

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte  
Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte  
Uzņēmējdarbības un vadībzinātnes institūts



*Mg.sc.ing., Mg.uzņēmējdarbības vadībā* Inese Trušiņa <sup>id</sup>

**promocijas darbs**

**ILGTSPĒJĪGAS ATTĪSTĪBAS SISTĒMANALĪZE**

***SYSTEM ANALYSIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT***

zinātnes doktora grāda

**zinātnes doktore (*Ph.D.*) sociālajās zinātnēs**

iegūšanai

Promocijas darba vadītāja  
Dr. oec. Elīta Jermolajeva

Promocijas darba autore  
Inese Trušiņa

Jelgava  
2025

## ANOTĀCIJA

**Promocijas darba autore:** Mg.sc.ing., Mg. uzņēmējdarbības vadībā Inese Trušiņa.

**Promocijas darba tēma:** ilgtspējīgas attīstības sistēmanalīze.

**Pētījuma hipotēze:** ilgtspējīgas attīstības plānošanas un monitoringa modelis ļauj novērtēt dažādu sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) attīstību.

**Promocijas darba mērķis:** analizēt ilgtspējīgas attīstības procesus, balstoties uz sistēmisku pieeju, lai radītu ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli un izstrādātu priekšlikumus Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģisko mērķu plānošanai.

**Mērķa sasniegšanai risinātie darba uzdevumi.**

1. Izpētīt ilgtspējīgas attīstības teorētiskos aspektus, koncepcijas un modeļus pasaulē.
2. Salīdzināt un veikt sistēmanalīzi dažādu sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) attīstības rādītājiem naudas izteiksmē un energovienībās.
3. Izstrādāt ilgtspējīgas attīstības novērtēšanas metodoloģiju un ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli, izmantojot jaudas izmaiņu sistēmanalīzes pieeju invariantu koordinātu sistēmā.
4. Analizēt sistēmiskas pieejas ietvaros Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģisko mērķa rādītājus un prognozēt tos invariantu koordinātu sistēmā energovienībās līdz 2030. un 2060. gadam.

**Izmantotās pētījumu metodes:** zinātniskās: kontentanalīze; monogrāfiskā metode; analīzes un sintēzes metode; indukcijas metode; dedukcijas metode; loģiski konstruktīvā metode. Statistiskās analīzes: aprakstošā statistikas metode; matemātiskās datu analīze metode; laika rindu analīze. Citas: Greindžera metode, cēloņsakarības tests; Pīrsona korelācijas tests; Durbina-Vatsona tests.

**Pētījuma periods:** no 1990. līdz 2019. gadam, izņemot attīstītās valstis ASV, Japānas, Francijas, Vācijas un Itālijas dati 1960.-2019. gadā un Latvijas 2021. gada dati.

**Promocijas darba galvenās zinātniskās novitātes:** starpdisciplinārā pētījumā izstrādāta sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) ilgtspējīgas attīstības rādītāju novērtēšanas metodoloģija, izmantojot dabaszinātņu procesus un sasaistot ekonomikas, matemātikas, fizikas un vides likumsakarības. Izveidots ilgtspējīgas attīstības monitoringa modelis. Pirmo reizi Latvijā noformulēti ilgtspējīgas attīstības rādītāji energovienībās. Analizēti Latvijas un vairāku citu valstu sociāli ekonomiskie rādītāji ilgtspējīgas attīstības kontekstā, kā arī prognozēti Latvijas iespējamie ilgtspējīgas attīstības scenāriji līdz 2030. un 2060. gadam.

**Tautsaimnieciskā nozīme:** pētījuma rezultātus var izmantot valsts un pašvaldību institūcijas ilgtspējīgas attīstības rādītāju plānošanas, novērtēšanas un monitoringa procesā, augstākās izglītības iestāžu studiju procesā par ilgtspējīgas attīstības jautājumiem.

**Aizstāvamās tēzes.**

**1. tēze:** ilgtspējīgas attīstības teorētisko aspektu izpēte ir pamats esošo koncepciju un metožu trūkumu izvērtēšanai un tālākai pilnveidošanai.

**2. tēze:** ilgtspējīgas attīstības principu formalizācija energovienībās, izmantojot invariantu koordinātu sistēmu un jaudas izmaiņu sistēmanalīzes pieeju, ļauj noteikt jebkuras sociāli ekonomiskās sistēmas (valsts) esošā stāvokļa un mērķa rādītājus, norādot problēmas un prognozējot attīstības scenārijus.

**3. tēze:** Latvijas ilgtspējīgas attīstības plānošanas un monitoringa modelis invariantu koordinātu sistēmā energovienībās ļauj prognozēt iespējamus valsts attīstības scenārijus.

**Promocijas darba struktūra** ir veidota atbilstoši izvirzītajai hipotēzei, noteiktajam mērķim un uzdevumiem un sastāv no trim nodaļām ar apakšnodaļām.

**Darba pirmajā nodaļā** analizēti ilgtspējīgas attīstības koncepcijas veidošanās priekšnoteikumi un vēsturiskie aspekti, stiprās un vājās ilgtspējības modeļi, kapitāla teorijas pieejas koncepcija. Pētīta dabaszinātņu pieejas izmantošana ekonomikā un aprakstīta ilgtspējīgas attīstības

konceptija energovienībās, kā arī sociāli ekonomiskās sistēmas jaudas (energoplūsmu) modelis.

**Otrajā nodaļā**, lai aprobētu IAMM, izvēlētas 15 dažādas sociāli ekonomiskās sistēmas (valstis) un salīdzināti valstu rādītājus pēc divām metodēm: (1) iekšzemes kopprodukta naudas izteiksmē; (2) attīstības rādītājiem invariantu koordinātu sistēmā energovienībās, pamatojoties uz promocijas darba autores metodoloģiju, kas balstīta uz zinātnieku Kuzņecova un Oduma modeļiem. Tādējādi iegūti atšķirīgi analizējamo valstu ilgtspējīgas attīstības novērtēšanas rezultāti un izskaidrota to nozīme ne tikai valsts esošajā (konkrētajā) situācijā, bet it īpaši turpmākās attīstības prognozēšanā un monitorēšanā.

**Trešajā nodaļā** analizēta Latvijas ilgtspējīgas attīstības plānošanas un uzraudzības sistēma. Izveidotā ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeļa (IAMM) ietvaros prognozēti četri iespējamie Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriji līdz 2030. un 2060. gadam. Darba nobeigumā formulēti galvenie pētījuma rezultāti un problēmas, kā arī izvirzīti priekšlikumi to risināšanai.

Promocijas darba apjoms (*Ph.D.*) zinātniskā grāda iegūšanai sociālās zinātnēs ir 148 lapas. Darbā ir 66 tabulas, 49 attēli, 18 pielikumi (uz 55 lapām), izmantoti 257 informācijas avoti, t.sk. 231 avots – angļu valodā.

Promocijas darbs izstrādāts, pateicoties LBTU zinātnisko projektu atbalstam: Nr. 8.2.2.0/20/I/001 “LLU pāreja uz jauno doktorantūras finansēšanas modeli” (2023.) un Z70 “Integrēta pieeja ilgtspējīgas attīstības sociāli ekonomisko rādītāju noteikšanai” (2023.-2024.).

## ANNOTATION

**Doctoral thesis author:** Mg.sc.ing., Mg. in Business Management Inese Trušiņa.

**Topic of the thesis:** system analysis of sustainable development.

**Research hypothesis:** sustainable development planning and monitoring model allows to assess the development of various socio-economic systems (countries).

**The aim of the doctoral thesis:** to analyze sustainable development processes, based on a systemic approach, in order to create a sustainable development monitoring model and develop proposals for planning the strategic goals of Latvia's sustainable development.

**Tasks solved to achieve the goal.**

1. To study the theoretical aspects, concepts and models of sustainable development in the world.
2. To compare and systematically analyze the development indicators of different socio-economic systems (countries) in terms of money and energy units.
3. To develop sustainable development assessment methodology and sustainable development monitoring model, using system power change system analysis approach and invariant coordinate system.
4. To analyze within a systemic approach the indicators of sustainable development of Latvia and forecast them in the invariant coordinate system in energy units 2030 and 2060.

**Research methods used:** scientific: content analysis; monographic method; method of analysis and synthesis; induction method; deduction method; the logically constructive method. Statistical analyses: descriptive statistical method; mathematical data analysis method; time series analysis. Other: Granger method, causality test; Pearson correlation test; Durbin-Watson test.

**Study period:** from 1990 to 2019, excluding developed countries USA, Japan, France, Germany and Italy data 1960-2019 and Latvia's 2021 data.

**The main scientific novelties of the doctoral thesis:** in this interdisciplinary study, the methodology for evaluating indicators of sustainable development of socio-economic systems (countries) has been developed, using natural science processes and connecting the regularities of economics, mathematics, physics and the environment. The sustainable development monitoring model – SDMM – has been created. Sustainable development indicators in energy units have been formulated for the first time in Latvia. The socio-economic indicators of Latvia and several other countries are analyzed in the context of sustainable development, as well as the possible scenarios of sustainable development of Latvia until 2030 and 2060 are modeled.

**Economic significance:** the results of the study can be used in the process of planning, evaluation and monitoring of sustainable development indicators of state and local government institutions, in the study process of higher education institutions on sustainable development issues.

**Theses to be defended.**

**Thesis 1:** the study of the theoretical aspects of sustainable development is the basis for evaluating the shortcomings of existing concepts and methods and for further improvement.

**Thesis 2:** the formalization of the principles of sustainable development in energy units, using the invariant coordinate system and the power change system analysis, allows determining the current state and target indicators of any socio-economic system (country), indicating problems and predicting development scenarios.

**Thesis 3:** The sustainable development planning and monitoring model of Latvia in the invariant coordinate system in energy units allows to predict the possible scenarios of the country's development.

**The structure of the doctoral thesis** is made in accordance with the proposed hypothesis, the set goal and tasks and consists of three chapters with subsections.

**The first chapter** of the work analyzes the prerequisites and historical aspects of the formation of the concept of sustainable development, the models of strong and weak sustainability, the

concept of the capital theory approach. The use of the approach of natural sciences in economics is studied and the concept of sustainable development in energy units is described, as well as the capacity (energy flow) model of the socio-economic system.

**In the second chapter**, 15 different socio-economic systems (countries) were chosen to test the SDMM and country indicators were compared according to two methods: (1) gross domestic product in monetary terms; (2) development indicators in the invariant coordinate system in energy units, based on the methodology of the author of the doctoral thesis, which is based on the models of scientists Kuznecov and Odum. Thus, different results of the sustainable development assessment of the analyzed countries were obtained and their importance was explained not only in the current (concrete) situation of the country, but especially in forecasting and monitoring future development.

**The third chapter** analyzes the Latvia's sustainable development planning and monitoring system. Four possible scenarios of sustainable development of Latvia until 2030 and 2060 are predicted within the framework of the created sustainable development monitoring model (SDMM).

**At the end of the work**, the main results and problems of the study are formulated, as well as proposals for their solution are put forward.

The length of the dissertation (Ph.D.) for obtaining a scientific degree in social sciences is 148 pages. The work contains 66 tables, 49 images, 18 annexes (on 55 pages), 257 sources of information are used, incl. 231 sources – in English.

The doctoral thesis was developed thanks to the support of Latvia University of Life Sciences and Technologies scientific projects: No. 8.2.2.0/20/I/001 “Transition of LLU to the new doctoral funding model” (2023) and Z70 “Integrated approach to determining socio-economic indicators of sustainable development” (2023-2024).

## ANMERKUNG

**Autor der Doktorarbeit:** Mg.sc.ing., Mg. in Unternehmensführung Inese Trušiņa.

**Thema der Arbeit:** Systemanalyse nachhaltiger Entwicklung.

**Forschungshypothese:** das Modell der nachhaltigen Entwicklungsplanung und -überwachung ermöglicht die Bewertung der Entwicklung verschiedener sozioökonomischer Systeme (Länder).

**Ziel der Doktorarbeit:** Analyse nachhaltiger Entwicklungsprozesse auf der Grundlage eines systemischen Ansatzes, um ein Modell zur Überwachung nachhaltiger Entwicklung zu erstellen und Vorschläge für die Planung der strategischen Ziele der nachhaltigen Entwicklung Lettlands zu entwickeln.

**Zur Zielerreichung gelöste Aufgaben.**

1. Die theoretischen Aspekte, Konzepte und Modelle der nachhaltigen Entwicklung in der Welt studieren.
2. Vergleich und Systemanalyse der Entwicklungsindikatoren verschiedener sozioökonomischer Systeme (Länder) in Bezug auf Geld- und Energieeinheiten.
3. Entwicklung einer Methodik zur Bewertung der nachhaltigen Entwicklung und eines Überwachungsmodells für die nachhaltige Entwicklung unter Verwendung des Ansatzes zur Systemanalyse von Systemkapazitätsänderungen und eines invarianten Koordinatensystems.
4. Systemanalyse der Indikatoren der nachhaltigen Entwicklung Lettlands und deren Prognose im invarianten Koordinatensystem in Energieeinheiten 2030 und 2060.

**Verwendete Forschungsmethoden:** wissenschaftlich: Inhaltsanalyse; monografische Methode; Analyse- und Synthesemethode; Induktionsmethode; Abzugsmethode; die logisch konstruktive Methode. Statistische Analysen: deskriptive statistische Methode; mathematische Datenanalyse; Zeitreihenanalyse. Sonstiges: Granger-Methode, Kausalitätstest; Pearson-Korrelationstest; Durbin-Watson-Test.

**Study period:** from 1990 to 2019, excluding developed countries USA, Japan, France, Germany and Italy data 1960-2019 and Latvia's 2021 data.

**Die wichtigsten wissenschaftlichen Neuerungen der Doktorarbeit:** in einer interdisziplinären Studie wurde eine Methodik zur Bewertung von Indikatoren nachhaltiger Entwicklung sozioökonomischer Systeme (Länder) entwickelt, die naturwissenschaftliche Prozesse nutzt und die Gesetzmäßigkeiten der Ökonomie, der Mathematik, der Physik und der Umwelt verknüpft. Es wurde ein Modell zur Überwachung der nachhaltigen Entwicklung erstellt. In Lettland wurden erstmals Indikatoren für nachhaltige Entwicklung in Energieeinheiten formuliert. Die sozioökonomischen Indikatoren Lettlands und mehrerer anderer Länder werden im Kontext der nachhaltigen Entwicklung analysiert und die möglichen Szenarien einer nachhaltigen Entwicklung Lettlands bis 2030 und 2060 modelliert.

**Wirtschaftliche Bedeutung:** die Ergebnisse der Studie können im Prozess der Planung, Bewertung und Überwachung von Indikatoren für nachhaltige Entwicklung staatlicher und lokaler Regierungsinstitutionen sowie im Studienprozess von Hochschuleinrichtungen zu Fragen der nachhaltigen Entwicklung verwendet werden.

**Zu verteidigende Thesen.**

**These 1:** die Untersuchung der theoretischen Aspekte der nachhaltigen Entwicklung ist die Grundlage für die Bewertung der Mängel bestehender Konzepte und Methoden und für weitere Verbesserungen.

**These 2:** die Formalisierung der Prinzipien der nachhaltigen Entwicklung in Energieeinheiten unter Verwendung des invarianten Koordinatensystems und des Ansatzes zur Systemanalyse von Systemleistungsänderungen ermöglicht die Bestimmung des aktuellen Zustands und der Zielindikatoren jedes sozioökonomischen Systems (Länder), die Angabe von Problemen und die Vorhersage von Entwicklungsszenarien.

**These 3:** das Planungs- und Überwachungsmodell für nachhaltige Entwicklung Lettlands im invarianten Koordinatensystem in Energieeinheiten ermöglicht die Vorhersage möglicher Szenarien der Entwicklung des Landes.

Der Aufbau der Dissertation richtet sich nach der vorgeschlagenen Hypothese, den gesetzten Zielen und Aufgaben und besteht aus drei Kapiteln mit Unterabschnitten.

**Das erste Kapitel** der Arbeit analysiert die Voraussetzungen und historischen Aspekte der Entstehung des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung, die Modelle starker und schwacher Nachhaltigkeit, das Konzept des kapitaltheoretischen Ansatzes. Der Einsatz des naturwissenschaftlichen Ansatzes in der Wirtschaftswissenschaft wird untersucht und das Konzept der nachhaltigen Entwicklung in Energieeinheiten sowie das Energieflussmodell des sozioökonomischen Systems beschrieben.

**Im zweiten Kapitel** wurden 15 verschiedene sozioökonomische Systeme (Länder) ausgewählt, um das Modell zur Überwachung der nachhaltigen Entwicklung zu testen, und die Länderindikatoren wurden nach zwei Methoden verglichen: (1) Bruttoinlandsprodukt in Geld; (2) Entwicklungsindikatoren im invarianten Koordinatensystem in Energieeinheiten, basierend auf der Methodik des Autors der Doktorarbeit, die auf den Modellen der Wissenschaftler Kuznecov und Odum basiert. So wurden unterschiedliche Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung der analysierten Länder gewonnen und deren Bedeutung nicht nur für die aktuelle Situation des Landes, sondern insbesondere für die Prognose und Überwachung der zukünftigen Entwicklung erläutert.

**Das dritte Kapitel** analysiert das lettische Planungs- und Überwachungssystem für nachhaltige Entwicklung. Im Rahmen des erstellten Modells zur Überwachung der nachhaltigen Entwicklung werden vier mögliche Szenarien der nachhaltigen Entwicklung Lettlands bis 2030 und 2060 vorhergesagt.

**Am Ende der Arbeit** werden die wesentlichen Ergebnisse und Probleme der Studie formuliert und Vorschläge zu deren Lösung unterbreitet.

Der Umfang der Dissertation (Ph.D) zur Erlangung eines wissenschaftlichen Abschlusses in den Sozialwissenschaften beträgt 148 Seiten. Das Werk enthält 66 Tabellen, 49 Bilder, 18 Anhänge (auf 55 Seiten), es werden 257 Informationsquellen genutzt, inkl. 231 Quellen – auf Englisch.

Die Doktorarbeit wurde dank der Unterstützung der wissenschaftlichen Projekte der Lettischen Universität für Biowissenschaften und Technologien entwickelt: Nr. 8.2.2.0/20/I/001 „Übergang der LLU zum neuen Promotionsfinanzierungsmodell“ (2023) und Z70 „Integrierter Ansatz zur Bestimmung sozioökonomischer Indikatoren nachhaltiger Entwicklung“ (2023-2024).

## SATURS/CONTENT

ANOTĀCIJA .....	2
ANNOTATION .....	4
ANMERKUNG .....	6
INFORMĀCIJA PAR PUBLIKĀCIJĀM UN ZINĀTNISKI PĒTNIECISKO DARBU/ INFORMATION ABOUT PUBLICATIONS AND SCIENTIFIC WORK .....	10
DARBĀ IEKĻAUTO TABULU SARAKSTS/ LIST OF TABLES INCLUDED .....	14
DARBĀ IEKĻAUTO ATTĒLU SARAKSTS/ LIST OF FIGURES INCLUDED .....	18
DARBĀ LIETOTĀS ABREVIATŪRAS UN AKRONĪMI/ ABBREVIATIONS AND ACRONYMS USED IN THE THESIS .....	21
LIETOTO JĒDZIENU SKAIDROJUMS/ EXPLANATION OF USED TERMS .....	22
IEVADS/ INTRODUCTION .....	23
<b>1. ILGTSPĒJĪGAS ATTĪSTĪBAS NOVĒRTĒŠANAS UN MONITORINGA SISTĒMAS TEORĒTISKIE ASPEKTI/ THEORETICAL ASPECTS OF THE ASSESSMENT AND MONITORING SYSTEM OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT .....</b>	<b>27</b>
1.1. Ilgtspējīgas attīstības jēdziena vēsturiskie aspekti un teorētiskais pamatojums/ <i>Historical aspects and theoretical basis of the concept of sustainable development</i> .....	27
1.1.1. Vājās un stiprās ilgtspējības koncepcijas/ <i>Weak and strong concepts of sustainability</i> .	32
1.1.2. Vides ekonomika un ekoloģiskā ekonomika/ <i>Environmental economics and ecological economics</i> .....	35
1.2. Ilgtspējīgas attīstības formalizācija un rādītāji <i>Formalization and indicators of sustainable development</i> .....	37
1.2.1. Kapitāla teorijas koncepcija un rādītāji/ <i>Capital theory concept and indicators</i> .....	41
1.2.2. ANO un Pasaules Bankas ilgtspējīgas attīstības nacionālo kontu sistēma un rādītāji/ <i>The system of national accounts and indicators for sustainable development of the UN and the World Bank</i> .....	45
1.2.3. Kapitāla teorijas pieejas kritika/ <i>A critique of the capital theory approach</i> .....	48
1.3. Dabaszinātņu pieeja ekonomikā, dzīvās sistēmas un energoplūsmas/ <i>Natural science approach to economics, living systems and energy flows</i> .....	50
1.3.1. Enerģijas plūsmas/ <i>Energy flows</i> .....	51
1.3.2. Līdzsvara un nelīdzsvara sistēmas/ <i>Equilibrium and non-equilibrium systems</i> .....	53
1.3.3. Enerģijas plūsmas dzīvās nelīdzsvara sistēmās/ <i>Energy flows in living non-equilibrium systems</i> .....	55
1.4. Sociāli ekonomisko sistēmu jaudas izmaiņas sistēmanalīzes metodoloģija/ <i>Socio-economic systems power change systemanalysis methodology</i> .....	58
1.4.1. Ilgtspējīgas attīstības koncepcija enerģijas vienībās/ <i>The concept of sustainable development in energy units</i> .....	60
1.4.2. Sociāli ekonomiskās sistēmas ilgtspējīgas attīstības monitoringa modelis energovienībās/ <i>Sustainable development monitoring model of socioeconomic system in energy units</i> .....	65
1.5. Sociāli ekonomiskās sistēmas novērtēšanas metodoloģija/ <i>Socio-economic system evaluation methodology</i> .....	70
1.5.1. Sistēmas stāvokļa definēšana invariantu koordinātu sistēmā/ <i>Defining the state of the system in an invariant coordinate system</i> .....	76
1.5.2. Sistēmas ilgtspējīgas attīstības stratēģisko mērķu formulēšana .....	79
1.5.3. Sistēmas ilgtspējīgas attīstības monitoringa koncepcija un integrētie rādītāji/ <i>System sustainable development monitoring concept and integrated indicators</i> .....	79
Kopsavilkums par 1. nodaļu/ <i>Summary of Chapter 1</i> .....	81
<b>2. DAŽĀDU SOCIĀLI EKONOMISKO SISTĒMU (VALSTU) ATTĪSTĪBAS RĀDĪTĀJU IZMAIŅU ANALĪZE NAUDAS IZTEIKSMĒ UN ENERGOVIENĪBĀS/ ANALYSIS OF</b>	



