti gamybos būdai ir nauji produktai, tuo didesnė tikimybė, kad investicijos į inovacijas atsipirks. Tai lemia, jog mokslinių tyrimų rezultatai parodo dabartinės rinkos būklę, rinkos poreikius ir metodus, kaip pasiekti geresnius verslo rezultatus. Gamybos metodai, paremti mokslinių tyrimų rezultatais, yra orientuoti į produktus, kurie patenkintų rinkos poreikius. Mokslinių tyrimų ir gamybos būdų sąlygoti nauji ar patobulinti produktai, patekę į rinką, patenkina vartotojų poreikius. Mokslininkai (Griffith ir Rubera (2014) bei Griffith ir Macartney (2009)) pažymi, kai moksliniai tyrimai ir eksperimentinė plėtra, gamybos būdai ir produktai nėra tarpusavyje susiję ir investuojama tik į vieno tipo technologinę inovaciją, yra didesnė tikimybė, kad investicijos neatsipirks arba investicinė grąža nebus tokia didelė. Investavus tik į mokslinius tyrimus ir eksperimentinę plėtrą, bet nerealizavus

gautų rezultatų, verslas yra pradinėje stadijoje. Pradėjus diegti naujus gamybos būdus, kurie sąlygotų patobulintus ar naujus produktus, bet neišanalizavus rinkos poreikių, produktų paklausa gali būti mažesnė negu tikėtasi.



4 pav. Technologinių inovacijų klasifikavimas (pagal Filipescu, Prashantham ir Rialps (2013))

Autorių (Zamora-Torres ir kt. (2014)) investuoti į technologines inovacijas yra naudinga dėl kelių pagrindinių priežasčių (žr. 5 pav.). Visų pirma naujos ar patobulintos įrenginių technologijos, gamybos būdai, didina darbo produktyvumą ir pajėgumų panaudojimą. Per tą patį laiko vienetą gali būti pagaminama didesnė ir kokybiškesnė produkcijos apimtis su mažiau broko. Antra – padidinus darbo produktyvumą ir pajėgumų panaudojimą, didėja verslo konkurencingumas ir vartotojų pasitikėjimas verslu. Įmonėmis, kurios geba patenkinti vartotojų paklausą, yra pasitikima labiau. Trečia – esant didesniam verslo konkurencingumui ir vartotojų pasitikėjimui, didėja pelnas, investiciniai resursai, verslas turi galimybių plėstis. Dėl didesnio darbo produktyvumo ir pajėgumų panaudojimo, išaugusio konkurencingumo ir verslo pasitikėjimo gamybos ir pardavimų apimtys didėja sparčiau negu gamybos ir pardavimų kaštai. Nepakitus veiklos ir mokesčių sąnaudoms, įmonės pelnas didėja. Akcininkams nusprendus pelną reinvestuoti į verslo plėtrą, didėja investiciniai resursai, kurie panaudojami naujoms inovacijoms vystyti ir diegti. Ir ciklas kartojasi iš naujo.



5 pav. Investavimo į technologines inovacijas nauda

Įmonė, kuri nesistengia didinti darbo produktyvumo ir pajėgumų panaudojimo, nėra konkurencinga nei vietinėje, nei tarptautinėje rinkoje. Tokiu verslu vartotojai nepasitiki, kadangi įmonė negali patenkinti vartotojų poreikio ir užtikrinti produkcijos kokybiškumą. Nors įmonė uždirba pelną, tačiau nesant konkurencingumui ir vartotojų pasitikėjimui, ji neturi sukaupusi investicinių resursų. Investicinių lėšų trūkumas sąlygoja didesnę skolinimąsi iš banko. Kai paskolų rinkoje vyrauja didelės palūkanos, tai dar labiau didina reikalingų investicijų sumą. Nesėkmės atveju, kai investicijos neatsiperka, skolos yra didelės ir įmonė neturi laisvų išteklių, įmonė susiduria su bankroto rizika. Tai lemia, jog įmonės nesiryžta investuoti į technologines inovacijas. Verslas, žinodamas pagrindinius inovacijų, į kurias ruošiasi investuoti, rizikos veiksnius, galėtų efektyviau valdyti investicinę riziką, pasiruošti nepalankiems scenarijams ir gauti didesnę naudą.

1.2. Investicijų į technologines inovacijas rizikos veiksniai

Rizika yra pavojus, neapibrėžtumas, gresianti žala, tačiau kartu ir veikimas, tikintis sėkmės. Lygiai taip pat galima apibūdinti ir investicijų riziką į inovacijas. Pavojus, netikrumas, neapibrėžtumas slypi viso investavimo metu, tačiau investavimo procesas tęsiasi, tikintis investicinės grąžos, įdiegus inovacijas. Galutinis investavimo rezultatas labai priklauso nuo investuotojų veiksmų ir požiūrio į riziką, kas lemia pasirinktą investavimo strategiją.

Galima išskirti agresyvią, konservatyvią arba nuosaikią strategiją (Stanley, 2012). Kuo didesnė verslo konkurencija, tuo labiau verslininkai linkę prisiimti didesnę investicinę riziką. Rizikingi veiksmai kainuoja brangiau, tačiau sėkmės atveju investicinė grąža yra žymiai didesnė. Nerizikingi veiksmai yra pigesni, tačiau ir pelnas proporcingai mažesnis. Įmonės, kurios vengia iš viso priimti rizikingus sprendimus, gali žlugti dėl mažo konkurencingumo. Konkurentai, prisiėmę didesnę riziką ir sėkmingai ją suvaldę, tampa rinkos lyderiais. Norint efektyviai valdyti riziką, labai svarbu yra iš anksto įvertinti investicines galimybes, grėsmes, parengti scenarijus. Tačiau net ir toks metodas ne visada lemia investicinę sėkmę, kadangi būsimų įvykių numatymas yra tikimybinis, o inovacijos įėjimas į rinką nėra lengvas procesas. Tai gali sąlygoti įvairūs veiksniai. Autoriai (Morales (2014) ir Stanley (2012)) išskiria vidinius ir išorinius investicijų į inovacijas rizikos veiksnius (žr. 1 lent.). Pagal autorius tiek vidiniai, tiek išoriniai rizikos veiksniai skirstomi į keturias pagrindines kategorijas.

1 lentelė. Investicijų į inovacijas rizikos veiksniai (sudaryta pagal Stanley (2012), Morales (2014))

Vidiniai rizikos veiksniai	Išoriniai rizikos veiksniai
Finansiniai	Rinkos
Moksliniai-techniniai	Ekonominiai
Gamybiniai	Teisiniai
Įmonės	Ekologiniai

2 lentelėje detalizuojami investicijų į inovacijas vidiniai finansiniai, moksliniai-techniniai gamybiniai ir įmonės rizikos veiksniai. Finansiniai rizikos veiksniai, galintys kilti vykdant strategines investicijas į technologines inovacijas, yra susiję su įmonės turimais finansiniais ištekliais, pajėgumais pritraukti reikiamus išteklius per reikalingus laiko periodus ir laukiamu investicijų pelningumu. Šiuo atveju, kyla grėsmė, jog įmonė pradėjusi vykdyti technologinį atsinaujinimą ar diegti visiškai naują technologinę bazę, susidurs su finansinių išteklių trūkumu, nepasieks planuoto investicijų pelningumo ar patirs neigiamą grąžą. Finansinė rizika, bandant įsisavinti technologines inovacijas, gali kilti tiek gamybos, tiek rinkotyros veikloje, t. y., tiek kuriant pačią inovatyvią technologiją, tiek ją komercinant, siekiant iš to uždirbti. Moksliniai-techniniai rizikos veiksniai, galintys neigiamai paveikti investavimo į technologines inovacijas procesą, sietini su turimais moksliniais-techniniais resursais, poveikiu kitoms įmonės veikloms ar planuojamoms investicijoms, galimybėmis ateityje pritaikyti naują technologiją ir keisti produkciją. Įmonė, nusprendusi vykdyti strategines investicijas į technologines inovacijas, gali neturėti tikslui pasiekti reikalingų techninių įrenginių ar kvalifikuotų inžinierių. Arba turimų mokslinių-techninių resursų nukreipimas naujai veiklai, gali sukelti neigiamų padarinių jau vykdomai įmonės veiklai. Gamybiniai rizikos veiksniai labiausiai yra susiję su įmonės turimais ir naujais gamybiniais procesais, personalo pakankamumu pagal skaičių ir kvalifikaciją, atitikimu esamiems pajėgumams, medžiagomis ir jų kainomis, papildomų pajėgumų poreikiu bei darbų sauga. Investuojant į technologines inovacijas, kyla grėsmė, jog papildomi kaštai naujų gamybos procesų įdiegimui, personalo didinimui ar apmokymui papildomiems pajėgumams užtikrinti, gali ženkliai didinti investicijų kainą ir neigiamai paveikti jų atsipirkimą. Rizikos veiksniai, susiję su pačia įmone, sietini su keliamais tikslais, turima strategija ir puoselėjamomis vertybėmis. Šiuo atveju, strateginės investicijos į technologines inovacijas gali būti nesuderinamos su įmonės strategija ir ilgalaikiais planais, misija. Naujas technologinis potencialas gali nesutapti su įmonės strategijos pokyčiais ir su darbuotojų visuminiu požiūriu į naujoves.

2 lentelė. Vidiniai investicijų į inovacijas rizikos veiksniai (sudaryta pagal Stanley (2012))

Finansiniai	Moksliniai-techniniai	Gamybiniai	Įmonės
Galimybė pritrūkti investicinių lėšų	Netinkami techniniai sprendimai	Neatitikimas medžiagų kainoms	Nesuderinamumas su įmonės tikslu ir strategija
Galimybė patirti nuostolius	Netinkami moksliniai resursai	Neatitikimas esamiems pajėgumams	Nesuderinamumas su įmonės vizija ir misija
Galimybė išaugti investicijų kainai	Netinkami techniniai resursai	Neatitikimas gamybos personalo kvalifikacijai	Nesuderinamumas su toleruojamu rizikos lygiu
Galimybė neefektyviai panaudoti investicijas	Netinkami sprendimų terminai	Neatitikimas darbų saugai	Nesuderinamumas su leistinais terminais
Galimybė neigiamai paveikti kitas investicijas	Netinkami sprendimai atsinaujinti ateityje	Neatitikimas gamybos užsakymams	Nesuderinamumas su įmonės akcininkais

3 lentelėje detalizuojami investicijų į inovacijas išoriniai rinkos, ekonominiai, teisiniai ir ekologiniai rizikos veiksniai. Rinkos rizikos veiksniai labiausiai yra susiję su rinkos poreikiais ir jų pokyčiais. Gali kilti grėsmė, jog nauja technologija nebus komerciškai sėkminga, nepadidins planuotų pardavimų, nedidins įmonės konkurencingumo. Ekonominiais rizikos veiksniams galima priskirti mažėjantį bendrojo vidaus produkto augimo tempą, tiesioginių užsienio investicijų riziką ir didėjantį palūkanų, infliacijos rodiklius. Kai vyrauja tokie nepalankūs makro rodikliai, ekonominė aplinka investuoti į inovacijas yra rizikinga. Kai lėtai formuojama ir kuriama įstatyminė bazė, gali atsirasti tikimybė, kad įmonė susidurs su teisiniais rizikos veiksniais. Kai konkurentai kėsina nuplagijuoti inovacijos diegimo idėją, pasiūlo rinkai alternatyvius produktus, gali kilti konkurencijos ir plagijavimo rizikos. Šiems nepalankiems veiksniams pasireiškus, investicijos gali tapti nepelningos. Ekologiniai rizikos veiksniai sietini su visuomenės požiūriu į technologines naujoves, poveikiu užimtumui ir gamtai. Net ir labai moderni technologija, sąlygojanti įmonei didesnę pelningumą ir visuotinį pripažinimą, bet ypač teršianti aplinką, nelaikoma sėkminga.

3 lentelė. Išoriniai investicijų į inovacijas rizikos veiksniai (sudaryta pagal Morales (2014))

Rinkos	Ekonominiai	Teisiniai	Ekologiniai
Galimybė netenkinti rinkos poreikių	Mažas BVP augimo tempas	Galimybė neatitikti įstatymams	Neigiamas produktų poveikis gamtai
Galimybė sumažėti rinkos daliai	Mažos tiesioginės užsienio investicijos	Galimybė per lėtam įstatymų priėmimui	Neigiamas technologinio proceso poveikis gamtai
Galimybė nerasti naujas rinkos nišas	Didelė infliacija arba defliacija	Galimybė neatitikti procedūroms	Neigiamas visuomenės požiūris
Galimybė nepasiekti planuotų pardavimų	Didelės palūkanų normos	Galimybė nuplagijuoti inovaciją	Neigiamas poveikis gyvūnams

Taigi siekiant ištirti strateginių investicijų į technologines inovacijas rizikos valdymo ypatybes, buvo atlikta inovacijų indeksų palyginamoji analizė, inovacijų vertinimas naudos atžvilgiu ir investicijų į inovacijas rizikos veiksnių tyrimas.

Inovacijų indeksų palyginamosios analizė metu buvo nagrinėta inovacijų lygį parodantis Pasaulinis inovacijų indeksas ir technologinių inovacijų lygį parodantis Tinklų pasiruošimo indeksas. Analizės rezultatai parodė, jog šalys, pirmaujančios pagal inovacijų lygį, pirmauja ir pagal technologinių inovacijų lygį. Ir priešingai, valstybės, turinčios aukštą technologinių inovacijų lygį, pirmauja ir pagal bendrą visų inovacijų lygį. Iš Europos Sąjungos tokios valstybės yra Šveicarija, Didžioji Britanija, Švedija, Suomija, Olandija. Kitos pasaulio valstybės išskiriamos Jungtinės Amerikos Valstijos, Singapūras, Japonija. Šios valstybės kartu pirmauja ir finansų bei ekonomikos srityje. Tai rodo stiprų sąsają tarp inovacijų ir ekonomikos. Kuo didesnis šalies inovacijų lygis, tuo stipresnė jos ekonomika. Kuo daugiau verslas skiria investicijų inovacijoms plėtoti, diegti, tuo daugiau atsiranda galimybių augti ekonomikai.

Inovacijų vertinimo naudos atžvilgiu rezultatai parodė, jog įmonės, patobulinusios gamybos būdus, sukūrusios naujus modernesnius įrenginius, didina darbo produktyvumą ir pajėgumų panaudojimą. Tai sąlygoja didesnę konkurencingumą ir pasitikėjimu verslu. Konkurencingumas ir pasitikėjimas verslu lemia pirkėjų lojalumą, išaugusį vartojimą, padidėjusią produkcijos paklausą, o tai užtikrina investicinę grąžą ir verslo plėtrą. Tačiau inovacijų diegimas nėra lengvas procesas.

Investicijų į inovacijas rizikos veiksnių tyrimo rezultatai parodė, jog egzistuoja vidiniai ir išoriniai investicijų į inovacijas rizikos veiksniai. Vidiniams rizikos veiksniams priskiriami finansiniai, moksliniai-techniniai, gamybiniai, įmonės. Išoriniai rizikos veiksniai gali būti rinkos, ekonominiai, teisiniai, ekologiniai. Investuojant į inovacijas gali pasireikšti vienas, du arba visi iš karto rizikos veiksniai. Įmonė, siekdama suvaldyti riziką, turi tai iš anksto numatyti ir pasiruošti nepalankiausiam scenarijui. Norint tai padaryti, būtina analizuoti verslo silpnybes, stiprybes, galimybes ir grėsmes. Įmonė privalo turėti aiškų tikslą, viziją ir misiją, kuria linkme einama ir kuria norima eiti. Būtina tirti rinkos poreikius ir siekti juos patenkinti.

Rinkos vartotojai yra globalūs, žinantys, kad gali rinktis reikiamą produkciją viso pasaulio mastu. Jie nori pirkti greitai ir patogiai kokybišką produkciją. Įmonės, netenkinančios vartotojų lūkesčių, greitai yra keičiamos kitomis. Siekiant šiuos lūkesčius tenkinti, būtinos inovacijos. Tačiau net ir žinodamos inovacijų svarbą, ne visos įmonės yra linkusios keistis ir prisitaikyti prie kintančios rinkos. Galima išskirti konservatyvius, nuosaikius ir agresyvius investuotojus į inovacijas. Konservatyvūs investuotojai yra linkę labiau delsti, svarstyti, jie bijo rizikuoti didesnėmis investicijų sumomis. Agresyvūs investuotojai nelaukia tinkamos progos, kada galėtų pradėti investicijas į inovacijas, jie nebijo rizikuoti didelėmis investicijų sumomis. Nuosaikūs investuotojai renkasi tarpinį variantą tarp konservatyvios ir agresyvios strategijos. Norint išlikti konkurencingu greitai kintančioje rinkoje, būtina mokėti pasirinkti ir pritaikyti tinkamą strategiją ar naudoti visų jų derinį. Investuojant į mokslinius tyrimus ir eksperimentinę plėtrą tiktų konservatyvesnė strategija, kadangi šis etapas yra labai rizikingas. Praleidus šį etapą, galimi žymiai didesni nuostoliai kitame investicijų etape, kai jau diegiami patys gamybos procesai. Investuojant į naujus įrenginius, gamybos būdus reikėtų nuosaikios strategijos, kai laviruojama tarp rizikingų ir nerizikingų investicinių projektų. Šiame etape, jau kai turimi mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros rezultatai, yra lengviau priimti investicinius sprendimus. Investuojant į produktų inovacijas, kai turima modernesnė gamybos įranga, reikėtų rinktis agresyvią strategiją, nes ji sąlygoja patekimą į rinką, nuo ko priklausys naujos produkcijos gyvavimo sėkmė. Nepaisant to, kad įmonė turi aiškų veiklos tikslą, viziją, misiją, strategiją, yra apsibrėžusi toleruojamą rizikos lygį, inovacijų prioritetus, tai dar nereiškia, jog investicijos į inovacijas bus sėkmingos. Rizika yra neapibrėžtumas, pavojus, galimybė patirti nuostolius arba gauti pelną. Bet koks netikėtas ir nepalankus įvykis gali sąlygoti investicinę nesėkmę. Būtina modeliuoti įvairius rizikos pasireiškimo scenarijus ir tai daryti kuo efektyviau, taikant tinkamus rizikos valdymo modelius.

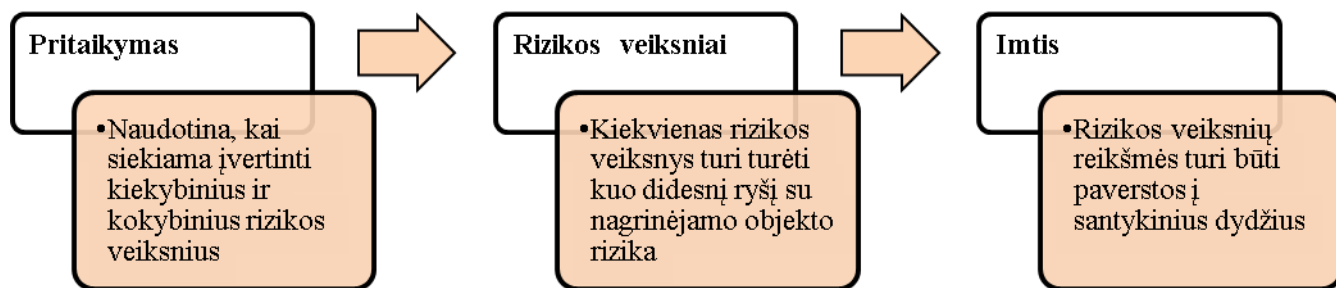
2. INVESTICIJŲ Į TECHNOLOGINES INOVACIJAS RIZIKOS VERTINIMO MODELIAI

Yra pakankamai daug įvairių investicijų rizikos vertinimo modelių, tačiau sąlygiškai juos visus galima suskirstyti į tris grupes: rizikos vertinimo modeliai elgsenos požiūriu, rizikos vertinimo modeliai rizikos dydžio nustatymo požiūriu, inovatyvūs rizikos vertinimo modeliai. Pirmosios grupės rizikos vertinimo modeliai leidžia įvertinti riziką elgsenos požiūriu. Dažniausiai šiai grupei priskiriama ekspertų vertinimu grįstas modelis, jautrumo analizės modelis, lūžio analizės modelis, sprendimų medžių modelis ir scenarijų modelis. Visi šie modeliai pasižymi tam tikrų rodiklių pasikeitimų įvertinimu, nuo kurių priklauso investicinio projekto rizikos lygis. Antrajai investicinių projektų rizikos vertinimo modelių grupei dažniausiai yra priskiriama kompleksiniai nediskontuotų ir diskontuotų metodais grįsti modeliai. Priešingai negu pirmosios grupės šie rizikos vertinimo modeliai neleidžia įvertinti tam tikrų rodiklių pokyčių įtaką rizikai. Trečioji rizikos vertinimo modelių grupė pasižymi modernumu, inovatyvumu. Šie modeliai yra pritaikyti sparčiai besikeičiantiems rizikingiems veiksniams vertinti, kuriuos nėra lengva įvertinti investicinio projekto rengimo etape. Neretai dalį rizikos veiksnių galima įvertinti tik investicinio projekto gyvendinimo procese. Šiai grupei galima priskirti Black-Sholes ir dirbtinių neuroninių tinklų modelius. Pirmosios dvi rizikos vertinimo grupės dažniausiai įvertina investicinio projekto riziką momentiniu laiku. Rizika vertinama, turint tam tikrus istorinius duomenis apie įmonę, rinką, ekonomiką, ir priimant tam tikras prielaidas ateityje įvyksiantiems įvykiams, susijusiems su įgyvendinamu projektu. Tačiau investiciniam projektui pradėjus įgyvendinti ir pasikeitus tam tikriems parametrams, rizika vertinama iš naujo, imant naujus rodiklius. Tuo tarpu modernūs rizikos vertinimo modeliai kartu gali vertinti tęstinę riziką, įtraukiant naujus rizikos parametrus, tačiau atsižvelgiant jau į sukaupą patirtį. Iš anksto gali būti įvertinamos kelios alternatyvos, kas bus daroma vienu ir kitu atveju, jeigu pasireikš skirtingi rizikos veiksniai arba atsiras nenumatytų rizikos parametrų.

2.1. Rizikos vertinimo modeliai elgsenos požiūriu

Modelis, pagrįstas ekspertiniu vertinimu. Rizikos vertinimo modelių elgsenos požiūriu grupei galima priskirti modelį, pagrįstą ekspertų vertinimu. Tokį modelį išsamiai aprašo, metodologiją charakterizuoja ir taikymo sritis pateikia Žilinskas (2010). Anot autoriaus, pagal šį modelį, kuris pagrįstas ekspertų vertinimu, galima apskaičiuoti suminę rizikos reikšmę, kurią sąlygoja daugelis įvairių faktorių. Toks modelis labai tinkamas, kai rizikos dydį sąlygoja tiek kokybiniai, tiek kiekybiniai kintamieji. Siekiant įvertinti kokybinių kintamųjų įtaką rizikos dydžiui, šie yra normuojami. Normavimą turi atlikti kompetentinga ekspertų grupė. Tiek kiekybiniai, tiek kokybiniai kintamieji turi

būti matuojami vienodu mato vienetu. Metodika nėra sudėtinga, tačiau absoliučiai kiekvienas kintamasis turi būti reikšmingai įvertintas, kadangi tik tada gaunami patikimi rezultatai, pagal kuriuos sprendžiama, ar verta investuoti. 6 paveiksle apibendrintai yra pateiktas ekspertų vertinimu grįsto modelio ypatybės, apimančios pritaikymo, rizikos veiksnių ir imties aplinkybes. Taikant tokį modelį strateginėms investicijoms į technologines inovacijas įmonėje turėtų būti sudaroma kompetentinga ekspertų grupė. Šią grupę galėtų sudaryti gamybos, finansų, logistikos, techninio, kokybės užtikrinimo, kokybės kontrolės skyrių vadovai, atitinkamai pagal tai, kokias sritis paveiktų potencialios inovacijos. Kiekvienas ekspertas, įvertinęs pateiktą investicinį projektą, savo nuožiūra turėtų identifikuoti tuos esminius rizikos veiksnius, kurie tiesiogiai kiltų toje srityje, už kurią jie yra atsakingi. Nusprendus investuoti į naują modernesnį, didesnių pajėgumų gamybos įrenginį, gamyboje kylantys rizikos faktoriai galėtų būti darbuotojų kvalifikacijos stoka dirbti su nauju įrenginiu. Finansų srityje – rizika, kad faktinės investicijos bus didesnės negu planuotos ir lėšų pritrūkimas. Logistikos – sunkumai importuojant įrenginį. Techninio – problemos, paleidžiant įrenginį darbui. Kokybės užtikrinimo – rizika, kad nauju įrenginiu gaminami produktai neatitiks reikalaujamų standartų. Kokybės kontrolės – rizika, kad dėl didesnio darbuotojų apkrovimo kontrolėje pasitaikys klaidų dėl ko didės investicijos. Kiekvienas ekspertas, identifikuodamas galimas rizikas savo srityje, kartu turėtų pateikti ir sprendimo būdus, kaip būtų galima riziką eliminuoti arba sumažinti iki minimalios reikšmės.



6 pav. Modelio, pagrįsto ekspertiniu vertinimu, ypatybės (sudaryta pagal Žilinską (2010))

Pagal Žilinską (2010) ekspertiniu vertinimu pagrįsto modelio sukūrimo ir pritaikymo procesą apima keturi pagrindiniai etapai:

Pirmas etapas. Reikia numatyti vertinimo tikslą, apibūdinti objektą, sudaryti ekspertų komisiją. Šiame etape būtina, kad kiekvienas ekspertas sudarytų galimus rizikos kintamuosius.

Antras etapas. Atliekama ekspertizė. Būtina kiekvienam ekspertui poromis lyginti rizikos kintamuosius.

Trečias etapas. Sudaromos pirmumo matricos, apskaičiuojamas pagrindinis riziką žyminis koeficientas. Šis koeficientas rodo apibendrintą visų ekspertų pateiktą nuomonę apie investicinio projekto rizikos lygį. Koeficientas apskaičiuojamas pagal (1) formulę:

$$a_{ij}^{dif} = \left(\frac{1}{q}\right)^q \sum_{k=n} a_{ij(k)} \quad (1)$$

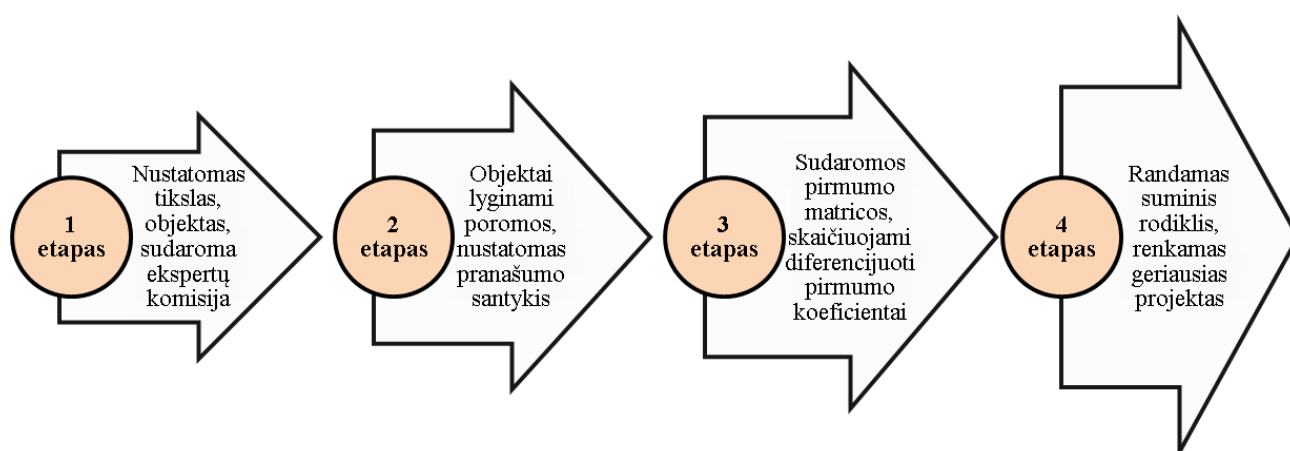
Kur:

a_{ij}^{dif} – rizikos koeficientas

q – ekspertų skaičius

$a_{ij(k)}$ – požymio pranašumo laipsnis

Ketvirtas etapas. Reikia apskaičiuoti kompleksinį rodiklį ir išrinkti pirmenybinį projektą. Kompleksinio įvertinimo reikšmė gaunama įvertinus rizikos koeficientus. Kuo mažesnis kompleksinis rodiklis, tuo didesnė investicijų rizika. Ekspertai turi pasirinkti tą investicinį projektą, kurio didžiausia kompleksinio įvertinimo reikšmė.



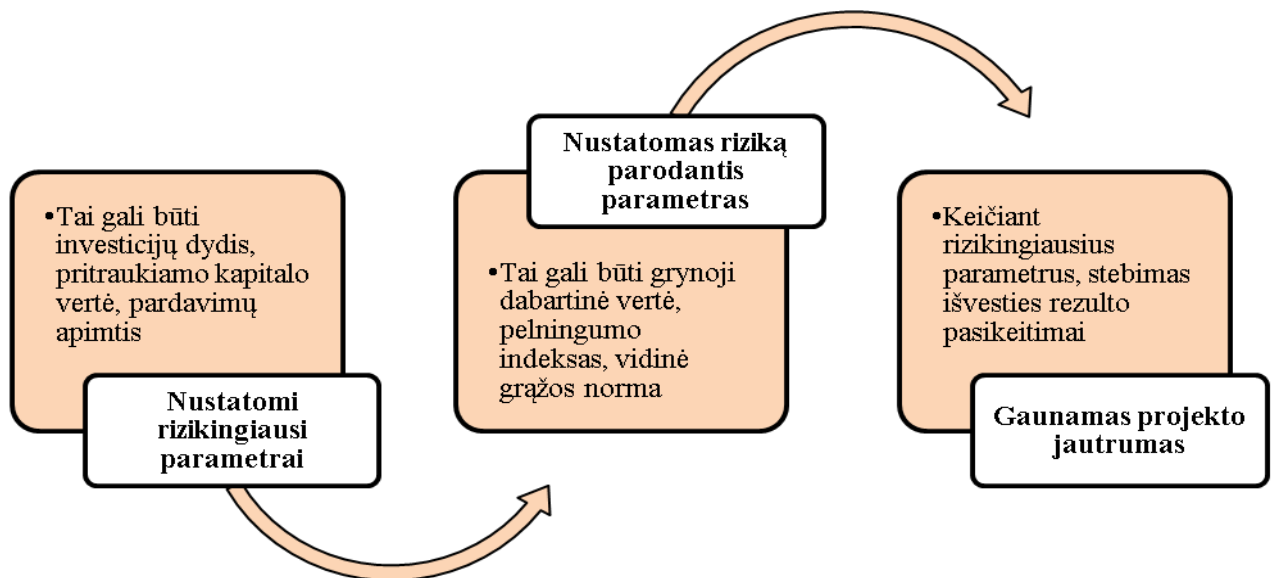
7 pav. Ekspertų vertinimu grįsto modelio sudarymo ir pritaikymo procesas (sudaryta pagal Žilinską (2010))

7 paveiksle apibendrintai pavaizduotas Formalizuoto ekspertinio modifikuoto prioritetų skirstymo ir parinkimo modelio sudarymo ir pritaikymo procesas, kurį sudaro keturi pagrindiniai etapai, norint įvertinti investicinio projekto riziką ir atrinkti mažiausiai rizikingą.

Jautrumo analizės modelis. Investicijų rizikai vertinti autoriai (Bertoldi ir kt. (2016) bei Repisky ir Gracova (2015)) siūlo naudoti jautrumo analizės modelį. Pagal šį modelį svarbiausia yra nustatyti rizikos parametrus, kurie labiausiai sąlygoja investicinį projektą. Šie parametrai yra modelio įvesties duomenys. Nustačius rizikingiausius rizikos parametrus pagal juos vertinama projekto rizika. Projekto rizika yra išvesties rezultatas, kuris gali būti išreikštas įvairiomis formomis. Išvesties rezultatas, parodantis riziką, gali būti pelningumo indeksas, vidinė pelno norma, investicinio projekto atsipirkimo laikas, grynoji diskontuota vertė. Pelningumo indeksui esant mažiau už vienetą, projektas yra rizikingas. Vidinei pelno normai esant mažiau už nulį, projektas taip pat yra rizikingas. Kuo ilgesnis atsipirkimo laikas, tuo projektas traktuojamas kaip rizikingesnis. Kai grynoji diskontuota vertė yra neigiamas, projektas rodo didelę riziką. Rizikos parametrai, nuo kurių priklauso išvesties

rezultatas, gali būti pardavimų apimtis, kaina, tiesioginių gamybinių išlaidų suma, investicijų dydis, pritraukiamo kapitalo vertė, investicinio projekto realizavimo laikas, įvairūs makroekonominiai rodikliai tokie kaip infliacija ar bazinė palūkanų norma. Naudojantis jautrumo analizės modeliu, galima atrinkti optimistinį, pesimistinį ir optimalų investicinį projektą. Optimistinio investicinio projekto išvesties rezultatas bus mažiausiai jautrus įvesties duomenų pokyčiams. Priešingai bus pesimistinio scenarijaus atveju, kai išėigos rezultatas į pokyčius reaguos jautriausiai. Turint iš anksto sudarytus scenarijus ir anksčiau laiko numačius rizikos prevencijos priemones, galima išvengti didelių investicinių nuostolių. Neretai investuotojai, pasireiškus nepageidaujamiems ir nenumatytiems rizikos veiksniams, sunkiai suvaldo riziką, kadangi ruošėsi optimistiniam scenarijui.

