



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
FUNDAMENTINIŲ MOKSLŲ FAKULTETAS
MATEMATINĖS STATISTIKOS KATEDRA

Ana Nugmanova

**EKONOMETRINIS BALTIJOS ŠALIŲ BENDROJO VIDAUS
PRODUKTO MODELIAVIMAS
THE ECONOMETRIC MODELLING OF THE GROSS DOMESTIC
PRODUCT OF THE BALTIC STATES**

Baigiamasis magistro darbas

Taikomosios statistikos studijų programa, valstybinis kodas 621G31001

Statistinių metodų finansuose ir ekonomikoje specializacija

Statistikos studijų kryptis

Vilnius, 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
FUNDAMENTINIŲ MOKSLŲ FAKULTETAS
MATEMATINĖS STATISTIKOS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, Pavardė)

(Data)

Ana Nugmanova

EKONOMETRINIS BALTIJOS ŠALIŲ BENDROJO VIDAUS
PRODUKTO MODELIAVIMAS
THE ECONOMETRIC MODELLING OF THE GROSS DOMESTIC
PRODUCT OF THE BALTIC STATES

Baigiamasis magistro darbas

Taikomosios statistikos studijų programa, valstybinis kodas 621G31001

Statistinių metodų finansuose ir ekonomikoje specializacija

Statistikos studijų kryptis

Vadovas

prof. habil. dr. Rimantas Rudzkis

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

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas

doc. dr. A. Kaulakienė

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

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2012

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
FUNDAMENTINIŲ MOKSLŲ FAKULTETAS
MATEMATINĖS STATISTIKOS KATEDRA

Statistikos studijų kryptis

Taikomosios statistikos studijų programa, valstybinis kodas 621G31001

Statistinių metodų taikymų finansuose ir ekonomikoje specializacija

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

.....Nr.
Vilnius

Studentei **Anai Nugmanovai**.....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: **Ekonometrinis Baltijos šalių bendrojo vidaus produkto modeliavimas.**

.....
.....
patvirtinta 2011 m. spalio mėn. 24 d. dekanų potvarkiu Nr. 360 fm

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2012 m. birželio 13 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Išanalizuoti sukaupią mokslininkų patirtį modeliuojant ir prognozuojant Baltijos šalių bei panašių mažų atvirų ekonomikų BVP. Modeliuojant, naudoti išlaidų skaičiavimo metodu, BVP suvokiant kaip galutinio vartojimo išlaidų, investicijų bei grynojo eksporto sumą. Pasirinkti galutinio vartojimo išlaidų, prekių ir paslaugų importo bei eksporto, bendrojo pagrindinio kapitalo formavimo, užimtųjų skaičiaus rodiklius, išreikštus einamosiomis kainomis, ir BVP defliatorių kaip endogeninius modelio kintamuosius. Pasirinkti nominalųjį Rusijos ir ES šalių prekių ir paslaugų importą, EURIBOR palūkanų normą, ES infliaciją ir Baltijos šalių tiesiogines užsienio šalių investicijas kaip modelio egzogeninius kintamuosius. Atlikti pirminę duomenų analizę: tendrų išskirimą, koreliacijų analizę bei priežastingumo tyrimą. Sudaryti modelį, nagrinėti kiekvieno endogeninio kintamojo atskiras lygtis. Nustatyti ilgalaikius ryšius tarp kintamųjų. Sudaryti paklaidų korekcijos modelį, nagrinėjant atskiras lygtis ir panaudojant ilgalaikių ryšių specifikaciją. Įvertinti modelio tikslumą. Prognozuojant, paklaidų korekcijos modelį pertvarkyti į vektorinės autoregresijos modelio pavidalą. Akcentuoti pagrindinius modeliuojamųjų kintamųjų veiksmus, jų reikšmingumą. Sudaryti 2012 metų prognozes bei palyginti jas su pateiktomis Europos Komisijos oficialiosiomis prognozėmis. Pateikti baigiamojo darbo išvadas ir pasiūlymus.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:
doc. dr. Angelė Kaulakienė

Vadovas
(Parašas)

.....prof. habil. dr. Rimantas Rudzki.....
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(Parašas)

.....Ana Nugmanova.....
(Vardas, pavardė)

.....2011 m. spalio mėn. 24 d. ...
(Data)

Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas

Fundamentinių mokslų fakultetas

Matematinės statistikos katedra

ISBN ISSN

Egz. sk.

Data ...-...-...

Taikomosios statistikos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas **Ekonometrinis Baltijos šalių bendrojo vidaus produkto modeliavimas**

Autorius **Ana Nugmanova**

Vadovas **prof. habil. dr. Rimantas Rudzkis**

Kalba

☒ lietuvių

☐ užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe yra nagrinėjamas Baltijos šalių — Lietuvos, Latvijos ir Estijos BVP, jo kitimo tendencijos bei pagrindiniai makroekonomikos rodikliai – galutinio vartojimo išlaidos, prekių ir paslaugų importas bei eksportas, investicijos, užimtųjų darbo rinkoje skaičius bei BVP defliatorius. Išnagrinėti šių rodiklių apibrėžimai bei ekonominė prasmė, taip pat apžvelgta sukaupta mokslininkų patirtis modeliuojant juos. Siekiant išsiaiškinti ryšius tarp šių rodiklių atlikta koreliacijų bei Grangerio priežastingumo analizė. Modeliuojant, visų pirma, rasti ilgalaikiai sąryšiai tarp kintamųjų, o po to kiekvienai šaliai specifikuotas paklaidų korekcijos modelis bei įvertintas šio modelio tikslumas. Išnagrinėjus praktinius ir teorinius aspektus, pateikiamos baigiamojo darbo išvados ir siūlymai.

Darbą sudaro 5 dalys: įvadas, analitinė – metodinė dalis, tiriamoji dalis, išvados ir pasiūlymai, literatūros sąrašas. Darbo apimtis – 112 p. teksto be priedų, 60 iliustr., 35 lent., 28 bibliografiniai šaltiniai. Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: bendrasis vidaus produktas, trendas, koreliacijos analizė, Grangerio priežastingumas, regresinė analizė, Engle — Granger procedūra, kointegravimas, paklaidų korekcijos modelis.

Vilnius Gediminas Technical University

Faculty of fundamental sciences

Department of mathematical statistics

ISBN ISSN

Copies No.

Date ...-...-...

Applied statistics study programme master thesis.

Title: **The econometric modelling of the gross domestic product of the Baltic states**

Author **Ana Nugmanova** Academic supervisor **prof. dr. habil. Rimantas Rudzkis**

Thesis language

☒ Lithuanian

☐ Foreign

Annotation

The gross domestic product of the Baltic States – Lithuania, Latvia and Estonia, has been examined in the master thesis. Trends of the GDP and the main macroeconomic indicators – gross final consumption expenditure, imports and exports of goods and services, investment, labor force and GDP deflator have been analyzed. The definitions of these indicators and an economic sense, as well as researchers' experience in modeling, have been examined. In order to establish the relationship between these variables, analysis of the correlation and Granger causality test has been performed. In particular, modeling started with the finding of the long – term relationship between selected indicators. After that the error correction model has been specified and the accuracy of this model has been estimated. After the examination of the practical and theoretical aspects, the conclusions and recommendations have been presented.

Structure: introduction, analytical – methodical part, research part, conclusions and suggestions, references. Thesis consist of: 112 p. text without appendixes, 60 pictures, 35 tables, 28 bibliographical entries. Appendixes included.

Keywords: gross domestic product, trend, analysis of the correlation, Granger causality, regression analysis, Engle – Granger procedure, cointegration, error correction model.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto egzaminų,
sesijų ir baigiamųjų darbų rengimo bei gynimo
organizavimo tvarkos aprašo 2011-2012 m. m.

1 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Ana Nugmanova, 20100059

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Fundamentinių mokslų fakultetas

(Fakultetas)

Taikomoji statistika, TSMfm-10

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO) SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2012 m. gegužės 31 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Ekonometrinis Baltijos šalių bendrojo vidaus produkto modeliavimas“ patvirtintas 2011 m. spalio 24 d. dekanų potvarkiu Nr. 360fm, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Parenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą, mane konsultavo mokslininkai ir specialistai: prof. habil. dr. Rimantas Rudzkis. Mano darbo vadovas prof. habil. dr. Rimantas Rudzkis.

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

(Parašas)

Ana Nugmanova

(Vardas ir pavardė)

(the document of Declaration of Authorship in the Final Degree Paper)

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY

Ana Nugmanova, 20100059

(Student's given name, family name, certificate number)

Faculty of Fundamental Sciences

(Faculty)

Applied Statistics, TSMfm-10

(Study programme, academic group no.)

DECLARATION OF AUTHORSHIP
IN THE FINAL DEGREE PAPER

May 31, 2012

I declare that my Final Degree Paper entitled „The econometric modelling of the gross domestic product of the Baltic States“ is entirely my own work. The title was confirmed on October 24, 2011 by Faculty Dean's order No. 360fm. I have clearly signalled the presence of quoted or paraphrased material and referenced all sources.

I have acknowledged appropriately any assistance I have received by the following professionals/advisers: Prof Dr Habil Rimantas Rudzkis.

The academic supervisor of my Final Degree Paper is Prof Dr Habil Rimantas Rudzkis.

No contribution of any other person was obtained, nor did I buy my Final Degree Paper.

(Signature)

Ana Nugmanova

(Given name, family name)

Turinys

ĮVADAS	15
1. ANALITINĖ – METODINĖ DALIS	17
1.1. Ankstesnių tyrimų apžvalga	17
1.2. Statistinės duomenų analizės metodai	23
1.2.1. Kintamųjų tipai ir savybės	23
1.2.2. Stacionarieji procesai	24
1.2.3. Koreliacijos analizė	25
1.2.4. Trendas ir sezoniškumas	25
1.2.5. Daugiamatės tiesinės regresijos modelis	26
1.2.6. Liekamųjų paklaidų analizė	29
1.2.7. Normalumo kriterijus	30
1.2.8. Heteroskedastiškumo nustatymas	30
1.2.9. Autokoreliacijos nustatymas	32
1.2.10. Multikolinearumas	34
1.3. VAR ir VECM modeliai	34
1.3.1. Įvadas	34
1.3.2. VAR apibrėžimas	35
1.3.3. VAR sudarymo etapai	36
1.3.4. VAR modelio taikymas	38
1.3.5. Prognozavimas VAR modeliu	38
1.3.6. Grangerio priežastingumo tikrinimas	39
1.3.7. Kintamųjų kointegruotumo tikrinimas	40
1.3.8. VECM modelis	41
1.4. Nagrinėti statistiniai duomenys	42
1.4.1. Bendrasis vidaus produktas	42
1.4.2. Bendrojo vidaus produkto defliatorius	44
1.4.3. Prekių ir paslaugų eksportas	45
1.4.4. Prekių ir paslaugų importas	46
1.4.5. Galutinio vartojimo išlaidos	47
1.4.6. Investicijos. Bendrojo pagrindinio kapitalo formavimas	47
1.4.7. Užimtieji gyventojai	48
1.4.8. Egzogeniniai kintamieji	48
2. TIRIAMOJI DALIS	50
2.1. Pirminė statistinė duomenų analizė	50
2.1.1. Trendų nustatymas	50

2.1.2.	Ryšių tarp kintamųjų nustatymas – koreliacijos analizė	67
2.1.3.	Priežastingumo tyrimas Grangerio testu	78
2.2.	Modelio sudarymas	81
2.2.1.	Ilgalaikių ryšių nustatymas	81
2.2.2.	Paklaidų korekcijos modelis	85
2.2.3.	Modeliavimo santrumpa	103
2.2.4.	Prognozavimas	104
3.	IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	107
	LITERATŪROS SĄRAŠAS	111
	PRIEDAI	114
	Priedas A. Straipsnis	114

Paveikslų sąrašas

1 pav.	Baltijos šalių BVP	51
2 pav.	Lietuvos BVP su išskirtu tiesiniu trendu	51
3 pav.	Latvijos BVP su išskirtu tiesiniu trendu	52
4 pav.	Estijos BVP su išskirtu tiesiniu trendu	52
5 pav.	Baltijos šalių galutinio vartojimo išlaidos	53
6 pav.	Lietuvos galutinio vartojimo išlaidos su išskirtu tiesiniu trendu	54
7 pav.	Latvijos galutinio vartojimo išlaidos su išskirtu tiesiniu trendu	54
8 pav.	Estijos galutinio vartojimo išlaidos su išskirtu tiesiniu trendu	54
9 pav.	Baltijos šalių prekių ir paslaugų eksportas	55
10 pav.	Lietuvos eksportas su išskirtu tiesiniu trendu	56
11 pav.	Latvijos eksportas su išskirtu tiesiniu trendu	56
12 pav.	Estijos eksportas su išskirtu tiesiniu trendu	56
13 pav.	Baltijos šalių prekių ir paslaugų importas	57
14 pav.	Lietuvos importas su išskirtu tiesiniu trendu	58
15 pav.	Latvijos importas su išskirtu tiesiniu trendu	58
16 pav.	Estijos importas su išskirtu tiesiniu trendu	58
17 pav.	Baltijos šalių BVP defliatorius	59
18 pav.	Lietuvos BVP defliatorius su išskirtu tiesiniu trendu	59
19 pav.	Latvijos BVP defliatorius su išskirtu tiesiniu trendu	60
20 pav.	Estijos BVP defliatorius su išskirtu tiesiniu trendu	60
21 pav.	Baltijos šalių investicijos	61
22 pav.	Lietuvos investicijos su išskirtu kvadratinu trendu	61
23 pav.	Latvijos investicijos su išskirtu kvadratinu trendu	62
24 pav.	Estijos investicijos su išskirtu kvadratinu trendu	62
25 pav.	Baltijos šalių užimtųjų skaičius	63
26 pav.	Baltijos šalių tiesioginės užsienio šalių investicijos	63
27 pav.	Lietuvos tiesioginės užsienio šalių investicijos su išskirtu tiesiniu trendu . . .	64
28 pav.	Latvijos tiesioginės užsienio šalių investicijos su išskirtu tiesiniu trendu . . .	64
29 pav.	Estijos tiesioginės užsienio šalių investicijos su išskirtu tiesiniu trendu . . .	64
30 pav.	ES infliacijos svyravimai apie vidurkį	65
31 pav.	ES EURIBOR palūkanų norma su išskirtu tiesiniu trendu	65
32 pav.	Rusijos importas su išskirtu tiesiniu trendu	66
33 pav.	ES15 importas su išskirtu tiesiniu trendu	66
34 pav.	Lietuvos vartojimo pokyčių prognozės ir liekanos	88
35 pav.	Lietuvos vartojimo prognozės ir liekanos	89
36 pav.	Latvijos vartojimo prognozės ir liekanos	89

37 pav.	Estijos vartojimo prognozės ir liekanos	90
38 pav.	Lietuvos eksporto pokyčių prognozės ir liekanos	91
39 pav.	Lietuvos eksporto prognozės ir liekanos	92
40 pav.	Latvijos eksporto prognozės ir liekanos	93
41 pav.	Estijos eksporto prognozės ir liekanos	93
42 pav.	Lietuvos importo pokyčių prognozės ir liekanos	95
43 pav.	Lietuvos importo prognozės ir liekanos	95
44 pav.	Latvijos importo prognozės ir liekanos	96
45 pav.	Estijos importo prognozės ir liekanos	96
46 pav.	Lietuvos investicijų pokyčių prognozės ir liekanos	98
47 pav.	Lietuvos investicijų prognozės ir liekanos	98
48 pav.	Latvijos investicijų prognozės ir liekanos	98
49 pav.	Estijos investicijų prognozės ir liekanos	98
50 pav.	Lietuvos užimtųjų skaičiaus pokyčių prognozės ir liekanos	100
51 pav.	Lietuvos užimtųjų skaičiaus prognozės ir liekanos	100
52 pav.	Latvijos užimtųjų skaičiaus prognozės ir liekanos	100
53 pav.	Estijos užimtųjų skaičiaus prognozės ir liekanos	100
54 pav.	Lietuvos BVP defliatoriaus pokyčių prognozės ir liekanos	102
55 pav.	Lietuvos BVP defliatoriaus prognozės ir liekanos	102
56 pav.	Latvijos BVP defliatoriaus prognozės ir liekanos	102
57 pav.	Estijos BVP defliatoriaus prognozės ir liekanos	102
58 pav.	Lietuvos BVP prognozė	105
59 pav.	Latvijos BVP prognozė	105
60 pav.	Estijos BVP prognozė	106

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Lietuvos makroekonominių rodiklių sąryšiai	21
2 lentelė. Lietuvos endogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai	67
3 lentelė. Lietuvos endogeninių ir egzogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai . . .	67
4 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su vartojimu ir jo ankstiniais	68
5 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su užimtųjų skaičiumi ir jo ankstiniais	68
6 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su eksportu ir jo ankstiniais	69
7 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su importu ir jo ankstiniais	69
8 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su investicijomis ir jų ankstiniais . . .	70
9 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su BVP defliatoriumi ir jo ankstiniais	70
10 lentelė. Latvijos endogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai	71
11 lentelė. Latvijos endogeninių ir egzogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai . . .	71
12 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su vartojimu ir jo ankstiniais	72
13 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su užimtųjų skaičiumi ir jo ankstiniais	72
14 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su eksportu ir jo ankstiniais	73
15 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su importu ir jo ankstiniais	73
16 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su investicijomis ir jų ankstiniais . . .	74
17 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su BVP defliatoriumi ir jo ankstiniais	74
18 lentelė. Estijos endogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai	75
19 lentelė. Estijos endogeninių ir egzogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai	75
20 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su vartojimu ir jo ankstiniais	76
21 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su užimtųjų skaičiumi ir jo ankstiniais .	76
22 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su eksportu ir jo ankstiniais	77
23 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su importu ir jo ankstiniais	77
24 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su investicijomis ir jų ankstiniais	78
25 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su BVP defliatoriumi ir jo ankstiniais .	78
26 lentelė. Testo rezultatai: vartojimo Grangerio priežastys Baltijos šalyse	79
27 lentelė. Testo rezultatai: užimtųjų skaičiaus Grangerio priežastys Baltijos šalyse . . .	79
28 lentelė. Testo rezultatai: eksporto Grangerio priežastys Baltijos šalyse	79
29 lentelė. Testo rezultatai: importo Grangerio priežastys Baltijos šalyse	80
30 lentelė. Testo rezultatai: investicijų Grangerio priežastys Baltijos šalyse	80
31 lentelė. Testo rezultatai: BVP defliatoriaus Grangerio priežastys Baltijos šalyse . . .	80
32 lentelė. ADF testo rezultatai Lietuvos duomenims	86
33 lentelė. ADF testo rezultatai Latvijos duomenims	86
34 lentelė. ADF testo rezultatai Estijos duomenims	86
35 lentelė. Modeliavimo rezultatai	103

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

ADF – išplėstinis Dickey ir Fullerio [testas]

AIC – Akaike informacinis kriterijus

AR – autoregresija

BP – Breusch ir Pagano [testas]

BVP – bendrasis vidaus produktas

DW – Durbino ir Watsono [testas]

ES – Europos Sąjunga

EUROSTAT – Europos statistikos duomenų centras

GQ – Goldfeldo ir Kvandto [testas]

JB – Jarque ir Bera [testas]

LB – Ljungo ir Bokso [testas]

MKM – mažiausiųjų kvadratų metodas

MTM – maksimalaus tikėtinumo metodas

NBVP – nominalusis bendrasis vidaus produktas

PIC – Phillipso informacinis kriterijus

RBVP – realusis bendrasis vidaus produktas

RSS – paklaidų kvadratų suma

SIC – Szwartzo informacinis kriterijus

SVECM – struktūrinė vektorinė autoregresija

SVKI – suderintas vartotojų kainų indeksas

TUI – tiesioginės užsienio investicijos

VAR – vektorinė autoregresija

VECM – vektorinis paklaidų korekcijos modelis

ĮVADAS

Vienas svarbiausių ekonometrinio modeliavimo uždavinių yra makroekonominių rodiklių prognozė. Modeliavimas yra neatsiejama bet kurio mokslo dalis, kadangi realybėje sistemos yra labai sudėtingos, tad norint jas suprasti, prognozuoti, kontroliuoti jų elgesį būtina jas supaprastinti, tai yra sukurti modelį. Šiuolaikiniame pasaulyje svarbu numatyti makroekonominių rodiklių dinamiką, jų pokyčius, norint taikyti adekvačią politiką, priimti sprendimus apie šalies ekonomikos būklę ir perspektyvas. Ekonomikos teorija kartu su matematine statistika nustato įvairių ekonominių objektų tarpusavio sąveikas ir perteikia jas matematinėmis išraiškomis. Vienas svarbiausių tokių makroekonominių rodiklių yra šalies bendrasis vidaus produktas (toliau – BVP).

Bendrasis vidaus produktas yra svarbiausias ekonomikos rodiklis, iš kurio sprendžiama apie šalies ūkio būklę. Tarptautinėje praktikoje priimta vertinti šalies ekonomikos augimą BVP didėjimo tempu. Šis rodiklis naudojamas valstybės biudžetui sudaryti, pajamoms ir išlaidoms prognozuoti, nuo jo kitimo tendencijų priklauso šalies įvaizdis, patrauklumas užsienio investicijoms. Būtent todėl, remiantis ekonomikos teorija ir statistiniais metodais, svarbu ieškoti būdų BVP vertinti ir prognozuoti jo kitimo tendencijas.

Darbo aktualumas. Baltijos šalių BVP modeliavimas ir prognozavimas yra iš tiesų labai aktuali tema. Baltijos regione yra palyginti nedaug oficialių statistinių duomenų, kadangi ketvirčio BVP pradėtas skaičiuoti nuo 1995. Turint nedidelį duomenų masyvą, ganėtinai sunku tiksliai vertinti BVP, tačiau tą daryti būtina, kadangi šis regionas vienas sparčiausiai besivystančių Europoje. Be to, atlikta palyginti nedaug tyrimų, skirtų Baltijos šalių BVP prognozei.

Darbo tikslas. Pagrindinis šio darbo tikslas yra rasti tinkamą modelį, skirtą Lietuvos, Latvijos ir Estijos BVP prognozavimui. Šiam tikslui įgyvendinti pasirinktas paklaidų korekcijos modelis su šešiais endogeniniais kintamaisiais: nominaliuoju BVP, galutinio vartojimo išlaidomis, BVP defliatoriumi, prekių ir paslaugų eksportu, importu, pagrindiniu bendrojo kapitalo formavimu (investicijomis), užimtųjų skaičiumi. Taip pat į modelį bus įtraukti penki egzogeniniai kintamieji: tiesioginės užsienio investicijos, EURIBOR paskolų palūkanų norma, Europos Sąjungos importas, Rusijos nominalusis importas, Europos Sąjungos infliacijos rodiklis.

Uždaviniai. Siekiant sudaryti modelį Baltijos šalių BVP prognozei bus sprendžiami tokie uždaviniai:

- Taikomos modeliavimo teorijos aprašymas, ankstesnių tyrimų, susijusių su Baltijos šalių bei panašių mažų atvirų ekonomikų BVP prognozavimu, apžvalga.
- Pasirinktų makroekonomikos rodiklių – nominaliojo BVP, galutinio vartojimo išlaidų, BVP defliatoriaus, prekių ir paslaugų eksporto, importo, pagrindinio bendrojo kapitalo formavimo

bei užimtųjų skaičiaus – apibūdinimas. Tai yra: sąvokų paaiškinimai, šių rodiklių skaičiavimo metodai, turimos duomenų eilutės bei duomenų šaltinių aprašymai.

- Pasirinktų ekonominių rodiklių pirminė statistinė analizė, trendo išskirimas, sąryšių tarp pasirinktų makroekonominių kintamųjų nustatymas naudojantis koreliacijos analize bei Grangerio testu.
- Ilgalaikių ryšių tarp endogeninių kintamųjų nustatymas, naudojantis regresine analize.
- Ekonometrinio modelio pritaikymas trijų Baltijos šalių duomenims, kintamųjų reikšmingumo nustatymas.
- BVP prognozavimas 2012 metams, taikant modelį.
- Pagrindinių rezultatų, išvadų ir pasiūlymų pateikimas.

Tyrimo duomenys. Šiame darbe atliekamas pagrindinių 2000 m. I ketvirčio – 2011 m. III ketvirčio Baltijos šalių neturinčių sezono įtakos makroekonomikos kintamųjų statistinis tyrimas. Laiko eilutė sudaryta tokiu būdu, kad visi nagrinėjami duomenys būtų vienodo laikotarpio. Nominalusis BVP, galutinio vartojimo išlaidos, eksportas, importas bei bendrojo pagrindinio kapitalo formavimas, tiesioginės užsienio investicijos išreikšti milijonais eurų einamosiomis kainomis. Užimtųjų skaičius – tūkstančiais. Duomenų šaltinis – EUROSTAT.

Metodai. Kadangi vienas populiariausių BVP apskaičiavimo būdų yra išlaidų metodas, kai BVP suvokiamas kaip galutinė įvairios paskirties prekių paklausa, t.y. kaip visų ekonomikos sektorių išlaidos, tiksliausia šį rodiklį prognozuoti remiantis balansine lygtimi pakomponenčiui. Šiam tikslui įgyvendinti atliekama pirminė kintamųjų analizė, kuri apima trendų nustatymą, ryšių tarp kintamųjų ir jų ankstinių nustatymą (koreliacijos analizę) bei priežastingumo nustatymą remiantis Grangerio testu. Siekiant sudaryti modelį, naudojamosi Engle ir Grangerio dviejų žingsnių procedūra. Visų pirma, nustatomi ilgalaikiai (kointegravimo ryšiai), o po to specifikuojamas paklaidų korekcijos modelis, atspindintis ir trumpalaikę dinamiką. Darbas atliekamas naudojantis Eviews programine įranga.

Praktinė darbo vertė. Tyrimo metu atlikta pirminė analizė rodo, kokias kitimo tendencijas turi pagrindiniai Baltijos šalių ekonomikos rodikliai. Taip pat atlikta koreliacijos bei Grangerio priežastingumo analizė leidžia spręsti apie tarpusavio ryšius tarp kintamųjų Baltijos šalyse. Sudarytas modelis leidžia prognozuoti pagrindines BVP komponentes bei patį BVP ateičiai, kas yra labai svarbu nustatant, kaip plėtojasi Baltijos šalių ekonomika ir kokia kryptimi juda.

1. ANALITINĖ – METODINĖ DALIS

Šioje dalyje bus aprašyti ankstesni tyrimai, susiję su BVP prognozavimu, detaliai išanalizuota mokslininkų sukaupta patirtis prognozuojant BVP. Taip pat bus išdėstyta darbe taikoma modeliavimo metodika, susijusi su kintamųjų tarpusavio ryšių analize, VAR teorija bei VECM modelio sudarymu bei taikymu.

1.1. Ankstesnių tyrimų apžvalga

BVP prognozės modelį nagrinėjo Peteris C. B. Phillipsas savo darbe „Naujosios Zelandijos realiojo BVP prognozavimas“ (*angl. „Forecasting New Zealand’s Real GDP“*). Savo darbe nagrinėjo du modelius — autoregresijos (toliau – AR) ir vektorinės autoregresijos (toliau – VAR) modelius. Pirmasis modelis turėjo pavidalą „AR(p)+Trend(q)“, o antrasis – „VAR(p)+Trend(q)“. Teigiama, kad Naujosios Zelandijos realiojo BVP VAR modelis ir trumpalaikės palūkanų normos yra naudojamos prognozuojant skirtingas nacionalines finansines sąlygas. Naujoji Zelandija panašiai kaip ir Baltijos šalys apibūdinama kaip „maža atvira ekonomika“, šiai ekonomikai didelę įtaką turi eksportas ir ji yra labai jautri išorinėms ekonomikos šokams.

P. Phillipsas teigia, kad VAR modeliai yra pranašesni už didelius struktūrinius modelius tuo, kad naudojantis jais nesudėtinga daryti prognozes. Tačiau makroekonominiai VAR modeliai greitai tampa per daug parametrizuoti, kadangi skaičius kintamųjų juose auga, bet ši problema greitai išsprendžiama struktūriškai apribojant modelį. Prognozuojant Naujosios Zelandijos BVP buvo taikomas VAR modelis su trendu, kitaip sakant VAR(p,q):

$$y_t = \sum_{i=1}^p \Phi_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^q c_j t^j + \varepsilon_t; \quad (1)$$

čia y_t yra $[K \times 2]$ matavimo endogeninių kintamųjų vektorius ir ε_t yra atsitiktinės paklaidos, kurios pagal prielaidą yra kaip nepriklausomi vienodai pasiskirstę atsitiktiniai dydžiai $(0, \Sigma)$.

Naujosios Zelandijos VAR modelyje buvo naudojami keturių šalių realiojo BVP neturintys sezono įtakos ketvirčio duomenys. Tos šalys pasirinktos neatsitiktinai – tai Naujoji Zelandija, Australija, Japonija ir Jungtinės Valstijos yra šalys, tarptautinės prekybos partnerės. Modelio parinkimas buvo atliktas naudojant PIC, kriterijų aprašytą Chengo ir Phillipso darbe „Pusiau parametrinio kointegravimo rango parinkimas“ (*angl. „Semiparametric cointegrating rank selection“*).

P. Phillipsas teigia, kad VAR(p,q) modeliai yra labai naudingi prognozuojant BVP, kadangi jų duodamas tikslumas neblogesnis nei profesionalios prognozuojančios institucijos gaunamos prog-

nozės. Antra, jie yra lengvai realizuojami, nes integruoti į statistinę programinę įrangą. Tyrėjas turi tik pasirinkti tinkamos klasės modelį ir jį atnaujinti pasirodžius naujiems duomenims.

Švedų mokslininkas J. Andersonas savo darbe „Švedijos BVP augimo prognozavimas“ (*angl. „Forecasting Swedish GDP growth“*) nagrinėjo BVP augimo prognozavimo galimybes, naudodamasis vektorinės autoregresijos modeliu, kuris pasirodė esąs labai naudingas prognozuojant Švedijos realiojo BVP augimą su aiškinamaisiais kintamaisiais – vartotojų pasitikėjimo ir gamintojų pasitikėjimo indeksais.

A. Banerjee, M. Marcellino, I. Mastenas savo darbe „Makroekonominių kintamųjų prognozavimas naujoms Europos Sąjungos narėms“ (*angl. „Forecasting macroeconomic variables for the new member states of European Union“*) nagrinėjo 5 šalių – Čekijos, Vengrijos, Lenkijos, Slovakijos ir Slovėnijos – pagrindinius makroekonominius rodiklius – BVP augimą, infliaciją ir palūkanų normą, ieškodami geriausio būdo šiems kintamiesiems prognozuoti. Kaip vienas iš prognozavimo būdų buvo taikomas VAR modelis:

$$y_{t+h}^h = \mu + \alpha(L)y_t + \beta(L)'Z_t + \varepsilon_{t+h}^h; \quad (2)$$

čia y_{t+h}^h – y prognozė h – žingsnių į priekį, $\alpha(L)$ – skaliarinis polinomo vėlavimas, $\beta(L)$ – vektorinis polinomo vėlavimas, μ – konstanta, Z_t – aiškinančiųjų kintamųjų vektorius, ε_{t+h}^h – h -tojo žingsnio modelio paklaida. Naudojami ketvirčio BVP ir komponentų duomenys buvo ruošiami trimis etapais: visų pirma, atliktas sezoninis išlyginimas; antra, išskirti stochastiniai ar deterministiniai trendai ir galiausiai duomenys buvo logaritmuoti. Pasirodė, kad VAR modelis, skirtas BVP prognozei, yra geriausiai tinkantis Slovakijos atveju.

Moksliniame švedų Patricko Pilströmo ir Sebastiano Pohlo darbe „BVP augimo prognozavimas – Baltijos šalių atveju“ (*angl. „Forecasting GDP Growth — The Case of The Baltic States“*) yra nagrinėjama galimybė prognozuoti BVP augimą Baltijos regionui naudojantis vektorinės autoregresijos modeliu. Šis modelis naudojamas ketvirčio BVP augimo prognozei ir taikomas trims kintamiesiems BVP, infliacijai (SVKI) ir nedarbo lygiui. Įdomu analizuoti būtent Baltijos šalis, kadangi jie turi nedaug informacijos, o jų ekonominė situacija sparčiai keičiasi, šis regionas yra sparčiausiai augantis ir neseniai prisijungęs prie ES. Teigiama, kad yra mažai darbų, skirtų būtent Baltijos šalių regiono analizei. Kai kurie autoriai (Andersson 2007; Robertson et al. 1999) teigia, kad vektorinės autoregresijos modelis yra labiausiai tinkantis, prognozuojant BVP augimą. Formuluojamas toks vektorinės autoregresijos modelis:

$$\begin{aligned} GDP_{1t} = & \alpha + \beta_1 GDP_{t-1} + \beta_2 GDP_{t-2} + \dots + \beta_j GDP_{t-j} + \gamma_1 SVKI_{t-1} + \gamma_2 SVKI_{t-2} + \\ & \dots + \gamma_j SVKI_{t-j} + \delta_1 UN_{t-1} + \delta_2 UN_{t-2} + \dots + \delta_j UN_{t-j} + \mu_t; \end{aligned} \quad (3)$$

čia

$$GDP_{1t} = \alpha \sum_{j=1}^k \beta_j GDP_{t-j} + \sum_{j=0}^k \gamma_j SVKI_{t-j} + \sum_{j=1}^k \delta_j UN_{t-j} + \mu_t. \quad (4)$$

Šiame modelyje k yra vėlavimo laipsnis (*angl. lag*), kuris pasirenkamas naudojantis informaciniais Akaike ar Švarco kriterijais, μ_t - atsitiktinė paklaida.

Autoriai pagal analogiją su Marcellino, Stocko ir Watsono darbu (2001) naudoja VAR modelį su trimis kintamaisiais – BVP, SVKI ir nedarbo lygiu, teigdami, kad kitų įtraukimas nepagerintų, o tik apsunkintų modelį.

Eksporto ir BVP sąryšiai nagrinėjami R. Rudzčio ir V. Kvedaro darbe „Lietuvos eksporto tendencijos ir ekonometriniai modeliai“. Modeliuojant Baltijos šalių regiono bendrąjį vidaus produktą, svarbu atsižvelgti į ryšius tarp eksporto ir bendrojo vidaus produkto bei jo sudedamųjų dalių. Atviroms nedidelėms ekonomikos, tokioms kaip Baltijos šalių, didelę reikšmę turi užsienio prekybos, ypač eksporto plėtra, kadangi maža ekonomika neturi pakankamai išteklių, kad galėtų gaminti platų asortimentą ir patenkinti vartojimo bei investicijų poreikius šalies viduje, o norėdama įsivežti norimos produkcijos turi turėti, ką pasiūlyti užsienio rinkoms. Analizuojant eksporto ir BVP santykį, svarbu nustatyti priežastingumą (Rudzis et al. 2003).

A. Tichomirovas savo darbe „Baltijos šalių ūkio ekonometrinis prognozavimas“ nagrinėjo Lietuvos, Latvijos ir Estijos ekonominius rodiklius, siekdamas nustatyti finansinių rodiklių raidos tendencijas bei sukurti prognozavimui tinkančius matematinius modelius. Daugiausia dėmesio šiame darbe buvo skirta Baltijos šalių bendrojo vidaus produkto tyrimui, siekiant nustatyti ekonominius indikatorius, lemiančius BVP svyravimus, ir regresinių modelių konstravimui. Tyrime naudojama regresinė analizė, koreliacijos analizė ir konstruojami Baltijos šalių bendrojo vidaus produkto trendai. Taip pat analizuojama sezoniskumo įtaka bei nagrinėjamas BVP regresorių reikšmingumas. Atlikus tyrimą nustatyta, jog Baltijos šalių bendrąjį vidaus produktą labiausiai veikia 3 – 4 ekonominiai rodikliai, iš kurių du – importo ir darbo užmokesčio duomenys įtraukiami į kiekvienos šalies BVP regresinį modelį. Pastebėta, jog nepaisant panašių BVP tendencijų Baltijos šalyse, negalima teigti, jog bendrasis vidaus produktas visose trijose Baltijos šalyse svyruoja vienodai (Tichomirovas 2011).

A. Tichomirovo tyrimui atlikti buvo naudojami tokie indikatoriai: bendrasis vidaus produktas, vidutinis (bruto) darbo užmokestis, tiesioginės užsienio investicijos, materialinės investicijos, importas, eksportas, vartotojų kainų indeksas, apyvartos pinigai, pinigai iki pareikalavimo ir kaupiamieji indėliai, terminuoti ir taupomieji indėliai bei pinigų rinkos indėliai – kvazipinigi, nedarbo lygis šalyje. Pasinaudojant regresine analize buvo siekiama surasti matematinį modelį, kuris geriausiai apibūdintų BVP.

Atlikus Lietuvos, Latvijos ir Estijos bendrojo vidaus produkto analizę ir sudarius regresinius modelius, paaiškėjo, jog kiekvienoje valstybėje bendrąjį vidaus produktą lemia nevienodi ekonomikos rodikliai. Lietuvos BVP modelį sudaro importo, darbo užmokesčio ir materialinių investicijų rodiklių duomenys. Latvijos bendrojo vidaus produkto modelį sudaro keturi ekonominiai indikatoriai – importas, eksportas, darbo užmokestis ir materialinių investicijų dydis. Estijos BVP regresinį modelį sudaro 3 ekonominiai parametrai: importas, darbo užmokestis ir apyvartos pinigų kiekis (Tichomirovas 2011).

R. Rudzkio ir V. Kvedaro straipsnyje „Mažas makroekonominis Lietuvos ekonomikos modelis“ (*angl. „A Small Macroeconometric Model of the Lithuanian Economy“*) nagrinėjamas mažas struktūrinis vektorinis paklaidų korekcinis modelis (SVECM), skirtas trumpalaikėms pagrindinių Lietuvos ekonominių rodiklių prognozėms sudaryti. Apskritai, makroekonometrinis modelis yra ekonometrinių lygčių ir tapatybių sistema, apibrėžianti makroekonominę šalies funkcionavimą. Aišku, modelio sudarymo metodika gali būti labai įvairi ir priklausyti nuo modeliavimo tikslų, turimų duomenų ir pačios nagrinėjamos ekonomikos. Trumpalaikių prognozių modeliai dažnai grindžiami tradiciniu (Keynesiano) paklausos požiūrio metodu. Lietuvoje paklausos požiūrio modeliavimas turi savo bruožų, kadangi Lietuva yra maža atvira ekonomika. Mažoms ir atviroms ekonomikoms užsienio kainos yra egzogeninės, tačiau Lietuvoje, kur Centrinis bankas negali vykdyti pinigų politikos, pinigų blokas neįtraukiamas modeliuojant ekonomiką. Yra pabrėžiama, kad Lietuvos įmonės yra labai orientuotos į eksportą. Eksportas ir jo apimtys Lietuvai irgi yra egzogeniniai kintamieji.

Lietuvos ekonomikos prognozei nėra galimybės pritaikyti Hendry siūlomą modelį, tai yra vektorinės autoregresijos modelį be apribojimų, kadangi trūksta duomenų, būtent todėl taikomi tradiciniai struktūriniai modeliai. Siūloma taikyti SVECM modelį: tarkime, Y_t yra vektorius m endogeninių kintamųjų ir X_t vektorius k egzogeninių kintamųjų. Jeigu visos n komponentų, priklausančių vektoriui $Z_t = (X_t', Y_t')$ yra pirma eile integruotos (t.y. $Z_t \sim I(1)$) ir yra $r, r < n$ tiesinių transformacijų $\beta' Z_t$, tuomet daugiamatis VARX procesas Y_t gali būti perrašytas kaip sąlyginis SVECM. Siūlomas toks modelis:

$$\begin{aligned} \Gamma Y_t &= B X_t + u_t, \quad u_t \sim I(0) \\ \Gamma \Delta Y_t &= B \Delta X_t + A(L) \Delta Z_t + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim n.p.d.(0, V_\varepsilon). \end{aligned} \tag{5}$$

Čia $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$, Γ – normalizuota vienašalių endogeninių kintamųjų sąryšių matrica; $A u_{t-1} = \Pi_Y Y_{t-1} - \Pi_X X_{t-1}$ apibrėžia stacionarią tiesinę kointegruotų kintamųjų transformaciją; L – postūmio operatorius; D_t deterministinė modelio dalis, kurią sudaro konstantos ir žymimieji (fiktyvieji) kintamieji; ε_t daugiamatis baltasis triukšmas. Sudarant modelį, skiriamas ekonomikos nustatomas apribojimas, atitinkamai nulinis apribojimas pirmajai ir antrajai lygtims. Nustačius

potencialius ekonominius sąryšius, atliekamas statistinis testavimas, išsiaiškinami kointegruojantys kintamieji, kurie perdaromi į sąlyginį SVECM. Galiausiai testuojama ilgalaikė kintamųjų egzogeniškumo hipotezė, kadangi pagal prielaidą modelio kintamieji yra egzogeniniai.

Preliminariai buvo analizuojami 14 kintamųjų: BVP (Y), BVP defliatorius (P), užimtumas (L), eksportas (X), eksporto kainų indeksas (T), importo kainų indeksas (Z), importas (M), darbo jėga (F), palūkanų norma (R), privačios (C) ir viešos (G) išlaidos, investicijos (I), bendroji produkcija (O) ir darbo užmokestis (W). Lietuvos ekonomikai gauti tokie sąryšiai:

1 lentelė. Lietuvos makroekonominė rodiklių sąryšiai

Ekonominė specifikacija	C	G	I	M	O	P	W	L	F	R	X	Z	T
$C = f(I, L - F, O, R)$			-		+			+	-	-			
$G = f(O, R)$					+					-			
$I = f(G, L - F, O, R, X)$		+/-			+			+	-	-	+		
$M = f(I, O, P - Z, X)$			+		+	+					+	-	
$O = f(C, G, I, P - Z, X)$	+	+	+			-					+	+	
$P = f(O - L, T, W, Z)$					-		+	+				+	+
$L = f(O, P, R, W)$					+	+	-			+			
$W = f(L - F, O - L, P)$					+	+		+/-	-				

Modelyje yra penki egzogeniniai kintamieji, tai yra darbo jėga, palūkanų norma, eksportas, importo kainų indeksas ir eksporto kainų indeksas. Poveikis BVP nustatomas susumavus jo sudedamąsias dalis $Y = C + G + I + X - M$, vadinamasis išlaidų metodas.

Jaanika Mericull straipsnyje „Makroekonometrinis Estijos ekonomikos modeliavimas“ (*angl. „Macroeconometric modelling of the Estonian economy“*) pažymima, kad makroekonometrinis modeliavimas tapo labai populiarius šalyse, kurios įstojo į ES ir tapo svarbiu ekonomikos procesu. Makroekonometriniai modeliai yra svarbūs vertinant išorinius šokus, veikiančius ekonomiką. Galima tikėtis, kad Baltijos šalių ekonomikas išoriniai šokai veikia panašiai, kadangi jos yra vienoje ekonominėje aplinkoje. Šiame straipsnyje dėmesys sutelkiamas ties struktūriniais modeliais, o vektorinės autoregresijos ir bendrosios pusiausvyros modeliai nėra apžvelgiami.

Makroekonometriniai modeliai yra pagrindinė ekonometrijos mokslo šaka. Pirmuoju makroekonometrinio modeliu skaitomas Jano Timbergeno (1936) modelis. Kiti reikšmingi istoriniai makroekonometriniai modeliai yra Kleino modelis ir Kleino – Goldbergero modelis (1950), Brookingo ir Whartono modelis (1960 m.) ir Federalinės rezervos valdybos MPS modelis (1970). 1980

asmeninių kompiuterių revoliucija sudarė sąlygas analizuoti mažus ir vidutinio dydžio modelius. Šiais laikais sudaromi maži (vieno žmogaus) ir dideli (dirbant grupėje) modeliai.

Dabartiniai modeliai dažniausiai atvaizduoja trumpalaikes prognozes ir yra tradicinio (Keynesiano) požiūrio, kadangi kainos yra ganėtinai stabilios, o neoklasicistinės tendencijos dominuoja ilgalaikėse prognozėse, kur kainos yra labai lanksčios. Tokie neoklasicistiniai modeliai yra gana reti.