<b>CHANGES IN THE DEVELOPMENT INDICATORS OF DIFFERENT SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS (COUNTRIES) IN MONEY AND ENERGY UNITS .....</b>	<b>83</b>
2.1. Vērtējamo sociāli ekonomisko sistēmu attīstības rādītāju izmaiņu analīze naudas un enerģijas vienībās/ <i>Analysis of changes in the development indicators of evaluated socioeconomic systems in monetary and energy units</i> .....	84
2.1.1. Vērtējamo valstu rādītāju analīze naudas izteiksmē/ <i>Analysis of the indicators of the evaluated countries in monetary terms</i> .....	85
2.1.2. Vērtējamo attīstīto valstu rādītāji invarianšu koordinātu sistēmā/ <i>Indicators of the developed countries to be evaluated in the invariant coordinate system</i> .....	91
2.1.3. Vērtējamo attīstības valstu rādītāji invarianšu koordinātu sistēmā/ <i>Indicators of evaluated developing countries in invariant coordinate system</i> .....	96
2.1.4. Latvijas un citu ES jauno valstu rādītāji invarianšu koordinātu sistēmā/ <i>The indicators of Latvia and other new EU countries in invariant coordinate system</i> .....	101
2.2. Sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) mijiedarbība un pozicionēšana pasaules līmenī/ <i>Interaction and positioning of the evaluated socio-economic systems (countries) at the world level</i> .....	105
Kopsavilkums par 2. nodaļu / <i>Summary of Chapter 2</i> .....	110
<b>3. LATVIJAS ILGTSPĒJĪGAS ATTĪSTĪBAS RĀDĪTĀJU PLĀNOŠANA,-NOVĒRTĒŠANA UN MONITORINGS/ PLANNING, EVALUATION AND MONITORING OF LATVIA'S SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICATORS .....</b>	<b>112</b>
3.1. Latvijas ilgtspējīgas attīstības tiesiskie un institucionālie aspekti/ <i>Legal and institutional aspects of sustainable development of Latvia</i> .....	112
3.2. Latvijas ilgtspējīgas attīstības analīze 1990.-2019. gadā IAMM modeļa ietvaros/ <i>Analysis of Latvia sustainable development in 1990-2019. within the IAMM model</i> .....	116
3.3. Latvijas ilgtspējīgas attīstības mērķi līdz 2030. un 2060. gadam un iespējamie ilgtspējīgas attīstības scenāriji/ <i>Latvia's sustainable development goals until 2030 and 2060 and possible sustainable development scenarios</i> .....	118
3.3.1. Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriju noteikšana un izvēle/ <i>Determination and selection of sustainable development scenarios in Latvia</i> .....	118
3.3.2. Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriji līdz 2060. gadam/ <i>Sustainable development scenarios of Latvia until 2060</i> .....	120
Kopsavilkums par 3. nodaļu/ <i>Summary of Chapter 3</i> .....	129
<b>GALVENIE SECINĀJUMI/ MAIN CONCLUSIONS .....</b>	<b>131</b>
<b>PROBLĒMAS UN TO RISINĀJUMI / CHALLENGES AND THEIR SOLUTIONS .....</b>	<b>134</b>
<b>IZMANTOTO INFORMĀCIJAS AVOTU SARAKSTS/ LIST OF INFORMATION SOURCES USE .....</b>	<b>136</b>
<b>PIELIKUMI / ANNEXES .....</b>	<b>148</b>

## INFORMĀCIJA PAR PUBLIKĀCIJĀM UN ZINĀTNISKI PĒTNIECISKO DARBU/ *INFORMATION ABOUT PUBLICATIONS AND SCIENTIFIC WORK*

Inženierzinātņu maģistre un maģistre uzņēmējdarbības vadībā Inese Trušiņa promocijas darbu “Ilgtspējīgas attīstības sistēmanalīze” ir izstrādājusi laika periodā no 2020. līdz 2024. gadam LBTU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes doktorantūrā Uzņēmējdarbības un vadībzinātnes institūtā vadošās pētnieces Dr.oec. Elitas Jermolajevas zinātniskajā vadībā.

Ilgtspējīgas attīstības pētījumus I.Trušiņa veikusi arī iepriekš – no 2008. līdz 2013. gadam, studējot un strādājot Rīgas Tehniskajā universitātē.

**Pētījumu rezultāti publicēti 21 rakstos šādos starptautiskajos zinātniskajos un LZP atzītajos nacionālajos zinātniskajos izdevumos, t.sk. 10 publikācijas indeksētas *Scopus* un *Web of Science* datu bāzēs, no tām piecas – Q1 un Q2 žurnālos:**

1. **Trusina, I.**, Jermolajeva, E. (2024). Assessing the sustainability of advanced and developing countries: A different perspective. *Journal of Business, Management and Economics Engineering*, VGTU, Vilnius, Lithuania, 22(1), pp. 96-111. DOI:10.3846/bmee.2024.19981. (**Scopus Q2**)
2. **Trusina, I.**, Jermolajeva, E., Abramov, V., Gopejenko, V. (2024). World Development Assessment in an Invariant Coordinate System of Energy Units: The Newly Industrialized Economies Perspectives. *Journal of Infrastructure, Policy and Development (JIPD)*, 8(3). DOI:10.24294/jipd.v8i3.3110 (**Scopus Q2**)
3. **Trusina, I.**, Jermolajeva, E., Gopejenko, V. (2023). Nonlinear Natural Scientific Thinking and Ecological Consciousness for Sustainability. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 25(2), pp. 165-186. DOI:10.2478/jtes-2023-0022 (**Scopus Q2**)
4. **Trusina, I.**, Jermolajeva, E., Gopejenko, V. (2023). Sustainable Development Design and Management Methodology Using Natural Science Units. *Proceedings of the 2023 International Conference “Economic Science for Rural Development”*, LBTU ESAF, Jelgava, Latvija, 57, pp. 287-297. DOI: 10.22616/ESRD.2023.57.028 (**WoS**)
5. **Trusina, I.**, Jermolajeva, E., (2023). A Different View On The Country's Sustainable Development Indicators– Latvia’s Example. *Journal “Rural Sustainability Research”*, LBTU, 50 (345), pp. 94-102. DOI: 10.2478/plua-2023-0019 (**Scopus, WoS**)
6. **Trusina, I.**, Jermolajeva, E., Sloka, B. (2022). Analysis of Energy Resources’ Flows as The Sustainable Development Parameters. *Proceedings of the 2022 International Conference “Economics Science for Rural Development”*, 56., pp. 254-263, Jelgava, LLU. DOI: 10.22616/ESRD.2022.56.025 (**WoS**)
7. Jermolajeva, E., **Trusina, I.** (2022). Is Sustainable Development Really Sustainable – Theoretical Reflections, Statistics and the Need for Changes. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 24(2), pp. 166-179, DOI: 10.2478/jtes-2022-0023 (**Scopus Q2**)
8. **Trusina, I.**, Jermolajeva, E. (2022). The main indicators of digital transformation of the economy in a new approach to sustainability. *Proceedings of the 11<sup>th</sup> EURINT International Conference, Alexandru Ioan Cuza university of Iasi, Rumania*, 20.-21.05.2022., 9, pp. 255-278. RePEc:jes:eurint:y:2022:v:9:p:255-278
9. **Trusina, I.**, Jermolajeva, E. (2021). The scientific discourse on the concept of sustainable development, *Eastern Journal of European studies*, 12(2), pp. 298-322. DOI: 10.47743/ejes-2021-0215 (**Scopus Q1, WoS**)

10. **Trusina, I.**, Jermolajeva, E. (2021). A new approach to the application of the principles of sustainable development. *Proceedings of the 2021 International Conference "Economic Science for Rural Development"*, 55., Jelgava, LLU, pp. 231-240. DOI: 10.22616/ESRD.2021.55.023 (**WoS**)
11. Merkurjev, Y, Okhtilev, M, Sokolov, B, **Trusina, I**, Zelentsov, V. (2012). Intelligent Technology for Space and Ground Based Monitoring of Natural Objects in Cross-Border EU-Russia Territory, *Proceeding of IEEE International geoscience and remote sensing symposium (IGARSS)*, Munich, Germany, pp.2759-2762. DOI: 10.1109/IGARSS.2012.6350354 (**WoS**)
12. Lektauers, A., **Trusina, I.** (2011). Combined Multi-Scale System Dynamics and Agent-Based Framework for Sustainable Community Modelling. *RTU Zināniskie raksti, 14. sējums, 2*, Latvija.
13. Lektauers, A., Trušīņš, J., **Trusina, I.** (2011). Kuldīgas novada ilgtspējīgas attīstības sistēmdinamiskais modelis. *RTU Zināniskie raksti, 14(3)*, Latvija.
14. Lektauers, A., Trušīņš, J., **Trusina, I.**, Merkurjev, J. (2011). The Capabilities of Simulation in Spatial Planning. *Scientific Journal of Riga Technical University, Computer Science. Information Technology and Management Science*, Latvia.
15. Lektauers, A., Trusins, J., **Trusina, I.** (2010). A Conceptual Framework for Dynamic Modeling of Sustainable Development for Local Government in Latvia. *Proceedings of the 28th International Conference of the System Dynamics Society*, SKR, Seoul, 25-29. 07., 2010. Seoul: System Dynamics Society, pp. 1-14.
16. **Trusina, I.**, Lektauers, A. (2010). A Conceptual Framework for Dynamic Modeling of Sustainable Development for Local Government, European Social Simulation Association (ESSA) International Conference. *Conference materials*, Kassel, Germany.
17. **Trušīņa, I.** (2010). Ilgtspējīgās telpiskās attīstības kritēriji un indikatori. *RTU Zinātniskie raksti, 14(1)*, Latvija.
18. **Trusina, I.** (2009). Indicators and Criteria Modeling for Sustainable Spatial development. *International conference "Spatial strategy for Sustainable Development"*, *Konferences materiāli*, Rīga, Latvija.
19. **Trusina, I.** (2009). Land Use Management System: Latvian Experience. *International Conference "New Models for Innovation Management and Urban Dynamics"*, *Conference Materials*, 12-14 October, 2009, pp. 12-20, University de Algarve, Portugal, Faro.
20. **Trusina, I.**, Buka, E., Trusins, J. (2009). Sustainable Spatial Development of Recreation and Tourism System. *Sustainable Spatial Development of Recreation and Tourism System, Proceeding materials of AESOP Conference*, pp. 45-54, Liverpool University, Liverpool, United Kingdom.
21. **Trusina, I.** (2009). Brownfield Development Experience in Latvia. *New Models for Innovative Management and Urban Dynamics*, 1, pp. 10-16.

**Par pētījumu rezultātiem ziņots 26 starptautiskajās zinātniskajās konferencēs:**

1. 25th International Scientific Conference "Economic Science For Rural Development 2024". Prezentācija "System-Dynamic Approach To Assessing Sustainable Development: The Example of the USA", 16.-17.05., 2024., Jelgava, LBTU ESAF, Latvija.
2. 9th NoRSA Conference "Regional Outcomes of Global Challenges in the Nordic Countries". Prezentācija "An Integrated Approach to the Systematic Analysis of Sustainable Development of the Baltic States", 2.-3.05.2024., Viļņa, Lietuva.
3. 24th International Scientific Conference "Economic Science For Rural Development 2023". Prezentācija "Sustainable Development Design And Management Methodology Using Natural Science Units" 10.-12.05., 2023., Jelgava, LBTU ESAF, Latvija.

4. 44th Eurasia Business and Economics Society (EBES) Conference. Tiešsaistē prezentācija *“Analysis of the Sustainable development of emerging economies in an invariant coordinate system of energy unit”* 6.-8.07., 2023., Stambula, Turcija.
5. International Scientific Conference “Business and Management 2023”, Tiešsaistē prezentācija *“Assessing the sustainability of advanced and developing countries: A different perspective”* Vilnius Gediminas Technical University, 11.-12.05., 2023. Viļņa, Lietuva.
6. 29th International Scientific Conference “Research for Rural Development”. Prezentācija *“A Different View On The Country's Sustainable Development Indicators – Latvia's Example”* 17-18.05., 2023., Jelgava, LBTU, Latvija.
7. International Conference on Advancing Sustainable Futures (ICASF 2023) Prezentācija *“Some examples of sustainability evaluation in developed and developing countries”*, 5.-6.12., 2023., Dubaija, Apvienotie Arābu Emirāti.
8. International Scientific Practical Conference “Intelligent Information Systems in Project and Program Management”. Tiešsaistē prezentācija *“The energy approach for Assessing the Potential for Innovative Sustainable Development”* 15.09.2023., Koblevo, Ukraina.
9. 21st International Conference Information Technologies and Management. Prezentācija *“Systemic dynamic conceptual model of sustainable development in the energy coordinate system”* 20-21.04., 2023., ISMA, Rīga, Latvija.
10. 6th International Economic Forum “Open innovation: from the Creativity of the Individual to an Innovative Science-Based Economy”. Prezentācija *“Some parameters for assessing the potential for innovative development of the country”* 21.-22.09., 2023., Rīga, Latvija.
11. V Pasaules latviešu zinātnieku kongress “Zinātne Latvijai”. Stenda referāts *“Latvija2030 stratēģijas mērķu izpēte, izmantojot sociāli ekonomiskās sistēmas jaudas (enerģijas plūsmu) izmaiņu analīzes metodi”*, 2023. gada jūnijs, Rīga, Latvija.
12. 23rd International Scientific Conference “Economic Science for Rural Development 2022”. Prezentācija *“Analysis of Energy Resources' Flows as The Sustainable Development Parameters”*, 11.-13.05., LLU ESAF, Jelgava, Latvija.
13. Latgales Forums, VPP “Latvijas mantojums un nākotnes izaicinājumi valsts ilgtspējai” projekts “INTERFRAME-LV – Latvijas valsts un sabiedrības izaicinājumi un to risinājumi starptautiskā kontekstā”. Prezentācija *“Atšķirīgs skatījums uz valsts ilgtspējīgas attīstības rādītājiem”*, 08.06.2022., Rēzekne, Latvija.
14. 6. Starptautiskais ekonomikas forums “Krīze kā stimuls izmaiņām: Cilvēks. Daba. Uzņēmējdarbība”, Latvijas Zinātņu akadēmijas Ekonomikas institūts. Prezentācija *“The New Approach to the Analysis of Latvia's Sustainable Development Indicators”*, 30.06.2022., Rīga, Latvija.
15. International On-line Scientific Conference “Challengers of Economics, Education and Society Development in the Nordic – Baltic Countries and beyond”, Nordic Association For Agricultural Science. Presentation *“The impact of digital transformation on the sustainability of the Nordic-Baltic countries”*, 01.06.2022, Vytautas Magnus University, Vilnius, Lithuania.
16. EURINT International Conference. Section moderator un presentation *“The main indicators of digital transformation of the economy in a new approach to sustainability”*, Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, 20.-21.05.2022, Iasi, Rumania.
17. 17th International Scientific Conference “Social Sciences for Regional Development 2022”. Presentation *“New Approach to the Analysis of Regional Sustainable Development on the Eve of Changes in the Contemporary”*, 15.10.2022., Daugavpils Universitāte, Latvija.

18. 22th International Scientific Conference “Economic Science for Rural Development 2021”. Tiešsaistē prezentācija “*New approach to the application of the principles of sustainable development*”, LLU, ESAF, Jelgava, Latvija, 13.-14.05.2021.
19. NoRSA-ESPON International Conference “Post-COVID-19 Sustainable Development and Regional Restructuring in the Baltic Sea Region”. Presentation “*Tendencies of sustainable regional development in the context of SDG: the situation in Latvia*”, Tartu University, 13.-14.10.2021, Estonia.
20. 16th International Scientific Conference “Social Sciences for Regional Development 2021”. Tiešsaistē prezentācija plenārsēdē “*Ecological economic approach as the basis for the formation of sustainable regional development and improving the quality of life*”, Daugavpils Universitāte, Latvija, 15.-16.10.2021.
21. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), presentation “*Intelligent Technology for Space and Ground Based Monitoring Of Natural Objects In Cross-Border EU-Russia Territory*”, 22-27.07.2012. Munich, Germany.
22. 28th International Conference of the System Dynamics Society. Prezentācija “*A Conceptual Framework for Dynamic Modeling of Sustainable Development for Local Government in Latvia*”, Seula, Dienvidkoreja, 25.-29.07.2010.
23. European Social Simulation Association (ESSA) International Conference. Prezentācija “*A Conceptual Framework for Dynamic Modeling of Sustainable Development for Local Government*”, Kasela, Vācija, 2010.
24. International Conference “Spatial Strategy for Sustainable Development”. Prezentācija “*Indicators and Criteria Modeling for Sustainable Spatial development*”, Rīga, Latvija, 2009.
25. International Conference “New Models for Innovation Management and Urban Dynamics”. Prezentācija “*Land Use Management System: Latvian Experience*”. University de Algarve, Faro, Portugāle, 12.-14.10.2009.
26. AESOP International conference, “Sustainable Spatial Development of Recreation and Tourism System”. Prezentācija “*Brownfield Development Experience in Latvia.*”. Liverpool, United Kingdom, 7.-10.07.2009.

#### **Cita pieredze.**

1. Pasniedzēja LBTU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes bakalaura programmā “Ekonomika” un “Komercedarbība un uzņēmuma vadība”, studiju kurss “Statistika” (kopš 2024. gada septembra)
2. Pasniedzēja Informācijas sistēmu menedžmentu augstskolas bakalaura programmā “Informācijas sistēmas”, studiju kurss “Matemātiskās metodes” (no 2020.-pašreiz).
3. Pasniedzēja Informācijas sistēmu menedžmentu augstskolas maģistrantūras programmā “Informācijas sistēmas”, studiju kurss “Skaitliskās metodes” (no 2021.-pašreiz).

**DARBĀ IEKĻAUTO TABULU SARAKSTS/ *LIST OF TABLES INCLUDED***

<b>Nr./No</b>	<b>Tabulas nosaukums/<i>Table heading</i></b>	<b>Lpp./p</b>
1.1.	Vides ekonomikas un ekoloģiskās ekonomikas salīdzinājums/ <i>A comparison of environmental economics and ecological economics</i>	36.
1.2.	Uz kapitāla teorijas balstītas ilgtspējīgas attīstības minimālā rādītāju kopa/ <i>A minimum set of sustainable development indicators based on capital theory</i>	45.
1.3.	Pasaules Bankas ilgtspējības galvenie rādītāji/ <i>Sustainability key indicators of World Bank</i>	46.
1.4.	Vispārējās PSUT sistēmas piegādes-izlietojuma līdzsvars/ <i>Supply-use identity of the general PSUT system</i>	47.
1.5.	Ilgspējības kapitāla teorijas un dinamiskās pieejas atšķirības/ <i>Differences between the sustainability capital theory and the dynamic approach</i>	50.
1.6.	Sociāli ekonomiskās sistēmas līdzsvara un nelīdzsvara stāvokļa salīdzinājums/ <i>Comparison of equilibrium and non-equilibrium state of socioeconomic system</i>	54.
1.7.	Nelīdzsvara sistēmu raksturojums un salīdzinājums pēc attīstības virziena/ <i>Characterization and comparison of non-equilibrium systems by direction of development</i>	54.
1.8.	Sociāli ekonomisko sistēmu attīstības tendences atkarībā no sistēmas jaudas rādītāju izmaiņu virziena/ <i>Development trends of socio-economic systems depending on the direction of changes in system power indicators</i>	63.
1.9.	Sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības tendences un posmi atkarībā no lietderīgās jaudas P(t) izmaiņu virziena/ <i>Trends of the development of socio-economic systems depending on the direction of changes in useful power P(t)</i>	64.
1.10.	SES energoresursu patēriņa rādītāju minimālais bāzes ietvars/ <i>The minimum basic framework of energy resources consumption indicators of the SES</i>	69.
1.11.	Ilgspējīgas attīstības monitoringa modeļa (IAMM) galvenie rādītāji/ <i>The key indicators of the sustainable development monitoring model (SDMM)</i>	70.
1.12.	Sociāli ekonomiskās sistēmas (valsts) attīstības rādītāju minimālais bāzes ietvars/ <i>The minimum basic framework of socio-economic system development indicators</i>	72.
1.13.	Ilgspējīgas attīstības monitoringa modeļa (IAMM) integrēto rādītāju minimālā kopa/ <i>The integrated minimal set of indicators of the sustainable development monitoring model (SDMM)</i>	72.
1.14.	Sociāli ekonomiskās sistēmas sektorālie rādītāji/ <i>Sectoral indicators of the socioeconomic system</i>	74.
1.15.	Sektorālo rādītāju klasifikācija/ <i>The sectoral structure indicators</i>	75.
1.16.	Sociāli ekonomiskās sistēmas rādītāji valsts novērtējumam pasaules līmenī/ <i>Indicators of the object for evaluation at the world level</i>	75.
1.17.	Vērtējamo valstu mijiedarbības matrica/ <i>Interaction matrix of the evaluated objects</i>	76.