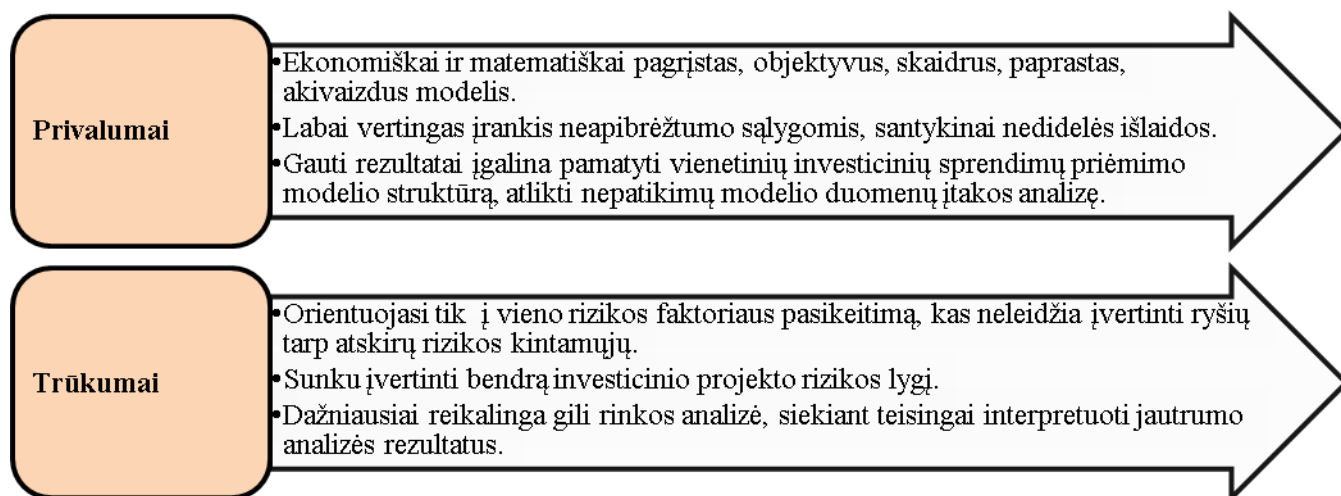
8 paveiksle yra pavaizduota jautrumo analizės modelio veikimo principas. Sudarius tokį modelį, galima analizuoti išvesties rodiklio reikšmės pokyčius apibrėžtose rizikos ribose, kintant įvesties duomenims. Taipogi galima vertinti, kokią reikšmę gali įgyti įvesties dydžiai, kai yra blogiausia išvesties reikšmė, nusakanti investicijų rizikos lygį.



8 pav. Jautrumo analizės modelio veikimo principas (sudaryta pagal Bertoldi ir kt. (2016) bei Repisky ir Gracova (2015))

Jautrumo analizės modelio išvesties duomenys gali būti naudojami kaip pradinė informacija, vertinant riziką, arba kaip perspėjimas, vykdant investicijas. Jautrumo analizės metu gauti duomenys gali būti efektyvi priemonė nenumatytiems atvejams valdyti, jeigu investicijų įgyvendinimo laikotarpiu pasireikštų nepageidaujamas rizikos veiksnių kitimas. Kai išvesties rezultatai naudojami kaip pradinė informacija apie galimą rizikos lygį, būtina toliau rinkti informaciją apie rizikingus veiksnius jų planavimui ir kontrolei. Kai informacija yra išsami ir tiksli, rekomenduotina atlikti pakartotinę jautrumo analizę, siekiant kuo efektyvesnio investicinio projekto įgyvendinimo. Kai išėigos rezultatai naudojami kaip perspėjimas apie galimybę įvykti nepalankiems įvykiams,

investuotojas turėtų iš anksto rinkti informaciją ir analizuoti šiuos įvykius. Jeigu grėsmė yra žaliavų kainų kilimui, investuotojas iš anksto turėtų numatyti žaliavų tiekėjų alternatyvas.



9 pav. Jautrumo analizės modelio privalumai ir trūkumai (sudaryta pagal Bertoldi ir kt. (2016) bei Repisky ir Gracova (2015))

9 paveiksle yra pavaizduotas jautrumo analizės modelio privalumai ir trūkumai. Šis modelis yra labai vertingas investicinių skaičiavimų įrankis neapibrėžtumo sąlygomis, ekonomiškai ir matematiškai pagrįstas. Tačiau nors iš esmės didelis projekto jautrumas siejamas su dideliu investicinio projekto rizikingumu, tačiau neįvertinus kitų rizikos faktorių, vienareikšmiškai to pasakyti negalima. Jautrumo analizė pagrindinai orientuojasi tik į vieno rizikos faktoriaus pasikeitimą. Tai neleidžia įvertinti ryšių tarp atskirų rizikos kintamųjų, o neretai kintamųjų reikšmės yra priklausomos. Jautrumo analizėje nėra nagrinėjamos tikimybės, taip pat reikalinga gili rinkos analizė, siekiant identifikuoti pagrindinius įvesties parametrus.

Lūžio analizės modelis. Investicijų rizikai vertinti autoriai (Chandra (2014), Nykamp (2013)) siūlo naudoti lūžio analizės modelį, kuris apima finansinį vertinimą ir planavimą. Šio modelio išeigos rezultatas yra lūžio taškas, kuris parodo būtiną pardavimų apimtų veiklos išlaidoms padengti. Šią informaciją verslininkai naudoja verslo veiklos planavimui, o investuotojai - investicinių projektų rizikos vertinimui. Siekiant, kad investicinis projektas būtų pelningas, pardavimų suma turi būti didesnė už lūžio taško reikšmę. Nustačius nenuostolingą pardavimų lygį, reikia vertinti investicinio projekto riziką. Rizikos matas šiuo atveju yra atsargumo rodiklis. Tai koeficientas, apskaičiuojamas prognozuojamus pardavimus vertinant su nenuostolingais pardavimais. Nenuostolingi pardavimai yra riba, iki kurios veikla nėra nuostolinga. Investicijų rizikingumas didėja, jei atsargumo rodiklis mažėja. Atsargumo rodiklis apskaičiuojamas pagal (2) formulę, kurią sudaro prognozuojama padavimų apimtis ir nenuostolingi pardavimai.

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \quad (2)$$

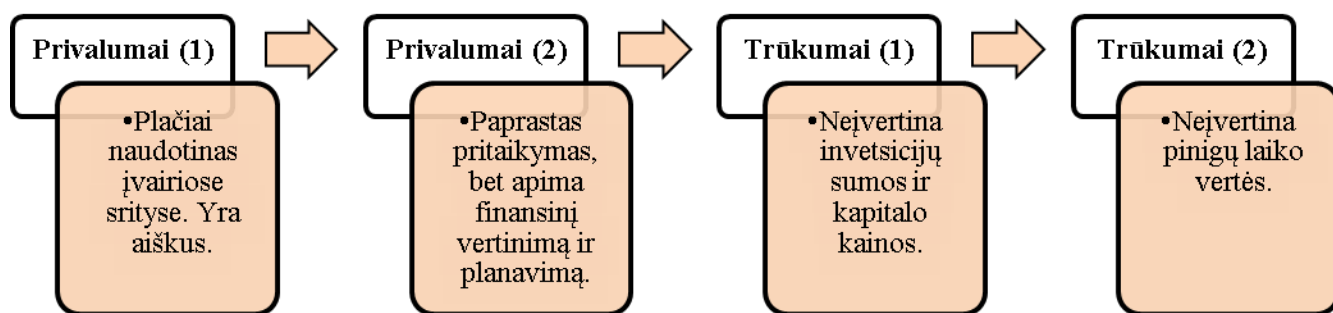
Kur:

A – atsargumo rodiklis

P₁ – prognozuojami pardavimai

P₂ – nenuostolingi pardavimai

Lūžio analizės modelis strateginių investicijų į technologines inovacijas rizikai vertinti tiktų labiau tame etape, kai pati inovacija jau įdiegta ir reikia vertinti inovacijų sąlygotų produktų pardavimus, būtinas investicijas pardavimams skatinti.



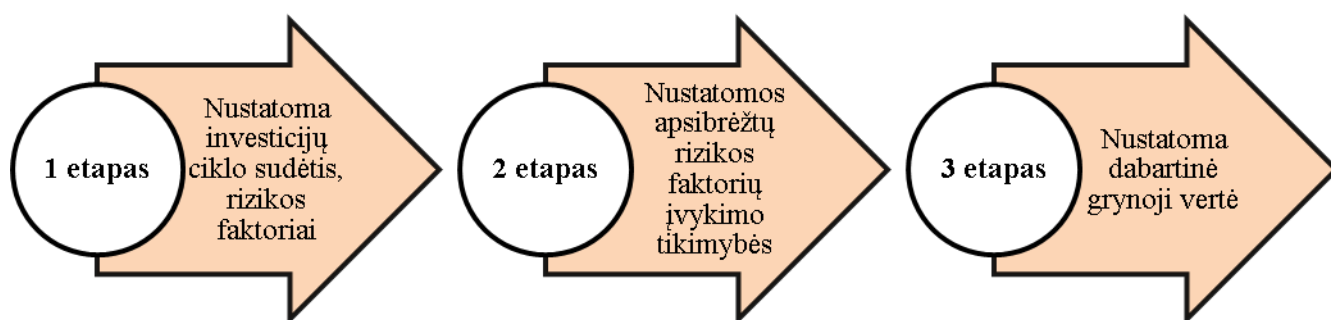
10 pav. Lūžio analizės modelio privalumai ir trūkumai (sudaryta pagal (Chandra (2014) ir Nykamp (2013))

10 paveiksle yra pavaizduotas lūžio analizės modelio privalumai ir trūkumai. Šis modelis yra plačiai aprašomas ir naudotinas. Tai vertingas investicinių vertinimo įrankis, apimantis finansinę analizę ir planavimą. Tačiau lūžio analizė yra gana netiksli, todėl panaudojimo galimybės investicinio projekto rizikos analizei apribotos. Atsargumo rodiklis parodo atsargos rezervą vieneriems metams, o investicijos gali būti vykdomos ilgiau kaip vieneri metai. Kai investicinio projekto pradžioje finansinio stabilumo atsargos koeficientas labai mažas ar netgi neigiamas, o investicinio projekto eigoje tampa labai didelis, rizikos vertinimas tampa sudėtingas ir nevienareikšmis. Taip pat lūžio taško analizės modelis neįvertina kapitalo kainos, pinigų laiko vertės ir investicijų sumos, o patį rizikos matą sunku įtraukti į sprendimo priėmimo procesą.

Sprendimų medžių analizė. Investicijų rizikai vertinti autoriai (Kwok ir Carter (2013)) siūlo naudoti sprendimų medžių analizės modelį, ypač tada, kai investicinių projektų įgyvendinimo procese finansinės investicijos vykdomos atskirais etapais. Taip pat modelio panaudojimas reikšmingas vertinant riziką, kai ankstesnio laikotarpio pinigų srautai sąlygoja prieš tai buvusio laikotarpio pinigų

srautus. Tokiu būdu įvertinamas rizikingumas, kai investicinio projekto pinigų srautai yra tarpusavyje labai susiję laiko atžvilgiu. Sprendimų medžių analizės modeliu galima įvertinti riziką kiekviename investicijų vykdymo etape. Šis modelis yra paremtas tikimybinio nustatymu, kiekvienam rezultatui suteikiant subjektyvią tikimybę, apskaičiuojant svertinį rezultatą ir įvertinant laukiamą grynąją dabartinę vertę po kiekvieno veiksmo įgyvendinimo.

11 paveiksle yra pavaizduota sprendimų medžių analizės modelio sudarymo schema. Sudarant sprendimų medžius, pirmiausia yra nustatoma investicijų trukmė, pagrindiniai rizikos įvykiai ir jų galimo įvykimo laikas. Reikia suformuluoti visus, kurie gali būti priimti įvykus kiekvienam iš pagrindinių įvykių, galimus sprendimus ir nustatyti kiekvieno jų sprendimo priėmimo tikimybes. Paskutiniame etape nustatoma kiekvieno suformuluoto sprendimo medžio vertė ir viso investicinio projekto vertė. Teigiamas grynosios esamosios vertės dydis parodo priimtina rizikos laipsnį, o tai sąlygoja projekto įgyvendinimą. Ir priešingai, neigiama vertė rodo didelę riziką.



11 pav. Sprendimų medžių analizės modelio sudarymas (sudaryta pagal (Kwok ir Carter (2013))

Išskiriant sprendimų medžių analizės modelio privalumus ir trūkumus, pabrėžtina, jog jis naudojamas sudėtingiems investiciniams projektams, kuriuose investicijos vykdomos keliais etapais per ilgą laikotarpį. Kai reikia įvertinti didelį galimų rizikos įvykių skaičių, sprendimų medis tampa labai didelės apimties, dėl ko gali kilti sunkų tiksliai analizei atlikti. Sprendimų medžio modelis įvertina tik vieno tikslo funkciją, esant santykinai mažam rizikos veiksnių skaičiui, ir neįvertina galimus veiksnių nukrypimus.

Scenarijų analizės modelis. Investicijų rizikai vertinti autoriai (Dutta ir Babbel (2014)) siūlo naudoti scenarijų analizės modelį, kuriuo galima nustatyti rizikos faktorių tarpusavio sąveiką ir įvertinti jų poveikį investicinio projekto grynajai dabartinei vertei. Scenarijų analizė yra paremta piniginių srautų modeliavimu trimis variantams: baziniam, optimistiniam ir pesimistiniam. Scenarijus sudaromo ekspertai pagal ekonomines, verslo, politines, rinkos rodiklių prognoze. Pesimistinis scenarijus sietinas su mažomis pardavimų apimtimis, žemomis kainomis, didelėmis išlaidomis, o optimistinis scenarijus priešingai – su dideliais pardavimais, saikingomis išlaidomis. Įvertinus galimus

scenarijus, apskaičiuojamos pesimistinio ir optimistinio scenarijų grynoji dabartinė vertė. Jos lyginamos su bazine investicinio projekto grynąją dabartine verte, o skirtumas parodo investicinio projekto rizikos laipsnį. Kuo skirtumas yra didesnis, tuo investicinis projektas yra rizikingesnis. Kai yra priskiriamos skirtingų sąlygų variantams tam tikros tikimybės ir nustatomas jų vidutinis kvadratinis nuokrypis (variacijos koeficientas), galima naudoti modifikuotą modelį. Tuo didesnė investicinio projekto rizika, kuo didesnis variacijos koeficientas.



12 pav. Scenarijų analizės modelio sudarymo schema (sudaryta pagal (Dutta ir Babbel (2014))

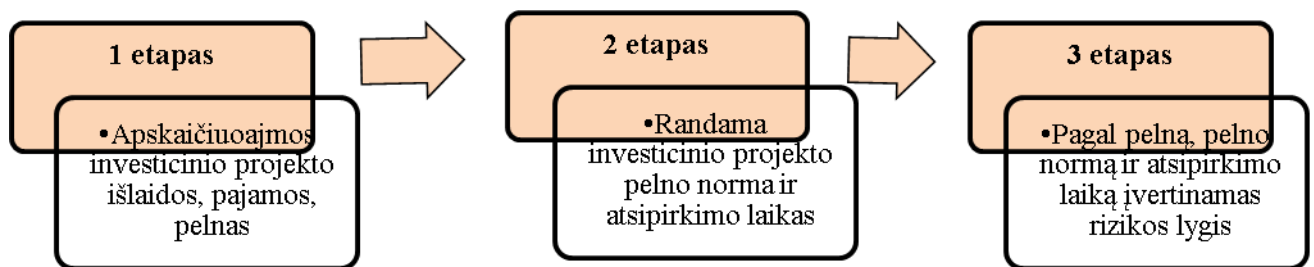
12 paveiksle yra pavaizduota apibendrinta scenarijų analizės modelio sudarymo schema. Sudarant šį modelį, reikia pereiti tris pagrindinius etapus. Pirmajame identifikuojami rizikos faktoriai, antrajame – sudaromi scenarijai, trečiajame – vertinama grynoji dabartinė vertė. Sudarant scenarijus, pesimistiniame scenarijuje dažniausiai modeliuojamos pačios blogiausios sąlygos, o optimistiniame priešingai – pačios geriausios. Realybėje yra retai arba iš viso nėra tokių situacijų, kai visi parametrai blogi arba geri. Scenarijus modeliuoja ekspertai, todėl galimas subjektyvus pesimizmas arba optimizmas. Rizikos lygis vertinamas tik pagal grynosios dabartinės vertės dydį.

2.2. Rizikos vertinimo modeliai rizikos dydžio nustatymo požiūriu

Rizikos valdymo modeliams rizikos dydžio nustatymo požiūriu galima priskirti nediskontuotus ir diskontuotus investicinių projektų vertinimo metodus. Išvesties rezultatas, pagal kurį vertinama rizika, yra investicijų pelnas, investicijų pelningumo indeksas, vidinė grąža, atsipirkimo laikas, grynoji esamoji vertė arba kompleksinis visų šių rodiklių vertinimas, atskirai skaičiuojant ir interpretuojant kiekvieną jų. Kuo didesnis investicijų pelnas, investicijų pelningumo indeksas, esamoji vertė, vidinė grąža ir kuo trumpesnis atsipirkimo laikas, tuo investuotojo nuomone, rizikos dydis yra mažesnis.

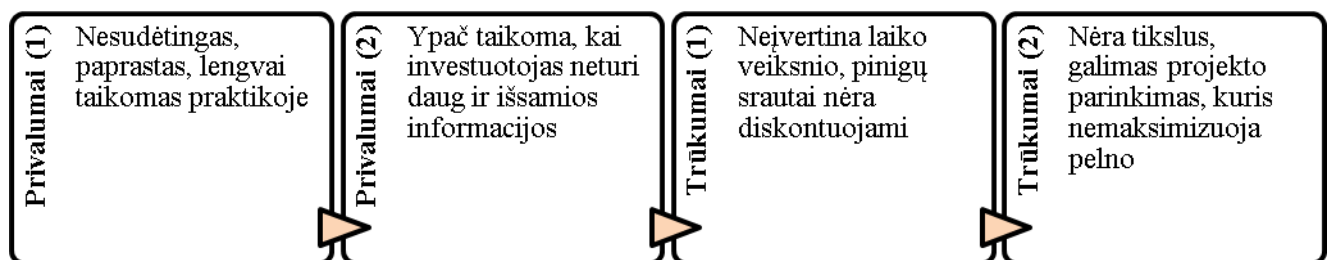
Nediskontuotų metodų kompleksinis modelis. Pagal autorius (Fernandez (2015) ir Healy ir Palepu (2012)) nediskontuotų vertinimo metodų kompleksinį modelį investicinių projektų rizikos vertinimui apima trys pagrindiniai etapai (žr. 13 pav.). Pirmajame etape yra apskaičiuojamos investicinio projekto visos reikalingos išlaidos, pajamos ir pelnas. Didesnės investicinio projekto išlaidos nebūtinai žymi didesnę investicijų riziką. Svarbu įvertinti ir pajamas, kurios bus gautos, investicinio projekto realizavimo metu arba po jo. Šių pajamų ir išlaidų skirtumas rodo investicijų

pelną. Kuo didesnis investicijų pelnas, tuo investuotojai palankiau žiūri į projekto įgyvendinimą. Antrajame etape randama investicinio projekto pelno norma ir atsipirkimo laikas. Pelno norma arba vidutinis investicinio projekto pelningumas rodo santykinę ryšį tarp investicijų išlaidų ir pajamų. Atsipirkimo laikas yra laiko periodas, per kurį prognozuojamų įplaukų dydis pasieks pradinių investicijų sumą ir ją viršys. Ilgesnis investicijų atsipirkimo laikas rodo didesnę neapibrėžtumą. Trečiajame etape atliekamas gautų rezultatų vertinimas rizikos požiūriu. Renkantis tarp dviejų investicinių alternatyvų, pasirenkama ta, kurios pelnas, pelno norma yra didesnė, o atsipirkimo laikas trumpesnis.



13 pav. Nediskontuotų metodų kompleksinio modelio sudarymo schema (sudaryta pagal Fernandez (2015) ir Healy ir Palepu (2012))

14 paveiksle pateikiami Nediskontuotų metodų kompleksinio modelio privalumai ir trūkumai. Šis modelis yra lengvai taikomas, greitai suprantamas, nesunkiai interpretuojami rezultatai. Modelis ypač tinkamas trumpalaikiams investiciniams projektams vertinti. Kuo trumpesnis atsipirkimo laikas, tuo mažiau yra neapibrėžtumo. Nediskontuotų metodų kompleksinis modelis taipogi labai naudotinas, kai yra neapibrėžtas tik vienas rizikos parametras. Kai neturima pakankamai informacijos.



14 pav. Nediskontuotų metodų kompleksinio modelio privalumai ir trūkumai (sudaryta pagal Fernandez (2015) ir Healy ir Palepu (2012))

Nediskontuotų metodų kompleksinis modelis neįvertina laiko veiksnio, todėl nėra tikslus, nes gali būti pasirinktas investicinis projektas, kuris nemaksimizuoja pelną (žr. 14 pav.). Taip gali atsitikti dėl to, jog vienas svarbiausių parametru – prognozuojami pinigų srautai – nebus tinkamai įvertinti. Prognozuojami pinigų srautai parodo, kiek per konkrečius laiko periodus dėl projekto realizavimo

investuotojas gaus įplaukų ir patirs išlaidų. Skirtingais laiko periodais pinigų srautai turės kitokią dabartinę grynąją vertę, todėl nerekomenduotina kiekvieno laiko periodo pinigų srautus vertinti vienodai. O nediskontuotų metodų kompleksiniame modelyje į tai nėra atsižvelgiama.

Diskontuotų metodų kompleksinis rizikos vertinimo modelis. Investicijų rizikai vertinti autoriai (Thoumya ir Vachonb (2012) bei Drury (2013)) siūlo naudoti diskontuotus metodus, kurie padeda įvertinti pinigų vertę laiko atžvilgiu. Šie metodai ypač naudojami, kai investicinių projektų įgyvendinimo laikotarpis yra ilgas, kadangi net ir vienodi pinigų srautai nevienodu investavimo periodu turės skirtingą vertę. Diskontuoti metodai apima grynosios dabartinės vertės, diskontuoto atsipirkimo laiko, pelningumo indekso apskaičiavimą. Papildomai galima skaičiuoti ir vidinę grąžą. Pagal visuminį jų įvertinimą investuotojai apsibrėžia potencialų rizikos dydį ir priima sprendimą, ar verta investuoti. Kuo mažesnis esamosios vertės rodiklis, pelningumo indeksas, vidinės grąžos dydis, ir kuo didesnis atsipirkimo laikas, tuo investicinis projektas yra rizikingesnis. Esamosios vertės dydis parodo ateities pinigų srautų dabartinę vertę, o tai ir yra investicinio projekto vertė. Esamąją vertę galima apskaičiuoti pagal (3) formulę. Skaičiuojant grynąją dabartinę vertę, diskonto norma atitinka kapitalo sąnaudas arba alternatyvų grąžą.

$$\text{Investicijų esamoji vertė (NPV)} = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

Kur:

CF – pinigų srautas t laikotarpiu

r – diskonto norma

t – laiko periodas

Diskontuotas atsipirkimo laikas parodo, kada diskontuotų pinigų srautų vertė pasiekia pradinę investicijų sumą ir/ar ją viršija. Atsipirkimo periodas gaunama pagal įplaukų sumas. Jos dedamos iki susilygina ir/ar viršija pradinių investicijų sumą. Pelningumo indeksas parodo santykį tarp diskontuotos grynosios projekto vertės ir jam skirtų diskontuotų išlaidų. Kuo didesnė diskontuota projekto vertė ir mažesnės investicijos, tuo pelningumo indeksas yra didesnis. Kuo pelningumo indeksas didesnis, tuo projektas yra labiau priimtinas. Pagal vidinės grąžos metodą apskaičiuojama tokia diskonto norma, kuriai esant pinigų srautų grynoji dabartinė vertė tampa lygi nuliui. Jeigu apskaičiuota diskonto norma yra lygi arba viršija kapitalo sąnaudas, investicijos laikomos mažiau rizikingomis ir tinkamomis vykdyti. Priešingu atveju, kai investicinio projekto diskonto norma yra

mažesnė už kapitalo sąnaudas, investicija dėl per didelės rizikos gali būti atmetama. Vidinė grąžos norma yra apskaičiuojama pagal (4) formulę.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} \quad (4)$$

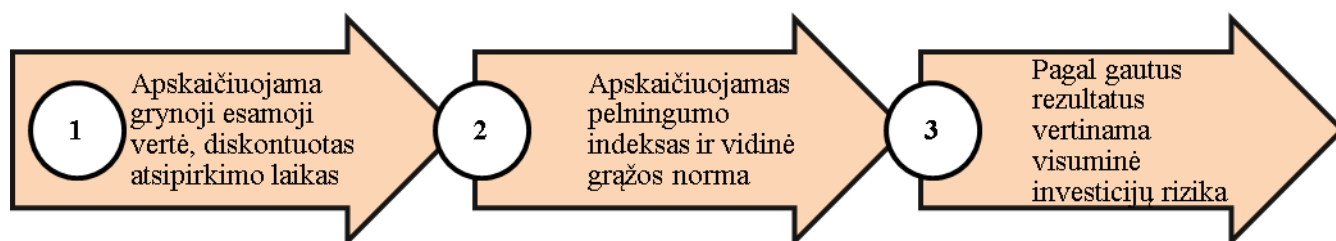
Kur:

CF – pinigų srautai

k – diskonto norma

t – laiko periodas

15 paveiksle apibendrintai yra pateikta diskontuotų metodų kompleksinis rizikos vertinimo modelio sudarymo procesas. Norint kuo efektyviau įvertinti investicijų riziką, apskaičiuojama grynoji esamoji vertė, diskontuotas atsipirkimo laikas, pelningumo indeksas, vidinė grąžos norma. Kuo didesnė grynoji esamoji vertė, pelningumo indeksas, vidinė grąžos norma ir kuo mažesnis atsipirkimo laikas, tuo investicinis projektas investuotojo akimis yra labiau priimtinas, nes rizikos laipsnis nėra per didelis, investicijos bus pelningos.



15 pav. Diskontuotų metodų kompleksinio rizikos vertinimo modelio sudarymo procesas (sudaryta pagal Thoumya ir Vachonb (2012) bei Drury (2013))

Diskontuotų metodų kompleksinis rizikos vertinimo modelis yra plačiai taikomas. Tai objektyvus ir patikimas investicijų vertinimo įrankis. Tačiau, kai skiriasi investavimo laikas, palyginimas tampa sudėtingas. Nevienodas investavimo laikas nereikšmingas tik tada, kai investicijos nedaro įtakos vienos kitoms. Priešingu atveju, iš diskontuotų pinigų srautų metodų niekas netinka.

2.3. Inovatyvūs rizikos vertinimo modeliai

Dinamiškoje, globalioje, žiniomis ir inovacijomis grįstoje rinkoje nebeužtenka investicijas vertinti paprastais, nesudėtingais modeliais. Norint rinkoje išlikti konkurencingu, tapti rinkos lyderiu,

investuotojui tenka prisiimti sudėtingesnius, rizikingesnius investicinius projektus. Tokie projektai yra labiau neapibrėžti: sunku iš anksto įvertinti rizikos veiksnius, numatyti įvykių scenarijus ir pasiruošti tinkamas priemones rizikai suvaldyti. Mozaffario (2014) teigimu, sudėtingoms investicijoms vertinti reikia modernių, lanksčių, didelėmis neapibrėžtumo sąlygomis galinčių veikti efektyvumo, rizikos apskaičiavimo ir rizikos valdymo modelių. Black-Sholes ir dirbtinis neuroninis tinklas gali būti priskiriami būtent tokiai investicijų rizikos valdymo modelių grupei.

Black-Scholes modelis. Investicijų rizikai vertinti autoriai (Santos ir kt. (2014) bei Pazez ir kt. (2013)) siūlo naudoti vieną iš realiųjų opcionų metodų - Black-Scholes diferencialinį modelį. Black-Scholes išvesties rezultatai apskaičiuojami, naudojantis (5), (6) ir (7) formulėmis.

$$C = S * N(d_1) - Xe^{-rT} * N(d_2) \quad 5)$$

$$d_1 = (\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2) * T) /: \sigma * T^{1/2} \quad 6)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma * T^{1/2} \quad 7)$$

Kur:

S – dabartinė laukiamų investicinio projekto pinigų srautų vertė

X – reikalingų investicijų dabartinė vertė

T – investicinės galimybės galiojimo laikas

R – nerizikinga palūkanų norma

σ - neapibrėžtumas

N(d1) – apsisaugojimo nuo rizikos koeficientas

N(d2) – koeficientas, rodantis reikšmę, artimą, bet nelygią vykdymo tikimybei laisvoje nuo rizikos aplinkoje

e – matematinė konstanta lygi 2.718281828

ln – natūralus algoritmas.

Šis modelis priešingai negu klasikiniai investicijų vertinimo įrankiai gali padėti priimti teisingus investicinius sprendimus sudėtingoje aplinkoje. Black-Scholes modelio veikimo principas yra pagrįstas galimybe rinktis, kada vykdyti investicinį projektą. Gauti modelio išvesties rezultatai parodo, ar įmonė turėtų laukti, kol išnyks netikrumas ir neapibrėžtumas rinkoje, ir tą patį projektą įgyvendinti vėliau ar neatidėlioti ir vykdyti dabar. Įmonė, turėdama pasirinkimo galimybę atidėti projektą ir vykdyti su mažesne rizika ateityje negu dabar su didesnėmis neapibrėžtumo sąlygomis, gali išvengti per didelės rizikos, sėkmingai įgyvendinti investicijas, gauti didesnes pajamas ir plėsti užimamą rinkos dalį. Arba

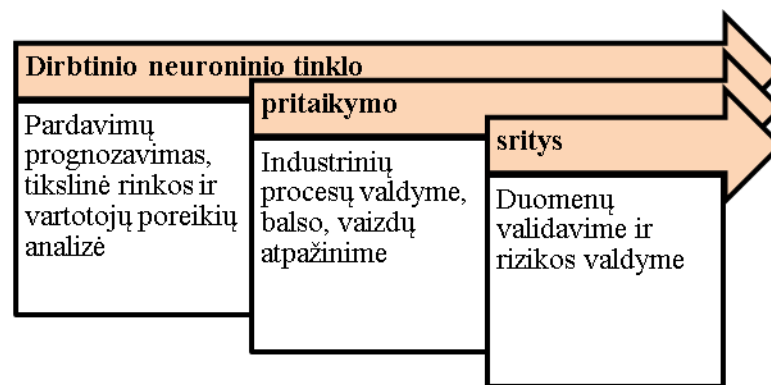
atitinkamai priešingai, neatidėlioti projekto, išvengti rizikos ateityje ir sėkmingai realizuoti investicinį projektą.

Dirbtinio neuroninio tinklo modelis. Investicijų rizikai vertinti autoriai (Aliahmadi ir kt. (2013), Chen (2013) bei Donate ir kt. (2012)) siūlo naudoti dirbtinį neuroninį tinklą. Kaip prognozavimo metodas dirbtinis neuroninis tinklas tampa vis labiau taikomas. Naudojant šį modelį, galima nustatyti investicinio projekto rizikos veiksnių kiekybinę ir kokybinę įtaką galutiniam išvesties rezultatui. Išvesties rezultatas, vertinant vykdyti ar nevykdyti investicinį projektą, gali būti labai įvairus: reikalingų investicijų suma, pelnas, pelningumas, papildomas investicijų poreikis. Tačiau gali būti ir pats rizikos lygis. Tokiu atveju modelio įvesties duomenys yra rizikos faktoriai, nuo kurių priklauso rizikos lygis. Įvertinus rizikos faktorius ir apskaičiavus rizikos lygį, investuotojai imdamiesi tinkamų priemonių, turi galimybę ją sumažinti. Jeigu tokių galimybių nėra, investuotojas gali pasirinkti alternatyvų projektą su mažesne rizika. Jeigu svarstomas tik vienas projektas ir alternatyvų nėra, pagal numatytą rizikos lygį galima efektyviau pasiruošti investicijų veiksmų įgyvendinimo planą.