Nagrinėjame vienalaikių lygčių sistemas. Šioms sistemoms spręsti yra sukurti keli metodai – ribotos informacijos vertinimo metodai ir išsamios informacijos vertinimo metodai. Ribotos informacijos vertinimo metodai neatsižvelgia į lygčių paklaidų tarpusavio koreliaciją, tarp jų populiariausi yra: dviejų žingsnių mažiausiųjų kvadratų metodas (*2SLS - angl. two stage least squares*), dviejų žingsnių absoliutinių nuokrypių (*angl. 2SLAD - two stages absolute deviation*) ir ribotos informacijos didžiausio tikėtinumo metodas (*angl. LIML - limited information maximum likelihood*). Atvirkščiai negu pastarieji išsamios informacijos vertinimo metodai atsižvelgia į lygčių paklaidų tarpusavio koreliaciją, tarp jų populiariausi yra trijų žingsnių mažiausiųjų kvadratų metodas (*angl. 3SLS - angl. three stage least squares*) ir išsamios informacijos didžiausio tikėtinumo metodas (*angl. FIML - angl. full information maximum likelihood*). Aišku, išsamios informacijos vertinimo metodai pateikia labiau suderintus įvertinius, tačiau jie turi daugiau apribojimų ir yra jautresni modelio specifikacijai.

Modeliuojant Estijos ekonomiką, buvo sudaryti keturi pagrindiniai blokai, tai yra pasiūlos dalis, kainų ir darbo užmokesčių blokas, paklausos modelio dalis ir mokesčių blokas. Pasiūlos modelio dalis apibrėžia užimtumą ir investicijas Cobbo – Douglaso gamybos funkciją, o potenciali gamybos apimtis, rasta pagal gamybos funkciją, susieja pasiūlos ir paklausos modelio dalis. Kainos nustatomos pagal užsienio šalių kainas, lūkesčius ir BVP deficito (pastarasis randamas gamybos funkcijos metodu). Darbo užmokestis apibrėžiamas remiantis Filipso kreive. Paklausos modelio pusės svarbiausias elementas yra vartojimas. Vartojimas modeliuojamas remiantis prielaida, kad pajamos yra pastovios. Eksportas yra modeliuojamas kaip funkcija nuo užsienio paklausos. Valstybinis sektorius modeliuojamas paprastai: daroma prielaida, kad pajamos yra endogeninės modelyje, o išlaidos egzogeninės. Valstybinis biudžetas ribojamas tik mokesčių sistemos pokyčių. Pagrindiniai Estijos ekonomikos modelio egzogeniniai kintamieji yra užsienio sektoriaus kintamieji (užsienio paklausa, kainų lygis ir palūkanų norma), valdžios sektoriaus kintamieji (valdžios sektoriaus vartojimas, valstybinės pajamos, neįskaitant mokesčių) bei darbo rinkos ir kiti kintamieji (darbo jėga, darbo sąnaudos, kapitalo ir finansinės sąskaitos, technologijų pažanga). Iš viso buvo nagrinėta 17 lygčių, 34 endogeniniai ir 13 egzogeninių kintamųjų.

Įvertinus modelių parametrus, teigiama, kad BVP elastingumas užsienio paklausos atžvilgiu turi nuolatinį poveikį Estijos BVP. Tuo tarpu užsienio rinkų kainos turi nedidelį neigiamą poveikį BVP, ilgu laikotarpiu tas poveikis nereikšmingas. Nustatyta, kad valstybinių išlaidų augimo šokas išnyksta iš ekonomikos, kai jos sugrįžta į pradinį lygį.

1.2. Statistinės duomenų analizės metodai

Statistinė duomenų analizė yra vienas svarbiausių mokslinio tyrimo etapų. Analizuojant duomenis, išsiaiškinama, koks tiriamas procesas, kokios to proceso pagrindinės skaitinės, sklaidos charakteristikos, ar yra trendo ir sezoniškumo poveikis. Koreliacijos analizė padeda ištirti, koks ryšis yra tarp tiriamojo kintamojo su kitais kintamaisiais, kuriuos norima įtraukti į modelį.

1.2.1. Kintamųjų tipai ir savybės

Kintamieji yra sudėtinė makroekonominių modelių dalis, tačiau jų funkcijos modelyje gali labai skirtis, jie gali pasižymėti skirtingomis statistinėmis savybėmis. Toliau yra apžvelgiamos dvi kintamųjų tipų grupės.

Pirmoji grupė apima **endogeninius, egzogeninius** bei su jais susijusius kintamuosius. Ji yra suformuota pagal kintamųjų funkcijas modelyje.

Antroji kintamųjų tipų grupė apima **stacionarius bei nestacionarius** kintamuosius ir priklauso nuo kintamųjų statistinių charakteristikų.

Endogeniniais yra vadinami modeliuojamieji kintamieji. Pastebėtina, kad modeliuojamieji kintamieji dar dažnai vadinami priklausomais kintamaisiais, o regresiniuose modeliuose dar ir regresantais.

Egzogeniniais laikomi tie kintamieji, kurių reikšmės yra determinuojamos už modelio ribų. Egzogeninių kintamųjų reikšmės nėra nusakomos nagrinėjamu modeliu ir laikomos išoriškai (egzogeniškai) esamoms.

Nagrinėjant atskirą konkrečią lygtį, kintamųjų endogeniškumas – egzogeniškumas sistemos atžvilgiu išlieka. Tačiau papildomai dar verta aptarti kelias kitas kintamųjų grupes: **aiškinamuosius kintamuosius, veiksnus, ankstinius bei determinuotų reikšmių kintamuosius**.

Aiškinamieji kintamieji – tai visi priklausomą atskiros lygties kintamąjį nusakantys kintamieji. Regresiniuose modeliuose aiškinamieji kintamieji dar vadinami regresoriais.

Vienalaikiai kintamieji – visi kintamieji, kurių reikšmės lygtyje fiksuojamos vienodu momentu (periodu) kaip ir priklausomojo kintamojo reikšmės.

Determinuotų reikšmių (aiškinamieji) kintamieji, tai yra visi aiškinamieji kintamieji, išskyrus vienalaikius endogeninius kintamuosius.

Ankstinys – ankstesnes reikšmes įgyjantis kintamasis.

1.2.2. Stacionarieji procesai

Procesas vadinamas stacionariuoju siaurąja prasme, jei jo daugiamačiai skirstiniai nepriklauso nuo postūmio laike:

$$\forall t_1, \dots, t_k \in T, k = 1, 2, \dots F_{t_1, \dots, t_k}(\cdot) = F_{t_1 + \tau, \dots, t_k + \tau}(\cdot), \text{ jei } t_i + \tau \in T. \quad (6)$$

Procesas ξ_t vadinamas stacionariuoju plačiąja prasme, jei jo matematinis vidurkis ir kovariacinė funkcija nepriklauso nuo postūmio laike:

$$\forall t, s \in T \quad m(t) = m(0), R(t, s) = R(t - s, 0). \quad (7)$$

Jei procesas ξ_t yra Gausso, tai stacionarusis siaurąja prasme procesas yra stacionarusis plačiąja prasme ir atvirkščiai.

Taigi atsitiktinių dydžių procesas $Y_t, t \in T$ yra stacionarusis plačiąja prasme, jei:

1. $m_t = EY_t, t \in T$ (t.y. vidurkis m_t yra pastovus).
2. $DY_t = cov(Y_t, Y_t) = \gamma_0$ yra pastovi.
3. $cov(Y_t, Y_{t+s}) = cov(Y_{t+h}, Y_{t+s+h}) = \gamma_s \quad \forall h$. Tai yra proceso autokovariacinė funkcija γ priklauso tik nuo atstumo tarp laiko momentų, bet ne nuo pačių momentų.

Stacionarusis procesas $Y_t, t \in T$, vadinamas **baltuoju triukšmu, jei:**

$$EY_t = 0 \quad \text{ir} \quad cov(Y_t, Y_s) = \begin{cases} \sigma_2 & \text{jei } t = s \\ 0 & \text{jei } t \neq s. \end{cases} \quad (8)$$

Stacionarumą galima patikrinti ADF (Augmented Dickey Fuller) testu. Tikrindami hipotezę H_0 : procesas Y_t turi vienetinę šaknį su alternatyva H_0 : procesas yra stacionarusis. Proceso Y_t pavidalas:

$$y_t = \alpha y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + w_t, \quad (9)$$

arba

$$\Delta y_t = (1 - \alpha y_{t-1}) + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + w_t. \quad (10)$$

Tikrinama hipotezė $H_0 : (1 - \alpha) = \gamma = 0$ su stacionarumo alternatyva $H_1 : \gamma < 0$. Uždavini galima apibendrinti, į modelį įtraukiant laisvąjį narį arba dar ir tiesinį trendą. Kai gauta p – reikšmė yra didesnė už pasirinktą reikšmingumo lygmenį $\alpha = 0.05$, nulinę hipotezę priimame ir teigiame, kad procesas nėra stacionarus. Jei p – reikšmė yra mažesnė už pasirinktą reikšmingumo lygmenį $\alpha = 0.05$, nulinę hipotezę atmetame ir teigiame, kad procesas stacionarus.

1.2.3. Koreliacijos analizė

Koreliacijos analizė yra kiekybinis priklausomybės tyrimas, siekiant įvertinti priklausomybės stiprumą.

Tegul η ir ξ yra vienamečiai atsitiktiniai dydžiai, $X = (X_1, \dots, X_d)^T$ – atsitiktinis vektorius. Koreliacijos tarp (η ir ξ) koeficientas apibrėžiamas lygybe:

$$r_{\eta\xi} := \frac{R_{\eta\xi}}{\sqrt{D_\eta D_\xi}}, \quad R_{\eta\xi}^2 \leq R_{\eta\eta} \cdot R_{\xi\xi}. \quad (11)$$

Daugiamatės koreliacijos (tarp η ir X) koeficientas apibrėžiamas lygybe:

$$\rho_{\eta X} := \max_{\theta \in R^d} \text{cor}(\eta, \theta^T X). \quad (12)$$

Empirinė kovariacijos funkcija apibrėžiama lygybe:

$$\hat{R} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n-|\tau|} (\xi_{t+|\tau|} - \hat{m})(\xi_t - \hat{m}). \quad (13)$$

1.2.4. Trendas ir sezoniškumas

Daugelis ekonomikos rodiklių nors ir pasižymi atsitiktiniais svyravimais laike, bet turi gana akivaizdžią determinuotą komponentę, atspindinčią ilgalaikes raidos tendencijas, kuri vadinama trendo funkcija. Be to, nemažai daliai ekonominių procesų būdingas sezoniškumo aspektas. Todėl plačiai naudojamas toks bendras modelis:

$$X_t = \mu_t + s_t + \xi_t, \quad E\xi_t = 0. \quad (14)$$

Čia X_t – stebimas atsitiktinis procesas, μ_t – trendas, t.y. glodi determinuota funkcija, atspindinti X kitimo ilgalaikes tendencijas, s_t – sezoniškumo indeksas, ξ_t – stacionarus procesas, atspindintis atsitiktinius X_t svyravimus.

Sezoniškumo indeksas s_t yra determinuota periodinė funkcija. Jei sezonai kartojasi su periodu T (metai, savaitė ir pan.), tai tenkina šias lygybes:

$$s_{t+T} = s_t, \quad \sum_{k=1}^T s_k = 0. \quad (15)$$

Modelis (14) vadinamas adityviuoju modeliu. Dažnai pirminio rodiklio raidą adekvačiai aprašo multiplikatyvus modelis:

$$X_t = \mu_t \cdot s_t \cdot \xi_t, \quad \prod_{k=1}^T s_k = 1. \quad (16)$$

Ekonominėje statistikoje daugumos rodiklių imamos tik teigiamos reikšmės (kainos, darbo užmokestis, produkcijos apimtis ir pan.). Tuo atveju, jei X_t atitinka (16), logaritmuojant galima pereiti prie adityvaus modelio:

$$\log(X_t) = \log(\mu_t) + \log(s_t) + \log(\xi_t). \quad (17)$$

1.2.5. Daugiamatės tiesinės regresijos modelis

Dažniausiai ekonomikos reiškinių veikia bent keli veiksniai. Tačiau būtų įdomu žinoti, kaip veikia, ar reikšmingai veikia, ar galima tą priklausomybę išreikšti matematiniu pavidalu. Į šiuos klausimus padėtų atsakyti regresinė analizė.

Regresinė analizė yra statistinis metodas, kai naudojant matematinės procedūras, gaunama lygtis arba jų sistema, įvertinanti vieno ar daugiau veiksnių įtaką nagrinėjamam reiškiniui. Gauta matematinė lygtis yra vadinama regresijos lygtimi arba tiesiog regresija. Bendras regresinės lygties pavidalas:

$$y_i = f(x_1, \dots, x_m) + \varepsilon_i. \quad (18)$$

Čia y_i – nagrinėjamas ekonominis reiškiny, $x_{1i}, \dots, x_{mi}$ – jį sąlygojantys veiksniai, ε_i – regresijos paklaida, i – stebėjimo numeris.

Taikant regresinę analizę, išskiriami tokie etapai:

- Pirmiausia pasirenkamas regresinio modelio tipas – nustatoma, kokia priklausomybė sieja kintamuosius.
- Pasirinkus modelį reikia:
 - Įvertinti nežinomus modelio parametrus.
 - Patikrinti, ar pasirinktasis modelis suderinamas su duomenimis.
 - Patikrinti, ar modelio liekanos panašios į baltąjį triukšmą.
 - Taikyti regresinį modelį prognozėms.

Įverčiai bus netikslūs, jeigu apskaičiuota regresijos lygtis neatitiks klasikinių regresijos prielaidų. Klasikinės regresijos prielaidos:

1. Regresijos funkcija koeficientų ir paklaidų atžvilgiu yra tiesinė (tiesiškumas), tai yra: $y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_n x_{ni}$.
2. Paklaidų vidurkis lygus nuliui (nulinis vidurkis): $E(\varepsilon_i) = 0$.
3. Paklaidos nėra autokoreliuotos (likučių neautokoreliacijos): $cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, \forall i \neq j$.
4. Paklaidų dispersija yra pastovi (homoskedastiškumas): $\forall t : Var(u_t|X) = Var(\varepsilon_t) = \sigma^2, t = 1, 2, \dots, n..$
5. Nepriklausomi kintamieji nėra tiesinės vieni kitų kombinacijos (ne multikolinearumas, ne interkoreliacija): $x_i \neq \gamma_j + \gamma_j x_j \forall i \neq j$.
6. Paklaidos pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį (normalumas): $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$.

Regresinėje analizėje dažniausiai naudojami du parametrų įverčių nustatymo metodai: mažiausiųjų kvadratų metodas (toliau – MKM) ir maksimalaus tikėtino metodo (toliau – MTM). Šiame darbe bus naudojamas mažiausiųjų kvadratų metodas nežinomiems parametrams įvertinti.

Klasikinis daugialypės tiesinės regresijos modelis:

$$y(t) = \beta^T x(t) + \varepsilon(t), t = \overline{1, N}. \quad (19)$$

Tarkime turime stebėjimus (duomenys) $D = D_N(x, y) = \{x(t), y(t), t = 1, \dots, N\}$, kur $x(t)$ – yra aiškinančiųjų kintamųjų (prediktorių) vektorius – stulpelis, o y_t – aiškinamasis (atsako) kintamasis. Nagrinėjamas daugialypės tiesinės regresijos modelis:

$$y_t = \beta_0 + \beta^T x(t) + \varepsilon_t. \quad (20)$$

Matriciniu pavidalu šis modelis užsirašo: $Y = X\beta + \varepsilon$. Čia $X = (1_N, X_1 \dots X_k)$ – stebinių matrica; Y – priklausomo kintamojo reikšmių transponuotas vektorius, ε – liekamųjų paklaidų reikšmių transponuotas vektorius, o $\beta = (\beta_0, \beta^T)^T$ – koeficientai, kuriuos norėsime įvertinti.

Tiek vienamatis, tiek daugiamatis tiesinės regresijos modelyje įverčiams rasti, galiojant šešioms Gausso ir Markovo prielaidoms, pasirenkamas mažiausiųjų kvadratų metodas, minimizuojantis liekamosios paklaidos kvadratų sumą:

$$\sum_{i=1} k e_i \longrightarrow \min. \quad (21)$$

Sprendžiant šiuo metodu reikia:

- Apskaičiuoti $(k+1)$ dalines išvestines pagal nežinomus įverčius.
- Visas gautas išvestines prilyginti nuliui.
- Gautąją $(k+1)$ lygčių sistemą išspręsti.

Dažniausiai ši lygčių sistema užrašoma taip:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum y = nb_0 + b_1 \sum x_1 + b_2 \sum x_2 + \dots + b_k \sum x_k \\ \sum(yx_1) = b_0 \sum x_1 + b_1 \sum x_1^2 + b_2 \sum(x_1x_2) + \dots + b_k \sum(x_kx_1) \\ \\ \sum(yx_k) = b_0 \sum x_k + b_1 \sum(x_1x_k) + b_2 \sum(x_2x_k) + \dots + b_k \sum(x_k^2). \end{array} \right. \quad (22)$$

Nežinomi $b_1, \dots, b_k$ įverčiai apskaičiuojami pagal lygčių sistemą, kurioje j – oji lygtis užrašoma taip:

$$b_1 S_{1j} + b_2 S_{2j} + \dots + b_2 S_{2j} = S_{0j}. \quad (23)$$

Laisvasis narys apskaičiuojamas taip:

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}_1 - \dots - b_k \bar{x}_k. \quad (24)$$

Mažiausiųjų kvadratų įvertinys, užrašytas matriciniu pavidalu, yra:

$$\hat{\beta} = (\hat{\beta}_0, \hat{\beta}^T)^T = (X^T X)^{-1} X^T Y. \quad (25)$$

Norėdami įsitikinti, kad Y kitimas priklauso nuo X_j kintamojo, reikia patikrinti statistines hipotezes apie įverčių reikšmingumą. Statistinėms išvadoms apie įverčius gauti taikomi Fišerio ir Stjudento kriterijai.

Fišerio kriterijus pasirenkamas norint patikrinti, ar visi $b_j = 0$, ar bent vienas iš jų nelygus nuliui. Tačiau šis kriterijus neleidžia atsirinkti informatyviausių nepriklausomų kintamųjų. Šiame kriterijuje formuluojama statistinė hipotezė:

$$\begin{cases} H_0 : b_1 = \dots = b_k = 0 \\ H_1 : \text{bent} \quad \text{viena} \quad b_j \neq 0. \end{cases} \quad (26)$$

Formaliai tikrinimo procedūra užrašoma taip:

$$F = \frac{\sum (\hat{y}_i - \bar{y})^2 (n - k - 1)}{k \sum e_i} H_0 \quad F_{\alpha(k; n-k-1)}. \quad (27)$$

Hipotezė H_0 atmetama, jei $F > F_{\alpha(k;n-k-1)}$. Kai nulinė hipotezė neatmetama, tai sudarytas regresijos modelis yra nereikšmingas.

Stjudento kriterijus leidžia patikrinti, ar konkretus $b_j \neq 0$. Statistinė hipotezė formuluojama taip:

$$\begin{cases} H_0 : b_j = 0 \\ H_1 : b_j \neq 0. \end{cases} \quad (28)$$

Apskaičiuojama kriterijaus statistika:

$$t = \frac{b_j \sum x_{ij}^2}{\sigma^2}. \quad (29)$$

Hipotezė H_0 atmetama, jei $t > t_{\alpha/2(n-k-1)}$. Šiuo atveju apskaičiuotas įvertis yra reikšmingas.

1.2.6. Liekamųjų paklaidų analizė

Specifikuojant ir vertinant ekonometrinius modelius, visuomet daroma prielaida, kad egzistuoja triukšmo dedamoji, nurodanti kintamųjų atsitiktinumą. Apskaičiuotų įverčių savybės priklauso nuo triukšmo savybių. Visos ekonometrinio modelio įvertinimo procedūros paremtos reikalavimu, kad šios dedamosios reikšmės yra nepriklausomos ir vienodai normaliai pasiskirsčiusios. Formaliai tai užrašoma:

$$U \sim IID(0, \sigma_U^2). \quad (30)$$

Kai modelis yra specifikuotas ir įvertintas, triukšmo dedamąją nusako liekamoji paklaida, kurioje išryškėja sisteminės paklaidos. Preliminarus liekamųjų paklaidų pobūdis įvertinamas normalumo testu. (30) formulės reikalavimo tikrinimas grindžiamas šešiomis Gausso ir Markovo prielaidomis:

1. Liekamosios paklaidos matematinė viltis lygi nuliui.
2. Liekamosios paklaidos dispersija ta pati visiems stebiniams.
3. Liekamosios paklaidos tarpusavyje nėra koreliuotos.
4. Liekamoji paklaida pasiskirsčiusi nepriklausomai nuo nepriklausomųjų kintamųjų kitimo.
5. Liekamoji paklaida yra pasiskirsčiusi pagal normalųjį skirstinį.
6. Nepriklausomieji kintamieji tarpusavyje nėra koreliuoti.

Jei, atlikus liekamųjų paklaidų analizę, užfiksuojama nors vienos prielaidos neatitikimas, reikia iš naujo specifiuoti modelį ir jį vertinti, nustatant įverčių reikšmingumą. Šioms prielaidoms tikrinti naudojama:

- liekamųjų paklaidų grafikai, leidžiantys vizualiai nustatyti egzistuojančius ciklus, išskirtis, bei kitas sistemines dedamąsias;
- kriterijai: normalumo, autokoreliacijos, heteroskedastiškumo, multikolinearumo.

Nustačius (30) formulės reikalavimo sąlygų įvykdymą, atskirai įvertinamas modelio parametrų stabilumas, kuris fiksuoja modelio sudarymo proceso pabaigą, ir paruošiama ataskaita apie atliktus tyrimus.

1.2.7. Normalumo kriterijus

Atsitiktinio kintamojo normalumui įvertinti naudojamas Kolmogorovo ir Smirnovio kriterijus. Liekamųjų paklaidų normalumui įvertinti dažniausiai naudojamas Jarque – Bera (toliau – JB. Nulinė hipotezė formuluojama taip – H_0 : liekamųjų paklaidų reikšmės pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį. JB kriterijaus statistika modeliui su laisvuju nariu apskaičiuojama taip:

$$JB = (n - K) \left(\frac{S^2}{6} + \frac{(K_3)^2}{24} \right). \quad (31)$$

Ši statistika pasiskirsčiusi pagal χ^2 su dviem laisvės laipsniais: $JB \sim \chi^2(2)$, o S – asimetrijos koeficientas, K – ekscesas.

Šį kriterijų panaudojus, atsakoma į klausimą, ar liekamosios paklaidos pasiskirsčiusios normaliai, ar ne, tačiau neišvardijama nuokrypio priežastis. Praktiškai verta papildomai nubraižyti ir liekamųjų paklaidų histogramą. Ją analizuojant tikslinga įvertinti išskirčių egzistavimą, simetriškumą bei ekscesą.

Dažniausiai normalumą sutrikdo egzistuojančios stebinių matricoje išskirtys. Tai pastebėjus būtina išsiaiškinti jų atsiradimo priežastis. Jei tai atsitiktinė matavimo klaida, ją reikia pako-reguoti. Jei išskirtis egzistuoja objektyviai ir suprantamos jos priežastys, tuomet šis stebinytis turi būti eliminuotas, įtraukus į regresijos modelio lygtį pseudo kintamąjį.

1.2.8. Heteroskedastiškumo nustatymas

Heteroskedastiškam triukšmui būdinga: $E(U_i^2) = \sigma_i^2$. Formaliai heteroskedastiškumui nustatyti pasaulinėje praktikoje dažniausiai pasitelkiami šie kriterijai:

- Vaito (toliau – WT): yra pagrindinis heteroskedastiškumo nustatymo kriterijus (White 1980). Jame tikrinama homoskedastiškumo hipotezė alternatyvaus heteroskedastiškumo atžvilgiu. Šis kriterijus atsako į klausimą, ar išvis heteroskedastiškumas egzistuoja. Šiame kriterijuje formuluojamos dvi hipotezės:

$$\begin{cases} H_0 : \text{triukšmo dedamosios dispersija yra pastovi;} \\ H_1 : \text{triukšmo dedamosios dispersija yra heteroskedastiška ir nežinomos formos.} \end{cases} \quad (32)$$

Šio kriterijaus trūkumas tas, kad, atmetus nulinę hipotezę, lieka neaišku, kokio tipo heteroskedastiškumas egzistuoja. Kriterijaus tikrinimo eiga:

- MKM įvertinamas modelis: $Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + e_i$.
 - Apskaičiuojamos liekamųjų paklaidų reikšmės: $e_i = y_i - \hat{y}_i$.
 - Specifikuojamas naujas modelis: $e_i^2 = \gamma_0 + \gamma_1 x_{1i} + \gamma_2 x_{1i}^2 + \gamma_3 x_{2i} + \gamma_4 x_{2i}^2 + \nu_i$.
 - MKM įvertinamas modelis ir apskaičiuojamas R^2 .
 - Patikrinama nulinė hipotezė: $nR^2 \sim \chi^2(m)$.
- Breši ir Pagano (toliau – BP): Šis kriterijus naudojamas tada, kai reikia išsiaiškinti, kuris nepriklausomasis kintamasis daro įtaką triukšmo dedamosios dispersijos heteroskedastiškumui. Prielaidos formuojamos, atlikus liekamųjų paklaidų kvadratų diagramų analizę, ir tai įvertinama specifikuojant naują modelį.

Pavyzdžiui, ankstesniame modelyje, tikrinant x_2 heteroskedastiškumą, naujai specifikuojamas modelis užrašomas lygtimi: $e_i^2 = \gamma_0 + \gamma_1 x_{2i} + \nu_i$. Šiam modeliui patikrinti naudojama nulinė hipotezė formuojama taip: $H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = 0$. Kriterijui patikrinti naudojama ir nR^2 statistika. Hipotezių tikrinimą šiam modeliui galima aprašyti taip: $nR^2 \sim \chi^2(m)$.

- Goldfeldo ir Kvandto (toliau – GQ): taikant šį kriterijų daroma prielaida, kad liekamosios paklaidos dispersija susijusi tam tikra priklausomybe su nepriklausomojo kintamojo reikšmėmis. Nulinė hipotezė formuluojama taip: $H_0 : \sigma_{ui}^2 = \sigma_u^2 i = \overline{1, n}$. Šiame kriterijuje atliekami tokie apskaičiavimai:

- Stebiniai išdėstomi X reikšmių didėjimo tvarka, t.y. sudarant X variacinę seką.
- Pasirenkamas vidurinių narių skaičius c taip, kad, neįtraukus šiuos vidurinius narius, visa stebinių imtis būtų padalyta į du lygius poaibius $(n - c)/2 = n_1 = n_2$. Pirmajame poaibyje bus mažesnės reikšmės, o antrajame – didesnės.
- MKM metodu įvertinami modeliai kiekvienam poaibiui atskirai ir nustatomos RSS_1 bei RSS_2 . Šių liekamųjų paklaidų kvadratų sumos turi atitinkamai $(n_1 - m - 1)$ ir $(n_2 - m - 1)$ laisvės laipsnių.

- Jei prielaida apie heteroskedastiškumą yra teisinga, tada liekamosios paklaidos dispersija didesnėms stebinių reikšmėms bus didesnė nei pirmosioms n_1 . Tai patikrinama apskaičiuojant santykį: $\frac{RSS_1}{RSS_2}$, kuris yra pasiskirstęs pagal F kriterijų. Jei ši apskaičiuotoji statistikos reikšmė yra didesnė nei kritinė, tai nulinė hipotezė atmetama, tuomet galima teigti, kad egzistuoja heteroskedastiškumas.

Daugiamatės regresijos atveju šį kriterijų tikslinga panaudoti kiekvienam nepriklausomajam kintamajam.

1.2.9. Autokoreliacijos nustatymas

Vienas iš neigiamų reiškinių liekamosiose paklaidose, pažeidžiančių Gausso ir Markovo prielaidų teisingumą, yra autokoreliacija. Erdviniuose duomenyse šio reiškinio tikimybė nedidelė, nes sunku tikėtis, kad būtų statistinis ryšys tarp vieno tiriamojo objekto liekamųjų paklaidų ir kito objekto liekamųjų paklaidų. Tokio tipo autokoreliacija vadinama erdvine autokoreliacija. Autokoreliacijos reiškinys dažniausiai pasitaiko tiriant laiko eilutes, nes jos pasižymi inercija. Literatūroje, be autokoreliacijos sąvokos, dar kartojama ir serijų koreliacijos sąvoka, kuri įvertina koreliacijos egzistavimą tarp skirtingų laiko eilučių. Nepriklausomai nuo to, kokio tipo autokoreliacija tiriama, visuomet vienareikšmiškai svarbu nustatyti, ar ji egzistuoja ar ne.

Yra daug autokoreliacijos nustatymo kriterijų. Populiariausi – Durbinio ir Watsono (toliau – DW), Bokso ir Pirso (toliau – BP) ir Ljungo ir Bokso (toliau – LB) kriterijai. Visiems šiems kriterijams formuluojama vienoda nulinė hipotezė – H_0 : triukšmo dedamojoje neegzistuoja autokoreliacija. Alternatyvi hipotezė formuluojama skirtingai, ir tai priklauso nuo autokoreliacijos laipsnio. Praktiškai dažniausiai užtenka pirmojo arba antrojo laipsnio.

- Durbinio ir Watsono (DW) kriterijus – tai plačiausiai paplitęs kriterijus. Šiame kriterijuje nulinė hipotezė teigia, kad neegzistuoja autokoreliacijos, o H_1 – kad egzistuoja pirmosios eilės liekamųjų paklaidų autokoreliacija. Šio kriterijaus apribojimas tas, kad regresijos modelyje turi būti įvertintas laisvasis narys, liekamoji paklaida turi būti pasiskirsčiusi pagal normalųjį skirstinį, triukšmo dedamąjį aprašo pirmosios eilės autoregresijos modelis. Šiam modeliui būdinga tai, kad jame įvertinama tik viena laginė reikšmė. Pirmosios eilės autoregresijos modelis aprašomas šia lygtimi:

$$u_t = \rho u_{t-1} + e_t. \quad (33)$$

Čia $|\rho_t| < 1$ ir $E_t \sim IID(0, \sigma_t^2)$, ρ – pirmosios eilės autokoreliacijos koeficientas. DW statistika apskaičiuojama taip:

$$DW = d = \frac{\sum (e_t - e_{t-1})^2}{\sum e_t^2} = \frac{\sum e_t^2}{\sum e_t^2} - \frac{\sum e_{t-1}^2}{\sum e_t^2} - 2 \frac{\sum e_t \cdot e_{t-1}}{\sum e_t^2} = 1 + 1 - 2\rho = 2(1 - \rho). \quad (34)$$

Priklausomai nuo ρ reikšmės galimos šios situacijos:

1. $\rho = 0 \longrightarrow DW = 2 \longrightarrow$ nėra liekamųjų paklaidų autokoreliacijos.
2. $\rho = 0 \longrightarrow DW < 2 \longrightarrow$ teigiama liekamųjų paklaidų autokoreliacija.
3. $\rho = 0 \longrightarrow DW > 2 \longrightarrow$ neigiama liekamųjų paklaidų autokoreliacija.

Naudojant DW statistiką, susiduriama su papildoma problema. Kadangi sudarant modelį paprastai naudojamos ne vienu nepriklausomuoju kintamuoju, bet vektoriumi kintamųjų, tai sudaryti kritinių reikšmių lentelių neįmanoma, kaip pavyzdžiui, Fišerio kriterijui. Tad šiai statistikai priklausomai nuo n ir k reikšmių apskaičiuojamos apatinė d_u ir viršutinė d_L kritinė riba. Durbino ir Watsono kriterijaus taisyklės:

- H_0 : Nėra teigiamos autokoreliacijos. Kai $0 < d < d_L$, tai sprendimas – atmesti H_0 .
 - H_0 : Nėra teigiamos autokoreliacijos. Kai $d_L < d < d_U$, tai nėra sprendimo.
 - H_0 : Nėra neigiamos autokoreliacijos. Kai $4 - d_L < d < 4$, tai sprendimas – atmesti H_0 .
 - H_0 : Nėra neigiamos autokoreliacijos. Kai $4 - d_U < d < 4 - d_L$, tai nėra sprendimo.
 - H_0 : Nėra autokoreliacijos. Kai $d_U < d < 4 - d_U$, tai negalima atmesti.
- Bokso ir Pirso kriterijus dar vadinamas Q^* kriterijumi, Modifikuotas Bokso ir Pirso kriterijus vadinamas Ljungo ir Bokso kriterijumi Q . Šių kriterijų naudojimas paremtas liekamųjų paklaidų autokoreliacijos koeficientų reikšmingumo tikrinimu. Autokoreliacijos koeficientai apskaičiuojami taip:

$$\rho_i = \frac{cov(e_t \cdot e_{t-1})}{\sqrt{De_t} \sqrt{De_{t-1}}}, i = 1, 2, \dots, p. \quad (35)$$

Jei šių koeficientų įverčiai yra nereikšminiai, tuomet galioja nulinė hipotezė, kad triukšmo dedamojoje nėra autokoreliacijos. Bokso ir Pirso kriterijuje nėra tikrinamas atskirai kiekvienas autokoreliacijos koeficiento reikšmingumas, bet skaičiuojama visų koeficientų statistika:

$$Q^* = n \sum_{i=1}^p \rho_i^2. \quad (36)$$

Nulinė hipotezė tikrinama taip: $Q^* = \chi^2(p)$.

Ljungo ir Bokso kriterijuje apskaičiuojama statistika:

$$Q = n(n+2) \sum_{i=1}^p \frac{\rho_i^2}{n-1}. \quad (37)$$

Nulinė hipotezė tikrinama taip: $Q = \chi^2(p)$.

1.2.10. Multikolinearumas

Dar viena problema, su kuria susiduriama įvertinus regresijos modelio parametrus, yra multikolinearumas. Multikolinearumas yra surinktų stebinių problema, o ne modelio sudarymo klaidos. Dauguma nepriklausomųjų kintamųjų tarpusavyje susieti – tai mūsų gyvenimo realybė ir faktas. Situacija vadinama multikolineari, jei egzistuoja tiesinės priklausomybės tarp keleto arba visų regresijos modelio nepriklausomųjų kintamųjų. Kolinearumo sąvoka kaip tik ir nusako vienintelės tiesinės priklausomybės egzistavimą, t. y. $\lambda_1 x_1 + \lambda_2 x_2 + \dots + \lambda_k x_k = 0$.

Kintamojo X_j dispersijos mažėjimo daugiklis apskaičiuojamas taip:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}, \quad (38)$$

čia R_j^2 – determinacijos koeficientas tarp X_j ir kitų likusių nepriklausomųjų kintamųjų. Šiam koeficientui įvertinti sudaromas regresijos modelis $x_j = f(x_1, x_2, x_{j-1}, x_{j+1}, \dots, x_k)$. Jei X_j kolinearumas su kitais nepriklausomaisiais kintamaisiais didėja, tuomet R_j^2 artėja prie vieneto, o VIF_j reikšmės artėja į begalybę.

Dažniausiai naudojama empirinė taisyklė multikolinearumui nustatyti; ji užrašoma taip: $VIF_j > 5$. Jei ši sąlyga galioja, tai X_j kintamasis yra multikolinearus. Galiojant šiai sąlygai, R_j^2 viršija 0,9. Kai kintamasis X_j yra per daug multikolinearus, tada palikus šį kintamąjį regresijos modelyje, gali atsirasti prognozių stabilumo problemų. Remiantis šia taisykle, atskirai reikia įvertinti kiekvieno nepriklausomo kintamojo VIF.

1.3. VAR ir VECM modeliai

1.3.1. Įvadas

Trečioji dešimtmėčio pradžioje atsiradusi Simso metodologija apskritai neigia struktūrinių modelių naudą makroekonometrinio modeliavimo praktikai. 1980 m. JAV ekonomistas C. A. Simsas akcentavo, jog ekonomikos teorijos nusakomi struktūriniai modeliai yra pernelyg paprasti ir realioms ekonomikos sistemoms visiškai neadekvatūs. Be to, realioje ekonomikoje viskas yra vienas ar kitas susijęs, todėl kintamųjų skirstymas į egzogeninius ir endogeninius yra nepagrįstas – visi modelio kintamieji turi būti endogeniniai. Laikydamasis šių principų Simsas pasiūlė ekonomiką modeliuoti taikant neapribotos vektorinės autoregresijos modelį (toliau – VAR). Šis modelis visiškai atitinka Sims metodologijos principus, kadangi visi VAR modelio kintamieji priklauso nuo savo paties ir visų kitų kintamųjų vėlavimų – jie visi yra endogeniniai; tarp kintamųjų nėra vienašalių ryšių ir nėra taikomi jokie parametru apribojimai – VAR yra neapribotas redukuotas dinaminis modelis (Kvedaras 2005).

Nors Simso metodologijoje ekonomikos teorijos svarba makroekonometrinio modelio sudarymui neigiama, tačiau išties jos išvengti nepavyksta. Pirmiausia, norint sudaryti VAR, reikia atsakyti į klausimą, kokius kintamuosius įtraukti į modelį. Akivaizdu, kad modelyje privalo būti modeliavimui aktualūs kintamieji, kuriuos nusako modeliavimo tikslas, bet šių kintamųjų dažniausiai nepakanka sudaryti empiriškai adekvatų modelį. Per didelio kintamųjų skaičiaus į VAR įtraukti taip pat nepavyksta, kadangi parametrams įvertinti būtinų stebinių skaičius didėja ypač greitai. Ekonomikos teorija tampa dar aktualesnė sprendžiant, kokia tvarka išdėstyti kintamuosius VAR modelyje. Tai lemia VAR modelio reakcijos į impulsus funkcijų elgseną — modelio ekonominį elgesį. Jei kintamųjų sąrašą dar gali padėti formuoti modeliavimo tikslas, tai kintamųjų išdėstymą sąlygoja tik ekonominiai samprotavimai apie kintamųjų egzogeniškumą. Kaip pažymi A. Paganas (1994), neatrodo, jog VAR metodologija pasiūlytų ką nors naują sprendžiant empirinio modeliavimo problemas. Greičiau ji tik užmaskuoja teorinę ekonominės modelio struktūros problemą, perkeldama ją iš akivaizdžios kintamųjų egzogeniškumo problemos struktūrine forma į redukuoto modelio liekanose paslėptus komplikuotus ryšius.

Nepaisant šių kritinių pastabų, VAR yra vienas plačiausiai šiuo metu praktikoje taikomų stacionariųjų vektorinių laiko eilučių modelių (jei ne kaip galutinis, tai bent kaip pradinis modeliavimo etapas ar kaip pagalbini modelis). Dėl to toliau didelis dėmesys skiriamas klausimams, kaip sudaryti, įvertinti bei praktiškai panaudoti VAR modelį (Kvedaras 2005).

Ekonomikos analizėje labai dažnai susiduriama su nestacionariosiomis integruotomis laiko eilu-tėmis. Būtent todėl Englas ir Grangeris (1987) pastebėjo, kad dviejų ar daugiau nestacionariųjų rodiklių tiesinė kombinacija gali būti stacionari. Ši stacionarioji tiesinė kombinacija gali būti interpretuojama kaip kointegravimas, arba pusiausvyros ryšys tarp kintamųjų. Būtent todėl modeliuoti tokiems kintamiesiems buvo pasiūlytas paklaidų korekcijos modelis, kuris yra ne kas kita kaip apribotas VAR modelis. VECM modelio specifikacija yra ribojanti endogeninių kintamųjų perėjimą į jų ilgalaikius pusiausvyros sąryšius bei leidžianti trumpalaikę dinamiką.

1.3.2. VAR apibrėžimas

Procesas Y_t , atitinkantis išraišką:

$$Y_t = c + \sum_{i=1}^p A_i Y_{t-i} + \nu_t, \quad \nu_t \sim WN(o, \Sigma_\nu), \quad p > 0; \quad (39)$$

vadinamas p eilės vektorine autoregresija ir žymimas VAR(p). Čia Y_t , c ir ν_t yra atitinkamai n dimensijos endogeninių kintamųjų, konstantų ir baltojo triukšmo¹ paklaidų vektoriai; Σ_ν ir A_i yra

¹Procesas $\nu_t, t \in T$ vadinamas baltuoju triukšmu (angl. white noise), jei jis sudaro nekoreliuotų nulinio vidurkio ir pastovios dispersijos atsitiktinių dydžių seką.

kvadratinės $n \times n$ dimensijų paklaidų vienalaikių kovariacija ir parametų matricos; p autoregresijos eilė.

Vektorinėje autoregresijoje visi kintamieji yra aprašomi vien tik kaip jų pačių ir kitų sistemos kintamųjų vėlavimų tiesinės regresinės funkcijos. Turint n kintamųjų ir p vėlavimų eilės VAR(p) sistemą ir norint įvertinti atskirą jos lygtį, vien tik parametų įvertinimui būtina turėti $np+1$ stebinį. Taip pat idealu būtų VAR sistemoje kintamuosius išdėstyti tokia tvarka, kad pirmuoju eitų nuo kitų kintamųjų nepriklausantis, antruoju – priklausantis tik nuo pirmojo ir taip toliau, t.y. modelis būtų rekursinis ir atitiktų Woldo priešastingumą (H. Lutkepohl 1993).

1.3.3. VAR sudarymo etapai

Norint taikyti VAR, modeliuojant empirinius duomenis, išskiriami tokie etapai:

- kintamųjų parinkimas bei duomenų surinkimas. Kintamųjų vektorių paprastai parenkamas pagal tam tikrą nagrinėjamą uždavinį, naudojantis ekonomikos teorija ir bendrais ekonominiiais samprotavimais. Tačiau negalima į VAR modelį įtraukti per daug kintamųjų, nes norint įvertinti n kintamųjų VAR(p), turime turėti $np+1$ stebinį, tačiau norint gauti tam tikras “geras” įverčių savybes dar būtina, jog stebinių skaičius gerokai viršytų vertintinų parametų skaičių (Kvedaras 2005). Todėl praktikoje į VAR dažniausiai įtraukiami tik patys svarbiausi rodikliai.
- Parametų įvertinimas. Kaip žinia, VAR modelio kintamieji yra endogeniniai, todėl darantys įtaką vieni kitiems, tačiau VAR neturi vienalaikių ryšių, todėl kiekviena jos lygtis gali būti nagrinėjama atskirai ir vertinama mažiausiųjų kvadratų metodu. Prisiminkime, kad autoregresijos lygties MKM įverčiai yra visada paslinkti, pageidaujama baigtinių imčių savybė nėra tenkinama. Tačiau asimptotinė (didelių imčių) suderinamumo savybė: $\hat{\theta} \xrightarrow{P} \theta$, tai yra didėjant stebinių skaičiui įvertis vis mažiau ir mažiau skirsis nuo parametro reikšmės su kiek norimai vienetui artima tikimybe ir yra tenkinama, jei autoregresijos paklaidos nėra autokoreliuotos (kaip matyti iš VAR apibrėžimo, taip ir yra, nes liekanos yra baltasis triukšmas). Šios dvi savybės leidžia MKM gauti suderintus VAR lygčių parametų įverčius.
- VAR vėlavimų eilės p parinkimas. Turint kintamuosius ir tinkamą parametų įvertinimo metodą bei parinkus tinkamą VAR modelio vėlavimų eilę p , jau gaunamas praktinis įvertintas VAR modelis. Tačiau modelio gerumas bei visos juo grindžiamos tolimesnės išvados priklauso nuo tinkamai parinkto vėlavimo. Jei p per mažas, tai dalis ryšių liks paklaidose ir ne tik pats modelis nebus korektiškas, bet ir jo parametų įverčiai bent jau dėl paklaidų autokoreliuotumo bus nesuderinti, nekalbant apie praleistųjų kintamųjų poveikį. Jei p per didelis, tai (nemaža) dalis vertinamųjų parametų VAR modelyje yra lygūs nuliui, o tai blogina įverčių

efektyvumą, nes papildomų parametų įvertinimas mažina laisvės laipsnių skaičių. Dėl šių priežasčių būtina parinkti tinkamą p .

Vienas iš būdų parinkti tinkamą vėlavimo eilę p yra parinkimas pagal informacinius kriterijus. Dažniausiai naudojami yra Akaike informacinis kriterijus (toliau – AIC) ir Szwartzo informacinis kriterijus (toliau – SIC). Jie apibrėžiami lygybėmis:

$$AIC(i) = \ln|\Sigma_\nu(i)| + \frac{2}{T}in^2; \quad (40)$$

$$SIC(i) = \ln|\Sigma_\nu(i)| + \frac{\ln T}{T}in^2. \quad (41)$$

Tiek Akaike informacinio kriterijaus atveju parenkamas toks $\hat{p}$:

$$\hat{p}(AIC) = \underset{i}{\operatorname{argmin}} AIC(i). \quad (42)$$

Tiek Szwartzo informacinio kriterijaus atveju parenkamas toks $\hat{p}$:

$$\hat{p}(SIC) = \underset{i}{\operatorname{argmin}} SIC(i). \quad (43)$$

SIC pateikia suderintą $\hat{p}$ įvertį, o AIC - nesuderintą, tačiau mažose imtyse AIC neretai pateikia geresnius rezultatus vidutinės kvadratinės paklaidos prasme.