Tabulas turpinājums		
Nr./No	Tabulas nosaukums/ <i>Table heading</i>	Lpp./p
1.18.	Vērtējamo valstu mijiedarbības korelācijas matrica IAMM kontekstā noteiktā gadā/ <i>Interaction correlation matrix of the evaluated countries in the context of the SDMM in a given year</i>	76.
1.19.	Galvenie rādītāji potenciālo mērķu veidošanai/ <i>Key indicators for building of potential targets</i>	77.
1.20.	Sistēmas esošās/ iespējamās attīstības tendences saskaņā ar lietderīgās jaudas izmaiņām 1.16. attēlā/ <i>Existing/possible systems development trends according to the useful power changes in Fig. 1.16.</i>	78.
1.21.	Objekta attīstības tendences formalizācijas apraksta piemēri/ <i>Exaples of formalized description of systems different development trends</i>	78.
2.1.	Visu vērtējamo valstu raksturojums 2019. gadā/ <i>Characteristics of all evaluated countries in 2019</i>	84.
2.2.	ASV IKP PPP izmaiņas 1960.-2019. gadā/ <i>The US GDP PPP changes in 1960-2019</i>	86.
2.3.	Vērtējamo attīstīto valstu IKP PPP rādītāji 1990. un 2019. gadā/ <i>The GDP PPP indicators of the evaluated developed countries in 1990 and 2019</i>	86.
2.4.	Vērtējamo attīstīto valstu sektorālie rādītāji 2019. gadā atbilstoši 1.15. tabulai/ <i>Sectoral indicators of the evaluated developed countries according Table 1.15. in 2019</i>	87.
2.5.	Vērtējamo attīstības valstu IKP PPP rādītāji 1990.-2019. gadā/ <i>Indicators of GDP PPP of the evaluated developing countries in 1990-2019</i>	88.
2.6.	Vērtējamo attīstības valstu sektorālie rādītāji un ekonomikas klasifikācija atbilstoši 1.15. tabulai 2019. gadā / <i>Sectoral indicators and national economy classification of the evaluated developing countries according Table 1.15. in 2019</i>	89.
2.7.	Vērtējamo ES jauno valstu IKP PPP izmaiņas 1990.-2019. gadā/ <i>Changes of the GDP PPP of the evaluated new EU countries in 1990-2019</i>	89.
2.8.	Vērtējamo ES jauno valstu sektorālie rādītāji atbilstoši 1.15. tabulai 2019. gadā / <i>Sectoral indicators of the evaluated new EU countries according Table 1.15. in 2019</i>	90.
2.9.	Vērtējamās valstis Kaldora matricā 2019. gadā pēc IKP rādītāju analīzes naudas izteiksmē/ <i>Evaluated countries in Kaldor matrix by GDP analysis in monetary value, 2019</i>	90.
2.10.	Vērtējamo attīstīto valstu attīstības tendences un posmi 1960.-2019. gadā/ <i>The development trends and stages of the evaluated developed countries in 1960 – 2019</i>	92.
2.11.	Vērtējamo attīstīto valstu IAMM rādītāju minimālā kopa 2019. gadā/ <i>The minimum set of the SDMM indicators of the evaluated developed countries in 2019</i>	93.
2.12.	Vērtējamo attīstīto valstu IAMM rādītāju minimālā kopa 2019. gadā/ <i>The minimum set of the SDMM indicators of the evaluated developed countries in 2019</i>	94.
2.13.	Pīrsona korelācijas koeficienti vērtētajām attīstītajām valstīm/ <i>Pearson correlation coefficient for the evaluated developed countries</i>	94.

Tabulas turpinājums		
Nr./No	Tabulas nosaukums/ <i>Table heading</i>	Lpp./p
2.14.	Grendžera cēloņsakarības testa rezultāti vērtētajām attīstītajām valstīm 1990.-2019. gadā/ <i>Granger causality tests results for the evaluated developed countries in 1990.-2019</i>	95.
2.15.	Vērtējamo attīstīto valstu sektorālie rādītāji/ <i>Sectoral indicators of evaluated developed countries</i>	95.
2.16.	Vērtējamo valstu attīstības tendences un posmi 1990.-2019. gadā/ <i>Development trends and stages of the evaluated countries in 1990 – 2019</i>	97.
2.17.	Vērtējamo attīstības valstu IAMM rādītāju minimālā kopa 2019. gadā/ <i>Minimal set of SDMM indicators of the evaluated developing countries in 2019</i>	98.
2.18.	Vērtējamo attīstības valstu dzīves kvalitātes QoLE izmaiņu rādītāji energovienībās / <i>Changing indicator of quality of life QoLE of the evaluated developing countries in energy units</i>	98.
2.19.	Pīrsona korelācijas koeficienti vērtētajām attīstības valstīm / <i>Pearson correlation coefficient for the evaluated developed countries</i>	99.
2.20.	Grendžera cēloņsakarības testa rezultāti vērtētajām attīstības valstīm / <i>Results of the Granger causality test for the evaluated developing countries</i>	99.
2.21.	Vērtējamo attīstības valstu Kaldora sektorālie rādītāji/ <i>Kaldor sectoral indicators of evaluated developing countries</i>	100.
2.22.	Vērtējamo jauno ES valstu attīstības tendences un posmi 1990.-2019. gadā/ <i>Development trends and stages of the evaluated new EU countries in 1990 – 2019</i>	102.
2.23.	Vērtējamo ES jauno valstu IAMM rādītāju minimālā kopa 2019. gadā / <i>The minimum indicators set of the SDMM of the evaluated new EU countries in 2019</i>	103.
2.24.	Pīrsona korelācija koeficients vērtētajās ES jaunajās valstīs/ <i>Pearson correlation coefficient in the evaluated new EU countries</i>	104.
2.25.	Grendžera cēloņsakarības testa rezultāti vērtētajās jaunajās ES valstīs / <i>Results of the Granger causality test for the evaluated new EU countries</i>	104.
2.26.	Vērtējamo ES jauno valstu Kaldora sektorālie rādītāji/ <i>Kaldor sectoral indicators of evaluated new EU countries</i>	105.
2.27.	Visu vērtējamo valstu mijiedarbības korelācijas matrica IAMM kontekstā 2019. gadā/ <i>The interaction correlation matrice of all evaluated countries in the context of SDMM in 2019</i>	106.
2.28.	Vērtējamās valstis Kaldora matricā IAMM kontekstā 2019. gadā/ <i>The Kaldor matric of all evaluated countries in the context of SDMM in 2019</i>	107.
2.29.	Visu vērtējamo valstu ar dažādām metodēm aprēķināto PPX salīdzinājums 2019. gadā/ <i>Comparison of PPX calculated by different methods for all evaluated countries in 2019</i>	109.
3.1.	Latvija 2030 stratēģiskie rādītāji un prioritātes saskaņā ar ANO Agenda 2030 mērķiem/ <i>Latvia 2030 strategic indicators and priorities in accordance with the goals of the UN Agenda2030</i>	114.
3.2.	Latvija 2030 stratēģiskās attīstības mērķu rādītāji 2009., 2019., 2021. un 2030. gadā/ <i>Indicators of strategic development goals of Latvia 2030 in 2009, 2019, 2021 and 2030</i>	115.



Tabulas turpinājums		
Nr./No	Tabulas nosaukums/ <i>Table heading</i>	Lpp./p
3.3.	Latvijas IAMM rādītāju minimālā kopa 2019. gadā/ <i>The minimum indicators set of the SDMM in Latvia in 2019</i>	117.
3.4.	Latvijas attīstības tendences 1990.-2019. gadā/ <i>Latvia's development trends in 1990 – 2019</i>	118.
3.5.	Latvijas attīstības scenāriju izstrādei izvēlēto valsts rādītāji 2019. gadā/ <i>Indicators of the country selected for development of Latvian development scenarios in 2019</i>	119.
3.6.	Latvijas attīstības scenāriji līdz 2060. gadam/ <i>Latvia's development scenarios until 2060</i>	119.
3.7.	Latvijas attīstības scenāriju rādītāju izmaiņas līdz 2060. gadam / <i>Latvia's development scenarios indicators changes until 2060</i>	120.
3.8.	Attīstības scenārija <i>Latvijas Viensēta (LV)</i> rādītāji 1990.-2060. gadā/ <i>Indicators of Latvia's Homestead (LV) development scenario in 1990-2060</i>	120.
3.9.	Latvijas attīstības scenārija <i>Latvija 2000 (LV20)</i> rādītāju izmaiņas koeficienti / <i>Latvia's development scenarios Latvia 2000 (LV20) indicators change coefficients</i>	122.
3.10.	Attīstības scenārija <i>Latvija 2000 (LV20)</i> rādītāji 1990.-2060. gadā/ <i>Indicators of development scenarios Latvia 2000 (LV20) in 1990-2060</i>	122.
3.11.	Attīstības scenārija <i>Baltijas Ceļš (BC)</i> rādītāji 1990.-2060. gadā/ <i>Indicators of development scenarios the Baltic Way (BC) in 1990-2060</i>	123.
3.12.	Attīstības scenārija <i>Skandināvu Tilts (ST)</i> rādītāji 1990.-2060. gadā/ <i>Indicators of development scenarios Scandinavian Bridge (ST) in 1990-2060</i>	125.
3.13.	Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriju 2060.g. rādītāju kopsavilkums/ <i>Summary of indicators of Latvian sustainable development scenarios in 2060</i>	126.
3.14.	Latvijas attīstības scenāriju IKP PPPE izmaiņas 1990.-2060. gadā/ <i>Changes of the GDP PPPE of Latvia's development scenarios in 1990-2060</i>	127.
3.15.	Nepieciešamie resursi Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriju realizācijai līdz 2060. gadam/ <i>Necessary resources for the realization of Latvian sustainable development scenarios until 2060</i>	128.
3.16.	Latvijas ilgtspējīgas attīstības rādītāji/ <i>Sustainable development indicators of Latvia</i>	129.

**DARBĀ IEKĻAUTO ATTĒLU SARAKSTS/ LIST OF FIGURES  
INCLUDED**

<b>Nr./No</b>	<b>Attēla nosaukums/Figure caption</b>	<b>Lpp./p</b>
1.1.	Vājās ilgtspējības Venna diagramma/ <i>Weak Sustainability Venn diagram</i>	33.
1.2.	Stiprās ilgtspējības Venna diagramma/ <i>Strong Sustainability Venn diagram</i>	34.
1.3.	Ilgspējības un ilgtspējīgas attīstības struktūra/ <i>Structure of sustainability and sustainable development</i>	37.
1.4.	Dienaskārtībā 2030 ietvertu mērķu sasniegšanas izmaiņas 2000. un 2019. gadā autores 15 vērtētajās valstīs/ <i>Changes of the Agenda 2030 targets in 2000 and 2019 in 15 evaluated countries of the author</i>	38.
1.5.	Enerģijas gala patēriņš un kopējie enerģijas atlikumi/ zaudējumi/ <i>Final energy consumption and total energy residuals/ losses</i>	48.
1.6.	Sociāli ekonomisko un dabas sistēmu struktūra pēc attīstības veidiem/ <i>The structure of socio-economic and natural systems by types of development</i>	53.
1.7.	Plūsmu diagramma starp dzīvo sistēmu un vidi/ <i>Flow diagram between living system and environment</i>	56.
1.8.	Ilgspējīgas attīstības pārvaldes sistēmā cilvēks-sabiedrība-daba/ <i>Management of sustainable development in the system human-society-nature</i>	60.
1.9.	SES energosistēmas principiālā shēma/ <i>Basic scheme of SES power system</i>	66.
1.10.	Sociāli ekonomisko sistēmu enerģijas jaudas (enerģijas plūsmu) shēma/ <i>Scheme of energy power (energy flows) of socio-economic systems</i>	67.
1.11.	Sociāli ekonomisko sistēmu enerģijas plūsmu (jaudas) shēma pēc enerģijas ražošanas avotiem/ <i>Scheme of energy flows (power) of socio-economic systems by sources of energy production</i>	68.
1.12.	Sociāli ekonomisko sistēmu enerģijas plūsmu (jaudas) shēma pēc nozaru enerģijas patēriņa/ <i>Scheme of energy flows (power) of socio-economic systems by sector</i>	68.
1.13.	Vērtējamā Objekta struktūra kā ligzdota sistēma/ <i>Structure of the evaluated object as a nested system</i>	71.
1.14.	Vērtējamā Objekta mijiedarbība dažādos līmeņos/ <i>Interaction of the evaluated object at different levels</i>	71.
1.15.	Naudas/ jaudas konvertācijas rādītāja PW izmaiņas 1990.-2019. gadā/ <i>Changes in the money/power conversion indicators PW in 1990-2019</i>	73.
1.16.	Vērtējamā Objekta lietderīgās jaudas P1 izmaiņu diagramma/ <i>Diagram of the change in useful power P1 of the evaluated object</i>	77.
1.17.	Monitoringa sistēmas struktūra/ <i>The structure of monitoring system</i>	80.
2.1.	Sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) analīzes un novērtēšanas algoritms/ <i>Algorithm for analysis and evaluated of socio-economic systems (countries)</i>	85.
2.2.	Vērtējamo piecu attīstīto valstu IKP PPP izmaiņas 1960.-2019. gadā/ <i>The changes of the evaluated five developed countries GDP PPP in 1960-2019</i>	85.
2.3.	Vērtējamo četru attīstīto valsts IKP PPP izmaiņas 1990.-2019. gadā/ <i>The changes of the evaluated four developed countries GDP PPP in 1990-2019</i>	86.

Tabulas turpinājums		
Nr./No	Attēla nosaukums/ <i>Figure caption</i>	Lpp./p
2.4.	Vērtējamās Ķīnas (CN) IKP PPP izmaiņas 1990.-2019. gadā/ <i>Changes of the GDP PPP of the evaluated China (CN) in 1990-2019</i>	87.
2.5.	Vērtējamo attīstības valstu (ZA, BR, TR, ID) IKP PPP izmaiņas 1990.-2019. gadā/ <i>Changes of the GDP PPP of the evaluated developing countries (ZA, BR, TR, ID) in 1990-2019</i>	88.
2.6.	Vērtējamo ES jauno valstu IKP PPP izmaiņas 1990.-2019. gadā/ <i>The GDP PPP changes of the evaluated EU new countries in 1990-2019</i>	89.
2.7.	ASV lietderīgās jaudas P1 izmaiņas 1960.-2019. gadā/ <i>The changes of the useful power P1 of the United States in 1960-2019</i>	91.
2.8.	Vērtējamo attīstīto valstu (DE, IT, JP, FR) lietderīgās jaudas P1 izmaiņas 1960.-2019. gadā/ <i>Changes of the useful power P1 of evaluated developed countries (DE, IT, JP, FR) in 1960-2019</i>	91.
2.9	Vērtējamo attīstīto valstu dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas un tendences 1960.-2019. gadā/ <i>Changes and trends of the quality of life QoLE of the evaluated developed countries in 1960-2019</i>	93.
2.10.	Lietderīgās jaudas P1 izmaiņas Ķīnā (CN) 1990.-2019. gadā/ <i>Changes of the useful power P1 of China (CN) in 1990-2019</i>	96.
2.11.	Lietderīgās jaudas P1 izmaiņas Brazīlijā (BR), Turcijā (TR), Indonēzijā (ID) un Dienvidāfrikā (ZA) 1990.-2019. gadā/ <i>Changes of the useful power P1 of Brazil (BR), Turkey (TR), Indonesia (ID) and South Africa (ZA) in 1990-2019</i>	97.
2.12.	Vērtējamo attīstības valstu dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2019. gadā/ <i>Changes of the quality of life QoLE in the evaluated developing countries in 1990-2019</i>	98.
2.13.	Lietderīgās jaudas P1 izmaiņas Latvijā (LV), Lietuvā (LT) un Igaunijā (EE) 1990.-2019. gadā/ <i>Changes of the useful power P1 in Latvia (LV), Lithuania (LT) and Estonia (EE) in 1990-2019</i>	101.
2.14.	Lietderīgās jaudas P1 izmaiņas Horvātijā (HR), Ungārijā (HU) 1990.-2019. gadā/ <i>Changes of the useful power P1 in Croatia (HR), Hungary (HU) in 1990-2019</i>	102.
2.15.	Dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas vērtējamās ES jaunajās valstīs 1990.-2019. gadā/ <i>Changes of the quality of life QoLE in the evaluated EU new countries in 1991-2019</i>	103.
2.16.	Visu vērtējamo valstu konkurētspējas rādītāji (WM) IAMM kontekstā/ <i>Competition indicators of all evaluated countries WM in context of SDMM</i>	107.
2.17.	Visu vērtējamo valstu ilgtspējības līdzsvara rādītājs (WP) IAMM kontekstā/ <i>Indicators of sustainability balance WP of all evaluated countries in context of SDMM</i>	108.
2.18.	Visu vērtējamo valstu tehnoloģiskās konkurētspējas rādītājs WE IAMM kontekstā/ <i>Technological competition indicator WE of all evaluated countries in context of SDMM</i>	108.
2.19.	Vērtējamo valstu konvertācijas rādītāja PW nauda/ jauda izmaiņas 1990.-2019. gadā/ <i>Changes in the money/ power conversion indicators PW of the evaluated countries 1990-2019</i>	109.
3.1.	Ilgspējīgas attīstības likumdošanas ietvars 2021. gadā/ <i>The legislative framework of the sustainable development in 2021</i>	112.

Tabulas turpinājums		
Nr./No	Attēla nosaukums/ <i>Figure caption</i>	Lpp./p
3.2.	Latvijas iedzīvotāju M(t) skaits 1990.-2022. gadā/ <i>Population M(t) of Latvia in 1990-2022</i>	116.
3.3.	Lietderīgās jaudas P1 izmaiņas Latvijā (LV) 1990.-2019. gadā un tendence līdz 2030. gadam/ <i>Changes of the useful power P1 in Latvia in 1990-2019 and trend till 2030</i>	117.
3.4.	Latvijas iedzīvotāju dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2019. gadā enerģijas vienībās/ <i>Changes in the quality of life QoLE of Latvian residents in 1990-2019 in energy units</i>	117.
3.5.	Attīstības scenārija Latvijas Viensēta (LV) rādītāju izmaiņas 1990.-2060. gadā/ <i>Changes of indicators of Latvian Homestead (LV) development scenario in 1990-2060</i>	121.
3.6.	Attīstības scenārija Latvijas Viensēta (LV) dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2060. gadā/ <i>Changes of QoLE of Latvian Homestead (LV) development scenario in 1990-2060</i>	121.
3.7.	Attīstības scenārija Latvija 2000 (LV20) rādītāju izmaiņas 1990.-2060. gadā/ <i>Changes of indicators of Latvia 2000 (LV20) development scenario in 1990-2060</i>	122.
3.8.	Attīstības scenārija Latvija 2000 (LV20) dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2060. g./ <i>Changes of QoLE of development scenario Latvia 2000 (LV20) in 1990-2060</i>	123.
3.9.	Attīstības scenārija Baltijas Ceļš (BC) rādītāju izmaiņas 1990.-2060. gadā/ <i>Changes of indicators of development scenario Baltic Road (BC) in 1990-2060</i>	124.
3.10.	Attīstības scenārija Baltijas Ceļš (BC) dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2060.g. / <i>Changes of quality of life QoLE of development scenario Baltic Road (BC) in 1990-2060</i>	124.
3.11.	Attīstības scenārija Skandināvu tilts (ST) rādītāju izmaiņas 1990.-2060. gadā/ <i>Changes of indicators of development scenario Scandinavian Bridge (ST) in 1990-2060</i>	125.
3.12.	Attīstības scenārija Skandināvu tilts (ST) dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2060.g./ <i>Changes of quality of life QoLE of development scenario Scandinavian Bridge (ST) in 1990-2060</i>	126.
3.13.	Latvijas iespējamo ilgtspējīgas attīstības scenāriju IKP PPPE izmaiņas 1990.-2060. gadā/ <i>Changes of the GDP PPPE of Latvia's possible sustainable development scenarios in 1990-2060</i>	127.