Dirbtinis neuroninis tinklas turi kitokio tipo sukompiliuotą algoritmą nei klasikinė programinė įranga. Įprasta programinė įranga vykdo iš anksto įrašytą programinį kodą pagal nustatytą instrukciją. Dirbtinis neuroninis tinklas pats apsimoko, bando surasti tarpusavio sąsajas ir pagal jas parinkti teisingiausią suformuluotos užduoties sprendimą. Dirbtinis neuroninis tinklas yra žmogaus smegenų analogas, kadangi abu yra pagrįsti pačių mažiausių sudedamųjų dalių – neuronų - tarpusavio sąveika. Šis modelis buvo sukurtas, siekiant imituoti žmogaus smegenų veiklą: mokytis, mąstyti, saugoti informaciją, ją atgaminti ir atpažinti. Dirbtinis neuroninis tinklas panašus į žmogaus smegenų veiklą: žinios įgyjamos, kai vyksta tinklo apsimokymas, o informacija išsaugoma ir atpažįstama tarp-neuroninių ryšių stiprumo pagalba. Tarp-neuroninių ryšių stiprumas yra biologinio neurono sinapsių, kurios išsaugo informaciją, reikšmių analogas. Dirbtinis neuroninis tinklas, priešingai negu žmogaus smegenys, gali analizuoti tik jau įvestus duomenis, pagal kuriuos gaunami išvesties rezultatai. Žmogaus smegenys gali sukurti naujus duomenis. Tačiau didžiausias dirbtinio neuroninio tinklo pranašumas lyginant su žmogaus smegenimis – tai galimybė apdoroti be galo didelius duomenų kiekius dideliu greičiu.

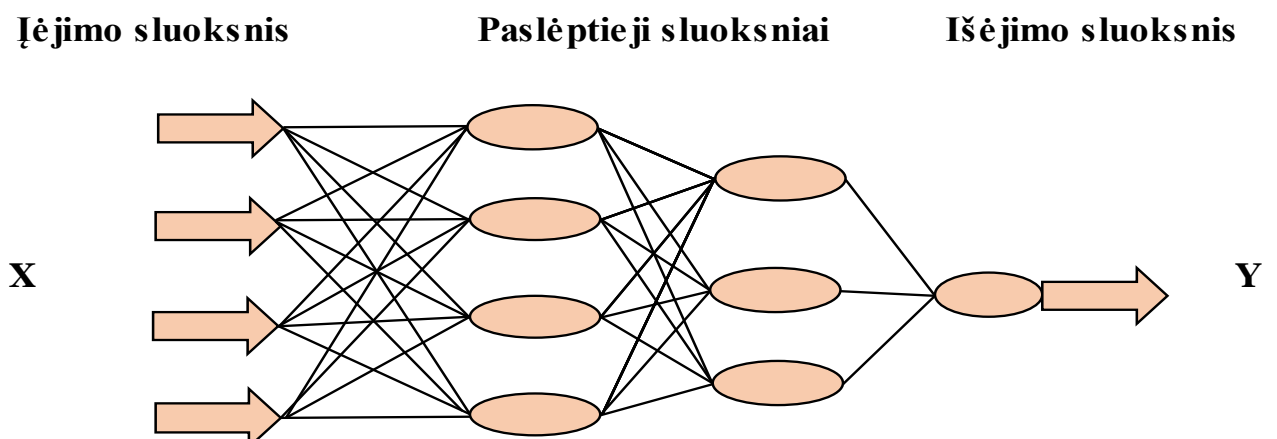
Autoriai (Sonmez (2011) ir Cheng (2010)) savo darbuose parodo, kad dirbtinį neuroninį tinklą galima taikyti ne tik investicinių projektų vertinimui, tačiau ir daugelyje kitų sričių. 16 paveiksle apibendrintai yra pateikta dirbtinio neuroninio tinklo pritaikymo sritys. Remiantis dirbtiniu neuroniniu tinklu, galima prognozuoti bankroto tikimybę, ekonomikos pokyčius, akcijų grąžą. Daugiasluoksnis dirbtinis neuroninis tinklas su tinkama konfigūracija gali padėti įvertinti labai sudėtingus reiškinius ir procesus. Apmokytas modelis gali greitai atpažinti naujas situacijas, prie jų prisitaikyti, interpretuoti netikslią informaciją, atpažinti klaidingus duomenis ir kaip išvesties rezultatą gauti teisingus

duomenis. Dirbtinis neuroninis tinklas taip pat tinka identifikuoti paslėptus šablonus, tendencijas, kai nėra iš anksto paruoštos sprendimo eigos, kaip ir ką daryti, kad atsakymas būtų gautas. Šis modelis yra puikiai tinkamas spręsti įvairias versle ir moksle pasitaikančias užduotis, susijusias valdymu, organizavimu, klasifikavimu, atpažinimu, pardavimų prognozavimu, vartotojų elgesio analize, balso, vaizdų atpažinimu, tikslinės rinkos analize. Be ekonomikos ir finansų mokslo šakų toks modelis gali būti naudojamas inžinerijos, medicinos, geologijos, fizikos mokslo šakose, darant mokslinius tyrimus ir praktiškai pritaikant. Skirtingų sektorių įmonėse modelis gali būti pritaikytas vertinti technologijų pajėgumą, darbo našumą, organizacijos efektyvumą.



16 pav. Dirbtinio neuroninio tinklo pritaikymo sritys (sudaryta pagal (Sonmez (2011) ir Cheng (2010))

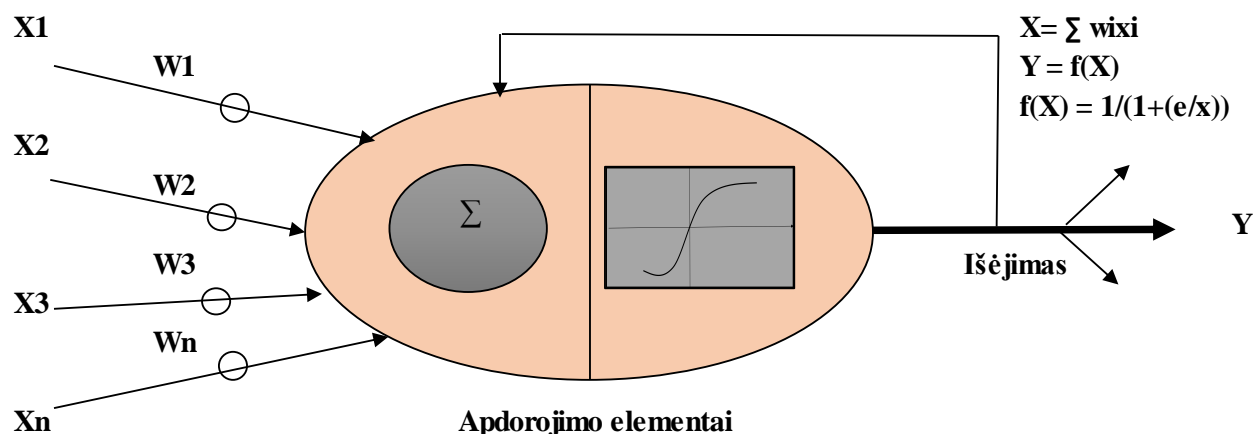
Dirbtinis neuroninis tinklas gali būti sudarytas iš kelių sluoksnių (žr. 17 pav.) Kai toks tinklas yra sudarytas iš daugiau kaip vieno tinklo, kuris turi įėjimo, paslėptuosius ir išėjimo neuronų sluoksnius, pagal Aliahmadi (2013) vadinamas trijų sluoksnių dirbtiniu neuroniniu tinklu. Visi trys neuronų sluoksniai yra labai svarbūs ir tarpusavyje susiję, galintys perduoti reikšmingus signalus tiek priekine, tiek atgaline eiga.



17 pav. Trijų sluoksnių dirbtinis neuroninis tinklas (sudaryta pagal Aliahmadi (2013))

Įėjimo dirbtinių neuronų sluoksnio paskirtis yra perduoti kintamųjų reikšmes iš išorės tarpiniams paslėptųjų sluoksnių dirbtiniams neuronams. Tarpiniai paslėptųjų sluoksnių dirbtiniai neuronai saugo ir apdoroja vidinę informaciją ir perduoda į išėjimo sluoksnio dirbtinį neuroną. Išėjimo sluoksnio dirbtinis neuronas suformuoja išvesties kintamųjų reikšmes. Visų sluoksnių dirbtiniai neuronai jungiami vieni su kitais, kad būtų galima vieni kitiems perduoti atitinkamus signalus. Labai svarbūs yra dviejų dirbtinių neuronų jungties stiprumą parodantys ryšio koeficientai, kurie saugo informaciją ir kurių pagalba vyksta paties tinklo apsimokymo procesas.

18 paveiksle yra pateikta pagrindinio dirbtinio neuroninio tinklo elemento - dirbtinio neurono – sandara. Dirbtinis neuronas yra tarsi sumažinta viso dirbtinio neuroninio tinklo versija. Dirbtinis neuronas, gavęs įvesties duomenis su tam tikrais ryšio koeficientais, fiksuoja svorinę įvesties signalų sumą. Pritaikius tokią aktyvavimo funkciją, kuri sukompiliuota programinėje įrangoje, gaunami išvesties duomenys.



18 pav. Dirbtinio neurono sandara (pagal Aliahmadi (2013))

Kur:

$x_1...x_n$ – neurono įvesties duomenys

$w_1...w_n$ - ryšio koeficientai (svoriai)

X - svorinė įėjimo signalų suma

$f(X)$ - perdavimo funkcija

Y - neurono išvesties duomenys

Visi dirbtinio neuroninio tinklo dirbtiniai neuronai yra sujungti tarpusavyje, todėl vieno neurono išėjimo reikšmė yra kito neurono įėjimo reikšmė. Tokiu būdu neuroniniame tinkle yra perduodama informacija. Kiekvienas neuronas turi savo slenksčio reikšmę, o kiekviena įvesties reikšmė turi atitinkamą perdavimo koeficientą. Neurono sužadinimo reikšmė gaunama, suskaičiavus svorinę įėjimo signalų sumą (žr. (8) formulę). Pagal šį sužadinimo signalą, naudojant neurono aktyvavimo funkciją,

apskaičiuojama neurono išėjimo reikšmė. Aktyvavimo funkcija aprašoma matematine lygtimi (žr. (9) formulę). Daugiasluoksniame tiesioginio sklidimo dirbtiniame neuroniniame tinkle dažniausiai naudojama sigmoidinė neuronų aktyvinimo funkcija.

$$X = x_1w_1 + x_2w_2 + \dots + x_nw_n = \sum_{i=1}^n x_iw_i \quad (8)$$

$$f(X) = \frac{1}{(1+e^{-x})} = (1 + e^{-x})^{-1} \quad (9)$$

Kur:

$x_1...x_n$ – dirbtinio neurono įvesties duomenys

$w_1...w_n$ - ryšio koeficientai (svoriai)

e – matematinė konstanta lygi 2.718281828

Pagal tai, kuria kryptimi perduodama informacija, galima išskirti du tipus: tiesioginio sklidimo (nerekurentinis) ir netiesioginio sklidimo (rekurentinis) tinklas. Tiesioginio sklidimo dirbtiniame neuroniniame tinkle informacija per ryšio koeficientus perduodama tik viena kryptimi, t. y. įvesties signalai sklinda tiesiai per visus paslėptus sluoksnius į išėjimo neuronus. Netiesioginio sklidimo dirbtiniame neuroniniame tinkle informacija perduodama iš tolimesnio sluoksnio į ankstesnį arba į tą patį. Daugiausiai yra taikoma tiesioginio sklidimo dirbtinių neuronų tinklų modeliai. 19 pav. apibendrintai pateikta tiesioginio ir netiesioginio sklidimo dirbtinio neuroninio tinklo ypatybės.

Tiesioginio sklidimo dirbtinis neuroninis tinklas

- Informacija sklinda viena kryptimi: į priekį

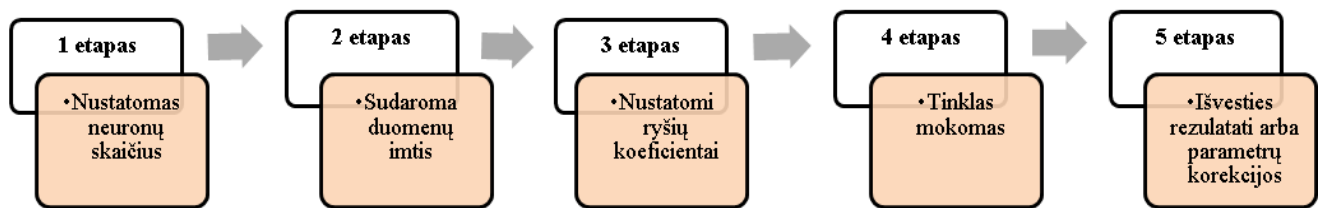
Netiesioginio sklidimo dirbtinis neuroninis tinklas

- Informacija sklinda dviem kryptimis: į priekį ir/arba atgal

19 pav. (Ne) Tiesioginio sklidimo dirbtinio neuroninio tinklo ypatybės (pagal Aliahmadi (2013))

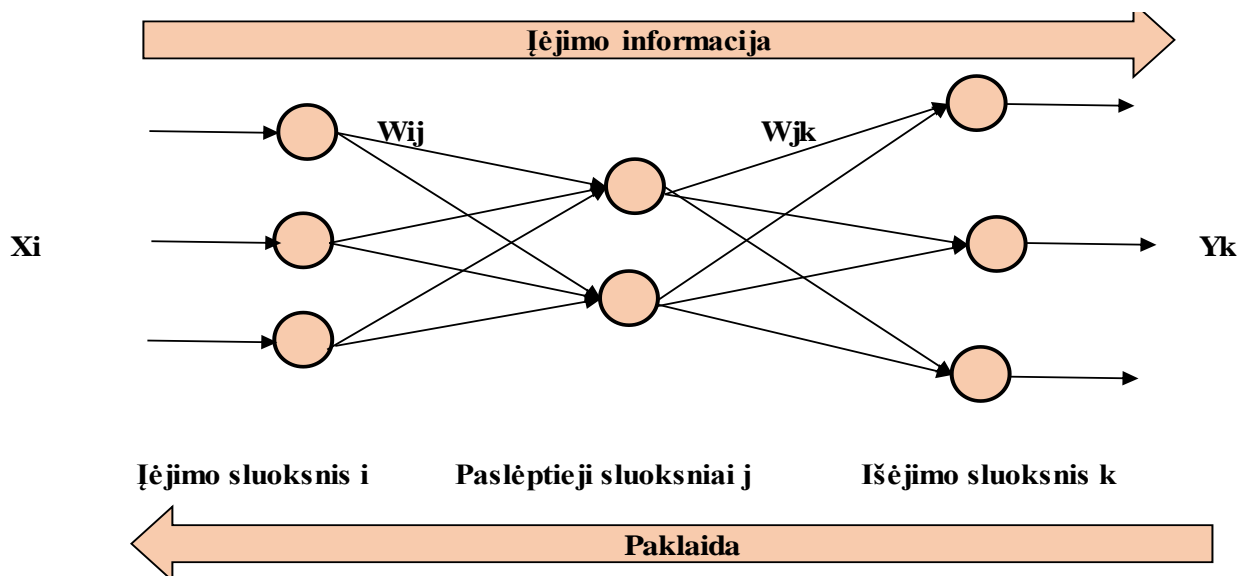
Dirbtinio neurono tinklo sudarymo etapai pavaizduoti 20 paveiksle. Sudarant dirbtinį neuroninį tinklą, pirmiausia įėjimo ir išėjimo sluoksniuose nustatomas neuronų skaičius. Antra – sudaroma duomenų imtis, kuri apima įvesties, išvesties ir testavimo parametrų reikšmes. Trečia - nustatomos atsitiktinės dirbtinio neuroninio tinklo ryšio koeficientų reikšmės, apskaičiuojama aproksimacijos ir klasifikavimo paklaida. Ketvirta – vyksta dirbtinio neuroninio tinklo mokymas. Dirbtinis neuroninis

tinklas mokomas tol, kol gaunama leistina išvesties paklaida. Penkta – dirbtiniam neuroniniam tinklui nepavykus apsimokyti iš pirmo karto, koreguojamos koeficientų reikšmės.



20 pav. Dirbtinio neuroninio tinklo sudarymo etapai (pagal Sonmez (2011) ir Cheng (2010))

Dirbtiniam neuroniniam tinklui apmokyti galima taikyti skirtingus mokymo metodus. Daugiasluoksniame tiesioginio sklidimo dirbtiniam neuroniniam tinklui dažniausiai naudojama atgalinio ryšio algoritmas. 21 paveiksle matyti, kaip vyksta daugiasluoksniame neuroniniame tinklo mokymas, taikant atgalinio ryšio algoritmą. Pirmiausia tiesiogine kryptimi iš įėjimo dirbtinių neuronų sluoksnio į išėjimo sluoksnį sklinda pradinė informacija, kur vieno sluoksnio neuronų išėjimas yra kito sluoksnio neuronų įėjimas. Taip apskaičiuojamas išvesties rezultatas, perduodant informaciją iš sluoksnio į sluoksnį tiesioginio sklidimo kryptimi. Kai apskaičiuotas paklaidos signalas grįžta per tinklą priešinga kryptimi, keičiamos parametru svorių reikšmės. Pirmiausia pakeičiama išvedimo neuronų sluoksnio svorių reikšmės, po to paslėptųjų sluoksnių.



21 pav. Atgalinio ryšio algoritmo taikymas daugiasluoksniame dirbtiniame neuroniniame tinkle (sudaryta pagal Aliahmadi (2013))

Nors klasikiniai modeliai yra paprasti ir lengvai taikomi, tačiau jie tik parodo riziką, kylančią investuojant į inovacijų diegimą, tam tikru konkrečiu laiko momentu. Tuo tarpu dirbtinis neuroninis

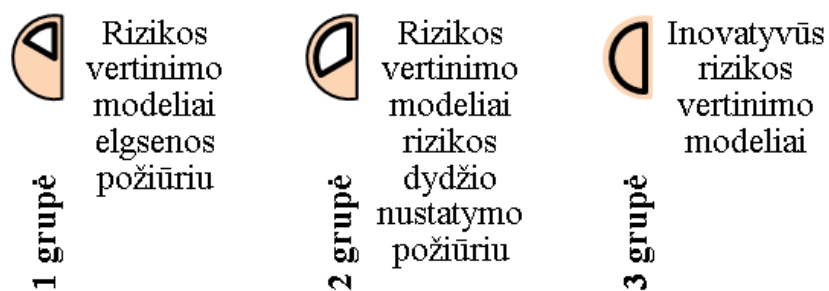
tinklas įgalina tęstinį rizikos vertinimą, įtraukiant naujus kylančius rizikos kintamuosius, kartu įvertinant ir ankstesnių rizikos faktorių poveikį investicijoms į inovacijas, suteikiant mažesnius rizikos svorius ir įvykimo galimybes. Modelis gali įvertinti investicijų riziką labai neapibrėžtomis rinkos sąlygomis. Tai puiki priemonė, įgalinanti efektyvesnę strateginių investicijų į technologines inovacijas vertinimą. Priešingai negu kiti modeliai, kurie paremti ekspertų vertinimais ir iš anksto suformuluotais algoritmais, dirbtinis neuroninis tinklas yra žymiai modernesnė, tačiau sudėtingesnė programa, paremta apsimokymo procesu. Vertinant investicijų į technologines inovacijas riziką, ypač svarbu yra identifikuoti rizikingiausius veiksnius, kurie gali neigiamai paveikti investicijų į inovacinę veiklą procesus.

Priklausomai nuo modelio kūrėjo ir taikymo srities dirbtinis neuroninis tinklas gali būti įvairių rūšių. Viena iš jų yra Tremanio dirbtinis neuroninis tinklas, kuris pavadintas jo kūrėjo olando Tremanio garbei [1]. Ši programinė įranga yra atvirai prieinama ir legali, bet kuris vartotojas gali ja laisvai naudotis. Tremanio dirbtinis neuroninis tinklas naudojamas, kai siekiama rasti sudėtingus ryšius tarp duomenų. Kuo didesnis duomenų kiekis ir kuo didesnė nežinomybė tarp duomenų įvesties ir išvesties, tuo naudingiau taikyti šį modelį. Ypač modelis tinkamas, kai egzistuoja didelis neapibrėžtumas, kadangi tinklas gali išmokyti vertinti sudėtingus, painius, sunkiai atsenkamus ryšius tarp duomenų įvesties ir išvesties. Pats dirbtinis neuroninis tinklas yra daugiasluoksnis, sudarytas iš įvesties, paslėptųjų ir išvesties neuronų. Programoje sukompiliuoti pagrindiniai parametrai, leidžiantys tinklui greitai ir efektyviai apsimokyti, siekiant patikimų rezultatų. Tačiau yra galimybė keisti įvesties ir paslėptųjų neuronų skaičių. Modelis yra daugiasluoksnis ir taikomas daugelyje sričių. Siekiant efektyviau vertinti strateginių investicijų į technologines inovacijas riziką, modelį reikia parengti, apmokyti, testuoti. Tam reikalinga sudaryti rizikingų veiksmų duomenų imtį, nustatyti reikiamus parametrus, įvesti duomenis, vertinti išvesties rezultatus. Tinklui neapsimokius tinkamai, reikia keisti įvesties, paslėptųjų, išvesties ar duomenų imties parametrus.

2.4. Modelių palyginimas

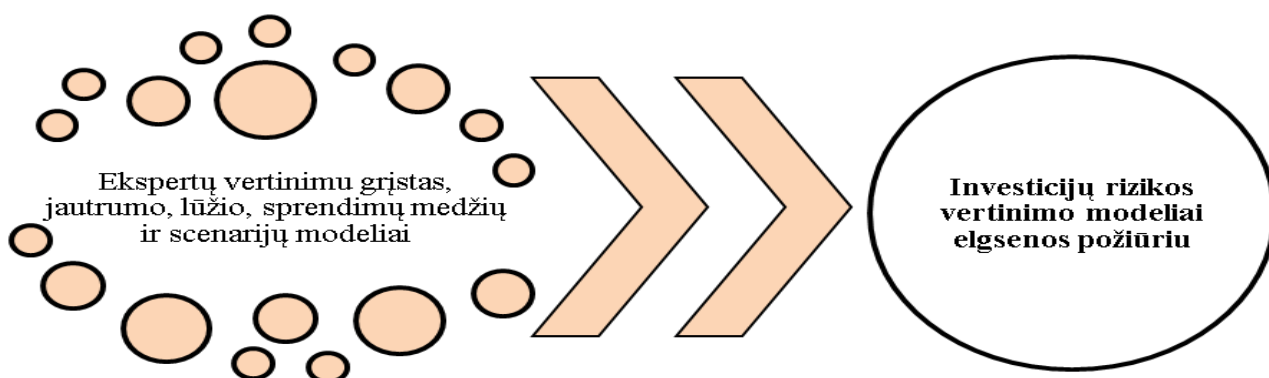
Buvo išskirtos trys pagrindinės investicijų rizikos vertinimo modelių grupės (žr. 22 pav.). Rizikos vertinimo modeliai elgsenos požiūriu ir rizikos vertinimo modeliai rizikos dydžio nustatymo požiūriu įvertina investicinio projekto riziką momentiniu laiku, t. y. rizika vertinama, turint tam tikrus istorinius duomenis apie įmonę, rinką, ekonomiką, ir priimant tam tikras prielaidas ateityje įvyksiantiems įvykiams, susijusiems su įgyvendinamu projektu. Tačiau investiciniam projektui pradėjus įgyvendinti ir pasikeitus tam tikriems parametrams, rizika vertinama iš naujo, imant naujus rodiklius. Tuo tarpu inovatyvūs rizikos vertinimo modeliai įgalina vertinti tęstinę riziką labai neapibrėžtoje situacijoje, įtraukiant naujus rizikos parametrus, tačiau atsižvelgiant jau į sukauptą

patirtį. Iš anksto gali būti įvertinamos kelios alternatyvos, kas bus daroma vienu ir kitu atveju, jeigu pasireikš skirtingi rizikos veiksniai arba atsiras visai nenumatytų rizikos parametrų.



22 pav. Investicijų rizikos vertinimo modelių grupės

23 paveiksle yra pavaizduota rizikos vertinimo modeliai elgsenos požiūriu: ekspertų vertinimu grįstas modelis, jautrumo, lūžio, sprendimų medžių ir scenarijų modeliai. Ekspertų vertinimu grįstas modelis įgalina įvertinti investicijų riziką pagal ekspertų pateiktus rizikos kintamuosius, gaunant vieną apibendrintą reikšmę. Modelis tinkamas, kai riziką sąlygoja tiek kiekybiniai, tiek kokybiniai rizikos kintamieji. Jautrumo analizės duomenys naudojami pirminiame investicijų vertinimo etape kaip pradinė informacija arba perspėjimas. Jeigu investicijų įgyvendinimo laikotarpiu pasireikštų nepageidaujamas parametrų kitimas, jautrumo analizės metu gauti duomenys gali būti efektyvi pagalba nenumatytiems atvejams. Tai rekomendacijos tolimesnei rizikos veiksnių planavimui ir kontrolei, toliau renkant tikslingą informaciją apie investicinio projekto kuo efektyvesnį įgyvendinimą.

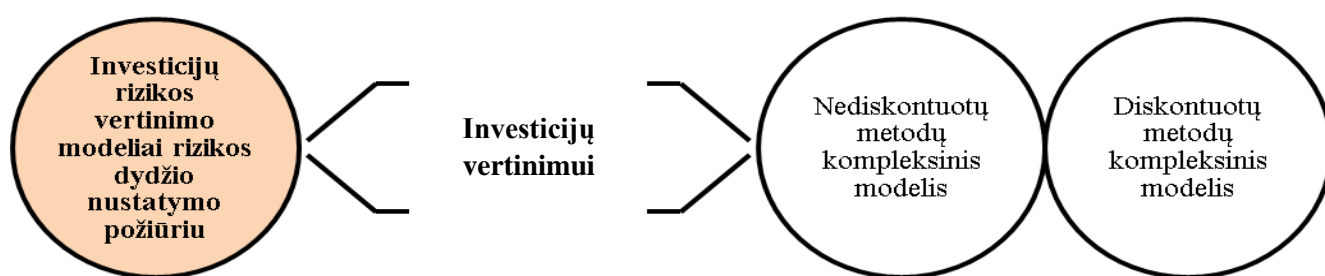


23 pav. Rizikos vertinimo modeliai elgsenos požiūriu

Lūžio taškas parodo būtiną įmonės pardavimų apimtį, kad įmonė padengtų veiklos išlaidas. Šią informaciją įmonės vadovai naudoja verslo veiklos planavimui. Investuotojai tokią informaciją naudoja įmonės investicinių projektų rizikos vertinimui. Siekiant, kad investicinis projektas būtų pelningas, lūžio taško reikšmė turi būti mažesnė už nominalias pardavimų apimtis. Sprendimų medžio modelis dažniausiai naudojamas sudėtingiems investiciniams projektams, kuriuose investicijos yra

vykdomos ilgame laikotarpyje, keliais etapais. Scenarijų modelis remiasi galimų piniginių srautų modeliavimu trimis pagrindiniams galimiems investicinio projekto įgyvendinimo sąlygų variantams. Dažniausiai yra išskiriami optimalus, optimistinis ir pesimistinis scenarijai.

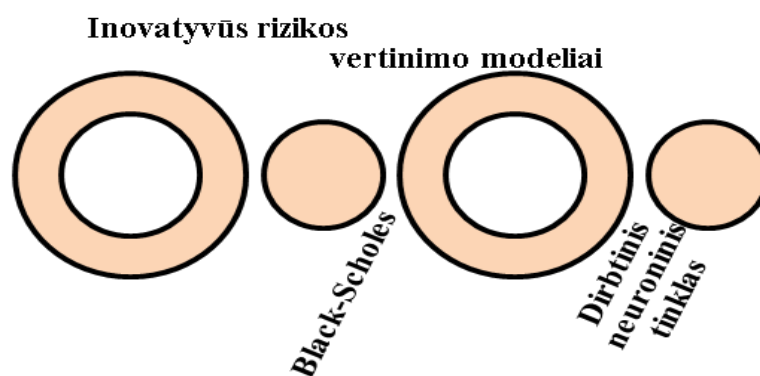
24 paveiksle pavaizduota rizikos vertinimo modeliai rizikos dydžio nustatymo požiūriu: nediskontuotų ir diskontuotų metodų kompleksiniai modeliai. Pirmąjį šios grupės modelį sudaro trys pagrindiniai metodai: pelnas, pelno norma ir atsipirkimo laikas. Palyginant planuojamas investicinio projekto išlaidas su pajamomis, gaunamas numatomas investicijų pelnas. Iš dviejų alternatyvų geresnis tas projektas, kurio pelnas yra didesnis. Atsipirkimo laikas labiausiai padeda įvertinti trumpalaikių investicinių projektų rizikingumą ir tai gali būti geras rizikos matas, kai neapibrėžtas vienas ar keli parametrai. Pelno norma padeda įvertinti investicinio projekto prognozuojamų investicijų ir pajamų santykinę ryšį. Jo pagalba apskaičiuojamas vidutinis investicinio projekto pelningumas. Diskontuotų metodų kompleksinis modelis yra pranašesnis negu nediskontuotų, kadangi įvertina laiką. Šis modelis apima grynosios dabartinės vertės, pelningumo indekso, diskontuoto atsipirkimo laiko ir vidinės grąžos normos apskaičiavimą. Iš klasikinių investicinių projektų vertinimo modelių diskontuotų metodų kompleksinis modelis yra svarbiausias. Grynoji dabartinė vertė parodo investicinio projekto vertę. Diskontuotas atsipirkimo periodas parodo laiko periodą, per kurį investicinio projekto diskontuotų pinigų srautų suma tampa lygi pradinei investicijai. Pelningumo indeksas rodo, kiek vienam investicijų vienetui tenka diskontuotų pajamų, o vidinė grąža parodo, kokia turi būti norma, kad grynoji dabartinė vertė būtų lygi nuliui. Investicinio projekto riziką parodo visuminė šių parametru reikšmės. Kuo didesnė grynoji dabartinė vertė, pelningumo indeksas, vidinės grąžos normos rodiklis ir kuo trumpesnis atsipirkimo laikas, tuo mažesnis rizikos lygis ir investuoti naudingiau.



24 pav. Rizikos vertinimo modeliai rizikos dydžio nustatymo požiūriu

25 paveiksle pavaizduota inovatyvūs rizikos valdymo modeliai: Black-Scholes ir dirbtinis neuroninis tinklas. Black-Scholes modelio svarba pasireiškia didelio neapibrėžtumo, lankstumo reikalaujančiose situacijose, kai investicinio projekto vertė nėra nutolusi nuo pelno ir nuostolio balanso. Įmonė gali gauti didesnes pajamas, išvengti rizikos patirti didelius nuostolius, kadangi įmonė turi galimybę pasirinkti, kada vykdyti investicinį projektą. Tuo tarpu dirbtinio neuroninio tinklo taikymas ir investicinių projektų vertinimo veiksnių analizė leidžia nustatyti investicinio projekto

esminių rizikos veiksnių kiekybinę įtaką investicijų rizikos lygiui, atsižvelgiant į konkrečias įmonės veiklos sąlygas. Esminių vertinimo veiksnių identifikavimas, kiekybinis įvertinimas dirbtinio neuroninio tinklo pagrindu leidžia nukreipti ir sukoncentruoti įmonių ir investicinių projektų vadovų dėmesį į svarbiausius rizikos parametrus, valdymo sistemos galimus trikdžius ir tokiu būdu sumažinti projektų tikslų neįgyvendinimo riziką. Investuotojai, dirbtiniu neuroniniu tinklu modeliudami įvairius galimus scenarijus, gali iš anksto pasiruošti keletą įvykimo scenarijų ir numatyti kiekvienam jų adekvačias priemones rizikos lygiui sumažinti iki minimumo.



25 pav. Inovatyvūs rizikos vertinimo modeliai

Taigi kiekvienas rizikos vertinimo modelis yra savitas, pagrįstas skirtingomis metodologijomis, turintis privalumus, trūkumus, tačiau yra bendrų požymių. Visus juos sieja tai, kad kiekvienam modeliui sudaryti reikalingi rizikos veiksniai, nuo kurių priklauso galutinis rezultatas. Tai gali būti kokybiniai, kiekybiniai veiksniai. Jų parinkimas priklauso nuo vertintojo. Taipogi kiekvienam rizikos vertinimui modeliui reikalinga šių rizikos kintamųjų duomenų imties sudarymas, situacijų modeliavimas. Galutinių modelių išvesties rezultatų interpretavimas taipogi priklauso nuo vertintojo. Vienam tas pats išvesties rezultatas gali būti priimtinas, o kitam ne. Konservatyviam investuotojui net ir vidutinis rizikos lygis gali pasirodyti per didelis, o agresyviam net ir didelė rizika priimtina. Tačiau nepaisant skirtingų požiūrių į riziką, skirtingų vertinimo modelių ir išvesties rezultatų, optimaliam investicijų projektų įvertinimui ir metodų atrankai tikslinga vadovautis tam tikrais principais tokiais kaip veiksmingumas, efektyvumas, tikslingumas, modernumas. Nors klasikiniai modeliai yra paprasti ir lengvai taikomi, tačiau jie parodo riziką, kylančią investuojant į inovacijų diegimą, tam tikru konkrečiu laiko momentu. Šie modeliai taikytini, kai egzistuoja stiprūs ryšiai tarp įvesties ir išvesties rezultatų, kai dominuoja keli nežinomieji, o rinka yra statiška. Strateginėms investicijoms į technologines inovacijas vertinti reikėtų modelių, kurie galėtų įvertinti labai daug nežinomųjų ir tęstinę riziką, kai rinka yra dinamiška ir nenuspėjama, iš anksto neapibrėžiama. Vienas iš tokių inovatyvių modelių gali būti dirbtinis neuroninis tinklas.