- Modelio adekvatumo tikrinimas. VAR modelio sudarymui labai svarbus vėlavimo eilės parinkimas, tačiau adekvataus modelio, kaip nusako VAR apibrėžimas, paklaidos yra baltasis triukšmas. Tam būtina sąlyga, kad paklaidos nebūtų autokoreliuotos.

Tarkime, kad turimas (59) lygtimi nusakomas įvertintas VAR(p):

$$y_t = \hat{c} + \sum_{i=1}^p \hat{A}_i y_{t-i} + \hat{v}_t. \quad (44)$$

Visų pirma, tikriname hipotezę:

$$\begin{cases} H_0 : \forall k, l \quad \rho_{kl} = 0, & i = 1, \dots, h. \\ H_1 : \quad \rho_{kl} \neq 0. \end{cases} \quad (45)$$

Šią hipotezę galime patikrinti naudodamiesi Bokso ir Pierce ar Ljungo ir Bokso statistikų analogais:

$$BP(h) = T \sum_{i=1}^h \operatorname{tr}(R'_i R_0^{-1} R_i R_0^{-1})^a \sim \chi^2[(h-p)n^2], \quad h > p. \quad (46)$$

$$LB(h) = T^2 \sum_{i=1}^h (T-i)^{-1} \operatorname{tr}(R'_i R_0^{-1} R_i R_0^{-1})^a \sim \chi^2[(h-p)n^2], \quad h > p. \quad (47)$$

Jei $BP(h) > \chi_\alpha^2[(h-p)n^2]$ ar $LB(h) > \chi_\alpha^2[(h-p)n^2]$, tai nulinė hipotezė atmetama ir tenka aiškintis, kuris vėlavimas lėmė tokį rezultatą.

Taip pat, galima tikrinti atskiros koreliacijos matricos elemento $\rho_{kl,i}$ reikšmingumą. Tam bus tikrinama hipotezė:

$$\begin{cases} H_0 : \rho_{kl,i} = 0. \\ H_1 : \rho_{kl,i} \neq 0. \end{cases} \quad (48)$$

Pasinaudojama tuo, kad esant Gausso paklaidoms, koreliacijos yra asimptotiškai pasiskirsčiusios pagal normalųjį dėsnį, tiksliau $T^{1/2}r_{kl,i} \sim N(0,1)$. Hipotezė H_0 , esant reikšmingumo lygmeniui $\alpha = 0.05$, yra atmetama, jeigu $|r_{kl,i}| > 2T^{1/2}$.

1.3.4. VAR modelio taikymas

Sudarius adekvatų VAR modelį, belieka jį panaudoti. Plačiausiai VAR modeliai taikomi skaičiuojant prognozes bei vadinamajai Grangerio priežastingumo analizei, kuria tikrinama, ar vieno kintamojo reikšmės naudingos prognozuojant kito kintamojo ateitį. Tačiau VAR modelį taip pat galima taikyti ir imitaciniam modeliavimui reakcijos į impulsus tyrimui, kuriame nagrinėjama, kaip VAR sistemos kintamųjų reikšmės kinta po to, kai į sistemą ateina tam tikri impulsai. Be to, VAR galima panaudoti ir identifikuojant, kurio kintamojo šokai labiausiai lemia visų VAR sistemos kintamųjų reikšmes. Tokia analizė vadinama prognozės paklaidų dispersine analize (Kvedaras 2005).

1.3.5. Prognozavimas VAR modeliu

Paprastumo dėlei, tarkime, kad stebime tokį modelį:

$$y_t = c + Ay_{t-1} + \nu_t, \quad t = 1, \dots, T. \quad (49)$$

Tuomet ateities reikšmės y_{T+h} , yra:

$$\begin{aligned} y_{T+1} &= c + Ay_T + \nu_{T+1} \\ y_{T+2} &= c + Ay_{T+1} = c + A(c + Ay_T + \nu_{T+1}) + \nu_{T+2} \\ &\dots \\ y_{T+h} &= (I + A + A^2 + \dots + A^{h-1})c + A^h y_T + A(L)\nu_{T+h}, \quad \forall h, \\ \text{kur } A(L) &= (I + AL + A^2L^2 + \dots + A^hL^h). \end{aligned} \quad (50)$$

Jei paklaidos ν_t yra Gausso, prognozės paklaidos e_{T+h} :

$$e_{T+h} = y_{T+h} - \tilde{y}_{T+h} = \sum_{i=0}^h A^i L^i \nu_{T+h-i} \sim N(0, \Sigma_{e,h}). \quad (51)$$

1.3.6. Grangerio priežastingumo tikrinimas

Vektorinė autoregresija yra patogus instrumentas Grangerio priežastingumui tikrinti. Nagrinėkime lygtis:

$$\begin{aligned} Y_t &= \alpha_{10} + \sum_i^k \beta_i X_{t-i} + \sum_j^m \gamma_j Y_{t-j} + e_{1t}; \\ X_t &= \alpha_{20} + \sum_i^n \theta_i X_{t-i} + \sum_j^m \delta_j Y_{t-j} + e_{2t}. \end{aligned} \quad (52)$$

Galimi tokie atvejai:

- Pirmoje lygtyje vėluojančių kintamųjų X_{t-i} grupė yra statistiškai reikšminga (t.y. koeficientai nelygūs 0), o antroje lygtyje esanti vėluojančių Y_{t-j} kintamųjų grupė yra statistiškai nereikšminga. Tuomet darome išvadą, kad X_t daro įtaką Y_t .
- Antroje lygtyje vėluojančių kintamųjų Y_{t-j} grupė yra statistiškai reikšminga (t.y. koeficientai nelygūs 0), o pirmoje lygtyje esanti vėluojančių kintamųjų X_{t-i} grupė yra statistiškai nereikšminga. Tuomet darome išvadą, kad Y_t daro įtaką X_t .
- Pirmoje ir antroje lygtyse vėluojančios X_{t-i} ir Y_{t-j} grupės yra statistiškai reikšmingos (t.y. koeficientai nelygūs 0). Tuomet darome išvadą, kad X_t ir Y_t sieja tarpusavio priklausomybė.
- Pirmoje ir antroje lygtyse vėluojančios X_{t-i} ir Y_{t-j} grupės yra statistiškai nereikšmingos (t.y. koeficientai tikėtina lygūs 0). Tuomet darome išvadą, kad X_t ir Y_t tarpusavyje nepriklausomi.

Tikriname pirmąjį atvejį. Apskaičiuojame regresijos lygtį:

$$Y_t = \alpha_{10} + \sum_j^m \gamma_j Y_{t-j} + e_{1t}. \quad (53)$$

Surandame RSS_R (angl. Residual sum of squares – paklaidų kvadratų sumos). Toliau apskaičiuojame regresijos lygtį:

$$\alpha_{10} + \sum_i^k \beta_i X_{t-i} + \sum_j^m \gamma_j Y_{t-j} + e_{1t}. \quad (54)$$

ir surandame RSS_U .

Formuluojame hipotezę:

$$\begin{cases} H_0 : \sum \beta = 0, & \text{t.y. } X_t \text{ nedaro įtakos } Y_t; \\ H_1 : \sum \beta \neq 0, & \text{t.y. } X_t \text{ daro įtaką } Y_t. \end{cases} \quad (55)$$

Norėdami patikrinti šią hipotezę, apskaičiuojame statistiką:

$$F = \frac{(RSS_R - RSS_U)/k}{RSS_U/n - (k + m + 1)}. \quad (56)$$

Ši statistika turi Fišerio skirstinį su $k, n-(k+m+1)$ laisvės laipsniais.

Jei $F > F_{k,n-(k+m+1)}$, tai H_0 atmetame ir darome išvadą su pasirinktu reikšmingumo lygmeniu, kad X_t daro įtaką Y_t . Jei $F < F_{k,n-(k+m+1)}$, tai H_0 negalime atmesti ir darome išvadą, kad su pasirinktu reikšmingumo lygmeniu X_t nedaro įtakos Y_t .

Likusius 3 atvejus tikriname pritaikę analogišką procedūrą. Tačiau, nors Grangerio priežastingumo tikrinimas VAR sistemoje yra labai paprastas, svarbu atkreipti dėmesį į tokius jo trūkumus:

- Tai statistinis informatyvumas, o ne loginis priežastingumas, galintis atsirasti, pavyzdžiui, dėl trečiosios priežasties. Todėl ekonominėms išvadoms pagrįsti Grangerio priežastingumas naudotinas labai atsargiai.
- Išvados apie Grangerio priežastingumą jautrios informacijos aibės struktūrai, t.y. kitų kintamųjų įtraukimui į VAR modelį.
- Išvados apie Grangerio priežastingumą taip pat jautrios duomenų dažnumui ir sezoniniams jų išlyginimui.
- Vėlavimo eilės parinkimas taip pat lemia išvadas apie Grangerio priežastingumą, tam būtina iš anksto suformuoti korektišką VAR(p) modelį.

1.3.7. Kintamųjų kointegruotumo tikrinimas

Ekonominėje analizėje labai dažnai susiduriama su nestacionariosiomis integruotomis laiko eilutėmis, kurių tarpusavio ryšių tyrimas taikant regresinę analizę gali sąlygoti klaidingas išvadas: jei integruoti kintamieji nėra kointegruoti, standartinės testų statistikos (t ir F) diverguoja, determinacijos koeficiento reikšmė yra artima vienetui, ir atrodo, kad tarp kintamųjų yra statistiškai reikšmingas ryšys net tada, kai jie yra visiškai tarpusavyje nepriklausomi. Tokius rezultatus pateikianti regresija yra vadinama klaidinga regresija.

Tegu y_t žymi n dimensijos vektorinį stochastinį procesą, integruotą pirmąja eile ($y_t \sim I(1)$). Jei egzistuoja tiesinė šio proceso transformacija $\beta' y_t$, kuri yra stacionari ($y_t \sim I(0)$), tada kintamieji vadinami kointegruotais. Apskritai $y_t \sim I(d)$, $d > 0$ kintamieji yra kointegruoti tada, kai $\beta' y_t \sim I(d - b)$, $b > 0$. Čia β , kuris vadinamas kointegravimo parametru vektoriumi, yra n dimensijos koeficientų vektorius $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)'$. Vienas iš plačiausiai praktikoje taikomų būdų kointegruotumui patikrinti yra procedūra, skirta kointegruotumą tikrinti atskiroje lygtyje (Engle ir Grangerio dviejų etapų procedūra).

Kadangi pirmąją eilę integruotų kintamųjų kointegruotumas reiškia tai, kad jų tiesinė kombinacija yra stacionari, tai natūralus būdas patikrinti, ar kointegruotumo savybė galioja, yra:

1. apskaičiuoti tiesinę kintamųjų kombinaciją;
2. patikrinti jos stacionarumą.

Tokį būdą pasiūlė Engle ir Grangeris (1987). Engle ir Grangerio procedūros pirmas etapas yra MKM įvertinti vieno kintamojo atžvilgiu normalizuotą regresiją:

$$y_{1t} = \theta_2 y_{2t} + \dots + \theta_n y_{nt} + u_t. \quad (57)$$

Dažniausiai 57 lygtis išplečiama tiesiniu trendu, pirmuoju etapu vertinama tokia regresija:

$$y_{1t} = c + \theta_0 t + \theta_2 y_{2t} + \dots + \theta_n y_{nt} + u_t. \quad (58)$$

Įvertintus potencialaus kointegravimo ryšio parametrus, antruoju etapu tikrinama liekanų integruotumo eilė. Jei kintamieji integruoti pirmąją eilę ($y_t \sim I(1)$), tai liekanų integruotumas ($u_t \sim I(1)$) rodo, jog kintamieji neintegruoti. Jei liekanos stacionarios ($u_t \sim I(0)$), tai kintamieji kointegruoja. Įvertintos liekanos stacionarumo analizei galima naudoti ADF testą.

1.3.8. VECM modelis

Tegu turime kointegruotų nestacionariųjų pirmąją eilę integruotų kintamųjų vektorių $y_t \sim I(1)$. Tada Grangerio kointegruotų kintamųjų reprezentacijos teorema teigia, kad pastarieji turi lygių VAR bei VECM išraiškas. Tarkime, y_t turi VAR(p) išraišką:

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + \varepsilon_t; \quad (59)$$

kur $\forall i A_i$ yra $n \times n$ dimensijos matricos, o $\varepsilon_t \sim \text{i.i.d.}(0, \Sigma_\varepsilon)$ ir Σ_ε žymi paklaidų vektoriaus vienašakio kovariacijų matricą.

Tada vektorinis paklaidų korekcijos modelis (VECM) yra užrašomas taip:

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \Gamma_j \Delta y_{t-j} + \varepsilon_t. \quad (60)$$

Kur koeficientų matricos Π rangas būtent ir nusako y_t kointegruotumą:

- jei $\text{rank}(\Pi) = 0$, tai y_t neintegruoja ir dėl išsigimusio Π lygtis VECM redukuojasi į pirmųjų skirtumų VAR;
- jei $\text{rank}(\Pi) = n$, tai prielaida, kad $y_t \sim I(1)$ neteisinga ir iš tikrųjų $y_t \sim I(0)$;
- jei $0 < \text{rank}(\Pi) < n$, tai y_t kointegruoja su r tiesiškai nepriklausomų kointegravimo vektorių skaičiumi.

Kai kintamieji yra kointegruoti, tada Π galima išreikšti kaip dviejų $n \times r$ dimensijos matricių α ir β sandaugą:

$$\Pi = \alpha_{n \times r} \cdot \beta_{r \times n}, \quad (61)$$

kur:

- matricos Π rangas r parodo nepriklausomų kointegravimo vektorių skaičių sistemoje;
- α yra korekcijos parametrų matrica, kuri parodo kaip greitai kintamieji grįžta į kointegravimą;
- β yra kointegravimo vektorius, t.y. parodo, kokia kintamųjų tiesinė kombinacija yra stacionari.

1.4. Nagrinėti statistiniai duomenys

Šiame skyriuje bus pateikti nagrinėjamų makroekonominių rodiklių apibrėžimai bei turimos duomenų laiko eilutės aprašymas.

1.4.1. Bendrasis vidaus produktas

Bendrasis vidaus produktas (toliau – BVP) - bene plačiausiai naudojamas makroekonomikos rodiklis, apimantis iš esmės visą šalies gyventojų ūkinę veiklą (visas šalies ekonominio gyvenimo sritis). Šis rodiklis įvertina tik tai, kas šalyje sukuriamą naują. BVP galima apibrėžti trimis skirtingais, bet lygiavertiais būdais:

- Gamybos požiūriu: BVP yra lygus per tam tikrą laikotarpį šalies ūkyje pagamintų galutinių prekių ir paslaugų vertei.
- Išlaidų apskaitos požiūriu: BVP yra lygus per tam tikrą laikotarpį ūkyje sukurtų pridėtinų verčių sumai.
- Pajamų apskaitos požiūriu: BVP yra lygus per tam tikrą laikotarpį ūkyje gautų pajamų sumai.

Bendrasis vidaus produktas yra skirstomas į realųjį ir nominalųjį.

Realusis BVP – galutinių prekių kiekio suma, apskaičiuojama pagal pastoviąsias kainas (bazinių metų).

Nominalusis BVP – per tam tikrą laikotarpį šalyje pagamintos produkcijos vertė, apskaičiuojama pagal to laikotarpio kainas.

Nacionalinėse pajamų sąskaitose bendrasis vidaus produktas yra visuminės gamybos matas. Tai - vienas iš svarbiausių rodiklių, parodančių tam tikros teritorijos ekonomikos dydį (Blanchard 2007). Bendrasis vidaus produktas yra apskaičiuojamas 3 būdais:

1. Gamybos metodu.
2. Išlaidų apskaitos metodu.
3. Pajamų apskaitos metodu.

Remiantis gamybos metodu, BVP gali būti apibūdinamas kaip visų galutinių prekių ir paslaugų, pagamintų per metus, suma. Galutinis produktas – tai prekė ar paslauga, skirta vartojimui; ji neduodama kaip sąnaudos kitoms prekėms ar paslaugoms gaminti. Taikant gamybos metodą, į BVP įskaičiuojama:

- Galutinių prekių vertė (atėmus importuotų prekių ir žaliavų vertę), pagaminta analizuojamaisiais metais.
- Kai kurių prekių bei paslaugų, kurios kuriamos ir teikiamos vartotojui nemokamai, be jų pirkimo ir pardavimo, vertė.

Remiantis išlaidų apskaitos metodu, BVP nustatomas kaip galutinė įvairios paskirties prekių paklausa, t.y. kaip visų ekonomikos sektorių išlaidos. Šių išlaidų rūšys:

- namų ūkių vartojimo išlaidos - C^2 – tai vartotojų piniginių išlaidų galutinėms prekėms bei paslaugoms pirkti suma, kuri sudaro didžiausią paklausos dalį;
- investicijos - I^3 - yra vadinamos bendrojo pagrindinio kapitalo formavimu. Tai dviejų skirtingų komponentų suma, apimanti ne rezidentų investicijas - įmonių įsigytas naujas kapitalo formavimo prekes ir gyventojų investicijas;
- vyriausybės išlaidos - G^4 - tai centrinės ir vietinės valdžios institucijų išlaidos baigtinėms prekėms bei paslaugoms, taip pat darbo jėgai įsigyti ar naudoti;
- prekių ir paslaugų grynasis eksportas – šalies eksporto (prekių ir paslaugų, pagamintų šalyje, bet parduotų užsienyje) ir importo (prekių ir paslaugų, pagamintų užsienyje, bet nupirktų naudoti kitoje šalyje) skirtumas.

²C - angl. consumption

³I – angl. investment

⁴G - angl. government

Nagrinėjant atviros ekonomikos modelį, įvertinamos užsienio sektoriaus išlaidos – prekių ir paslaugų grynas eksportas, todėl susumavus visų keturių ekonomikos sektorių išlaidas atviros ekonomikos sąlygomis BVP apskaičiuojamas pagal formulę:

$$BVP = C + I + G + NX + IA. \quad (62)$$

Remiantis pajamų apskaitos metodu BVP apibrėžiamas kaip per tam tikrą laikotarpį ekonomikoje gautų pajamų suma. Nustatant jį sudedamos visos šalyje uždirbtos pajamos, kurias gauna gamybos veiksnių savininkai už savo paslaugas. BVP glaudžiai susijęs su grynosiomis vidaus pajamomis (GVPaj), o tai yra visos gamybos veiksnių pajamos šalyje per metus. Darbo ir kapitalo pajamos turi keturias sudedamąsias dalis:

- samdomųjų darbuotojų darbo užmokestis - W^5 - tai išmokos darbuotojams už jų darbo jėgos kaip gamybos veiksnio panaudojimą.
- nuomos pajamos - R^6 – tai žemės ar kito nekilnojamojo turto nuosavybės pajamos.
- palūkanos - i^7 – pajamos, gautos už paskolintus pinigus; tai pinigų skolinimosi kaina.
- pelnas - Π^8 – tai įvairių tipų firmų (individualių, partnerinių įmonių ar akcinių bendrovių) grynosios pajamos, liekančios padengus gamybos kaštus.

Taigi, BVP apskaičiuojant pajamų metodu, rinkos kainomis yra per metus gautų darbo užmokesčio, palūkanų, rentos, pelno, nusidėvėjimo (amortizacijos) bei netiesioginių mokesčių suma, .t.y.:

$$BVP = W + R + i + \Pi. \quad (63)$$

1.4.2. Bendrojo vidaus produkto defliatorius

BVP defliatorius (BVP kainų indeksas) – tai rodiklis, parodantis vidutinišką visų šalies prekių ir paslaugų kainų kitimą. Jis skaičiuojamas pagal formulę:

$$BVP_{defl} = \frac{NBVP}{RBVP}. \quad (64)$$

Naudojant defliatorių, galima atskirų metų NBVP perskaičiuoti į RBVP ir tarpusavyje palyginti:

$$RBVP = \frac{NBVP}{BVP_{defl}}. \quad (65)$$

⁵W - angl. wages

⁶R – angl. rent income

⁷i – angl. interest

⁸Π– angl. profit

BVP defliatorius rodo visų šalyje gaminamų prekių ir paslaugų kainų pokytį, įvertina tik tai šalyje pagamintų prekių ir paslaugų kainas. Nustatant BVP defliatorių, prekių ir paslaugų rinkinys keičiasi priklausomai nuo BVP sudėties. (Maciekus 2011).

BVP defliatorius rodo infliacijos tempus. Infliacija – besitęsiantis, nuolatinis bendro kainų lygio kilimas arba piniginio vieneto perkamumo pajėgumo nuolatinis mažėjimas.

1.4.3. Prekių ir paslaugų eksportas

Eksportas – įstatymais reglamentuotas prekių ir paslaugų išvežimas iš vienos valstybės į kitą, dažniausiai jas ir parduodant. Eksportas yra svarbi tarptautinės prekybos dalis. Eksporto prekės ir paslaugos paprastai tiekiamos valstybės (vietinių) gamintojų/tiekėjų, o galutinis jų vartotojas yra užsienio valstybės gyventojai ar organizacijos. Prekybinis eksportas paprastai reglamentuojamas eksportuojančios valstybės ir valstybės gavėjos muito įstatymų.

Lietuvos statistikos departamentas apibrėžia eksportą kaip prekių išvežimą iš Lietuvos Respublikos statistinės teritorijos į ne ES šalį. Eksportuojamų prekių vertė – tai vertė, į kurią įskaitomos Lietuvos Respublikos teritorijoje patirtos išlaidos, susijusios su prekių gabenimu ir draudimu, tuo tarpu muito, pridėtinės vertės, akcizo ar kitokie mokesčiai į prekių statistinę vertę neįskaičiuojami. Nuo 1995 metų oficiali užsienio prekybos statistikos informacija Lietuvoje rengiama remiantis muitinėms pateikiamų krovinių deklaracijų duomenimis. Muitinių deklaracijose atsispindi prekių eksportas vertine ir kiekiu išraiška. Ryšys tarp prekių vertės, kiekio ir kainos išreiškiamas santykiu:

$$V = P \cdot Q. \quad (66)$$

Čia V – vertė, P – kaina, Q – kiekis.

Baltijos šalių bendrojo vidaus produkto augimui didelę įtaką daro eksporto plėtra. Eksporto ir BVP sąryšiai nagrinėjami R. Rudzkio ir V. Kvedaro darbe „Lietuvos eksporto tendencijos ir ekonometriniai modeliai“. Modeliuojant Lietuvos bendrąjį vidaus produktą svarbu atsižvelgti į ryšius tarp eksporto ir bendrojo vidaus produkto bei jo sudedamųjų dalių (Rudzkis et al. 2005). Atviroms nedidelėms ekonomikoms, tokioms, kaip Baltijos šalių, didelę reikšmę turi užsienio prekybos, ypač eksporto plėtra, kadangi maža ekonomika neturi pakankamai išteklių gaminti platų asortimentą, kad galėtų patenkinti vartojimo bei investicijų poreikius šalies viduje (Rudzkis et al. 2005), o norėdama įsivežti norimos produkcijos turi turėti, ką pasiūlyti užsienio rinkoms. Taip pat teigiama, kad eksportas mažoms ekonomikoms, tokioms kaip Lietuva, yra pagrindinis užsienio valiutos šaltinis, kas labai svarbu, kadangi Lietuvoje beveik visos žaliavos ir investicinės prekės yra importuojamos.

1.4.4. Prekių ir paslaugų importas

Importas – užsienio valstybės prekių, paslaugų ar kitų objektų, dažniausiai skirtų prekybai, įstatymiškas įvežimas į valstybę. Importinių prekių galutinis vartotojas yra valstybės, į kurią importuojama, gyventojai ir organizacijos, o pardavėjas – užsienio valstybių gamintojai, tiekėjai. Prekybinis importas paprastai reglamentuojamas įvairiais muito įstatymais.

Importuojamos prekės į šalį yra dėl:

- priežasties, jog nė viena šalis negali pasigaminti visų reikmenų ar paslaugų reikalingų įvairiems gyventojų poreikiams tenkinti;
- specializacijos, kadangi kai kurias prekes ar paslaugas pirkti iš kaimyninių valstybių gali atsieiti pigiau nei jas gaminti šalies viduje;
- nevienodo įvairių gamybos veiksnių bei išteklių pasiskirstymo šalyse. Kiekviena pasaulio šalis dėl skirtingos geografinės padėties, klimato, istorijos ir tradicijų pasižymi skirtingais ištekliais ir gaminamų produktų struktūra bei kokybe. Dėl šių natūralių skirtumų vienos valstybės negali pasigaminti reikiamų prekių ar paslaugų;
- skonio skirtumo ir atsižvelgimo į jį, gaminant įvairias prekes bei teikiant paslaugas, skatina atskirų šalių įmones vykdyti tarptautinę prekybą. Tokiu būdu tarpusavyje prekiaujančios šalys gali patenkinti daugiau ir įvairesnių poreikių.

Pasaulinis ūkis patiria naudą, kai vyksta mainai tarp atskirų valstybių. Tačiau užsienio prekybos teikiami privalumai gali pavirsti trūkumais, o tuomet patiriama ir žala. Neribojant importo jis gali išaugti ir viršyti eksportą, tuomet prekybos balansas tampa neigiamas. Tai veikia šalies balansą ir išryškėja importo pasekmės:

- Didėjantis importas mažina valstybėje gaminamų prekių pirkimą; tai atsitinka dėl to, kad importuojamos prekės mažesnėmis kainomis nei Lietuvoje pagamintų prekių kainos užkariauja prekių rinką ir vartotojai renkasi pigesnę variantą.
- Dėl importo iš šalies išplaukia daug pinigų; perkant prekes iš kitų valstybių, šalies pinigai atitenka kitai valstybei (Wonnacott et al. 1994).
- Esant didesniai importui nei eksportui mažėja BVP. Vykdam užsienio prekybą atviroji ekonomikos sistema susideda iš 4 sektorių BVP apskaičiuojant išlaidų būdu: namų ūkio vartojimo išlaidų, investicijų, vyriausybės išlaidų bei grynojo eksporto (NX). $NX = X - Z$, kur X – eksportas, Z – importas. Taigi importui (Z) viršijant eksportą (X), grynas eksportas (NX) tampa neigiamas, tai jį reikia minusuoti iš BVP lygties, atitinkamai tai mažina BVP.

- Didėjantis importas mažina šalies gamintojų prekių paklausą, gamintojai patiria nuostolius;
- Didėjantis importas didina nedarbą šalyje, kadangi prekės įvežamos iš kitų užsienio valstybių, o ne gaminamos Lietuvoje, todėl nėra poreikio įkurti naujų gamybos įmonių ir įsteigti naujų darbo vietų (Wonnacott et al. 1994) .

1.4.5. Galutinio vartojimo išlaidos

Galutinio vartojimo išlaidos – tai namų ūkių, ne pelno institucijų, valdžios sektoriaus bendra išlaidų suma įsigyti prekėms ir paslaugoms, individualiai ir kolektyviai vartoti. Namų ūkių išlaidos sudaro tris ketvirtadalius visų galutinio vartojimo išlaidų. Vartojimas yra svarbus ekonominis procesas, kadangi jis sudaro didžiausią dalį šalies bendrojo vidaus produkto.

Vartojimas yra toks procesas, kai vartotojai perka prekes ir paslaugas. Vartojimas – didžiausia paklausos sudėtinė dalis. Ekonomikoje – tai santykis tarp prekių bei paslaugų kainų kiekio, kurį vartotojas nori ir gali įsigyti per laikotarpį, su sąlyga, kad nesikeičia kiti rinkos elementai (ceteris paribus). Kainos ir vartojimo santykį nurodo vartojimo kreivė.

Egzistuoja tokie ekonominiai – socialiniai veiksniai, kurie turi nemažą įtaką vartojimui. Tai:

- rinkos veiksniai:
 - pajamų dydis;
 - produkto kaina: substituto kaina, komplementinių produktų kaina, tikėtinos ateities kainos, išankstinis apsirūpinimas produktais ko nors tikintis.
- ne rinkos veiksniai:
 - vartotojų preferencijos: vartotojų kiekis, pripratimas ir mėgdžiojimas, mada;
 - demografiniai veiksniai: žmonių kiekis, vartotojų amžiaus struktūra, vartotojų struktūra, civilinė būklė, išsimokslinimo lygis, žinojimas, geografinės sąlygos, klimatinės sąlygos, metų laikas, galimybių lygis, ūkinė situacija, politinė situacija.

1.4.6. Investicijos. Bendrojo pagrindinio kapitalo formavimas

Investicijos apima ir išlaidas naujoms investicinėms prekėms, vadinamos bendruoju pagrindinio kapitalo formavimu, ir firmų atsargų pokytį, kurios vadinamos investicijomis į atsargas. Bendrasis pagrindinio kapitalo formavimas, savo ruožtu, turi keturias pagrindines sudėtines dalis:

- pastatai, kurios yra investicijos į būstą ir yra išlaidos naujų namų ir butų statybai (namai ir butai yra laikomi kapitalu, kadangi jie teikia paslaugą (stogą virš galvos) ilgą laikotarpį);

- kiti nauji pastatai, kurie yra dalis verslo investicijų ir yra išlaidos statiniams (gamyklos, sandėliai ir biurų pastatai);
- įrengimai ir mašinos;
- kitos investicijos, o tai daugiausiai išlaidos transporto priemonėms – automobiliams, laivams ir lėktuvams.

Šiame darbe investicijomis laikysime pagrindinio kapitalo formavimą.

1.4.7. Užimtieji gyventojai

Užimtieji gyventojai – 15 metų ir vyresni asmenys, dirbantys bet kokią darbą, gaunantys už jį darbo užmokestį pinigais ar natūra arba turintys pajamų ar pelno: tai samdomieji darbuotojai, savarankiškai dirbantys asmenys, padedantys šeimos nariai.

Užimtumas – darbinė žmonių veikla, kuriant materialines vertybes ir teikiant paslaugas, siekiant patenkinti asmeninius ir visuomeninius poreikius, duodanti jiems uždarbį. Darbas – pirmoji ir svarbiausioji žmogaus egzistavimo ir jo tobulėjimo sąlyga. Jo netekimas – pragyvenimo šaltinio netekimas. Tuo tarpu užimtumas yra ne tik veikla, bet ir ekonominiai bei teisiniai santykiai tarp žmonių.

Užimtiesiems priskiriami visi asmenys, kurie:

- užimti pagal darbo sutartį;
- užimti savo įmonėje;
- mokiniai gamyboje, gaunantys atlyginimą;
- studentai, namų šeimininkės ir kt. asmenys, kurie apskaitos metu dirbo nors vieną valandą;
- kariškiai.

1.4.8. Egzogeniniai kintamieji

Tiesioginės užsienio investicijos – tarptautinių investicijų kategorija, apimanti ilgalaikius ekonominius finansinius santykius ir interesus tarp investuotojo ne rezidento (tiesioginio užsienio investuotojo) ir rezidento įmonės (tiesioginio investavimo įmonės) arba tarp investuotojo rezidento ir nerezidento įmonės. Tiesioginių investicijų santykiai atsiranda (fiksuojami), kai investuotojas ne rezidentas investuoja Lietuvos įmonėje ir tai jam suteikia teisę daryti lemiamą arba reikšmingą poveikį šios įmonės veiklai. Analogiškai santykiai atsiranda, kai Lietuvos investuotojas (rezidentas) investuoja užsienio įmonėje.

Tiesioginių užsienio investicijų kategorijai priskiriamos tokios tarptautinės investicijos, kurios vienam investuotojui ne rezidentui (juridiniam ar fiziniam asmeniui) arba investuotojų ne rezidentų grupei suteikia 10 ir daugiau procentų balso teisių. Mažesnė nei 10 procentų balso teisių užsienio investicija yra laikoma ne tiesiogine, o portfeline investicija. Lemiamas poveikis įmonei atsiranda, kai užsienio investuotojas turi 50 ir daugiau procentų balso teisių, o reikšmingas – kai užsienio investuotojas turi nuo 10 iki 50 procentų balso teisių. Tiesioginėms užsienio investicijoms priskiriamas ne tik pirminis kapitalo investavimas, bet ir visi vėlesni sandoriai tarp tiesioginio investuotojo ir tiesioginio investavimo įmonės, tarp tiesioginio investavimo įmonės ir skirtingose užsienio šalyse esančių susietų įmonių, tarp Lietuvoje ir užsienyje esančių susietų įmonių (Blynaitė 2011).

Tiesioginės užsienio investicijos (TUI) turi didelę reikšmę ekonomikos globalizacijos procesui, kaip vienas iš tarptautinių ekonominių santykių ir jų plėtojimosi elementų.

R. Brenkevičiūtė, atlikusi tiesioginių užsienio investicijų poveikio BVP analizę tokiose šalyse kaip Lietuva, Čekija, Estija, Latvija, Lenkija, Slovakija, Slovėnija, Vengrija, Rumunija ir Bulgarija, priėjo išvadą, kad egzistuoja teigiamas TUI ir ekonomikos augimo ryšys. Nagrinėti veiksniai (BVP ir TUI) tirtose valstybėse koreliuoja teigiamai. Stipriausia priklausomybė yra Bulgarijoje, Rumunijoje ir Latvijoje. Tai leidžia teigti, kad valstybės yra besivystančios ekonomikos būsenos.

Pastebėta, kad kuo didesnis koreliacijos koeficientas, tuo vidutinis BVP vienam gyventojui nagrinėjamose šalyse yra mažesnis. Aukštus koreliacijos koeficientus lėmė spartus TUI srauto analizuojamu laikotarpiu didėjimas (Brenkevičiūtė 2010).

EURIBOR – tai vidutinė tarpbankinių palūkanų norma, kuriomis bankai pageidauja (pasiruošę) paskolinti lėšų eurai kitiems bankams. Euribor palūkanų norma skaičiuojama iš visų bankų pasiūlymų atmetus 15% procentų didžiausių, bei 15% procentų mažiausių pasiūlymų. Euribor tarpbankinėje paskolų rinkoje dalyvauja apie 50 bankų.

EU 15 importas apima Europos Sąjungos šalių – Austrijos, Belgijos, Danijos, Suomijos, Prancūzijos, Vokietijos, Graikijos, Airijos, Italijos, Liuksemburgo, Olandijos, Portugalijos, Ispanijos, Švedijos ir Jungtinės Karalystės prekių ir paslaugų importą.

Europos Sąjungos infliacija – visų Europos Sąjungos šalių vidutinė metinė infliacija, apskaičiuota remiantis suderintu vartotojų kainų indeksu.

Rusijos importas apima prekių ir paslaugų importą, remiantis Rusijos muitinės departamento duomenimis. Apskaičiuota išvertus dolerius į eurus pagal Eurostato pateiktą vidutinį valiutų konvertavimo kursą.

2. TIRIAMOJI DALIS

Šiame skyriuje bus atlikta nagrinėjamų makroekonomikos rodiklių pirminė statistinė analizė – pateiktos pagrindinės duomenų charakteristikos, išskirti trendai, išnagrinėtos pagrindinės šių kintamųjų savybės ir tarpusavio sąryšiai, atlikta koreliacijos analizė bei Grangerio priežastingumo testavimas. Siekiant nustatyti ilgalaikius ryšius tarp kintamųjų (kointegravimą) bus taikomi regresinės analizės metodai remiantis Engle ir Grangerio pasiūlyta procedūra. Baltijos šalių BVP prognozei bus sudaromas VECM modelis.

2.1. Pirminė statistinė duomenų analizė

Šiame tiriamajame darbe yra nagrinėjami ketvirčio neturintys sezono įtakos Baltijos šalių duomenys. Endogeniniai kintamieji yra BVP (mln. eurų), BVP defliatorius, galutinio vartojimo išlaidos, prekių ir paslaugų importas (mln. eurų) ir eksportas (mln. eurų), bendrojo kapitalo formavimo investicijos (mln. eurų), užimtųjų skaičius (tūkst.). Egzogeniniai kintamieji – EURIBOR palūkanų norma, ES šalių nominalusis importas (ES 15 šalių narių importas mln. eurų), Rusijos nominalusis importas (mln. eurų), ES šalių vidutinė metinė infliacija, tiesioginės užsienio šalių investicijos (mln. eurų). Duomenų eilutės ilgis nuo 2000 metų I ketvirčio iki 2011 metų III ketvirčio. Duomenys paimti iš Eurostato, Lietuvos centrinio banko, Latvijos centrinio banko, Estijos centrinio banko, Lietuvos statistikos departamento, centrinio Latvijos statistikos biuro, Estijos statistikos bei Rusijos federalinės valstybinės statistikos tarnybos duomenų bazių.

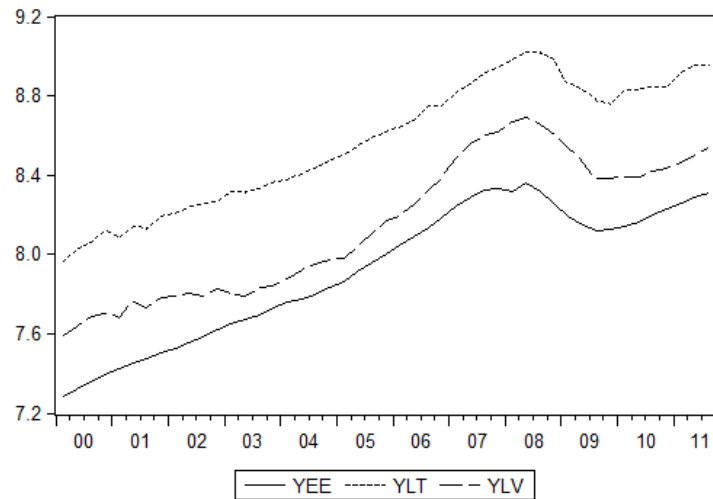
Kadangi makroekonomikoje dažniau pasitaiko multiplikatyvūs ryšiai tarp kintamųjų, tyrime bus naudojami logaritmuoti duomenys, siekiant nuo multiplikatyvių ryšių pereiti prie adityvių.

2.1.1. Trendų nustatymas

Nagrinėjant Baltijos šalių BVP, verta pastebėti, kad šiose trijose rinkose vyrauja panašios tendencijos. Nuo 2000 metų I ketvirčio iki 2008 metų II ketvirčio Baltijos šalyse pastebime nominaliojo BVP augimą. Šių šalių ekonomikos sparčiai vystėsi iki 2008 metų finansinės krizės. Prasidėjus finansinei krizei, nuo 2008 III ketvirčio iki 2009 metų pabaigos pastebimas ženklus BVP smukimas. BVP 2009 metais grįžo į 2006 metų lygį. Nuo 2010 metų pradžios visos trijų šalių ekonomikos pradėjo pamažu atsigauti. Nors BVP negrįžo į prieš krizinį lygį, pastebimas BVP augimas.

Pagal vertę didžiausias nominalusis BVP yra Lietuvoje, mažiausias – Estijoje. Tačiau Estijoje BVP svyravimai yra mažiausi, daugiausiai BVP svyruoja Latvijoje.

Pažymėję YLT – Lietuvos, YLV – Latvijos, YEE – Estijos BVP, vyraujančias ekonomikose tendencijas, pavaizduosime grafiškai:



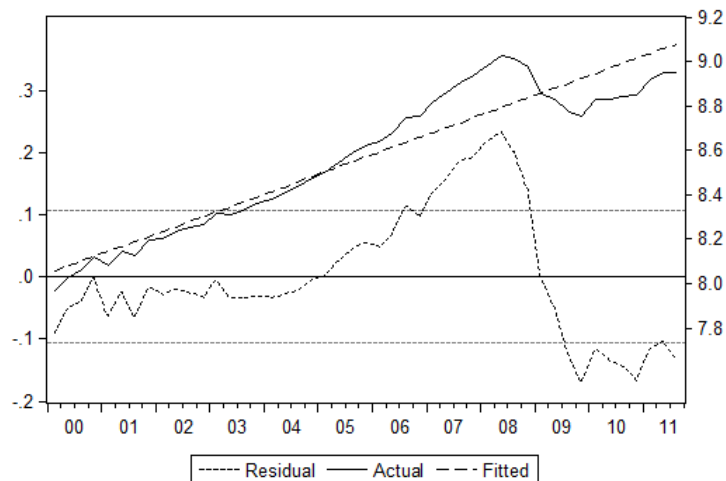
1 pav. Baltijos šalių BVP

Lietuvos BVP atveju, išskyre tiesinį trendą, gauname:

$$YLT = 8.055273 + 0.022241 \cdot t. \quad (67)$$

(0.030594) (0.001146)

Šiuo atveju $R^2 \approx 0.89$, vadinasi modelis su tiesiniu trendu aprašo 89 % Lietuvos BVP dispersijos kintamumo. Tačiau pavaizdavę grafiškai, matome, kad prieš kriziniu staigaus augimo laikotarpiu nuo 2006 II ketvirčio bei finansinės krizės metu nuokrypiai nuo tiesinio trendo yra labai ženklūs:



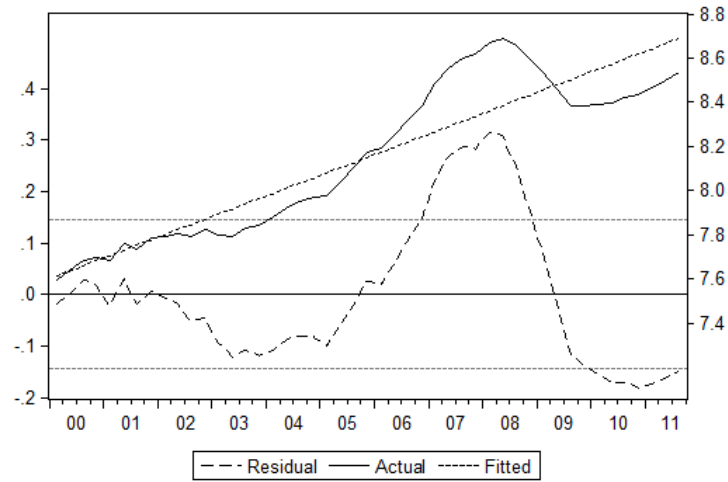
2 pav. Lietuvos BVP su išskirtu tiesiniu trendu

Analogiškai išskyre tiesinį trendą Latvijos BVP, gauname:

$$YLV = 7.611397 + 0.023355 \cdot t. \quad (68)$$

(0.041557) (0.001556)

Šio modelio $R^2 \approx 0.83$. Tačiau nuokrypių nuo tiesinio trendo, kaip ir Lietuvos atveju, prieš kriziniu laikotarpiu bei krizės metu yra gana dideli:

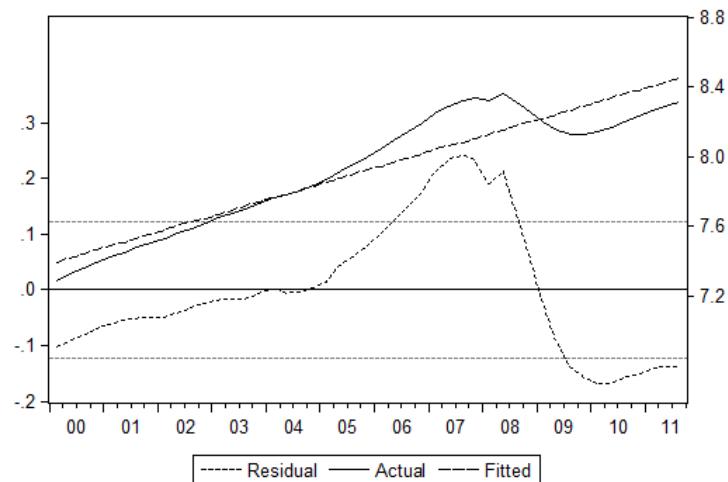


3 pav. Latvijos BVP su išskirtu tiesiniu trendu

Estijos atveju išskirę tiesinį trendą, gauname:

$$YEE = \underset{(0.035204)}{7.391294} + \underset{(0.001318)}{0.022967} \cdot t. \quad (69)$$

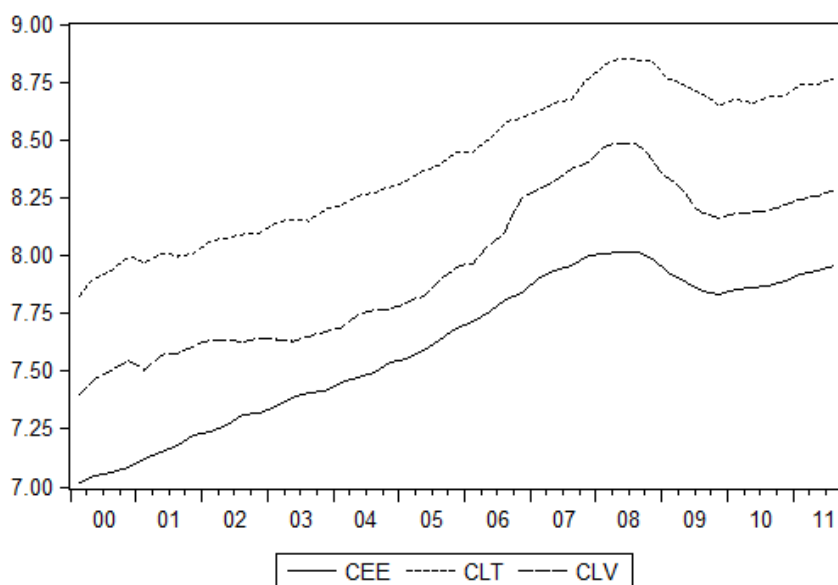
Gauto modelio su tiesiniu trendu $R^2 \approx 0.87$. Tačiau panašiai, kaip ir Lietuvos bei Latvijos atvejais, BVP nuokrypių nuo tiesinio trendo prieš kriziniu laikotarpiu bei krizės laikotarpiu yra reikšmingi:



4 pav. Estijos BVP su išskirtu tiesiniu trendu

Verta pastebėti, kad visų trijų Baltijos šalių BVP tiesiniai trendai gana gerai atspindi duomenų sklaidą, kadangi $R^2 > 0.8$. Tačiau spartaus augimo laikotarpiu nuo 2006 metų II ketvirčio iki 2008 metų II ketvirčio bei krizės metu – nuo 2008 metų II ketvirčio iki 2009 metų pabaigos nuokrypia nuo tiesinio trendo ženklūs. Geriausiai tiesinis trendas tinka Lietuvos atveju, prasčiausiai – Latvijos.