**DARBĀ LIETOTĀS ABREVIATŪRAS UN AKRONĪMI/  
ABBREVIATIONS AND ACRONYMS USED IN THE THESIS**

(slīprakstā angļu valodā)

ANO	Apvienoto Nāciju Organizācija
ARPA	<i>Advanced Research Projects Agency</i> – Progresīvo pētījumu projektu aģentūra
ASV	Amerikas Savienotās Valstis
BRICS valstis	<i>Brazil, Russia, India, China, South Africa</i> - Brazīlija, Krievija, Indija, Ķīna un Dienvidāfrika
const	konstante
CSP	Centrālā Statistikas pārvalde
DESI	Digitālās ekonomikas un sabiedrības indekss
EK	Eiropas Komisija
EM	Ekonomikas ministrija
ES	Eiropas Savienība
ESS	Eiropas Statistiskās sistēma
GFN	<i>Global Footprint Network</i>
IA	Ilgspējīga attīstība
IAM	Ilgspējīgas attīstības mērķi
IKP	Iekšzemes kopprodukts
IKT	informācijas un komunikācijas tehnoloģijas
IoT	<i>Internet of Things</i> – elektroierīču internets, savstarpēji savienotas elektroierīces
IZM	Izglītības un zinātnes ministrija
KTP	Kapitāla teorijas pieeja
LAPAS	Latvijas Platforma attīstības sadarbībai
LR	Latvijas Republika
milj.	miljons
mlrd.	miljards
MK	Ministru kabinets
NAP	Nacionālais attīstības plāns
NKI	Nacionālais kopienākums
NKP	Nacionālais kopprodukts
NVO	Nevalstiskās organizācijas
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i> – Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija
PEFA	<i>Physical Energy Flow Accounts</i> - Fiziskās enerģijas plūsmas konti
PSUT	<i>Physical Supply and Use Table</i> - Fiziskās piegādes un izmantošanas tabula
SES	Sociāli ekonomiskā sistēma
SEEA	<i>System of Environmental Economic Accounting</i> - Vides ekonomiskās uzskaites sistēma
SMART	<i>(specific, measurable, achievable, realistic, timely)</i>
SNA	Apvienoto Nāciju Organizācijas vides un ekonomikas kontu sistēma
TAM	Tūkstošgades attīstības mērķi
t.i.	tas ir
t.sk.	tai skaitā
tūkst.	tūkstoši
UNDATA	ANO datu bāze
UNDP	<i>United Nations Development Programme</i>
UNECE	<i>The United Nations Economic Commission for Europe</i>
PKC	Pārresoru koordinācijas centrs
VARAM	Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija
WTO	<i>World Trade Organisation</i> – Pasaules Tirdzniecības organizācija
WEF	<i>The World Economic Forum</i>

## LIETOTO JĒDZIENU SKAIDROJUMS/ *EXPLANATION OF USED TERMS*

(sakārtots hronoloģiski atbilstoši darbā dotajiem skaidrojumiem)

<b>Jēdziens latviešu valodā</b>	<b>Jēdziens angļu valodā</b>	<b>Skaidrojums vai lpp.</b>
Ekonomiskā izaugsme	<i>Economic growth</i>	28. lpp
Ekonomiskā attīstība	<i>Economic development</i>	28. lpp
Inovatīva attīstība	<i>Innovation development</i>	29. lpp.
Ilgspējība, ilgtspēja	<i>Sustainability</i>	30. lpp
Ilgspējīga attīstība	<i>Sustainable development</i>	31. lpp.
Vides ekonomika	<i>Environment economic</i>	35. lpp.
Ekoloģiskā ekonomika	<i>Ecological economic</i>	35. lpp
IAM – ilgtspējīgas attīstības mērķi	<i>SDG–Sustainable Development Goals</i>	38. lpp.
KTP – kapitāla pieeja	<i>CTA capital theory approach</i>	41. lpp
Sociāli ekonomiskā sistēma	<i>Socioeconomic system</i>	61. lpp.
IAMM – ilgtspējīgas attīstības monitoringa modelis	<i>SDMM – Sustainable Development Monitoring Model</i>	66. lpp.
Sistēmiska pieeja	<i>System approach</i>	Sistemātiskā pieeja ietver sistēmanalīzi un vadības lēmumu pieņemšanu, pamatojoties uz sistēmanalīzi
Monitorings	<i>Monitoring</i>	Stāvokļa novērošanas, kontroles, analīzes un prognozēšanas sistēma
Sistēmanalīze	<i>Systematic analysis</i>	Metodoloģisku līdzekļu kopums, ko izmanto sarežģītu problēmu risināšanas sagatavošanai un pamatošanai.
Vērtējamās attīstītās valstis	<i>The evaluated developed countries</i>	ASV/USA (US), Vācija/Germany (DE), Francija/France (FR), Itālija/ Italy (IT), Japāna/ Japan (JP)
Vērtējamās attīstības valstis	<i>The evaluated developing countries</i>	Brazīlija/Brazil (BR), Indonēzija/Indonesia (ID), Ķīna/China (CN), Turcija/Turkey (TR), Dienvidāfrika/South Africa (ZA)
Vērtējamās ES jaunās valstis	<i>The evaluated EU new countries</i>	Latvija/Latvia (LV), Lietuva/ Lithuania (LT), Igaunija/Estonia (EE), Horvātija/Croatia (HR), Ungārija/ Hungary (HU)
Visas vērtējamās valstis	<i>The evaluated countries</i>	ASV/USA (US), Vācija/Germany (DE), Francija/France (FR), Itālija/Italy (IT) un Japāna/ Japan (JP), Brazīlija/Brazil (BR), Indonēzija/ Indonesia (ID), Ķīna/China (CN), Turcija/Turkey (TR), Dienvidāfrika/ South Africa (ZA), Latvija/Latvia (LV), Lietuva/ Lithuania (LT), Igaunija/Estonia (EE), Horvātija/Croatia (HR), Ungārija/ Hungary (HU)

## IEVADS/ INTRODUCTION

### Promocijas darba tēmas izvēles motivācija un pamatojums

Mūsdienās daudzas pasaules valstis ir akceptējušas ilgtspējīgas attīstības pamatprincipus, veidojot aizvien ciešākas saites starp dabas, ekonomikas un sociālajām parādībām. Tomēr šo procesu analīze ir parādījusi, no vienas puses, datu nepietiekamību un to salīdzināšanas iespējas un, no otras puses, attiecību trūkumu starp objektīvajiem dabas likumiem (invariantiem) un sabiedrības ilgtspējīgas attīstības principu. Jāatzīst, ka sociāli ekonomisko sistēmu pārvaldībā joprojām nepastāv konsekventi izmērāmā formā izteiktas sistēmiskas saiknes ar dabas, ekonomiskajiem un sociālajiem procesiem, kas savukārt var novest pie nepareiziem vērtējumiem un pat izraisīt krīzes. Ja dabas likumi ir formulēti analītiskā formā un izmērāmu lielumu izteiksmē, tad sociālās attīstības likumi parasti tiek definēti, izmantojot tādus rādītājus, kas nav saistīti ar dabas procesiem un tādējādi apgrūtina pētījumu veikšanu, lai noteiktu to savstarpējās attiecības.

Dabaszinātņu likumi, kas ir universāli empīriski vispārinājumi, joprojām netiek pietiekami piemēroti sociāli ekonomisko procesu analīzei, jo, neskatoties uz dažādām iestrādēm, pasaulē līdz šim nav radīta atbilstoša sistēma, un veikti nepieciešamie fundamentālie un starpdisciplinārie pētījumi. Turklāt, no kontroles teorijas ir zināms, ka kontroles process ir objektīvs, ja sistēma iekļauj kontrolētā objekta kustības principu – likumu, tas ir, saglabāšanas un izmaiņu likumi. Šādi likumi ir jebkurai sociāli ekonomiskajai sistēmai. Ja globālā vai lokālā līmenī darbojas tikai subjektīvi likumi, tas neizbēgami nonāk pretrunā ar objektīviem likumiem (dabas likumiem) un rada negatīvas sociālās, ekonomiskās un vides sekas. Tāpēc nepieciešams izstrādāt teorētiskus un metodoloģiskus nosacījumus, kas būtu balstīti uz izmērāmiem lielumiem (rādītājiem), kas atbilstu dabas sistēmu raksturošanai un vienlaikus būtu piemērojami sociāli ekonomisko procesu novērtēšanai. Šajā kontekstā var formulēt vairākas problēmas.

1. Ilgtspējīgas attīstības procesu analīzes neatbilstība sistēmiskai pieejai: dalījums trīs atsevišķās sistēmās (ekonomika, ekoloģija un sabiedrība) un to atsevišķs vērtējums (indikācija) nevar dot pilnvērtīgu priekšstatu un izpratni par sociāli ekonomiskās sistēmas darbības rezultātiem un attīstības perspektīvām. Mēģinājumi kapitāla teorijas ietvaros izveidot un summēt dabas un sociālo kapitālu monetāro vērtību, lai ietekmētu makroekonomikas politikas lēmumus, ir metodoloģiski sarežģīti un grūti pārbaudāmi. *Zaļās* grāmatvedības princips, kas darbojas pēc vājās ilgtspējības noteikumiem, negarantē ilgtspējīgu attīstību (*Blignaut, De Wit, 2000*). Ilgtspējīga attīstība ir vairāk nekā tikai vides, ekonomikas un sociālās kultūras ilgtspējības komponentu summa. Pat ja tiek sasniegta ekonomiskā, vides un sociālā ilgtspējība, definīcija nenozīmē, ka tiek sasniegta ilgtspējīga attīstība. Ir nepieciešama visaptveroša pieeja, kas ietver visus galvenos ilgtspējīgas attīstības principus (*Hediger, 1997*).
2. Pasaulē joprojām nav vienotas pieejas kvantitatīvo ilgtspējīgās attīstības kritēriju definīcijai un noteikšanai – rādītāji tiek iegūti ar dažādām metodēm un dažādās mērvienībās, kas nav pietiekami, lai pilnvērtīgi izprastu un atbilstoši novērtētu procesus, kas nepieciešami procesu kvalitatīvai uzraudzībai (monitoringam). Metodoloģiskā līmenī Bosela (*Bossel, 2002*), Rokstroma (*Rockstrom et al., 2016*), Bolšakova (*Bolshakov et al., 2019*) pieejas un modeļi liecina, ka jāmeklē vairākas iespējas, kā apvienot sociāli ekonomisko darbības modeļi ar ekoloģisko modeļi, kas izriet no ietekmes uz globālo sistēmu.
3. Mūsdienu izaicinājumi liek pāriet no pašreizējā lineārā ekonomikas modeļa uz nelineāriem modeļiem, kas dabu uztver kā dzīvības atbalsta sistēmu sociālajai labklājībai un reaģē uz atgriezeniskās saites efektiem (17.pielikums). Šie apgalvojumi ir analizēti vairāku zinātnieku darbos, kas pamato mūsdienu ekonomikas un ilgtspējības attīstības teorijas (*Capra et al., 2017; Thurner, 2018; Riznichenko et al., 2009; Odum, 2007*).
4. Tā kā esošā sociāli ekonomiskās sistēmas ilgtspējīgas attīstības mērvienību sistēma naudas izteiksmē ir mainīga un nestabila, tad ir jāveido jauna – invariantu koordinātu sistēmā ar

atbilstošām mērvienībām. Sodijs savos darbos izteica apgalvojumu, ka ekonomistu uzmanības centrā jābūt enerģijas plūsmai (jeb jaudai) (*Soddy, 1933*). Odums un Deiljs deva jaunu impulsu pētījumiem, apgalvojot, ka jauda ir primārais, universālākais visu cilvēku darbības veidu mērs dabā. Enerģijas plūsmas pamatlikumi ir attiecināmi gan uz visiem cilvēka dzīves procesiem, gan arī uz dabu, tajā skaitā sabiedrību, ekonomiku, ekoloģiju, kultūru un estētiku (*Daly, 1993; Odum, 1968*). Kostanza atzīmēja, ka pieejamā enerģija ir vienīgā fundamentālā vērtība un vienīgais ierobežojošais ražošanas faktors, kas atbilst ražošanas teorijas kritērijiem un spēj izskaidrot apmaiņas vērtības (*Costanza, 2004*).

Pamatojoties uz iepriekš minēto, promocijas darba pētījuma aktualitāti nosaka nepieciešamība turpināt pilnveidot ilgtspējīgas attīstības teoriju un novērtēšanas metodes, izmantojot nemonetāru dabaszinātņu procesu atspoguļojumu **starpdisciplinārā pētījumā, ņemot vērā ekonomikas, matemātikas, fizikas un vides likumsakarības**. Tātad ir svarīgi izveidot sistēmisku pieeju ilgtspējīgas attīstības procesu novērtēšanai un monitoringam, kas ietver sistēmanalīzi un vadības lēmumu pieņemšanu, pamatojoties uz sistēmanalīzes rezultātiem.

**Pētījuma hipotēze** ilgtspējīgas attīstības plānošanas un monitoringa modelis ļauj novērtēt dažādu sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) attīstību.

**Pētījuma objekts:** ilgtspējīga attīstība.

**Pētījuma priekšmets:** sociāli ekonomisko sistēmu ilgtspējīgas attīstības procesu sistēmanalīze.

**Promocijas darba mērķis:** analizēt ilgtspējīgas attīstības procesus, balstoties uz sistēmisku pieeju, lai radītu ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli un izstrādātu priekšlikumus Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģisko mērķu plānošanai.

**Mērķa sasniegšanai risinātie darba uzdevumi.**

1. Izpētīt ilgtspējīgas attīstības teorētiskos aspektus, koncepcijas un modeļus pasaulē.
2. Salīdzināt un veikt sistēmanalīzi dažādu sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) attīstības rādītājiem naudas izteiksmē un energovienībās.
3. Izstrādāt ilgtspējīgas attīstības novērtēšanas metodoloģiju un ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli, izmantojot jaudas izmaiņu sistēmanalīzes pieeju un invariantu koordinātu sistēmu.
4. Analizēt sistēmiskās pieejas ietvaros Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģisko mērķa rādītājus un prognozēt tos invariantu koordinātu sistēmā energovienībās līdz 2030. un 2060. gadam.

**Izmantotās pētījuma metodes.**

- Zinātniskās metodes:
  - monogrāfiskā jeb aprakstošā metode izmantota, lai, pamatojoties uz zinātniskajām atziņām un teorijām par ilgtspējīgu attīstību, veidotu teorētisko diskusiju un interpretētu pētījuma rezultātus;
  - analīzes un sintēzes metode izmantota, lai apkopotu, pētītu un vērtētu problēmas;
  - indukcijas metode izmantota, lai no atsevišķiem faktiem vai elementiem veidotu kopsakarības un zinātniskos pieņēmumus;
  - dedukcijas metode izmantota, lai sistematizētu un izmantotu empīriskos datus;
  - loģiski konstruktīvā metode – interpretējot pētījuma rezultātus, formulējot atziņas, secinājumus un priekšlikumus.
- Statistiskās metodes:
  - aprakstošā statistikas metode (absolūtie, relatīvie un vidējie lielumi);
  - statistiskā matemātiskā datu analīze metode – lai analizētu Pasaules bankas, ES, Latvijas u.c. statistikas datus; korelācijas analīze; regresijas analīze;
  - laika rindu analīze izmantota, lai apkopotu un analizētu datus par energoresursu patēriņu un struktūru ES teritorijā:
    - laika rindu trendu noteikšanas un parametru analīzes metode;



- dinamikas rindu analīze, lai analizētu sociāli ekonomisko sistēmu energoplūsmu un citu rādītāju izmaiņas laika periodā no 1990. līdz 2019. gadam.
- Greindžera metode un cēloņsakarības tests;
- Pīrsona korelācijas tests;
- Durbina-Vatsona tests.

**Informācijas ieguve.** Pētījuma izstrādei autore izmantojusi Latvijas un Eiropas Savienības normatīvos dokumentus, pētījumam atbilstošu zinātnisko literatūru no Scopus, EBSCO, Science Direct u.c. datubāzēm, Latvijas Republikas Ministru kabineta un ministriju (Ekonomikas ministrijas, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas u.c.) mājas lapās pieejamo informāciju, Latvijas Oficiālās statistikas portāla datus, Reģionālās attīstības rādītāju modeļa datus, kā arī citus publiski pieejamos informācijas avotus: Apvienoto Nāciju datu bāze, Pasaules Bankas datu bāze, Starptautiskās Enerģētikas asociācija datu bāze.

**Pētījuma teorētiskā bāze** balstās uz ekonomikas virzienu “attīstības monitoringa sistēmas nozīme reģionālās ilgtspējības un sociālekonomiskā izaugsmē”. Promocijas darba ietvaros tiek analizēti un lietoti atbilstoši jēdzieni: izaugsme, attīstība, inovatīva attīstība, ilgtspējība, ilgtspējīga attīstība, sociāli ekonomiskā sistēma u.c. Uzskatāmībai un labākai izpratnei dotas terminu definīcijas latviešu un angļu valodā. Sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) ilgtspējīga attīstība izskatīta kompleksās sistēmas teorijas un ekoloģiskās ekonomikas koncepcijas ietvaros. Ilgtspējīgas attīstības monitoringa uzdevumu formalizēšanai izmantota ilgtspējīgas attīstības vadīšanas metodoloģija un atvērto nelīdzsvaroto sociālo ekonomisko sistēmu jaudas (energoplūsmu) izmaiņas sistēmanalīzes pieeja. Darbā izmantotās pētniecības metodes ir balstītas uz daudzu ārvalstu un Latvijas zinātnieku darbiem, kas minēti izmantoto informācijas avotu sarakstā.

Nozīmīgākie ārvalstu autori:

D.Acemoglu, W.J.Baumol, D.V.J.Bell, M.Ben-Eli, H.Bossel, G.H.Brundtland, F.Capra, O.D.Jakobsen, R.Costanza, H.E.Daly, A.F.Umana, J.Forrester, N.Georgescu-Roegen, R.F.Hirsh, J.G.Koomey, N.Kaldor, R.Kumar, S.M.Lele, D.H.Meadows, D.L.Meadows, J.Rander, W.W.Behren, E.Odum, H.T.Odum, J.Rockstrom, C.Folke, R.Biggs, A.V.Norström, B.Reyer, I.Ropke, J.Paavola, J.A.Schumpeter, E.Gallopin, P.Dasgupta u.c.

Latvijas autori:

B.Boļšakovs, R.Karnīte, B.Tjarve, L.Aleksejeva, V.Šipilova, E.Jermolajeva, V.Bikse, L.Grīneviča, B.Rivža, P.Rivža, T.Boikova, S.Zēverte-Rivža, I.Salīte, E.Drelinga, Dz.Iliško, E.Ņehnoviča, S.Zariņa, I.Fjodorova, O.Ivanova, I.Zemīte, P.Zvidriņš u.c.

### **Pētījuma ierobežojumi.**

Pētījumā izvēlētas, analizētas un vērtētas 15 pasaules valstis. Pētījuma periods aptver 30 gadus – no 1990. līdz 2019. ar atsevišķiem izņēmumiem attīstīto valstu ASV, Japānas, Francijas, Vācijas un Itālijas datiem, kur analīze veikta par laiku no 1960. līdz 2019. gadam. Darba 3. nodaļā analizēti Latvijas attīstības plānotie rādītāji līdz 2060. gadam, ietverot arī 2021. gada faktiskos datus.

### **Zinātniskās novitātes.**

1. Starpdisciplinārā pētījumā izstrādāta sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) ilgtspējīgas attīstības rādītāju novērtēšanas metodoloģija, pilnveidojot ilgtspējīgas attīstības teoriju, izmantojot dabaszinātņu procesus un sasaistot ekonomikas, matemātikas, fizikas un vides likumsakarības.
2. Izveidots ilgtspējīgas attīstības monitoringa modelis, izmantojot Kaldora modeli, Kuzņecova modeli un Oduma modeli.
3. Pirmo reizi Latvijā noformulēti ilgtspējīgas attīstības rādītāji energovienībās, balstoties uz dažādu ārvalstu zinātnieku teorētiskajām un praktiskajām izstrādņēm.
4. Analizēti un salīdzināti Latvijas un citu valstu sociāli ekonomiskie rādītāji ilgtspējīgas attīstības kontekstā, izmantojot invariantu koordinātu sistēmu energovienībās.
5. Modelēti Latvijas iespējamie ilgtspējīgas attīstības scenāriji līdz 2030. un 2060. gadam.

### **Tautsaimnieciskā nozīme.**

1. Pētījuma rezultātus var izmantot valsts un pašvaldību institūcijas ilgtspējīgas attīstības rādītāju plānošanas, novērtēšanas un monitoringa procesos.
2. Pētījuma metodoloģiju un rezultātus var izmantot universitāšu un citu augstākās izglītības iestāžu studiju procesā, izstrādājot un pilnveidojot mācību materiālus par ilgtspējīgas attīstības jautājumiem.
3. Izstrādātās metodes iespējams izmantot un pilnveidot, piemērojot tās Latvijas reģionu ilgtspējīgas attīstības novērtēšanai.
4. Iegūtos datus var izmantot mūžizglītības kursu un semināru tēmās par ilgtspējīgas attīstības plānošanas un novērtēšanas jautājumiem.

### **Aizstāvamās tēzes.**

**1. tēze:** ilgtspējīgas attīstības teorētisko aspektu izpēte ir pamats esošo koncepciju un metožu trūkumu izvērtēšanai un tālākai pilnveidošanai.

**2. tēze:** ilgtspējīgas attīstības principu formalizācija energovienībās, izmantojot invariantu koordinātu sistēmu un jaudas izmaņu sistemanalīzes pieeju, ļauj noteikt jebkuras sociāli ekonomiskās sistēmas (valsts) esošā stāvokļa un mērķa rādītājus, norādot problēmas un prognozējot attīstības scenārijus.

**3. tēze:** Latvijas ilgtspējīgas attīstības plānošanas un monitoringa modelis invariantu koordinātu sistēmā energovienībās ļauj prognozēt iespējamās valsts attīstības scenārijus.

**Promocijas darba struktūra** ir veidota atbilstoši izvirzītajai hipotēzei, noteiktajam mērķim un uzdevumiem un sastāv no trim nodaļām ar apakšnodaļām.

**Darba pirmajā nodaļā** analizēti ilgtspējīgas attīstības koncepcijas veidošanās priekšnoteikumi un vēsturiskie aspekti, stiprās un vājās ilgtspējības modeļi, kapitāla teorijas pieejas koncepcija. Lai pamatotu darba nākošajās nodaļās izmantotās metodes un veiktu aprēķinus, pētīta dabaszinātņu pieejas izmantošana ekonomikā un aprakstīta ilgtspējīgas attīstības koncepcija energovienībās, kā arī sociāli ekonomiskās sistēmas jaudas (energoaplūsmu) modelis.

**Otrajā nodaļā**, lai aprobētu promocijas darba autores izveidoto ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli (IAMM), izvēlētas un novērtētas 15 dažādas sociāli ekonomiskās sistēmas (valstis) saskaņā ar 1. nodaļā aprakstīto teoriju un salīdzinot valstu rādītājus pēc divām metodēm: (1) iekšzemes kopprodukta naudas izteiksmē; (2) attīstības rādītājiem invariantu koordinātu sistēmā energovienībās, pamatojoties uz promocijas darba autores metodoloģiju, kas balstīta uz zinātnieku Kuzņecova un Oduma modeļiem. Tādējādi iegūti atšķirīgi analizējamo sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) ilgtspējīgas attīstības novērtēšanas rezultāti un izskaidrota to nozīme ne tikai valsts esošajā (konkrētajā) situācijā, bet arī turpmākās attīstības prognozēšanā un monitorēšanā.

**Trešajā nodaļā** analizēta Latvijas ilgtspējīgas attīstības plānošanas un uzraudzības sistēma. Izveidotā ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeļa (IAMM) ietvaros prognozēti četri iespējamie Latvijas attīstības scenāriji līdz 2030. un 2060. gadam.

Darba nobeigumā formulēti galvenie pētījuma rezultāti un problēmas, kā arī izvirzīti priekšlikumi to risināšanai.

Promocijas darba apjoms (*Ph.D.*) zinātniskā grāda iegūšanai sociālās zinātnēs ir 148 lapas. Darbā ir 66 tabulas, 49 attēli, 18 pielikumi (55 lapas), izmantoti 257 informācijas avoti, t.sk. 231 avoti angļu valodā. Atsauces uz izmantotajiem informācijas avotiem ir gan tekstā, gan pielikumos.

Promocijas darbs izstrādāts, pateicoties LBTU zinātnisko projektu atbalstam: Nr. 8.2.2.0/20/I/001 “LLU pāreja uz jauno doktorantūras finansēšanas modeli” (2023.) un Z70 “Integrēta pieeja ilgtspējīgas attīstības sociāli ekonomisko rādītāju noteikšanai” (2023.-2024.).