3. INVESTICIJŲ Į TECHNOLOGINES INOVACIJAS RIZIKOS VERTINIMO METODOLOGIJA

Investicijų į technologines inovacijas rizikos vertinimui skirtas modelis pagrįstas Tremanio dirbtinio neuroninio tinklo veikimo principu. Sukurtas modelis pagal Tremanio dirbtinio neuroninio tinklo veikimo algoritmą, ketvirtoje darbo dalyje bus taikomas vertinti rizikos lygį Lietuvoje. 26 paveiksle matyti Tremanio dirbtinio neuroninio tinklo rizikos atpažinimo proceso schema, kurį apima makroekonominių rodiklių duomenų bazės sudarymas, jų tarpusavio ryšių ir įtakos rizikos dydžiui analizė bei išvesties rezultato (rizikos lygio) gavimas. Šiuo atveju, makroekonominiai rodikliai yra svarbiausi investicijų į inovacijas rizikos veiksniai, todėl svarbu tinkamai įvertinti jų poveikį rizikai. Makroekonominius rodiklius, kurie gali sukelti riziką, investuojant į technologines inovacijas, suskirstyti į penkias pagrindines grupes: ekonomikos, rinkos, darbo, prekybos ir verslo.

Ekonomikos rodiklių grupė apima bendrojo vidaus produkto (BVP) augimo tempą, infliaciją ir bazinę palūkanų normą. BVP rodo valstybės ekonominį pajėgumą. Kuo ekonominis pajėgumas didesnis, tuo vykdyti investicijas į technologines inovacijas yra mažiau rizikinga. Augant ekonomikai, vyrauja optimistiniai lūkesčiai, prisiimama didesnė investicinė ir verslo rizika, didėja vidaus vartojimas, gamybos užsakymų skaičius. Norint patenkinti augančią gamybos paklausą, būtina atsinaujinti, modernizuoti gamybą, pasiekti didesnę darbo produktyvumą. Esant tokiai situacijai, natūraliai didėja investicijos į technologines inovacijas. Ir tai jaučiama visoje rinkoje. Pagal infliacijos dydį galima nustatyti, kiek nuvertėja pinigai, nes brangstant prekėms ir paslaugoms mažėja pinigų perkamoji galia. Esant dideliame infliacijos lygiui, įdiegti naujesnes gamybos technologijas gali būti žymiai brangiau, kadangi perkamoji galia yra silpnesnė. Vartotojai labai jautriai reaguoja į prekių kainų kilimą, kadangi tai reiškia pinigų perkamosios galios mažėjimą arba realiojo darbo užmokesčio kritimą, kas taip pat didina investicinę riziką. Finansinėse rinkose skolinamasi pigesne kaina tada, kai bazinė palūkanų norma yra maža. Tuomet centrinis bankas išleidžia daugiau pinigų. Tokiu būdu reguliuojant pinigų kiekį yra skatinamas ekonomikos augimas arba stabdomas jos galimas perkaitinimas. Sumažinant bazinę palūkanų normą, tikimasi, kad didės skolinimasis ir vartojimas. Esant žemai bazinei palūkanų normai, vykdyti strategines investicijas į technologines inovacijas skolintomis lėšomis yra žymiai pigiau.

Rinkos rodiklių grupė apima valiutos kurso ir vertybinių popierių rinkos indeksų kitimą. Valiutos kurso kitimas ypač svarbus, kai investicijos į strategines technologines inovacijas yra vykdomos ne nacionaline valiuta arba kai planuojamos pajamos po inovacijų įdiegimo bus gaunamos užsienio valiuta. Kai investicijos vykdomos eurais ir pajamos gaunamos eurais, rizikos nėra. Tačiau neretai, vykdamas strategines investicijas į technologines inovacijas bendradarbiaujama su Jungtinėmis Amerikos Valstijomis (JAV), Silicio slėnio centru. Tokiu atveju, labai svarbus tampa EUR ir JAV

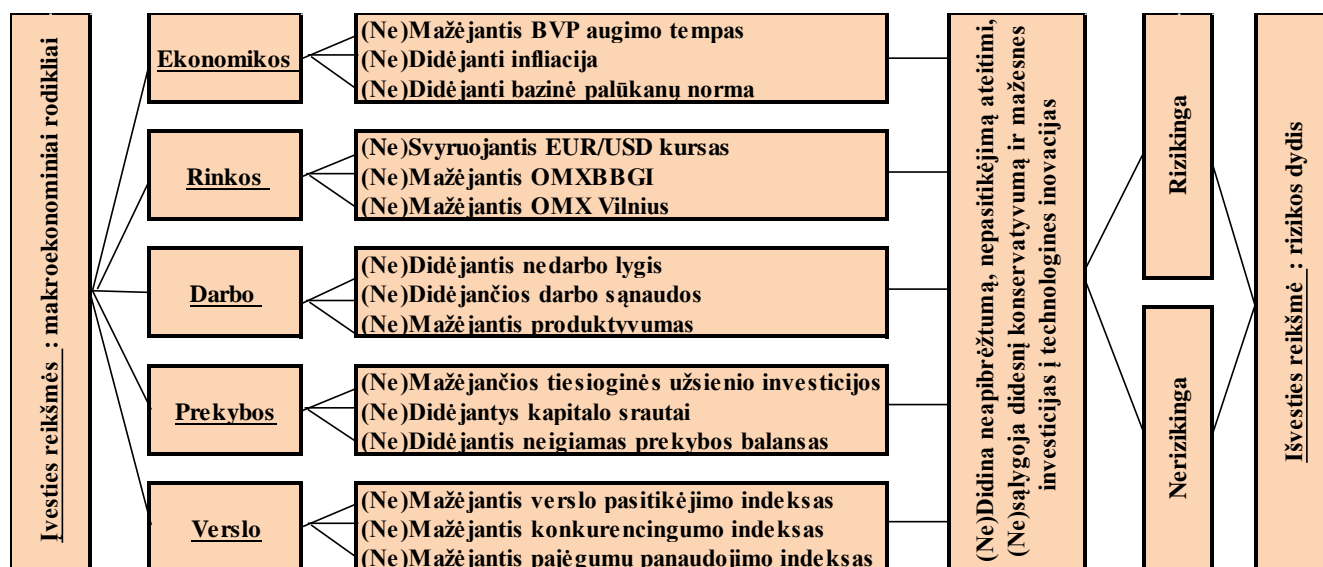
dolerio kursas. Kai diegiant naujoves, atsiskaitoma JAV doleriais, įmonei palankiau už vieną dolerį mokėti mažiau, todėl laukiama kad EUR/USD kursas būtų didesnis. Priešingu atveju, kai įmonė investicijas vykdė eurais, tačiau patobulintus produktus, paslaugas ar pačias inovacijas realizuos JAV ir pajamas gaus doleriais, išskyla rizika, kad EUR/USD kursui pakilus, pajamos eurais bus mažesnės. Todėl šiuo atveju, įmonei būtų palankesnis euro ir dolerio kurso mažėjimas. Įmonės, kurių akcijomis prekiaujama rinkoje, vykdydamos strategines investicijas į technologijas, yra suinteresuotos vertybinių popierių rinkos indekso augimu. Augantis indeksas rodo optimistinius investuotojų lūkesčius, pozityvų jų nusiteikimą įmonių atžvilgiu. Įmonės, kurios investuoja į atsinaujinimą, kokybiškesnius produktus, siekia tenkinti rinkos lūkesčius, yra vertinamos geriau, o jų akcijos perkamos labiau. Tai sąlygoja lengvesnį reikiamo kapitalo pritraukimą iš išorės, išleidžiant naują akcijų emisiją.

Darbo rodiklių grupė apima nedarbo lygį, darbo sąnaudų ir produktyvumo indeksus. Darbo sąnaudų indeksas išreiškia darbinų sąnaudų pokytį per laiko vienetą. Darbo jėga - labai reikšmingas indikatorius ekonomikoje, o įmonėse – tai išlaidos, susijusios su darbinėmis sąnaudomis. Nuo darbo jėgos priklauso investicijų į inovacijas pasisekimas. Kuo darbuotojai yra labiau kvalifikuoti, turintys patirties, suinteresuoti atsinaujinti, įgyti reikiamų žinių, tuo lengviau įmonėms diegti inovacijas. Kai darbuotojai nėra pakankamai kvalifikuoti, juos reikia apmokyti, o tai didina investicijų sumą. Darbo produktyvumas apskaičiuojamas produkto ar paslaugos vienetui darbo laiku arba produkcijos ar paslaugų kiekiui per laiko vienetą. Darbo našumo didėjimas būdingas išsivysčiusioms, aukštą inovacijų lygį turinčioms valstybėms. Esant mažam įrenginių našumui ir nepagrįstai didinant darbo užmokestį, realus darbo produktyvumas nedidėja. Todėl ypatingai svarbu atnaujinti įrenginius, kad jie būtų inovatyvūs ir modernūs. Atnaujintais įrenginiais palyginus su senais įrenginiais per tą patį laiko vienetą pagaminamas žymiai didesnis produktų kiekis. Produktai yra kokybiškesni, broko padaroma mažiau. Tokiu būdu mažėja darbo sąnaudos ir didėja pajamos, dėl kurių gali būti pagrįstas darbo užmokesčio padidinimas. Taigi kyla rizika, kad darbo produktyvumas nedidės dėl inovacijų stygiaus arba dėl darbuotojų kvalifikacijos stokos.

Prekybos rodiklių grupė apima tiesioginių užsienio investicijų, kapitalo srautų ir prekybos balanso rodiklių dinamiką. Mažėjantis tiesioginių užsienio investicijų lygis rodo nepalankią verslo aplinką, mažas investicijų atsipirkimo galimybes, prastą darbo našumą. Esant tokiai situacijai, siekiant efektyvinti investicijas į technologines novacijas yra sudėtingiau negu šalyje, kurioje yra didelių tiesioginių užsienio investicijų ir jos sparčiai didėja. Pirmiausia yra lengviau pritraukti reikalingą investicijų kiekį, pradėdant vykdyti inovacinę veiklą. Antra – jau pradėjus inovacinę veiklą, tačiau susidūrus su investicijų trūkumu, yra lengviau pritraukti reikiamą papildomą investicijų kiekį. Trečia – žymiai lengviau yra realizuoti pačias inovacijas ar dėl inovacijų padidėjusį produktų ar paslaugų kiekį. Teigiami kapitalo srautai parodo, jog į valstybę ateinančios investicijos yra didesnės nei tos pačios valstybės investicijos į užsienio šaltinius. Esant neigiamiems kapitalo srautams, valstybės valiutos

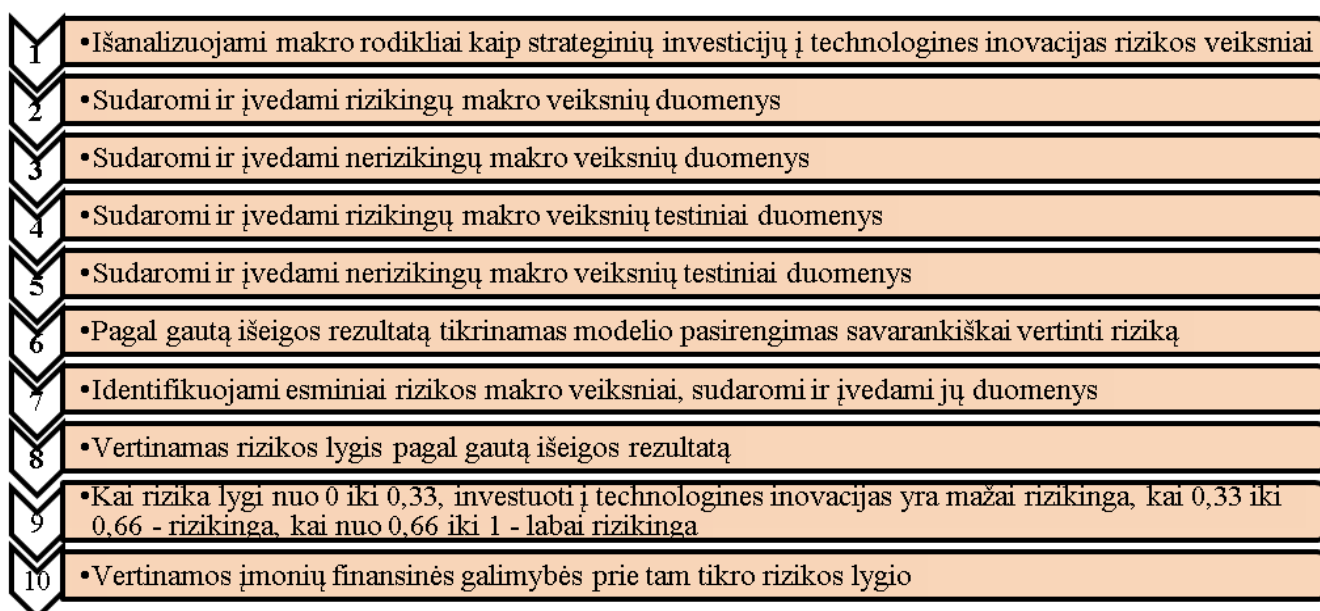
paklausa mažėja ir valiuta nuvertėja, kadangi investuotojai siekia parduoti vietinę valiutą ir įsigyti užsienio šalies valiutą. Augančios ekonomikos ir kylančios finansų rinkos valstybės kur kas lengviau pritraukia kapitalą, investicijas iš užsienio ir išlaiko teigiamus kapitalo srautus. Importo vertei viršijus eksporto vertę, atsiranda trūkumas, o eksporto vertei viršijus importo vertę - perteklius. Investuoti į technologines inovacijas, kai importas viršija eksportą, yra rizikingiau. Tokiu atveju tiek pačias inovacijas, tiek padidėjusį prekių kiekį dėl inovacijų įdiegimo, gali būti sudėtinga eksportuoti dėl mažos paklausos. Ieškant naujų eksporto nišų ir siekiant padidinti siūlomų prekių paklausą, gali prireikti papildomų investicijų. Produkciją realizuoti vietinėje rinkoje taip pat gali būti sudėtinga dėl per didelio importo ir mažesnių importuojančių prekių ar paslaugų kainų.

Verslo rodiklių grupė apima verslo pasitikėjimo, konkurencingumo ir pajėgumų panaudojimo indeksus. Didėjant verslo pasitikėjimo indeksui investuoti į technologines inovacijas yra mažiau rizikinga negu indeksui mažėjant. Šiuo atveju, didėja gamybos užsakymai, spartėja atsargų apyvartos ciklas, gerėja verslo finansinė padėtis, atsiranda daugiau lėšų investicijoms. Turint daugiau lėšų investicijoms, technologinis atsinaujinimas tampa paprastesnis. Įdiegus technologinius patobulinimus, dėl didesnio darbo našumo atsiradęs produkcijos perteklius yra lengvai realizuojamas. Konkurencingumo indeksas išmatuojamas, vertinant šalies inovacijų lygį, technologinę pažangą, verslo kompleksiskumą, rinkos veiksmingumą, infrastruktūrą, makroekonomiką, aukštąjį išsilavinimą, mokymą, institucijas, sveikatą ir pradinį išsilavinimą. Aukštas konkurencingumo indeksas įgalina mažesnę riziką, investuojant į technologines inovacijas, nes šalyje didėja inovacijų lygis ir technologinė pažanga, gerėja verslo kompleksiskumas ir infrastruktūra, auga ekonomika, gerinama sveikatos apsauga ir socialinis lygis. Gamybos pajėgumų panaudojimo rodiklis ypatingas tuo, jog parodo, kokią procentinę dalį gamybos pajėgumų naudoja šalies ekonomika. Aukšti gamybos pajėgumai užtikrina ilgalaikį ekonomikos augimą.



26 pav. Tremanio dirbtinio neuroninio tinklo rizikos atpažinimo schema

27 pav. apibendrintai yra pateikta rizikos vertinimo modelio, pagrįsto Tremanio dirbtinio neuroninio tinklo veikimo principu, sudarymo ir testavimo eiga, kurią sudaro dešimt pagrindinių etapų. Kiekvienas etapas yra tarpusavyje susijęs ir sąlygojantis kito etapo rezultatus. Pirmiausia būtina išanalizuoti makro rodiklius, kurie gali sąlygoti investicijų į inovacijas rizikos lygį. Išanalizavus, būtina parengti šių makro rodiklių duomenų bazę. Turint duomenų bazę, reikia identifikuoti rizikingus ir nerizikingus veiksnius. Patys geriausi ir blogiausi duomenys skirti modelio testavimui. Duomenys įvedami per keturis kartus: rizikingi, nerizikingi, testiniai rizikingi ir testiniai nerizikingi. Galiausiai gaunamas išvesties rezultatas, pagal kurį nustatomas modelio tinkamumas savarankiškai vertinti riziką. Esant tinkamam modelio apsimokymui, identifikuojami esminiai rizikos kintamieji ir pateikiami įvesties duomenys pagal kuriuos vertinamas nesumodeliuotas rizikos lygis. Kai modelis apsimokymas nėra tinkamas, būtinos korekcijos. Galima koreguoti įvesties arba išvesties duomenis.



27 pav. Rizikos vertinimo modelio, pagrįsto Tremanio dirbtinio neuroninio tinklo veikimo principu, sudarymo ir testavimo eiga

Apibendrintai galima teigti, jog strateginių investicijų į technologines inovacijas rizikos vertinimui skirtas modelis yra pagrįstas Tremanio dirbtiniu neuroniniu tinklu. Pagrindiniai rizikos kintamieji apima ekonomikos, rinkos, darbo, prekybos ir verslo makroekonominis rodiklius. Kiekviena ši grupė apima po tris pagrindinius makro veiksnius. Modelio sudarymo ir testavimo procesą apima aštuoni pagrindiniai etapai. Svarbiausia yra tinkamai išanalizuoti makro rizikos veiksnius, sudaryti jų duomenų bazę, identifikuoti rizikingus ir nerizikingus veiksnius, nustatyti parametrus bei įvertinti, ar gali modelis savarankiškai vertinti rizikos lygį.

4. INVESTICIJŲ Į TECHNOLOGINES INOVACIJAS RIZIKOS VERTINIMAS LIETUVOJE

Šiame skyriuje pagal trečioje darbo dalyje pateiktą metodologiją yra kuriamas dirbtinio neuroninio tinklo modelis strateginių investicijų į technologines inovacijas rizikos vertinimui Lietuvoje. Skyrių sudaro du poskyriai. Pirmajame poskyryje yra analizuojami makroekonominiai rodikliai, kurie skirti apmokyti dirbtinį neuroninį tinklą teisingai identifikuoti riziką, investuojant į technologines inovacijas bei apmokomas dirbtinis neuroninis tinklas atpažinti riziką nepalankiausiomis ir palankiausiomis ekonominėmis sąlygomis. Antrajame poskyryje nagrinėjami esminiai rizikos faktoriai, kurie identifikuoti, apklausus įmones, kurios vykdo investicijas į inovacijas. Analizuojama esminių makroekonominių rodiklių 2016 m. pateikiamos prognozės, pagal kurias, naudojantis sukurto dirbtinio neuroninio tinklo modelio algoritmu, identifikuojamas rizikos lygis Lietuvoje 2016 m. Identifikavus rizikos lygį, vertinamos Lietuvos įmonių finansinės galimybės vykdyti strategines investicijas į technologines inovacijas.

4.1. Dirbtinio neuroninio tinklo apmokymas įvertinti investicijų į technologines inovacijas riziką

1 etapas. Pirmajame dirbtinio neuroninio tinklo modelio kūrimo etape analizuojami makro rodikliai, siekiant algoritmą apmokyti atpažinti riziką, įvedant faktinius ankstesnių metų makro veiksnių duomenis. Šiam tikslui pasiekti analizuojama, kaip kiekvieno makro rodiklio kitimas gali paveikti investicijų į inovacijas rizikos lygį. Kiekvienas makro rodiklis yra atskiras modelio įvesties rezultatas arba dimensija. Kuo didesnis dimensijų skaičius ir tikslesnis nustatymas investicijų į technologines inovacijas rizikos atžvilgiu, tuo mažesnė tikimybė, kad modelis apsimokys netinkamai.

2000-2007 m. vidutinis Lietuvos ekonomikos augimas siekė 2 proc. (žr. 1, 2 priedus). Šiuo laikotarpiu ekonomika augo ir vyravo optimistiniai lūkesčiai. Prasidėjus globaliai finansinei krizei, BVP augimo tempas 2007 m. siekė 2,3 proc., 2009 m. sumažėjo iki -3,7 proc., kas pasireiškė staigiu ekonomikos nuosmikiu. Šiuo laikotarpiu, įsivyravus pesimistiniams lūkesčiams, sumažėjus vidaus vartojimui, kritus gamybos užsakymams, investicinė rizika tapo žymiai didesnė. Tik 2010 m. ekonomika vėl pradėjo didėti ir augimas siekė 1,2 proc. Tačiau nors globali finansinė krizė oficialiai pasibaigė, tačiau net 2011-2015 m. pažymimas tendencingas ekonomikos augimo lėtėjimas. Nė vienas metais, net ir globaliai finansinei krizei oficialiai pasibaigus, ekonominis augimas nesiekė 2000 m. lygio. Tai įgalina teigti, jog investicijas į inovacijas vykdyti vis dar išlieka rizikinga. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, jog mažėjantis ekonomikos augimas arba pats ekonomikos mažėjimas rodo didesnę riziką. Mažėjant ekonomikai, vyrauja pesimistiniai lūkesčiai ir didesnė baimė, neauga vidaus vartojimas. Esant tokiai

situacijai, vykdyti investicijas į technologines inovacijas yra rizikinga, kadangi net ir padidėjus gamybos produktyvumui ir gaminių kokybiškumui, paklausa gali nedidėti. Priešingai, kai ekonomika auga ir vyrauja optimistiniai lūkesčiai. Tokiu atveju, tikimybė, kad investicijos bus sėkmingos, yra žymiai didesnės, o rizika investuoti mažesnė, kadangi net ir nedidelis gamybos atnaujinimas gali padidinti produkcijos paklausą.

Tendencingas infliacijos Lietuvoje didėjimas pasireiškė 2003-2008 m. 2003 m. fiksuota defliacija 1,1 proc., 2008 m. pasiekė 11 proc. infliacijos lygį (žr. 1, 2 priedus). Žmonėms atsisakius besaikio pinigų kaupimo sparčiai augo vartojimas, dėl kurio išaugo kainos. Ekonomikos pakilimo laikotarpiu, klestint įvairiai ūkinei veiklai, atsirado darbo jėgos ir tam tikrų prekių trūkumas, smarkiai kilo kainos ir atlyginimai. Ekonomikos perkaitimas pasireiškė 2008-2010 m. Vyraujant globaliai finansinei krizei, sumažėjus vartojimui, infliacija sumažėjo nuo 11 proc. iki 1,3 proc. 2010-2011 m., atsigaunant ekonomikai, infliacija vėl padidėjo nuo 1,3 proc. iki 4,1 proc. Tačiau nuo 2011-2015 m. pastebimas tendencingas infliacijos mažėjimas. 2015 m. fiksuota 0,9 proc. defliacija, kas rodo jog bendras kainų lygis sumažėjo, pinigų vertė padidėjo. Tačiau tai nėra geras signalas, kadangi defliacija pasireiškia su prasta BVP dinamika. O esant labai žemai bazinių palūkanų normai, normalizuoti ekonomiką ir padidinti infliaciją yra dar sudėtingiau. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, jog sparčiai didėjanti infliacija rodo didesnę riziką. Esant tokiai situacijai, krenta perkamoji galia, mažėja rinka, sunkiau parduoti prekes, krenta pragyvenimo lygis, nėra aišku dėl ateities. Defliacija taip pat rodo didesnę riziką, kadangi kainų mažėjimas dažniausiai pasitaiko ekonominio nuosmukio laikotarpiu arba po jo. Rizika yra maža, kai infliacijos lygis yra stabilus, siekiantis iki 2 proc., kadangi tai rodo saikingą vartojimą ir saikingą taupymą, nepereinantį į kraštutinumą, dėl ko dažniausiai kyla ekonomikos perkaitimai.

Nuo 2001 m. iki 2004 m. bazinė palūkanų norma mažėjo (žr. 1, 2 priedus). 2001 m. ši norma siekusi 4,5 proc., 2004 m. sudarė per pusę mažiau ir buvo lygi 2 proc. – siektiną Europos Sąjungos lygį. Šiuo laikotarpiu didėjo skolinimasis, augo ekonomika, didėjo vartojimas. Nuo 2005 m. Europos Centrinis bankas bazinę palūkanų normą pradėjo didinti. 2008 m. bazinė palūkanų norma siekė 3,9 proc., siekiant išvengti ekonomikos perkaitimo. Tačiau neišvengiamai įvykus globaliai finansinei krizei, 2009 m. bazinė palūkanų norma buvo sumažinta iki 1,4 proc., siekiant paskatinti ekonomikos atsigavimą ir augimą. 2011-2015 m. laikotarpiu bazinė palūkanų norma buvo tendencingai mažinama, siekiant didinti skolinimąsi ir vartojimą. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, jog sparčiai didėjanti arba sparčiai mažėjanti bazinė palūkanų norma rodo didesnę riziką. Esant tokiai situacijai, didėja skolinimosi kaina, auga investiciniai kaštai. Taip pat tai gali būti greitai perkaisiančios ekonomikos signalas. Sparčiai mažėjanti bazinė palūkanų norma rodo, jog būtina didinti vartojimą, ekonomika sunkiai atsigauna. Rizika maža, kai bazinė palūkanų norma siekia apie 2 proc., kai ekonomika yra auganti ir jos perkaitimo grėsmė maža.

Investicijų į technologines inovacijas rizikos lygį gali sąlygoti valiutų kursas. Ypatingai nepalanki situacija įmonėms, kurių pajamos eurais, o investicijos į technologines inovacijas vykdomos doleriais. 2004-2005 m., 2008-2009 m., 2014-2015 m., nukritus EUR/USD kursui, įmonės, kurios investicijas į technologines inovacijas vykdė JAV doleriais, atsiskaitant su JAV tiekėjais reikėjo papildomų investicijų valiutų skirtumui padengti (žr. 1 ir 2 priedus). Tai padidino riziką. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, kad saikingas EUR/USD valiutų pokytis tiek į vieną, tiek į kitą pusę rodo mažą riziką, kadangi vyksta natūralūs rinkos pokyčiai. Ir priešingai, spartus pokytis į bet kurią pusę rodo didelę riziką.

Įmonės, kurių akcijos kotiruojamos VP biržoje, vykdydamos investicijas į technologines inovacijas, gali bandyti pritraukti reikiamą investicijų sumą, išleisdamos naują akcijų emisiją. Nauja akcijų emisija visada lemia jau esamų akcininkų kontrolės įmonės valdyme sumažėjimą, todėl gali kilti prieštaravimų tarp pačių akcininkų. Siekiant vėl padidinti akcininkų įtaką įmonės valdyme, įmonė gali supirkti savas rinkoje cirkuliuojančias akcijas. Tačiau čia kyla rizika, kad po inovacijų įdiegimo įmonės akcijos kaina bus sparčiai išaugusi ir akcijų supirkimas didesne kaina pareikalaus papildomų investicijų. Taipogi galimas variantas, kai optimistiniai įmonės lūkesčiai investicijų į technologines inovacijas atsipirkimo ir rinkos investuotojų spekuliaciniai motyvai gali stipriai sąlygoti niekuo nepagrįstą akcijų kainų augimą. Puikiausias to pavyzdys - 1995–2000 m. Šiuo laikotarpiu nepagrįstai didėjo internetinių įmonių kainos, jų akcijos, dėl ko susidarė palankios sąlygos formuotis finansiniam burbului. 2000 m. burbulas sprogo, įmonės bankrutavo, o investuotojai pralošė. Ir šį nepagrįstą finansinį burbulą išpūtė noras greitai ir nepelnytai praturtėti. 2000-2007 m. sparčiai kilusi indeksų reikšmė, prasidėjus pasaulinei finansinei krizei, krito perpus (žr. 1 ir 2 priedus). Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, kad saikingas akcijų rinkos indekso augimas rodo mažą riziką, kadangi rinkoje dar vyrauja optimistiniai investuotojų lūkesčiai įmonės atžvilgiu. Spartus akcijų rinkos indekso augimas rodo gresiantį pavojų ir galimą rinkos perkaitimą, o mažėjimas - didelę riziką, nepalankią rinkos aplinką ir pesimistinius lūkesčius.

Įmonėms, kurios vykdo investicijas į technologines inovacijas, dažniausiai reikia specifinio išsilavinimo darbuotojų, o esant struktūriniam nedarbui kyla rizika, kad įmonė negalės įdiegti inovacijas. Taipogi pabrėžtina, kad paklausos struktūros ir gamybos technologijos pokyčiai mažina tam tikros žemesnės kvalifikacijos darbuotojų paklausą, o tam reikia papildomai mokyti darbuotojus, pakeisti jų specializaciją, pagerinti mobilumą. Visa tai reikalauja papildomų investicijų ir didina investicijų nepasisekimo riziką. Galimas ir toks variantas, kad pradėjus investuoti į inovacijas, jos ne tik nepasiteisina, bet ir sumažėja įmonės našumas, kas sąlygoja dalies darbuotojų atleidimą. 2000-2006 m. dėl įmonių našumo, ekonomikos augimo nedarbo lygis sparčiai mažėjo, tačiau prasidėjus globaliai finansinei krizei, ir niekaip įmonėms nepajėgus išsaugoti savo našumo, nedarbo lygis išaugo daugiau negu tris kartus (žr. 1 ir 2 priedus). Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į

technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, jog didėjantis nedarbo lygis riziką didina. Šiuo atveju rinkoje trūksta reikiamo išsilavinimo darbuotojų arba konkurentai jau įdiegę naujoves, dėl kurių didėja žemesnės klasės darbuotojų nedarbo lygis ir kartu didėja poreikis aukštesnio išsilavinimo darbuotojams. Ir priešingai, mažėjantis nedarbo lygis rodo mažesnę riziką. Nors, atrodo, jog esant didesniai nedarbai, įmonės turi didesnę galimybę pasirinkti sau tinkamą darbo jėgą, tačiau šiuo atveju koreliacija yra priešinga. Dažniausiai nedirbantys asmenys neturi keliamų įmonės reikalavimų ir įgyti nenori, kas taip pat sąlygoja didesnes investicijas.

Darbo sąnaudos mažėjo tik 2008-2009 m. ir tai lėmė dėl pasaulinės finansinės krizės sumažėjęs darbuotojų skaičius (žr. 1 ir 2 priedus). Lietuvoje darbo produktyvumas 2000-2015 m. didėjo, atitinkamai nuo 59,9 iki 115,5, o pokytis sudarė 92,82 proc., išskyrus 2008-2009 m., kai darbo produktyvumas sumažėjo nuo 98,9 iki 94 (-4,95 proc.) (žr. 1 ir 2 priedus). 2008-2009 m. darbo produktyvumo sumažėjimą paveikė globali finansinė krizė, dėl kurios mažėjo gaminamų produktų ir teikiamų paslaugų apimtys, buvo atleista dalis darbuotojų, mažėjo įmonių investicijos. Didžiausias darbo produktyvumas pasiekė 2015 m. 115,5, o mažiausias 2000 m. 59,9. Vidutinis darbo produktyvumas per visą analizuotą laikotarpį buvo 93,02. Nuo pat 2000 m. iki 2007 m. darbo produktyvumas vidurkio nesiekė. Per visą 2000-2015 m. analizuotą laikotarpį didėjantis darbo produktyvumas galėtų signalizuoti ir augantį inovacijų Lietuvoje lygį. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, jog didėjančios darbo sąnaudos ir mažėjantis darbo produktyvumas sąlygoja didesnę riziką, kadangi turi būti didesnės investicijos, siekiant įdiegti inovacijas. Didesnės investicinės sumos gali prireikti dėl būtinybės apmokyti darbuotojus, mokėti aukštesnius atlyginimus ar dėl padidėjusių socialinio draudimo mokesčio. Taip pat pabrėžtina, jog mažėjančios darbo sąnaudos nebūtinai rodo mažesnę investicinę riziką, kadangi tai gali būti susiję su priverstinai mažėjančiu darbuotojų skaičiumi. Mažėjant darbo sąnaudoms, mažesnė rizika gali būti tais atvejais, kai darbuotojus keičia technologijos arba mažėja mokesstinė aplinka, kadangi įmonė nepraranda savo našumo.