Toliau nagrinėkime galutinio vartojimo duomenis. Pažymėję CLT – Lietuvos, CLV – Latvijos, CEE – Estijos galutinio vartojimo išlaidas, pavaizduosime grafiškai:



5 pav. Baltijos šalių galutinio vartojimo išlaidos

Iš grafiko matome, kad visų trijų šalių galutinio vartojimo išlaidos turi panašias tendencijas kaip ir BVP – iki 2008 vartojimo išlaidos sparčiai augo, o ekonominio nuosmukio metu staigiai mažėjo. Nuo 2010 vartojimo išlaidos vėl pamažu pradėjo augti.

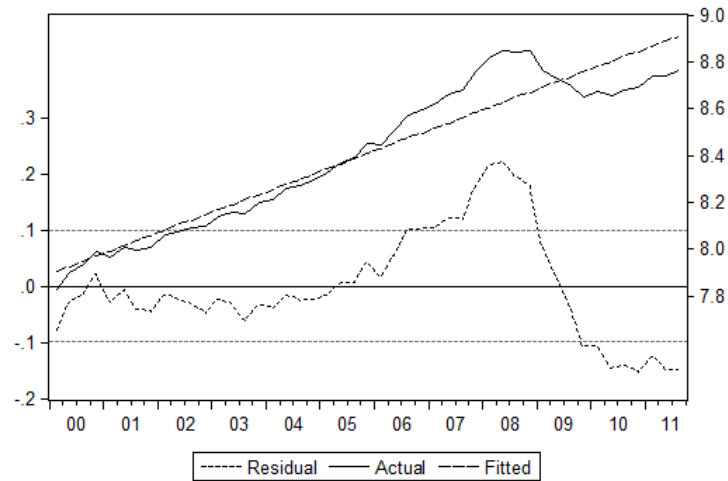
Išskyrę tiesinį trendą Lietuvos galutinio vartojimo išlaidoms, gauname:

$$CLT = 7.903715 + 0.021863 \cdot t. \quad (70)$$

(0.028447) (0.001065)

Tokio modelio $R^2 \approx 0.90$, vadinasi tiesinis trendas gana tiksliai išreiškia kitimo tendencijas.

Pavaizdavę grafiškai, matome, kad analogiškai kaip ir BVP atveju, nuokrypia nuo tiesinio trendo yra didžiausi spartaus augimo bei kriziniu laikotarpiais:



6 pav. Lietuvos galutinio vartojimo išlaidos su išskirtu tiesiniu trendu

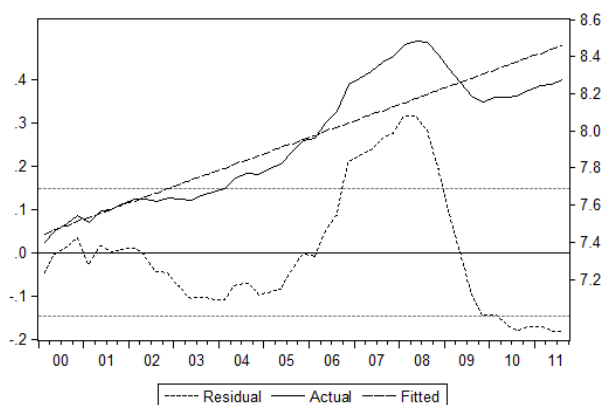
Atlikę analogišką tiesinio trendo išskirimą Latvijos ir Estijos duomenims gauname:

$$CLV = \begin{matrix} 7.445364 \\ (0.042076) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.022022 \cdot t. \\ (0.001576) \end{matrix} \quad (71)$$

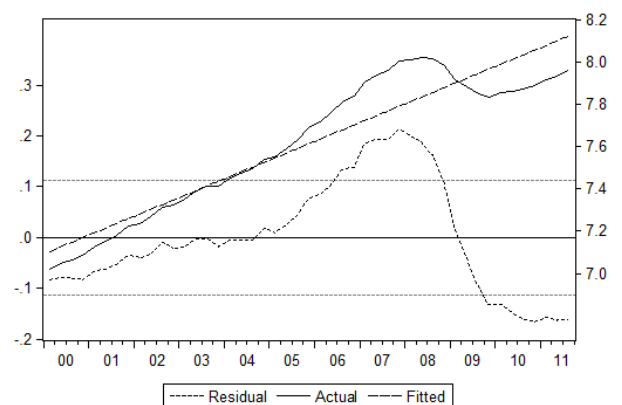
Šio modelio $R^2 \approx 0.81$. Tai reiškia, kad modelis paaiškina 81 % galutinio vartojimo kitimo. Estijos atveju $R^2 \approx 0.88$, o gauta lygtis:

$$CEE = \begin{matrix} 7.102935 \\ (0.032337) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.022084 \cdot t. \\ (0.001211) \end{matrix} \quad (72)$$

Pavaizdavę grafiškai, matome, kad galutinių vartojimo išlaidų nuokrypiai nuo tiesinio trendo tiek Latvijoje tiek Estijoje yra didesni nei Lietuvoje:



7 pav. Latvijos galutinio vartojimo išlaidos su išskirtu tiesiniu trendu

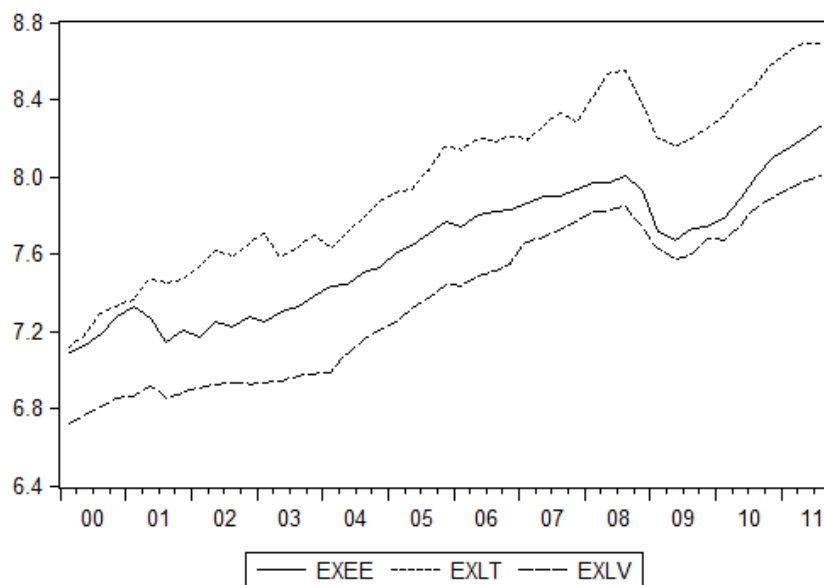


8 pav. Estijos galutinio vartojimo išlaidos su išskirtu tiesiniu trendu

Darome išvadą, kad tiesinio trendo modelis neblogai aprašo visų trijų šalių galutinio vartojimo išlaidas, kadangi visais atvejais $R^2 > 0.8$. Geriausiai modelis tinka Lietuvos duomenims, mažiau – Latvijos. Galutinio vartojimo išlaidų kitimo tendencijos labai panašios į BVP kitimo tendencijas.

Toliau nagrinėjame Eksporto kitimo tendencijas. Eksporto tendencijos Baltijos šalyse irgi buvo panašios, iki 2008 metų II ketvirčio didėjančios, krizės metu eksportas smuko, tačiau jau nuo 2010 metų atsistatė į prieš krizinį lygį ir iki 2011 metų pabaigos turėjo augančią tendenciją.

Pažymėję EXLT – Lietuvos, EXLV – Latvijos, EXEE – Estijos prekių ir paslaugų eksportą, pavaizduosime grafiškai:



9 pav. Baltijos šalių prekių ir paslaugų eksportas

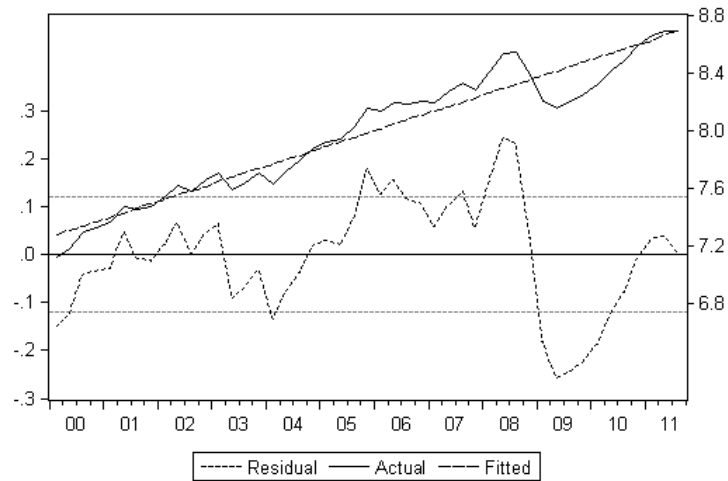
Verta pastebėti, kad eksportas Estijoje viršijo Latvijos eksportą, o Lietuva eksportavo daugiausiai. Kadangi eksportas iš esmės svyruodamas didėjo, manoma, kad jį gerai aprašys tiesinis trendas. Visų pirma, sudarome modelį Lietuvai ir gauname:

$$EXLT = 7.270178 + 0.030777 \cdot t. \quad (73)$$

(0.034114) (0.001278)

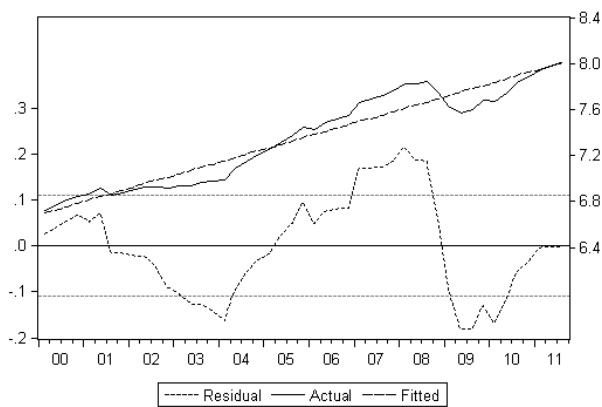
Tiesinio trendo modelis gana gerai aprašo duomenis, tą rodo $R^2 \approx 0.93$, kas reiškia kad tiesinis trendas paaiškina 93 % Lietuvos eksporto kintamumo.

Gautą rezultatą pavaizdavę grafiškai, matome, kad tiesinis trendas gana neblogai aprašo duomenis, o liekanos primena stacionarų procesą:

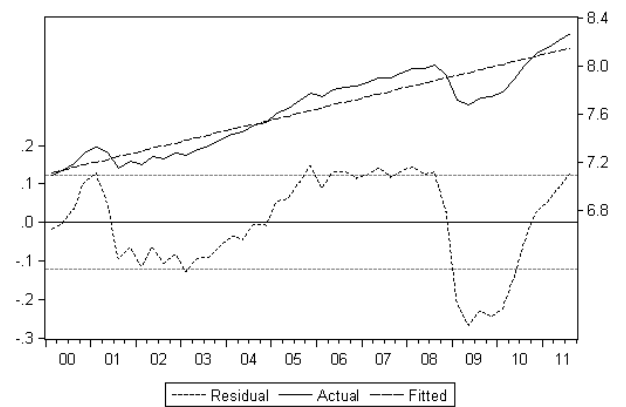


10 pav. Lietuvos eksportas su išskirtu tiesiniu trendu

Analogiškai išskyre tiesinį trendą Latvijos ir Estijos eksporto duomenims, gauname:



11 pav. Latvijos eksportas su išskirtu tiesiniu trendu



12 pav. Estijos eksportas su išskirtu tiesiniu trendu

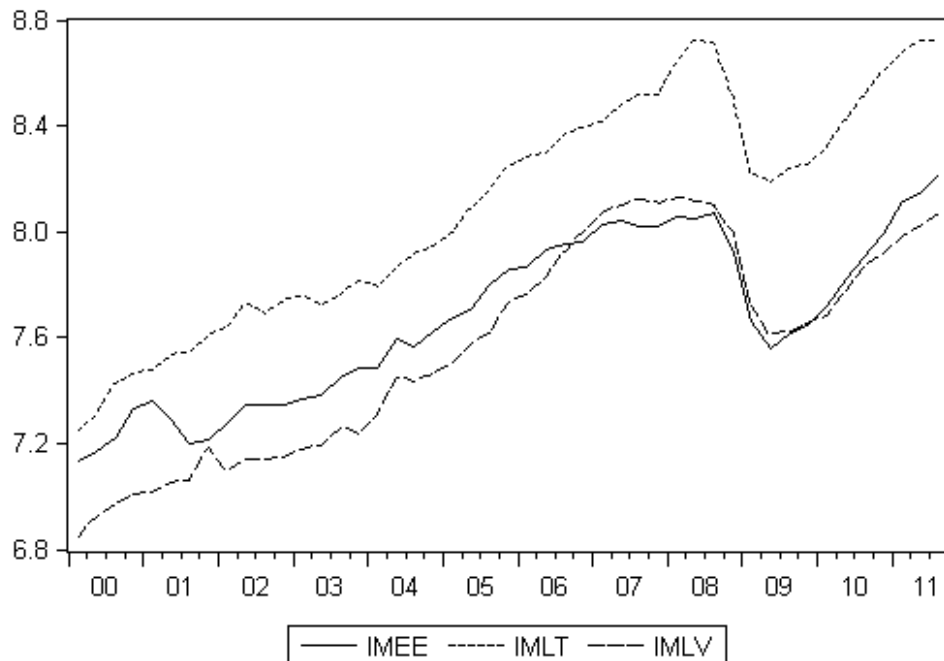
$$EXLV = \begin{matrix} 6.697520 \\ (0.031532) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.028446 \cdot t. \\ (0.001181) \end{matrix} \quad (74)$$

Latvijos eksporto modelio su tiesiniu trendu $R^2 \approx 0.93$, vadinasi tokiu būdu aprašome duomenis gerai, taip pat kaip ir Lietuvos atveju.

$$EXEE = \begin{matrix} 7.106344 \\ (0.034812) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.022533 \cdot t. \\ (0.001304) \end{matrix} \quad (75)$$

Kiek mažiau tikslus modelis su tiesiniu trendu Estijos atveju, kadangi $R^2 \approx 0.87$.

Toliau nagrinėkime prekių ir paslaugų importą. Pažymėję IMLT – Lietuvos, IMLV – Latvijos, IMEE – Estijos prekių ir paslaugų importą, pavaizduosime grafiškai:



13 pav. Baltijos šalių prekių ir paslaugų importas

Iš grafiko matome, kad iš esmės importas turėjo didėjančią tendenciją, išskyrus krizės laikotarpį, kai Baltijos šalių importas staigiai smuko. Lietuva tarp visų Baltijos šalių, importuoja daugiausiai, o Latvija ir Estija apytiksliai tiek pat. Nuo 2000 metų I ketvirčio iki 2006 metų II ketvirčio Estijos importas viršijo Latvijos importą, nuo 2006 III ketvirčio iki 2010 metų I ketvirčio Latvijos importas buvo didesnis už Estijos. Tačiau nuo 2010 metų pradžios Estijos importas vėl aplenkęs Latvijos importą.

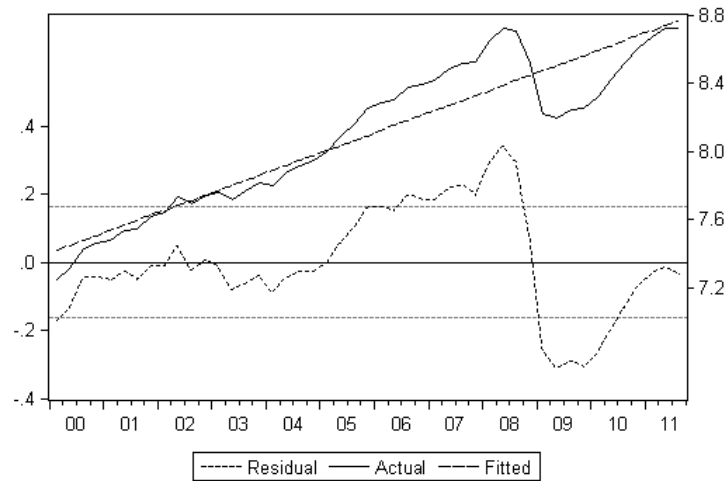
Norėdami aprašyti kitimo tendencijas, pasinaudosime tiesinio trendo modeliu. Lietuvai pastarasis atrodo taip:

$$IMLT = 7.416307 + 0.029320 \cdot t. \quad (76)$$

(0.046418) (0.001738)

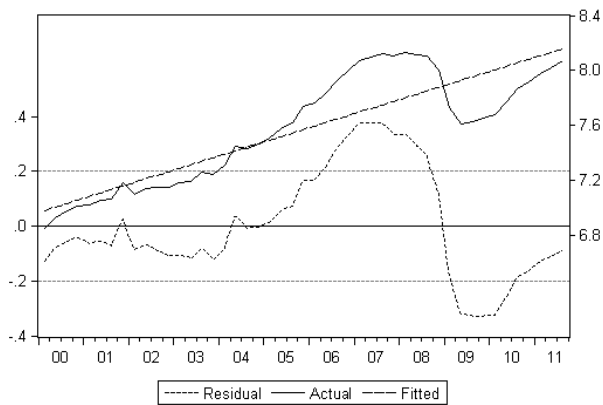
Modelio su tiesiniu trendu $R^2 \approx 0.86$, vadinasi modelis gana tiksliai aprašo duomenis.

Pavaizduokime grafiškai importo duomenis su išskirtu tiesiniu trendu. Iš grafiko matome, kad tiesinis trendas yra tinkamas aprašant šių duomenų kitimo tendencijas:

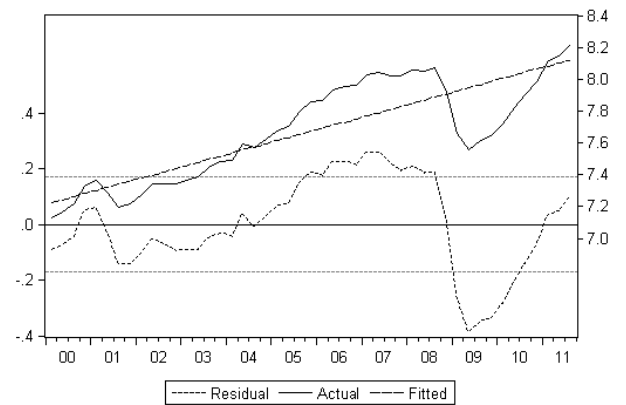


14 pav. Lietuvos importas su išskirtu tiesiniu trendu

Analogiškai išskirkime tiesinį trendą Latvijos ir Estijos duomenims. Gauname:



15 pav. Latvijos importas su išskirtu tiesiniu trendu



16 pav. Estijos importas su išskirtu tiesiniu trendu

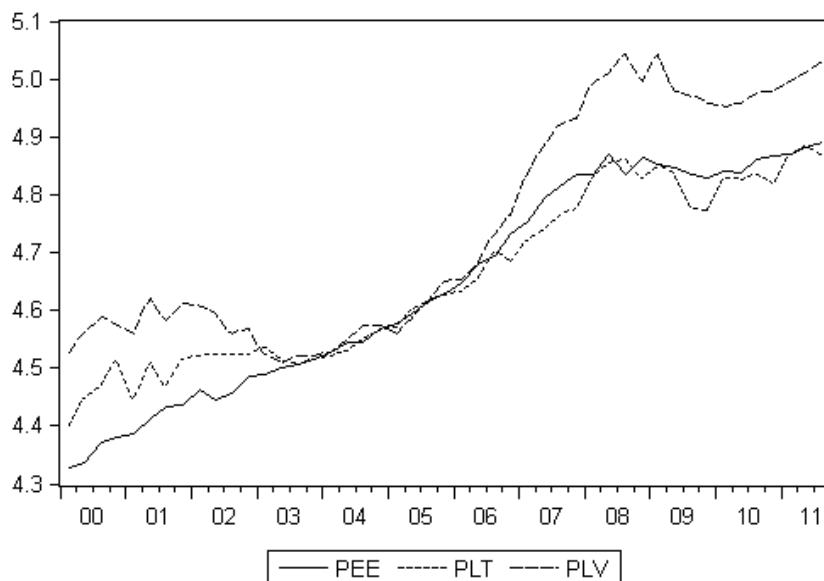
$$IMLV = \underset{(0.058342)}{6.977687} + \underset{(0.002185)}{0.025679} \cdot t. \quad (77)$$

Latvijos atveju $R^2 \approx 0.75$, vadinasi modelis su tiesiniu trendu tinkamas, tačiau mažiau tikslus negu Lietuvos atveju.

$$IMEE = \underset{(0.048834)}{7.222050} + \underset{(0.001829)}{0.019513} \cdot t. \quad (78)$$

Mažiausiai tikslus modelis su tiesiniu trendu Estijos atveju, kadangi $R^2 \approx 0.71$.

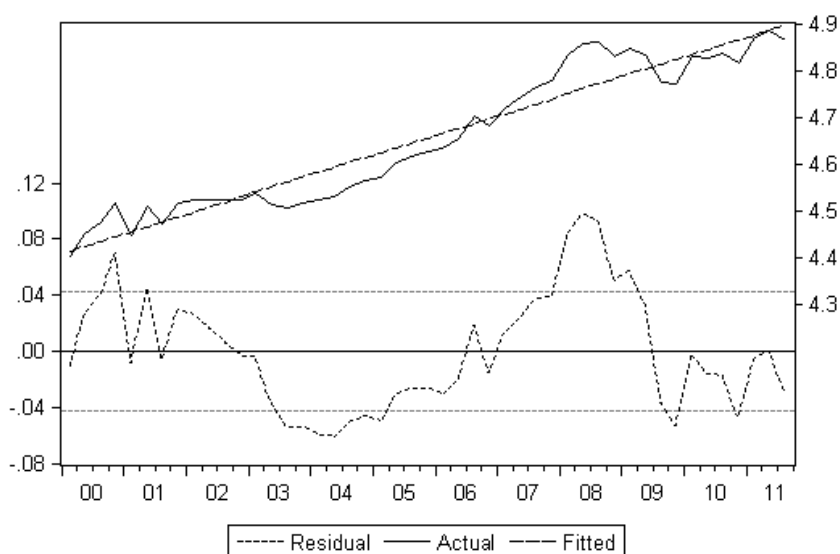
Toliau nagrinėkime infliacijos matą – BVP defliatorių. Pažymėję PLT – Lietuvos, PLV – Latvijos, PEE – Estijos BVP defliatorių, kitimo tendencijas pavaizduokime grafiškai:



17 pav. Baltijos šalių BVP defliatorius

Matome, kad Latvijos BVP defliatoriaus reikšmė buvo didžiausią, o Lietuvos ir Estijos turėjo panašias kitimo tendencijas.

Išskirkime tiesinį trendą Lietuvos duomenims, gauname:

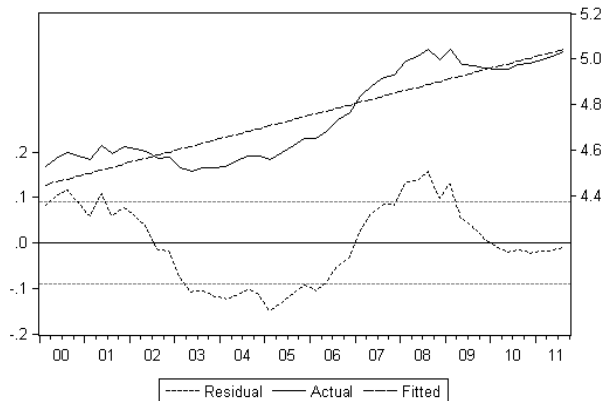


18 pav. Lietuvos BVP defliatorius su išskirtu tiesiniu trendu

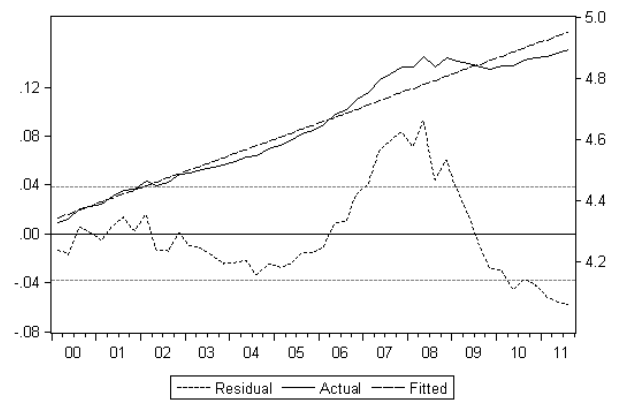
Matome, kad Lietuvos atveju tiesinis trendas yra tinkamas kitimo tendencijai aprašyti. Gauto modelio su tiesiniu trendu $R^2 \approx 0.92$:

$$PLT = \begin{matrix} 4.412143 \\ (0.048834) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.012180 \cdot t. \\ (0.000456) \end{matrix} \quad (79)$$

Analogiškai išskyre tiesinį trendą Latvijos ir Estijos BVP defliatoriaus duomenims, gauname:



19 pav. Latvijos BVP defliatorius su išskirtu tiesiniu trendu



20 pav. Estijos BVP defliatorius su išskirtu tiesiniu trendu

Iš grafiko matome, jog Estijos duomenis tiesinis trendas aprašo puikiai. Gauto tiesinio trendo modelio $R^2 \approx 0.95$:

$$PEE = \begin{matrix} 4.412143 \\ (0.048834) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.012180 \cdot t. \\ (0.000456) \end{matrix} \quad (80)$$

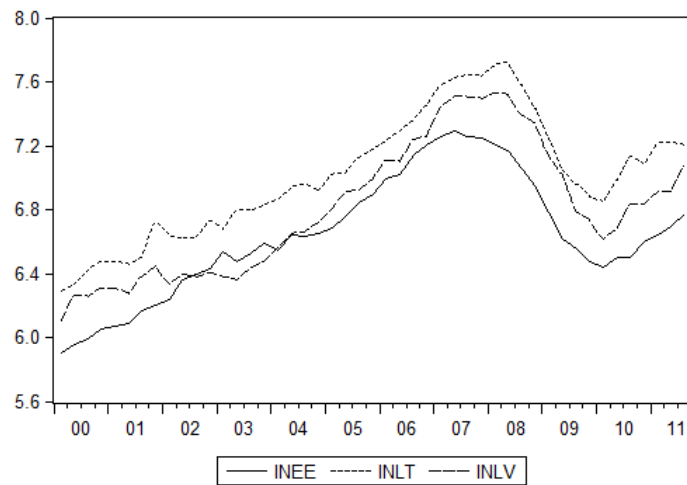
Kiek blogiau tiesinio trendo modelis tinka aprašant Latvijos BVP defliatoriaus duomenis. Šio tiesinio trendo modelio $R^2 \approx 0.80$, tai reiškia, kad modelis paaiškina 80 % BVP defliatoriaus kitimo. Gauta lygtis:

$$PLV = \begin{matrix} 4.446129 \\ (0.025674) \end{matrix} + \begin{matrix} 0.012947 \cdot t. \\ (0.000962) \end{matrix} \quad (81)$$

Taigi modelis su tiesiniu trendu labiausiai tinka Estijos BVP defliatorių duomenims, mažiausiai – Latvijos.

Toliau nagrinėkime bendrojo kapitalo formavimo investicijas. Panašu, kad šiems duomenims tiesinio trendo modelis netiks, kadangi kitimo tendencija Baltijos maždaug tokia: nuo 2000 metų I ketvirčio iki 2004 metų II ketvirčio investicijos didėjo pagal tiesę. Nuo įstojimo į Europos Sąjungą iki 2008 metų II ketvirčio Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje, investicijos staigiai didėjo. Prasidėjus krizei investicijos sparčiai smuko. Taigi nuo įstojimo į Europos Sąjungą iki 2010 metų I ketvirčio

investicijos kinta pagal išgaubtą parabolę. Nuo 2010 metų I ketvirčio investicijos vėl pradeda sparčiai augti. Pažymėję, $INLT$ – Lietuvos, $INLV$ – Latvijos, $INEE$ – Estijos investicijas, tokią tendenciją matome iš grafiko:



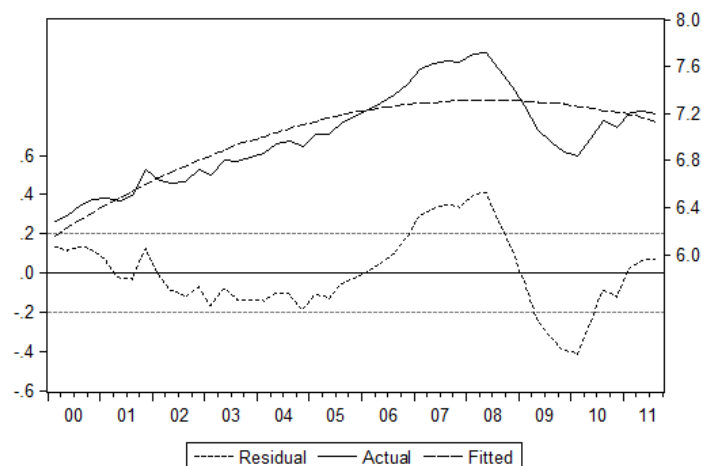
21 pav. Baltijos šalių investicijos

Sudarykime kvadratinio trendo modelį Lietuvos investicijų duomenims, kaip lūžio tašką naudokime $t=33$, tai yra 2008 metų II ketvirtį, kaip Lietuvoje prasidėjo krizė. Gauname:

$$INLT = 7.311105 - 0.001060 \cdot (t - 33)^2. \quad (82)$$

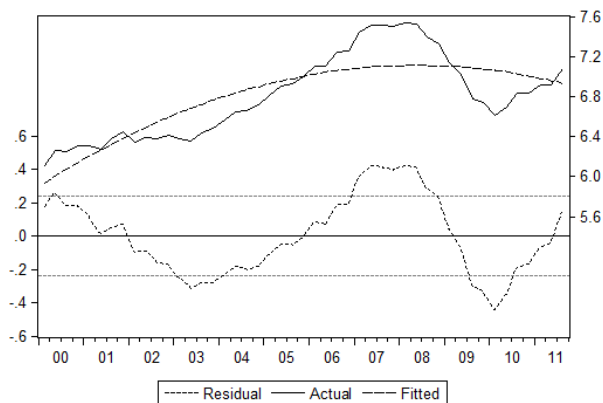
(0.038905) (9.14E - 05)

Toks modelis yra tinkamas, $R^2 = 0.74$. Grafiškai atrodo taip:

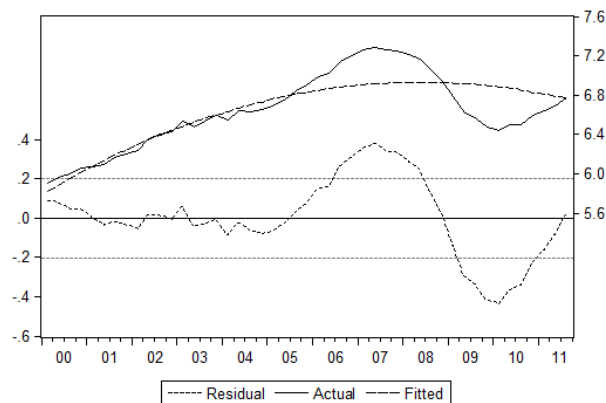


22 pav. Lietuvos investicijos su išskirtu kvadratinio trendu

Analogiškai išskyre trendus Latvijos ir Estijos investicijų duomenims, gauname:



23 pav. Latvijos investicijos su išskirtu kvadratinu trendu



24 pav. Estijos investicijos su išskirtu kvadratinu trendu

Latvijos atveju modelis su išskirtu kvadratinu trendu irgi yra gerai tinkantis, tačiau mažiau tikslus negu Lietuvos atveju, kadangi jo $R^2 = 0.68$:

$$INLV = \underset{(0.046735)}{7.109844} - \underset{(0.000110)}{0.001082} \cdot (t - 33)^2. \quad (83)$$

Estijos gautas tokio pat tikslumo modelis kaip ir Lietuvos atveju, kurio $R^2 = 0.73$:

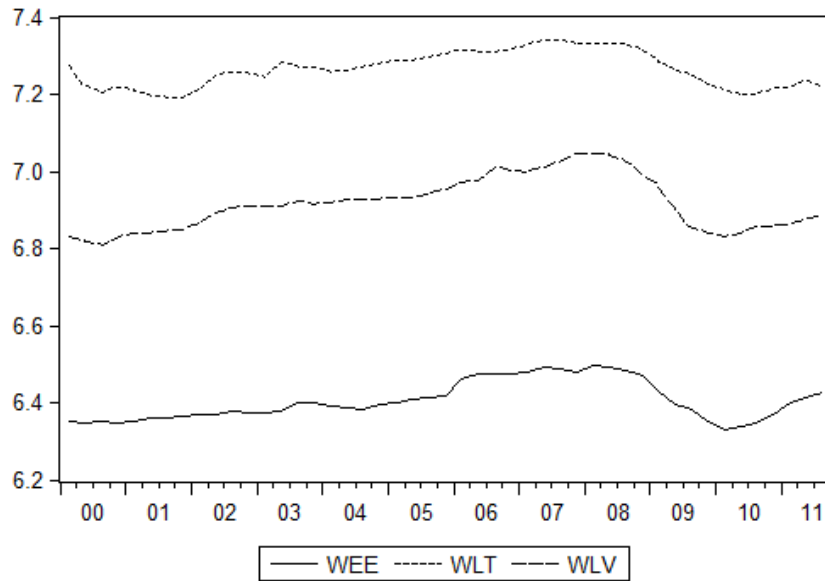
$$INEE = \underset{(0.039722)}{6.927646} - \underset{(9.33E - 05)}{0.001018} \cdot (t - 33)^2. \quad (84)$$

Investicijoms aprašyti geriau tiktų aukštesnės eilės polinomas, kuris tiksliau gaudytų svyravimus, tačiau yra žinoma, kad aukštesnės nei 2 laipsnio polinamai yra visiškai netinkami prognozuoti. (Karpuškienė 2007).

Nagrinėjant užimtųjų duomenis, verta pastebėti, kad daugiausia užimtųjų darbo rinkoje yra Lietuvoje, mažiausiai – Estijoje. Tai yra natūralu, kadangi užimtųjų skaičius priklauso nuo visos populiacijos dydžio, šiuo atveju nuo šalies gyventojų skaičiaus.

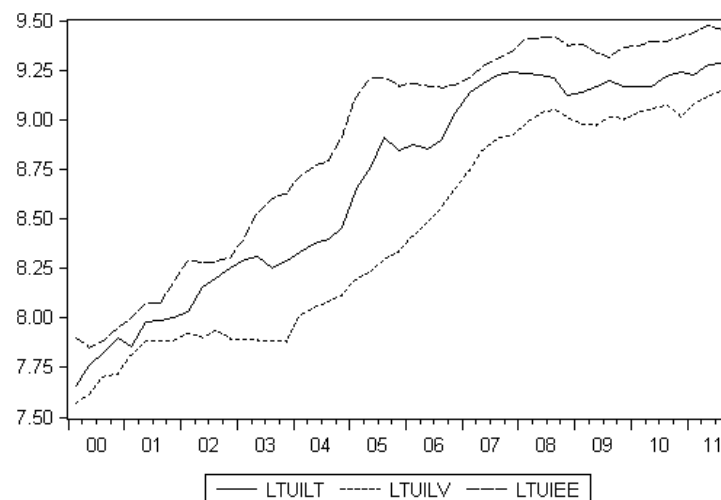
Verta pastebėti, kad užimtųjų skaičius yra svyruojantis apie vidurkį dydis, kuris didėja gerėjant ekonominei situacijai, ir atitinkamai mažėja ekonominės krizės metu.

Pažymėję, DLT – Lietuvos, DLV – Latvijos, DEE – Estijos užimtųjų skaičius, pavaizduokime grafiškai:



25 pav. Baltijos šalių užimtųjų skaičius

Toliau nagrinėkime tiesiogines užsienio šalių investicijas. Pažymėję LTUILT – Lietuvos, LTUILV – Latvijos, LTUIEE – Estijos tiesiogines užsienio investicijas, pavaizduokime grafiškai:



26 pav. Baltijos šalių tiesioginės užsienio šalies investicijos

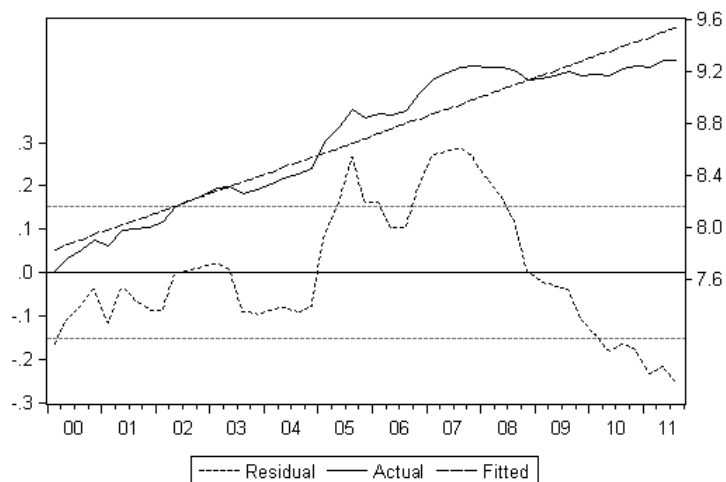
Daugiausia buvo investuota į Estijos ekonomiką, mažiausiai – į Latvijos. Bendra tendencija yra didėjanti.

Visų pirma Lietuvos duomenims išskirkime tiesinį trendą, gauname:

$$LTUILT = 7.825704 + 0.037129 \cdot t. \quad (85)$$

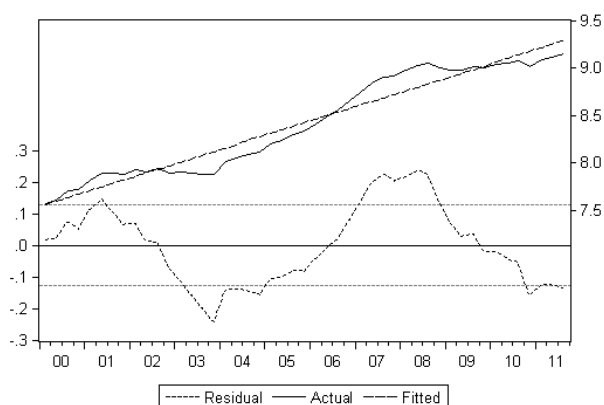
(0.043425) (0.001626)

Tiesinio trendo modelis yra gana gerai aprašantis duomenis, jo $R^2 \approx 0.92$. Grafiškai atrodo taip:

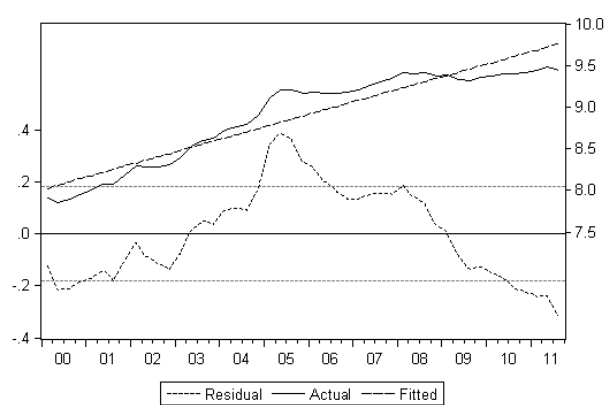


27 pav. Lietuvos tiesioginės užsienio šalių investicijos su išskirtu tiesiniu trendu

Analogiškai išskirę tiesinį trendą Latvijos ir Estijos duomenims, gauname:



28 pav. Latvijos tiesioginės užsienio šalių investicijos su išskirtu tiesiniu trendu



29 pav. Estijos tiesioginės užsienio šalių investicijos su išskirtu tiesiniu trendu

Abiems šalims tiesinio trendo modeliai yra labai tinkantys. Latvijos atveju $R^2 \approx 0.94$, Estijos – $R^2 \approx 0.89$. Gauti tokie rezultatai:

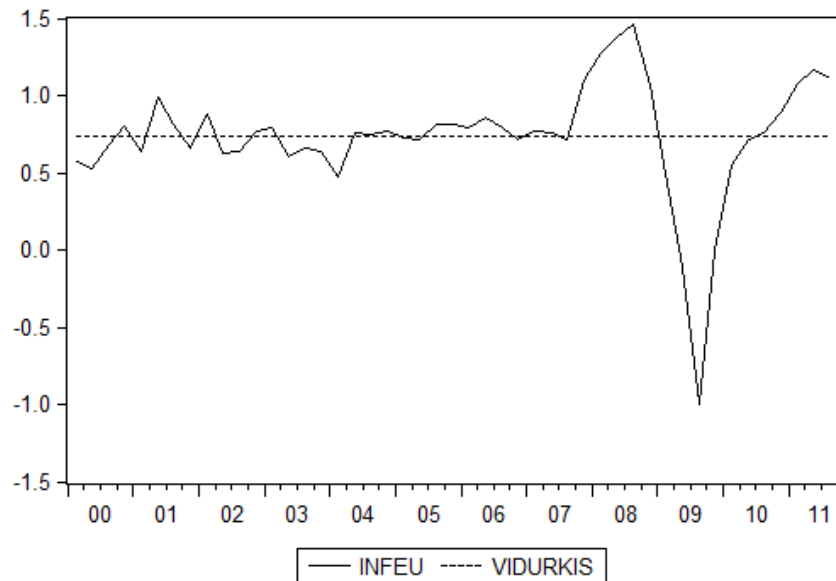
$$LTU_{ILV} = 7.552171 + 0.037595 \cdot t. \quad (86)$$

(0.036914) (0.001382)

$$LTU_{IEE} = 8.024364 + 0.037613 \cdot t. \quad (87)$$

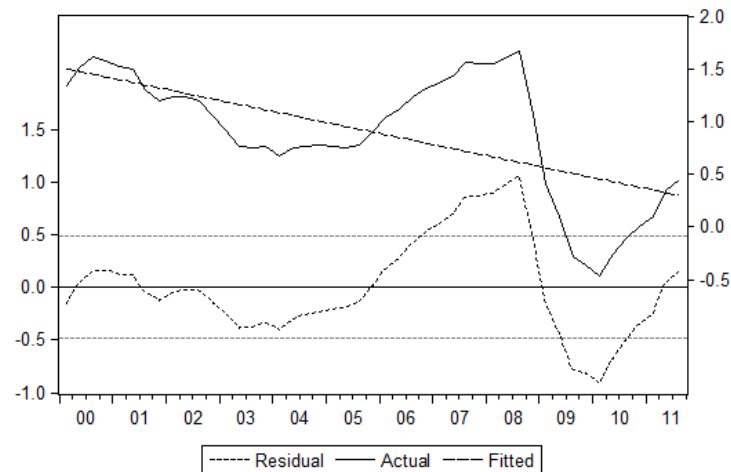
(0.052567) (0.001969)

Toliau nagrinėkime ES infliaciją. Kadangi tai yra dydis svyruojantis apie vidurkį, trendo išskirti nėra galimybės:



30 pav. ES infliacijos svyravimai apie vidurkį

Nagrinėjant EURIBOR palūkanų normą paaiškėjo, kad ji turi bendrą nežymią mažėjančią tendenciją:



31 pav. ES EURIBOR palūkanų norma su išskirtu tiesiniu trendu

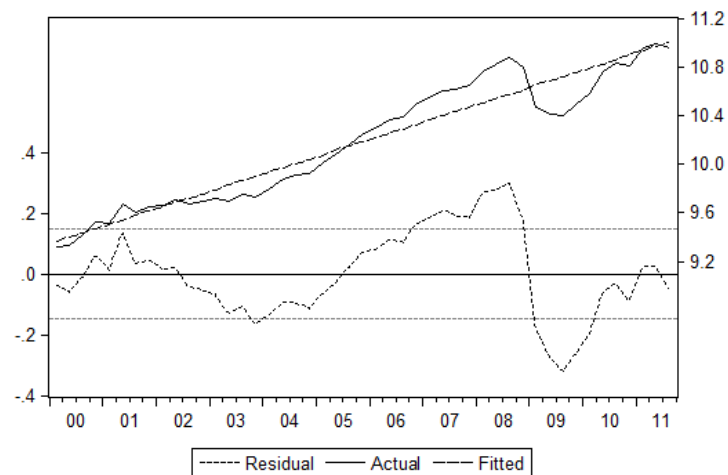
$$LEURIBOR = \underset{(0.0000)}{1.500611} - \underset{(0.0000)}{0.026348} \cdot t. \quad (88)$$

Nors tiek koeficientas prie laisvojo nario, tiek prie trendo yra reikšmingi, šio modelio $R^2 \approx 0.37$, taigi toks modelis aprašo tik 37 % EURIBOR palūkanų normos kintamumo.