# 1. ILGTSPĒJĪGAS ATTĪSTĪBAS NOVĒRTĒŠANAS UN MONITORINGA SISTĒMAS TEORĒTISKIE ASPEKTI/ *THEORETICAL ASPECTS OF THE ASSESSMENT AND MONITORING SYSTEM OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT*

Promocijas darba 1. nodaļā analizēti ilgtspējīgas attīstības koncepcijas veidošanās priekšnoteikumi un vēsturiskie aspekti, analizēti stiprās un vājās ilgtspējības modeļi, kapitāla teorijas pieejas koncepcija. Lai pamatotu darba nākošajās nodaļās izmantotās metodes un veiktu aprēķinus, pētīta dabaszinātņu pieejas izmantošana ekonomikā un aprakstīta ilgtspējīgas attīstības koncepcija energovienībās, kā arī sociāli ekonomiskās sistēmas jaudas (energoaplūsmu) modelis.

## 1.1. Ilgtspējīgas attīstības jēdziena vēsturiskie aspekti un teorētiskais pamatojums/ *Historical aspects and theoretical basis of the concept of sustainable development*

Sabiedrības attīstība un globālās ekonomikas pārveidošana uz ilgtspējīgiem pamatiem ir viens no mūsdienu nozīmīgākajiem izaicinājumiem visas pasaules mērogā. Tas prasa fundamentālas izmaiņas gan cilvēku apziņā, gan darbībā, tas prasa jaunu redzējumu un jaunas pieejas, lai veidotu jaunu realitāti.

Ilgtspējīgas attīstības koncepcijas kā pasaules organizēšanas principa izveides galvenais mērķis jau pirmsākumā ir bijis veicināt labi funkcionējošu mijiedarbību starp cilvēkiem, sabiedrību, ekonomiku un planētas dzīvību uzturošo ekosistēmu atjaunošanās spēju. Šī izlīdzināšana ir īpašs dinamiskā līdzsvara veids mijiedarbībā starp populāciju un tās vides nestspēju. Ilgtspējīgas attīstības jēdziens ir kļuvis par etalonu vides zinātniskajiem pētījumiem un ir ieguvis attīstības paradigmas raksturu (*Alvarado-Herrera et al., 2017; Gore, 2015*) kopš tā parādīšanās 1987. gadā ANO organizētās Pasaules vides un attīstības komisijas sagatavotajā ziņojumā, kas vēlāk tika nosaukts komisijas vadītājas, Norvēģijas premjerministres Bruntlandes vārdā (*Brundtland, 1987*). Lielākā daļa pasaules valstu pieņēma **Ilgtspējīgas attīstības pamatprincipu**, saskaņā ar kuru pilsoniskā sabiedrība un valsts ir atbildīgas par visaptverošas drošības nodrošināšanu un spēju apmierināt gan pašreizējās, gan nākotnes paaudžu vajadzības.

Ziņojuma “Mūsu kopējā nākotne” apstiprināšana ANO Ģenerālajā asamblejā piešķīra šim terminam un pašai koncepcijai politisku raksturu. 1992. gada jūnijā ANO konferencē par vidi un attīstību Riodežaneiro, kas pazīstama arī kā Zemes samits, vadītāji apstiprināja 27 ilgtspējīgas attīstības pamatprincipus, kas ietverti Riodežaneiro deklarācijā par vidi un attīstību, un tika pieņemta Dienaskārtība 21 (*Agenda 21*). Desmit gadus pēc “Rio deklarācijas” pieņemšanas Zemes samitā 2002. gadā notika otrā un 20 gadus vēlāk 2012. gadā Riodežaneiro – trešā ANO konference par ilgtspējīgu attīstību, kas pazīstama kā “Rio 2012” vai “Rio+20”. Konferences rezultātā tika izstrādāts konsultatīvais dokuments “Nākotne, ko vēlamies”, kurā valdību pārstāvji no 192 valstīm atkārtoti apliecināja savu politisko apņemšanos veicināt ilgtspējīgu attīstību. Dokumentā galvenā uzmanība tika pievērsta “zaļās ekonomikas” veidošanai 62. punktā: “Mēs mudinām visas valstis apsvērt zaļās ekonomikas attīstības stratēģiju īstenošanu ilgtspējīgas attīstības un nabadzības izskaušanas kontekstā tādā veidā, kas veicina ilgtspējīgu, iekļaujošu un taisnīgu ekonomikas izaugsmi un darba vietu radīšanu, īpaši sievietēm, jauniešiem un nabadzīgajiem” (*RIO, 2012*). Tāpat tika norādīts uz nepieciešamību izstrādāt alternatīvus progresu mērus iekšzemes kopproduktam – 38. punktā: “Mēs atzīstam nepieciešamību papildus iekšzemes kopprodukta rādītājiem izstrādāt plašākus rādītājus progresu novērtēšanai” (*RIO, 2012*). Kopumā dokumentā vēlreiz tika uzsvērtas ilgtspējīgas attīstības formula kā vides, sociālās un ekonomiskās attīstības vienotība ar tiešu dabas faktoru ievērošanu, lai nodrošinātu pareizu līdzsvaru starp ekonomisko, sociālo pašreizējo un nākamo paaudžu vides vajadzībām, cenšoties panākt harmoniju ar dabu. Tāpēc, lietojot ilgtspējīgas attīstības jēdzienu, vispirms jāatceras tā politiskā un ekonomiskā orientācija. Ilgtspējīgu

attīstību var uzskatīt par sava veida kopēju globālu darba kārtību gan politiķiem, gan ekonomistiem ilgtermiņā. Pēc Zemes samita Riodežaneiro 1992. gadā šī koncepcija kļuva par dominējošo un tika iekļauta daudzu pasaules valstu starptautiskajos līgumos, nacionālajās konstitūcijās un likumos (Redclift, 2005).

Lai gan nav noliedzams, ka ir daudz materiālu par ilgtspējīgu attīstību, daži jautājumi par definīciju, vēsturi, pīlāriem, principiem un to ietekmi uz cilvēces attīstību joprojām ir neskaidri. Tādējādi ir svarīgi noskaidrot neskaidrības par ilgtspējīgu attīstību, jo lēmumu pieņēmējiem ir nepieciešami precīzi dati un informācija par saiknēm starp ilgtspējīgās attīstības principiem un pamatnostādņēm, lai labāk izprastu šādas saiknes un to ietekmi uz cilvēces attīstību (Hilton, 2019).

**Ekonomiskā izaugsme** ir kvantitatīvas izmaiņas – preču un pakalpojumu ražošanas un patēriņa pieaugums laika gaitā. Ekonomikā ir divi galvenie ekonomiskās izaugsmes teoriju virzieni: neokeinsims un neoklasicisms un attiecīgi divu veidu modeļi, kas tos raksturo. Neokeinsisma virziens radās, balstoties uz Keinsa idejām par kapitālistiskās ekonomikas relatīvo nestabilitāti un makroekonomisko līdzsvaru, kā arī pastiprinātu valsts regulēšanu.

Neoklasicisma virziens balstās Smita (*Smith*) uzskatos par tirgus ekonomikas pašregulāciju, Say (Spithoven, 1996) faktoru teorijā un Klārka (*Clark*) ekonomisko faktoru robežproduktivitātes teorijā (*McCain, 2013*). Keinsisma teorijai galvenā makroekonomikas problēma ir saistīta ar faktoriem, kas nosaka nacionālā ienākuma līmeni un dinamiku, kā arī tā sadalījumu patēriņam un uzkrājumiem. Tieši ar to Keinss saistīja nacionālā ienākuma apjomu un dinamiku, tā īstenošanas problēmu un pilnas nodarbinātības sasniegšanu, lielāku valsts ietekmi. Jo vairāk investīciju, jo mazāks patēriņš šodien un būtiskāki nosacījumi, priekšnoteikumi tā pieaugumam nākotnē. No neokeinsisma modeļiem ekonomikā slavenākie ir angļu ekonomista Harroda (*Harrod*) un amerikāņu ekonomista Domāra (*Domar*) (*Sato, 1964*) radītie ekonomiskās izaugsmes modeļi, kas skaidro saikni starp mūsdienu ietaupījumiem, rītdienas investīcijām un izaugsmi, ja kapitāla ražīgums un ietaupījumu likme ilgtermiņā ir nemainīgi. Neoklasicisma koncepcijas centrā ir ideja par līdzsvaru, kura pamatā ir optimāla tirgus sistēma, kas tiek uzskatīta par ideālu pašregulējošu mehānismu. Sabiedrības reālajā ekonomiskajā dzīvē šis līdzsvars tiek pārkāpts.

Būtisku ieguldījumu ekonomiskās izaugsmes teorijas attīstībā sniedza Nobela prēmijas laureāts amerikānis Solovs (*Solow*) (1994), kurš modificēja Koba-Duglasa ražošanas funkciju, ieviešot vēl vienu faktoru – tehnoloģiju attīstības līmeni (Solow, 1994). Mūsdienās plaši izplatīts ir jēdziens “ekonomiskā attīstība bez izaugsmes” vai “nulles ekonomiskā izaugsme”. Turklāt šīs koncepcijas piekritēji uzskata, ka ekonomiskā izaugsme noved pie cilvēka dzīves biosfēras traucējumiem un ir ierobežota planētas izejvielu un degvielas resursu trūkuma dēļ. Zinātnieki Pestels (*Pestel*) un Mesarovics (*Mesarovic*) (*Pestel, 1989*) uzskatīja, ka ir nepieciešams mainīt izaugsmes tendences, ieviest dabas resursu izmantošanas ierobežojumus un vides piesārņojuma ietekmi.

Lūkass (*Lucas, 1988*) kopā ar Romeru (*Romer, 1990*) izveidoja jaunas ekonomiskās izaugsmes teorijas koncepciju, kas pazīstama kā Lukasa-Romēra modelis. Saskaņā ar šo modeli galvenais ekonomikas izaugsmes faktors ir investīciju pieaugums pētniecībā, attīstībā un cilvēkkapitālā. Viens no Romera un Lūkasa modeļa secinājumiem ir tāds, ka ekonomikai ar cilvēku kapitāla resursiem un progresīvu zinātnei ir lielākas izaugsmes iespējas ilgtermiņā, nekā ekonomikai bez šīm priekšrocībām. Krugmans (*Krugman, Fujita, 2004; Losch, 1954*) ieviesa jaunās tirdzniecības un jaunās izaugsmes teoriju sasniegumus tradicionālajā allokācijas teorijā un izvirzīja jaunu allokācijas teoriju, ko sauc par jauno ekonomisko ģeogrāfiju. Jauno ekonomisko ģeogrāfiju Krugmans definēja kā ražošanas allokācijas teoriju, kas tiek piedāvāta, lai izskaidrotu ekonomiskās telpiskās struktūras veidošanās un evolūcijas mehānismu. Jaunā ekonomiskā ģeogrāfija ir balstīta uz galveno ideju, ka telpiskās struktūras ekonomiskās attīstības gaitā vairāka reizes iziet cauri līdzsvara stāvoklim.

**Attīstība** parasti tiek definēta kā evolūcijas process, kurā cilvēka kapacitāte palielinās, jo tiek radītas jaunas struktūras, tiekot galā ar izaicinājumiem, pielāgojoties pastāvīgām

pārmaiņām, mērķtiecīgi un radoši tiecoties uz jauniem mērķiem (Pisani, 2006; Kolk et al., 2017). Ekonomiskā attīstība ir pozitīvas kvalitatīvas pārmaiņas, inovācija ražošanā, produktos, pakalpojumos, vadībā – ekonomikā kopumā tā ir “inovācija” (Schumpeter, 1982).

Vairākas teorijas ir izskaidrojušas attīstības jēdzienu, ietverot modernizācijas, atkarības, pasaules sistēmas un globalizācijas teorijas. Modernizācijas teorijas (Huntington, 2017) mērķis ir uzlabot tradicionālo sabiedrību dzīves līmeni, izmantojot ekonomisko izaugsmi, kas panākta, ieviešot modernās tehnoloģijas. Atkarības teorijas (Ballance, Forstner, 2003) pamatā ir marksistiskā ideoloģija, un tā atspēko modernizācijas teorijas principus un apgalvo, ka attīstītajās valstīs industrializācija mēdz pakļaut nabadzīgās valstis nepietiekamai attīstībai, izmantojot nabadzīgo valstu ekonomiku attīstītās valstīs uz pārpalikuma principa pamata.

Globālo sistēmu teorija apgalvo, ka starptautiskās tirdzniecības specializācija un resursu pārvietošana no perifērijas (vismazāk attīstītajām valstīm) uz galvenajām teritorijām (attīstītās valstis) kavē attīstību nomalēs, liekot tām paļauties uz lielākajām valstīm (Petras, Veltmeyer, 2017). Pasaules sistēmu teorija (Wallerstein, 2011) ekonomiku uztver kā starptautisko nevienlīdzību hierarhiju. Tas ir pretrunā ar klasisko marksisma teoriju, kas liek domāt, ka pārpalikums rodas no attiecībām starp kapitālu un darbaspēku, kas pastāv pašā “ražošanā”. Pasaules sistēmas teorija ir kritizēta par to, ka tā liek pārāk lielu uzsvaru uz pasaules tirgu, vienlaikus atstājot novārtā ražošanas spēkus un attiecības. Līdzīgi kā pasaules sistēmas teorija, arī globalizācijas teorija (Held et al., 1997) rodas no globāliem mehānismiem, kas veicina nacionālo ekonomisko darījumu dziļāku integrāciju (Portes, Vickstrom, 2012). Tāpēc atklāta un ērta saziņa starp valstīm ir radījusi pamatu kultūras homogenizācijai, tādējādi veidojot vienotu globālu sabiedrību (Waks, 2006). Saskaņā ar Mensah (Mensah, 2019), globalizāciju atbalsta politiski, ekonomiski, tehnoloģiski un sociāli kultūras faktori un tendences. Lai gan attīstības teorijām ir vājās vietas, tās ir saistītas ar pašreizējām globālās attīstības koncepcijām un paradigmām, proti, “ilgtspēja” un “ilgtspējīga attīstība”.

Apvienoto Nāciju Organizācijas Ekonomikas komisija norāda, ka attīstība ir sabiedrības locekļu labklājības pieaugums starp diviem laika punktiem (UN, 2007). Labklājība formāli tiek definēta kā ieguvums, ko persona laika gaitā saņem no preču un pakalpojumu patēriņa, un tas ir vienāds ar nākotnes lietderības diskontēto pašreizējo vērtību. Ja patēriņu mēra visiem sabiedrības locekļiem, tad šo diskontēto pašreizējo vērtību sauc par sociālo labklājību. Piekļuve resursiem, patēriņa un izplatīšanas iespējas un cerības uz ieguvumiem ir labklājības pamatā (Dasgupta, 2007; Samuelson, 1961). Tas nozīmē, ka labklājība ir ļoti cieši saistīta ar bagātības jēdzienu, jo bagātība ir resursu kopums, ko cilvēks var izmantot, lai laika gaitā uzturētu sevi. No tā izriet, ka labklājība ir uz nākotni vērstis jēdziens, kurā svarīgs ir nevis tas, cik labi ir konkrētajā laika brīdī, bet gan labklājības iespējas nākotnē.

Promocijas darba autore piekrīt zinātniskajām izstrādātnēm, kas norāda, ka **labklājības jēdzienam** ir liels potenciāls ilgtspējīgas attīstības mērīšanai, ja tas tiek paplašināts ārpus tā tradicionālā pielietojuma ekonomikā. Tradicionālā ekonomika galvenokārt ir saistīta ar labklājību, kas izriet no patēriņa tā tradicionālajā izpratnē: tirgū iegādāto preču un pakalpojumu izmantošana. Bet, lai to izmantotu ilgtspējīgas attīstības mērīšanai, labklājība ir jāuzskata par patēriņa funkciju visplašākajā nozīmē (Littig, Grießler, 2005). Patēriņam šajā nozīmē būtu jāietver jebkuras preces vai pakalpojuma izmantošana, kas veicina labklājību, tostarp tādas lietas, ko brīvi nodrošina daba, piemēram, meža veltes un skaisti saulrieti.

### **Inovatīvā attīstība**

Pirmo reizi “evolucionāra inovatīva pieeja” ekonomiskajos pētījumos ir atspoguļota Veblena (Veblen, 1899) un Šumpētera darbos (Shumpeter, 1982). Veblens evolucionāro procesu uzskatīja par dabisku institūciju atlasī cīņā par to eksistenci, un “evolūcijas zinātne” ir pētījums par institūciju ekonomisko rašanu un attīstību. Ekonomiskā sistēma, pēc Veblena domām, evolūcijas procesā nodrošina “kumulatīvo procesu”, bet tai nav iekšējā “līdzsvarošanas mehānisma”.

Šumpētera attīstības idejas pamatā ir fakti par pastāvīgām vēsturisko apstākļu pārmaiņām, ekonomiskā cikla unikalitāti un katra nākamā vēsturiskā stāvokļa rašanos no iepriekšējā. Viņa

teorijā ir definēti nevis faktori, bet gan pārmaiņu mehānismi, ko “iemieso uzņēmēja tēls”. Savukārt, ekonomisko izaugsmi, ko pavada iedzīvotāju skaita un labklājības pieaugums, Šumpēters neuzskatīja par attīstību, jo šajā gadījumā izaugsme neradīja jaunas kvalitatīvas pārmaiņas, bet tikai kalpoja kā stimuls adaptācijas procesiem. Šumpēters savu teoriju nosauca par “dinamisko”, t. i., teoriju par aprites trajektorijas izmaiņām, teoriju par ekonomikas pāreju no noteikta gravitācijas centra uz citu konkrētā laika momentā. Savukārt pašu aprites teoriju viņš uzskatīja kā teoriju par ekonomikas pastāvīgu pielāgošanos līdzsvara centru maiņai un šo pārmaiņu ietekmi. Šumpēters atzina, ka visa ražošana ir vērsta uz to, lai apmierinātu radušās vajadzības, kas ir raksturīgi normālai ekonomikas apritei. Tomēr inovācijas nerodas jaunu vajadzību rašanās dēļ, bet gan tādēļ, ka ražošana piesaista patērētājus jaunām vajadzībām. Tas nozīmē, ka iniciatīva ir piedāvājuma, nevis pieprasījuma pusē. Tādējādi parastā aprites cikla pabeigšana nenotiek pēc ierastās trajektorijas, bet gan kvalitatīvi atšķirīgā līmenī, ko raksturo inovācijas, kuras nāk no ražotāja. Ekonomiskās attīstības pamatā ir nevis to uzkrāšanas pieaugums, kam ir sekundāra nozīme, bet gan citāda attiecīgajā brīdī pieejamo resursu izmantošana. Viens no svarīgākajiem teorijas jautājumiem bija konjunktūras teorijas jeb Kondratieva cikla formulēšana – viļņveidīgu periodisku labklājības un depresijas fāžu maiņa, ko pirmais atklāja Kondratjevs (*Kondratiev, 1935*). Pēc Šumpētera domām, tirgus būtu jāattēlo kā evolūcijas process, kurā pastāvīgi mainās inovāciju viļņi, ko viņš nosauca par *radošās iznīcināšanas procesu*. Viņaprāt, tirgus sistēmas panākumi nav saistīti ar statistiska optimāla līdzsvara efektīvu sasniegšanu, bet gan ar spēju veikt dinamiskas izmaiņas tehnoloģijā un ar šo izmaiņu palīdzību panākt dinamisku izaugsmi. Periodiskas depresijas būtību definēja kā tautsaimniecības cīņu par jaunu līdzsvaru ar augšupejas izraisītajām pārmaiņām, bet pašu depresiju uzskatīja par normālu procesu. Šumpēters uzsvēra, ka depresijas laikā katru reizi notiek tuvināšanās nepietiekamas attīstības stāvoklim, kas var būt sākumpunkts jaunu kombināciju īstenošanai, bet depresijas procesa ekonomisko būtību raksturoja kā tehnikas sasniegumu izplatīšanos caur līdzsvara centienu mehānismu visai tautsaimniecībai kopumā (*Shumpeter, 1982*). Revolucionāra vai progresīva inovatīvā ekonomiskā attīstība nozīmē sarežģītāku instrumentu un modeļu kombināciju (skat. detalizētāk 1. pielikumā), skaidru sasniedzamo mērķu definēšanu un plānošanu, kā arī vadības un uzraudzības sistēmas.

**Ilgtspējība** tiek uzskatīta par “normatīvu jēdzienu” – tas nozīmē, ka balstās uz to, ko cilvēki novērtē vai uzskata par vēlamu. Bergs savos darbos atzīmēja, ka cenšanās uz ilgtspējību ietver zinātniskos pētījumus iegūtā zināmā savienošanu ar lietojumiem, lai sasniegtu to, ko cilvēki vēlas nākotnē (*Berg, 2020*). Kopumā var secināt, ka ilgtspējība nozīmē spēju uzturēt vienību, rezultātu vai procesu laika gaitā (*Basiago, 1998*).

Ilgtspējība ir tādas ekonomikas īpašība, kas ir ilgtspējīga, t.i., tā atbilst ilgtspējas kritērijam. Ikvienam ilgtspējības kritērijam ir jāparedz, ka noteikti labklājības vai attīstības rādītāji nepazeminās ļoti ilgu laiku, t.i., attīstība ir ilgtspējīga (*Pezzey, 1989*). Tomēr lielākā daļa akadēmisko aprindu, pētnieku un praktiķu (*Tjarve, Zemite, 2016*) izmanto šo jēdzienu, lai apzīmētu ekonomiskās, ekoloģiskās un sociālās sistēmas attīstību un uzturēšanu cilvēka attīstībai. Dodds (*Dodds et al., 2016*) ilgtspējību definē kā efektīvu resursu sadali starp paaudzēm, veicot sociāli ekonomiskās aktivitātes ierobežotā ekosistēmā. Savukārt Ben-Eli (*Ben-Eli, 2018*) uzskata, ka ilgtspējība ir dinamisks līdzsvars mijiedarbības procesā starp iedzīvotājiem un vides kapacitāti, lai iedzīvotāji attīstītos un izpaustu savu potenciālu, negatīvi neietekmējot vidi. No šīs perspektīvas Tjarve un Zemīte (2016) turpina apgalvot, ka ilgtspējība ir vērsta uz cilvēka darbību un spēju apmierināt cilvēku vajadzības un vēlmes, neiznīcinot viņu rīcībā esošos ražošanas resursus. Tāpēc tas rada jautājumus par to, kā cilvēkiem vajadzētu vadīt savu ekonomisko un sociālo dzīvi, izmantojot pieejamos ekoloģiskos resursus savai attīstībai. Haks apgalvo, ka globālās sabiedrības, vides un ekonomikas pārveidošana ilgtspējīgā virzienā ir viens no mūsdienu lielākajiem izaicinājumiem, jo tas ir jādara planētas kapacitātes kontekstā (*Hak, 2016*). Turpinot argumentāciju par inovatīvām pieejām, viņš norāda, ka ilgtspējas jēdziena galvenais mērķis būtībā ir nodrošināt atbilstošu līdzsvaru starp sabiedrību, ekonomiku un vidi planētas noturības un dzīvību uzturošo ekosistēmu ziņā. Pamatojoties uz iepriekš

minēto, mūsdienu ilgtspējības teorijas cenšas noteikt prioritātes un integrēt sociālos, vides un ekonomiskos modeļus cilvēku problēmu risināšanā tādā veidā, kas pastāvīgi nestu labumu cilvēkiem.