Vidutinis mėnesinis bruto darbo užmokestis Lietuvoje 2000-2008 m. sparčiai didėjo, atitinkamai nuo 300 Eur iki 650 Eur (žr. 1 ir 2 priedus). Nuo 2008 m. iki 2010 m. dėl globalios finansinės krizės atlyginimai nuo 650 Eur sumažėjo iki 600 Eur. Visgi jau nuo 2011 m. iki pat 2015 m. vėl pastebimas tendencingas vidutinio mėnesinio bruto darbo užmokesčio didėjimas, 2015 m. siekęs 750 Eur. Palyginus su 2000 m. vidutinis darbo užmokestis padidėjo 2,5 karto. Tuo tarpu apdirbamosios gamybos ir pramonės indeksai per tą patį 2000-2015 m. laikotarpį kito labai netolygiai. Tiek apdirbamoji gamyba, tiek pramonė 2000-2015 m. nesiekė 41 proc. Aukščiausias apdirbamosios gamybos ir pramonės lygis buvo pasiektas 2003 m., o 2015 m. nesudaro trečdaliao 2003 m. lygio. 2000, 2007, 2009, 2014 m. apdirbamoji gamyba ir pramonė siekė daugiau negu -20 proc. Taigi tuo tarpu kai vidutinis darbo užmokestis didėjo, apdirbamosios gamybos ir pramonės lygis nedidėjo. 2000-2015 m.

didėjęs darbo produktyvumas negali signalizuoti augusio Lietuvoje inovacijų lygio. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, jog mažėjantis arba stabilus darbo produktyvumas (našumas) sąlygoja didesnę riziką. Mažėjantis darbo produktyvumas rodo, kad inovacijų lygis yra žemas, o stabilus darbo produktyvumas, kad inovacijų lygis šalyje nedidėja. Tiek vienu, tiek kitu atveju, siekiant iš esmės atnaujinti produktų gamybą ar paslaugų teikimą, reikės didesnių investicijų nei tuo atveju, kai darbo našumas yra didėjantis. Šiuo atveju, reikia daugiau modernesnės įrangos, atnaujintos sistemos, duomenų bazės ir, žinoma, žmogiškųjų išteklių, kurie galėtų tai įdiegti ir valdyti, kas taip pat didina investicines išlaidas. Daroma prielaida, jog didėjantis darbo produktyvumas rodo mažesnę investicinę riziką, kai našumas pasiekiamas technologinių inovacijų dėka per padidėjusį įmonės konkurencingumą.

2000-2007 m. tiesioginės užsienio investicijos šalyje sparčiai didėjo, atitinkamai nuo 65,2 mln. Eur iki 495,2 mln. Eur (padidėjo 7,6 karto) (žr. 1 ir 2 priedus). Prasidėjus globaliai finansinei krizei 2007-2008 m., tiesioginės užsienio investicijos staigiai krito žemyn iki pat 2010 m., atitinkamai sumažėjo nuo 495,2 mln. Eur iki 40,6 mln. Eur. Dėl ekonomikos pagerėjimo ir optimistiškesnių lūkesčių 2010-2011 m. tiesioginių užsienio investicijų padidėjimas siekė beveik 7 kartus, tačiau jau nuo 2011 m. pabaigos vėl pastebimas tendencingas mažėjimas. Darbo produktyvumas 2011-2015 m. didėjo, tačiau tiesioginės užsienio investicijos keitėsi priešinga kryptimi. Jų šalyje nedidėjimas apsunkina investicijų į technologines inovacijas vykdymą. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, jog mažėjančios tiesioginės užsienio investicijos sąlygoja didesnę riziką. Mažėjantis jų lygis rodo, kad šalyje verslo aplinka nėra palanki, investicijų atsipirkimo galimybės tėra mažos, o darbo našumas nėra pakankamas. Esant tokiai situacijai, vykdyti investicijas į technologines inovacijas yra rizikinga. Ir priešingai, didėjantis tiesioginių užsienio investicijų lygis sąlygojo mažesnę riziką. Gerėjanti verslo aplinka, didėjanti tikimybė investicijų atsipirkimui bei augantis darbo našumas mažina investavimo į technologines inovacijas riziką.

Nuo 2000 m. iki 2007 m. Lietuvoje kapitalo srautai buvo neigiami, kas rodo, jog daugiau kapitalo iš Lietuvos buvo išvedama negu pritraukiama (žr. 1 ir 2 priedus). Nors nuo 2004 m. iki 2007 m. Lietuvos ekonomika augo, tačiau valstybė užsienio kapitalo daugiau nepritraukė, priešingai, neigiamas kapitalo srautas tendencingai didėjo. 2007 m. palyginus su 2000 m. neigiami kapitalo srautai išaugo daugiau negu 8 kartus. 2007-2008 m. buvo sparčiausias kapitalo srautų šuolis per visą analizuotą laikotarpį, kai neigiami kapitalo srautai -336,2 mln. Eur tapo teigiamais ir pasiekė 584,3 mln. Eur. Prasidėjus globaliai finansinei krizei, iš Lietuvos į užsienio rinkas investuoti kapitalo srautai sugrįžo į vietinę rinką. 2008-2015 m. kapitalo srautai Lietuvoje visą laiką buvo teigiami, tačiau nuo 2008 m. iki 2011 m. jie sparčiai mažėjo. Vietiniai kapitalo srautai buvo pradėti investuoti į alternatyvias rinkas. 2015 m. kapitalo srautai siekė 127,4 mln. Eur ir buvę mažesni negu 2013-2014

m., rodo didesnę riziką, vykdant investicijas. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, jog neigiami kapitalo srautai rodo didesnę riziką. Tai parodo, kad iš Lietuvos išvedamas kapitalas didesnis negu į šalį pritraukiamas kapitalas. Tai signalizuoja, jog nei vietiniams, nei užsienio investuotojams verslo aplinka nėra palanki. Esant tokiai situacijai, vykdyti investicijas į technologines inovacijas yra rizikinga. Ir priešingai, teigiami kapitalo srautai rodo mažesnę riziką. Iš užsienio investuotojų pritraukiamas ir vietinių investuotojų kapitalas rodo palankią verslo aplinką, kas mažina investavimo į technologines inovacijas riziką.

Prekybos balansas Lietuvoje 2000-2015 m. buvo neigiamas, kas reiškia, jog importuojančių prekių vertė buvo didesnė negu eksportuojamų (žr. 1, 2 priedus). Ypač ryški neigiamo prekybos balanso didėjimo tendencija pastebima 2000-2007 m. Šiuo laikotarpiu šalies sparčiai ekonomikai augant, vietinė rinka neišnaudojo didėjančio vidaus vartojimo, kas lėmė importuojančių prekių augančią paklausą. 2000-2007 m. prekybos balanso deficitas padidėjo 2,8 karto nuo 160,8 mln. Eur iki 441,5 mln. Eur. 2008-2009 m. per globalią finansinę krizę prekybos balanso deficitas sumažėjo iki 107,6 mln. Eur. Tai sąlygojo ne išaugęs eksporto lygis, o dėl sumažėjusio vidaus vartojimo kritusi eksportuojančių prekių paklausa. 2012-2014 m., atradus naujas eksporto nišas, prekybos balanso deficitas sumažėjo iki 121,3 mln. Eur, tačiau 2015 m. eksporto vertė buvo 203,3 mln. Eur didesnė negu importo. 2015 m. prekybos balanso deficitas buvo beveik lygus 2002 m. lygiui, atitinkamai 203,3 mln. Eur ir 201,3 mln. Eur. Didesnis inovacijų lygis, sąlygojantis labiau konkurencingą produkciją, galėtų padidinti eksporto vertę ir tokiu būdu sumažinti prekybos balanso deficitą. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, jog didėjantis prekybos balanso deficitas rodo didesnę riziką. Šiuo atveju, importuojama prekių daugiau negu eksportuojama. Dėl verslo atnaujinimo, įdiegus inovacijas, eksportuoti prekes gali būti sudėtinga dėl mažų nišų, o realizuoti vietinėje rinkoje sunku dėl per didelės konkurencijos su importu. Mažėjantis prekybos balanso deficitas rodo mažesnę investicinę riziką. Auganti eksportuojančių prekių paklausa įgalina investuoti į inovacijas, kadangi didesnis ir kokybiškesnis produkcijos kiekis bus realizuotas.

2000-2015 m., išskyrus 2005-2007 m., Lietuvoje vyravo nepasitikėjimas verslu. 2000-2005 m. vidutinis nepasitikėjimas verslu buvo 4,38 (žr. 1, 2 priedus). Nuo 2005 m. sparčiai pradėjęs kilti pasitikėjimas šalies verslo aplinka dėl sparčiai augančios ekonomikos ir optimistinių ateities lūkesčių 2007 m. pasiekė netgi 6,2. Tačiau prasidėjus globaliai finansinei krizei, 2007-2009 m. nepasitikėjimas verslu buvo rekordinis, siekęs -31,6 2009 m. Nuo 2010 m. atsigaunant ekonomikai, nepasitikėjimas verslu mažėjo, 2013 m. pasiekė 5,3. Tačiau 2015 m. lyginant su 2014 m. nepasitikėjimas verslu padidėjo 22,1 proc. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, jog mažėjantis verslo pasitikėjimo indeksas rodo didesnę riziką. Šiuo atveju, vyrauja pesimistiniai verslininkų lūkesčiai gamybos užsakymų, atsargų, finansinės verslo padėties atžvilgiu. Verslininkai yra labiau atsargūs, nesiima sudėtingesnių ir didesnių investicinių projektų,

kadangi nėra aišku dėl ateities. Didėjantis verslo pasitikėjimo indeksas rodo mažesnę investicinę riziką. Esant gerai finansinei verslo aplinkai, didėjant optimistiniams lūkesčiams, verslininkai ryžtasi vykdyti sudėtingesnius investicinius projektus, siekia modernizuoti gamybą, didinti darbo našumą.

Konkurencingumo indeksas Lietuvoje 2000-2015 m. padidėjo 15,4 proc. nuo 3,9 iki 4,5 (žr. 1, 2 priedus). Ypač tendencingas konkurencingumo didėjimas matomas 2000-2007 m., kai augo ekonomika, sparčiai buvo vystomi investiciniai projektai. Prasidėjus globaliai finansinei krizei konkurencingumo indeksas sumažėjo iki 4,3 dėl ekonomikos nuosmukio, verslo stagnacijos, nepasitikėjimo verslo aplinka ir ateitimi. Nuo 2010 m. konkurencingumo indeksas vėl pradėjo nežymiai didėti, tačiau 2015 m. pokytis sudarė tik 0,2 nuo 4,3 iki 4,5. Tai rodo, jog inovacijų lygis, technologinė pažanga, makroekonominė situacija ir socialinė apsauga gerėja labai nežymiai. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti investicijų į technologines inovacijas riziką, daroma prielaida, jog mažėjantis konkurencingumo indeksas rodo didesnę riziką. Mažėjant konkurencingumo indeksui, inovacijų lygis, technologinė pažanga, infrastruktūra, sveikatos socialinė apsauga, ekonomika negerėja. Esant tokiai situacijai, vykdyti investicijas į technologines inovacijas yra rizikinga. Kai konkurencingumo indeksas yra didėjantis, kai vyrauja optimistiniai verslo, ekonomikos, vartotojų lūkesčiai, kai verslininkai yra pasiryžę dideliems ir ambicingiems investiciniams projektams.

Gamybos pajėgumų panaudojimo rodiklis Lietuvoje 2000-2015 m. padidėjo 38,43 proc. nuo 53,6 iki 74,2 (žr. 1, 2 priedus). 2000-2007 m. pastebimas tendencingas rodiklio didėjimas dėl sparčiai augančios ekonomikos, kas sąlygojo efektyvesnę gamybos pajėgumų išnaudojimą. Prasidėjus globaliai finansinei krizei, kas lėmė ekonomikos smukimą, gamybos sulėtėjimą ir net stagnaciją, rodiklis 2007-2009 m. sumažėjo 16,5 proc. nuo 73,5 iki 61,4. Tik 2013 m. gamybos pajėgumai pasiekė 2007 m. lygį. Per 2015 m. gamybos pajėgumai siekė 74,2. 2009-2015 m. augimas siekė tik 20 proc., kai tuo tarpu 2000-2007 m. rodiklis augo netgi 32 proc. Apmokant dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti riziką, daroma prielaida, jog mažėjantys gamybos pajėgumai rodo didesnę riziką. Mažėjant gamybos pajėgumams, nėra skatinamos investicijos į naujas gamybos technologijas ir gamyklas, todėl vykdyti investicijas į technologines inovacijas yra rizikinga, investicijos gali neatsipirkti. Priešingai, kai gamybos pajėgumų panaudojimo rodiklis yra didėjantis, kuris rodo efektyvų gamybos pajėgumų panaudojimą, optimistinius gamybos rezultatus ir poreikį didinti gamybos technologinį potencialą.

2 etapas. Antrajame dirbtinio neuroninio tinklo modelio kūrimo etape siekiama sudaryti rizikingų makro veiksnių duomenų imtį, kuri būtų pirmoji duomenų įvestis į modelį. Iš analizuotų 2000-2015 m. visų makro veiksnių duomenų (viso 240) atrinkta 105 rizikingi duomenys. 4 lentelėje yra pateikta atrinktų duomenų reikšmės. Jas įvedus į dirbtinio neuroninio tinklo modelį, algoritmas turi pateikti išvesties reikšmę kuo artimesnę vienetui, kas reikštų, jog esant rizikingiems makro veiksniais investuoti į technologines inovacijas yra rizikinga. Duomenų atranka vyko visą 2000-2015 m. analizės laiko horizontą, kas sudarė 16 laiko periodų, padalinus per pusę į dvi grupes (rizikingi ir nerizikingi

duomenys), apskaičiuavus kiekvieno makroekonominio rodiklio vidurkį. Į pirmąją rizikos grupę pateko visų makroekonominių rodiklių aštuonios rizikingiausios reikšmės lyginant su vidurkiu: mažas arba neigiamas BVP augimo tempas, auganti infliacija arba defliacija, labai didelės arba labai mažos palūkanų normos, stipriai svyruojantis valiutų kursas, žemi vertybinių popierių gražos indeksai, aukštas nedarbo lygis ir darbo sąnaudų indeksas, žemas produktyvumo indeksas ir tiesioginės užsienio investicijos, neigiami kapitalo srautai ir prekybos balansas, žemas verslo pasitikėjimo, konkurencingumo ir pajėgumų indeksas.

4 lentelė. Dirbtinio neuroninio tinklo pirmosios įvesties reikšmės (kai rizika yra)

Makroekonominis rodiklis	Reikšmė						
BVP augimo tempas, proc.	-0,33	0,28	1,18	0,80	0,85	0,65	1,58
Infliacija, proc.	-1,13	3,75	5,71	4,51	4,13	3,09	-0,88
Palūkanų normos, proc.	4,45	3,20	2,30	3,00	3,80	3,90	0,05
EUR/USD valiutų kursas	0,94	1,05	1,05	1,46	1,48	1,44	1,09
OMXBBGI	125,82	160,78	222,69	326,34	481,10	258,60	445,41
OMX Vilnius	96,02	85,41	134,58	216,69	386,81	215,37	334,94
Nedarbo lygis, proc.	13,10	12,90	12,10	7,00	13,30	11,60	12,30
Darbo sąnaudų indeksas	95,60	100,40	90,90	92,50	95,20	101,50	105,10
Produktyvumo indeksas	67,60	70,40	77,00	79,60	87,20	92,90	98,30
TUI, mln. Eur	65,23	89,47	128,79	46,86	40,59	80,73	65,23
Kapitalo srautai, mln. Eur	-41,10	-165,60	-169,30	-114,80	-84,74	-149,60	-224,60
Prekybos balansas, mln. Eur	-201,33	-223,40	-269,70	-346,75	-435,10	-218,70	-203,30
Verslo pasitikėjimo indeksas	-4,73	-4,83	-10,08	-13,50	-12,33	-6,84	-8,27
Konkurencingumo indeksas	4,23	4,25	4,25	4,28	4,30	4,29	4,37
Pajėgumų panaudojimo indeksas	60,56	63,58	66,90	68,58	70,63	61,35	64,35

Esant penkiolikai įvesties neuronų, šešiolikai paslėptų neuronų ir vienam išvesties neuronui, 28 pav. yra pateikta pirmosios rizikingų duomenų įvedimo į dirbtinio neuroninio tinklo modelį algoritmas. Įvesties neuronas žymi makro rodiklio reikšmę, paslėptas neuronas pagal įvesties duomenis apdoroja informaciją, bandydamas rasti tarpusavio sąsajas, o išvesties neuronas identifikuoja riziką.

```

+*<php
+ * <>Multi-layer Neural Network in PHP</b>
+ * <>Learning to identify 'RISK'-function</b>
+ * <code>
+ * // Create a new neural network with 15 input neurons,
+ * // 16 hidden neurons, and 1 output neuron
+ * $n = new NeuralNetwork(15, 16, 1);
+ * $n->A (array (-0.33...0.65), array (1));
+ * .....
+ * $n->O (array (60.56...64.35), array (1));
+ * // we try training the network for at most $max times
+ * $max = 3;
+ * // train the network in max 1000 epochs, with a max squared error of 0.01
+ * while (!( $success = $n->train(1000, 0.01) ) && ++$i < $max )

```

28 pav. Dirbtinio neuroninio tinklo algoritmas po pirmosios duomenų įvesties

3 etapas. Trečiajame dirbtinio neuroninio tinklo modelio kūrimo etape atrinkti analizuotų makro rodiklių nerizikingos reikšmės. Lygiai taip pat kaip ir antrajame modelio kūrimo etape atrinktos 105 reikšmės, kurios palyginus su viso laikotarpiu vidurkiu buvo mažiausiai rizikingos: didėjantis BVP augimo tempas, saikinga infliacija ir palūkanų normos, mažai svyruojantis valiutų kursas ir vertybinių popierių gražos indeksai, normalus nedarbo lygis ir darbo sąnaudų indeksas, aukštas produktyvumo, verslo pasitikėjimo, konkurencingumo ir pajėgumų indeksas, didėjančios tiesioginės užsienio investicijos, teigiami kapitalo srautai ir prekybos balansas (žr. 5 lentelę). Jas įvedus į dirbtinį neuroninį tinklą, algoritmas turi pateikti išvesties reikšmę kuo mažesnę už vieneta, kas reikštų, jog esant mažai rizikingiems makro veiksniams, investuoti į technologines inovacijas yra mažai rizikinga.

5 lentelė. Dirbtinio neuroninio tinklo antrosios įvesties reikšmės (kai rizikos nėra)

Makroekonominis rodiklis	Reikšmė						
BVP augimo tempas, proc.	1,83	1,63	1,70	2,13	1,95	2,25	1,33
Infliacija, proc.	1,37	0,30	1,18	2,68	1,33	1,05	0,13
Palūkanų normos, proc.	2,00	2,10	1,40	1,00	0,90	0,55	0,20
EUR/USD valiutų kursas	1,35	1,33	1,34	1,34	1,30	1,32	1,37
OMXBBGI	546,12	606,58	784,66	503,56	493,37	612,06	597,00
OMX Vilnius	409,78	417,50	371,79	335,78	399,94	456,47	486,71
Nedarbo lygis, proc.	8,10	6,10	4,10	4,60	11,50	9,60	9,40
Darbo sąnaudų indeksas	46,80	49,20	51,50	57,30	66,10	78,50	117,90
Produktyvumo indeksas	98,90	94,00	99,60	107,10	111,70	114,10	114,50
TUI, mln. Eur	191,19	197,21	191,19	219,48	323,65	283,36	160,17
Kapitalo srautai, mln. Eur	253,76	147,33	59,40	118,42	240,20	135,08	127,40
Prekybos balansas, mln. Eur	-160,83	-171,42	-196,83	-107,60	-166,42	-134,20	-138,33
Verslo pasitikėjimo indeksas	-3,20	-4,60	-4,63	-1,00	4,17	-5,25	-6,58
Konkurencingumo indeksas	4,38	4,48	4,48	4,44	4,40	4,41	4,40
Pajėgumų panaudojimo indeksas	73,18	73,53	71,03	70,78	72,08	73,63	74,88

4 etapas. Ketvirtajame dirbtinio neuroninio tinklo modelio kūrimo etape sudaroma testinių rizikingų duomenų imtis. Pagal testinius duomenis galima spręsti, ar algoritmas yra tinkamas atlikti prognozes, siekiant identifikuoti investicijų į technologines inovacijas riziką 2016 m. Testinių rizikingų duomenų imčiai sudaryti atrinktos pačios rizikingiausios 2000-2015 m. makro rodiklių reikšmės, pagal kurias vyrauja ekonomikos nuosmukis, yra aukšta infliacija, didelis nedarbo lygis, būtų mažas konkurencingumo ir pajėgumų indeksas, verslu nebūtų pasitikima. Atrinkta 15 duomenų: neigiamas BVP augimo tempas, aukšta infliacija, didelė bazinė palūkanų norma, mažas euro ir dolerio valiutų kursas, mažėjantys VP indeksai, didelis nedarbo lygis, darbo sąnaudų indeksas, mažas produktyvumo indeksas, tiesioginės užsienio investicijos, dideli kapitalo srautai iš šalies į užsienį, neigiamas prekybos balansas, mažas verslo pasitikėjimo, konkurencingumo, pajėgumų panaudojimo indeksai (žr. 6 lent.). Pagal 2000-2015 m. visų šių makro rodiklių reikšmės investuojant į technologines inovacijas buvo rizikingiausios.

6 lentelė. Testinių rizikingų makro rodiklių duomenys

Makroekonominis rodiklis	Rizikinga
BVP augimo tempas, proc.	-3,70
Infliacija, proc.	10,96
Palūkanų normos, proc.	4,25
EUR/USD valiutų kursas	0,89
OMXBBGI	123,70
OMX Vilnius	80,65
Nedarbo lygis, proc.	14,40
Darbo sąnaudų indeksas	113,70
Produktyvumo indeksas	59,90
TUI, mln. Eur	47,20
Kapitalo srautai, mln. Eur	-336,20
Prekybos balansas, mln. Eur	-441,50
Verslo pasitikėjimo indeksas	-31,58
Konkurencingumo indeksas	3,90
Pajėgumų panaudojimo indeksas	53,63

5 etapas. Penktajame dirbtinio neuroninio tinko modelio kūrimo etape sudaroma testinių nerizikingų duomenų imtis. Testinių nerizikingų duomenų imčiai sudaryti atrinkti patys nerizikingiausi 2000-2015 m. makro rodiklių duomenys (viso 15): aukštas BVP augimo tempas, normali infliacija, bazinė palūkanų norma, stabilus euro ir dolerio valiutų kursas, didėjantys VP indeksai, nedidelis nedarbo lygis, mažas darbo sąnaudų indeksas, didelis produktyvumo indeksas, tiesioginės užsienio investicijos, maži kapitalo srautai iš šalies į užsienį, perteklinis prekybos balansas, didelis verslo pasitikėjimo, konkurencingumo, pajėgumų panaudojimo indeksai (žr. 7 lent.). Pagal 2000-2015 m. visų šių makro rodiklių reikšmės investuojant į technologines inovacijas buvo mažiausiai rizikingos.

7 lentelė. Testinių nerizikingų makro rodiklių duomenys

Makroekonominis rodiklis	Nerizikinga
BVP augimo tempas, proc.	2,53
Infliacija, proc.	0,99
Palūkanų normos, proc.	1,30
EUR/USD valiutų kursas	1,18
OMXBBGI	632,70
OMX Vilnius	524,77
Nedarbo lygis, proc.	3,90
Darbo sąnaudų indeksas	45,70
Produktyvumo indeksas	115,50
TUI, mln. Eur	495,17
Kapitalo srautai, mln. Eur	584,30
Prekybos balansas, mln. Eur	-121,30
Verslo pasitikėjimo indeksas	6,17
Konkurencingumo indeksas	4,50
Pajėgumų panaudojimo indeksas	74,18

6 etapas. Šeštajame dirbtinio neuroninio tinko modelio kūrimo ir testavimo etape gaunamas išvesties rezultatas, kuris parodo rizikos lygį. Pirmosios įvesties išeiga siekia 0,996, antrosios – 0,651, trečiosios – 0,999, o ketvirtosios – 0,649 (žr. 8 lent. ir 5 priedą). Per pirmąją duomenų įvestį, kai dirbtiniam neuroniniam tinklui buvo pateikti patys rizikingiausi duomenys, rizikos išeiga pasiekė beveik 1 rizikos lygį. Per antrąją duomenų įvestį, kai dirbtiniam neuroniniam tinklui buvo pateikti patys nerizikingiausi duomenys, rizikos išeiga pasiekė beveik 0,7 rizikos lygį. Per trečiąją duomenų įvestį, kai dirbtiniam neuroniniam tinklui buvo pateikti testiniai rizikingi duomenys, rizikos išeiga pasiekė beveik 1 rizikos lygį. Per ketvirtąją duomenų įvestį, kai dirbtiniam neuroniniam tinklui buvo pateikti testiniai nerizikingi duomenys, rizikos išeiga pasiekė beveik 0,7 rizikos lygį. Pagal pirmąją (rizikingi makro duomenys) ir trečiąją (testiniai rizikingi makro duomenys) išeigas galima spręsti, kad dirbtinis neuroninis tinklas apsimokė tinkamai.

8 lentelė. Dirbtinio neuroninio tinklo išvesties rezultatai

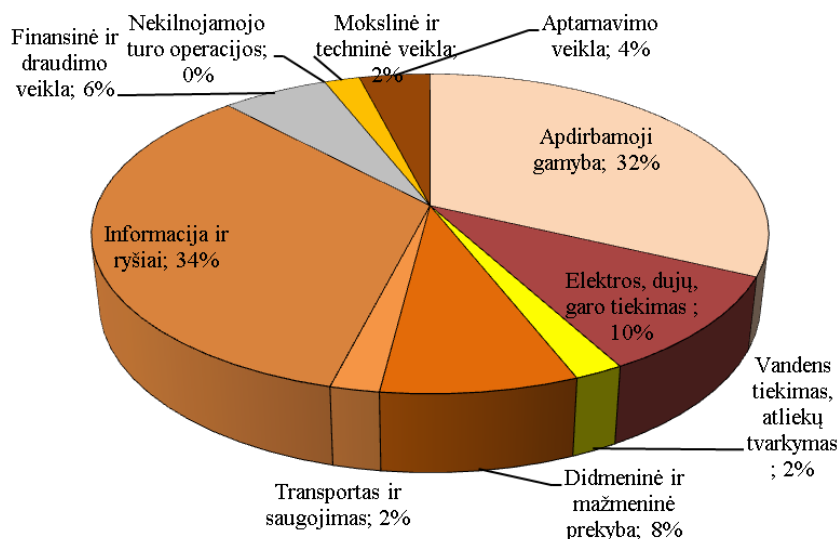
Rizikos lygis		[0-0,33]	(0,33-0,66]	(0,66-1]
Investuoti į technologines inovacijas		Mažai rizikinga	Rizikinga	Labai rizikinga
Išvesties rezultatai, apimant 2000-2015 m. laikotarpį:	Po pirmosios duomenų įvesties, kai įvesti rizikingi makro veiksniai:	-	-	0,996
	Po antrosios duomenų įvesties, kai įvesti nerizikingi makro veiksniai:	-	0,651	-
	Po trečiosios duomenų įvesties, kai įvesti rizikingi testiniai makro veiksniai:	-	-	0,999
	Po ketvirtosios duomenų įvesties, kai įvesti nerizikingi testiniai makro veiksniai:	-	0,649	-

Nors antrosios ir ketvirtosios išeigų metu iš 2000-2015 m. analizuotų duomenų buvo parinkti patys nerizikingiausi duomenys, tačiau rizikos lygis sugeneruotas toks, kad investuoti į technologines inovacijas yra rizikinga. Tai rodo, jog net sumodeliavus palankiausių investicinį scenarijų per 2000-2015 m. Lietuvoje investuojant į technologines inovacijas rizika siektų daugiau nei 0,6.

4.3. Investicijų į technologines inovacijas rizikos vertinimas 2016 m. Lietuvoje, taikant dirbtinio neuroninio tinklo modelį

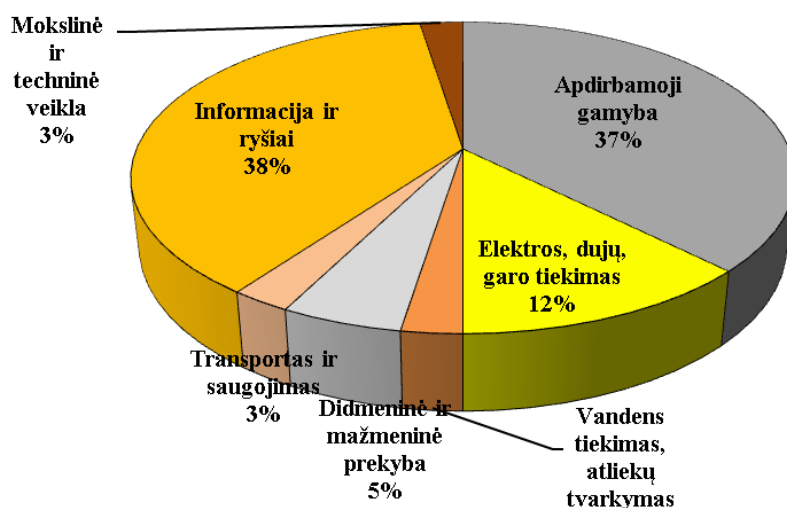
7 etapas. Septintajame dirbtinio neuroninio tinko modelio kūrimo ir testavimo etape identifikuojami esminiai makro rodikliai. Siekiant identifikuoti rizikingiausius makro veiksnius, pagal kuriuos būtų galima vertinti investicijų į technologines inovacijas riziką 2016 m., buvo atlikta apklausa. Renginyje „Karjeros dienos 2016“ apklausta 50 skirtingų sektorių įmonių, kurias daugiausiai atstovavo jų vadovai (žr. 6 priedą). 29 paveiksle pateiktas respondentų pasiskirstymas

pagal sektorius. Didžiausios respondentų dalys buvo informacijos ir ryšių, apdirbamosios gamybos ir energetikos sektorių įmonės, atitinkamai 34 proc., 32 proc. ir 10 proc.



29 pav. Apklaustųjų pasidalinimas pagal sektorius

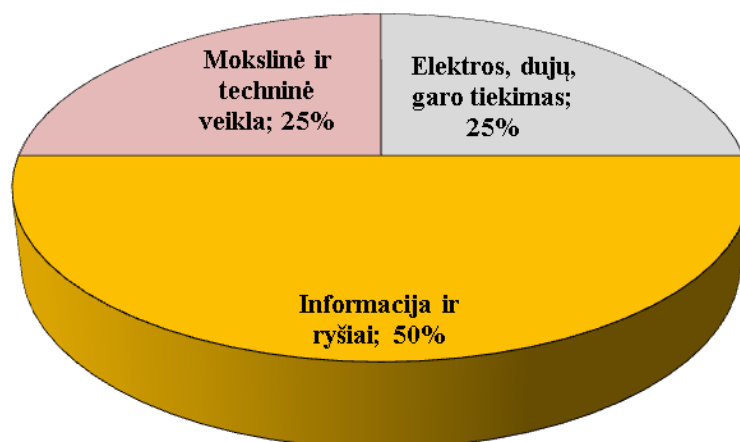
Respondentai 100 proc. konstatavo, jog investuoja į inovacijas ir kiekvienais metais planuoja investicijų skirtų inovacijoms biudžetą. 80 proc. visų respondentų investuoja į technologines inovacijas. Šių respondentų pasiskirstymas pagal sektorius pateiktas 30 paveiksle. Iš 30 respondentų po 15 informacijos ir ryšių bei gamybos ir 5 energetikos sektoriaus įmonės investuoja į technologines inovacijas.



30 pav. Apklaustųjų pasidalinimas pagal investicijas į technologines inovacijas

Tik 4 respondentai žinojo, kas yra dirbtinis neuroninis tinklas ir kam gali būti panaudotas. Respondentų pasiskirstymas pagal sektorius pateiktas 31 paveiksle. Pagal paveikslą matyti, jog daugiausiai tokių įmonių buvo iš informacijos ir ryšių sektoriaus. Susipažinę su dirbtiniu neuroniniu

tinklu kaip modeliu, galinčiu padėti efektyviau valdyti investicijas, respondentai 100 proc. atsakė, jog esant galimybei norėtų daugiau sužinoti apie šį modelį ir galbūt pritaikyti savo įmonės veikloje.