Toliau nagrinėjant Rusijos importą, gauname, kad duomenys turi didėjančią tendenciją ir modelio su išskirtu tiesiniu trendu $R^2 \approx 0.92$:

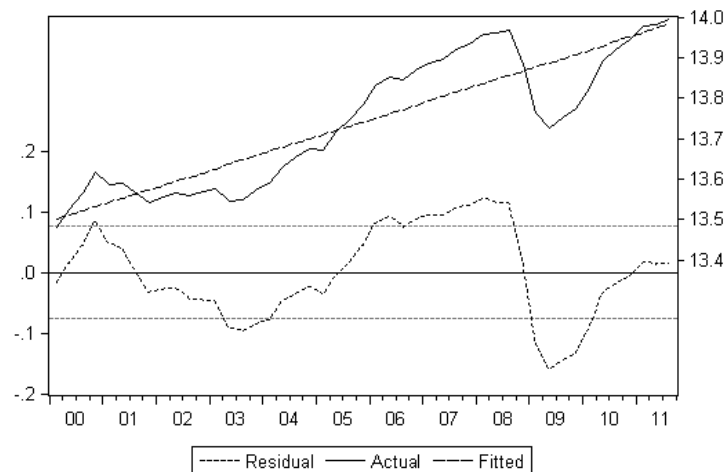
$$\begin{aligned} IMPRU &= 9.362331 + 0.035607 \cdot t. \\ &\quad (0.0000) \quad (0.0000) \end{aligned} \tag{89}$$

Pavaizdavę grafiškai, gauname:



32 pav. Rusijos importas su išskirtu tiesiniu trendu

Europos Sąjungos importas taip pat turi didėjančią tendenciją. Tokio modelio $R^2 \approx 0.78$:



33 pav. ES15 importas su išskirtu tiesiniu trendu

$$\begin{aligned} IMP15EU &= 13.49936 + 0.010459 \cdot t. \\ &\quad (0.0000) \quad (0.0000) \end{aligned} \tag{90}$$

2.1.2. Ryšių tarp kintamųjų nustatymas – koreliacijos analizė

Norint suprasti, kokio stiprumo tiesinė priklausomybė egzistuoja tarp kintamųjų, būtina atlikti koreliacijos analizę. Jeigu buvo nustatyta, kad duomenys turi tendą – didėjančią ar mažėjančią komponentę, pastaroji turi būti pašalinta.

Visų pirma ištirkime ryšius tarp endogeninių kintamųjų Lietuvos atveju, gauname koreliacijų matricą:

2 lentelė. Lietuvos endogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai

	CLTT	DLT	EXLTT	IMLTT	INLTT	PLTT
CLTT	1.000000	0.792166	0.573780	0.726963	0.698772	0.639274
DLT	0.792166	1.000000	0.538637	0.692349	0.523015	0.199104
EXLTT	0.573780	0.538637	1.000000	0.946104	0.665302	0.352804
IMLTT	0.726963	0.692349	0.946104	1.000000	0.782285	0.392342
INLTT	0.698772	0.523015	0.665302	0.782285	1.000000	0.654442
PLTT	0.639274	0.199104	0.352804	0.392342	0.654442	1.000000

Matome, kad Lietuvoje vartojimas labiausiai susijęs stipria teigiama priklausomybe su užimtųjų skaičiumi, importu ir bendrojo kapitalo formavimu (investicijomis). Darbuotojų skaičius – su vartojimu ir importu; eksportas – su importu ir investicijomis; importas – su vartojimu, užimtųjų skaičiumi, eksportu ir investicijomis; investicijos – su importu, o BVP defliatorius su vartojimu.

Toliau nustatykime sąryšius tarp endogeninių ir egzogeninių makroekonominių rodiklių Lietuvos atveju:

3 lentelė. Lietuvos endogeninių ir egzogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai

	IMP15EUT	IMPRUT	LEURLIBORT	LTUILTT	INFEU
CLTT	0.597068	0.700181	0.821527	0.810678	0.311684
DLT	0.451159	0.504352	0.636440	0.822650	0.215382
EXLTT	0.814568	0.853994	0.775210	0.607053	0.740472
IMLTT	0.853846	0.896752	0.869016	0.741361	0.675014
INLTT	0.848797	0.876003	0.935588	0.538050	0.597280
PLTT	0.504307	0.619170	0.674605	0.326681	0.375954

Iš lentelės matome, kad tokie rodikliai kaip 15 Europos Sąjungos šalių importas, Rusijos importas, EURIBOR palūkanų norma bei tiesioginės užsienio šalių investicijos įtakoja pasirinktus endogeninius makroekonominius rodiklius. Tiesioginės užsienio šalių investicijos stipriausiai susiję

su vartojimu, užimtųjų skaičiumi bei importu, o ES infliacija daugiausia lemia eksportą, importą bei bendrojo kapitalo formavimo investicijas.

Įdomu nagrinėti, kokia priklausomybė yra tarp endogeninių kintamųjų ir jų ankstinių. Atlikime koreliacijos analizę, siekdami nustatyti kokia tiesine priklausomybe pasirinkti kintamieji yra susieti su jų ankstiniais.

Visų pirma, nustatykime, kiek stipriai kintamieji susieti su galutinio vartojimo ankstiniais. Kadangi duomenys yra ketvirtiniai imami keturi ankstiniai. Gauname:

4 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su vartojimu ir jo ankstiniais

	CLTT	CLTT(-1)	CLTT(-2)	CLTT(-3)	CLTT(-4)
CLTT	1.000.000	0.941071	0.856859	0.721166	0.564154
DLT	0.792166	0.757660	0.661383	0.532158	0.371473
EXLTT	0.573780	0.410820	0.209791	-0.013775	-0.215192
IMLTT	0.726963	0.563277	0.351987	0.133180	-0.069587
INLTT	0.698772	0.600922	0.444441	0.256212	0.093867
PLTT	0.639274	0.614610	0.606559	0.534241	0.507832

Iš lentelės matome, kad vartojimas labai priklauso nuo savo pirmojo ankstinio, tai yra kiek bus suvartota priklausys nuo to, kiek buvo suvartota praeitą ketvirtį. Kiti makroekonominiai kintamieji labiau priklausomi nuo vartojimo einamuoju laikotarpiu negu nuo jo ankstinių.

Toliau nagrinėkime pasirinktų kintamųjų priklausomybę nuo užimtųjų skaičiaus ir jo ankstinių:

5 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su užimtųjų skaičiumi ir jo ankstiniais

	DLT	DLT(-1)	DLT(-2)	DLT(-3)	DLT(-4)
CLTT	0.792166	0.805893	0.811865	0.772453	0.694181
DLT	1.000.000	0.939555	0.856804	0.765617	0.652806
EXLTT	0.538637	0.419347	0.286165	0.135941	0.038619
IMLTT	0.692349	0.583318	0.465652	0.338872	0.228644
INLTT	0.523015	0.486162	0.432592	0.377660	0.309899
PLTT	0.199104	0.248454	0.320731	0.344918	0.349250

Matome, kad užimtųjų skaičius labai priklauso nuo savo pirmojo ankstinio, tai reiškia, kad užimtųjų skaičius tuo didesnis, kuo daugiau užimtųjų darbo rinkoje buvo praėjusį ketvirtį. Vartojimas stipriausią priklausomybę turi nuo antrojo užimtųjų skaičiaus ankstinio, o BVP defliatorius – nuo trečiojo. Kiti rodikliai labiau susiję su einamojo laikotarpio užimtųjų skaičiumi.

Nagrinėjime priklausomybę nuo eksporto ir jo ankstinių, gauname:

6 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su eksportu ir jo ankstiniais

	EXLTT	EXLTT(-1)	EXLTT(-2)	EXLTT(-3)	EXLTT(-4)
CLTT	0.573780	0.659496	0.699841	0.713029	0.669227
DLT	0.538637	0.653190	0.684440	0.677751	0.655368
EXLTT	1.000.000	0.819734	0.550019	0.321493	0.090226
IMLTT	0.946104	0.826637	0.620409	0.435043	0.264325
INLTT	0.665302	0.685286	0.626534	0.495558	0.328539
PLTT	0.352804	0.395205	0.424411	0.431847	0.354886

Verta pastebėti, kad eksportas stipriai susijęs su savo pirmu ankstiniu, vadinasi tuo daugiau eksportuosime būsimąjį ketvirtį, kuo daugiau eksportavome einamąjį ketvirtį. Vartojimas ir BVP defliatorius stipriausia priklausomybe susietas su trečiuoju eksporto ankstiniu, užimtųjų skaičius – su antruoju, investicijos – su pirmuoju, o importas su einamojo periodo eksportu.

Toliau nagrinėjime priklausomybę tarp pasirinktų kintamųjų ir importo bei jo ankstinių:

7 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su importu ir jo ankstiniais

	IMLTT	IMLTT(-1)	IMLTT(-2)	IMLTT(-3)	IMLTT(-4)
CLTT	0.726963	0.815623	0.851184	0.839292	0.774070
DLT	0.692349	0.778655	0.792914	0.758068	0.697880
EXLTT	0.946104	0.834170	0.598338	0.350326	0.110550
IMLTT	1.000.000	0.898155	0.699342	0.489425	0.289937
INLTT	0.782285	0.793894	0.713960	0.568640	0.396757
PLTT	0.392342	0.468391	0.532481	0.530466	0.476826

Matome, kad importas kaip ir prieš tai buvę kintamieji susietas stipria tiesine priklausomybe su pirmuoju ankstiniu, vartojimas – su trečiuoju, BVP defliatorius ir užimtųjų skaičius – su antruoju, investicijos – su pirmuoju, o eksportas – su einamojo laikotarpio importu.

Nagrinėjame priklausomybę nuo investicijų ir jų ankstinių, gauname:

8 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su investicijomis ir jų ankstiniais

	INLTT	INLTT(-1)	INLTT(-2)	INLTT(-3)	INLTT(-4)
CLTT	0.698772	0.795978	0.815912	0.763478	0.637614
DLT	0.523015	0.528438	0.509938	0.432224	0.294584
EXLTT	0.665302	0.601097	0.424368	0.179989	-0.025454
IMLTT	0.782285	0.700713	0.529814	0.297243	0.084821
INLTT	1.000.000	0.904500	0.746242	0.533638	0.296639
PLTT	0.654442	0.755469	0.772754	0.756817	0.679356

Pastebime, kad investicijos tuo didesnės einamąjį ketvirtį, kuo jos buvo didesnės praeitą ketvirtį. Priklausomybė tarp BVP defliatoriaus ir investicijų einamuoju laikotarpiu stipriausia su trečiuoju investicijų ankstinių, vartojimo – su antruoju, užimtųjų skaičiaus – su pirmuoju, o importo ir eksporto – su einamojo laikotarpio.

Galiausiai nagrinėjame priklausomybę tarp kintamųjų ir BVP defliatoriaus bei jo ankstinių. Matome, kad BVP defliatorius stipriai priklauso nuo jo paties ankstinio. Įdomų reiškinį pastebime nagrinėdami priklausomybę tarp BVP defliatoriaus ir eksporto, importo ir užimtųjų skaičiaus. Yra silpna teigiama priklausomybė tarp BVP defliatoriaus ir kiekvieno iš minėtų rodiklių. Tačiau kiek stipresnė neigiama priklausomybė tarp BVP defliatoriaus ankstinio ir kiekvieno iš rodiklių. Vartojimas ir investicijos savo ruožtu stipriausiai tiesiškai teigiamai priklausomi su einamojo laikotarpio BVP defliatoriumi. Gauta koreliacijų matrica:

9 lentelė. Lietuvos endogeninių rodiklių sąryšiai su BVP defliatoriumi ir jo ankstiniais

	PLTT	PLTT(-1)	PLTT(-2)	PLTT(-3)	PLTT(-4)
CLTT	0.639274	0.530122	0.409819	0.252128	0.042818
DLT	0.199104	0.143321	0.045012	-0.080812	-0.254220
EXLTT	0.352804	0.189612	-0.028201	-0.265541	-0.443835
IMLTT	0.392342	0.222606	-0.004956	-0.249267	-0.425541
INLTT	0.654442	0.487431	0.276610	0.000614	-0.165023
PLTT	1.000.000	0.768035	0.674136	0.527148	0.443990

Analogišką koreliacijos analizę atlikime Latvijos atveju. Pagrindinių pasirinktų kintamųjų koreliacijų matricą išreiškiama tokia lentele:

10 lentelė. Latvijos endogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai

	CLVT	DLV	EXLVT	IMLVT	INLVT	PLVT
CLVT	1.000.000	0.747531	0.782211	0.812963	0.833446	0.581118
DLV	0.747531	1.000.000	0.574443	0.826770	0.533934	-0.001434
EXLVT	0.782211	0.574443	1.000.000	0.865157	0.902180	0.448187
IMLVT	0.812963	0.826770	0.865157	1.000.000	0.780836	0.135640
INLVT	0.833446	0.533934	0.902180	0.780836	1.000.000	0.618701
PLVT	0.581118	-0.001434	0.448187	0.135640	0.618701	1.000.000

Galutinės vartojimo išlaidos iš esmės turi teigiamą priklausomybę nuo visų kitų kintamųjų. Jos stipriai priklausomos su užimtųjų skaičiumi, importu, eksportu ir investicijomis, kiek mažesnis ryšys yra su BVP defliatoriumi.

Latvijos atveju pastebime stipresnį ryšį tarp vartojimo, eksporto, investicijų ir importo negu Lietuvoje. Lietuvoje savo ruožtu egzistuoja stipresnė nei Latvijoje priklausomybė tarp užimtųjų ir vartojimo. Latvijos atveju, panašiai kaip ir Lietuvoje, užimtųjų skaičių ir vartojimą bei importą sieja stipriausias ryšis. Latvijos eksportas labiausiai susijęs su importu ir investicijomis.

Verta pastebėti, kad Lietuvoje ryšis tarp eksporto ir investicijų nėra toks stiprus. Latvijos importas, panašiai kaip ir Lietuvoje, stipriai susijęs su visais kintamaisiais išskyrus BVP defliatorių. Pastarasis rodiklis tiek Lietuvoje tiek Latvijoje labiausiai susijęs su vartojimu ir investicijomis.

Toliau analizuokime endogeninių ir egzogeninių kintamųjų ryšius:

11 lentelė. Latvijos endogeninių ir egzogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai

	IMP15EUT	IMPRUT	LEURLIBORT	LTUILVT	INFEU
CLVT	0.677075	0.779996	0.886256	0.848288	0.347436
DLV	0.515279	0.609360	0.713313	0.373413	0.382007
EXLVT	0.948379	0.923379	0.917087	0.684202	0.615179
IMLVT	0.842883	0.863273	0.884564	0.523676	0.539648
INLVT	0.823045	0.811039	0.916543	0.762847	0.453867
PLVT	0.327485	0.408919	0.490075	0.834504	0.125284

Pasirodo, kad vartojimas, kaip ir Lietuvoje, Latvijoje labiausiai susijęs su ES šalių bei Rusijos importu, EURIBOR palūkanų norma ir tiesioginėmis užsienio investicijomis. Užimtųjų skaičius

stipriausią ryšį turi su EURLIBOR.

Eksportas, kaip ir tikėtasi labai stipriai teigiamai susijęs su ES šalių bei Rusijos importu, EURIBOR palūkanų norma bei ES šalių infliacija. Importas bei investicijos – su ES šalių bei Rusijos importu, EURLIBOR, kiek mažiau negu Lietuvoje – su ES šalių infliacija. O defliatorius neturi stiprių ryšių su egzogeniniais kintamaisiais, daugiausia susijęs su EURIBOR palūkanų norma.

Toliau, kaip ir Lietuvos atveju atlikime priklausomybės stiprumo analizę endogeninių kintamųjų ir jų ankstinių. Visų pirma nagrinėkime pasirinktų endogeninių makroekonominių kintamųjų priklausomybę su vartojimu ir jo ankstiniais. Pastebime, kad vartojimas yra labai priklausomas nuo savo pirmojo ankstinio. BVP defliatorius labiausiai susijęs su trečiuoju vartojimo ankstiniu, o kiti rodikliai labiau priklausomi nuo paties vartojimo negu nuo jo ankstinių:

12 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su vartojimu ir jo ankstiniais

	CLVT	CLVT(-1)	CLVT(-2)	CLVT(-3)	CLVT(-4)
CLVT	1.000000	0.957408	0.868003	0.732871	0.570300
DLV	0.747531	0.705423	0.619381	0.487260	0.314399
EXLVT	0.782211	0.661735	0.493292	0.292560	0.095053
IMLVT	0.812963	0.670030	0.479906	0.258311	0.042518
INLVT	0.833446	0.772302	0.658271	0.487498	0.291276
PLVT	0.581118	0.659555	0.713863	0.725126	0.702817

Toliau nagrinėkime pasirinktų makroekonominių kintamųjų priklausomybę su užimtųjų skaičiumi ir jo ankstiniais:

13 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su užimtųjų skaičiumi ir jo ankstiniais

	DLV	DLV(-1)	DLV(-2)	DLV(-3)	DLV(-4)
CLVT	0.747531	0.756257	0.724311	0.663319	0.582367
DLV	1.000000	0.966434	0.889170	0.778722	0.640744
EXLVT	0.574443	0.504529	0.417794	0.320261	0.230264
IMLVT	0.826770	0.731722	0.610730	0.472779	0.326081
INLVT	0.533934	0.533736	0.513723	0.449959	0.364129
PLVT	-0.001434	0.090414	0.176985	0.245163	0.291910

Matome, kad užimtųjų skaičius kaip ir vartojimas labai susijęs su pirmuoju ankstiniu. BVP defliatorius – su ketvirtuoju ankstiniu, o kiti pasirinkti rodikliai labiau priklausomi su pačiu užimtųjų skaičiumi.

Kitokia situacija paaiškėja nagrinėjant priklausomybę tarp pasirinktų rodiklių ir eksporto bei jo ankstinių.

Matome, kad eksportas irgi labai priklauso nuo savo pirmojo ankstinio. Tuo tarpu vartojimas ir užimtųjų skaičius didesne priklausomybe susijęs su antruoju ankstiniu, investicijos – su pirmuoju, BVP defliatorius – su ketvirtuoju, o importas labiau susijęs su pačiu importu negu su juo ankstiniais:

14 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su eksportu ir jo ankstiniais

	EXLVT	EXLVT(-1)	EXLVT(-2)	EXLVT(-3)	EXLVT(-4)
CLVT	0.782211	0.851531	0.864956	0.819568	0.738041
DLV	0.574443	0.620863	0.614829	0.557737	0.441624
EXLVT	1.000000	0.913718	0.759039	0.564855	0.359242
IMLVT	0.865157	0.801615	0.677247	0.505093	0.320343
INLVT	0.902180	0.925645	0.880131	0.759404	0.573873
PLVT	0.448187	0.570835	0.671409	0.723744	0.748070

Panašią situaciją stebime nagrinėdami rodiklių priklausomybę nuo importo ir jo ankstinių:

15 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su importu ir jo ankstiniais

	IMLVT	IMLVT(-1)	IMLVT(-2)	IMLVT(-3)	IMLVT(-4)
CLVT	0.812963	0.895712	0.922753	0.897303	0.842199
DLV	0.826770	0.879352	0.881659	0.830079	0.726051
EXLVT	0.865157	0.832095	0.738368	0.611187	0.476992
IMLVT	1.000000	0.942046	0.833591	0.690673	0.527774
INLVT	0.780836	0.825248	0.830298	0.759442	0.640733
PLVT	0.135640	0.283807	0.404873	0.490848	0.557127

Vartojimas ir užimtųjų skaičius didžiausią priklausomybę turi nuo antrojo importo ankstinio, importas ir investicijos – nuo pirmojo, BVP defliatorius stipriausiai susijęs su ketvirtuoju, o eksportas labiau priklauso nuo importo negu nuo jo ankstinių.

Nagrinėdami priklausomybę tarp pasirinktų rodiklių ir investicijų bei jų ankstinių, pastebime, kad investicijos ir vartojimas labiausiai susiję su pirmuoju ankstiniu, BVP defliatorius – su ketvirtuoju, o kiti rodikliai labiau priklauso nuo pačių investicijų negu nuo jų ankstinių:

16 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su investicijomis ir jų ankstiniais

	INLVT	INLVT(-1)	INLVT(-2)	INLVT(-3)	INLVT(-4)
CLVT	0.833446	0.892939	0.861756	0.779647	0.659934
DLV	0.533934	0.525052	0.480788	0.401362	0.270932
EXLVT	0.902180	0.812936	0.670895	0.473010	0.268773
IMLVT	0.780836	0.688005	0.538363	0.357057	0.159337
INLVT	1.000.000	0.928636	0.821120	0.650041	0.453476
PLVT	0.618701	0.739789	0.803802	0.825013	0.822903

Galiausiai nagrinėjame priklausomybes tarp rodiklių ir BVP defliatoriaus. Verta pastebėti, kad pats BVP defliatorius yra stipriai priklausomas su savo pirmuoju ankstiniu, vadinasi jis tuo bus didesnis, kuo didesnis buvo praeitą ketvirtį. Vartojimas, eksportas ir investicijos labiau susiję su pačiu defliatoriumi negu su juo ankstiniais, o importas ir užimtųjų skaičius vidutiniškai neigiamai priklausomi su ketvirtuoju BVP defliatoriaus ankstiniu. Tą matome iš koreliacijų matricos:

17 lentelė. Latvijos endogeninių rodiklių sąryšiai su BVP defliatoriumi ir jo ankstiniais

	PLVT	PLVT(-1)	PLVT(-2)	PLVT(-3)	PLVT(-4)
CLVT	0.581118	0.469226	0.314026	0.140800	-0.041216
DLV	-0.001434	-0.091838	-0.197742	-0.315104	-0.452303
EXLVT	0.448187	0.263695	0.072360	-0.130255	-0.334417
IMLVT	0.135640	-0.029466	-0.204609	-0.392233	-0.552826
INLVT	0.618701	0.457236	0.250970	0.034677	-0.188804
PLVT	1.000.000	0.944702	0.883152	0.772853	0.641753

Analogišką analizę atlikime ir Estijos duomenims. Ištyrus pagrindinių kintamųjų tarpusavio priklausomybę, galima teigti, kad Estijoje susiklostė panaši situacija kaip ir Lietuvoje. Yra keletas skirtumų. Visų pirma, BVP defliatorius Estijoje gana stipriai teigiamai susijęs su užimtųjų skaičiumi ir vartojimu, ko nepastebėjome nei Lietuvoje nei Latvijoje. Visų antra, egzistuoja stipresnis

ryšys tarp investicijų ir kitų kintamųjų, negu tai buvo Lietuvos ir Latvijos atveju. Tą matome iš koreliacijų matricos:

18 lentelė. Estijos endogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai

	CEET	DEE	EXEET	IMEET	INEET	PEET
CEET	1.000000	0.859977	0.519352	0.701681	0.810632	0.822073
DEE	0.859977	1.000000	0.610134	0.742945	0.733337	0.684072
EXEET	0.519352	0.610134	1.000000	0.940001	0.754359	0.312958
IMEET	0.701681	0.742945	0.940001	1.000000	0.853081	0.405659
INEET	0.810632	0.733337	0.754359	0.853081	1.000000	0.662179
PEET	0.822073	0.684072	0.312958	0.405659	0.662179	1.000000

Toliau nagrinėkime pasirinktų endogeninių ir egzogeninių makroekonominių kintamųjų sąryšius, gauname:

19 lentelė. Estijos endogeninių ir egzogeninių makroekonominių rodiklių sąryšiai

	IMP15EUT	IMPRUT	LEURLIBORT	LTUIEET	INFEU
CEET	0.593749	0.683278	0.780582	0.767203	0.317504
DEE	0.624826	0.681593	0.793358	0.625155	0.395368
EXEET	0.902539	0.800300	0.766903	0.408889	0.665801
IMEET	0.870211	0.811124	0.794236	0.588341	0.653268
INEET	0.790358	0.790305	0.879860	0.491696	0.492762
PEET	0.530338	0.661593	0.782270	0.377272	0.232830

Matome, kad Estijoje, kaip ir Latvijoje ir Lietuvoje, vyrauja panašios priklausomybės. Egzistuoja stipri priklausomybė tarp vartojimo, ES šalių importo, EURIBOR palūkanų normos bei tiesioginių užsienio šalių investicijų.

Užimtųjų skaičius labiausiai susijęs su EURLIBOR, eksportas ir importas susiję su visais egzogeniniais kintamaisiais, mažiausiai su tiesioginėmis užsienio investicijomis.

Bendrojo kapitalo formavimas labai priklausomas su importu bei EURLIBOR, o BVP defliatorius – su Rusijos importu bei EURIBOR palūkanų norma.

Toliau nagrinėjime pasirinktų rodiklių bei jų ankstinių tarpusavio sąryšius Estijos atveju. Visų pirma nagrinėjime priklausomybes tarp pasirinktų rodiklių, vartojimo bei jo ankstinių:

20 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su vartojimu ir jo ankstiniais

	CEET	CEET(-1)	CEET(-2)	CEET(-3)	CEET(-4)
CEET	1.000000	0.974220	0.912024	0.813661	0.675711
DEE	0.859977	0.861712	0.815467	0.728855	0.609701
EXEET	0.519352	0.409464	0.270784	0.128736	-0.002279
IMEET	0.701681	0.581931	0.425466	0.259517	0.099917
INEET	0.810632	0.736487	0.618100	0.461737	0.285856
PEET	0.822073	0.865424	0.863497	0.826945	0.756815

Estijoje vartojimas beveik tiesiškai priklauso nuo savo pirmojo ankstinio. Užimtųjų skaičius ir BVP defliatorius taip pat labiausiai priklauso nuo pirmojo vartojimo ankstinio. Kiti rodikliai labiau priklauso nuo pačių galutinių vartojimo išlaidų, negu nuo jų ankstinių.

Toliau nagrinėjime priklausomybę tarp pasirinktų rodiklių ir užimtųjų skaičiaus bei jo ankstinių, gauname:

21 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su užimtųjų skaičiumi ir jo ankstiniais

	DEE	DEE(-1)	DEE(-2)	DEE(-3)	DEE(-4)
CEET	0.859977	0.855528	0.809616	0.719317	0.593982
DEE	1.000000	0.955989	0.861165	0.735492	0.586416
EXEET	0.610134	0.451733	0.275862	0.109443	-0.009634
IMEET	0.742945	0.587505	0.404009	0.222099	0.069679
INEET	0.733337	0.666859	0.549257	0.392599	0.219753
PEET	0.684072	0.755212	0.767576	0.766264	0.704606

Pastebime, kad analogiškai kaip ir Lietuvos bei Latvijos atveju, užimtųjų skaičius labai stipriai priklauso nuo savo pirmojo ankstinio. BVP defliatorius stipriausiai susijęs su antruoju ankstinių, kiti rodikliai labiau priklauso nuo paties užimtųjų skaičiaus nei nuo jo ankstinių.

Nagrinėjime priklausomybę nuo eksporto ir jų ankstinių. Pastebime, kad pats eksportas ir investicijos labiausiai susiję su pirmuoju eksporto ankstiniu, užimtųjų skaičius – nuo antrojo,

vartojimas – nuo trečiojo, BVP defliatorius – nuo ketvirtojo, o importas labiau priklauso nuo paties eksporto nei nuo jo ankstinių.

Gauta koreliacijų matrica:

22 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su eksportu ir jo ankstiniais

	EXEET	EXEET(-1)	EXEET(-2)	EXEET(-3)	EXEET(-4)
CEET	0.519352	0.636975	0.703520	0.725343	0.696302
DEE	0.610134	0.715403	0.745328	0.723435	0.633658
EXEET	1.000.000	0.878148	0.675990	0.440278	0.212946
IMEET	0.940001	0.864014	0.684037	0.482463	0.284434
INEET	0.754359	0.810395	0.781157	0.695912	0.565349
PEET	0.312958	0.514770	0.656264	0.744146	0.788791

Analogišką situaciją pastebime nagrinėdami priklausomybę nuo rodiklių ir importo bei jo ankstinių. Importas irgi labiausiai susijęs su eksportu nei nuo jo ankstinių. Pats importas labiausiai susijęs su pirmuoju savo ankstiniu, o kiti analogiškai kaip ir eksporto atveju. Tą matome iš koreliacijų matricos:

23 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su importu ir jo ankstiniais

	IMEET	IMEET(-1)	IMEET(-2)	IMEET(-3)	IMEET(-4)
CEET	0.701681	0.806391	0.857818	0.864674	0.817850
DEE	0.742945	0.833662	0.862725	0.830132	0.749690
EXEET	0.940001	0.848809	0.658350	0.457963	0.268649
IMEET	1.000.000	0.914131	0.742149	0.549763	0.370516
INEET	0.853081	0.891979	0.856157	0.759746	0.620210
PEET	0.405659	0.590495	0.726342	0.813293	0.829694

Nagrinėjant priklausomybę tarp pasirinktų rodiklių ir užimtųjų skaičiaus bei jo ankstinių, verta pastebėti, kad investicijos labai priklausomos nuo savo pirmojo ankstinio, vadinasi kuo daugiau buvo investuota praeitą ketvirtį, tuo daugiau laukiamą investicijų einamąjį. Užimtųjų skaičius irgi labiausiai priklauso nuo pirmojo ankstinio, vartojimas – nuo antrojo, BVP defliatorius – nuo trečiojo, o importas ir eksportas labiau priklauso nuo investicijų negu nuo jų ankstinių.

Gauta koreliacijų matrica:

24 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su investicijomis ir jų ankstiniais

	INEET	INEET(-1)	INEET(-2)	INEET(-3)	INEET(-4)
CEET	0.810632	0.878686	0.885023	0.837631	0.756486
DEE	0.733337	0.760108	0.739844	0.662456	0.544234
EXEET	0.754359	0.640422	0.474090	0.283784	0.080524
IMEET	0.853081	0.742186	0.585889	0.392161	0.179063
INEET	1.000.000	0.947168	0.843900	0.687234	0.482052
PEET	0.662179	0.802171	0.889052	0.896924	0.870127

Toliau nagrinėjant Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su BVP defliatoriumi ir jo ankstiniais, gauta:

25 lentelė. Estijos endogeninių rodiklių sąryšiai su BVP defliatoriumi ir jo ankstiniais

	PEET	PEET(-1)	PEET(-2)	PEET(-3)	PEET(-4)
CEET	0.822073	0.733661	0.607572	0.429908	0.234062
DEE	0.684072	0.612944	0.515477	0.365911	0.166640
EXEET	0.312958	0.163875	-0.012822	-0.215142	-0.404851
IMEET	0.405659	0.244417	0.050495	-0.162950	-0.368235
INEET	0.662179	0.516377	0.318711	0.103660	-0.121802
PEET	1.000.000	0.920072	0.856372	0.722674	0.555632

Išanalizavę priklausomybę nuo BVP defliatoriaus bei jo ankstinių, gauname, kad pats BVP defliatorius labiausiai priklauso nuo savo pirmojo ankstinio. Nagrinėjant eksporto ir BVP defliatoriaus sąryšį, paaiškėjo, kad egzistuoja vidutinė neigiama priklausomybė. Kiti rodikliai labiau susiję su pačiu BVP defliatoriumi, negu su juo ankstiniais.

2.1.3. Priežastingumo tyrimas Grangerio testu

Norint nustatyti, kokia sąveika yra tarp dviejų pasirinktų rodiklių, reikia taikyti Grangerio priežastingumo tyrimą – tai statistinis tyrimas susietas su pasirinktais veiksniais.

Atliekant Grangerio testą naudojami neturintys sezono įtakos, logaritmuoti duomenys su išskirtais trendais.

Visų pirma, nagrinėkime, kokie veiksniai yra vartojimo Grangerio priežastys Baltijos šalyse:

26 lentelė. Testo rezultatai: vartojimo Grangerio priežastys Baltijos šalyse

Nulinė hipotezė	Lietuva		Latvija		Estija	
	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė
D nėra Grangerio priežastis C	2.04963	0.1421	6.21474	0.0045	0.32371	0.7253
EX nėra Grangerio priežastis C	3.61848	0.0359	2.03104	0.1445	0.33260	0.7190
IM nėra Grangerio priežastis C	9.15459	0.0005	9.11822	0.0005	1.17967	0.3178
IN nėra Grangerio priežastis C	5.08165	0.0108	4.72258	0.0144	4.95455	0.0120
P nėra Grangerio priežastis C	2.15991	0.1286	2.83056	0.0708	1.79984	0.1785

Lietuvoje vartojimo Grangerio priežastimi yra eksportas, importas ir investicijos, Latvijoje – užimtųjų skaičius, importas bei investicijos, o Estijoje tik investicijos.

Toliau nagrinėjame užimtųjų Grangerio priežastis. Kaip rodo Grangerio testo rezultatai, visuose trijose Baltijos šalyse užimtųjų skaičiaus Grangerio priežastys yra vartojimas, eksportas bei importas, o Estijoje papildomai dar ir investicijos:

27 lentelė. Testo rezultatai: užimtųjų skaičiaus Grangerio priežastys Baltijos šalyse

Nulinė hipotezė	Lietuva		Latvija		Estija	
	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė
C nėra Grangerio priežastis D	3.99254	0.0262	4.62070	0.0157	1.15416	0.0001
EX nėra Grangerio priežastis D	3.55232	0.0380	4.37359	0.0192	5.15186	0.0102
IM nėra Grangerio priežastis D	4.34046	0.0197	6.65523	0.0032	4.99487	0.0116
IN nėra Grangerio priežastis D	1.39037	0.2608	0.02328	0.9770	3.97330	0.0267
P nėra Grangerio priežastis D	2.66929	0.0816	1.87942	0.1659	0.51826	0.5995

Nagrinėjant eksporto Grangerio priežastis, gauti tokie rezultatai:

28 lentelė. Testo rezultatai: eksporto Grangerio priežastys Baltijos šalyse

Nulinė hipotezė	Lietuva		Latvija		Estija	
	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė
C nėra Grangerio priežastis EX	1.18604	0.3159	3.64715	0.0351	2.67248	0.0814
D nėra Grangerio priežastis EX	1.02188	0.3691	0.54579	0.5836	1.45589	0.2453
IM nėra Grangerio priežastis EX	1.01089	0.0003	2.30350	0.1130	6.69661	0.0031
IN nėra Grangerio priežastis EX	6.32610	0.0041	2.06202	0.1405	5.46468	0.0080
P nėra Grangerio priežastis EX	1.12348	0.3352	1.48601	0.2385	2.65249	0.0828

Lietuvoje ir Estijoje eksporto Grangerio priežastys – importas bei investicijos, o Latvijoje – vartojimas. Toliau nagrinėjame importo Grangerio priežastis, gauname:

29 lentelė. Testo rezultatai: importo Grangerio priežastys Baltijos šalyse

Nulinė hipotezė	Lietuva		Latvija		Estija	
	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė
C nėra Grangerio priežastis IM	0.86391	0.4292	6.76637	0.0029	3.27260	0.0483
EX nėra Grangerio priežastis IM	1.63539	0.2076	0.89656	0.4160	0.65421	0.5253
D nėra Grangerio priežastis IM	0.58552	0.5615	1.44300	0.2482	0.81089	0.4516
IN nėra Grangerio priežastis IM	2.31833	0.1115	1.30341	0.2829	1.76643	0.1840
P nėra Grangerio priežastis IM	2.13796	0.1312	3.34314	0.0454	3.25621	0.0490

Remiantis testo rezultatais Lietuvoje nei vienas iš parinktų makroekonominių kintamųjų nėra importo Grangerio priežastis, o Latvijoje ir Estijoje eksportą įtakoja vartojimas ir BVP defliatorius.

Nagrinėdami investicijų Grangerio priežastis, gauname, kad Latvijoje ir Estijoje yra panaši situacija, visi pasirinkti makroekonominiai rodikliai yra investicijų Grangerio priežastys. Tuo tarpu Lietuvoje investicijas įtakoja vartojimas ir eksportas. Tą matome iš testo rezultatų:

30 lentelė. Testo rezultatai: investicijų Grangerio priežastys Baltijos šalyse

Nulinė hipotezė	Lietuva		Latvija		Estija	
	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė
C nėra Grangerio priežastis IN	3.62230	0.0358	9.76416	0.0004	8.35029	0.0009
EX nėra Grangerio priežastis IN	1.63596	0.2075	8.48405	0.0008	3.38805	0.0437
IM nėra Grangerio priežastis IN	3.61059	0.0362	4.71244	0.0145	3.39591	0.0434
D nėra Grangerio priežastis IN	0.10692	0.8989	2.24426	0.1192	2.94045	0.0644
P nėra Grangerio priežastis IN	1.81805	0.1755	6.48042	0.0036	7.85929	0.0013

Galiausiai nagrinėkime, kokie veiksniai daro įtaką BVP defliatoriui:

31 lentelė. Testo rezultatai: BVP defliatoriaus Grangerio priežastys Baltijos šalyse

Nulinė hipotezė	Lietuva		Latvija		Estija	
	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė	F-statistika	p-reikšmė
C nėra Grangerio priežastis P	1.87833	0.1661	6.90168	0.0027	1.47526	2.E-05
EX nėra Grangerio priežastis P	1.90852	0.1616	9.23820	0.0005	9.03233	0.0006
IM nėra Grangerio priežastis P	3.04406	0.0588	1.11400	0.0001	1.15456	0.0001
IN nėra Grangerio priežastis P	7.40625	0.0018	1.51247	1.E-05	1.84434	2.E-06
D nėra Grangerio priežastis P	1.38543	0.2620	2.55422	0.0904	6.10718	0.0048

Vėl panašias tendencijas stebime Latvijoje ir Estijoje – BVP defliatoriaus Grangerio priežastimis yra visi pasirinkti kintamieji. Tuo tarpu Lietuvoje BVP defliatorių įtakoja tik investicijos.

2.2. Modelio sudarymas

Šiame skyrelyje bus sudaromas modelis BVP reikšmėms Baltijos šalyse prognozuoti. Bus remiamasi BVP balansine lygtimi, tai yra $BVP = C + (EX - IM) + I$, kur C – galutinio vartojimo išlaidos, EX – eksportas, IM – importas, I – bendrojo kapitalo formavimas. Tikslas sudaryti VECM modelį, skirtą BVP prognozei Baltijos šalyse. Norėdami sudaryti modelį pasinaudosime Engle – Grangerio procedūra.

2.2.1. Ilgalaikių ryšių nustatymas

Visų pirma nagrinėkime vartojimo lygtį Lietuvos duomenims. Kaip parodė pirminė analizė, bendrajai tendencijai aprašyti tinka tiesinis trendas. Koreliacijos analizė rodė, kad vartojimas labai priklauso nuo užimtųjų skaičiaus, importo, investicijų ir BVP defliatoriaus. O vartojimo Grangerio priežastimis pasirodė esą investicijos ir BVP defliatorius tiek Lietuvoje, tiek Latvijoje bei Estijoje. Atlikę regresinę analizę, gauname tokią lygtį:

$$CLT_t = 3.170877 + 0.008667 \cdot t + 0.289529 \cdot INLT_{t-1} + 0.647356 \cdot PLT_t. \quad (91)$$

(0.0000) (0.0000) (0.0000) (0.0000)

Šio modelio $R_{adj}^2 = 0.991764$, vadinasi įtraukti į modelį regresoriai paaiškina apie 99% galutinio vartojimo išlaidų dispersijos. Patikrinę modelio liekanas ADF testu, gauname, kad kritinė p – reikšmė = 0.0037, kas reiškia, kad modelio liekanos sudaro stacionarų procesą.

Latvijos duomenims pritaikę tokio pavidalo modelį, gauname:

$$CLV_t = 2.660483 + 0.006400 \cdot t + 0.395128 \cdot INLV_{t-1} + 0.519615 \cdot PLV_t \quad (92)$$

(0.0000) (0.0000) (0.0000) (0.0000)

Modelis gana tiksliai aprašo vartojimo duomenis $R_{adj}^2 = 0.988822$. Remiantis $p(ADF) = 0.0063$, darome išvadą, kad modelio liekanos stacionarios.

Estijos atveju, gauname:

$$CEE_t = 2.360372 + 0.007800 \cdot t + 0.295374 \cdot INEE_{t-1} + 0.670723 \cdot PEE_t. \quad (93)$$

(0.0000) (0.0000) (0.0000) (0.0000)

Remiantis $R_{adj}^2 = 0.997476$, darome išvadą, kad modelis tikslus, aprašantis apie 99% dispersijos. Be to gauname, kad $p(ADF) = 0.0001$, vadinasi modelio liekanos sudaro stacionarųjį procesą.

Baltijos šalių galutinio vartojimo išlaidoms gauta ilgalaikė priklausomybė nuo investicijų ir BVP defliatoriaus. Iš gautų modelio koeficientų, darome išvadą, kad investicijų padidėjimas praėjusiu ketvirčiu, didina ir vartojimą. BVP defliatoriaus padidėjimas einamuoju ketvirčiu irgi padidina vartojimą.

Toliau nagrinėjame importo lygtį. Pasirodo, kad importo duomenis Baltijos šalyse gerai aprašo tiesinis trendas. Importas labiausiai koreliuoja su eksportu ir investicijomis. Lietuvoje ir Estijoje importo Grangerio priežastimis pasirodė esą importas ir investicijos, Latvijoje – vartojimas. Atsižvelgus į pirminės analizės rezultatus, gautas toks modelis:

$$\begin{aligned} IMLT_t = & -0.491813 - 0.002421 \cdot t + 0.868501 \cdot EXLT_t + 0.243822 \cdot INLT_t. \\ & (0.0784) \quad (0.0622) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \end{aligned} \quad (94)$$

Gautas modelio $R_{adj}^2 = 0.996245$, vadinasi modelis tikslus, o įtraukti regresoriai paaiškina apie 99% modeliuojamo kintamojo dispersijos. Remiantis $p(ADF) = 0.0001$, darome išvadą, kad modelio liekanos sudaro stacionariųjį procesą.

Latvijos duomenims gauta panaši ilgalaikė priklausomybė:

$$\begin{aligned} IMLV_t = & 0.208652 - 0.000489 \cdot t + 0.575693 \cdot EXLV_t + 0.461370 \cdot INLV_t. \\ & (0.7535) \quad (0.0725) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \end{aligned} \quad (95)$$

Modelis irgi pasirodo esąs labai tikslus, jo $R_{adj}^2 = 0.979748$. Remiantis $p(ADF) = 0.0080$ teigiamе, kad modelio paklaidos sudaro stacionariųjį procesą.