Gallopins izstrādāja ilgtspējības skaidrojumu, pamatojoties uz sistēmu teoriju (*Gallopins, 2003*). Tā kā ilgtspējība ir konceptuāla konstrukcija, kas piemērojama reālām sistēmām ar materiālo plūsmu eksistenci, tiek pieņemts, ka tās ir atvērtas sistēmas un tāpēc apmainās ar materiāliem, enerģiju un informāciju ar savu apkārtējo vidi, ko var apzīmēt kā ieejas (ievades) un izejas (produkta) mainīgos. Iekšējie mainīgie un to mijiedarbība, kā arī iepriekšējā periodā saņemtie ievadi noteiks sistēmas stāvokli brīdī  $t$ , ar nosacījumu, ka sistēma bija iepriekšējā stāvoklī – brīdī  $(t-1)$ . Saskaņā ar Gallopina teoriju, sistēmas efektivitāti var novērtēt, nonākot pie šāda vispārējā stabilitātes vienādojuma (formula 1.1):

$$V [O(t+1)] \geq V [O(t)], \quad (1.1)$$

kur:

$V(t)$  – produkta  $O(t)$  neto vērtība;

$O(t)$  – produkts laikā  $t$ ;

$t, t+1$  – sistēmas stāvoklis noteiktā brīdī.

Saskaņā ar formulu 1.1., sistēma ir stabila, ja iegūtā produkta vērtība ( $V$ ) laika gaitā paliek nemainīga. Tomēr, kā atzīmēja Gallopins, jebkurš novērtējums ietver spēcīgu subjektīvo komponentu, un tāpēc funkcijas  $V(t)$  specifikācija (un interesējošo izvades mainīgo  $O(t)$  izvēle) var ļoti atšķirties, atspoguļojot daudzus uzskatus un viedokļus par attiecībām starp dabu un sabiedrību. Vienā situācijā  $O(t)$  ir vienkārši kopējais kapitāla krājums, un  $V(t)$  ir šī krājuma monetārais mērs. Citi situācijā  $V(t)$  var definēt kā sava veida kopējo labklājības funkciju, un  $O(t)$  var iedalīt dabiskajā, rūpnieciskajā un sociālajā kapitālā. Vai arī  $V(t)$  var būt vērtības funkcija, kas ietver kādu ētisku prioritāti visu dzīvo sugu saglabāšanai, kas novērtēta nemonetārā izteiksmē. Tieši funkcijas un tās argumentu tiešā vai netiešā dizaina specifikācijā rodas liela daļa domstarpību par ilgtspējības un ilgtspējīgas attīstības nozīmi. Var interesēt pašas sistēmas ilgtspējība (piemēram, tādas dabiskas ekosistēmas kā pirmatnējā meža saglabāšana), un tādā gadījumā izejas mainīgie ir tādi paši kā stāvokļa mainīgie. Ja izlaides mainīgie atšķiras no stāvokļa mainīgajiem, var runāt par sistēmas izlaides(-žu) produktu  $O(t)$  ilgtspējību (piemēram, agro ekosistēmas lauksaimniecības ražu), nevis par sistēmas ilgtspējību. Analizējot sistēmas ilgtspēju, ir svarīgi skaidri saprast un definēt, kāda veida ilgtspējība tiek apskatīta, jo katrā gadījumā sekas var būt pilnīgi atšķirīgas. Dažreiz ir vēlme paturēt dažus produktus, bet mainīt sistēmu. Ilgtspējība ir saistīta ar pārmaiņām, un dažreiz gribas uzlabot vai pārveidot sistēmu, lai uzlabotu dažus tās rezultātus (*Gallopins, 2003*).

Arī Ben-Eli (*Ben-Ali, 2018*) pievērsās šim jēdzienam no sistēmu teorijas viedokļa, ierosinot novērtēt attiecības starp sistēmas nestspēju un tās iekšējo demogrāfisko dinamiku. Viņš sistēmas stabilitāti definēja kā dinamisku līdzsvaru mijiedarbībā starp populāciju un vides nestspēju, kurā populācija attīstās, lai pilnībā realizētu savu potenciālu, neradot neatgriezenisku, negatīvu ietekmi uz tās vides nestspēju, no kuras tā ir atkarīga.

Ilgspējības modeļi pārsvarā koncentrējās uz bioloģisko daudzveidību un ekoloģisko integritāti, bet sociālie modeļi centās uzlabot politiskās, kultūras, reliģiskās, veselības un izglītības sistēmas, lai šajā ziņā nepārtraukti nodrošinātu cilvēka cieņu, labklājību un ilgtspējīgu attīstību (*Acemoglu et al., 2019*). Pēc Bolšakova domām, ilgtspējība ir tas, kas tiek uzturēts sistēmā neatkarīgi no tajā notiekošajām izmaiņām. Ilgtspējības noteikums ir saglabāšanas likums, un šajā ziņā ilgtspējība ir sistēma ar nemainīgu kvalitāti (*Bolshakov et al., 2019*).

Lai gan ilgtspējība un **ilgtspējīga attīstība** ir saistītas, tomēr tie ir divi dažādi jēdzieni. Ilgtspējīga attīstība ir savstarpēji saistīta ar normatīvo ilgtspējības koncepciju. UNESCO ir formulējusi atšķirību starp abiem jēdzieniem: *ilgtspējība* bieži tiek uzskatīta par ilgtermiņa mērķi (t.i., ilgtspējīgāka pasaule), savukārt *ilgtspējīga attīstība* attiecas uz daudziem procesiem un veidiem, kā to sasniegt. Ilgtspējīga attīstība ir organizēšanas princips ar mērķi sasniegt cilvēka attīstības mērķus, ļaujot dabas sistēmām nodrošināt cilvēkus ar būtiskiem dabas resursiem un ekosistēmu pakalpojumiem. Vēlamais rezultāts ir tāda sabiedrība, kurā dzīves

apstākļi un resursi atbilst cilvēka vajadzībām, neapdraudot planētas integritāti un dabiskās sistēmas stabilitāti. Organizācijas princips ir pamata pieņēmums, no kura viss pārējais tuvumā esošais var iegūt klasifikāciju vai vērtību, un tas ir kā centrālais atskaites punkts, kas ļauj atrast visus citus objektus, ko bieži izmanto konceptuālā sistēmā. Organizācijas princips var palīdzēt vienkāršot un izprast īpaši sarežģītu jomu vai parādību, bet, no otras puses, tas var radīt maldinošu priekšstatu, kas ietekmē cilvēka spriedumu (Robert et al., 2005; Mayring, 2019; Blewit, 2018).

Biežāk minētās ilgtspējīgās attīstības definīcijas ir apkopotas promocijas darba 2. pielikumā, sākot ar Brundtlandes ziņojumu. Strukturāli ilgtspējīgas attīstības jēdzienu var uzskatīt par frāzi, kas sastāv no vārdiem “ilgtspējīga” un “attīstība”, no vienas puses, un “nepieciešamība” un “iespējas”, no otras puses. Tāpat kā katrs no šiem vārdiem, kas kopā veido ilgtspējīgās attīstības jēdzienu, tiek definēts atšķirīgi no dažādām perspektīvām, tāpat arī ilgtspējīgas attīstības jēdziens tiek aplūkots no dažādiem skatu punktiem, kas noved pie jēdziena definīciju pārpilnības. Romas kluba (Meadows et al., 1972) darba rezultātā ir radusies ilgtspējīgas attīstības interpretācija, ko mēdz dēvēt par “trīs vienīgo ilgtspējīgas attīstības jēdzienu”, uzsverot trīs ilgtspējīgas attīstības pilāru savstarpējo atkarību: *vides, sociālo un ekonomisko*. Ilgtspējīga attīstība kļūst sasniedzama tikai tad, kad veidojas stabilitāte katrā no trim uzskaitītajām sastāvdaļām. Sākotnēji šis formulējums pozitīvi ietekmēja ilgtspējīgas attīstības koncepcijas izstrādi un ļāva formalizēt mērķus, taču jāatzīmē, ka, pēc promocijas darba autores domām, vēlāk šis definējums sāka bremzēt sistēmisko skatījumu uz ilgtspējību un ilgtspējīgu attīstību.

Apvienoto Nāciju organizācijas Ekonomikas komisija norāda, ka ilgtspējīga attīstība ir attīstība, kas var ilgt “mūžīgi” vai vismaz ļoti ilgi, vairākas paaudzes (UN, 2007). Ņemot vērā labklājības jēdzienu, ilgtspējīgu attīstību var formulēt kā labklājības pieaugumu ļoti ilgā laika periodā. Vēl fundamentālāka definīcija varētu būt: ilgtspējīga attīstība ir patēriņa pieaugums tā plašākajā ekonomiskajā interpretācijā ļoti ilgā laika periodā, t.i., ilgtspējīgas attīstības mērķis ir nodrošināt gan šodien dzīvojošo labklājību, gan nākamo paaudžu labklājības potenciālu.

Var piekrist Bosela un citu autoru (skat. 3. pielikumu) domām, ka ilgtspējīgas attīstības jēdziens balstās uz trim konceptuāliem pilāriem: “ekonomiskā ilgtspēja”, “sociālā ilgtspēja” un “vides ilgtspēja” (Bosel, 2002). Tradicionālais ilgtspējīgas attīstības konceptuālais ietvars ir paplašināts līdz ceturtajam pilāram – kultūrai (Scerri et al., 2013), tādējādi iekļaujot kultūras ilgtspējas pieaugošo nozīmi kā jaunās ilgtspējīgas ekonomikas izaugsmes stratēģijas galveno elementu. Boļšakovs (Bolshakov, 2019) uzskatīja, ka attīstība sistēmā “daba – sabiedrība – cilvēks” ir radošs process, kura mērķis ir saglabāt nesamazinošu iespēju resursu izmantošanas efektivitātes pieaugumam. Īpaša loma ir cilvēkam kā sistēmai – radošuma un inovāciju avotam. Ilgtspējīgas attīstības jēdziena attīstība noritējusi, apvienojoties trim galvenajiem viedokļiem: ekonomiskajam, sociālajam un vides.

### **1.1.1. Vājās un stiprās ilgtspējības koncepcijas/ Weak and strong concepts of sustainability**

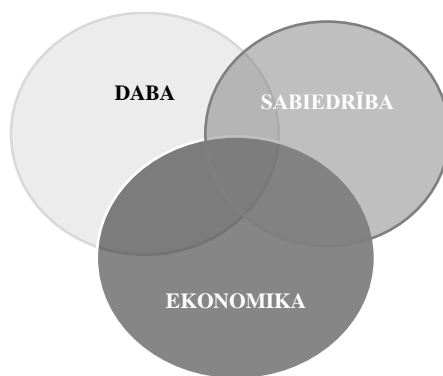
Vājās ilgtspējības koncepcija tika noformulēta 20. gadsimta 70. gados kā neoklasicisma ekonomiskās izaugsmes teorijas paplašinājums, uzskatot neatjaunojamus dabas resursus par ražošanas faktoru. Tā kļuva par galveno virzienu 90. gados ilgtspējīgas attīstības diskursa un kapitāla teorijas kontekstā. Neoklasicisma ekonomika pieņem, ka enerģija un matērija (preces) cirkulē praktiski slēgtā neierobežotu resursu (izejvielu) un bezgalīgu pārstrādes iespēju (izejas) sistēmā, ko ekonomikā sauc par negatīvām ārējām sekām. Lai gan resursi ir ierobežoti, daba tiek uzskatīta par neizsīkstošu resursu piegādātāju ražošanai, un līdzīgs skatījums tiek attiecināts uz dabas spēju asimilēt piesārņojumu. Vides ekonomikas metodes ir balstītas uz vides produktu un pakalpojumu (dabas kapitāla) monetizāciju, ko piedāvā kā precī dažādos tirgos (Cropper, Oates, 1992). Dabas resursi, tādi ka gaiss, ūdens, augsne, kā arī ekosistēmu pakalpojumi, ko nodrošina derīgo izrakteņu atradnes, un pat vides piesārņojums tiek rūpīgi



pārbaudīti, izmantojot dažādus monetārā novērtējuma instrumentus. Tas var piešķirt tiem naudas vērtību, ļaujot uzņēmumiem un patērētājiem pārdot un pirkt šos resursus (Hussen, 2013), paļaujoties uz to, kā darbojās piedāvājuma, pieprasījuma un attīstības likumi (zinātniskā un tehnoloģiskā progresa un ekonomiskās izaugsmes ziņā). Gallopins ir atzīmējis, ka ir vēlme panākt globālo līdzsvaru, izmantojot dabas resursu sintētiskā aizstājēja (mākslīgā kapitāla) atklāšanu nākotnē un tai pašā laikā arī stratēģiski neaizstājamo dabas resursu un ekonomisko resursu saglabāšanu, ar mērķi novērst kaitējumu videi (Gallopín et al., 2014).

Paralēli teorētisko pieeju izplatībai, pastāv vizuāla ilgtspējas interpretācija, kas atvieglo dažādu esošo konceptuālo modeļu un pieeju izpratni, salīdzināšanu un pilnveidošanu. Dažādi autori (Schnotz, 2002; Shah, Heffner, 2002; Verdi, Kulhavy, 2002; O'Donnell et al., 2002) ir uzsvēruši vizuālās reprezentācijas nozīmi kā līdzekli koncepcijas izstrādes progresam. Sākotnēji vizuālās interpretācijas aptvēra galvenokārt trīs galvenās ilgtspējības dimensijas: sociālo, vides un ekonomisko. Vājās ilgtspējīgas attīstības attēlošanai bieži izmanto Venna diagrammu, kas parāda mijiedarbību starp dimensijām (1.1. att.).

Jau no paša sākuma ilgtspējība ir interpretēta kā prasība saglabāt vides integritāti, kādu to var redzēt arī mūsdienās. Brundtlandes ziņojumā, piemēram, teikts, ka augu un dzīvnieku sugu zudums var būtiski ierobežot nākamo paaudžu iespējas, līdz ar to ilgtspējīgai attīstībai nepieciešama augu un dzīvnieku sugu saglabāšana (Brundtland, 1987). No vājas ilgtspējas viedokļa tiek uzskatīts, ka atbilstošais kapitāls ir mākslīgā un dabas kapitāla apvienotais krājums. Dabas kapitāla samazināšanos var kompensēt ar mākslīgā kapitāla pieaugumu. Dažkārt tiek saprasts, ka tas var būt ne tikai nepieciešams, bet arī pietiekams nosacījums ilgtspējības sasniegšanai. Vājā ilgtspējība nozīmē tādu dabas resursu trūkumu, kam būtu jāveicina cilvēku labklājība un ko nevar pilnībā aizstāt ar citiem kapitāla veidiem ar nosacījumu, ka pastāv ideāla dabiskā un mākslīgā kapitāla savstarpēja aizvietojamība. Izaugsme var turpināties bezgalīgi, kamēr ekonomika atbilst ilgtspējības kritērijam, proti, nomas maksu no izsīkstošo dabas resursu izmantošanas iegulda mākslīgā kapitālā, kas nākotnē varētu radīt tikpat lielu ienākumu plūsmu. Šis princips ir pazīstams kā Hārtvika likums (Hartwick 1977, 1978). Vājā ilgtspējība tiek definēta, izmantojot tādas jēdzienus kā cilvēkkapitāls un dabas kapitāls. Cilvēku (vai ražotais) kapitāls ietver tādus resursus kā infrastruktūra, darbaspēks un zināšanas. Dabas kapitāls ietver tādus vides aktīvus kā fosilais kurināmais, bioloģiskā daudzveidība un citas ekosistēmu struktūras un funkcijas, kas saistītas ar ekosistēmu pakalpojumiem. Ar ļoti vāju ilgtspējību kopējais antropogēnā kapitāla un dabas kapitāla krājums laika gaitā paliek nemainīgs.

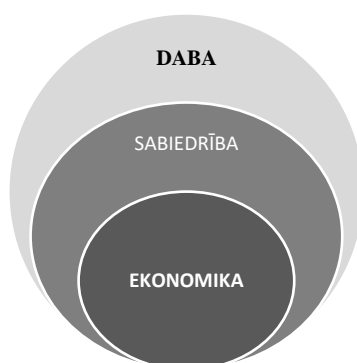


Avots: Dalal-Clayton un Bass (2002), Lozano-Ros (2003)

1.1. att./ Fig. 1.1. **Vājās ilgtspējības Venna diagramma/ Weak Sustainability Venn diagram**

Ir svarīgi atzīmēt, ka vājās ilgtspējības apstākļos ir pieļaujama beznosacījumu aizstāšana starp dažādiem kapitāla veidiem. Tas nozīmē, ka dabas resursi var samazināties tik ilgi, kamēr palielinās cilvēka radītais kapitāls. Kā piemērus var minēt – ozona slāņa degradāciju, tropu mežus un koraļļu rifus, ja to pavadā ieguvumi cilvēka radītajam kapitālam. Cilvēku kapitāla ieguvuma piemērs varētu būt finanšu ienesīguma palielināšanās. Ja kapitāls laika gaitā paliek

nemainīgs, tiek panākta paaudžu vienlīdzība un līdz ar to arī ilgtspējīga attīstība. Vājās ilgtspējības piemērs varētu būt ogļu ieguve un tās izmantošana elektroenerģijas ražošanai – dabīgās ogles tiek aizstātas ar rūpniecisku precī, t.i., elektrību. Elektrību savukārt izmanto, lai uzlabotu dzīves kvalitāti iedzīvotāju mājās un rūpnieciskiem mērķiem. Vājās ilgtspējības nosacījums pārkāpj otro termodinamikas likumu, jo ir nepieciešams minimāls enerģijas daudzums, lai vielu pārvērstu ekonomiski lietderīgos produktos (Hall et al., 2010) un enerģiju nevar saražot ekonomiskās sistēmas ietvaros. Turklāt ekoloģiskie principi attiecībā uz daudzveidības nozīmi sistēmas ilgtspējībā (Common, Perrings, 1992) nozīmē, ka būtisku pakalpojumu uzturēšanai ir nepieciešami daudz dažādu kapitāla krājumu. Atšķirībā no neoklasicisma teorijas, ekoloģija nevar uzskatīt cilvēka ekonomiku atsevišķi no dabas, bet, gluži pretēji, par daļu no SES, kas apmainās ar vielu, enerģiju un informāciju ar vidi un uzskata tās sastāvdaļas par vairāk nekā tikai precēm un tirgotiem pakalpojumiem. Šis arguments lielā mērā ir nodrošinājis teorētisko bāzi, uz kuru balstās *stiprās ilgtspējības koncepcija*, pieņemot, ka dažus dabas elementus nevar aizstāt ar mākslīgo kapitālu un ar SES saistītās nenoteiktības pakāpes dēļ “piesardzības principam” vajadzētu dominēt pār neoklasicisma teorijas ekonomisko loģiku (Cózar, 2005; Kriebel et al., 2001). Tas nenozīmē, ka jāpieņem viedoklis, ka daba kontrolē cilvēku sabiedrību (ļoti stipra ilgtspējība), bet liek domāt, ka sociāli ekonomiskās sistēmas uzturēšana ir atkarīga no pieaugošās vides degradācijas tendences izmaiņas. Daži autori ir identificējuši ilgtspējības priekšmetu kā attiecības starp sabiedrību un dabu sarežģītās sistēmās ar dažādām apakšsistēmām un mainīgajiem lielumiem, ieskaitot cilvēku sabiedrības (Di Pace et al., 2012; Garcia, 2006). Šī interpretācija saskan ar jaunām atziņām, piemēram, neaugme (*degrowth – angļu val.*) un dzīvo labi (*buen vivir – spāņu val.*). Pirmais jēdziens norāda uz nepieciešamību mainīt planētas situācijas pasliktināšanās tendenci, dematerializējot ekonomiku – būtībā ietaupot un samazinot materiālu un enerģijas patēriņu (Escobar, 2015; Kallis et al., 2012; Latouche, 2010). Stiprās ilgtspējības pieeja liecina, ka ekonomiskais un vides kapitāls ir viens otru papildinoši, bet nav savstarpēji aizvietojami, un pastāv noteiktas funkcijas, ko veic vide, un kuras nevar atkārtot cilvēki vai cilvēku radīts kapitāls. Ozona slānis ir viens no ekosistēmas piemēriem, kas ir būtisks cilvēka eksistencei, ir daļa no dabas kapitāla un cilvēkiem grūti izveidojams. Pieņemtā stiprās ilgtspējības vizuālā interpretācija parādītā 1.2. attēlā (Gidding et al., 2002).