31 pav. Apklaustųjų pasidalinimas pagal žinojimą apie dirbtinį neuroninį tinklą

Galiausiai respondentai įvardijo pagrindines rizikas, su kuriomis susiduria investuojant į inovacijas. Apibendrintai - tai žmogiškųjų resursų ir darbuotojų kvalifikacijos trūkumas, ribotas investicinis biudžetas, „motininių“ įmonių iš viršaus nuleidžiami nurodymai, kurios dažniausiai yra užsienio kompanijos, nepalanki ekonominė ir politinė aplinka, baimė investicijų nepasisekimui. Nurodant išskirti svarbiausius makroekonominis rodiklius iš analizuotų, buvo identifikuoti dešimt pagrindinių rodiklių – tai BVP augimo tempas, palūkanų normos, valiutų kursas, nedarbo lygis, darbo sąnaudų, produktyvumo, tiesioginių užsienio investicijų, verslo pasitikėjimo, konkurencingumo ir pajėgumų panaudojimo indekso rodikliai.

9 lentelėje pateikta apklausos metu identifikuotų rizikingiausių makroekonominių rodiklių duomenų imtis. Tai - BVP augimo tempas, palūkanų normos, valiutų kursas, nedarbo lygis, darbo sąnaudų, produktyvumo, verslo pasitikėjimo, konkurencingumo, pajėgumų panaudojimo indeksai ir tiesioginės užsienio investicijos.

9 lentelė. Esminių makro rodiklių prognoziniai duomenys

	2016Q1f	2016Q2f	2016Q3f	2016Q4f	2016Mf
BVP augimo tempas, proc.	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9
Palūkanų normos, proc.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EUR/USD valiutų kursas	1,06	1,04	1,03	1,02	1,0
Nedarbo lygis, proc.	9,1	8,5	8,2	9,3	8,8
Darbo sąnaudų indeksas	120	121	122	123	121,5
Produktyvumo indeksas	106	111	124	117	114,5
TUI, mln. Eur	164	186	175	182	176,8
Verslo pasitikėjimo indeksas	-8,4	-7,9	-8,1	-8,0	-8,1
Konkurencingumo indeksas	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Pajėgumų panaudojimo indeksas	76,1	76,7	77,0	77,1	76,7

8-9 etapai. Aštuntajame dirbtinio neuroninio tinko modelio kūrimo ir testavimo etape vertinamas investicijų į technologines inovacijas rizikos lygis 2016 m. po penktosios duomenų įvesties, kurią sudarė apklausos metu identifikuoti esminių makro veiksnių duomenys. 10 lentelėje pateikiamas dirbtinio neuroninio tinklo išvesties rezultatai po penktosios duomenų įvesties. 2016 m. investicijų į technologines inovacijas rizikos lygis gali siekti 0,712 (žr. 5 priedą). Gautas rezultatas parodo, jog investuoti 2016 m. į technologines inovacijas yra labai rizikinga, kadangi rizikos lygis yra didesnis negu 0,66. Investuoti į technologines inovacijas būtų mažai rizikinga, jeigu išvesties rezultatas būtų buvęs ne didesnis nei 0,33. Investuoti į technologines inovacijas būtų rizikinga, jeigu išvesties rezultatas būtų patekęs į intervalą nuo 0,33 iki 0,66.

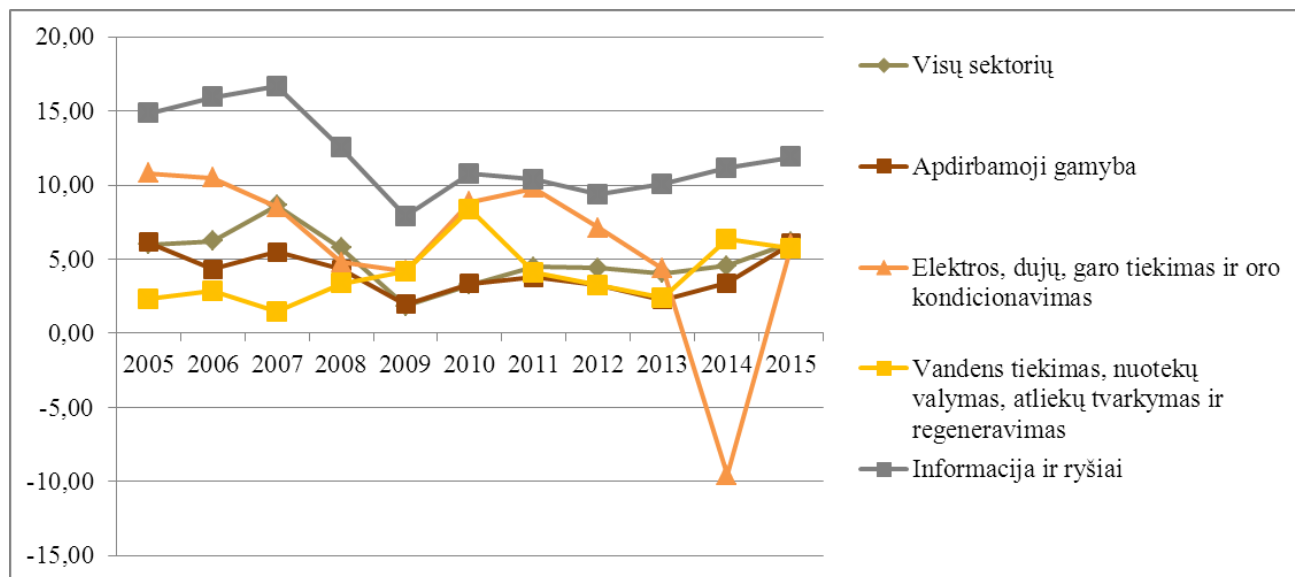
10 lentelė. Dirbtinio neuroninio tinklo išvesties rezultatai po penktosios duomenų įvesties

Rizikos lygis		[0-0,33]	(0,33-0,66]	(0,66-1]
Investuoti į technologines inovacijas		Mažai rizikinga	Rizikinga	Labai rizikinga
Išvesties rezultatai, apimant 2016 m. laikotarpį:	Po penktosios duomenų įvesties, kai įvesti prognoziniai esminiai makro veiksniai:	-	-	0,712

10 etapas. Dešimtajame dirbtinio neuroninio tinko modelio kūrimo ir testavimo etape vertinamos Lietuvos įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas. 2016 m. galimas rizikos lygis 0,712 yra mažesnis negu pačiu rizikingiausiu scenarijumi, kai rizikos lygis siekė 0,999, tačiau didesnis negu pačiu palankiausiu scenarijumi, kai rizikos lygis buvo 0,649. Nepalankiomis makroekonominėmis sąlygomis kai kurios įmonės net ir turėdamos finansines galimybes nėra suinteresuotos vykdyti strategines investicijas į technologines inovacijas. Tai sąlygoja ateities netikrumas, neapibrėžtumas, kadangi mažėjant ekonomikos augimui arba esant ekonomikos nuosmukiui, mažėja vartojimas, didėja taupymas, vyrauja pesimistiniai lūkesčiai visoje rinkoje. Tuo tarpu, kai vyrauja palanki makroekonominė situacija, įmonės yra suinteresuotos labiau investuoti į inovacijas, kadangi ekonomikai augant, auga vartojimas ir visos rinkos poreikiai, mažėja taupymas, vyrauja optimistiniai lūkesčiai dėl ateities. Tačiau šiuo atveju kyla rizika, kad ne visos įmonės turi reikalingas finansines galimybes vykdyti tvarias investicijas į atsinaujinimą. Investavimą gali apriboti finansinių galimybių nebuvimas: nepakankamas grynasis pelningumas, bendrasis pelningumas, nepaskirstytas pelnas, per didelis skolinto ir nuosavo kapitalo santykis ar ilgalaikių įsipareigojimų dalis nuo visų įsipareigojimų.

Augantis grynojo pelningumo rodiklis rodo didesnes įmonės finansines galimybes investuoti į tvarias technologines inovacijas. Grynasis pelnas kaip laisvas pinigų srautas, likęs po dividendų išmokėjimo įmonės akcininkams, gali būti panaudotas naujiems procesams diegti, įrenginiams atnaujinti ar produktams tobulinti. Kuo daugiau laisvo pinigų srauto, tuo įmonė didesnę sumą gali

skirti investicijoms plėtoti. Uždirbdama daugiau grynojo pelno ir turėdama laisvus pinigų srautus, skolinimasis iš banko taipogi gali būti lankstesnis. Tokia įmonė yra labiau patikimas skolininkas. 2005-2015 m. visų sektorių nefinansinės įmonės uždirbo grynąjį pelną, kuris svyravo nuo 1,85 proc. iki 8,63 proc. (žr. 32 pav.). Vidutiniškai visų sektorių grynasis pelningumas siekė 5,03 proc. 2009-2014 m. visų sektorių grynasis pelningumas buvo mažesnis negu 2005-2015 m. vidurkis ir nesiekė 5 proc. 2005-2008 m. ir 2015 m. visų sektorių grynasis pelningumas viršijo 2005-2015 m. vidurkį ir siekė daugiau negu 5,5 proc. Net ir rizikingiausiu momentu, kai investicijų į inovacijas rizikos lygį siekė 0,99, visų sektorių grynasis pelningumas buvo didesnis negu 1,5 proc. 2015 m. visų sektorių grynasis pelningumas padidėjo 26 proc. lyginant su 2014 m. ir buvo aukščiausias lygis per 2000-2015 m., išskyrus 2007 m., kai pelningumas siekė 8,63 proc. Didėjant visų sektorių grynajam pelningumui, ir esant rizikos lygiui 0,7, įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas yra geresnės negu 2009-2014 m., tačiau dar nepasiekusios 2005-2007 m. lygio. Didžiausią grynąjį pelningumą uždirbo informacijos ir ryšių sektorius. Per analizuotą laikotarpį vidutinis šio sektoriaus grynasis pelningumas siekė 11,94 proc. Tik 2009-2013 m. pelningumas buvo mažesnis negu 2000-2015 m. vidurkis. 2012-2015 m. tendencingai augo.



32 pav. Lietuvos verslo įmonių grynojo pelningumo dinamika 2006-2015 m., proc. (sudaryta pagal Lietuvos Statistikos departamentą)

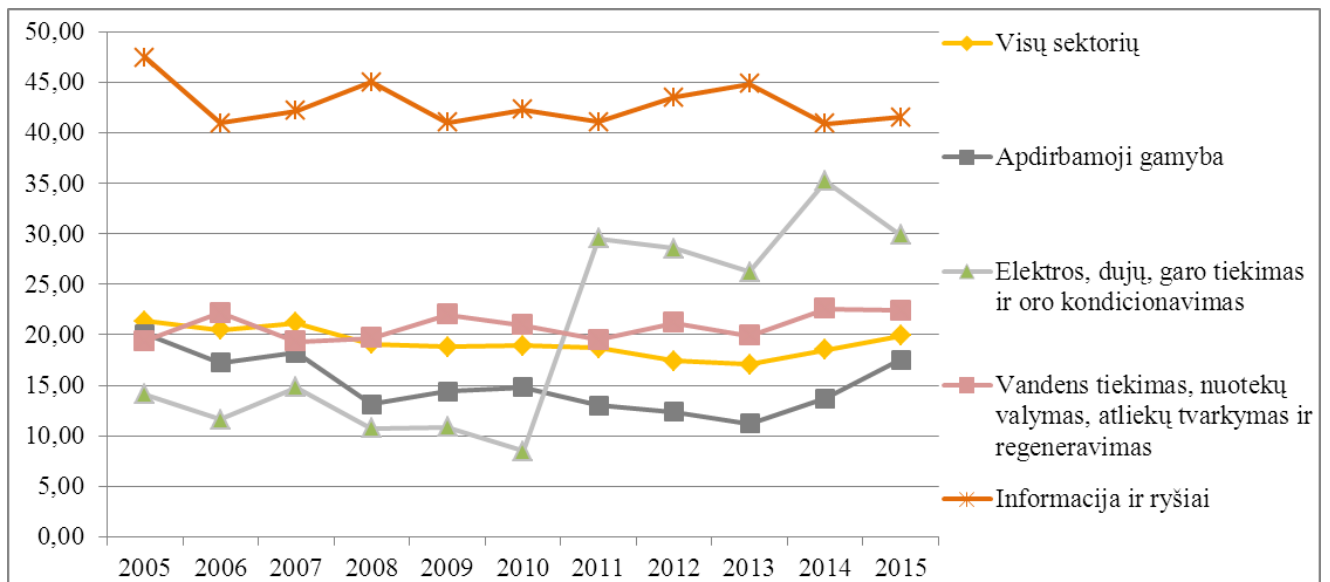
Net ir rizikingiausiu laikotarpiu, kai rizika siekė 0,99 proc., informacijos ir ryšių sektoriaus įmonės uždirbo 9,69 proc. grynojo pelningumo (žr. 11 lent.). Informacijos ir ryšių sektorius yra grįstas technologinėmis inovacijomis. Tuo tarpu mažiausią grynąjį pelningumą uždirbo vandens tiekimo, nuotekų valymo, atliekų tvarkymo ir regeneravimo sektoriaus įmonės. Vidutinis grynasis pelningumas 2005-2015 m. siekė 4,02 proc. 2009-2014 m. pelningumas buvo mažesnis negu 2005-2015 m. vidurkis. 2005-2008 m. ir 2012-2013 m. grynasis pelningumas buvo mažesnis negu 2005-2015 m.

vidurkis. Rizikingiausiu laikotarpiu, kai rizika siekė 0,99, šis sektorius uždirbo 2,6 proc. grynąjį pelningumą. 2014-2015 m. šio sektoriaus grynas pelningumas sumažėjo 9,8 proc. iki 5,73 proc., tačiau tai yra beveik du kartus daugiau negu pačiu nepalankiausiu laikotarpiu. Todėl finansinės galimybės investuoti į tvarias technologines inovacijas yra žymiai palankesnės (5,73 proc.) negu buvo pačiu rizikingiausiu laikotarpiu (2,6 proc.). Tiek apdirbamosios gamybos, tiek elektros, dujų, garo tiekimo ir oro kondicionavimo sektorių įmonių grynas pelningumas 2014-2015 m. augo ir buvo didesnis negu 2005-2015 m. vidurkis. Tai rodo palaipsniui gerėjančias finansines galimybes investuoti į tvarias technologines inovacijas.

11 lentelė. Įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas grynojo pelningumo kontekste

	Kai rizika siekė 0,659	Kai rizika siekė 0,999	2005-2014 m.	2015 m.	2016 m., kai galimas rizikos lygis 0,712
Pagal visus sektorius	6,55	3,77	4,92	6,15	Geresnės
Apdirbamoji gamyba	5,27	2,99	3,82	6,05	Geresnės
Sektorius, susijęs su elektros, dujų, garo tiekimu ir oro kondicionavimu	8,79	3,82	5,94	6,00	Lietuvos įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas Geresnės
Vandens tiekimas, nuotekų valymas, atliekų tvarkymas ir regeneravimas	5,74	2,6	3,85	5,73	Geresnės
Informacija ir ryšiai	13,82	9,69	11,95	11,88	Blogesnės

Bendrasis pelningumas yra svarbus finansinis indikatorius, pagal kurį galima spręsti įmonės finansines galimybes investuoti į tvarias technologines inovacijas. Didėjant bendrajam pelningumui, mažai keičiantis veiklos sąnaudoms ir grynąjį pelną nukreipiant į nepaskirstytą pelną, įmonė turi daugiau finansinių išteklių investicijoms vykdyti, moksliniams tyrimams ir eksperimentinei plėtrai, procesų, įrenginių ir produktų tobulinimui. 2005-2015 m. visų sektorių nefinansinių įmonių vidutinis bendrasis pelningumas siekė 19,21 proc. 2008-2014 m. pelningumas nesiekė šio vidurkio (žr. 33 pav. ir 3 priedą). Didžiausią bendrojo pelningumo lygį 2005-2015 m. pasiekė informacijos ir ryšių sektoriaus įmonės. Vidutiniškai 42,8 proc. 2006-2007 m., 2009-2011 m., 2014-2015 m., pelningumo vidurkis nesiekė vidutinio lygio. Mažiausią bendrąjį pelningumą 2005-2015 m. uždirbo apdirbamosios gamybos sektoriaus įmonės. Jų vidurkis siekė 15,07 proc. 2008-2014 m. pelningumas nesiekė vidurkio. Vandens tiekimo, nuotekų valymo, atliekų tvarkymo, regeneravimo ir elektros, dujų, garo tiekimo ir oro kondicionavimo sektorių įmonių bendrasis pelningumas 2005-2015 m. siekė apylygiai ir sudarė apie 20 proc. Abiejų šių sektorių 2014-2015 m. bendrieji pelningumai buvo geresni negu pačiu rizikingiausiu laikotarpiu, kai rizika siekė 0,99. Tai rodo, jog finansinės šių sektorių įmonių galimybės investuoti į tvarias technologines inovacijas gerėja.



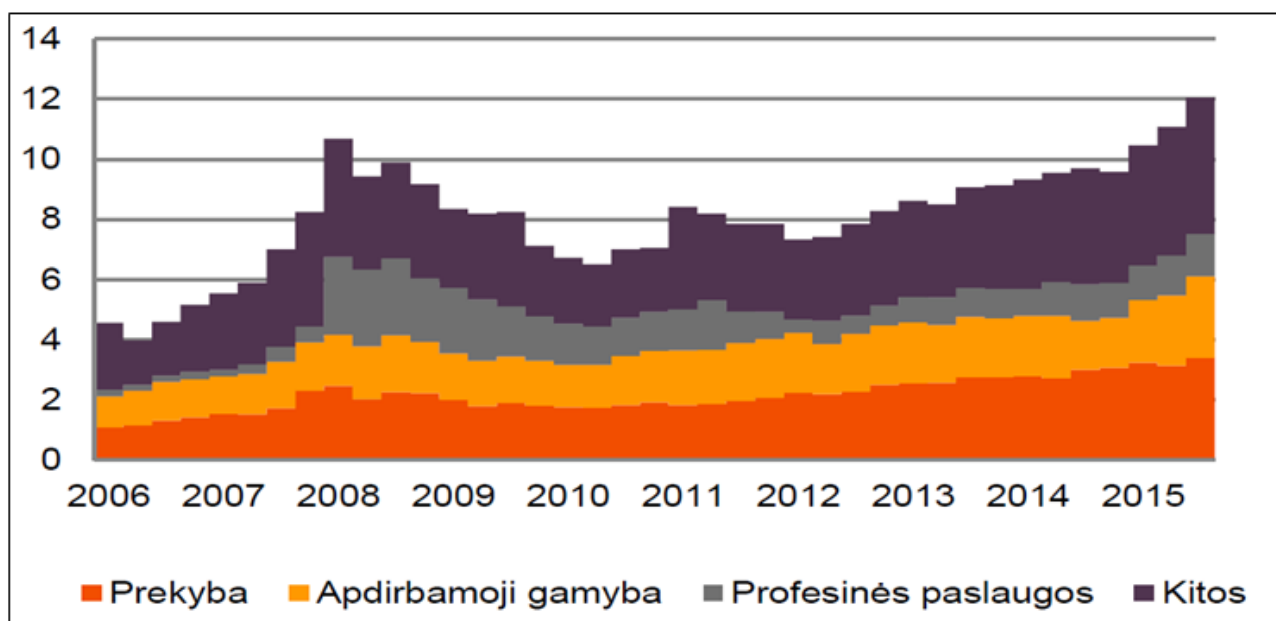
33 pav. Lietuvos verslo įmonių bendrojo pelningumo dinamika 2005-2015 m., proc. (sudaryta pagal Lietuvos Statistikos departamentą)

Rizikingiausiu laikotarpiu, kai rizika siekė 0,99, visų sektorių bendrasis pelningumas buvo lygus 18,35 proc. (žr. 12 lent.). Nerizikingiausiu laikotarpiu, kai rizika siekė 0,6, pelningumas buvo 20,73 proc. 2015 m. bendrasis pelningumas pasiekė 19,9 proc. ir tai rodo. Rizikingiausiu laikotarpiu, kai rizika siekė 0,99, didžiausias bendrasis pelningumas buvo informacijos ir ryšių sektoriuje, atitinkamai lygus 41,42 proc., o nerizikingiausiu, kai rizika buvo 0,6, pelningumas buvo lygus 45,21 proc. 2015 m. bendrasis pelningumas pasiekė 41,53 proc., o tai rodo, jog finansinė galimybės bendrojo pelningumo atžvilgiu yra geresnės negu buvo 2006 m., 2009 m., 2011 m. ir 2014 m. Elektros ir kt. sektoriaus rizikingiausiu laikotarpiu bendrasis pelningumas buvo lygus 11,77 proc., o nerizikingiausiu – 29,89 proc. 2015 m. bendrasis pelningumas buvo lygus 29,9 proc. ir tai rodo, jog finansinės galimybės bendrojo pelningumo atžvilgiu yra geresnės negu 2008-2014 m.

12 lentelė. Įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas bendrojo pelningumo kontekste

	Kai rizika siekė 0,659	Kai rizika siekė 0,999	2005-2014 m.	2015 m.	2016 m., kai galimas rizikos lygis 0,712	
Pagal visus sektorius	20,73	18,35	19,15	19,90	Lietuvos įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas	
Apdirbamoji gamyba	18,28	13,24	14,82	17,55		Geresnės
Elektros, dujų, garo tiekimas ir oro kondicionavimas	29,89	11,77	19,02	29,90		Geresnės
Vandens tiekimas, nuotekų valymas, atliekų tvarkymas ir regeneravimas	21,77	19,55	20,66	22,40		Geresnės
Informacija ir ryšiai	45,21	41,42	42,93	41,53		Blogesnės

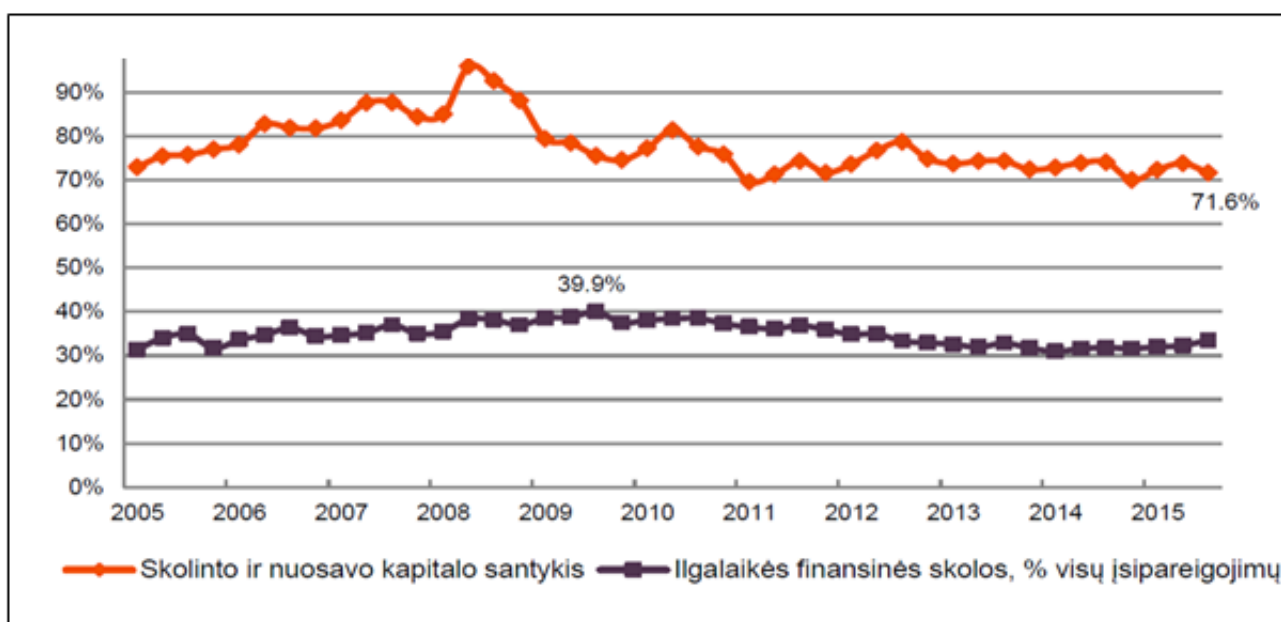
Nepaskirstytas pelnas taipogi yra svarbus finansinių galimybių investuoti į tvarias technologines inovacijas indikatorius. Didėjant bendrajam pelningumui, grynajam pelningumui, atidedant dividendų mokėjimus ir visą pelną nukreipiant į nepaskirstytą pelną, didėja laisvų pinigų srautas, kurį galima paversti investicijomis į technologines inovacijas. Įmonės, turėdamos sukaupusios daugiau nepaskirstyt pelno, yra labiau finansiškai nepriklausomos ir labiau patikimos skolininkės bankų atžvilgiu. 34 pav. yra pateikta prekybos, apdirbamosios gamybos, profesinių paslaugų ir visų kitų sektorių 2006-2015 m. nepaskirstyto dinamika. Analizuotu laikotarpiu daugiausiai nepaskirstyto pelno turėjo prekybos ir kitų sektorių įmonės. Profesinių paslaugų sektorius nepaskirstyto pelno turėjo mažiausiai. 2008-2011 m. pastebimas tendencingas visų sektorių nepaskirstyto pelno mažėjimas, ką sąlygojo globali finansinė krizė. 2006-2008 m. visų sektorių nepaskirstytas pelnas tendencingai didėjo, tačiau visų sektorių įmonių nepaskirstytas pelnas buvo didesnis negu iki krizės. Tai rodo gerėjančias finansines galimybes nepaskirstyto pelno atžvilgiu vykdyti investicijas į tvarias technologines inovacijas. Augantys finansiniai resursai gali būti nukreipti įmonių atsinaujinimui.



34 pav. Lietuvos verslo įmonių nepaskirstyto pelno dinamika 2006-2015 m., proc. (Šaltinis: Swedbank)

Įmonių įsipareigojimai taipogi yra svarbus finansinių galimybių vykdyti strategines investicijas į technologines inovacijas indikatorius. Kuo didesni įmonių įsipareigojimai, tuo didesnė bankroto rizika, nepasitikėjimas tiek iš bankų ar investuotojų pusės. Vyraujant dideliame neapibrėžtumui, įmonė nėra užtikrinta, kad veikla bus pelninga. Patiriant nuostolius ir turint didelius įsipareigojimus, įmonei gali grėsti nemokumo problemos, kas gali sąlygoti bankrotą. 35 pav. yra pavaizduotas Lietuvos nefinansinių įmonių skolinto ir nuosavo kapitalo santykio bei ilgalaikių finansinių skolų nuo visų

įsipareigojimų procentinės dalies dinamika. 2015 m. skolinto ir nuosavo kapitalo santykis siekė 71,6 proc. ir buvo beveik 20 proc. mažiau negu 2008 m., kai šis santykis sudarė daugiau negu 90 proc. Per visą analizuotą 2005-2015 m. laikotarpį 2015 m. Lietuvos įmonių skolinto kapitalo lygis visoje kapitalo struktūroje buvo vienas iš mažiausių. Tai rodo, kad įmonių finansinė būklė skolintis ir investuoti į tvarias technologines inovacijas yra geresnė negu iki krizės ir pačios krizės laikotarpiu. Ilgalaikės finansinės skolos po krizės taipogi mažėjo ir 2015 m. sudarė mažiau negu 35 proc., kai tuo tarpu 2009-2011 m. ilgalaikių skolų dalis sudarė beveik 40 proc. Ilgalaikių finansinių skolų lygis nuo visų įsipareigojimų 2005-2009 m. didėjo, o nuo 2009 m. iki 2013 mažėjo. 2013-2015 m. ilgalaikės finansinės skolos išliko panašiam lygyje, siekusios 2005-2006 m. laikotarpį. Ta rodo, kad įmonės finansinės galimybės ilgalaikių finansinių skolų atžvilgiu yra geresnės negu 2006-2013 m. Įmonės turi galimybės skolintis ilgalaikiame periode ir investuoti į technologines inovacijas.



35 pav. Lietuvos verslo įmonių įsipareigojimų dinamika 2005-2015 m., proc. (Šaltinis: Swedbank)

Taigi 2015 m. finansinės galimybės vykdyti strategines investicijas į technologines inovacijas yra palankesnės negu 2004-2014.

13 lentelė. Įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas nepaskirstyto pelno ir įsipareigojimų kontekste

Finansiniai rodikliai	Lietuvos įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas 2015 m. palyginus su 2004-2014 m.	Geresnės/Blogesnės
Nepaskirstytas pelnas		Geresnės
Įsipareigojimai		Geresnės

Taigi ketvirtoje darbo dalyje pagal trečiame skyriuje pateiktą metodologiją buvo adaptuotas ir pritaikytas Tremanio dirbtinis neuroninis tinklas investicijų į technologines inovacijas rizikos vertinimui. Siekiant adaptuoti ir pritaikyti Tremanio dirbtinį neuroninį tinklą, buvo analizuojami makroekonominiai rodikliai kaip investicijų į technologines inovacijas rizikos veiksniai, sudaroma jų duomenų bazė, apmokomas ir testuojamas modelis bei įvertintas investicinis rizikos lygis 2016 m., įmonių finansinės galimybės investuoti į technologines inovacijas. Makroekonominiai rodikliai buvo suskirstyti į penkias pagrindines grupes: ekonomikos, rinkos, darbo, prekybos ir verslo. Ekonomikos rodikliai apėmė BVP augimo tempą, infliaciją, bazinę palūkanų normą. Rinkos rodiklių grupę sudarė EUR/USD valiutų kursas, Baltijos ir Vilniaus akcijų rinkos indeksai. Darbo rodiklių grupė buvo sudaryta iš nedarbo lygio, darbo sąnaudų ir darbo produktyvumo. Tiesioginės užsienio investicijos, kapitalo srautai ir prekybos balanso sudarė prekybos rodiklių grupę. Verslo rodiklių grupė apėmė verslo pasitikėjimo, konkurencingumo ir gamybos pajėgumų panaudojimo rodiklius. Buvo analizuotas kiekvieno šio rodiklio kitimas 2000-2015 m., pokyčių priežastys ir pagal tai identifikuota, kada rizikinga ir kada nerizikinga buvo vykdyti investicijas į inovacijas. Makroekonominių rodiklių analizė parodė, kad iki globalios finansinės krizės rizika investuoti į inovacijas buvo mažiausia rizikinga palyginus su krizės laikotarpiu.

Siekiant apmokyti Tremanio dirbtinį neuroninį tinklą atpažinti riziką, buvo sudaryta rizikingiausių ir nerizikingiausių analizuotų makroekonominių rodiklių duomenų bazė. Taip pat sudaryta testinių duomenų bazė, pagal kuriuos buvo tikrintas dirbtinio neuroninio tinklo apsimokymo lygis. Pagal testinius duomenis buvo galima spręsti, ar algoritmas yra tinkamas atlikti prognozes, siekiant identifikuoti investicinę riziką 2016 m. Buvo sudaryti du scenarijai: rizikingiausias ir nerizikingiausias. Pirmasis scenarijus apėmė 2000-2016 m. pačias rizikingiausias makroekonominių rodiklių reikšmes, o antrasis pačias nerizikingiausias. Pirmojo scenarijaus atveju investuoti į technologines inovacijas buvo ypač rizikinga, kadangi pasireiškė ekonomikos nuosmukis, aukšta infliacija, didelis nedarbo lygis, būtų mažas konkurencingumo ir pajėgumų indeksas, verslo nepasitikėjimas. Pagal antrąjį scenarijų buvo sudaryta priešinga situacija.

Per pirmąją ir per trečiąją duomenų įvestį, kai dirbtiniam neuroniniam tinklui buvo pateikti patys rizikingiausi duomenys ir testiniai rizikingi duomenys, rizikos išeiga pasiekė beveik 1 rizikos lygį. Per antrąją ir per ketvirtąją duomenų įvestį, kai dirbtiniam neuroniniam tinklui buvo pateikti nerizikingi duomenys ir testiniai nerizikingiausi duomenys, rizikos išeiga pasiekė beveik 0,7 rizikos lygį. Pagal pirmąją ir trečiąją duomenų išeišgas nuspręsta, kad dirbtinis neuroninis tinklas apsimokė tinkamai. Nors antrosios ir ketvirtosios išeišgų metu iš 2000-2015 m. analizuotų duomenų buvo parinkti patys nerizikingiausi duomenys, tačiau rizikos lygis sugeneruotas aukštesnis nei vidutinis. Tai parodo, jog net sumodeliavus palankiausias investicinį scenarijų per 2000-2015 m. Lietuvoje investuojant į technologines inovacijas rizika siekė daugiau nei 0,6.