Estijos pritaikę tokį modelį, gauname:

$$\begin{aligned} IMEE_t = & -1.245982 - 0.006721 \cdot t + 1.013073 \cdot EXEE_t + 0.202931 \cdot INEE_t. \\ & (0.0000) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \end{aligned} \quad (96)$$

Modelio $R_{adj}^2 = 0.991793$ rodo, kad regresoriai paaiškina apie 99% importo dispersijos, o $p(ADF) = 0.0001$ rodo, kad modelio liekanos stacionarios.

Importui gauta ilgalaikė priklausomybė nuo eksporto ir investicijų. Didėjantis ir eksportas ir augančios investicijos didina ir importą.

Pirminė analizė parodė, kad eksportas Baltijos šalyse labiausiai priklauso nuo importo bei investicijų. Pastarieji kintamieji yra eksporto Grangerio priežastys. Į modelį taip pat buvo įtrauktas darbo jėgos rodiklis, siekiant suprasti, ar egzistuoja priklausomybė tarp užsienio prekybos ir darbo jėgos. Eksporto duomenims aprašyti gerai tiko tiesiniai trendai. Sudarytas modelis atrodo taip:

$$\begin{aligned} EXLT_t = & 5.554994 + 0.007198 \cdot t + 0.817488 \cdot IMLT_t - 0.599765 \cdot DLT_t. \\ & (0.0000) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \quad (0.0000) \end{aligned} \quad (97)$$

Modelio $R_{adj}^2 = 0.994077$, vadinasi modelis gana tikslus. Be to $p(\text{ADF}) = 0.0009$ rodo, kad modelio liekanos stacionarios.

Latvijos duomenims gauta:

$$\begin{array}{ccccccc} EXLV_t & = & 8.110585 & + & 0.010886 \cdot t & + & 0.737688 \cdot IMLV_t & - & 0.953158 \cdot DLV_t. \\ & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) \end{array} \quad (98)$$

Remiantis $R_{adj}^2 = 0.987191$, teigiame, kad modelis tikslus, o $p(\text{ADF}) = 0.0282$ rodo, kad liekanos stacionarios.

Estijos duomenims gauname:

$$\begin{array}{ccccccc} EXEE_t & = & 5.581678 & + & 0.007413 \cdot t & + & 0.825095 \cdot IMEE_t & - & 0.695849 \cdot DEE_t. \\ & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) \end{array} \quad (99)$$

Sudaryto modelio $R_{adj}^2 = 0.987315$ rodo, kad modelis yra tiksliai aprašantis duomenis, o $p(\text{ADF}) = 0.0112$ rodo, kad modelio liekanos stacionarios.

Gauta, kad ilguoju laikotarpiu augantis importas didina eksportą, o didėjantis užimtųjų skaičius, atvirkščiai, jį mažina.

Toliau nagrinėjime investicijų lygtį. Investicijos labiausiai priklausė nuo užsienio prekybos rodiklių. Tačiau kadangi eksportas koreliuoja su importu, negalima vienu metu įtraukti abiejų šių rodiklių į modelį. Todėl pasinaudojame išvestiniu rodikliu – grynuoju eksportu (eksportas atėmus importo). Ilgalaikei priklausomybei nustatyti naudosimės šiuo išvestiniu rodikliu. Gauname:

$$\begin{array}{ccccccc} INLT_t & = & 5.997841 & + & 0.024950 \cdot t & - & 3.862755 \cdot (EXLT_{t-1} - IMLT_{t-1}). \\ & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) \end{array} \quad (100)$$

Šio modelio $R_{adj}^2 = 0.875091$, vadinasi įtraukti regresoriai aprašo apie 87% modeliuojamojo kintamojo dispersijos, kas yra gana tikslu. Be to $p(\text{ADF}) = 0.0067$ rodo, kad modelio liekanos stacionarios.

Latvijos duomenims pritaikę tokį modelį, gauname:

$$\begin{array}{ccccccc} INLV_t & = & 5.714701 & + & 0.026195 \cdot t & - & 2.217558 \cdot (EXLV_{t-1} - IMLV_{t-1}). \\ & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) \end{array} \quad (101)$$

Latvijos atveju irgi gautas tikslus modelis, kurio $R_{adj}^2 = 0.871225$. Be to modelio liekanos irgi yra stacionarios, ką nurodo $p(\text{ADF}) = 0.0233$.

Estijos atveju gauta:

$$\begin{array}{ccccccc} INEE_t & = & 5.806243 & + & 0.027726 \cdot t & - & 4.063290 \cdot (EXEE_{t-1} - IMEE_{t-1}). \\ & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) \end{array} \quad (102)$$

Estijos duomenims modelis yra tiksliausias, jo $R_{adj}^2 = 0.899502$, vadinasi įtraukti regresoriai paaiškina apie 90% modeliujamo kintamojo dispersijos. Šio modelio liekanos irgi yra stacionarios, tą rodo $p(\text{ADF}) = 0.0000$.

Gauta, kad pagrindinis kapitalo formavimas mažėja, didėjant grynam eksportui.

Toliau nagrinėjime užimtųjų skaičiaus lygtį. Dirbančiųjų skaičius pasirodė esąs priklausomas nuo vartojimo, importo, eksporto ir BVP defliatoriaus. Kadangi pirminė analizė parodė, kad tiesinis trendas yra netinkamas aprašant dirbančiųjų skaičių, į lygtį buvo mėginta įtraukti aukštesnės eilės polinomą – trendą. Sudaryta lygtis atrodo taip:

$$\begin{array}{ccccccc} DLT_t & = & 5.142656 & - & 0.000121 \cdot t^2 & + & 0.183520 \cdot CLT_t + 0.082222 \cdot IMLT_{t-1}. \\ & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) \quad (0.0027) \end{array} \quad (103)$$

Modelis yra gana tikslus, gauta $R_{adj}^2 = 0.884647$. Modelio liekanos stacionarios, tą rodo $p(\text{ADF}) = 0.0065$.

Latvijos duomenims gauta:

$$\begin{array}{ccccccc} DLV_t & = & 5.011787 & - & 0.000117 \cdot t^2 & + & 0.021173 \cdot CLV_t + 0.241234 \cdot IMLV_{t-1}. \\ & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0636) \quad (0.0000) \end{array} \quad (104)$$

Modelis yra tikslus, jo $R_{adj}^2 = 0.925802$. Be to modelio liekanos yra stacionarios, tą rodo $p(\text{ADF}) = 0.0456$.

Estijos duomenims gauta:

$$\begin{array}{ccccccc} DEE_t & = & 4.543893 & - & 0.0000778 \cdot t^2 & + & 0.094347 \cdot CEE_t + 0.156601 \cdot IMEE_{t-1}. \\ & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0014) \quad (0.0000) \end{array} \quad (105)$$

Modelio $R_{adj}^2 = 0.899783$, liekanos – stacionarios, tą rodo $p(\text{ADF}) = 0.0390$.

Gauta, kad ilgu laikotarpiu užimtųjų skaičius didėja didėjant einamojo ketvirčio vartojimui ir praeito ketvirčio prekių ir paslaugų importui.

Paskutinė nagrinėjama lygtis – BVP defliatoriaus. Atlikus pirminę analizę paaiškėjo, kad infliacijai daro įtaką tiek vartojimas, tiek užsienio prekybos rodikliai, tiek investicijos. BVP defliatoriaus duomenims aprašyti gana neblogai tiko tiesinio trendo modelis. Sudaryta tokia lygtis:

$$\begin{array}{ccccccc} PLT_t & = & 2.248832 & + & 0.004523 \cdot t & + & 0.273708 \cdot CLT_t. \\ & & (0.0000) & & (0.0003) & & (0.0000) \end{array} \quad (106)$$

Sudarytas modelis yra labai tikslus, jo $R_{adj}^2 = 0.951669$, o modelio liekanos – stacionarios, tą rodo $p(ADF) = 0.0436$.

Latvijos duomenims gauta:

$$\begin{array}{ccccccc} PLV_t & = & 1.806065 & + & 0.005138 \cdot t & + & 0.354592 \cdot CLV_t. \\ & & (0.0023) & & (0.0074) & & (0.0000) \end{array} \quad (107)$$

Šio modelio $R_{adj}^2 = 0.862321$, o liekanos stacionarios, kadangi $p(ADF) = 0.0436$.

Latvijos duomenims gauta:

$$\begin{array}{ccccccc} PEE_t & = & 2.371010 & + & 0.007144 \cdot t & + & 0.277191 \cdot CEE_t. \\ & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) \end{array} \quad (108)$$

Šio modelio $R_{adj}^2 = 0.986139$, o liekanos stacionarios, kadangi $p(ADF) = 0.0157$.

Gauta ilgalaikė teigiama BVP defliatoriaus priklausomybė nuo vartojimo.

2.2.2. Paklaidų korekcijos modelis

Visų pirma, patikrinkime, ar endogeninių kintamųjų pirmosios eilės skirtumai yra stacionarūs. Tą atlikti galima naudojantis ADF testu.

Matome, kad visų pasirinktų Lietuvos, Latvijos ir Estijos makroekonominių rodiklių pirmųjų skirtumų procesai yra stacionarūs.

Testų rezultatai:

32 lentelė. ADF testo rezultatai Lietuvos duomenims

Rodiklis	t statistika	p – reikšmė
CLT	-2.360203	0.0192
DLT	-5.557476	0.0000
EXLT	-4.482805	0.0000
IMLT	-3.598403	0.0006
INLT	-4.436024	0.0000
PLT	-7.767153	0.0000

33 lentelė. ADF testo rezultatai Latvijos duomenims

Rodiklis	t statistika	p – reikšmė
CLV	-3.396129	0.0011
DLV	-3.206339	0.0020
EXLV	-3.558493	0.0007
IMLV	-3.851064	0.0003
INLV	-2.188184	0.0291
PLV	-2.647964	0.0093

34 lentelė. ADF testo rezultatai Estijos duomenims

Rodiklis	t statistika	p – reikšmė
CEE	-2.987676	0.0437
DEE	-3.354700	0.0013
EXEE	-4.150500	0.0001
IMEE	-3.502151	0.0008
INEE	-2.441371	0.0158
PEE	-3.170296	0.0286

Kadangi gauta, kad visų pasirinktų Baltijos šalių endogeninių rodiklių pirmųjų skirtumų procesai yra stacionarūs, toliau galime specifikuoti paklaidų korekcijos modelį. Vėlavimo eilės parinkimui bus pasinaudota Švarco kriterijumi.

Lietuvos galutinio vartojimo išlaidų duomenims gautas paklaidų korekcijos modelis:

$$\begin{aligned}
\Delta CLT_t = & 2.932924 & - & 0.693133 \cdot [CLT_{t-1} & - & 0.010761 \cdot t & - & 0.354639 \cdot INLT_{t-2} - \\
& (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) \\
& - & 0.309593 \cdot PLT_{t-1}] & + & 0.193444 \cdot \Delta INLT_{t-1} & - & 0.735461 \cdot \Delta DLT_{t-1} & + & 0.176548 \cdot \Delta CLT_{t-2} + \\
& (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0660) \\
& + & 0.0001 \cdot \Delta IMP_t & + & 0.019878 \cdot INF_{t-1} & - & 0.064830 \cdot IEU_t. \\
& (0.0000) & & (0.0302) & & (0.0393) & &
\end{aligned}
\tag{109}$$

Čia IMP – Rusijos ir ES 15 šalių nominaliųjų importų suma, INF – ES infliacija, IEU – EURIBOR palūkanų norma.

Matome, kad ilguoju laikotarpiu vartojimo pokyčiai priklauso nuo investicijų ir defliatoriaus pokyčių. Didėjant investicijoms ir defliatoriui, didėja ir vartojimo pokyčiai.

Modelyje ilgalaikiai sąryšiai nurodyti laužtiniuose skliaustuose. Paklaidų korekcijos narys $\alpha = -0.693133$. Kadangi gautas neigiamas paklaidų korekcijos narys, vadinasi modelio specifikacija teisinga.

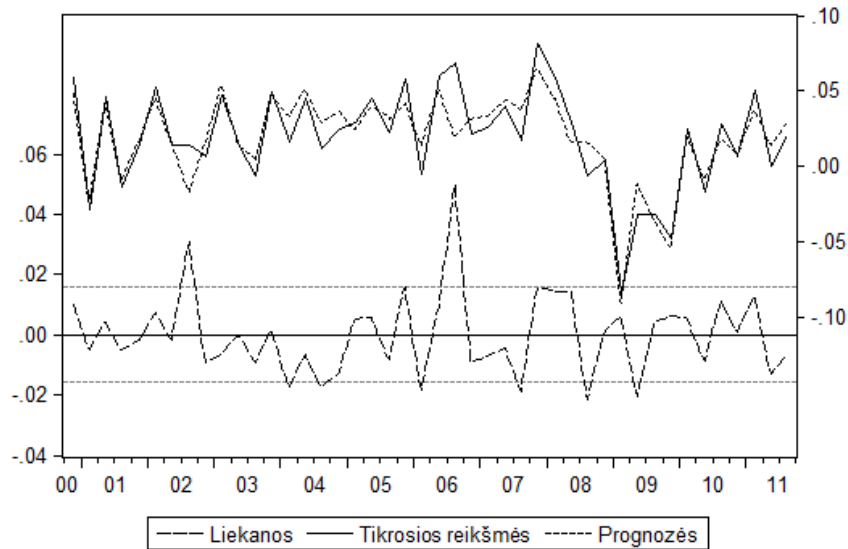
Trumpuoju laikotarpiu vartojimą lemia investicijų ir užimtųjų skaičiaus pirmieji ankstiniai ir antrasis vartojimo ankstinis. Vartojimo pokyčiai taip pat priklausomi nuo egzogeninių kintamųjų – Rusijos ir ES importo, infliacijos ir EURIBOR palūkanų normos.

Pagrindiniai statistiniai modelio vertinimo ir adekvatumo rodikliai:

- Vertinimo laikotarpis 2000 IV ketvirtis – 2011 III ketvirtis (44 stebėjimai);
- $R_{adj}^2 = 0.776288$ – modelis paaiškina 78 procentus galutinio vartojimo išlaidų pokyčių dispersijos;
- $DW=2.228136$ – Durbino – Watsono reikšmė arti 2 rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(LM \text{ testo})=0.3157$ – LM serijinės koreliacijos testo F statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(F\text{-stat})=0.000000$ – rodo, kad modelio koeficientai yra reikšmingi;
- $JB=0.7512$ – Jarque–Bera statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelio liekanoms normalumo hipotezė neatmetama;
- $p(White)=0.8341$ – White testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų nesąlyginio heteroskedastiškumo problemos;

- $p(\text{ARCH2})=0.9076$ — ARCH testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų sąlyginio heteroskedastiškumo problemos;
- $p(\text{ADF})= 0.0000$ – Dickio – Fullerio testo statistikos nereikšmingumas rodo, jog liekanų procesas stacionarus.

Modelio prognozes ir liekanas pavaizduokime grafiškai:



34 pav. Lietuvos vartojimo pokyčių prognozės ir liekanos

Norėdami prognozuoti ne pokyčius, o vartojimą, modelį perrašome VAR pavidalu, pasinaudoję lygybe $\Delta CLT_t = CLT_t - CLT_{t-1}$, tai yra CLT_{t-1} perkeliame į dešinę lygybės pusę ir gauname koeficientą prie CLT_{t-1} lygų $1-0.693133=0.306867$. Gauto modelio $R_{adj}^2 = 0.997796$:

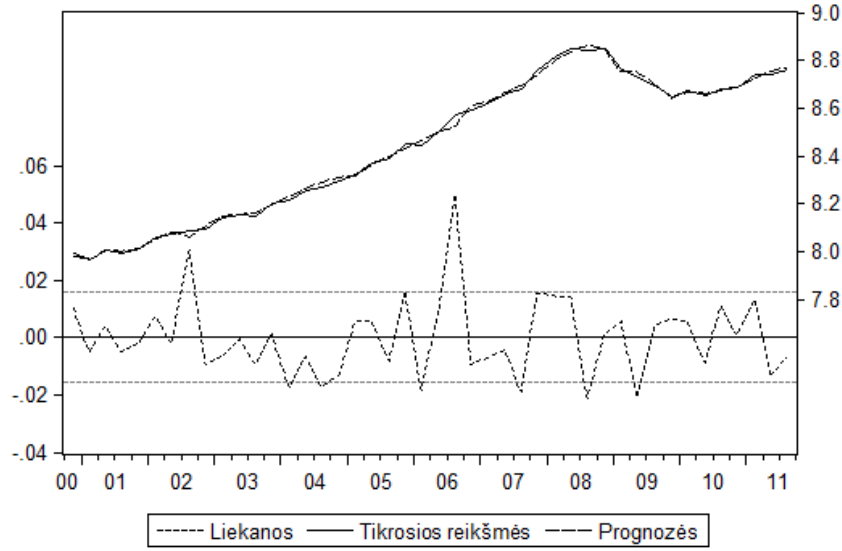
$$\begin{aligned} CLT_t = & 2.932924 + 0.306867 \cdot CLT_{t-1} + 0.007459 \cdot t + 0.245812 \cdot INLT_{t-2} + 0.214589 \cdot PLT_{t-1} + \\ & + 0.193444 \cdot \Delta INLT_{t-1} - 0.735461 \cdot \Delta DLT_{t-1} + 0.176548 \cdot \Delta CLT_{t-2} + 0.0001 \cdot \Delta IMP_t + \\ & + 0.019878 \cdot INF_{t-1} - 0.064830 \cdot IEU_t. \end{aligned} \quad (110)$$

Latvijos duomenims pritaikę tokį modelį, gauname:

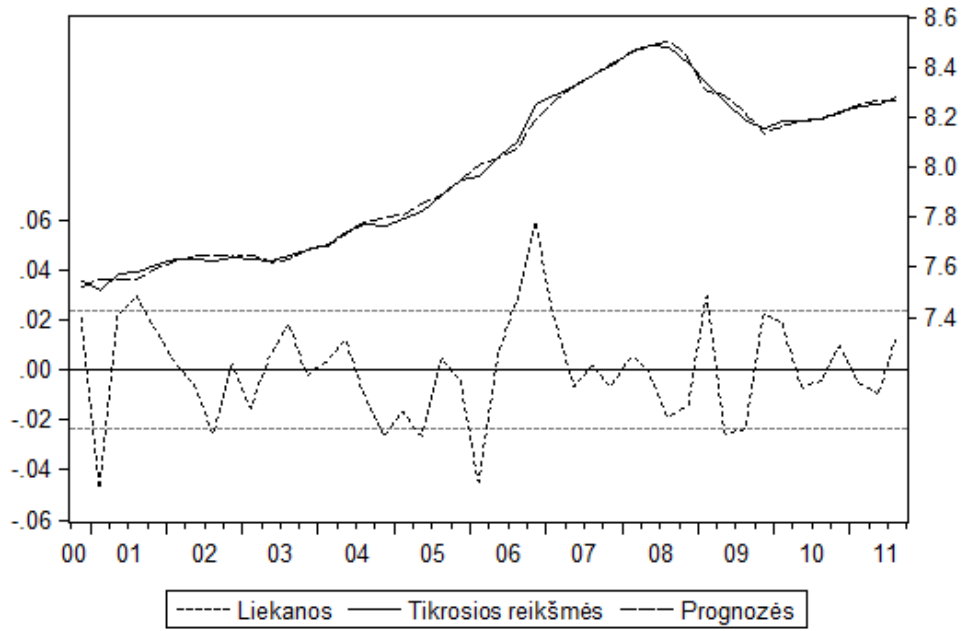
$$\begin{aligned} CLV_t = & 0.715721 + 0.761239 \cdot CLV_{t-1} + 0.001728 \cdot t + 0.127631 \cdot INLV_{t-2} + 0.059350 \cdot PLV_{t-1} + \\ & + 0.167683 \cdot \Delta INLV_{t-1} + 0.736287 \cdot \Delta DLV_{t-1} + 0.020635 \cdot \Delta CLV_{t-2} + 0.170846 \cdot \Delta IMP_t + \\ & + 0.003592 \cdot INF_{t-1} + 0.009152 \cdot IEU_t. \end{aligned} \quad (111)$$

$$\begin{aligned} R_{adj}^2 = & 0.994501, \quad DW = 1.738056, \quad p(JB) = 0.7821 \quad p(LM) = 0.1611, \quad p(White) = 0.6116, \\ p(ARCH2) = & 0.8322, \quad p(F - stat) = 0.0000, \quad p(ADF) = 0.0000. \end{aligned}$$

Matome, kad modelis gana tikslus Latvijos duomenims. Pavaizduokime grafiškai:



35 pav. Lietuvos vartojimo prognozės ir liekanos



36 pav. Latvijas vartojimo prognozės ir liekanos

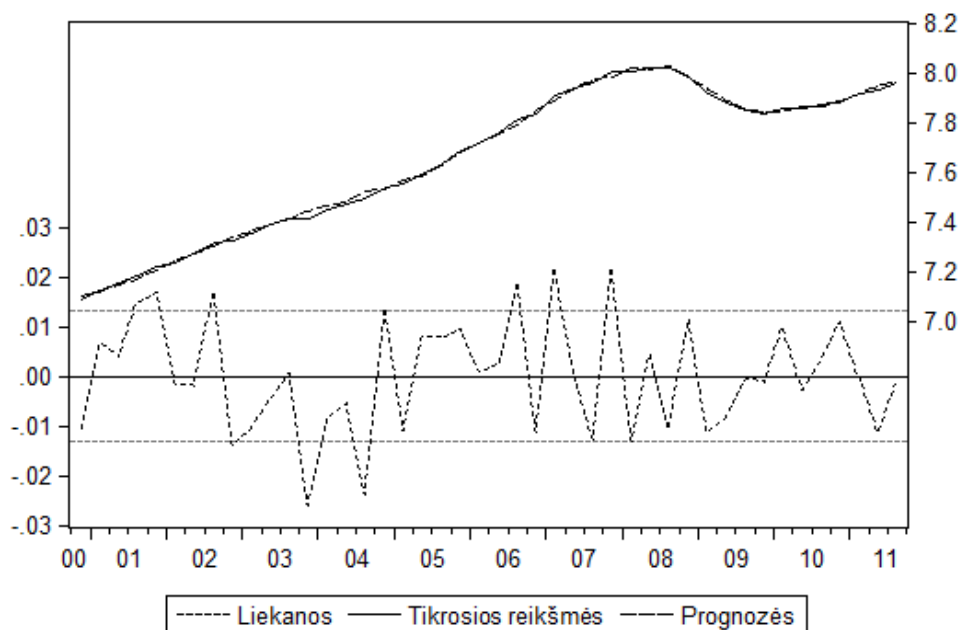
Estijos duomenims gauname:

$$\begin{aligned}
 CEE_t = & 1.611992 + 0.456905 \cdot CEE_{t-1} + 0.004874 \cdot t + 0.184455 \cdot INEE_{t-2} + 0.258164 \cdot PEE_{t-1} + \\
 & 0.202122 \cdot \Delta INEE_{t-1} + 0.024464 \cdot \Delta DEE_{t-1} - 0.029231 \cdot \Delta CEE_{t-2} + 0.040324 \cdot \Delta IMP_t + \\
 & + 0.015998 \cdot INF_{t-1} + 0.026508 \cdot IEU_t.
 \end{aligned}$$

(112)

$$\begin{aligned}
 R_{adj}^2 = & 0.998018, \quad DW = 2.362960, \quad p(JB) = 0.7796 \quad p(LM) = 0.0731, \quad p(White) = 0.8777, \\
 p(ARCH2) = & 0.5025, \quad p(F - stat) = 0.0000, \quad p(ADF) = 0.0135.
 \end{aligned}$$

Modelis irgi gerai tinkantis, jo grafikas:



37 pav. Estijos vartojimo prognozės ir liekanos

Lietuvos prekių ir paslaugų eksporto duomenims gautas paklaidų korekcijos modelis:

$$\begin{aligned}
 \Delta EXLT_t = & 5.401253 & - & 0.855341 \cdot [EXLT_{t-1} & - & 0.010756 \cdot t - \\
 & (0.0024) & & (0.0001) & & (0.0003) \\
 & - & 0.667455 \cdot IMLT_{t-1} & + & 0.545914 \cdot DLT_{t-1}] & + & 0.592801 \cdot \Delta PLT_{t-4} + \\
 & (0.0015) & & (0.0635) & & (0.0161) \\
 & + & 0.193751 \cdot \Delta IMP_t & + & 0.183327 \cdot \Delta IEU_t. \\
 & (0.0479) & & (0.0036) & &
 \end{aligned} \tag{113}$$

Čia IMP – Rusijos ir ES 15 šalių nominaliųjų importų suma, IEU – EURIBOR palūkanų norma.

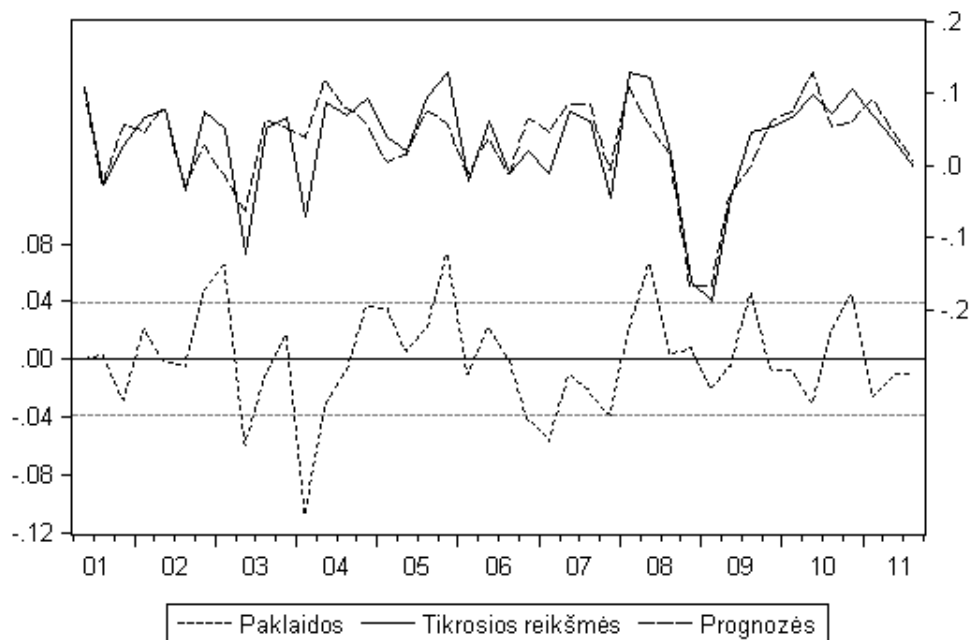
Gauta, kad ilguoju laikotarpiu eksporto pokyčiai priklauso nuo importo ir užimtųjų skaičiaus pirmųjų ankstinių, trumpuoju – nuo ketvirtojo BVP defliatoriaus ankstinio pokyčių. Taip pat eksporto pokyčiai didėja, didėjant šalių – tarptautinės prekybos partnerių importo pokyčiams.

Pagrindiniai statistiniai modelio vertinimo ir adekvatumo rodikliai:

- Vertinimo laikotarpis 2001 II ketvirtis – 2011 III ketvirtis (42 stebėjimai);
- $R_{adj}^2 = 0.709939$ – modelis paaiškina 71 procentą prekių ir paslaugų eksporto pokyčių dispersijos;

- $DW=1.748644$ – Durbino – Watsono reikšmė arti 2 rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(LM\ testo)=0.1238$ – LM serijinės koreliacijos testo F statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(F-stat)=0.000000$ – rodo, kad modelio koeficientai yra reikšmingi;
- $JB=0.3918$ – Jarque–Bera statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelio liekanoms normalumo hipotezė neatmetama;
- $p(White)=0.8081$ – White testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų nesąlyginio heteroskedastiškumo problemos;
- $p(ARCH2)=0.3831$ — ARCH testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų sąlyginio heteroskedastiškumo problemos;
- $p(ADF)= 0.0000$ – Dickio – Fullerio testo statistikos nereikšmingumas rodo, jog liekanų procesas stacionarus.

Modelio prognozes ir liekanas pavaizduokime grafiškai:



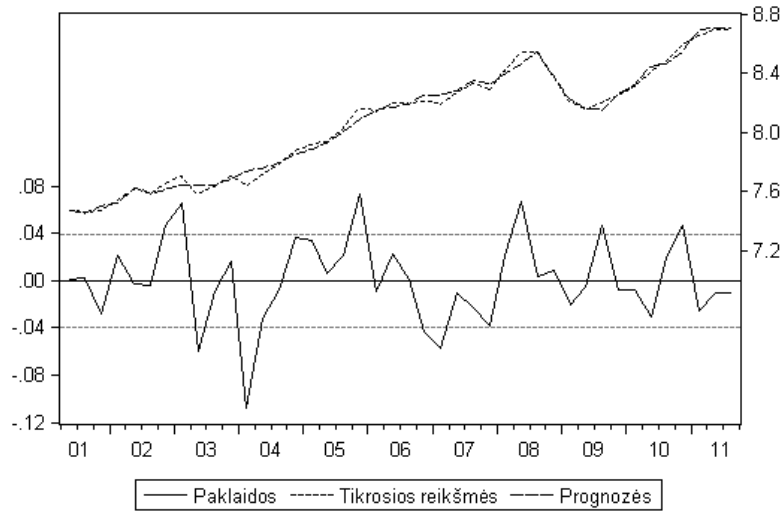
38 pav. Lietuvos eksporto pokyčių prognozės ir liekanos

Nuo pokyčių perėję prie $EXLT_t$ prognozavimo, gauname lygtį:

$$EXLT_t = 5.401253 + 0.144659 \cdot EXLT_{t-1} + 0.009200 \cdot t + 0.570902 \cdot IMLT_{t-1} - 0.466943 \cdot DLT_{t-1} + 0.592801 \cdot \Delta PLT_{t-4} + 0.193751 \cdot \Delta IMP_t + 0.183327 \cdot \Delta IEU_t. \quad (114)$$

$$R_{adj}^2 = 0.989229.$$

Pavaizdavus grafiškai:



39 pav. Lietuvos eksporto prognozės ir liekanos

Latvijos duomenims pritaikę tokį modelį, gauname:

$$EXLV_t = 2.796820 + 0.616728 \cdot EXLV_{t-1} + 0.005251 \cdot t + 0.250521 \cdot IMLV_{t-1} - 0.287083 \cdot DLV_{t-1} + 0.094697 \cdot \Delta PLV_{t-4} + 0.225045 \cdot \Delta IMP_t + 0.067407 \cdot \Delta IEU_t. \quad (115)$$

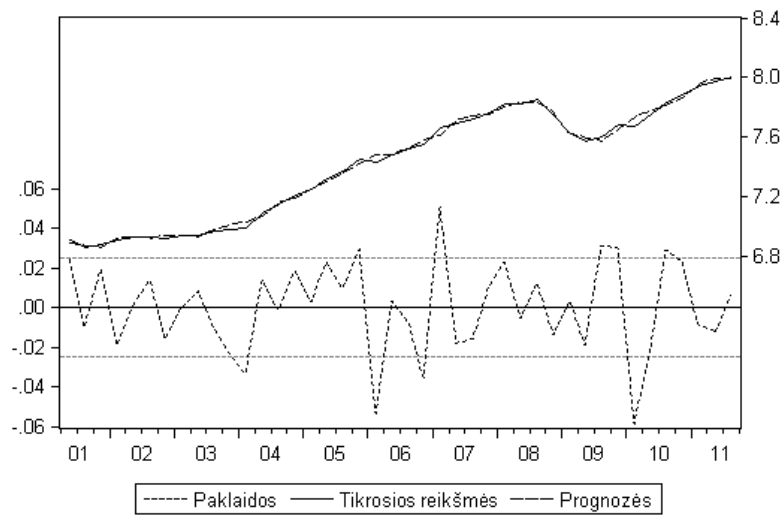
$$R_{adj}^2 = 0.995530, \quad DW = 2.387288, \quad p(JB) = 0.5744, \quad p(LM) = 0.0653, \quad p(White) = 0.9590, \\ p(ARCH2) = 0.6275, \quad p(F - stat) = 0.0000, \quad p(ADF) = 0.0000.$$

Estijos duomenims pritaikius tą patį modelį, gauta:

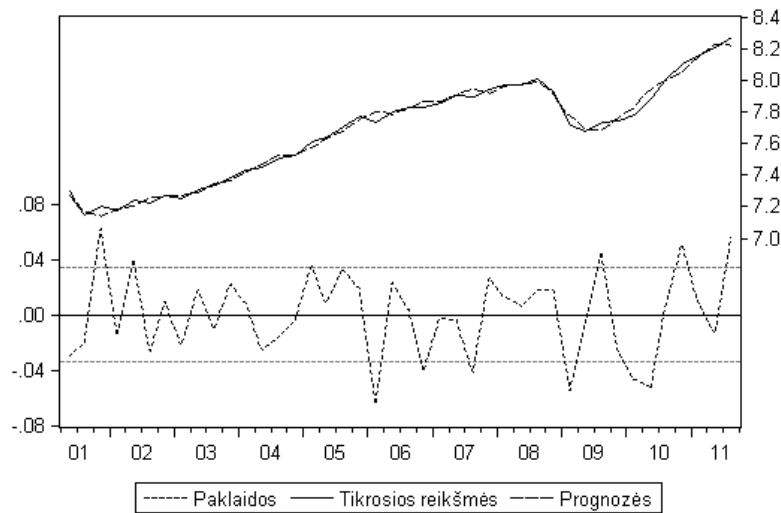
$$EXEE_t = 3.919533 + 0.281033 \cdot EXEE_{t-1} + 0.007576 \cdot t + 0.524471 \cdot IMEE_{t-1} - 0.409875 \cdot DEE_{t-1} - 0.512521 \cdot \Delta PEE_{t-4} + 0.196789 \cdot \Delta IMP_t + 0.102741 \cdot \Delta IEU_{t-4}. \quad (116)$$

$$R_{adj}^2 = 0.988229, \quad DW = 2.121226, \quad p(JB) = 0.7421, \quad p(LM) = 0.3060, \quad p(White) = 0.3906, \\ p(ARCH2) = 0.2942, \quad p(F - stat) = 0.0000, \quad p(ADF) = 0.0000.$$

Grafiškai:



40 pav. Latvijos eksporto prognozės ir liekanos



41 pav. Estijos eksporto prognozės ir liekanos

Lietuvos prekių ir paslaugų duomenims gautas paklaidų korekcijos modelis:

$$\begin{aligned}
 \Delta IMLT_t = & 2.018336 & - & 0.891691 \cdot [IMLT_{t-1} & - & 0.009815 \cdot t - \\
 & (0.0004) & & (0.0013) & & (0.0009) \\
 - & 0.355393 \cdot EXLT_{t-1} & + & 0.342760 \cdot INLT_{t-1}] & + & 0.575393 \cdot \Delta IMLT_{t-1} + \\
 & (0.0975) & & (0.0004) & & (0.0001) \\
 + & 0.307831 \cdot \Delta INLT_{t-4} & + & 0.751273 \cdot \Delta PLT_{t-4} & - & 0.625607 \cdot \Delta CLT_{t-4} + \\
 & (0.0003) & & (0.0038) & & (0.0098) \\
 + & 0.533951 \cdot \Delta IMPRU_t. & & & & \\
 & (0.0000) & & & &
 \end{aligned} \tag{117}$$

Čia IMPRU – nominalusis Rusijos importas.

Gauta, kad ilguoju laikotarpiu importo pokyčiai priklauso nuo eksporto ir investicijų. Gautas paklaidų korekcijos narys - 0.891691.

Trumpuoju laikotarpiu, importo pokyčius lemia pirmojo importo ankstinio pokyčiai, bei ketvirtųjų BVP defliatoriaus, investicijų ir vartojimo ankstinių pokyčiai. Egzogeninis kintamasis, nuo kurio egzistuoja priklausomybė yra Rusijos importas.

Pagrindiniai statistiniai modelio vertinimo ir adekvatumo rodikliai:

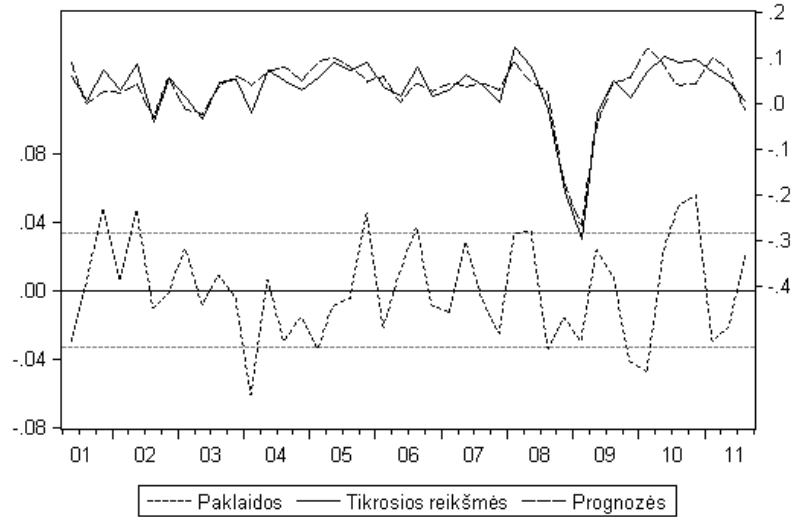
- Vertinimo laikotarpis 2001 II ketvirtis – 2011 III ketvirtis (42 stebėjimai);
- $R_{adj}^2 = 0.802141$ – modelis paaiškina 80 procentų prekių ir paslaugų importo pokyčių dispersijos;
- $DW=1.854252$ – Durbinio – Watsono reikšmė arti 2 rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(LM\ testo)=0.1238$ – LM serijinės koreliacijos testo F statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(F-stat)=0.000000$ – rodo, kad modelio koeficientai yra reikšmingi;
- $JB=0.5249$ – Jarque–Bera statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelio liekanoms normalumo hipotezė neatmetama;
- $p(White)=0.5570$ – White testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų nesąlyginio heteroskedastiškumo problemos;
- $p(ARCH2)=0.7448$ — ARCH testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų sąlyginio heteroskedastiškumo problemos;
- $p(ADF)= 0.0000$ – Dickio – Fullerio testo statistikos nereikšmingumas rodo, jog liekanų procesas stacionarus.

Nuo importo pokyčių perėję prie paties eksporto prognozavimo, gauname:

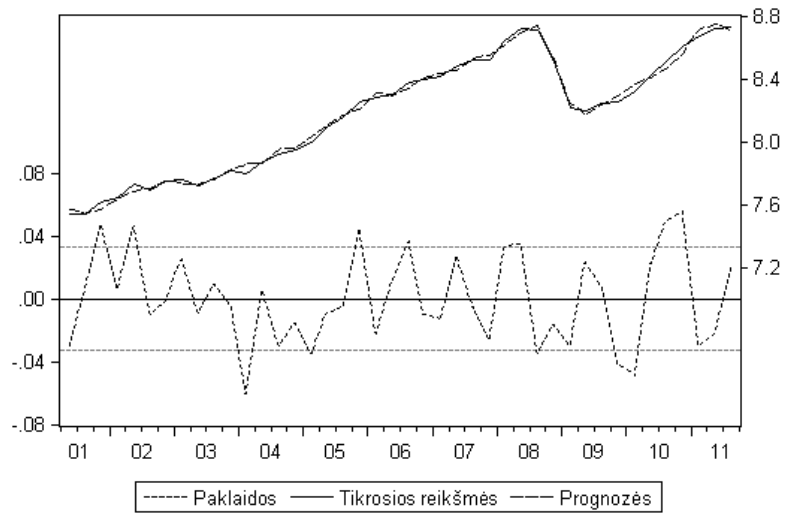
$$\begin{aligned}
 IMLT_t = & 2.018336 + 0.108309 \cdot IMLT_{t-1} + 0.008752 \cdot t + 0.355393 \cdot EXLT_{t-1} + \\
 & + 0.305636 \cdot INLT_{t-1} + 0.575393 \cdot \Delta IMLT_{t-1} + 0.307831 \cdot \Delta INLT_{t-4} + 0.751273 \cdot \Delta PLT_{t-4} - \\
 & - 0.625607 \cdot \Delta CLT_{t-4} + 0.533951 \cdot \Delta IMPRU_t.
 \end{aligned} \tag{118}$$

$$R_{adj}^2 = 0.992214$$

Lietuvos prekių ir paslaugų importo prognozių ir paklaidų grafikas:



42 pav. Lietuvos importo pokyčių prognozės ir liekanos



43 pav. Lietuvos importo prognozės ir liekanos

Toki modelį pritaikius Latvijos duomenims, gauta:

$$\begin{aligned}
 IMLV_t = & 0.891645 + 1.032182 \cdot IMLV_{t-1} + 0.003764 \cdot t - 0.125409 \cdot EXLV_{t-1} + \\
 & -0.045403 \cdot INLV_{t-1} + 0.192914 \cdot \Delta IMLV_{t-1} + 0.028446 \cdot \Delta INLV_{t-4} - 0.152748 \cdot \Delta PLV_{t-4} + \\
 & +0.313971 \cdot \Delta CLV_{t-4} + 0.607352 \cdot \Delta IMPRU_t.
 \end{aligned} \tag{119}$$

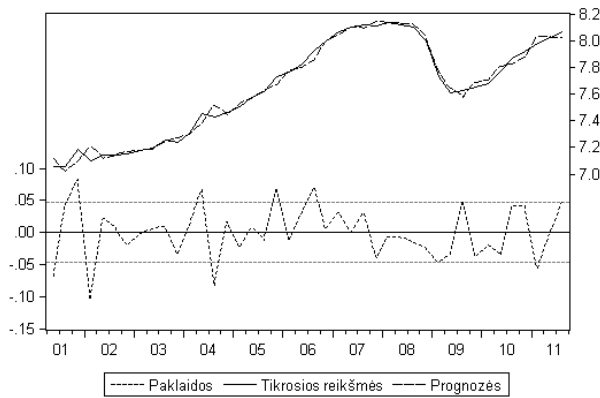
$R^2_{adj} = 0.983215$, $DW = 2.415186$, $p(JB) = 0.9001$, $p(LM) = 0.0566$, $p(White) = 0.4878$,
 $p(ARCH2) = 0.2841$, $p(F-stat) = 0.0000$, $p(ADF) = 0.0000$.

Pritaikius Estijos importo duomenims, gauta:

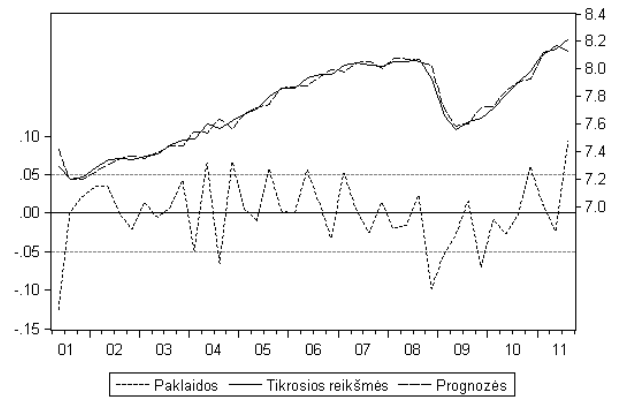
$$\begin{aligned}
IMEE_t = & 1.147160 + 0.680923 \cdot IMEE_{t-1} + 0.003849 \cdot t + 0.104421 \cdot EXEE_{t-1} + \\
& + 0.060373 \cdot INEE_{t-1} + 0.355770 \cdot \Delta IMEE_{t-1} + 0.080355 \cdot \Delta INEE_{t-4} - 0.383841 \cdot \Delta PEE_{t-4} + \\
& + 0.449149 \cdot \Delta CEE_{t-4} + 0.488710 \cdot \Delta IMPRU_t.
\end{aligned} \tag{120}$$

$R^2_{adj} = 0.970413$, $DW = 2.006562$, $p(JB) = 0.3569$, $p(LM) = 0.1506$, $p(White) = 0.4664$,
 $p(ARCH2) = 0.6315$, $p(F-stat) = 0.0000$, $p(ADF) = 0.0000$.