Avots: Gidding, 2002

1.2. att./ Fig. 1.2. **Stiprās ilgtspējības Venna diagramma/ Strong Sustainability Venn diagram**

Atšķirībā no vājās ilgtspējības, stiprā ilgtspējība uzsver vides mērogu, nevis ekonomiskos ieguvumus. Tas nozīmē, ka dabai ir tiesības pastāvēt – ka tā eksistē, un tā ir jānodod no paaudzes paaudzē nemainītā sākotnējā formā. Šī skatījuma uz ilgtspējību atbalstītāji, piemēram, Kostanza un Deiljs (Constanza, Daly, 1992), apgalvo, ka, lai gan tas ir nepieciešamais ilgtspējības nosacījums, tas nevar būt pietiekams. Ilgtspējīgas attīstības nepieciešamais nosacījums ir kopējā dabas kapitāla un kopējā mākslīgā kapitāla krājumu atsevišķa uzturēšana un ilgtspējīgas attīstības definēšana, ņemot vērā pastāvīgu vai nesamazinošu kopējo dabas kapitālu, nevis nesamazinošu lietderību (Daly, 1993). Citi analītiķi, piemēram, Londonas skolas

zinātnieki (Victor, 1991) apgalvo, ka, lai gan ir iespējama aizvietošana starp dabisko un mākslīgo kapitālu, ir daži “kritiskā dabas kapitāla” krājumi, kuriem nav aizstājēju. Nepieciešamais ilgtspējas nosacījums ir tas, ka šie atsevišķie speciālie krājumi jāuztur papildus kopējam pamatkapitālam.

### 1.1.2. Vides ekonomika un ekoloģiskā ekonomika/ *Environmental economics and ecological economics*

**Vides ekonomika** ir balstīta uz neoklasicisma ekonomikas modeli, kas lielāku uzsvaru liek uz negatīvām ārējām sekām, piemēram, piesārņojumu un ekosistēmu zudumu. Neoklasicisma ekonomika ir plaša teorija, kas koncentrējas uz piedāvājumu un pieprasījumu kā ekonomiskās aktivitātes virzītājspēkiem. Vides un ekoloģiskā ekonomika ir ekonomiskās domas apakšnozares, kas pēta mijiedarbību starp cilvēka darbību un dabisko vidi. Atšķirība ir tāda, ka vides ekonomika pēta attiecības starp vidi un ekonomiku, savukārt ekoloģiskā ekonomika uzskata ekonomiku par plašākas ekosistēmas apakšsistēmu. Vides ekonomika balstīta uz vājās ilgtspējīgās attīstības principiem. Vides ekonomikā ir *tirgus nepilnību jēdziens* – tas nozīmē, ka tirgi nespēj efektīvi sadalīt resursus. Kā norāda Hanlijs, Šogrēns un Vaits (*Hanley et al., 2007*), tirgus neveiksme rodas, ja tirgus nepiešķir ierobežotos resursus, lai radītu vislielāko sociālo labklājību. Tā rezultātā tirgus kļūst neefektīvs, un tas ir jālabo ar tādiem līdzekļiem kā valdības iejaukšanās. Plaši izmantojamās tirgus nepilnību formas ietver ārējos faktorus, sabiedrisko labumu izslēgšanas neiespējamību un monopolizāciju. Vides *ekonomiskās vērtības novērtēšana* ir galvenā tēma šajā jomā. Dabas resursu vērtības bieži neatspoguļojas cenās, ko nosaka tirgus, un daudzas no tām ir pieejamas arī bez naudas. Šī neatbilstība bieži izraisa dabas vērtību cenu noteikšanas izkropļojumus – gan to pārmērīgu izmantošanu, gan nepietiekamu ieguldījumu tajos. Ekosistēmu pakalpojumu un, plašākā nozīmē, dabas resursu ekonomiskā vērtība vai taustāmie ieguvumi ietver gan tiešo, gan netiešu izmantošanu. Ekonomikas terminoloģijā *ārējie faktori* ir tirgus nepilnību piemēri, kuros neierobežots tirgus nenoved pie efektīva rezultāta. Ārējais efekts var būt pozitīvs vai negatīvs, bet vides ekonomikā parasti tas ir saistīts ar negatīvu ārējo ietekmi. Galvenie vides ekonomikas instrumenti:

1. vides noteikumi: tiek novērtēta kāda objekta, pasākuma ekonomiskā ietekme, izmantojot izmaksu un ieguvumu analīzi. Arvien vairāk tiek izplatīts viedoklis, ka noteikumi (pazīstami arī kā “pavēles un kontroles” instrumenti) nav tik atšķirīgi no ekonomiskajiem instrumentiem, kā to parasti apgalvo vides ekonomikas atbalstītāji;
2. kvotas par piesārņojumu. Bieži tiek uzskatīts, ka piesārņojuma samazinājums jāpanāk ar tirgojamām emisijas atļaujām, kuras, brīvi tirgojot, var nodrošināt piesārņojuma samazināšanu ar viszemākajām izmaksām;
3. nodokļi un tarifī par piesārņojumu. Piesārņojuma izmaksu palielināšana attur no piesārņošanas un nodrošina “dinamisku stimulu”, tas ir, bremsējošais līdzeklis turpinās darboties pat tad, kad piesārņojuma līmenis samazinās (*Pigou, 1932*).

Ropke (*Ropke, 2004*) formulēja **ekoloģisko ekonomiku** kā dabas un ekonomisko procesu mijiedarbību cilvēka iedarbības rezultātā. Dabiskie procesi tādā nozīmē, ka tos var uzskatīt par bioloģiskiem, fizikāliem un ķīmiskiem procesiem un pārvērtībām. Tāpēc ekonomika ir jāpēta ne tikai kā dabas objekts, bet ekonomiskos procesus nepieciešams konceptualizēt termiņos, ko parasti lieto dabas procesu raksturošanai. Cilvēka darbību var raksturot ar enerģijas un vielas plūsmām, tāpēc, sākot ar 20. gadsimta 80.-90. gadiem ekoloģijas speciālisti palielināja savu interesi par ekonomikas jautājumiem (*Costanza, 1989; Georgescu-Roegen, 1986*). Ja ekonomiskās un ekoloģiskās sistēmas tiek konceptualizētas vienā un tajā pašā enerģijas un matērijas plūsmu “valodā”, ir dabiski apgalvot, ka cilvēka ekonomika ir “iestrādāta” zemes ģeobiosfērā. Deilijis (*Daly*), izmantojot Šumpētera izteicienu, to nosauc par ekoloģiskās ekonomikas redzējumu: cilvēka ekonomika ir atvērta sistēma slēgtas sistēmas ietvaros termodinamiskā nozīmē (*Daly, 1993*). Zeme saņem saules enerģiju no ārpuses un izstaro siltumu, un šī enerģijas plūsma uztur sistēmas procesus.

Pamatojoties uz biomasas vienību pārvēršanu enerģijas vienībās, Lindemans (*Lindeman, 1942*) formulēja jaunu metodiku ekosistēmu pētīšanai, izmantojot enerģijas plūsmu analīzi. Šos novatoriskos ieguldījumus sintezēja Odums savā grāmatā “Ekoloģijas pamati” (1959), kas kļuva par orientieri ekoloģijas izveidē ar sistēmu perspektīvu. Pretēji citām mācību grāmatām, tā ieviesa veselumu, sākot ar ekosistēmas līmeni un turpinot ar organismiem, kas bija sistēmas daļas. Brāļu Odumu pētījumi 20. gs. 50.-60. gados deva būtisku ieguldījumu jaunu metožu izstrādē sistēmu enerģijas plūsmu skatījumā (*Odum, 1968*). Izmantojot biofizikālo izpratni par saiknēm starp ekonomiku un vidi, savā pētījumā Ropke atzīmēja, ka ir būtiskas pētniecības, analīzes iespējas šajā virzienā (*Ropke et al., 2015, Milner-Gulland et al., 2016; Spangenberg, Lorek, 2014*). Šis modelis var nodrošināt pamatu tādu jēdzienu integrēšanai kā fiziskie ierobežojumi, sociālais taisnīgums un ierobežota ekonomiskā optimizācija, lai labāk izprastu jaunus svarīgus jautājumus, piemēram, klimata pārmaiņas. No šī viedokļa globālajām atmosfēras noplūdēm, tāpat kā daudziem citiem vides resursiem, ir nenoteiktas, taču nepārprotami ierobežotas fiziskās spējas “sniegt pakalpojumus”. To ilgtspējīga pārvaldība globāli prasa apsvērt taisnīgumu un fizisko ierobežojumu ievērošanu. Taisnīguma sasniegšana ir jautājums par atbilstošu institucionālo pasākumu izveidi un ieviešanu kopumā. Sabiedrība saskaras ar vides krīzēm, kas saistītas ar klimatu, bioloģisko daudzveidību, zemes un ūdens trūkumu, kā arī ar ekonomiskajām un sociālajām krīzēm, piemēram, pieaugošo nevienlīdzību un arvien nevienlīdzīgāku attīstības līmeni, bezdarbu, nefunkcionējošām finanšu sistēmām u.c. Ilgtspējīgas pārejas attiecas ne tikai uz enerģijas, mobilitātes, pārtikas utt. nodrošinājuma sistēmu maiņu – tās būtībā ir saistītas arī ar sadales sistēmu maiņu, proti, kas kam piekļūst. Deilijis (*Daly*) formulēja neekonomiskās izaugsmes (*noneconomic growth-angļu valodā*) jēdzienu: neekonomiska izaugsme pastāv, ja ekonomiskās izaugsmes ieguvumi ir mazāki par šīs ekonomiskās ekspansijas negatīvajām sekām. Neekonomiskā izaugsme var rasties, ja ekonomikas izaugsme izraisa negatīvas vides, ekonomiskas vai sociālas sekas. Tas var notikt arī tad, ja IKP pieauguma līmenis nav ilgtspējīgs un rada problēmas nākotnē. Vides ekonomikas un ekoloģiskās ekonomikas galvenās atšķirības atspoguļotas 1.1. tabulā.

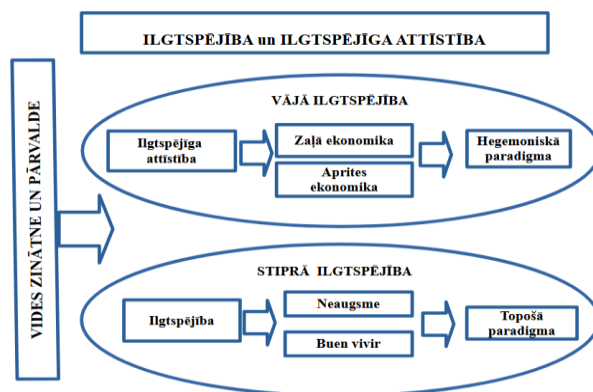
1.1. tabula/ *Table 1.1.*

**Vides ekonomikas un ekoloģiskās ekonomikas salīdzinājums/ *A comparison of environmental economic and ecological economic***

<b>Nr.p.k.</b>	<b>Vides ekonomika</b>	<b>Ekoloģiskā ekonomika</b>
1.	Vājās ilgtspējības koncepcija	Stiprās ilgtspējības koncepcija
2.	(Dabas kapitāls) + (Sociālais kapitāls) + (Ekonomiskais kapitāls) = const	Dabas kapitāls = const Sociālais kapitāls = const Ekonomiskais kapitāls = const
3.	Solova ( <i>Solow</i> ) ekonomiskais modelis	Deilija ( <i>Daly</i> ) modelis
4.	Ekonomiskā izaugsme	Neaugsmes
5.	Dzīves kvalitāte	Dzīves kvalitāte
6.	Optimāla resursu sadale un ārējie faktori	Optimālais mērogs
7.	Dodiet priekšroku efektivitātei	Ilgtspējīgas attīstības prioritāte
8.	Optimāla labklājība jeb Pareto efektivitāte	Nepieciešamība pēc vienlīdzīgas sadales
9.	Optimisms par ekonomiskās izaugsmes iespējām un abpusēji izdevīgu iespēju apsvēršana	Pesimisms par bezgalību ekonomikas izaugsme
10.	Naudas rādītāji	Fiziskie un bioloģiskie rādītāji
11.	Ārējās izmaksas un ekonomiskais novērtējums	Sistēmas analīze
12.	Izmaksu un ieguvumu analīze	Daudzu faktoru novērtējums
13.	Pielietotie vispārējā līdzsvara modeļi, ņemot vērā ārējās izmaksas	Sarežģīti, individuāli modeļi ar cēloņu-secu attiecībām
14.	Utilitārisms un funkcionālisms	Ar vides aizsardzību saistītie ētikas jautājumi

*Avots: autores veidota pēc ārvalstu un Latvijas zinātnieku darbiem*

Pēc paaudžu taisnīguma koncepcijas, katras nākamās paaudzes rīcībā ir vismaz tikpat daudz kapitāla kā iepriekšējās paaudzes rīcībā. Ideja atstāt pamatkapitālu vismaz nemainīgu ir plaši izplatīta, bet rodas jautājums, vai vienu kapitāla veidu var aizstāt ar citu. Tas ir diskusiju centrā starp “vāju” un “stipru” ilgtspējību un to, kā panākt paaudžu vienlīdzību. Ir arī svarīgi atzīmēt, ka stipra ilgtspējība nesakrīt ar aizstājamības jēdzienu. Ņemot vērā iepriekš aprakstītos dažādos viedokļus par ilgtspējīgas attīstības iespējamām perspektīvām, 1.3. attēls parāda vispārīgu ilgtspējības un ilgtspējīgas attīstības stāvokli spēcīgas un vājas ilgtspējības kontekstā (Ruggerio, 2021).



Avots: Ruggerio (2021)

1.3. att./ Fig. 1.3. **Ilgtspējības un ilgtspējīgas attīstības struktūra/ Structure of sustainability and sustainable development**

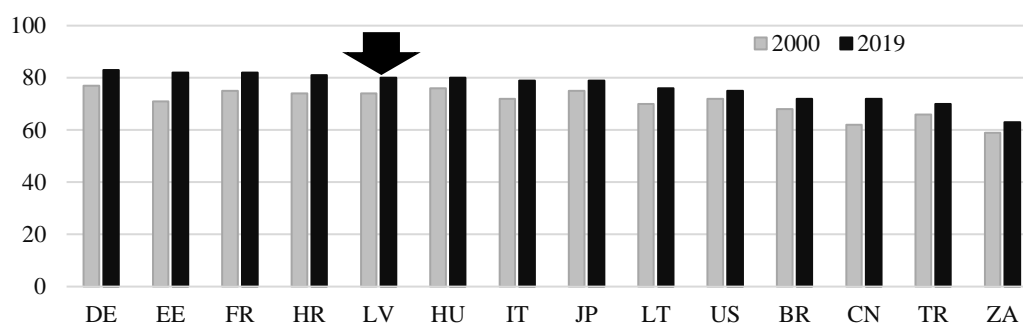
Kopš 20. gs. 90. gadiem zinātnieku vidū ir notikušas dažādas diskusijas par dabas un antropogēnā kapitāla aizstājamību. Lai gan “vājās ilgtspējības” piekritēji parasti uzskata, ka tie ir savstarpēji aizstājami, “stiprās ilgtspējības” piekritēji parasti apstrīd savstarpējas aizstājamības iespēju.

## 1.2. Ilgtspējīgas attīstības formalizācija un rādītāji *Formalization and indicators of sustainable development*

Ilgtspējīga attīstība ir saistīta ar cilvēka attīstības mērķu sasniegšanas principu, vienlaikus saglabājot dabas sistēmu spēju nodrošināt dabas resursus un ekosistēmu pakalpojumus ekonomiskās un sociālās attīstības kontekstā (Cerin, 2006). Jaunākie no šiem izaicinājumiem ir Tūkstošgades attīstības mērķi (TAM) un Ilgtspējīgas attīstības mērķi (IAM). Tūkstošgades attīstības mērķi ir Ilgtspējīgas attīstības mērķu turpinājums. Tūkstošgades attīstības mērķi iezīmēja vēsturisku globālu mobilizāciju, lai sasniegtu svarīgu sociālo prioritāšu kopumu visā pasaulē (Breuer et al., 2019). Tomēr 15 gadus pēc TAM apstiprināšanas ne visi mērķi tika sasniegti, tāpēc IAM īstenošana turpinājās ar ANO programmu *Agenda 2030* – rezolūciju “Mūsu pasaules pārveidošana: ilgtspējīgas attīstības programma 2030. gadam jeb Dienaskārtība 2030” (neoficiāls biedrības LAPAS tulkojums no angļu valodas *Agenda 2030*), ko 2015. gadā pieņēma ANO Ģenerālajā asamblejā (LAPAS, 2015). Tas ir pasaules aicinājums uz rīcību, lai līdz 2030. gadam izbeigtu nabadzību, aizsargātu planētu mierā un labklājībā. 2016. gadā IAM pieņēma 193 valstis ar mērķi veicināt ekonomisko izaugsmi, nodrošināt sociālo iekļaušanu un vides aizsardzību, lai nodrošinātu ilgtspējīgu ceļu nākamajām paaudzēm (Breuer et al., 2019). Programmā *Agenda 2030* ir iekļautas piecas tēmas, kas pazīstamas kā *pieci Ps* (angļu val.): cilvēki (*people*), planēta (*planet*), labklājība (*prosperity*), miers (*peace*) un partnerība (*partnership*). Nosauktās piecas tēmas aptver 17 mērķus un 169 apakšmērķus ar 263 rādītājiem (Hylton, 2019) un nozīmē cīnīties ar nabadzību, aptverot tādas jomas kā veselība, izglītība, enerģētika, ekonomiskā izaugsme, rūpniecība, inovācijas, klimata pārmaiņas, dabas resursi un citas (4. pielikums).

**Ilgspējīgas attīstības mērķi (IAM) tiek līdzsvaroti trīs dimensijās: ekonomika, sociālie aspekti un vide.** Ņemot vērā, ka IAM aptverto tēmu loks ir salīdzinoši plašs, valstis izvēlas tām aktuālākos mērķus, uz ko tās koncentrēsies līdz 2030. gadam. Atbilstoši prioritāri sasniedzamajiem mērķiem nacionālā līmenī iekļauj attīstības plānošanā konkrētajai valstij un sabiedrībai aktuālos IAM. Valstis ar augstākiem attīstības rādītājiem, īstenojot attīstības sadarbību, palīdz sasniegt globālos, visai pasaulei un nākamajām paaudzēm aktuālos mērķus, piemēram, nabadzības mazināšana, izglītības iespējas un veselības aprūpes pieejamība. Lai vienotos par efektīvākajiem veidiem šo mērķu sasniegšanā, valstu vadītāji, politikas plānotāji, zinātnieki, kā arī dažādu nozaru eksperti tiekas starpvalstu forumos un kopīgi risina tādas globālas izaicinājumus, ko nav iespējams atrisināt un ietekmēt, rīkojoties atsevišķi. 1.4. attēlā ir redzama Dienaskārtības 2030 (*Agenda 2030*) ietverto mērķu sasniegšanas dinamika 2000. un 2019. gadā promocijas darba autore izvēlētajās un vērtētajās 15 valstīs (valstu izvēle pamatota 2.nodaļā): Horvātija (HR), **Latvija (LV)**, Lietuva (LT), Ungārija (HU), Igaunija (EE), Brazīlija (BR), Indonēzija (ID), Ķīna (CN), Dienvidāfrika (ZA), Turcija (TR), Vācija (DE), ASV (US), Francija (FR), Itālija (IT), Japāna (JP).

Visu 17 IAM sasniegšanas rezultātu kopējais reitings rezultātā mēra kopējo progresu. Rezultātu var interpretēt kā mērķu sasniegumu procentuālo daļu – rezultāts 100 norāda, ka visi mērķi ir sasniegti.



Avots: *Sustainable Development Report, 2023*

1.4. att./ Fig. 1.4. **Dienaskārtībā 2030 ietverto mērķu sasniegšanas izmaiņas 2000. un 2019. gadā autores 15 vērtētajās valstīs/ Changes of the Agenda 2030 targets in 2000 and 2019 in 15 evaluated countries of the author**

Pēc 1.4. attēla datiem var secināt, ka no visām vērtētajām valstīm 2019. gadā visaugstākos rezultātus bija sasniegusi Vācija un Igaunija, bet arī Latvijas rādītāji bija salīdzinoši augsti – 5. vieta no 15 valstīm.

Dienaskārtība 2030 paredz, ka IAM plānošanā un īstenošanā iesaistās visa sabiedrība – iedzīvotāji, uzņēmēji, politiķi, valstu apvienības, ANO un citas institūcijas. Katrai valstij šīs stratēģijas ietvaros ir noformulētas rekomendācijas atbilstoši vispārējiem mērķiem. Lielākais rekomendāciju skaits visām valstīm Dienaskārtība 2030 ietvaros attiecas uz Mērķi 16: **Veicināt miermīlīgu un iekļaujošu sabiedrību ilgtspējīgai attīstībai, nodrošināt taisnīgas tiesas pieejamību visiem un izveidot efektīvas, atbildīgas un iekļaujošas institūcijas visos līmeņos**, kas savukārt iekļauj 12 rekomendējamās aktivitātes, tai skaitā:

16.3. veicināt tiesiskumu valsts un starptautiskā līmenī un nodrošināt visiem vienlīdzīgu piekļuvi tiesai;

16.4. līdz 2030. gadam ievērojami samazināt nelegālās finanšu un ieroču plūsmas, pastiprināt centienus atrast un atgriezt nozagtos īpašumus un apkarot visu veidu organizēto noziedzību;

16.6. izveidot efektīvas, atbildīgas un pārredzamas iestādes visos līmeņos;

16.7. nodrošināt atbildīgu lēmumu pieņemšanu, ko veic pārstāvniecības struktūras visos līmeņos, piedaloties visiem sabiedrības sektoriem;

16.10. nodrošināt sabiedrības piekļuvi informācijai un aizsargāt pamatbrīvības saskaņā ar valsts tiesību aktiem un starptautiskajiem līgumiem;

16.veicināt un īstenot nediskriminējošus likumus un politiku ilgtspējīgai attīstībai.

Nākamais mērķis ar lielāko rekomendāciju skaitu ir Mērķis 10: **Samazināt nevienlīdzību starp valstīm un valstu iekšienē**, tai skaitā:

10.1. samazināt ienākumu nevienlīdzību;

10.2. veicināt vispārēju sociālo, ekonomisko un politisko līdzdalību;

10.4. pieņemt finanšu un sociālo politiku, kas veicina taisnīgumu;

10.5. uzlabot globālo finanšu tirgu un iestāžu regulējumu;

10.7 atbildīga un pārdomāta migrācijas politika;

10.b veicināt attīstības palīdzību un ieguldījumus vismazāk attīstītajās valstīs.