Siekiant identifikuoti rizikingiausius makro veiksnius, pagal kuriuos būtų galima prognozuoti investicinę riziką 2016 m., buvo atlikta apklausa. Renginyje „Karjeros dienos 2016“ apklausta 50 skirtingų sektorių įmonių, kurias daugiausiai atstovavo jų vadovai. Didžiausios respondentų dalys buvo informacijos ir ryšių, apdirbamosios gamybos ir energetikos sektorių įmonės, atitinkamai 34 proc., 32 proc. ir 10 proc. Respondentai 100 proc. konstatavo, jog investuoja į inovacijas ir kiekvienais metais planuoja investicijų skirtų inovacijoms biudžetą. 80 proc. visų respondentų investuoja į technologines inovacijas. Iš 40 respondentų po 15 informacijos ir ryšių bei gamybos ir energetikos sektoriaus įmonės investuoja į technologines inovacijas. Tik 4 respondentai žinojo, kas yra dirbtinis neuroninis tinklas ir kam gali būti panaudotas. Respondentai 100 proc. atsakė, jog esant galimybei norėtų daugiau sužinoti apie šį modelį ir galbūt pritaikyti savo įmonės veikloje. Kaip pagrindines rizikas, su kuriomis susiduria investuojant į inovacijas respondentai įvardijo žmoniškųjų resursų ir darbuotojų kvalifikacijos trūkumą, ribotą investicinį biudžetą, „motininių“ įmonių iš viršaus nuleidžiamus nurodymus, nepalankią ekonominę ir politinę aplinką, baimę, kad investicijos bus nesėkmingos ir sąlygos įmonės bankrotą. Nurodant išskirti svarbiausius makroekonominius rodiklius iš analizuotų, buvo identifikuoti dešimt pagrindinių rodiklių – tai BVP augimo tempas, palūkanų normos, valiutų kursas, nedarbo lygis, darbo sąnaudų, produktyvumo, tiesioginių užsienio investicijų, verslo pasitikėjimo, konkurencingumo ir pajėgumų panaudojimo indekso rodikliai.

Pagal apklausos metu identifikuotus rizikingiausius makroekonominius rodiklius sudaryta penktoji duomenų įvesties grupė pagal 2016 m. prognozę. Šią grupę sudarė dešimt, anot respondentų, rizikingiausių makroekonominių rodiklių: BVP augimo tempas, palūkanų normos, valiutų kursas, nedarbo lygis, darbo sąnaudų, produktyvumo, verslo pasitikėjimo, konkurencingumo, pajėgumų panaudojimo indeksai ir tiesioginės užsienio investicijos. Įvedus penktąją duomenų įvestį į dirbtinį neuroninį tinklą, gauta, jog prognozuojamas 2016 m. investicinės rizikos lygis gali siekti 0,712. Gautas rezultatas parodo, jog investuoti 2016 m. į inovacijas yra labai rizikinga Lietuvoje. Įmonių finansinės galimybės Lietuvoje yra geresnės palyginus su rizikingiausiu laikotarpiu, kai rizikos lygis siekė 0,999 ir investuoti į technologines inovacijas buvo labai rizikinga. Tačiau Lietuvos įmonių finansinės galimybės dar nėra tokios geros, kokios buvo pačiu nerizikingiausiu laikotarpiu, kai rizikos lygis siekė 0,651 ir investuoti į technologines inovacijas buvo rizikinga.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Remiantis dešimt pagrindinių etapų, pagal kuriuos buvo kurtas ir testuotas Tremanio dirbtinio neuroninio tinklo modelis, skirtas vertinti investicijų į technologines inovacijas riziką, galima teigti, jog:
 - 1.1. Mažėjantys makro rodikliai tokie kaip BVP augimo tempas, vertybinių popierių rinkos indeksai, tiesioginės užsienio investicijos, verslo pasitikėjimo, konkurencingumo, pajėgumų panaudojimo indeksai, produktyvumas, ir didėjantys makro rodikliai kaip infliacija, bazinė palūkanų norma, nedarbo lygis, darbo sąnaudos, kapitalo srautai, prekybos deficitas, stipriai svyruojantis euro ir dolerio kursas sąlygojo didesnę investicijų į technologines inovacijas riziką.
 - 1.2. Pirmosios duomenų įvesties, kai buvo įvesti rizikingi makro veiksniai, išvesties rezultatas siekė 0,996 ir tai parodė, jog pasireiškus visiems rizikingiausiems makro veiksniams investicijų į technologines inovacijas rizika būtų labai aukšta.
 - 1.3. Antrosios duomenų įvesties, kai buvo įvesti nerizikingi makro veiksniai, išvesties rezultatas siekė 0,649 ir tai parodė, jog pasireiškus visiems nerizikingiausiems makro veiksniams investicijų į technologines inovacijas rizika būtų aukšta.
 - 1.4. Trečiosios duomenų įvesties, kai buvo įvesti patys rizikingiausi makro veiksniai, išvesties rezultatas siekė 0,999 ir tai parodė, jog pasireiškus patiems rizikingiausiems makro veiksniams investicijų į technologines inovacijas rizika būtų labai aukšta.
 - 1.5. Ketvirtosios duomenų įvesties, kai buvo įvesti patys nerizikingiausi makro veiksniai, išvesties rezultatas siekė 0,651 ir tai parodė, jog pasireiškus patiems nerizikingiausiems makro veiksniams investicijų į technologines inovacijas rizika būtų aukšta.
 - 1.6. Duomenų išvesties rezultatai parodė, jog modelis apsimokė tinkamai.
 - 1.7. Identifikuoti apklausos metu rizikingiausi makro veiksniai, galintys sąlygoti investicijų į technologines inovacijas riziką, buvo BVP augimo tempas, palūkanų normos, valiutų kursas, nedarbo lygis, darbo sąnaudų, produktyvumo, verslo pasitikėjimo, konkurencingumo, pajėgumų panaudojimo indeksai ir tiesioginės užsienio investicijos.
 - 1.8. Penktosios duomenų įvesties, kai buvo įvesti prognoziniai esminiai makro veiksniai, išvesties rezultatas siekė 0,712.
 - 1.9. Pagal 0,712 rizikos lygį 2016 m. investuoti technologines inovacijas gali būti labai rizikinga.
 - 1.10. Tačiau nors 2016 m. investicijų į technologines inovacijas rizikos lygis yra labai aukštas, įmonių finansinės galimybės Lietuvoje yra geresnės palyginus su rizikingiausiu kriziniu laikotarpiu, kai rizikos lygis siekė 0,999.

Rekomenduotina tirti tolimesniuose tyrimuose:

1. Darbe buvo išskirtos trys pagrindinės investicijų rizikos vertinimo modelių grupės: rizikos vertinimo modeliai elgsenos požiūriu, rizikos dydžio nustatymo požiūriu ir inovatyvūs. Pirmosios dvi grupės apėmė klasinių rizikos vertinimo modelių klasę. Kiekvienoje grupėje buvo identifikuoti konkretūs rizikos vertinimo modeliai, apibūdintos pagrindinės ypatybės, privalumai ir trūkumai, taikymo galimybės. Investicijų į inovacijas rizikos lygiui modeliuoti buvo taikytas tik inovatyvus Tremanio dirbtinis neuroninis tinklas. Rekomenduotina tolimesniuose tyrimuose detaliau analizuoti, kaip būtų galima integruoti klasikinių ir inovatyvių modelių metodologijas į bendrą visumą, siekiant kuo tiksliau prognozuoti investicijų į inovacijas rizikos lygį.
2. Darbo rezultatai parodė, jog 2016 metais investicinės rizikos lygis pagal respondentų esminius makroekonominius rizikos veiksnius gali siekti 0,712. Tai rodo, jog bendrai šalyje investavimo į inovacijas padėtis yra rizikingesnė negu vidutiniškai, tačiau ne tiek, kad rizika būtų neišvengiama. Rekomenduotina tolimesniuose tyrimuose identifikuoti esminius rizikos veiksnius pagal sektorius ir atskirai kiekvienam jų tirti potencialų rizikos lygį ir metodus, kaip būtų galima riziką eliminuoti iki minimumo.

LITERATŪRA

1. A multi-layer neural network in PHP. *Features momentum learning, custom activation functions, and detection & prevention of over-fitting your data*. Prieiga per internetą: [<https://github.com/infostreams/neural-network>].
2. Adamczyk, S., Bullinger, A., Möslin, K. (2012). *Innovation Contests: A Review, Classification and Outlook*. Journal of Creativity and Innovation Management, Vol. 21, No. 4, pp. 335-360.
3. Aliahmadi, A., Jafari-Eskandari, M., Mozafari, A., Nozari, H. (2013). *Comparing Artificial Neural Networks and Regression Methods for Predicting Crude Oil Exports*. International Journal of Information, Business and Management, Vol. 5, No. 2, pp. 40-58.
4. Bertoldi, E.G., Stella, S.F., Rohde, L. E., Polanczyk, K. A. (2016). *Long-term Cost-Effectiveness of Diagnostic Tests for Assessing Stable Chest Pain: Modeled Analysis of Anatomical and Functional Strategies*. Clinical Cardiology Early View, Vol. 2, pp. 85-89.
5. Chandra, A., Dubey, A. K., Dr. Srivastava, S. K. (2014). *Cost of Milk Production and Break Even Analysis of Member and Non Member of Dairy Cooperative Society for Milch Animals (Cow & Buffalo) in District Etawah of U.P.* Journal of Advances in Agriculture, Vol 2, No. 1, pp. 32-36.
6. Chena, J., Diaz, F.J., Huang, F.Y. (2013). *High Technology ETF Forecasting: Application of Grey Relational Analysis and Artificial Neural Networks*. Frontiers in Finance and Economics, Vol. 10, No., pp. 129-155.
7. Cheng, M. Y., Tsai, H. Ch., Sudjono, E. (2010). *Conceptual Cost Estimates Evolutionary Fuzzy Hybrid Neural Network for Projects in Construction Industry*. Expert Systems with Applications, Vol. 37, pp. 4224–4231.
8. Donate, J. P., Sanchez, G. G., Araceli, S. (2012). *Time Series Forecasting. A Comparative Study Between an Evolving Artificial Neural Networks System and Statistical Methods*. International Journal on Artificial Intelligence Tools, Vol. 21, pp. 52-58.
9. Drury, M. C. (2013). *Management and cost accounting*. Chapman & Hall series in accounting and finance, Vol. 3, pp. 874.
10. Duta, K., Babbel, D. F. (2014). *Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach*. Journal of Risk and Insurance, Vol. 81, No. 2, pp.303.
11. Fernandez., P. (2015). *Company Valuation Methods*. Journal of Applied Finance, Vol.17 No 2, pp. 13-20.
12. Filipescu, D. A., Prashantam, S., Rialp, A., Rialp, J. (2013). *Technological Innovation and Exports: Unpacking Their Causality*. Journal of International Marketing, Vol. 21, pp. 23-28.

13. Griffith, D. A., Rubera, G. (2014). *A Cross-Cultural Investigation of New Product Strategies for Technological and Design Innovations*. Journal of International Marketing, Vol. 22, No. 1, pp. 5-20.
14. Griffith, R., Macartney, G. (2009). *Employment Protection Legislation, Multinational Firms, and Innovation*. The Reviews of Economics and Statistics, Vol. 96, No. 1, pp. 135-150.
15. Healy, P. M., Palepu, K. G. (2012). *Business Analysis Valuation: Using Financial Statements*. Cengage Learning, Vol. 1, pp. 336.
16. Kwok, S. W., Carter, Ch. (2013). *Multiple decision trees*. Cornell University Library.
17. Lietuvos statistikos departamentas. *Verslo struktūra ir finansai: metiniai įmonių finansiniai rodikliai*. Prieiga per internetą: [<http://osp.stat.gov.lt/web/guest/statistiniu-rodikliu-analize?portletFormName=visualization&hash=f4ba043b-8a90-4bbf-842d-0bda536d0059>]
18. Merton, R. C. (2013). *Innovation Risk*. Harvard Business Review, Vol. 91, No. 4, pp. 48-56.
19. Miller, L., Miller, R. (2012). *Classifying Innovation*. International Journal of Innovation and Technology Management, Vol. 9, pp. 18.
20. Morales, J. A. R., Lorenzo, P. S., Usme, J. F. (2014). *An Empirical Approach to risk assessment in an Investment Project: Case Study 'Financial Complex and Business Center at Tecnológico de Antioquia'*. Global Conference on Business and Finance Proceeding, Vol. 9, No. 1, pp. 377-386.
21. Morris, L. (2013). *Three Dimensions of Innovation*. International Management Review, Vol. 9, No. 2, pp. 5-10.
22. Mozaffari, A., Goudarzi, A., Samadian, P., Rezania, A., Rosendahl, L. A. (2014). *Intelligent Design of Waste Heat Recovery Systems Using Thermoelectric Generators and Optimization Tools*. Journal of Meccanica, 49:1211-1223.
23. Nasdaq Baltijos rinka (2016). *Baltijos rinkos indeksai*. Prieiga per internetą: [<http://www.nasdaqbaltic.com/market/?pg=charts&lang=lt>]
24. Nykamp, S., Bakker, V., Molderink, A., Hurink, J. L., Smit, G. J. M. (2013). *Break-even analysis for the storage of PV in power distribution grids*. International Journal of Energy Research, Volume 38, No. 9, pp. 1112–1128.
25. Pazek, K., Rozman, Č., Kolenko, M. (2013). *Black-Scholes models investment evaluation for potato processing*. Tools for decision support in agriculture and rural development, pp. 213-22.
26. Popa, I., Vlasceanu, C. (2014). *Innovation: A Strategic Option for Future Economic Growth*. The Annals of the University of Oradea, pp.1220-1225.
27. Repisky, J., Gracova, M. (2015). *Evaluation of Investment Project for Biomass Usage with Risk Consideration*. Proceedings of the 7th International Scientific Conference Rural Development 2015. Article DOI: <http://doi.org/10.15544/RD.2015.087>

28. Santos, L., Soares, I., Mendes, C., Ferreira, P. (2014). *Real Options versus Traditional Methods to assess Renewable Energy Projects*. *Renewable Energy*, Vol. 68, pp. 588–594.
29. Sonmez, R. (2011). *Construction Labor Productivity Modeling with Neural Networks*. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 124, pp. 498-504.
30. Stanley, M. (2012). *Assessing Project Risk*. *Journal of Applied Corporate Finance*, Vol. 24, No. 3, pp. 94-101.
31. Swedbank. *Pasaulio ir Lietuvos ekonomika: dėl ko verta susirūpinti*. Pranešimas iš konferencijos - Įmonių finansai 2016.
32. The Global Information Technology Report 2015. Prieiga per internetą [<http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2015/>].
33. Thoumya, M., Vachon, S. (2012). *Environmental Projects and Financial Performance: Exploring the Impact of Project Characteristics*. *International Journal of Production Economics*, Vol. 140, pp. 28-34.
34. Trading Economics. *Balance of Trade*. Prieiga per internetą: [<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/balance-of-trade>].
35. Trading Economics. *Business Confidence*. Prieiga per internetą: [<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/business-confidence>].
36. Trading Economics. *Capacity Utilization*. Prieiga per internetą: [<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/capacity-utilization>].
37. Trading Economics. *Capital Flows*. Prieiga per internetą: [<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/capital-flows>].
38. Trading Economics. *Competitiveness Index*. Prieiga per internetą: [<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/competitiveness-index>].
39. Trading Economics. *Current Account*. Prieiga per internetą: [<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/current-account>].
40. Trading Economics. *Euro Exchange Rate*. Prieiga per internetą: [<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/currency>].
41. Trading Economics. *Foreign Direct Investment*. Prieiga per internetą: [<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/foreign-direct-investment>].
42. Trading Economics. *GDP Growth Rate*. Prieiga per internetą: [<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/gdp-growth>].
43. Trading Economics. *Industrial Production*. Prieiga per internetą: [<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/industrial-production>].
44. Trading Economics. *Inflation Rate*. Prieiga per internetą: [<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/inflation-cpi>].

45. Trading Economics. *Interest Rate* Prieiga per internetą:
[<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/interest-rate>].
46. Trading Economics. *Labour Costs* Prieiga per internetą:
[<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/labour-costs>].
47. Trading Economics. *Productivity*. Prieiga per internetą:
[<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/productivity>].
48. Trading Economics. *Unemployment Rate*. Prieiga per internetą:
[<http://www.tradingeconomics.com/lithuania/unemployment-rate>].
49. Valentinavičius, S. (2011). *Inovacijų valdymas: teoriniai principai, tendencijos, politika*. Vilnius: Vilniaus universitetas, 318 p. ISBN 9789955634959.
50. Veugeler, R. (2016). *The European Union's growing innovation divide*. Prieiga per internetą:
[http://bruegel.org/wp-content/uploads/2016/04/pc_2016_08.pdf]
51. Wunch-Vincent, S., Lanvin, B., Dutta, S. (2015). *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*. Prieiga per internetą:
[http://econpapers.repec.org/paper/esswpaper/id_3a7491.htm]
52. Zamora-Torres, A., De San Nicolas, D. H., Universidad, M. (2014). *Competitiveness of Countries on Innovation and Technology*. Global Journal of Business Research, Vol. 8, No. 5, pp. 73-83.
53. Žilinskas, V. J. (2010). *Investicinių projektų atrankos ir vertinimo aktualijos*. Klaipėda: Klaipėdos universitetas, p. 8.

PRIEDAI

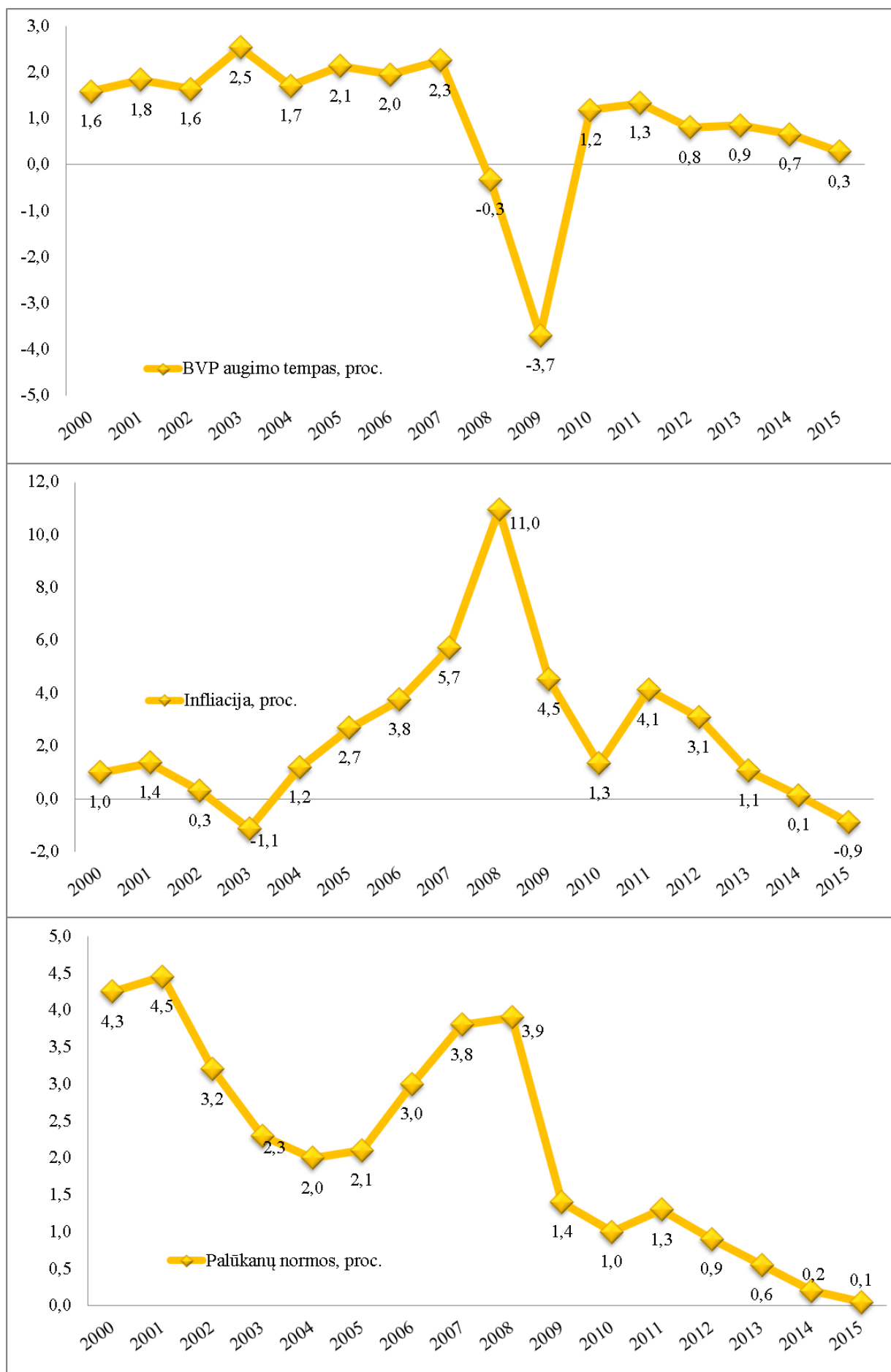
1 priedas. Makroekonominių rodiklių faktiniai 2000-2015 m. ir prognozuojami 2016 metams duomenys (sudaryta pagal Trading Economics [34-48])

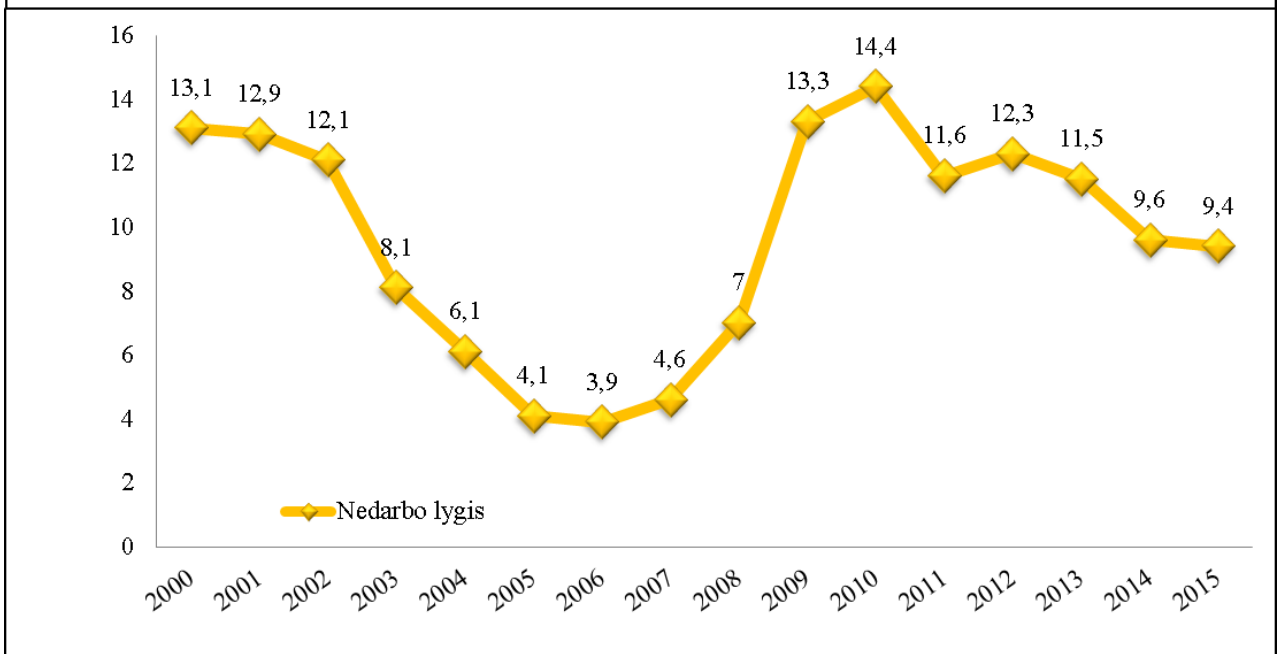
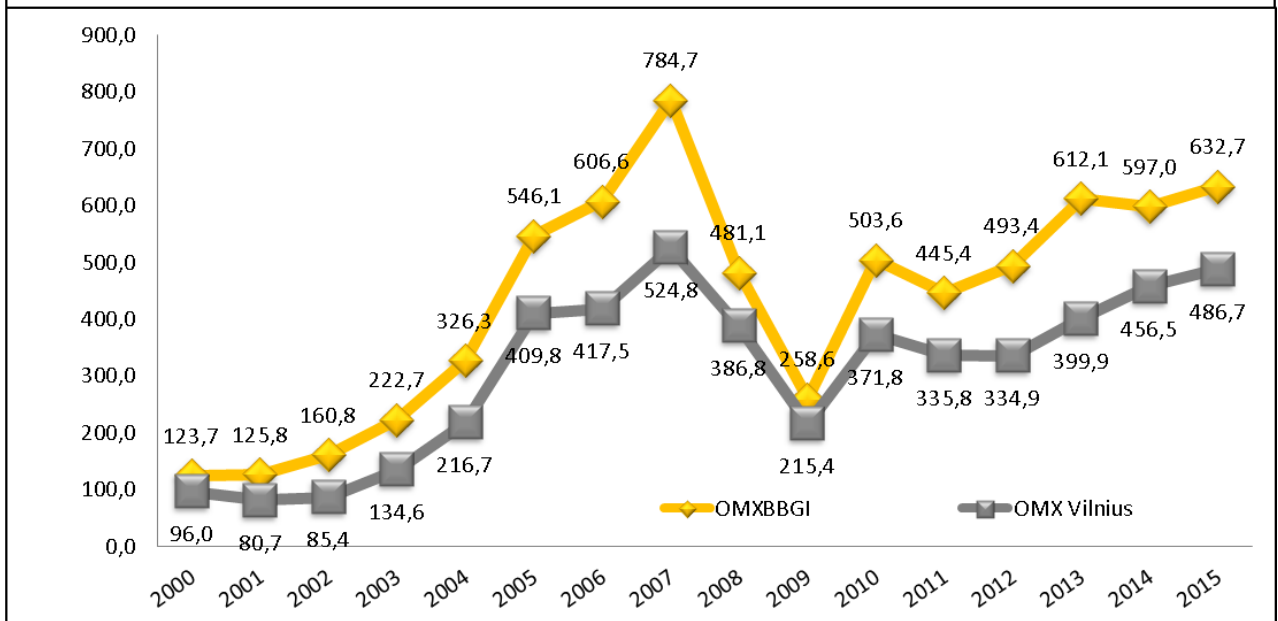
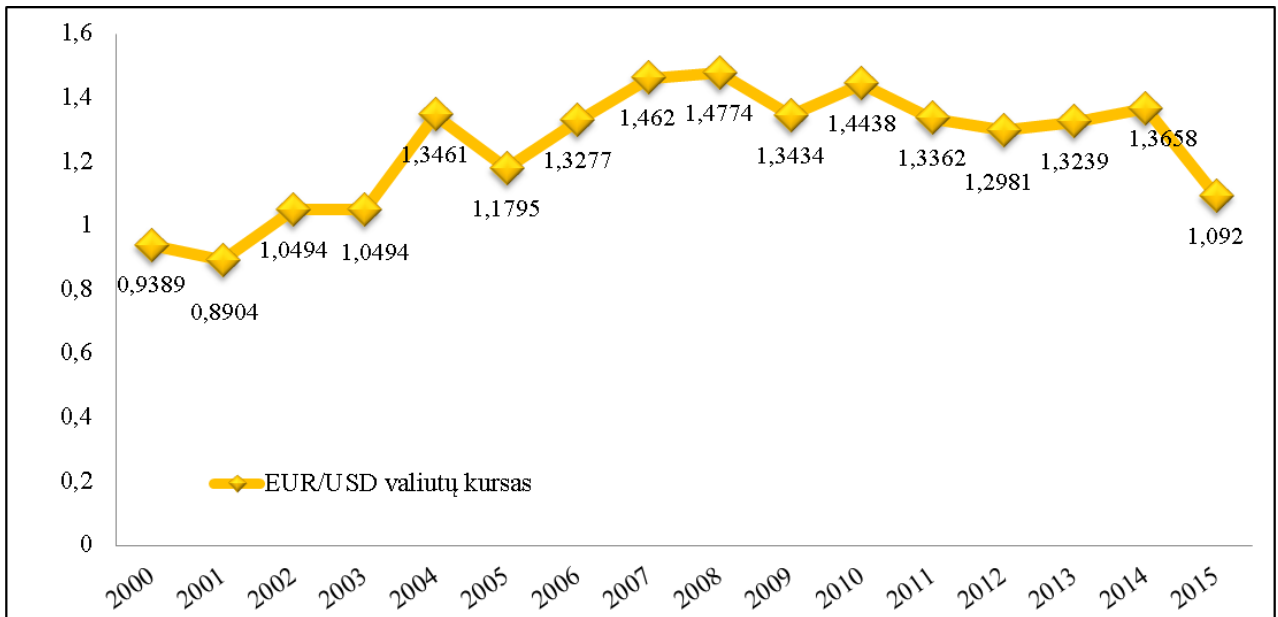
Ekonomikos:	BVP augimo tempas, proc.	Infliacija, proc.	Palūkanų normos, proc.
2000	1,6	1,0	4,3
2001	1,8	1,4	4,5
2002	1,6	0,3	3,2
2003	2,5	-1,1	2,3
2004	1,7	1,2	2,0
2005	2,1	2,7	2,1
2006	2,0	3,8	3,0
2007	2,3	5,7	3,8
2008	-0,3	11,0	3,9
2009	-3,7	4,5	1,4
2010	1,2	1,3	1,0
2011	1,3	4,1	1,3
2012	0,8	3,1	0,9
2013	0,9	1,1	0,6
2014	0,7	0,1	0,2
2015	0,3	-0,9	0,1
2016Q1f	0,8	0,9	0,0
2016Q2f	0,9	0,3	0,0
2016Q3f	1,0	0,4	0,0
2016Q4f	1,0	0,5	0,0
Rinkos:	EUR/USD valiutų kursas	OMXBBGI	OMX Vilnius
2000	0,9389	123,7	96,0
2001	0,8904	125,8	80,7
2002	1,0494	160,8	85,4
2003	1,0494	222,7	134,6
2004	1,3461	326,3	216,7
2005	1,1795	546,1	409,8
2006	1,3277	606,6	417,5
2007	1,462	784,7	524,8
2008	1,4774	481,1	386,8
2009	1,3434	258,6	215,4
2010	1,4438	503,6	371,8
2011	1,3362	445,4	335,8
2012	1,2981	493,4	334,9
2013	1,3239	612,1	399,9
2014	1,3658	597,0	456,5
2015	1,092	632,7	486,7
2016Q1f	1,06	633	473
2016Q2f	1,04	635	459
2016Q3f	1,03	636	444