Grafiškai:



44 pav. Latvijos importo prognozės ir liekanos



45 pav. Estijos importo prognozės ir liekanos

Lietuvos investicijų duomenų paklaidų korekcijos modelis:

$$\begin{aligned}
\Delta INLT_t = & -2.217730 & - & 0.154817 \cdot [INLT_{t-1} & + & 0.089661 \cdot t - \\
& (0.1516) & & (0.0036) & & (0.0004) \\
& - & 4.544450 \cdot NXLT_{t-2}] & + & 0.646212 \cdot \Delta CLT_{t-1} & - & 1.174171 \cdot \Delta PLT_{t-3} + \\
& (0.0541) & & (0.0790) & & (0.0025) \\
& - & 0.517389 \cdot \Delta NXLT_{t-2} & - & 0.696584 \cdot \Delta NXLT_{t-4} & + & 0.422777 \cdot LTUILT_t \\
& (0.0658) & & (0.0065) & & (0.0008) \\
& + & 0.069570 \cdot INFEU_t. \\
& (0.0309)
\end{aligned} \tag{121}$$

Čia NXLT – Lietuvos grynasis eksportas, tai yra eksportas atėmus importą. INFEU – Europos Sąjungos infliacija.

Ilguoju laikotarpiu investicijos priklauso nuo grynojo eksporto ir vartojimo. Trumpuoju – nuo grynojo eksporto antrojo ir ketvirtojo ankstinių pokyčių bei nuo trečiojo ankstinio BVP defliatoriaus pokyčių. Investicijų pokyčiai didėja augant ES infliacijai bei Lietuvos tiesioginėms užsienio investicijoms (egzogeniniai kintamieji).

Pagrindiniai statistiniai modelio vertinimo ir adekvatumo rodikliai:

- Vertinimo laikotarpis 2001 II ketvirtis – 2011 III ketvirtis (42 stebėjimai);
- $R_{adj}^2 = 0.603328$ – modelis paaiškina 60 procentų pagrindinio bendrojo kapitalo formavimo dispersijos;
- $DW=2.113639$ – Durbino – Watsono reikšmė arti 2 rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(LM\ testo)=0.8096$ – LM serijinės koreliacijos testo F statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(F-stat)=0.000000$ – rodo, kad modelio koeficientai yra reikšmingi;
- $JB=0.9580$ – Jarque–Bera statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelio liekanoms normalumo hipotezė neatmetama;
- $p(White)=0.9066$ – White testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų nesąlyginio heteroskedastiškumo problemos;
- $p(ARCH2)=0.5565$ — ARCH testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų sąlyginio heteroskedastiškumo problemos;
- $p(ADF)= 0.0000$ – Dickio – Fullerio testo statistikos nereikšmingumas rodo, jog liekanų procesas stacionarus.

Paklaidų korekcijos modelį perrašius VAR pavidalu, gauta:

$$\begin{aligned}
 INLT_t = & -2.217730 + 0.845183 \cdot INLT_{t-1} - 0.013881 \cdot t + 0.703558 \cdot NXLT_{t-2} + \\
 & + 0.646212 \cdot \Delta CLT_{t-1} - 1.174171 \cdot \Delta PLT_{t-3} - 0.517389 \cdot \Delta NXLT_{t-2} - 0.696584 \cdot \Delta NXLT_{t-4} + \\
 & + 0.422777 \cdot LTUILT_t + 0.069570 \cdot INF EU_t.
 \end{aligned} \tag{122}$$

$$R^2 = 0.972302$$

Pritaikius šį modelį Latvijos duomenims, gauta:

$$\begin{aligned}
 INLV_t = & 1.765968 + 0.762528 \cdot INLV_{t-1} + 0.007780 \cdot t - 0.311432 \cdot NXLV_{t-2} + \\
 & + 1.370323 \cdot CLV_{t-1} + 0.443408 \cdot \Delta PLV_{t-3} - 0.004854 \cdot \Delta NXLV_{t-2} - 0.369631 \cdot \Delta NXLT_{t-4} - \\
 & - 0.050951 \cdot LTUILV_t + 0.021490 \cdot INF EU_t.
 \end{aligned} \tag{123}$$

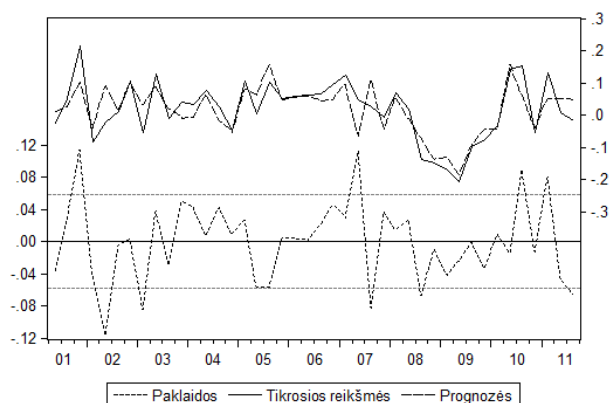
$$\begin{aligned}
 R_{adj}^2 = & 0.975808, \quad DW = 2.298339, \quad p(JB) = 0.5541, \quad p(LM) = 0.1631, \quad p(White) = 0.4442, \\
 p(ARCH2) = & 0.5456, \quad p(F - stat) = 0.0000, \quad p(ADF) = 0.0000.
 \end{aligned}$$

Estijos atveju:

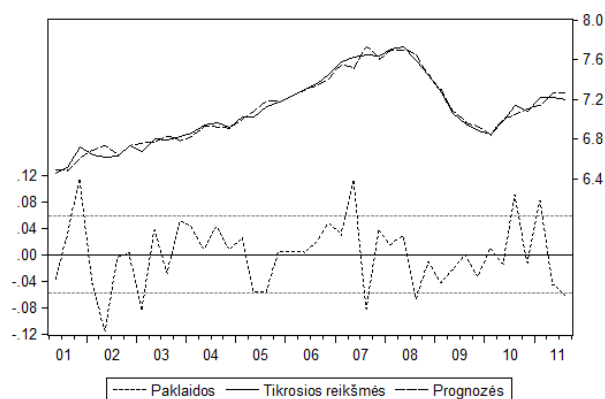
$$\begin{aligned}
 INEE_t = & 0.306455 + 0.865009 \cdot INEE_{t-1} + 0.000268 \cdot t - 0.086217 \cdot NXEE_{t-2} + \\
 & 2.484097 \cdot CLT_{t-1} - 0.742991 \cdot \Delta PLT_{t-3} - 0.071828 \cdot \Delta NXLT_{t-2} - 0.271110 \cdot \Delta NXLT_{t-4} + \\
 & 0.064294 \cdot LTUIEE_t - 0.020673 \cdot INF EU_t.
 \end{aligned} \tag{124}$$

$$\begin{aligned}
 R_{adj}^2 = & 0.978284, \quad DW = 2.526891, \quad p(JB) = 0.2717, \quad p(LM) = 0.0689, \quad p(White) = 0.2948, \\
 p(ARCH2) = & 0.7839, \quad p(F - stat) = 0.0000, \quad p(ADF) = 0.0000.
 \end{aligned}$$

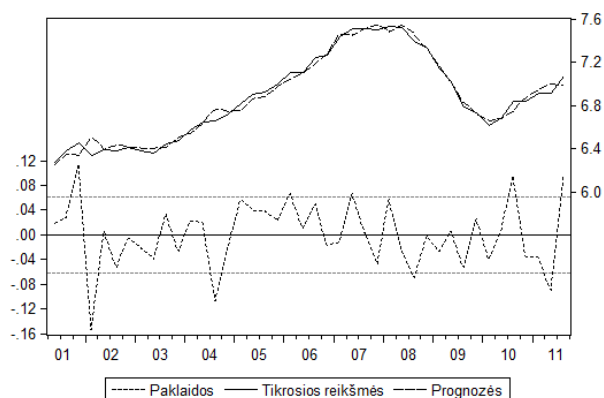
Grafiškai:



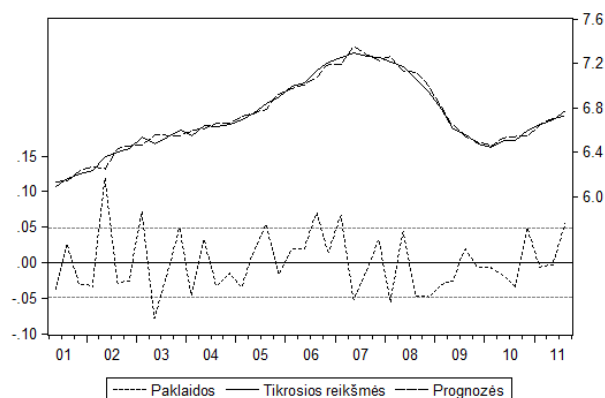
46 pav. Lietuvos investicijų pokyčių prognozės ir liekanos



47 pav. Lietuvos investicijų prognozės ir liekanos



48 pav. Latvijos investicijų prognozės ir liekanos



49 pav. Estijos investicijų prognozės ir liekanos

Lietuvos užimtųjų skaičiaus duomenims gautas paklaidų korekcijos modelis:

$$\begin{aligned}
 \Delta DLT_t = & 4.458810 & - & 0.542482 \cdot [DLT_{t-1} & + & 0.0001215 \cdot t^2 - \\
 & (0.0000) & & (0.0000) & & (0.0000) \\
 & - & 0.136001 \cdot CLT_{t-1} & - & 0.070650 \cdot IMLT_{t-2}] & + & 0.085879 \Delta INLT_{t-2} + \\
 & (0.0662) & & (0.1092) & & (0.0004) \\
 & + & 0.058685 \cdot \Delta INLT_{t-3} & - & 0.145511 \cdot IMPEU_t & + & 0.068700 \cdot TUILT_t \\
 & (0.0093) & & (0.0012) & & (0.0002) \\
 & + & 0.039356 \cdot \Delta IEU_t. \\
 & (0.0062)
 \end{aligned} \tag{125}$$

Čia IMPEU – ES 15 šalių nominalusis prekių ir paslaugų importas, TUILT – Lietuvos tiesioginės užsienio investicijos, IEU – EURIBOR palūkanų norma.

Gauta, kad ilguoju laikotarpiu užimtųjų skaičiaus pokyčiai priklauso nuo vartojimo ir importo pirmųjų ankstinių pokyčių. Gauta paklaidų korekcijos narys $-0.542482 < 0$.

Trumpuoju laikotarpiu užimtųjų pokyčiai priklauso nuo investicijų antrojo ir trečiojo ankstinių pokyčių. Užimtųjų pokyčiai didėja augant EURIBOR palūkanų normai ir tiesioginėms užsienio šalių investicijoms ir mažėja augant ES nominaliajam importui.

Pagrindiniai statistiniai modelio vertinimo ir adekvatumo rodikliai:

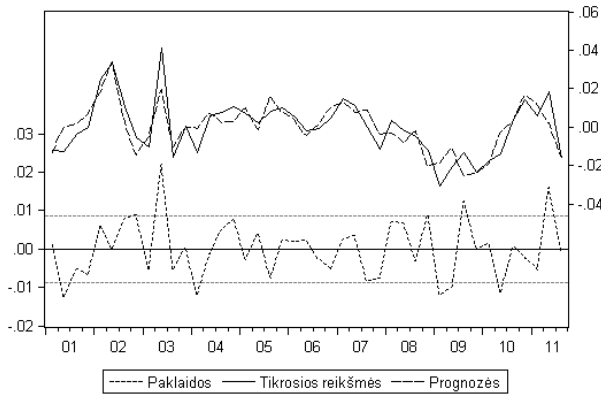
- Vertinimo laikotarpis 2001 I ketvirtis – 2011 III ketvirtis (43 stebėjimai);
- $R_{adj}^2 = 0.651197$ – modelis paaiškina 65 procentų užimtųjų skaičiaus pokyčių dispersijos;
- $DW = 2.358455$ – Durbino – Watsono reikšmė arti 2 rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(LM \text{ testo}) = 0.3010$ – LM serijinės koreliacijos testo F statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(F\text{-stat}) = 0.000000$ – rodo, kad modelio koeficientai yra reikšmingi;
- $JB = 0.3794$ – Jarque–Bera statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelio liekanoms normalumo hipotezė neatmetama;
- $p(White) = 0.6099$ – White testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų nesąlyginio heteroskedastiškumo problemos;
- $p(ARCH2) = 0.7098$ — ARCH testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų sąlyginio heteroskedastiškumo problemos;
- $p(ADF) = 0.0000$ – Dickio – Fullerio testo statistikos nereikšmingumas rodo, jog liekanų procesas stacionarus.

Paklaidų korekcijos modelį pertvarkius VAR pavidalu, gauta:

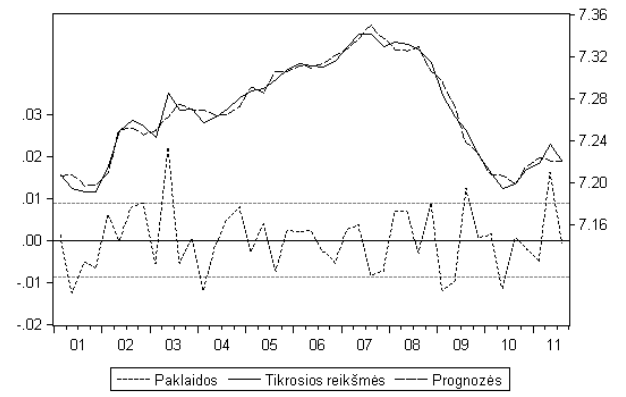
$$\begin{aligned}
 DLT_t = & 4.458810 + 0.457518 \cdot DLT_{t-1} - 0.000066 \cdot t^2 + 0.073778 \cdot CLT_{t-1} + 0.038326 \cdot IMLT_{t-2} + \\
 & + 0.085879 \cdot \Delta INLT_{t-2} + 0.058685 \cdot \Delta INLT_{t-3} - 0.145511 \cdot IMPEU_t + 0.068700 \cdot TUILT_t \\
 & + 0.039356 \cdot \Delta IEU_t.
 \end{aligned} \tag{126}$$

$$R_{adj}^2 = 0.966460.$$

Pavaizdavus grafiškai:



50 pav. Lietuvos užimtųjų skaičiaus pokyčių
prognozės ir liekanos



51 pav. Lietuvos užimtųjų skaičiaus prognozės ir
liekanos

Latvijos užimtųjų skaičiaus duomenims gautas paklaidų korekcijos modelis:

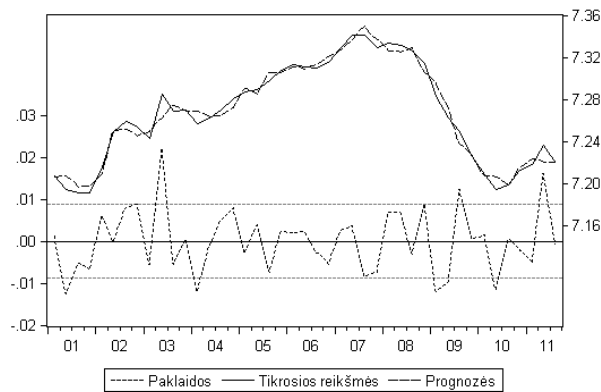
$$\begin{aligned}
 DLV_t = & 0.609898 + 0.704086 \cdot DLV_{t-1} - 0.000021 \cdot t^2 + 0.045985 \cdot CLV_{t-1} + \\
 & + 0.055579 \cdot IMLV_{t-2} - 0.019179 \cdot \Delta INLV_{t-2} + 0.023057 \cdot \Delta INLV_{t-3} + \\
 & + 0.090361 \cdot IMPEU_t - 0.067543 \cdot TUILV_t + 0.049696 \cdot \Delta IEU_t.
 \end{aligned} \quad (127)$$

$R_{adj}^2 = 0.971931$, $DW = 1.873541$, $p(JB) = 0.8856$, $p(LM) = 0.3430$, $p(White) = 0.4211$,
 $p(ARCH2) = 0.3018$, $p(F - stat) = 0.0000$, $p(ADF) = 0.0000$.

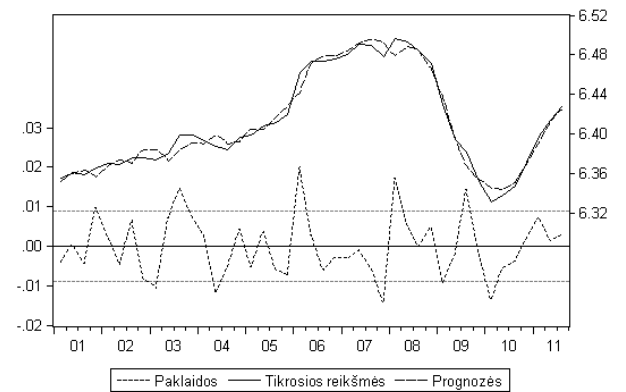
Estijos atveju:

$$\begin{aligned}
 DEE_t = & 0.576540 + 0.676196 \cdot DEE_{t-1} - 0.000022 \cdot t^2 + 0.023778 \cdot CEE_{t-1} + \\
 & + 0.004929 \cdot IMEE_{t-2} + 0.083932 \cdot \Delta INEE_{t-2} + 0.079784 \cdot \Delta INEE_{t-3} + \\
 & + 0.090986 \cdot IMPEU_t + 0.004865 \cdot TUIEE_t - 0.000438 \cdot \Delta IEU_t.
 \end{aligned} \quad (128)$$

$R_{adj}^2 = 0.967158$, $DW = 1.977133$, $p(JB) = 0.4210$, $p(LM) = 0.0660$, $p(White) = 0.7092$,
 $p(ARCH2) = 0.9560$, $p(F - stat) = 0.0000$, $p(ADF) = 0.0000$.



52 pav. Latvijos užimtųjų skaičiaus prognozės ir
liekanos



53 pav. Estijos užimtųjų skaičiaus prognozės ir
liekanos

Lietuvos BVP defliatoriaus duomenims gautas paklaidų korekcijos modelis:

$$\begin{aligned}
\Delta PLT_t = & -0.347799 \cdot [PLT_{t-1} + 0.001863 \cdot t - 0.194733 \cdot CLT_{t-1}] + \\
& (0.0000) \quad (0.0184) \quad (0.0000) \\
& + 0.212437 \cdot \Delta EXLT_{t-3} - 0.389127 \cdot \Delta PLT_{t-3} + 0.148022 \cdot \Delta NXLT_{t-4} - \\
& (0.0000) \quad (0.0008) \quad (0.0598) \\
& - 0.362978 \cdot \Delta DLT_{t-4} + 0.043145 \cdot \Delta INFEU_t. \\
& (0.0605) \quad (0.0001)
\end{aligned} \tag{129}$$

Čia NXLT – Lietuvos grynasis eksportas, INFEU – ES infliacija. Gauta, kad ilguoju laikotarpiu BVP defliatorius priklauso nuo vartojimo. Paklaidų korekcijos narys yra $-0.347799 < 0$.

Nominaliojo eksporto ir BVP defliatoriaus trečiųjų ankstinių bei grynojo eksporto ir užimtųjų skaičiaus ketvirtųjų ankstinių pokyčiai turi trumpalaikį poveikį. ES infliacijai didėjant auga ir Lietuvos infliacija.

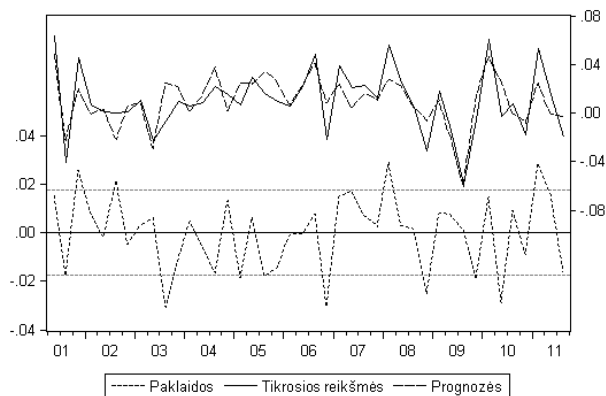
Pagrindiniai statistiniai modelio vertinimo ir adekvatumo rodikliai:

- Vertinimo laikotarpis 2001 II ketvirtis – 2011 III ketvirtis (42 stebėjimai);
- $R_{adj}^2 = 0.641992$ – modelis paaiškina 64 procentus BVP defliatoriaus pokyčių dispersijos;
- DW=2.414437 – Durbino – Watsono reikšmė arti 2 rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(\text{LM testo})=0.2394$ – LM serijinės koreliacijos testo F statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelyje nėra paklaidų autokoreliuotumo problemos;
- $p(\text{F-stat})=0.000000$ – rodo, kad modelio koeficientai yra reikšmingi;
- JB=0.5488 – Jarque–Bera statistikos nereikšmingumas rodo, kad modelio liekanoms normalumo hipotezė neatmetama;
- $p(\text{White})=0.6969$ – White testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų sąlyginio heteroskedastiškumo problemos;
- $p(\text{ARCH2})=0.0594$ — ARCH testo empirinis nereikšmingumas rodo, jog modelyje nėra paklaidų sąlyginio heteroskedastiškumo problemos;
- $p(\text{ADF})= 0.0000$ – Dickio – Fullerio testo statistikos nereikšmingumas rodo, jog liekanų procesas stacionarus.

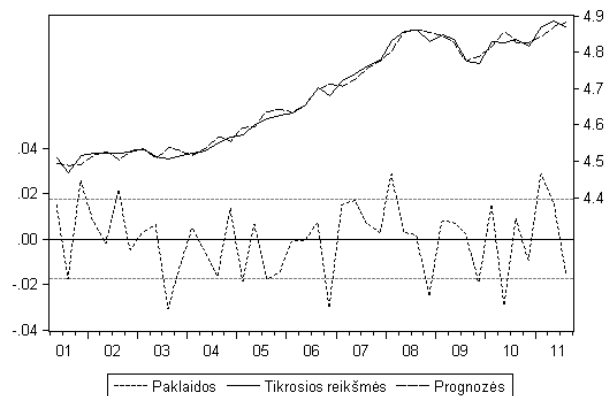
Perėję nuo skirtumų prie BVP defliatoriaus prognozavimo, gauname:

$$\begin{aligned}
PLT_t = & 0.652201 \cdot PLT_{t-1} - 0.000648 \cdot t + 0.194733 \cdot CLT_{t-1} + 0.212437 \cdot \Delta EXLT_{t-3} - \\
& - 0.389127 \cdot \Delta PLT_{t-3} + 0.148022 \cdot \Delta NXLT_{t-4} - 0.362978 \cdot \Delta DLT_{t-4} + 0.043145 \cdot \Delta INFEU_t.
\end{aligned} \tag{130}$$

$R_{adj}^2 = 0.984727$.



54 pav. Lietuvos BVP defliatoriaus pokyčių
prognozės ir liekanos



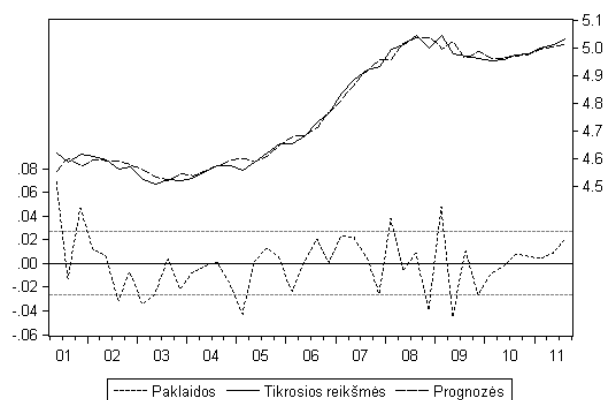
55 pav. Lietuvos BVP defliatoriaus prognozės ir
liekanos

Pritaikius Latvijos duomenims šį modelį gauta:

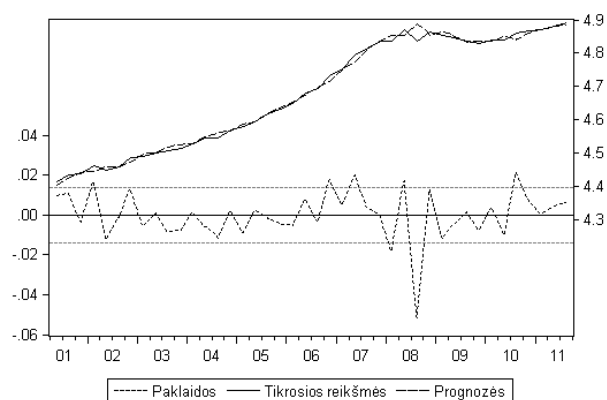
$$\begin{aligned}
 PLV_t &= 0.785855 \cdot PLV_{t-1} + 0.000528 \cdot t + 0.127218 \cdot CLV_{t-1} + 0.035043 \cdot \Delta EXLV_{t-3} - \\
 &- 0.136089 \cdot \Delta PLV_{t-3} - 0.107219 \cdot \Delta NXLV_{t-4} - 0.086959 \cdot \Delta DLV_{t-4} + 0.024924 \cdot \Delta INFEU_t. \\
 R_{adj}^2 &= 0.981937, \quad DW = 2.151386, \quad p(JB) = 0.4102, \quad p(LM) = 0.0626, \quad p(White) = 0.3670, \\
 p(ARCH2) &= 0.1609, \quad p(F - stat) = 0.0000, \quad p(ADF) = 0.0000.
 \end{aligned} \tag{131}$$

Estijos duomenims:

$$\begin{aligned}
 PEE_t &= 0.839035 \cdot PEE_{t-1} - 0.000297 \cdot t + 0.100432 \cdot CEE_{t-1} + 0.056291 \cdot \Delta EXEE_{t-3} + \\
 &+ 0.020315 \cdot \Delta PEE_{t-3} + 0.051652 \cdot \Delta NXEE_{t-4} - 0.074073 \cdot \Delta DEE_{t-4} + 0.011442 \cdot \Delta INFEU_t. \\
 R_{adj}^2 &= 0.993053, \quad DW = 2.039879, \quad p(JB) = 0.0510, \quad p(LM) = 0.0421, \quad p(White) = 0.0544, \\
 p(ARCH2) &= 0.5524, \quad p(F - stat) = 0.0000, \quad p(ADF) = 0.0139.
 \end{aligned} \tag{132}$$



56 pav. Latvijos BVP defliatoriaus prognozės ir
liekanos



57 pav. Estijos BVP defliatoriaus prognozės ir
liekanos

2.2.3. Modeliavimo santrumpa

Gautus modeliavimo rezultatus pavaizduokime lentele. Kiekvienai gautai lygčiai aprašant endogeninius ir egzogeninius kintamuosius, jų reikšmingumą bei gautos lygties R^2 . Pažymėję: CLT – Lietuvos, CLV – Latvijos, CEE – Estijos vartojimą; EXLT – Lietuvos, EXLV – Latvijos, EXEE – Estijos eksportą; IMLT – Lietuvos, IMLV – Latvijos, IMEE – Estijos importą; INLT – Lietuvos, INLV – Latvijos, INEE – Estijos investicijas; DLT – Lietuvos, DLV – Latvijos, DEE – Estijos užimtųjų skaičius; PLT – Lietuvos, PLV – Latvijos, PEE – Estijos BVP defliatorių; TUILT – Lietuvos, TUILV – Latvijos, TUIEE – Estijos tiesiogines užsienio investicijas; IMP – Rusijos ir ES 15 šalių nominaliųjų importų sumą, INF – ES infliaciją, IEU – EURIBOR palūkanų normą, IMPRU – nominaliųjų Rusijos importą; NXLT – Lietuvos, NXLV – Latvijos, NXEE – Estijos grynąjį eksportą; IMPEU – ES 15 šalių nominaliųjų importą, gauname:

35 lentelė. Modeliavimo rezultatai

Rodiklis	Trendas	Endogeniniai kintamieji						
CLT	t (0.0000)	CLT_{t-1} (0.0055)	$INLT_{t-2}$ (0.0000)	PLT_{t-1} (0.0275)	$\Delta INLT_{t-1}$ (0.0001)	ΔDLT_{t-1} (0.0010)	ΔCLT_{t-2} (0.0660)	
CLV	t (0.1598)	CLV_{t-1} (0.0000)	$INLV_{t-2}$ (0.0244)	PLV_{t-1} (0.0525)	$\Delta INLV_{t-1}$ (0.0295)	ΔDLV_{t-1} (0.0393)	ΔCLV_{t-2} (0.8843)	
CEE	t (0.0036)	CEE_{t-1} (0.0064)	$INEE_{t-2}$ (0.0005)	PEE_{t-1} (0.0917)	$\Delta INEE_{t-1}$ (0.0005)	ΔDEE_{t-1} (0.9176)	ΔCEE_{t-2} (0.8745)	
EXLT	t (0.0003)	$EXLT_{t-1}$ (0.0001)	$IMLT_{t-1}$ (0.0015)	DLT_{t-1} (0.0635)	ΔPLT_{t-4} (0.0161)			
EXLV	t (0.0034)	$EXLV_{t-1}$ (0.0000)	$IMLV_{t-1}$ (0.0103)	DLT_{t-1} (0.1271)	ΔPLT_{t-4} (0.0569)			
EXEE	t (0.0001)	$EXEE_{t-1}$ (0.1082)	$IMEE_{t-1}$ (0.0028)	DEE_{t-1} (0.1658)	ΔPEE_{t-4} (0.02380)			
IMLT	t (0.0009)	$IMLT_{t-1}$ (0.0013)	$EXLT_{t-1}$ (0.0975)	$INLT_{t-1}$ (0.0004)	$\Delta IMLT_{t-1}$ (0.0001)	$\Delta INLT_{t-4}$ (0.0003)	ΔPLT_{t-4} (0.0038)	ΔCLT_{t-4} (0.0098)
IMLV	t (0.0342)	$IMLV_{t-1}$ (0.0000)	$EXLV_{t-1}$ (0.0461)	$INLV_{t-1}$ (0.0675)	$\Delta IMLV_{t-1}$ (0.2866)	$\Delta INLV_{t-4}$ (0.0908)	ΔPLV_{t-4} (0.6548)	ΔCLV_{t-4} (0.3021)
IMEE	t (0.0267)	$IMEE_{t-1}$ (0.0779)	$EXEE_{t-1}$ (0.0727)	$INEE_{t-1}$ (0.0510)	$\Delta IMEE_{t-1}$ (0.0578)	$\Delta INEE_{t-4}$ (0.6793)	ΔPEE_{t-4} (0.5244)	ΔCEE_{t-4} (0.4130)
INLT	t (0.0000)	$INLT_{t-1}$ (0.0000)	$NXLT_{t-2}$ (0.0312)	ΔCLT_{t-1} (0.0000)	ΔPLT_{t-3} (0.0001)	$\Delta NXLT_{t-2}$ (0.5441)	$\Delta NXLT_{t-4}$ (0.0136)	
INLV	t (0.0450)	$INLV_{t-1}$ (0.0000)	$NXLV_{t-2}$ (0.0231)	ΔCLV_{t-1} (0.0001)	ΔPLV_{t-3} (0.3140)	$\Delta NXLV_{t-2}$ (0.9860)	$\Delta NXLV_{t-4}$ (0.1190)	
INEE	t (0.1643)	$INEE_{t-1}$ (0.0000)	$NXEE_{t-2}$ (0.0815)	ΔCEE_{t-1} (0.0000)	ΔPEE_{t-3} (0.2102)	$\Delta NXEE_{t-2}$ (0.5025)	$\Delta NXEE_{t-4}$ (0.2072)	
DLT	t^2 (0.0000)	DLT_{t-1} (0.0000)	CLT_{t-1} (0.0662)	$IMLT_{t-2}$ (0.1092)	$\Delta INLT_{t-2}$ (0.0004)	$\Delta INLT_{t-3}$ (0.0093)		
DLV	t^2 (0.1418)	DLV_{t-1} (0.0000)	CLV_{t-1} (0.0413)	$IMLV_{t-2}$ (0.0236)	$\Delta INLV_{t-2}$ (0.0588)	$\Delta INLV_{t-3}$ (0.4431)		
DEE	t^2 (0.0507)	DEE_{t-1} (0.0000)	CEE_{t-1} (0.0592)	$IMEE_{t-2}$ (0.0868)	$\Delta INEE_{t-2}$ (0.0132)	$\Delta INEE_{t-3}$ (0.0155)		
PLT	t (0.0000)	PLT_{t-1} (0.0000)	CLT_{t-1} (0.0000)	$\Delta EXLT_{t-3}$ (0.0000)	ΔPLT_{t-3} (0.0000)	$\Delta NXLT_{t-4}$ (0.0107)	ΔDLT_{t-4} (0.0000)	
PLV	t (0.2095)	PLV_{t-1} (0.0000)	CLV_{t-1} (0.0021)	$\Delta EXLV_{t-3}$ (0.7319)	ΔPLV_{t-3} (0.0423)	$\Delta NXLV_{t-4}$ (0.0288)	ΔDLV_{t-4} (0.7650)	
PEE	t (0.1585)	PEE_{t-1} (0.0000)	CEE_{t-1} (0.0109)	$\Delta EXEE_{t-3}$ (0.1652)	ΔPEE_{t-3} (0.0904)	$\Delta NXEE_{t-4}$ (0.0441)	ΔDEE_{t-4} (0.7208)	

(tęsinys)

Rodiklis	Egzogeniniai kintamieji			R^2_{adj}
CLT	ΔIMP_t (0.0001)	INF_{t-1} (0.0302)	IEU_t (0.0393)	0.997128
CLV	ΔIMP_t (0.0050)	INF_{t-1} (0.8193)	IEU_t (0.8280)	0.994501
CEE	ΔIMP_t (0.2156)	INF_{t-1} (0.0553)	IEU_t (0.2699)	0.998018
EXLT	ΔIMP_t (0.0479)	ΔIEU_t (0.0036)		0.989229
EXLV	ΔIMP_t (0.0004)	ΔIEU_t (0.1010)		0.995530
EXEE	ΔIMP_t (0.0141)	ΔIEU_t (0.0645)		0.988229
IMLT	$\Delta IMPRU_t$ (0.0000)			0.992214
IMLV	$\Delta IMPRU_t$ (0.0000)			0.983215
IMEE	$\Delta IMPRU_t$ (0.0003)			0.970413
INLT	$LTUILT_t$ (0.0000)	$INFEU_t$ (0.0001)		0.972302
INLV	$LTUILV_t$ (0.6913)	$INFEU_t$ (0.5133)		0.975808
INEE	$LTUIEE_t$ (0.1451)	$INFEU_t$ (0.4040)		0.978796
DLT	$IMPEU_t$ (0.0012)	$LTUILT_t$ (0.0002)	ΔIEU_t (0.0062)	0.984727
DLV	$IMPEU_t$ (0.1393)	$LTUILV_t$ (0.1811)	ΔIEU_t (0.0058)	0.971931
DEE	$IMPEU_t$ (0.0448)	$LTUIEE_t$ (0.7474)	ΔIEU_t (0.9772)	0.967158
PLT	$\Delta INFEU_t$ (0.0000)			0.984727
PLV	$\Delta INFEU_t$ (0.1109)			0.981937
PEE	$\Delta INFEU_t$ (0.1340)			0.993053

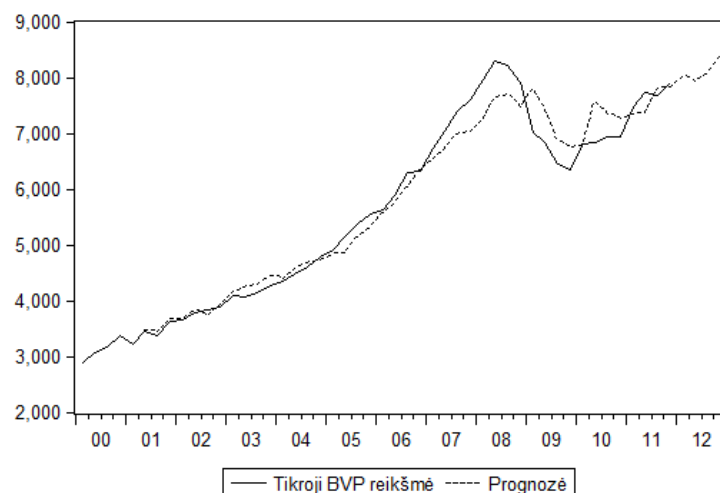
2.2.4. Prognozavimas

Sukūrus modelį, svarbu patikrinti kaip gerai jis tinka duomenims aprašyti. Gerumo matais laikysime – determinacijos koeficientą bei vidutinę kvadratinę paklaidą (toliau – VKP). BVP prognozuojamas kaip galutinio vartojimo išlaidų, bendrojo kapitalo formavimo bei grynojo eksporto suma.

Lietuvos atveju gauta BVP modelio prognozė 2011 metų IV ketvirčio yra 7832,6 mln. eurų. Palyginus su Eurostat, kurio pateikta šio periodo BVP reikšmė yra 7903,4 mln. eurų., gauta paklaida sudaro 0.9%. Gauta BVP modelio prognozė 2012 metams yra 32449,4 mln. eurų, Eurostat

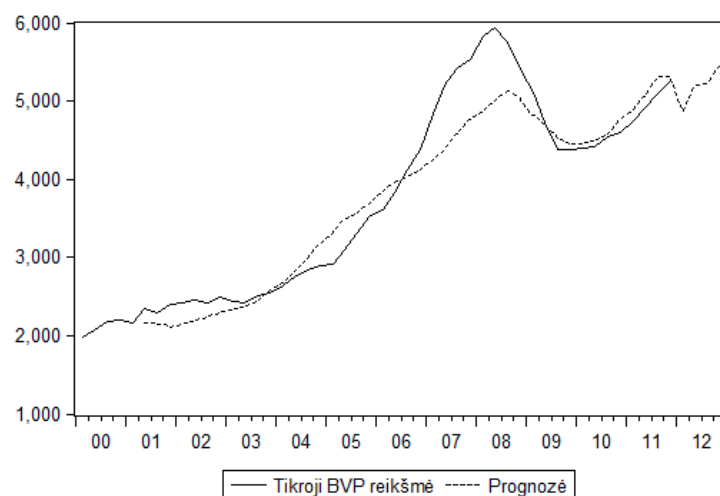
pateikta – 32114,9 mln. eurų. Paklaida sudaro 1,04 %. 2012 metais Lietuvoje modelio prognozuojamas 5,6% BVP augimas, Eurostat prognozuojamas 4,6% metinio BVP augimas palyginus su 2011 metais.

Lietuvos atveju, gauto BVP modelio $R^2 = 0.979072$, $VKP = 0.001642$. Grafikas:



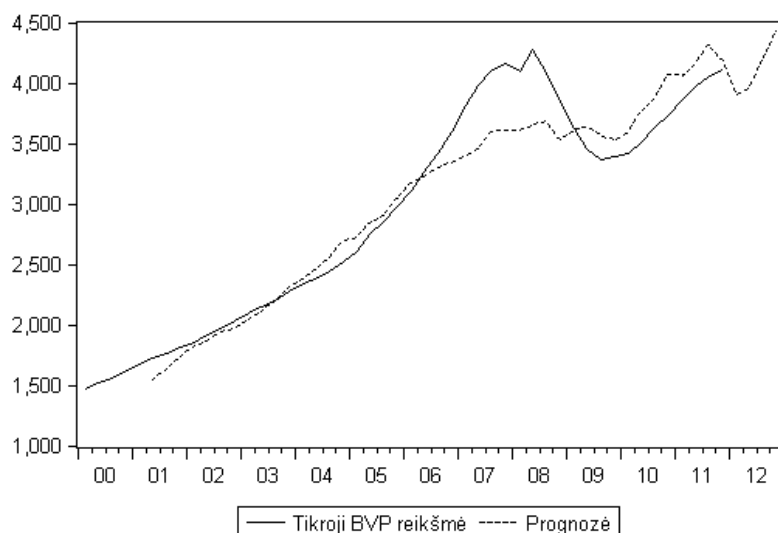
58 pav. Lietuvos BVP prognozė

Latvijoje 2011 metų IV ketvirčio modelio BVP prognozė yra 5304,8 mln. eurų, palyginus su Eurostat paklaida sudaro 0,8 %. 2012 metų modelio BVP prognozė – 20734,8 mln. eurų, palyginus su Eurostat, kurio pateikta 2012 metų BVP prognozė yra 21150,1 mln. eurų, paklaida sudaro apie 2%. Modelio prognozuojamas 3,4% BVP augimas, o Eurostat prognozuojamas 5,5% BVP augimas palyginus su 2011 metais.



59 pav. Latvijos BVP prognozė

Estijoje 2011 metų IV ketvirčio modelio prognozuojama BVP reikšmė 4185,3 mln. eurų skiriasi nuo Eurostat reikšmės 4106,9 mln. eurų per 1,9%. 2012 metais Estijoje modelio prognozuojama BVP reikšmė – 16507,3 mln. eurų, o Eurostat pateikta reikšmė yra 16709,6 mln. eurų. Paklaida sudaro 1,2%. Modelio prognozuojamas 3,3% augimas, o Eurostat, kaip ir Lietuvos atveju, Estijoje prognozuojamas 4,6 % BVP augimas palyginus su 2011 metų BVP reikšme.



60 pav. Estijos BVP prognozė

Latvijos duomenims gauto BVP modelio $R^2 = 0.926688$, $VKP = 0.007525$. Estijos atveju gautas modelis tikslesnis nei Latvijos, tačiau kiek mažiau tikslus nei Lietuvos atveju. Šio modelio $R^2 = 0.939829$, $VKP = 0.004936$.

3. IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

Atlikus literatūros apžvalgą prieita išvadų:

- Baltijos šalys apibūdinamos kaip mažos atviros ekonomikos, kurioms didelę įtaką turi eksportas ir kurios yra labai jautrios išoriniams ekonomikos šokams.
- Baltijos šalių ekonomikas išoriniai šokai veikia panašiai, kadangi jos yra vienoje ekonominėje aplinkoje.
- VAR(p,q) modeliai yra labai naudingi prognozuojant BVP, kadangi jų duodamas tikslumas neblogesnis nei profesionalios prognozuojančios institucijos gaunamos prognozės. Antra, jie yra lengvai realizuojami, nes integruoti į statistinę programinę įrangą.
- Ekonomikos analizėje labai dažnai susiduriama su nestacionariosiomis integruotomis laiko eilutėmis. Būtent todėl Engle ir Grangeris (1987) pastebėjo, kad dviejų ar daugiau nestacionariųjų rodiklių tiesinė kombinacija gali būti stacionari. Ši stacionarioji tiesinė kombinacija gali būti interpretuojama kaip kointegravimas, arba pusiausvyros ryšys tarp kintamųjų. Būtent todėl modeliuoti tokiems kintamiesiems buvo pasiūlytas paklaidų korekcijos modelis, kuris yra ne kas kita kaip apribotas VAR modelis.

Atlikus pirminę duomenų analizę prieita išvadų:

- Nagrinėjant Baltijos šalių BVP, pastebėta, kad šiose rinkose vyrauja panašios tendencijos. Nuo 2000 metų I ketvirčio iki 2008 metų II ketvirčio Baltijos šalyse pastebimas nominaliojo BVP augimas. Šių šalių ekonomikos sparčiai vystėsi iki 2008 metų finansinės krizės. Prasidėjus finansinei krizei, nuo 2008 III ketvirčio iki 2009 metų pabaigos pastebimas ženklaus BVP smukimas. BVP 2009 metais grįžo į 2006 metų lygį. Nuo 2010 metų pradžios visos trijų šalių ekonomikos pradėjo pamažu atsigauti. Nors iki 2011 metų III ketvirčio BVP negrįžo į prieš krizinį lygį, pastebimas BVP augimas.
- Baltijos šalių BVP bendrųjų kitimų tendencijų aprašymui gerai tiko tiesiniai trendai.
- Adityvus tiesinio trendo modelis pasirodė esąs tikslus aprašant nagrinėjamų makroekonominių (išskyrus investicijas ir užimtųjų skaičių) rodiklių tendencijas.
- Bendrojo pagrindinio kapitalo formavimo kitimo tendencijas tiksliausiai aprašė kvadratinio trendo modelis.
- Pastebėta, kad užimtųjų skaičius yra svyruojantis apie vidurkį dydis, kuris didėja gerėjant ekonominei situacijai, ir atitinkamai mažėja ekonominės krizės metu.

- Koreliacinė analizė parodė, kad trijose Baltijos šalyse vyrauja panašios priklausomybės tarp kintamųjų.
 - Vartojimas labiausiai priklauso nuo užimtųjų skaičiaus, importo ir eksporto antrųjų ankstinių.
 - Užimtųjų skaičius labiausiai priklausomas nuo galutinio vartojimo išlaidų ir antrojo importo ankstinio.
 - Eksportas stipriausia priklausomybe susijęs su importu ir investicijomis.
 - Importas stipriausiai koreliuoja su vartojimu, užimtųjų skaičiumi, eksportu bei investicijomis.
 - Investicijos stipriausia priklausomybe susiję su vartojimu, BVP defliatoriumi bei pirmaisiais importo bei eksporto ankstiniais.
 - BVP defliatorius stipriausia priklausomybe susijęs su vartojimu ir trečiuoju investicijų ankstiniu.
- Ištyrus Grangerio priežastingumą, gauta:
 - Lietuvoje vartojimo Grangerio priežastimi yra eksportas, importas ir investicijos, Latvijoje – užimtųjų skaičius, importas bei investicijos, o Estijoje tik investicijos.
 - Baltijos šalyse užimtųjų skaičiaus Grangerio priežastys yra vartojimas, eksportas bei importas, o Estijoje papildomai dar ir investicijos.
 - Lietuvoje ir Estijoje eksporto Grangerio priežastys – importas bei investicijos, o Latvijoje – vartojimas.
 - Lietuvoje nei vienas iš parinktų makroekonominių kintamųjų nėra importo Grangerio priežastis, o Latvijoje ir Estijoje eksportą įtakoja vartojimas ir BVP defliatorius.
 - Lietuvoje investicijų Grangerio priežastys yra vartojimas ir importas, o Latvijoje ir Estijoje – vartojimas, importas, eksportas bei BVP defliatorius.
 - Estijoje BVP defliatoriaus Grangerio priežastimis yra visi pasirinkti kintamieji, Latvijoje – visi, išskyrus užimtųjų skaičių. Tuo tarpu Lietuvoje BVP defliatorių lemia tik investicijos.

Sudarius paklaidų korekcijos modelį, gauta:

- Visų pasirinktų Baltijos šalių endogeninių rodiklių pirmųjų skirtumų procesai yra stacionarūs.
- Ilguoju laikotarpiu vartojimo pokyčiai priklauso nuo investicijų ir defliatoriaus pokyčių. Didėjant investicijoms ir defliatoriui, didėja ir vartojimo pokyčiai. Trumpuoju laikotarpiu vartojimą lemia investicijų ir užimtųjų skaičiaus pirmieji ankstiniai ir antrasis vartojimo

ankstinis. Vartojimo pokyčiai taip pat priklausomi nuo egzogeninių kintamųjų – Rusijos ir ES importo, infliacijos ir EURIBOR palūkanų normos.

- Ilguoju laikotarpiu eksporto pokyčiai priklauso nuo importo ir užimtųjų skaičiaus pirmųjų ankstinių, trumpuoju – nuo ketvirtojo BVP defliatoriaus ankstinio pokyčių. Taip pat eksporto pokyčiai didėja, didėjant šalių – tarptautinės prekybos partnerių importo pokyčiams.
- Ilguoju laikotarpiu importo pokyčiai priklauso nuo eksporto ir investicijų. Trumpuoju laikotarpiu, importo pokyčius lemia pirmojo importo ankstinio pokyčiai, bei ketvirtųjų BVP defliatoriaus, investicijų ir vartojimo ankstinių pokyčiai. Egzogeninis kintamasis, nuo kurio egzistuoja priklausomybė yra Rusijos importas.
- Ilguoju laikotarpiu investicijos priklauso nuo grynojo eksporto ir vartojimo. Trumpuoju – nuo grynojo eksporto antrojo ir ketvirtojo ankstinių pokyčių bei nuo trečiojo ankstinio BVP defliatoriaus pokyčių. Investicijų pokyčiai didėja augant ES infliacijai bei Lietuvos tiesioginėms užsienio investicijoms.
- Ilguoju laikotarpiu užimtųjų skaičiaus pokyčiai priklauso nuo vartojimo ir importo pirmųjų ankstinių pokyčių. Trumpuoju laikotarpiu užimtųjų pokyčiai priklauso nuo investicijų antrojo ir trečiojo ankstinių pokyčių. Užimtųjų pokyčiai didėja augant EURIBOR palūkanų normai ir tiesioginėms užsienio šalių investicijoms ir mažėja augant ES nominaliajam importui.
- Ilguoju laikotarpiu BVP defliatorius priklauso nuo vartojimo. Nominaliojo eksporto ir BVP defliatoriaus trečiųjų ankstinių bei grynojo eksporto ir užimtųjų skaičiaus ketvirtųjų ankstinių pokyčiai turi trumpalaikį poveikį. ES infliacijai didėjant auga ir Lietuvos infliacija.
- Gautas modelis yra gana tikslus ir tinkamas prognozuoti. Lietuvos atveju, gauto BVP modelio $R^2 = 0.979072$. Latvijos duomenims gautas mažiau tikslus rezultatas, gauto BVP modelio $R^2 = 0.926688$. Estijos atveju gautas modelis tikslesnis nei Latvijos, tačiau kiek mažiau tikslus nei Lietuvos atveju. Šio modelio $R^2 = 0.939829$.
- Lietuvos atveju gauta BVP modelio prognozė 2011 metų IV ketvirčio yra 7832,6 mln. eurų. Palyginus su Eurostat, kurio pateikta šio periodo BVP reikšmė yra 7903,4 mln. eurų., gauta paklaida sudaro 0.9%. Gauta BVP modelio prognozė 2012 metams yra 32449,4 mln. eurų, Eurostat pateikta – 32114,9 mln. eurų. Paklaida sudaro 1,04 %. 2012 metais Lietuvoje modelio prognozuojamas 5,6% BVP augimas, Eurostat prognozuojamas 4,6% metinio BVP augimas palyginus su 2011 metais.
- Latvijoje 2011 metų IV ketvirčio modelio BVP prognozė yra 5304,8 mln. eurų, palyginus su Eurostat, paklaida sudaro 0,8 %. 2012 metų modelio BVP prognozė – 20734,8 mln. eurų, palyginus su Eurostat, kurio pateikta 2012 metų BVP prognozė yra 21150,1 mln.

eurų, paklaida sudaro apie 2%. Modelio prognozuojamas 3,4% BVP augimas, o Eurostat prognozuojamas 5,5% BVP augimas palyginus su 2011 metais.

- Estijoje 2011 metų IV ketvirčio modelio prognozuojama BVP reikšmė 4185,3 mln. eurų skiriasi nuo Eurostat reikšmės – 4106,9 mln. eurų, per 1,9%. 2012 metais Estijoje modelio prognozuojama BVP reikšmė – 16507,3 mln. eurų, o Eurostat pateikta reikšmė yra 16709,6 mln. eurų. Paklaida sudaro 1,2%. Modelio prognozuojamas 3,3% augimas, o Eurostat, kaip ir Lietuvos atveju, Estijoje prognozuojamas 4,6 % BVP augimas palyginus su 2011 metų BVP reikšme.
- Modelio prognozės palyginus su oficialiosiomis Eurostat prognozėmis yra tikslios.

Pasiūlymai:

- Norint pasiekti geresnį rezultatą, galima kiekvienai šaliai specifikuoti paklaidų korekcijos modelį atskirai, nesiekiant visoms trims šalims gauti bendrąjį paklaidų korekcijos modelio pavidalą.
- Siekiant tiksliau prognozuoti galutinio vartojimo išlaidas, į modelį galima įtraukti pajamas išreiškiantį rodiklį.
- Siekiant tiksliau prognozuoti užimtųjų skaičių, į modelį papildomai galima įtraukti darbo užmokesčio rodiklį.
- Siekiant tiksliau prognozuoti užsienio prekybos rodiklius, galima pasirinkti daugiau kitų užsienio šalių – prekybos partnerių ekonomikos rodiklių.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- [1] Banerjee, A.; Marcellino, M.; Masten, I. Forecasting macroeconomic variables for the new member states of the European Union. European Central Bank. Working paper series No. 482, May 2005. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-06-09]. Prieiga per internetą: <http://www.ecb.int/pub/pdf/scpwps/ecbwp482.pdf>.
- [2] Bingelienė, K. Eksporto kainų indekso sudarymo metodika. Lietuvos Statistikos Departamentas, 2009. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-04-26]. Prieiga per internetą: http://www.stat.gov.lt/uploads/docs/2009_128_metodika.doc.
- [3] Blanchard, O. Makroekonomika. Vilnius: Tyto alba, 2007. 696 p.
- [4] Blynaitė, E. Tiesioginių užsienio investicijų statistinio tyrimo duomenų surinkimo aprašas. Lietuvos statistikos departamentas, 2011. [interaktyvus]. [žiūrėta 2012-01-03]. Prieiga per internetą: http://www.stat.gov.lt/uploads/docs/TUI_duomenu_surinkimo_aprasas-aktualus.doc.
- [5] Brenkevičiūtė, R. Tiesioginių užsienio investicijų poveikio šalies ekonomikai analizė. MOKSLAS – LIETUVOS ATEITIS. Vilnius: Technika, 2010, t. 2, Nr. 2, p. 11-17.
- [6] Čekanavičius, V.; Murauskas, G. Statistika ir jos taikymai I knyga. Vilnius: TEV, 2000.
- [7] Čekanavičius, V., Murauskas, G. Statistika ir jos taikymai II knyga. Vilnius: TEV, 2002.
- [8] Diebold, F. X. Elements of forecasting. South – Western College Publishing, 1998. 392 p.
- [9] Jakaitienė, A.; Kalinauskas, Ž. Lietuvos ekonomikos augimo prognozavimas trumpu laikotarpiu. Vilnius: Pinigų studijos, 2003. 22 p. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-06-03]. Prieiga per internetą: http://www.elibrary.lt/resursai/DB/LB/LB_pinigu_studijos/Pinigu_studijos_2003_03_06.pdf.
- [10] Karpuškienė, V. Ekonometrija. Paskaitų konspektas. Vilnius: 2007. [interaktyvus]. [žiūrėta 2012-04-28]. Prieiga per internetą: <http://www.scribube.com/limba/lituaniana/EKONOMETRIJA-Paskait-konspekta921019172.php>.
- [11] Kvedaras, V. Taikomoji laiko eilučių ekonometrija. Paskaitų konspektas. Vilnius: 2005. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-06-15]. Prieiga per internetą: http://vk.puslapiai.lt/Macro/Konspektas_2005.pdf.
- [12] Kvedaras, V. Struktūriniai ekonometriniai modeliai. Paskaitų konspektas. Vilnius: 2005. [interaktyvus]. [žiūrėta 2012-01-20]. Prieiga per internetą: http://vk.puslapiai.lt/Struktur_model.pdf.

- [13] Lapinskas, R. Ekonometrija su kompiuteriu, II dalis. Vilnius: 2008. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-10-16]. Prieiga per internetą: [http://www.mif.vu.lt/~rlapinskas/Praktine%20ekonometrija.II%20\(ts%20su%20R%202009iii28\).pdf](http://www.mif.vu.lt/~rlapinskas/Praktine%20ekonometrija.II%20(ts%20su%20R%202009iii28).pdf).
- [14] Mačiekus, V. Makroekonomika. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-12-27]. Prieiga per internetą: http://www.artka.lt/v2/sites/default/files/makro_ekonomika1.doc.
- [15] Paulauskas, V.; Čekanavičius, V.; Kvedaras, V.; Lapinskas, R.; Leipus, R.; Maniušis, V.; Račkauskas, A.; Rudzakis, R.; Vilkas, E. Lietuvos ekonomikos matematiniai modeliai makroekonominiams procesams prognozuoti (LEMM). Metinė ataskaita. Vilnius: 2005.
- [16] Pilstrom, P.; Pohl, S. Forecasting the GDP growth. The case of Baltic States. Sweden: Jonkoping international business school, 2009, 35 p.
- [17] Phillips, P.; Schiff, A. Forecasting of New Zeland's Real GDP. Economics working papers. New Zeland: The University of Auckland, 2000. 32 p. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-05-27]. Prieiga per internetą: <https://researchspace.auckland.ac.nz/bitstream/handle/2292/186/209.pdf?sequence=1>.
- [18] Phillips, P.; Cheng, X. Semiparametric cointegrating rank selection. United States: Econometrics Journal, volume 12, pp. S83–S104, 2009. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-05-29]. Prieiga per internetą: <http://korora.econ.yale.edu/phillips/pubs/art/p1272.pdf>.
- [19] Račkauskas, A. Ekonometrijos įvadas. Vilnius, 2003. [interaktyvus]. [žiūrėta 2012-01-15]. Prieiga per internetą: <http://www.eka.mif.vu.lt/wp-content/uploads/2012/01/Ek-apz.pdf>.
- [20] Rudzakis, R.; Kvedaras, V. Lietuvos eksporto tendencijos ir ekonometriniai modeliai. Pinigų studijos. Nr. 4., 2003. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-04-27]. Prieiga per internetą: http://www.ebiblioteka.lt/resursai/DB/LB/LB_pinigu_studijos/Pinigu_studijos_2003_04_02.pdf.
- [21] Rudzakis, R. ; Kvedaras, V. A Small Macroeconometric Model of the Lithuanian Economy. Austrian Journal of statistics, 2005, Volume 34, Number 2, 185 – 197.
- [22] Rudzakis, R. Duomenų analizė. Paskaitų konspektas, 2011.
- [23] Rudzakis, R. Laiko eilutės. Paskaitų konspektas, 2011.
- [24] Rukšėnaitė, J. Bendrojo vidaus produkto pirmojo įverčio skaičiavimo metodika. Lietuvos Statistikos Departamentas, 2007. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-04-26]. Prieiga per internetą: http://www.stat.gov.lt/uploads/docs/188_metodika.doc.

- [25] Skamaročienė, V.; Krapavickaitė, D.; Važnevičiūtė, J. Gyventojų užimtumo statistinio tyrimo metodika. Lietuvos Statistikos Departamentas, 2010. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-04-26]. Prieiga per internetą: http://www.stat.gov.lt/uploads/docs/Uzimtumo_tyrimo_metodika.doc.
- [26] Šličkutė – Šeštokienė, M. Ketvirtinio darbo apmokėjimo statistinio tyrimo metodika. Lietuvos statistikos departamentas, 2010. [interaktyvus]. [žiūrėta 2011-12-27]. Prieiga per internetą: http://www.stat.gov.lt/uploads/docs/2010_118metodika.doc.
- [27] Tichomirovas, A. Baltijos šalių ūkio ekonometrinis prognozavimas, iš 14-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ 2011 metų teminės konferencijos Matematikos sekcijos straipsnių rinkinys. ISBN 978-9955-28-836-7.
- [28] Wooldridge, J. Introductory Econometrics - A Modern Approach. 2 edition, 2002. South-Western College Pub, 2002. 896 p.

EKONOMETRINIS BALTIJOS ŠALIŲ BENDROJO VIDAUS PRODUKTO MODELIAVIMAS

Ana Golubeva¹

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹ana.golubeva@fmst.vgtu.lt

Santrauka. Šiame straipsnyje yra nagrinėjamos Baltijos šalių – Lietuvos, Latvijos ir Estijos BVP kitimo tendencijos, bei šio makroekonominio rodiklio pagrindinės komponentės – galutinio vartojimo išlaidos, prekių ir paslaugų importas bei eksportas, bendrojo pagrindinio kapitalo formavimas (investicijos). Papildomai analizei paimti susiję su BVP makroekonominiai rodikliai – tai užimtųjų darbo rinkoje skaičius bei BVP defliatorius. Tiriama ketvirtiniai 2000 metų I ketvirčio – 2011 metų III ketvirčio nusezoninti Baltijos šalių duomenys, išreikšti eurai. Kadangi vienas populiariausių BVP apskaičiavimo būdų yra išlaidų metodas, kai BVP suvokiamas kaip galutinė įvairios paskirties prekių paklausa, t.y. kaip visų ekonomikos sektorių išlaidos, tikslingiausia šį rodiklį prognozuoti remiantis balansine lygtimi pakomponenčiai. Pagrindinis tyrimo tikslas yra pasirinktiems nagrinėjamiems rodikliams sukurti paklaidų korekcijos modelį, kuris atspindėtų tiek ilgalaikius tiek trumpalaikius jų tarpusavio sąryšius ir būtų gana tikslus ir tinkamas prognozei. Šiam tikslui įgyvendinti atliekama pirminė kintamųjų analizė, kuri apima trendų nustatymą, ryšių tarp kintamųjų ir jų ankstinių nustatymą (koreliacinę analizę) bei priežastingumo nustatymą remiantis Granger testu. Siekiant sudaryti modelį, naudojamos Engle – Granger dviejų žingsnių procedūra. Visų pirma, nustatomi ilgalaikiai (kointegravimo ryšiai), o po to specifikuojamas paklaidų korekcijos modelis atspindintis ir trumpalaikę dinamiką. Straipsnyje daugiausia dėmesio bus skirta pirminės analizės rezultatams bei modelio sudarymo apžvalgai.

Reikšminiai žodžiai: bendrasis vidaus produktas, trendų nustatymas, koreliacinė analizė, regresinė analizė, Engle – Granger procedūra, paklaidų korekcijos modelis.

Įvadas

Vienas svarbiausių ekonometrinio modeliavimo uždavinių yra makroekonominių rodiklių prognozė. Modeliavimas yra neatsiejama bet kurio mokslo dalis, kadangi realybėje sistemos yra labai sudėtingos, tad norint jas suprasti, prognozuoti, kontroliuoti jų elgesį, būtina jas supaprastinti, tai yra sukurti modelį. Šiuolaikiniame pasaulyje svarbu numatyti makroekonominių rodiklių dinamiką, jų pokyčius, norint taikyti adekvačią politiką, priimti sprendimus apie šalies ekonomikos būklę bei perspektyvas. Ekonomikos teorija kartu su matematine statistika nustato įvairių ekonominių objektų tarpusavio sąveikas ir perteikia jas matematinėmis išraiškomis. Vienas svarbiausių tokių makroekonominių rodiklių yra šalies bendrasis vidaus produktas.

Bendrasis vidaus produktas yra svarbiausias ekonominis rodiklis, pagal kurio apimtį sprendžiama apie šalies ūkio būklę. Tarptautinėje praktikoje priimta vertinti šalies ekonomikos augimą BVP didėjimo tempu. Šis rodiklis naudojamas valstybės biudžetui sudaryti, pajamoms ir išlaidoms prognozuoti, nuo jo kitimo tendencijų priklauso šalies įvaizdis, patrauklumas užsienio investicijoms. Būtent todėl, remiantis ekonomikos teorija ir statistiniais metodais svarbu ieškoti būdų BVP vertinti ir prognozuoti jo kitimo tendencijas.

Baltijos šalių BVP modeliavimas ir prognozavimas yra iš tiesų labai aktuali tema. Baltijos regione yra palyginus nedaug oficialių statistinių duomenų, kadangi ketvirtinis BVP pradėtas skaičiuoti nuo 1995 metų. Turint nedidelį duomenų masyvą ganėtinai sunku tiksliai vertinti

BVP, tačiau tą daryti būtina, kadangi šis regionas vienas sparčiausiai besivystančių Europoje. Be to atlikta palyginus nedaug tyrimų, skirtų Baltijos šalių BVP prognozei.

Bendrasis vidaus produktas ir jo komponentės

Bendrasis vidaus produktas (BVP) – bene plačiausiai naudojamas makroekonominis rodiklis, apimantis iš esmės visą šalies gyventojų ūkinę veiklą (visas šalies ekonominio gyvenimo sritis). Šis rodiklis įvertina tik tai, kas šalyje sukurama nauja. BVP galima apibrėžti trimis skirtingais, bet lygiavertiais būdais:

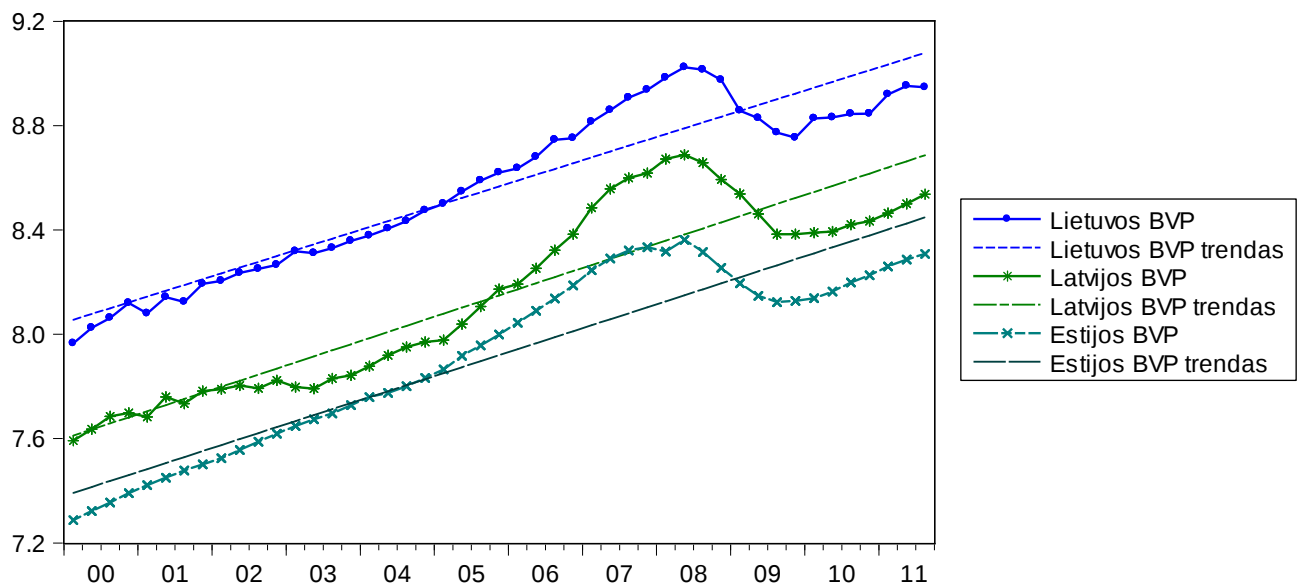
- **Gamybos požiūriu:** BVP yra lygus per tam tikrą laikotarpį šalies ūkyje pagamintų galutinių prekių ir paslaugų vertei.
- **Išlaidų apskaitos požiūriu:** BVP yra lygus per tam tikrą laikotarpį ūkyje sukurtų pridėtinų verčių sumai.
- **Pajamų apskaitos požiūriu:** BVP yra lygus per tam tikrą laikotarpį ūkyje gautų pajamų sumai.

Dažniausiai ir plačiausiai naudojamas būdas matuoti ir suprasti BVP yra išlaidų metodas:

$$BVP = \text{vartojimas} + \text{investicijos} + \text{valstybės išlaidos} + (\text{eksportas} - \text{importas})$$

Būtent todėl ekonometriniam Baltijos šalių modeliavimui pasirinkti tokie rodikliai:

- Galutinio vartojimo išlaidos, apimančios namų ūkių, ne pelno institucijų, valdžios sektoriaus bendrą išlaidų sumą įsigyti prekėms ir paslaugoms, individualiai ir kolektyviai vartoti;
- Prekių ir paslaugų importas – užsienio valstybės prekių, paslaugų ar kitų objektų, dažniausiai



Pav. 1: Baltijos šalių BVP su tiesiniais trendais.

Fig. 1: GDP of the Baltic states with linear trends.

- skirtų prekybai, įstatymiškas įvežimas į valstybę;
- Prekių ir paslaugų eksportas – įstatymais reglamentuotas prekių ir paslaugų išvežimas iš vienos valstybės į kitą, dažniausiai jas ir parduodant.
- Bendrojo pagrindinio kapitalo formavimas – išlaidos naujoms investicinėms prekėms;
- Užimti gyventojai – 15 metų ir vyresni asmenys, dirbantys bet kokį darbą, gaunantys už jį darbo užmokestį pinigais ar natūra arba turintys pajamų ar pelno: tai samdomieji darbuotojai, savarankiškai dirbantys asmenys, padedantys šeimos nariai.
- BVP defliatorius (BVP kainų indeksas) – rodiklis, parodantis vidutinišką visų šalies prekių ir paslaugų kainų kitimą.

Visi išvardinti kintamieji yra endogeniniai modelio kintamieji. Be jų tyrime yra nagrinėjami ir išoriniai taip vadinami egzogeniniai kintamieji, turintys įtakos pasirinktiems endogeniniams kintamiesiems, tai: nominalusis Rusijos ir 15 Europos Sąjungos šalių importas, Europos Sąjungos infliacija, EURLIBOR palūkanų norma bei Baltijos šalių tiesioginės užsienio investicijos.

Trendų nustatymas

Daugelis ekonominių rodiklių nors ir pasižymi atsitiktiniais svyravimais laike, bet turi gana akivaizdžią determinuotą komponentę, atspindinčią ilgalaikės raidos tendencijas, kuri vadinama trendo funkcija.

Statistinėje analizėje plačiai naudojamas adityvus modelis:

$$X_t = m_t + x_t, \quad E(x_t) = 0$$

Čia X_t – stebimas atsitiktinis procesas, m_t – trendas, t.y. glodi determinuota funkcija, atspindinti X

kitimo ilgalaikės tendencijas, x_t – stacionarus procesas, atspindintis atsitiktinius X_t svyravimus.

Dažnai pirminio rodiklio raidą adekvačiai aprašo multiplikatyvus modelis:

$$X_t = m_t \cdot x_t, \quad E(x_t) = 0$$

Kadangi makroekonomikoje dažniau pasitaiko multiplikatyvūs ryšiai tarp kintamųjų, tyrime bus naudojami logaritmuoti duomenys, siekiant nuo multiplikatyvių ryšių pereiti prie adityvių.

Nagrinėjant Baltijos šalių BVP, verta pastebėti, kad šiose trijose rinkose vyrauja panašios tendencijos. Nuo 2000 metų I ketvirčio iki 2008 metų II ketvirčio visuose trijose Baltijos šalyse pastebime nominaliojo BVP augimą. Šių šalių ekonomikos sparčiai vystėsi iki 2008 metų finansinės krizės. Prasidėjus finansinei krizei, nuo 2008 III ketvirčio iki 2009 metų pabaigos pastebimas ženklus BVP smukimas. BVP 2009 metais grįžo į 2006 metų lygį. Nuo 2010 metų pradžios visos trijų šalių ekonomikos pradėjo pamažu atsigauti. Nors BVP negrįžo į prieškrizinį lygį, pastebimas BVP augimas.

Baltijos šalių BVP bendrųjų kitimų tendencijų aprašymui gerai tiko tiesiniai trendai.

Lietuvoje:

$$BVPLT = 8.055273 + 0.022241 \cdot t$$

(0.030594) (0.001146)

$$R^2 = 0.89$$

Latvijoje:

$$BVPLV = 7.611397 + 0.023355 \cdot t$$

(0.041557) (0.001556)

$$R^2 = 0.83$$

Estijoje:

$$YEE = 7.391294 + 0.022967 \cdot t$$

(0.035204) (0.001318)

$$R^2 = 0.87$$

Iš gautų lygčių matome, kad geriausiai tiesinis trendas aprašo Lietuvos BVP duomenis. Tačiau visų Baltijos šalių tiesiniai trendai paaiškina daugiau kaip 80% BVP dispersijos kintamumo. Be to visi koeficientai tiek prie trendo, tiek laisvasis narys 5% lygmeniu yra statistškai reikšmingi.

Analogiškai trendo analizė atlikta visiems kitiems nagrinėjamiems makroekonominiams rodikliams. Pažymėję CLT, CLV ir CEE – galutinio vartojimo išlaidas atitinkamai Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje, gauname:

$$\text{CLT} = 7.903715 + 0.021863 \cdot t, R^2 \approx 0.90$$

$$\text{CLV} = 7.445364 + 0.022022 \cdot t, R^2 \approx 0.81$$

$$\text{CEE} = 7.102935 + 0.022084 \cdot t, R^2 \approx 0.88$$

Darome išvadą, kad tiesinio trendo modelis neblogai aprašo visų tijų šalių galutinio vartojimo išlaidas, kadangi visais atvejais $R^2 > 0.8$. Geriausiai modelis tinka Lietuvos duomenims, mažiausiai – Latvijos. Galutinio vartojimo išlaidų kitimo tendencijos labai panašios į BVP kitimo tendencijas.

Pažymėję EXLT, EXLV ir EXEE – prekių ir paslaugų eksportą atitinkamai Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje, bei išskyrę tiesinius trendus gauname:

$$\text{EXLT} = 7.270178 + 0.030777 \cdot t, R^2 = 0.93$$

$$\text{EXLV} = 6.697520 + 0.028446 \cdot t, R^2 = 0.93$$

$$\text{EXEE} = 7.106344 + 0.022533 \cdot t, R^2 = 0.87$$

Latvijos eksporto modelio su tiesiniu trendu aprašo duomenis taip pat tiksliai kaip ir Lietuvos atveju. Kiek mažiau tikslus modelis su tiesiniu trendu Estijos atveju. Tačiau tiesinis trendas paaiškina apie 90% eksporto dispersijos.

Toliau nagrinėjame prekių ir paslaugų importą. Pažymėję IMLT – Lietuvos, IMLV – Latvijos, IMEE Estijos prekių ir paslaugų importą ir išskyrę tendrą, gauname:

$$\text{IMLT} = 7.416307 + 0.029320 \cdot t, R^2 \approx 0.86$$

$$\text{IMLV} = 6.977687 + 0.025679 \cdot t, R^2 \approx 0.75$$

$$\text{IMEE} = 7.222050 + 0.019513 \cdot t, R^2 \approx 0.71$$

Tiksliausiai tiesinis trendas aprašė Lietuvos prekių ir paslaugų importą, mažiausiai tiksliai – Estijos. Bendrai tiesinis trendas gana gerai tiko aprašant importo bendrąsias kitimo tendencijas, kadangi paaiškino daugiau nei 70% rodiklių kintamumo.

Verta pastebėti, kad aprašant investicijų (bendrojo pagrindinio kapitalo formavimo) kitimo tendencijas, tiesinis trendas pasirodė netikslus, aprašė apie 40% investicijų dispersijos, todėl buvo naudojamas kvadratinis trendas. Pažymėję INLT – Lietuvos, INLV – Latvijos, INEE Estijos investicijas, gauname:

$$\text{INLT} = 7.311105 - 0.001060 \cdot (t - 33)^2, R^2 \approx 0.74$$

$$\text{INLV} = 7.109844 - 0.001082 \cdot (t - 33)^2, R^2 \approx 0.68$$

$$\text{INEE} = 6.927646 - 0.001018 \cdot (t - 33)^2, R^2 \approx 0.73$$

Matome, kad toks pasirinktas trendas aprašo daugiau nei 70% kitimo. Lūžio taškas pasirinktas neatsitiktinai, 33 – tai stebėjimo numeris, kuris reiškia 2008 II ketvirtį, kai dauguma makroekonominių rodiklių įgijo savo maksimumą.

Tiesinio trendo modelis tinkamas aprašant BVP defliatoriaus bendrąsias tendencijas. Pažymėję PLT, PLV ir PEE – BVP defliatorių atitinkamai Lietuvoje, Latvijoje ir Estijoje, gauname:

$$\text{PLT} = 4.412143 + 0.012180 \cdot t, R^2 \approx 0.92$$

$$\text{PLV} = 4.446129 + 0.012947 \cdot t, R^2 \approx 0.80$$

$$\text{PEE} = 4.412143 + 0.012180 \cdot t, R^2 \approx 0.95$$

Taigi modelis su tiesiniu trendu labiausiai tinka Estijos BVP defliatorių duomenims, mažiausiai – Latvijos.

Verta pastebėti, kad užimtųjų skaičius yra svyruojantis apie vidurkį dydis, kuris didėja gerėjant ekonominei situacijai, ir atitinkamai mažėja ekonominės krizės metu.

Koreliacinės analizės rezultatai

Norint suprasti, kokio stiprumo tiesinė priklausomybė egzistuoja tarp kintamųjų, būtina atlikti koreliacinę analizę. Jeigu buvo nustatyta, kad duomenys turi tendrą – didėjančią ar mažėjančią komponentę, pastaroji turi būti pašalinta.

Tiesinių ryšių tarp kintamųjų nustatymui šiame tyrime pasinaudota koreliacijų matrica.

Remiantis atlikta analize, Lietuvoje vartojimas labiausiai priklauso nuo užimtųjų skaičiaus, importo ir eksporto. Priklausomybė didėja, kai imami šių rodiklių antrieji ankstiniai. Užimtųjų skaičius labiausiai priklauso nuo galutinio vartojimo išlaidų ir antrojo importo ankstinio. Eksportas stipriausia priklausomybe susijęs su importu ir investicijomis; importas – su vartojimu, užimtųjų skaičiumi, eksportu bei investicijomis; investicijos – su vartojimu, BVP defliatoriumi bei pirmaisiais importo bei eksporto ankstiniais.

Nagrinėjant priklausomybę pasirinktų makroekonominių rodiklių nuo egzogeninių veiksnių Lietuvos atveju, paaiškėjo, kad vartojimas priklauso nuo EURLIBOR ir tiesioginių užsienio šalių investicijų (toliau – TUI); užimtųjų skaičius nuo TUI; eksportas nuo 15 ES šalių bei Rusijos importo; importas – nuo visų pasirinktų egzogeninių kintamųjų; investicijas įtakoja 15 ES šalių bei Rusijos importo bei EURLIBOR, o BVP defliatorius labiausiai susijęs su EURLIBOR.

Koreliacinė analizė parodė, kad Latvijoje vyrauja panašios priklausomybės tarp kintamųjų kaip ir Lietuvoje. Yra tik nedideli skirtumai. Pavyzdžiui vartojimas Latvijoje papildomai koreliuoja su antruoju eksporto ankstiniu, o BVP defliatorius su trečiuoju vartojimo ir ketvirtuoju investicijų ankstiniais. Visos kitos priklausomybės analogiškos aprašytos Lietuvos atveju.

Estijoje taip pat matome panašias tendencijas. plačiau aptarsime skirtumus. Remiantis atlikta analize, pastebime, kad vartojimas Estijoje, skirtingai nei Lietu-

voje priklauso nuo užimtųjų skaičiaus, trečiojo importo ankstinio, antrojo investicijų ankstinio bei BVP defliatoriaus. Investicijos ir BVP defliatorius Estijos atveju papildomai priklauso nuo užimtųjų skaičiaus.

Granger testo rezultatai

Norint nustatyti, kokia sąveika yra tarp dviejų pasirinktų rodiklių, reikia taikyti Granger priežastingumo tyrimą – tai statistinis tyrimas susietas su pasirinktais veiksniais.

Taikant šį testą formuluojama hipotezė:

$$\begin{cases} H_0 : X_t \text{ nedaro įtakos } Y_t \\ H_1 : X_t \text{ nedaro įtakos } Y_t \end{cases}$$

Apskaičiuojame F statistiką, kuri turi Fišerio pasiskirstymą su $k, n-(k+m+1)$ laisvės laipsniais ir gauname kritinę p – reikšmę. Jei gauta p – reikšmė yra didesnė už mūsų pasirinktą reikšmingumo lygmenį α (šiuo atveju $\alpha=0.05$), tuomet hipotezę priimame ir teigiame, kad veiksnys X_t neįtakoja veiksnio Y_t . Jei, atvirkščiai gauta p – reikšmė yra mažesnė už mūsų pasirinktą reikšmingumo lygmenį α , tai nulinę hipotezę atmetame ir teigiame, kad veiksnys X_t statistiškai reikšmingai įtakoja veiksnį Y_t .

Ištirus Baltijos šalių pasirinktus makroekonominius rodiklius Granger testu paaiškėjo, kad Lietuvoje vartojimą įtakoja eksportas, importas ir investicijos, Latvijoje – vartojimas, importas ir investicijos, o Estijoje tik investicijos.

Užimtųjų skaičių Lietuvoje įtakoja vartojimas, eksportas, importas, BVP defliatorius, Latvijoje ir Estijoje BVP defliatorius nėra užimtųjų skaičiaus Granger priežastis. Estijoje papildomai užimtųjų skaičiui įtaką turi investicijos, ko nestebime nei Latvijoje nei Estijoje.

Lietuvoje eksportą įtakoja importas ir investicijos, Latvijoje – vartojimas, o Estijoje vartojimas, importas, investicijos bei BVP defliatorius.

Granger tyrimas parodė, jog Lietuvoje nei vienas iš pasirinktų veiksnių nėra importo Granger priežastis, o Latvijoje ir Estijoje importui įtaką daro vartojimas ir BVP defliatorius.

Investicijas Lietuvoje įtakoja vartojimas ir importas, o Latvijoje ir Estijoje – vartojimas, eksportas, importas ir BVP defliatorius.

BVP defliatoriaus Granger priežastys Lietuvoje pasirodė esą importas ir investicijos, Latvijoje – vartojimas, eksportas, importas ir investicijos, o Estijoje – visi pasirinkti veiksniai.

Granger tyrimo rezultatus galime pavaizduoti lentelėje:

1 lentelė: Granger priežastingumo tyrimo rezultatai
1. table : Results of Granger causality test

Rodiklis	jo Granger priežastys		
	Lietuva	Latvija	Estija
C	EX, IM, IN	IM, IN	IN
D	C, EX, IM, P	C, EX, IM	C, EX, IM, IN
EX	IM, IN	C	C, IM, IN, P

IM	-	C, P	C, P
IN	C, IM	C, EX, IM, P	C, EX, IM, P
P	IM, IN	C, EX, IM, IN	C, D, IM, IN, EX

Granger testo rezultatus galima panaudoti kuriant modelį, ieškant ilgalaikių sąryšių tarp kintamųjų. Tačiau toks priežastingumo nustatymas turi trūkumą. Tai statistinis informatyvumas, o ne loginis priežastingumas, galintis atsirasti, pavyzdžiui, dėl trečiosios priežasties. Todėl ekonominėms išvadoms pagrįsti Granger priežastingumas naudotinas labai atsargiai.

Paklaidų korekcijos modelis

Pagrindinis Baltijos šalių BVP ekonometrinio modeliavimo tikslas yra sudaryti paklaidų korekcijos modelį, remiantis teorine BVP balansine lygtimi.

Kadangi ekonominėje analizėje labai dažnai susiduriama su nestacionariomis integruotomis laiko eilutėmis, Engle ir Granger (1987) pastebėjo, kad dviejų ar daugiau nestacionarių rodiklių tiesinė kombinacija gali būti stacionari. Ši stacionari tiesinė kombinacija gali būti interpretuojama kaip kointegravimas, arba pusiausvyros ryšys tarp kintamųjų. Būtent todėl modeliuoti tokiems kintamiesiems buvo pasiūlytas paklaidų korekcijos modelis, kuris yra ne kas kita kaip apribotas VAR modelis. Paklaidų korekcijos modelio specifikacija yra ribojanti endogeninių kintamųjų perėjimą į jų ilgalaikius pusiausvyros sąryšius bei atskleidžianti trumpalaikę dinamiką.

Todėl remiantis gautomis koreliacinės analizės rezultatais bei Granger priežastingumo testu, Baltijos šalių BVP komponentams tikslinga sudaryti tokio pavidalo taip vadinamąjį paklaidų korekcijos modelį:

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \Gamma \Delta Y_{t-j} + e_t$$

Kur koeficientų matricos Π rangas būtent ir nusakoma y_t kointegravimą. Vienas iš plačiausiai praktikoje taikomų būdų kointegravimui patikrinti yra procedūra, skirta kointegruotumą tikrinti atskiroje lygtyje (Engle – Granger dviejų žingsnių procedūra).

Kadangi pirma eile integruotų kintamųjų kointegruotumas reiškia tai, kad jų tiesinė kombinacija yra stacionari, tai natūralus kelias patikrinti, ar kointegruotumo savybė galioja, yra:

- apskaičiuoti tiesinę kintamųjų kombinaciją (naudojantis regresine analize);
- patikrinti jos stacionarumą (patikrinti regresinio modelio paklaidas ADF testu ir jeigu pastarosios stacionarios, vadinasi kintamieji kointegruoja).

Radus ilgalaikį sąryšį (kointegravimo) tarp kintamųjų, reikia naudojantis Akaike ar Schwartzo kriterijumi parinkti modelio tinkamą vėlavimo eilę ir atlikti koeficientų prie kintamųjų reikšmingumo testą bei patikrinti gautą modelio paklaidų stacionarumą.

Išvados

1. Nagrinėjant Baltijos šalių BVP, pastebėta, kad šiose trijose rinkose vyrauja panašios tendencijos. Nuo 2000 metų I ketvirčio iki 2008 metų II ketvirčio visuose trijose Baltijos šalyse pastebimas nominaliojo BVP augimas. Prasidėjus finansinei krizei, nuo 2008 III ketvirčio iki 2009 metų pabaigos pastebimas ženklaus BVP smukimas. Nuo 2010 metų pradžios visos trijų šalių ekonomikos pradėjo pamažu atsigauti.
2. Baltijos šalių BVP bendrųjų kitimų tendencijų aprašymui gerai tiko tiesiniai trendai.
3. Adityvus tiesinio trendo modelis pasirodė esąs tikslus aprašant nagrinėjamų makroekonominių (išskyrus investicijas ir užimtųjų skaičių) rodiklių tendencijas.
4. Bendrojo pagrindinio kapitalo formavimo kitimo tendencijas tiksliausiai aprašė kvadratinio trendo modelis.
5. Pastebėta, kad užimtųjų skaičius yra svyruojantis apie vidurkį dydis, kuris didėja gerėjant ekonominei situacijai, ir atitinkamai mažėja ekonominės krizės metu.
6. Koreliacinė analizė parodė, kad trijose Baltijos šalyse vyrauja panašios priklausomybės tarp kintamųjų.
7. Vartojimas labiausiai priklauso nuo užimtųjų skaičiaus, importo ir eksporto antrųjų ankstinių.
8. Užimtųjų skaičius labiausiai priklauso nuo galutinio vartojimo išlaidų ir antrojo importo ankstinio.
9. Eksportas stipriausia priklausomybe susijęs su importu ir investicijomis.
10. Importas stipriausiai koreliuoja su vartojimu, užimtųjų skaičiumi, eksportu bei investicijomis.
11. Investicijos stipriausia priklausomybe susiję su vartojimu, BVP defliatoriumi bei pirmaisiais importo bei eksporto ankstiniais.
12. Remiantis gautais koreliacinės analizės rezultatais bei Granger priežastingumo testo išvadomis, Baltijos šalių BVP komponentams tikslinga sudaryti paklaidų korekcijos modelį.

Literatūra

1. Blanchard O., *Makroekonomika*, Tyto alba, Vilnius, 2007.
2. Karpuškienė V., *Ekonometrija, Paskaitų konspektas*, VU EF, Vilnius, 2008.
3. Kvedaras V., *Taikomoji laiko eilučių ekonometrija, Paskaitų konspektas*, Vilnius, 2005.
4. Mačiekus V., *Makroekonomika* [žiūrėta 2011-12-27]. Prieiga per internetą: http://www.artka.lt/v2/sites/default/files/makro_ekonomika1.doc
5. Račkauskas A., *Ekonometrijos įvadas*, Vilnius, 2003.
6. Rudzakis R., V. Kvedaras V., *A Small Macroeconomic Model of the Lithuanian Economy*, AUSTRIAN JOURNAL OF STATISTICS, Volume 34 (2005), Number 2, 185–197.
7. Rukšėnaitė J. *Bendrojo vidaus produkto pirmojo įvertio skaičiavimo metodika*. Lietuvos Statistikos Departamentas. [žiūrėta 2011-04-26]. Prieiga per internetą: <http://www.stat.gov.lt/uploads/docs/188/metodika.doc>
8. Skamaročienė V., Krapavickaitė D., Važnevičiūtė J. *Gyventojų užimtumo statistinio tyrimo metodika*. Lietuvos Statistikos Departamentas. [žiūrėta 2011-04-26]. Prieiga per internetą: http://www.stat.gov.lt/uploads/docs/Uzimtumo_tyrimo_metodika.doc

THE ECONOMETRIC MODELLING OF THE GROSS DOMESTIC PRODUCT OF THE BALTIC STATES

A. Golubeva

Abstract

In this article the trends of the GDP of the Baltic States – Lithuania, Latvia and Estonia, and the main components of this macroeconomic variable – final consumption expenditure, imports and exports of goods and services, the gross capital formation (investment) have been examined. Additionally, such macroeconomic variables related to GDP as employed labour force and the GDP deflator were included into analyses. The quarterly seasonally adjusted data of the Baltic states from the 2000 I quarter to 2011 III quarter denominated in euros has been analysed. Since one of the most popular methods for GDP calculation is expenditure approach, when GDP is perceived as the final demand of the various goods, or as the expenses in all sectors of the economy, the most appropriate way to predict this indicator is to forecast on the basis of the balance equation analyzing each equation variable separately. The main purpose of modeling is to create the error correction model which reflects both short and long term relationships between the selected macroeconomic variables and are adequate and suitable for the forecasting. For this purpose the preliminary analysis of the variables, which includes determination of the trend, analysis of the relations between variables and their lags (correlation analysis) and application of the Granger causality test, has been performed. In order to create the EC model, Engle – Granger two – step procedure will be used. Firstly, the long – term (cointegrating relationship) is determined, and after that the error correction model reflecting the short – term dynamics is specified. This paper focuses on the results of the primary analysis and the review of the model specification opportunities.

Keywords: gross domestic product, determination of the trend, correlation analysis, regression analysis, Engle – Granger procedure, error correction model.