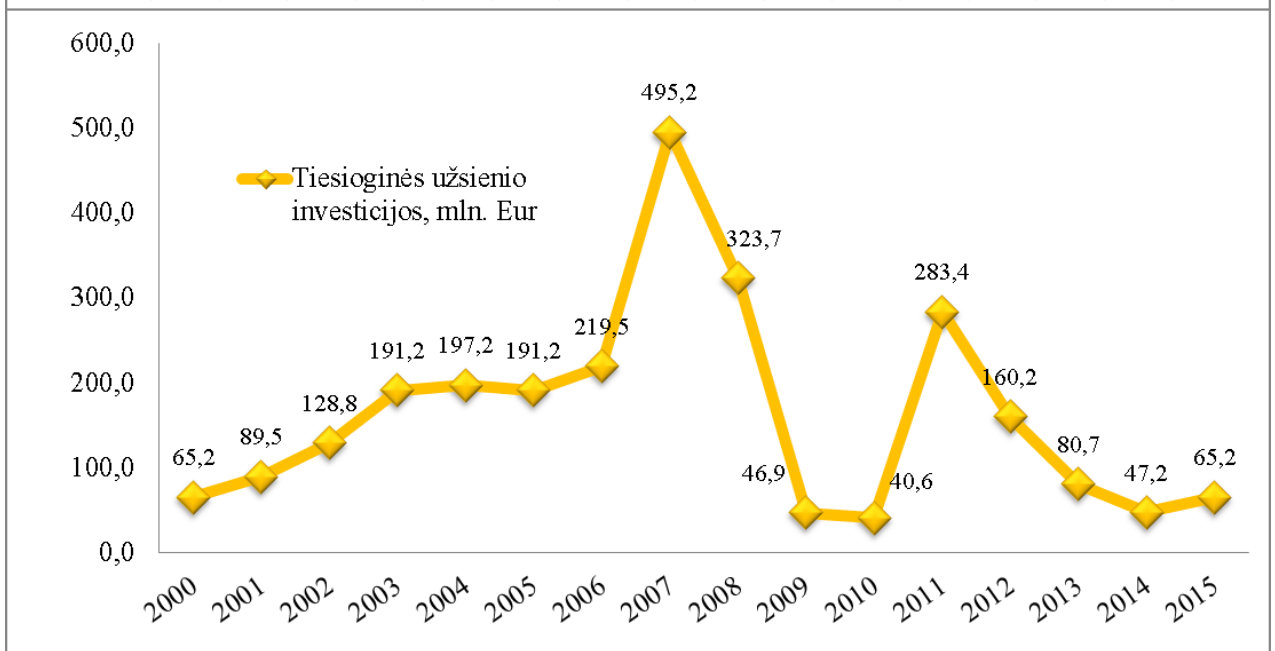
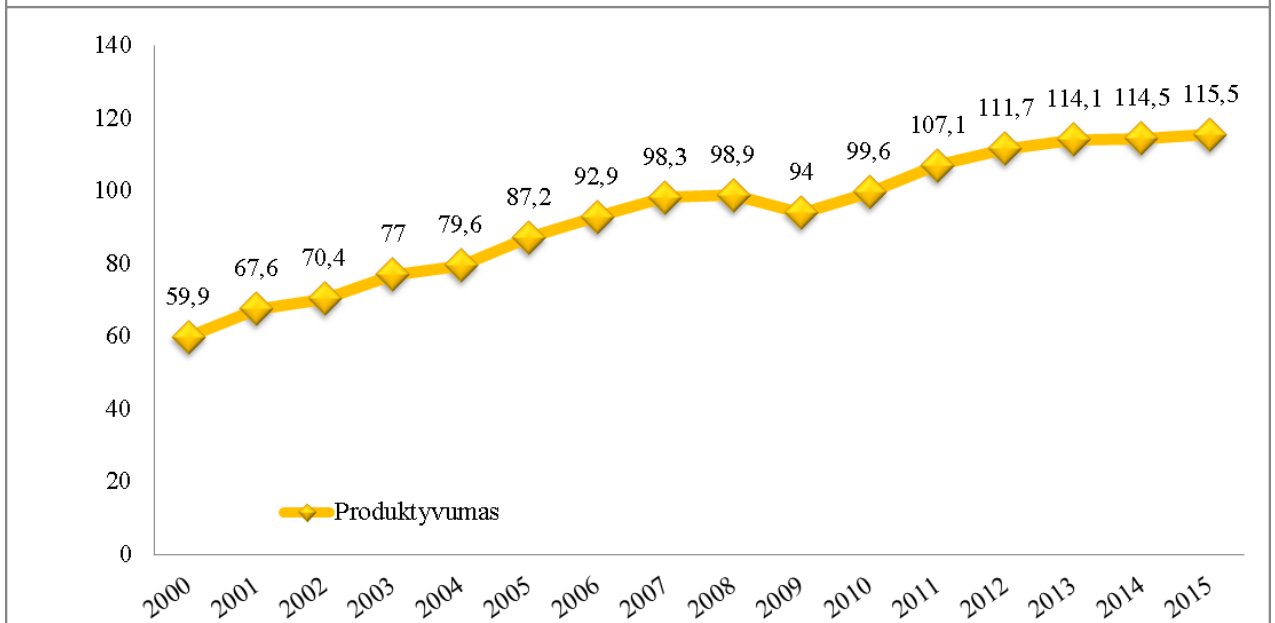
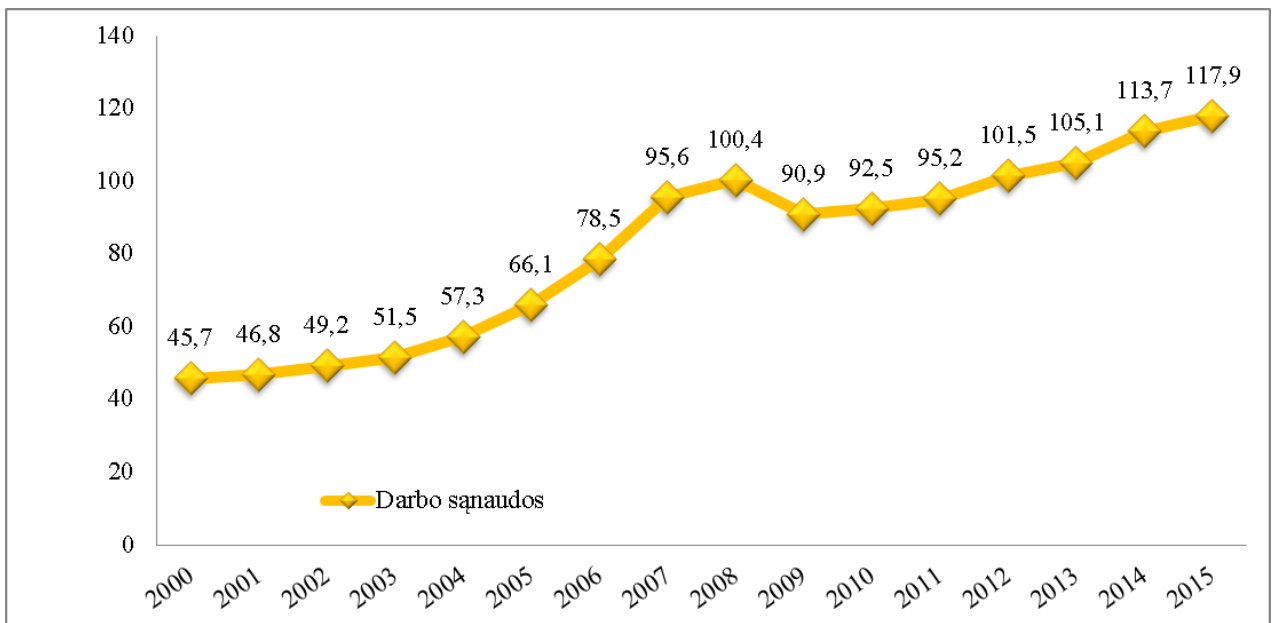
<i>2016Q4f</i>	<i>1,02</i>	<i>642</i>	<i>435</i>
Darbo:	Nedarbo lygis, proc.	Darbo sąnaudų indeksas	Produktyvumo indeksas
2000	13,1	45,7	59,9
2001	12,9	46,8	67,6
2002	12,1	49,2	70,4
2003	8,1	51,5	77
2004	6,1	57,3	79,6
2005	4,1	66,1	87,2
2006	3,9	78,5	92,9
2007	4,6	95,6	98,3
2008	7	100,4	98,9
2009	13,3	90,9	94
2010	14,4	92,5	99,6
2011	11,6	95,2	107,1
2012	12,3	101,5	111,7
2013	11,5	105,1	114,1
2014	9,6	113,7	114,5
2015	9,4	117,9	115,5
<i>2016Q1f</i>	<i>9,1</i>	<i>120</i>	<i>106</i>
<i>2016Q2f</i>	<i>8,5</i>	<i>121</i>	<i>111</i>
<i>2016Q3f</i>	<i>8,2</i>	<i>122</i>	<i>124</i>
<i>2016Q4f</i>	<i>9,3</i>	<i>123</i>	<i>117</i>
Prekybos:	Tiesioginės užsienio investicijos, mln. Eur	Kapitalo srautai, mln. Eur	Prekybos balansas, mln. Eur
2000	65,2	-41,1	-160,8
2001	89,5	-165,6	-171,4
2002	128,8	-169,3	-201,3
2003	191,2	-114,8	-196,8
2004	197,2	-84,7	-223,4
2005	191,2	-149,6	-269,7
2006	219,5	-224,6	-346,8
2007	495,2	-336,2	-441,5
2008	323,7	584,3	-435,1
2009	46,9	253,8	-107,6
2010	40,6	147,3	-166,4
2011	283,4	59,4	-218,7
2012	160,2	118,4	-134,2
2013	80,7	240,2	-138,3
2014	47,2	135,1	-121,3
2015	65,2	127,4	-203,3
<i>2016Q1f</i>	<i>164</i>	<i>254</i>	<i>-89,16</i>
<i>2016Q2f</i>	<i>186</i>	<i>258</i>	<i>-90,68</i>
<i>2016Q3f</i>	<i>175</i>	<i>258</i>	<i>-90,88</i>
<i>2016Q4f</i>	<i>182</i>	<i>258</i>	<i>-90,92</i>

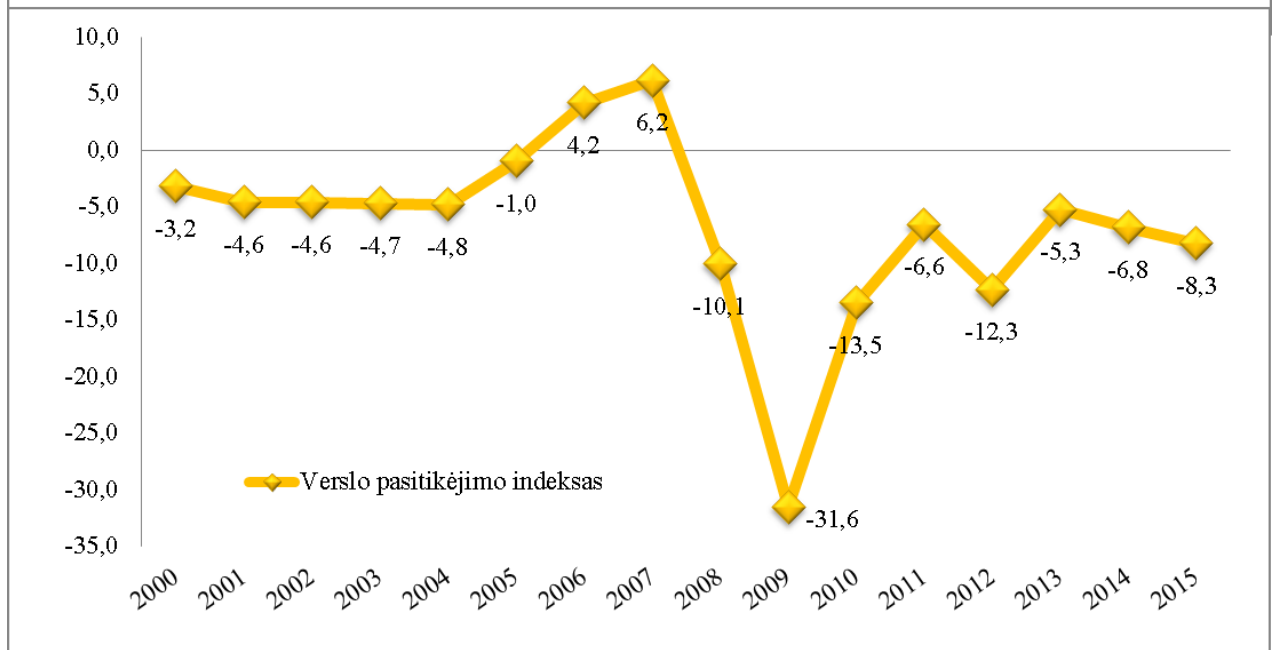
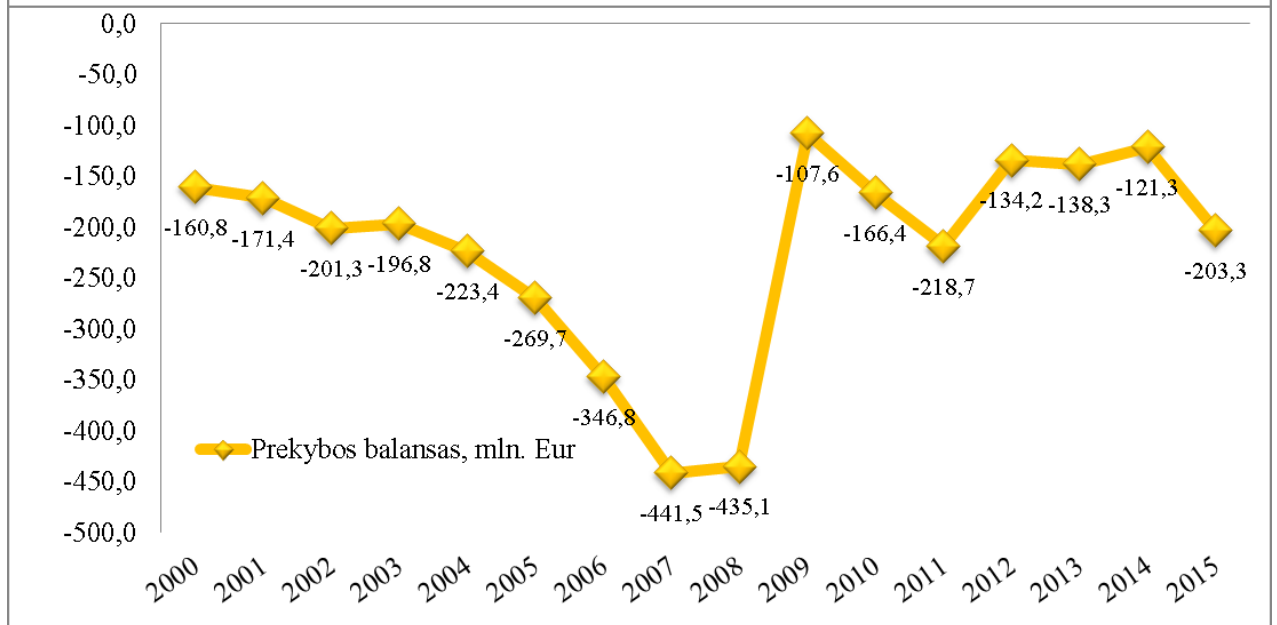
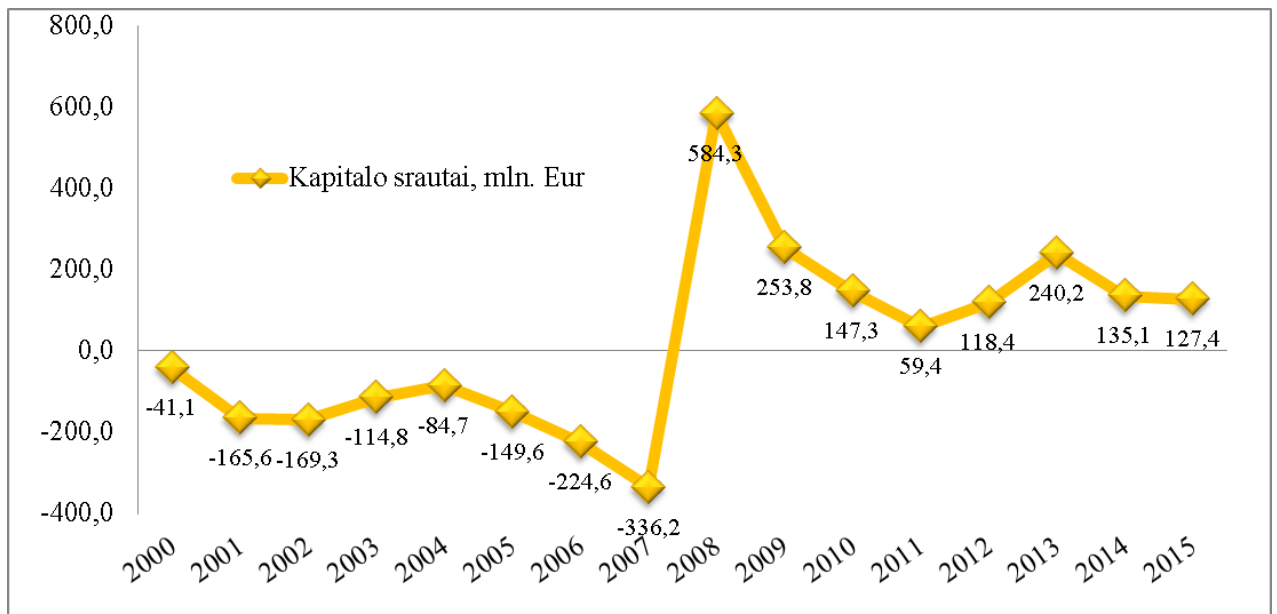
Verslo:	Verslo pasitikėjimo indeksas	Konkurencingumo indeksas	Pajėgumų panaudojimo indeksas
2000	-3,2	3,9	53,6
2001	-4,6	4,2	60,6
2002	-4,6	4,3	63,6
2003	-4,7	4,3	66,9
2004	-4,8	4,3	68,6
2005	-1,0	4,3	70,6
2006	4,2	4,4	73,2
2007	6,2	4,5	73,5
2008	-10,1	4,5	71,0
2009	-31,6	4,4	61,4
2010	-13,5	4,3	64,4
2011	-6,6	4,4	70,8
2012	-12,3	4,4	72,1
2013	-5,3	4,4	73,6
2014	-6,8	4,4	74,9
2015	-8,3	4,5	74,2
<i>2016Q1f</i>	<i>-8,4</i>	<i>4,6</i>	<i>76,1</i>
<i>2016Q2f</i>	<i>-7,9</i>	<i>4,6</i>	<i>76,7</i>
<i>2016Q3f</i>	<i>-8,1</i>	<i>4,6</i>	<i>77,0</i>
<i>2016Q4f</i>	<i>-8,0</i>	<i>4,6</i>	<i>77,1</i>

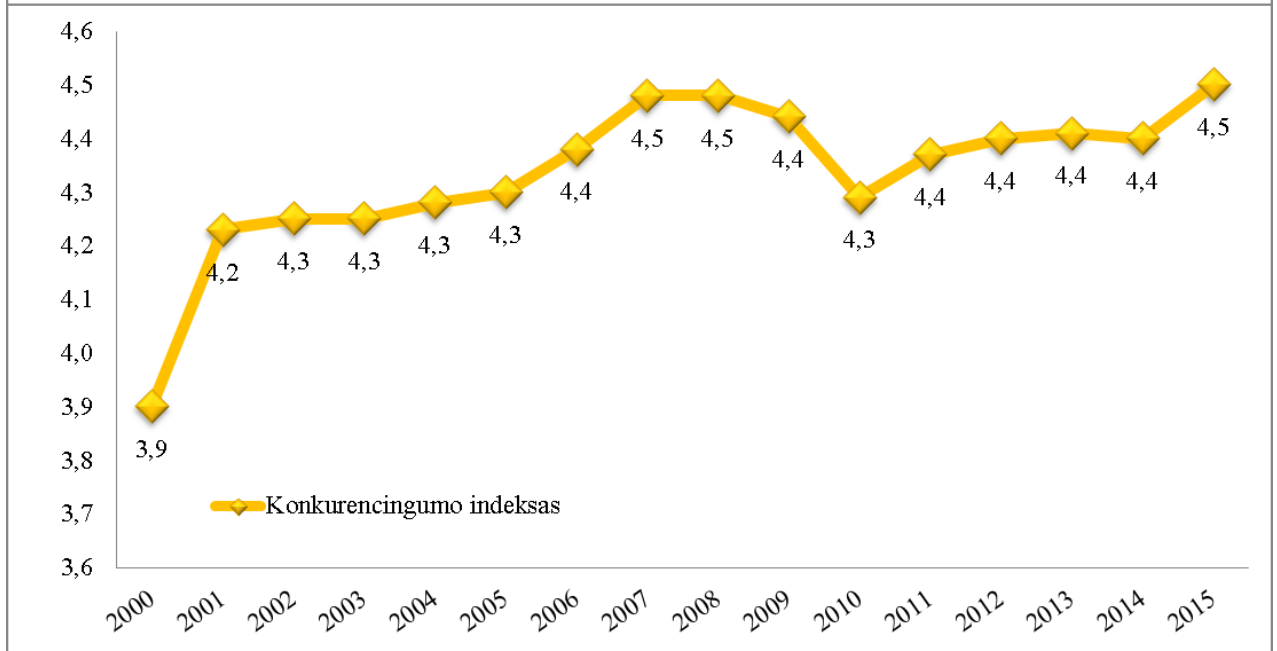
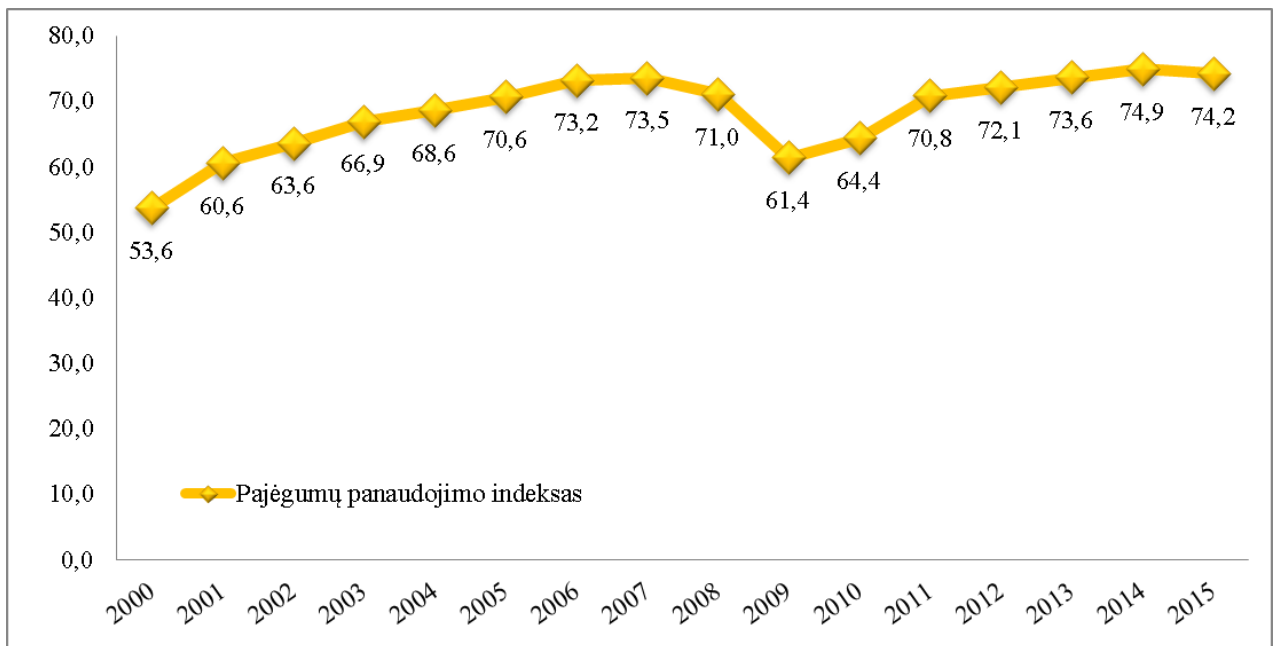
2 priedas. Makro rodiklių dinamika 2000-2015 m. (sudaryta pagal Trading Economics [34-48])











3 priedas. Finansinių rodiklių reikšmės (sudaryta pagal Lietuvos statistikos departamentą [17])

Bendrasis pelningumas, proc.	Pagal visus sektorius	Apdirbamoji gamyba	Elektros, dujų, garo tiekimas ir oro kondicionavimas	Vandens tiekimas, nuotekų valymas, atliekų tvarkymas ir regeneravimas	Informacija ir ryšiai
2005	21,35	20,10	14,10	19,38	47,45
2006	20,48	17,23	11,63	22,18	40,98
2007	21,18	18,23	14,80	19,33	42,18
2008	19,08	13,13	10,77	19,65	45,03
2009	18,80	14,43	10,88	21,98	41,03
2010	18,90	14,83	8,48	20,93	42,30
2011	18,68	13,03	29,53	19,48	41,05
2012	17,43	12,35	28,55	21,20	43,53
2013	17,08	11,20	26,25	19,93	44,85
2014	18,50	13,70	35,23	22,58	40,88
2015	19,90	17,55	29,90	22,40	41,53
Grynasis pelningumas, proc.	Pagal visus sektorius	Apdirbamoji gamyba	Elektros, dujų, garo tiekimas ir oro kondicionavimas	Vandens tiekimas, nuotekų valymas, atliekų tvarkymas ir regeneravimas	Informacija ir ryšiai
2005	6,00	6,15	10,80	2,30	14,83
2006	6,23	4,33	10,50	2,87	15,90
2007	8,63	5,48	8,50	1,45	16,65
2008	5,77	4,33	4,80	3,35	12,50
2009	1,85	1,95	4,20	4,15	7,90
2010	3,28	3,35	8,85	8,35	10,75
2011	4,48	3,78	9,80	4,10	10,38
2012	4,40	3,23	7,10	3,23	9,35
2013	4,05	2,25	4,37	2,40	10,08
2014	4,55	3,38	-9,55	6,35	11,15
2015	6,15	6,05	6,00	5,73	11,88

4 priedas. Inovacijų indeksų reikšmės 2013-2015 m. (sudaryta pagal ataskaitas [32, 51])

Pasaulio inovacijų indekso reikšmės			
	2013	2014	2015
Šveicarija	66,6	64,8	68,3
Didžioji Britanija	61,2	62,4	62,4
Švedija	61,4	62,3	62,4
Olandija	61,1	60,6	61,6
Suomija	59,5	60,7	60
Airija	57,9	56,7	59,1
Liuksemburgas	56,6	56,9	59
Danija	58,3	57,5	57,5
Vokietija	55,8	56	57,1
Islandija	56,4	54,1	57
Austrija	51,9	53,4	54,1
Norvegija	55,6	55,6	53,8
Prancūzija	52,8	52,2	53,6
Estija	50,6	51,5	52,8
Čekija	48,4	50,2	51,3
Belgija	52,5	51,7	50,9
Malta	51,8	50,4	50,5
Ispanija	49,4	49,3	49,1
Slovėnija	47,3	47,2	48,5
Portugalija	45,1	45,6	46,6
Italija	47,8	45,7	46,4
Latvija	45,2	44,8	45,5
Kipras	49,3	45,8	43,5
Vengrija	46,9	44,6	43
Slovakija	42,2	41,9	43
Lietuva	41,4	41	42,3
Bulgarija	41,3	40,7	42,2
Kroatija	41,9	40,7	41,7
Moldova	40,9	40,7	40,5
Graikija	37,7	38,9	40,3
Lenkija	40,1	40,6	40,2
Tinklų pasirengimo indekso reikšmės			
	2015	2014	2013
Suomija	6	6,04	5,98
Švedija	5,8	5,93	5,91
Olandija	5,8	5,79	5,81
Norvegija	5,8	5,7	5,66
Šveicarija	5,7	5,62	5,66
Didžioji Britanija	5,6	5,54	5,64
Liuksemburgas	5,6	5,53	5,37
Vokietija	5,5	5,5	5,43

Danija	5,5	5,5	5,58
Islandija	5,4	5,3	5,31
Austrija	5,4	5,26	5,25
Estija	5,3	5,27	5,12
Belģija	5,3	5,06	5,1
Airija	5,2	5,07	5,05
Prancūzija	5,2	5,09	5,06
Portugālija	4,9	4,73	4,67
Malta	4,9	4,96	4,9
Lietuva	4,9	4,78	4,72
Latvija	4,7	4,58	4,43
Ispanija	4,7	4,69	4,51
Kipras	4,7	4,6	4,59
Slovēnija	4,6	4,6	4,53
Āekija	4,5	4,49	4,38
Makedonija	4,4	4,19	4,18
Lenkija	4,4	4,24	4,19

5 priedas. Dirbtinio neuroninio tinklo kūrimo ir testavimo procesas (sudaryta pagal Tremanoio dirbtinio neuroninio tinklo dokumentaciją [1])

```
+*<php
+ * <>Multi-layer Neural Network in PHP</b>
+ * <>Learning to identify 'RISK'-function</b>
+ * <code>
+ * // Create a new neural network with 15 input neurons,
+ * // 16 hidden neurons, and 1 output neuron
+ * $n = new NeuralNetwork(15, 16, 1);
+ * $n->A (array (-0.33...0.65), array (1));
+ * .....
+ * $n->O (array (60.56...64.35), array (1));
+ * // we try training the network for at most $max times
+ * $max = 3;
+ * // train the network in max 1000 epochs, with a max squared error of 0.01
+ * while (!($success = $n->train(1000, 0.01)) && ++$i<$max)

+*<php
+ * <>Multi-layer Neural Network in PHP</b>
+ * <>Learning to identify 'RISK'-function</b>
+ * <code>
+ * // Create a new neural network with 15 input neurons,
+ * // 16 hidden neurons, and 1 output neuron
+ * $n = new NeuralNetwork(15, 16, 1);
+ * $n->P (array (1.83...2.25), array (0));
+ * .....
+ * $n->AD (array (73.18...74.88), array (0));
+ * // we try training the network for at most $max times
+ * $max = 3;
+ * // train the network in max 1000 epochs, with a max squared error of 0.01
+ * while (!($success = $n->train(1000, 0.01)) && ++$i<$max)

+*<php
+ * <>Multi-layer Neural Network in PHP</b>
+ * <>Learning to identify 'RISK'-function</b>
+ * <code>
+ * // Create a new neural network with 15 input neurons,
+ * // 16 hidden neurons, and 1 output neuron
+ * $n = new NeuralNetwork(15, 16, 1);
+ * $n->AE (array (-3.7), array (1));
+ * .....
+ * $n->AT (array (2.53), array (1));
+ * // we try training the network for at most $max times
+ * $max = 3;
+ * // train the network in max 1000 epochs, with a max squared error of 0.01
+ * while (!($success = $n->train(1000, 0.01)) && ++$i<$max)

+*<php
+ * <>Multi-layer Neural Network in PHP</b>
+ * <>Learning to identify 'RISK'-function</b>
+ * <code>
```

```

+ * // Create a new neural network with 15 input neurons,
+ * // 16 hidden neurons, and 1 output neuron
+ * $n = new NeuralNetwork(15, 16, 1);
+ * $n->AS (array (2.53), array (0));
+ * .....
+ * $n->BH (array (74.18), array (0));
+ * // we try training the network for at most $max times
+ * $max = 3;
+ * // train the network in max 1000 epochs, with a max squared error of 0.01
+ * while (!($success = $n->train(1000, 0.01)) && ++$i<$max)

```

```

php risk.php identify 'RISK'-function</b>
<h1>Learning the XOR function</h1>Round 1: success...<br />Round 2: success...<br
/><h2>Result</h2>
<div>Testset 1; FC 1 output from neural network = (0.99685393354365)
php example.php identify 'RISK'-function</b>
<h1>Learning the XOR function</h1>Round 1: success...<br />Round 2: success...<br
/><h2>Result</h2>
<div>Testset 2; FC 1 output from neural network = (0.64969662784284)
php risk.php identify 'RISK'-function</b>
<h1>Learning the XOR function</h1>Round 1: success...<br />Round 2: success...<br
/><h2>Result</h2>
<div>Testset 3; FC 1 output from neural network = (0.99987573918503)
php example.php identify 'RISK'-function</b>
<h1>Learning the XOR function</h1>Round 1: success...<br />Round 2: success...<br
/><h2>Result</h2>
<div>Testset 4; FC 1 output from neural network = (0.65148284621256)

```

```

+*<php
+ * <>Multi-layer Neural Network in PHP</b>
+ * <>Learning to identify 'RISK'-function</b>
+ * <code>
+ * // Create a new neural network with 15 input neurons,
+ * // 16 hidden neurons, and 1 output neuron
+ * $n = new NeuralNetwork(15, 16, 1);
+ * $n->BL (array (0.8...0.9), array (0-1));
+ * .....
+ * $n->BM (array (76.1...76.7), array (0-1));
+ * // we try training the network for at most $max times
+ * $max = 3;
+ * // train the network in max 1000 epochs, with a max squared error of 0.01
+ * while (!($success = $n->train(1000, 0.01)) && ++$i<$max)

```

```

php risk.php identify 'RISK'-function</b>
<h1>Learning the XOR function</h1>Round 1: success...<br />Round 2: success...<br
/><h2>Result</h2>
<div>Testset 5; FC 1 output from neural network = (0.71223495234874)

```

6 priedas. Anketos klausimai ir respondentų pasiskirstymas

<ol style="list-style-type: none"> 1. Ar investuojate į inovacijas? 2. Ar investuojate į technologines inovacijas? 3. Su kokiais rizikos faktoriais susiduriate, investuodami į inovacijas? 4. Kokie iš pateiktų makro rizikos veiksnių Jūsų veikloje būtų rizikingiausi? 5. Ar žinote, kas yra dirbtinis neuroninis tinklas ir kokios jo pritaikymo galimybės? 6. Jeigu žinote, kas yra dirbtinis neuroninis tinklas, galbūt taikote savo veikloje? 7. Ar būtų poreikis savo veikloje taikyti dirbtinį neuroninį tinklą, jeigu žinotumėte, kad jo pagalba galima efektyviau vertinti investicijų į inovacijas riziką? 			
Apdirbamoji gamyba	Audimas, Baltec CNC Technologies, Camira fabrics, ELGMA-ELEKTRONIKA, Exadel LT, Festo, Volfas Engelman, Švyturys-Utenos alus, Novameta, Tetas, Theca Furniture, Vakarų medienos grupė, Mantinga, Kitron, KG Group, Juodeliai	16	32%
Elektros, dujų, garo tiekimas ir oro kondicionavimas	Kauno energija, Lietuvos energetikos institutas, Lietuvos energija, Axis Industries, Valcon	5	10%
Vandens tiekimas, nuotekų valymas, atliekų tvarkymas ir regeneravimas	Kauno švara,	1	2%
Didmeninė ir mažmeninė prekyba	Agrokoncerno grupė, Gitana, RIMI, Lidl	4	8%
Transportas ir saugojimas	Lietuvos geležinkeliai	1	2%
Informacija ir ryšiai	Baltic Amadeus, Baltnetos komunikacijos, Bentley Systems, Callcredit information group, Data Dog, E-bros, Eltel Networks, CIE LT Forge, ELTEL Networks, Teo ir Omnitel, TeleSoftas, Sekasoft, Midpoint Systems, NFQ Technologies, Fima, Intermedix, Indeform	17	34%
Finansinė ir draudimo veikla	SEB bankas, Danske Bank, Lietuvos draudimas	3	6%
Profesinė, mokslinė ir techninė veikla	KTU Startup Space	1	2%
Administracinė ir aptarnavimo veikla	Transcom Worldwide, KPMG Baltics	2	4%
Viso:		50	