Pēc tam seko Mērķis 5: **Panākt dzimumu līdztiesību un nodrošināt pilnvērtīgas iespējas visām sievietēm un meitenēm** un Mērķis 8: **Veicināt noturīgu, iekļaujošu un ilgtspējīgu ekonomikas izaugsmi, pilnīgu un produktīvu nodarbinātību, kā arī cilvēka cienīgu darbu visiem**.

Dažādas ilgtspējības izstrādātās pieejas var palīdzēt valstīm risināt IAM izaicinājumus (*Metternicht et al., 2018; Dias et al., 2022; Espey, Fritz, 2019; Saith, 2006*). IAM galvenā iezīme ir tā, ka to mērķi un uzdevumi ir savstarpēji atkarīgi un saistīti – tie ietver komplementaritāti (papildinātību) un sinerģiju. Papildinātība nosaka, ka viena mērķa sasniegšana var palīdzēt vienlaikus sasniegt dažus citus mērķus un uzdevumus. Piemēram, cīņa ar klimata pārmaiņām varētu sniegt papildu priekšrocības energoapgādes drošībai un bioloģiskajai daudzveidībai (*Le Blanc, 2015*). Saskaņā ar Mensah (2019), būtu jāinformē par katras valsts prioritātēm un resursu pieejamību. Jāatzīmē arī fakts, ka daudzu mērķu papildinātības dēļ viens rādītājs var kalpot, lai novērtētu virzību uz dažiem citiem mērķiem un uzdevumiem. Saskaņā ar Le Blanc (2015), cīņa ar klimata pārmaiņām (Mērķis 13) ir labs konkurences interešu piemērs. Keitcs (*Keitsch, 2018*) norāda, ka kompromisi var radīt pārvaldības problēmas – ja IAM ir sarežģītas problēmas, kad konfliktē dažādu ieinteresēto pušu intereses. Vēl viens nozīmīgs izaicinājums, saskaņā ar Spānu (Spahn, 2018), ir nodrošināt atbildību par progresu saskaņā ar IAM. Kanijs (*Kanie et al., 2017*) uzskata, ka tam ir nepieciešami atbilstoši rādītāji un uzraudzības sistēmas, lai novērtētu IAM progresu, īpaši valsts līmenī. Videi draudzīga infrastruktūra ir svarīgs faktors, lai palielinātu ekonomisko izlaidi un produktivitāti (*Waage et al., 2015*).

Dilemma starp tiekšanu pēc stingras nostājas galvenajos jautājumos un plašas politiskās atzinības iegūšanu, kā arī ilgtspējības vairāku dimensiju atbalstīšanu un izpratni, kā arī pasākumu, kritēriju un principu izstrādi ir bijis galvenais izaicinājums ceļā uz ilgtspējības ieviešanu, kopš tika pieņemti IAM (*Lele, 1991*). Zinātnieks Kenijs (*Kenny, 2015*) formulējis piecas galvenās IAM kritikas:

1. mērķi neņem vērā nevienlīdzību starptautiskajā sistēmā;
2. mērķi tiek izvīzīti no augšas uz leju un birokrātiski ignorē vietējo kontekstu;
3. IAM ir centieni, nevis mērķi un nav saistīti ar SMART koncepciju;
4. mērķi nav saistoši, kas nozīmē, ka valstis netiek sodītas par to neievērošanu un nav arī skaidrs, kas tos īsteno;
5. datu trūkums.

Poge (*Pogge, Sengupta, 2015*) ir uzsvēris, ka IAM ir *centienu paziņojums*, bet mērķu formulējumam ir jāsniedz skaidrs priekšstats par soļiem, kas nepieciešami mērķu sasniegšanai, kā arī jānodrošina neatkarīga uzraudzības organizācija. Sveins (*Swain, 2018*) novērtēja, ka ambiciozos IAM ir grūti izmērīt, īstenot un uzraudzīt – analīze ir parādījusi, ka pastāv iespējama neatbilstība starp IAM, jo īpaši starp sociāli ekonomisko attīstību un vides ilgtspējības mērķiem. Kritika arī rada jautājumus par plaši formulētu IAM izmērāmību un uzraudzību. Kopējie mērķi nav saistoši, un katrai valstij ir jāizstrādā savi nacionālie vai reģionālie plāni.

Vaiborns (*Wyborn, 2018*) atbalsta ilgtspējīgas attīstības definīciju kā attīstību, kas atbilst mūsdienu vajadzībām, vienlaikus saglabājot atbalsta sistēmu dzīvībai uz Zemes, no kuras ir atkarīga pašreizējo un nākamo paaudžu labklājība. Vairāki citi autori to iesaka kā galveno mērķi, ko atbalsta ANO, tātad var secināt, ka jātiecas uz attīstības mērķiem. Tāpēc ir

nepieciešama sistemātiska pieeja, lai noteiktu nepilnības un saiknes starp IAM mērķiem un uzdevumiem, kā arī efektīvas ieviešanas paņēmienus.

Pēc promocijas darba autores domām, iepriekš minētie autori pārāk vienkāršoti kritizē apstiprinātos un pieņemtos dokumentus, neuzsverot un neformulējot galvenās problēmas, piemēram, cik no ilgtspējīgas attīstības mērķiem, uzdevumiem un rādītājiem tiks sasniegti līdz 2030. gadam, un kāds būs kopējais rezultāts?

Provizoriskā atbilde (*Rockstrom et al., 2016; O'Neill et al., 2018*) ir tāda, ka pasaule nesasnies visus IAM līdz 2030. vai pat 2050. gadam, un ka globālā drošības rezerve turpinās samazināties. Lielāka uzmanība IAM sasniegšanai un papildu ekonomiskā izaugsme šo secinājumu nemaina – ir vajadzīgas transformācijas pārmaiņas un, iespējams, pat paradigmas maiņa. Metodoloģiskā līmenī Bosela (*Bossel, 2002*), Rokstroma (*Rockstrom et al., 2016*), Bolšakova (*Bolshakov et al., 2019; Dart, 2022*) pieejas un modeļi liecina, ka ir iespējams apvienot sociāli ekonomisko darbības modeli ar ekoloģisko modeli, kas izriet no ietekmes uz globālo sistēmu. Radīto globālās sistēmas modeli varētu izmantot, lai prognozētu turpmāko ilgtspējīgas attīstības mērķu sasniegšanu un samazinātu spiedienu uz dabu.

### **Ilgtspējas rādītāju veidošana**

Kā jau iepriekš tika norādīts, tad ilgtspējīgas attīstības rādītāji atspoguļo pašreizējās paaudzes vajadzību apmierināšanas ekonomiskos, sociālos un vides aspektus, neierobežojot nākamo paaudžu vajadzības apmierināt savas vajadzības (*UN, 1996*). Rādītāji paredzēti šādu uzdevumu risināšanai: (1) mērķu definēšana; (2) ilgtspējīgas attīstības mērķu sasniegšanas uzraudzība un progresa izvērtēšana; (3) reģiona pozīcijas novērtējums valstī un pasaulē; (4) informēšana.

Ilgtspējas rādītāji jādefinē vai jāizsaka mērķi, kas izriet no stratēģiskajām programmām; jānodrošina pamats šo stratēģiju progresa novērtēšanai dažādos līmeņos (tehniskie un vadības mērķi); jāsniedz informatīvs atbalsts plānošanas un lēmumu pieņemšanas procesiem. Rādītāju atlases kritērijus var iedalīt četrās galvenajās tematiskajās kategorijās:

1. ko rādītāji patiesībā atspoguļo? Rādītāji var atspoguļot procesa izmaiņu dinamiku, jutības pret izmaiņām pakāpi, kā arī izmaiņu virzienu (pozitīvo vai negatīvo);
2. kā rādītāji ir saistīti ar mērķiem? Tai skaitā, kā rādītāji atbilst politikai, vai ir saistība ar pieņemtajiem lēmumiem un fokusu uz būtiskākajiem jautājumiem?
3. kā tiek nodrošināta informācijas pārsūtīšana? Šajā gadījumā ir jāzina pieejamība izpratnei, jānovērtē pārraides vieglums un izplatīšanas plašums;
4. kā tiek nodrošināta datu pieejamība, uzticamība un konsekvence laika gaitā? Īstermiņā datu iegūšana var būt ierobežojošs faktors.

Ilgtspējas rādītājiem jāatbilst SMART kritērijiem un jānodrošina to izmantošanas iespēja dažādos līmeņos, to nepārprotama interpretācija, kvantitatīvā izteiksme, uzticami informācijas avoti, novērtējums laika gaitā, atbilstība pašreizējām (konkrētajām) lēmumu pieņemšanas iezīmēm, starptautiskā reprezentativitāte. IA rādītāju izstrādes gaitā var aplūkot vairākas pieejas, kas atšķiras pēc struktūras un veidošanās principiem:

1. pirmā pieeja ir balstīta uz rādītāju sistēmas izveidi, no kuriem katrs atspoguļo noteiktus ilgtspējīgas attīstības aspektus, rādītāju apakšsistēmas: ekonomiskā, vides, sociālā, institucionālā;
2. otrā pieeja ietver integrālā rādītāja konstruēšanu, uz kura pamata var spriest par sociāli ekonomiskās attīstības ilgtspējas pakāpi, pamatojoties uz trīs rādītāju grupām: ekonomiskajiem, sociālajiem un vides rādītājiem.

Pirmās pieejas ietvaros ir iespējamas dažādas sistēmas struktūras iespējas:

- “tēmas/ problēmas rādītāji” struktūra, kad konkrētai problēmai ir savs rādītājs. Parasti ir trīs rādītāju grupas: ekonomiskā, sociālā un vides;
- struktūra “mērķi – uzdevumi – rādītāji”. Rādītāju izstrādes pieejas hierarhiskā struktūra – mērķus un uzdevumus var tikai formulēt, nevis kvantificēt;
- kompakta galveno/ pamata rādītāju sistēma. Galvenie rādītāji ir jāizvēlas, lai atspoguļotu prioritāros jautājumus un specifiku;



- struktūra “tēma – apakštēma – rādītājs”;
- ANO Centrālās statistikas departamenta sistēmām (*UNDATA*) raksturīgā rādītāju struktūras diferencēšana “spiediens – stāvoklis – reakcija”.

Pirmā visaptverošā ilgtspējīgas attīstības rādītāju sistēmas izstrāde bija ANO Ilgtspējīgas attīstības komisijas darbs, kas tika prezentēts 1996. gadā (*UN, 1996*). Jāatzīmē arī Pasaules Bankas piedāvātie rādītāji ikgadējā ziņojuma “Pasaules attīstības rādītāji” (*World Bank*) ietvaros. Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācijas (OECD) vides rādītāju sistēma ir izstrādāta, pamatojoties uz struktūru “spiediens – stāvoklis – reakcija”, un tās modifikācijas ir guvušas plašu atzinību pasaulē un atsevišķās valstīs.

Otrā pieeja ilgtspējīgas attīstības rādītāju veidošanai ietver apkopota (integrālā) rādītāja izstrādi, kas vispilnīgāk tiek īstenota ANO (*UN*) un Pasaules Bankas (*World Bank*) pētījumos.

### 1.2.1. Kapitāla teorijas koncepcija un rādītāji/ *Capital theory concept and indicators*

Ilgtspējīgas attīstības definīcija paredz, ka ir nepieciešams taisnīgs resursu un aktīvu sadalījums starp paaudzēm, tāpēc ir nepieciešama koncepcija, kas ļauj novērtēt, vai tiek panākta paaudžu vienlīdzība. Klasiskā attīstības teorija lielu uzsvāru liek uz investīcijām un kapitālu kā rādītāju galvenajiem attīstības noteicošajiem faktoriem, kas tradicionāli aprobežojas ar ekonomikas attīstības izpratni, paplašinot tirgus un palielinot antropogēno kapitālu. Šī teorija tiek arvien vairāk paplašināta, lai risinātu arī jautājumu par to, kā panākt ilgtspējīgu attīstību. Pirmie darbi un kapitāla pieejas jēdziena definīcijas, kas ir kļuvušas par fundamentālām ilgtspējīgas attīstības izpētē, parādījās 20. gs. 80. gadu beigās Pīrsa publikācijās (*Pearce et al., 1989*). Šīs pieejas plašai izmantošanai bija vismaz divi iemesli: pirmkārt, tā ir pievilcīga, jo aicinājumi *saprātīgi pārvaldīt resursus* sasaucas ar populārajiem jēdzieniem “paturiet savu naudu” vai “nepārdodiet savas ģimenes sudrabu”. Otrkārt, šī uz kapitālu vai bagātību balstītā pieeja ir izrādījusies noderīga ilgtspējības pamatjēdzienu izstrādē un balstās senās ekonomiskās domāšanas tradīcijās par izaugsmi un attīstību. Bagātība tiek uzskatīta kā visu tautsaimniecības aktīvu vērtība, kas ir nākotnes labklājības pamats. Tāpēc ir pašsaprotami, ka pašreizējām pārmaiņām bagātībā ir jāietekmē arī nākotnes bagātība. Tātad pastāv iespējamība, ka labklājības samazināšanās pašreiz izraisīs labklājības samazināšanos nākotnē – šāda ekonomika nebūs ilgtspējīga, kā to definējis Pezzi (*Pezzey, 1989*). Kapitāla teorijā ilgtspējīgu attīstību var definēt kā bagātības mēru uz vienu iedzīvotāju, kas laika gaitā nesamazinās (*UN, 2007*). Tas skaidri norāda uz nepieciešamību saglabāt bagātību kā ilgtspējīgas attīstības pamatu, un bagātība, rēķinot uz vienu iedzīvotāju ir svarīga ne tikai kā sabiedrības kopējā bagātība. Tā kā iedzīvotāju skaits laika gaitā palielinās, tad labklājības pieauguma tempam ir jābūt vismaz vienādam ar iedzīvotāju skaita pieaugumu, lai panāktu ilgtspējīgu attīstību. Visas preces un pakalpojumus var uzskatīt par saražotiem, izmantojot kapitālu, ko parasti apvieno ar cilvēku darbu. Tā kā ilgtspējīgas attīstības jēdziens prasa ļoti plašu skatījumu uz patēriņu, tad sabiedrības kopējo kapitāla bāzi var definēt šādi:

- *finanšu kapitāls*, piemēram, akcijas, obligācijas un ārvalstu valūtas noguldījumi;
- *ražošanas kapitāls*, piemēram, mašīnas, ēkas, telekomunikācijas un cita veida infrastruktūra;
- *dabas kapitāls* dabas resursu, zemes un ekosistēmu veidā, kas sniedz tādus pakalpojumus kā atkritumu absorbcija;
- *cilvēku kapitāls* izglītota un veselīga darbaspēka veidā;
- *sociālais kapitāls* funkcionējošu sociālo tīklu un institūciju veidā.

*Pieejas koncepcijas* ietvaros tiek uzskatīts, ka konkrētajai paaudzei piederošā kapitāla apjoms ir izšķirošs tās attīstībai. Attīstību tad sauc par ilgtspējīgu, ja tā atstāj vismaz nemainīgu pamatkapitālu. Tomēr šo definīciju pamatā ir koncentrēšanās uz cilvēka labklājību (vai iespēju) un to, kā šo labklājību (vai iespēju) saglabāt laika gaitā. Ņemot vērā iepriekš minēto ilgtspējības definīciju, daudzi ekonomisti ir izpētījuši, kādi varētu būt nepieciešamie vai pietiekamie nosacījumi ilgtspējības sasniegšanai. Tiek pieņemts, ka bagātība ir monotoni pieaugoša ienākumu vai patēriņa funkcija (*Mayer, 1960*) un, lai ienākumu plūsma būtu ilgtspējīga,

kapitālam jābūt nemainīgam vai laika gaitā jāpalielinās (Solow, 1986). Kapitāla definīcijai, kas atbilst šiem nosacījumiem, jābūt ļoti plašai un jāstāvē no vairākām “kapitāla kategorijām”: *dabas, rūpnieciskā (produktīvā), cilvēka un institucionālā*. Dabas kapitāls ir termins, ko pirmais izmantojis Smits (*Smith*), lai apzīmētu dabas resursu krājumus, kas ražo preces vai pakalpojumus ekonomikai. Produktīvais kapitāls attiecas uz standarta neoklasicisma definīciju ekonomiskās sistēmas radītais ražošanas faktors (*Pearce, Atkinson, 1992*). Cilvēkkapitāls atbilst tā standarta definīcijai. Institucionālais kapitāls ietver institūcijas un zināšanas, kas nepieciešamas ekonomiskās sistēmas organizēšanai un atražošanai, kā arī ētisko jeb morālo kapitālu, uz kuru atsaucās Hiršs (*Hirsh, 1976*) un kultūras kapitālu, uz kuru atsaucās Berkess un Folks (*Berkess, Folke, 1992*). Pēdējās trīs kategorijas (produktīvais kapitāls, cilvēkkapitāls, institucionālais kapitāls) kopā tiek sauktas par *mākslīgo kapitālu*.

Kapitāla teorijas pieejas pamatā esošajos teorētiskajos modeļos parasti tiek pieņemta Koba-Duglasa (*Cobb-Douglas*) ražošanas funkcija bez iedzīvotāju skaita pieauguma un bez tehnoloģiskām izmaiņām. Daudzi ekonomisti, tai skaitā promocijas darba autore, atzīst, ka kapitāla teorijas pieeja ir noderīgs instruments ilgtermiņīgas attīstības problēmu risināšanai. Šī pieeja piedāvā salīdzinoši vienkāršus ilgtermiņīgas noteikumus un rādītājus. Debates par to, kā novērtēt dzīves kvalitāti, ir ietekmējušas divas dihotomijas: (1) labklājības sastāvdaļas un to noteicošie faktori un (2) pašreizējā un ilgtermiņīgā labklājība. Starptautisko organizāciju publikācijās daudz rakstīts par pirmo dihotomiju (*UNDP, 1994*), bet par otro – promocijas darba autorei pagaidām nav izdevies atrast zinātniskos rakstus. Faktiski var atzīt, ka populārākie sociālās labklājības indeksi – nacionālais kopprodukts (NKP) uz vienu iedzīvotāju un ANO Attīstības programmas Tautas attīstības indekss būtībā ir pašreizējās (konkrētajā laika periodā esošās) labklājības rādītāji.

Nemot vērā ilgtermiņīgas attīstības nozīmīgumu starptautiskajās diskusijās par sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) un arī atsevišķu reģionu attīstību, ir nepieciešams formulēt/izstrādāt tādu rādītāju, ar kuru var novērtēt un pārbaudīt, vai pašreizējā politika atbilst ilgtermiņīgai attīstībai. Savos darbos Dasgupta (*Dasgupta, Mäler, 2001*) apgalvo, ka pareizais ilgtermiņīgas attīstības rādītājs ir bagātība – rādītājs, kas ir balstīts uz labklājību noteicošajiem faktoriem. Viņš parādīja, ka, izmantojot grāmatvedības cenas, bagātība mēra ne tikai pašreizējo, bet arī nākotnes labklājību. Iespējams, ka Smits domāja savādāk, kad viņš pētīja valstu bagātību, taču var secināt, ka viņam savā ziņā bija taisnība. Protams, bagātībai pašai par sevi nav nozīmes, bet bagātības salīdzināšanai ir nozīme, un ilgtermiņīga attīstība ietver bagātības nepārtrauktu un periodisku salīdzinājumu.

Lai labāk izprastu iepriekš aprakstītās idejas, promocijas darba autore izskata vienkāršāko iespējamo pasauli, kas atspoguļo saikni starp esošo situāciju un nākotni. Var pieņemt, ka iedzīvotāju skaits ir nemainīgs, un ekonomika ir determinēta. Laiks ir diskrets un tiek apzīmēts kā  $t$  ( $= 0, 1, 2, \dots$ ).  $C_t$  apzīmē kopējo patēriņu,  $U(C_t)$  apzīmē esošo labklājību laika momentā  $t$ . Patēriņš  $C_t$  ir patēriņa preču un pakalpojumu saliktais indekss. Funkcija  $U$  ir nepārtraukta un veido patēriņa plūsmu  $U(C_t, C_{t+1}, \dots)$  izvēlētajā laikā  $t$ , kas atspoguļo kumulatīvā patēriņa secību no  $t$  un turpmāk  $t+1$ . Labklājību starp paudzēm laikā  $t$  apzīmē ar  $V_t$ , nosakot, ka  $V_t$  ir patēriņu plūsmas  $U(C_t, C_{t+1}, \dots)$  funkcija. Parasti pieņemtā  $V_t$  formula ir šāds vienādojums (formula 1.2.):

$$V_t = \sum_t^{\infty} \beta^{(\tau-t)} U(C_\tau), \quad (1.2.)$$

kur :

$t$  – laiks ( $t \geq 0$ );

$\beta$  – diskonta koeficients, ( $\beta = 1/(1+\delta)$ ,  $\delta > 0$ ), kur  $\delta$  – attiecīgā diskonta likme;

$U$  – patēriņa plūsma.

Rādītājs  $\delta$  bieži tiek definēts kā tīrā laika izvēles norma. Citiem vārdiem sakot, paudžu labklājība ir pašreizējās labklājības plūsmas pašreizējā diskontētā vērtība. Patēriņa plūsma ir atkarīga no daudziem faktoriem, tostarp kapitāla aktīviem, ko ekonomika ir mantojusi no pagātnes, no institūcijām, kas regulē resursu sadali, no cilvēku vēlmēm un tehnoloģiskajām iespējām. Kopumā investīcijas ražošanas kapitālā, cilvēkkapitālā un dabas kapitālā, kā arī

pētniecības un attīstības izdevumi maina ekonomikas kapitāla bāzi. Ir dabiski, ka bāzes kombinācija mainās atkarībā no telpas, laika un apstākļiem.

ANO Attīstības programmā (*UNDP, 1994*) tika izteikta kritika attiecībā uz to, lai uzskatītu NKP par sociālās labklājības rādītāju kā valsts bagātības mēru. Pēc promocijas darba autores domām, šāda kritika ir nepareiza divos aspektos: pirmkārt, bagātība ir pamatjēdziens, un NKP nav ienākumi no bagātības mēra. Otrkārt, un kas ir vēl svarīgāk, promocijas darba 1. nodaļā noteiktā saikne starp labklājības komponentiem un to noteicošajiem faktoriem liecina, ka nav kļūdaini mēģināt mērīt sabiedrības labklājību ar bagātības indeksu. Būtība nav tajā, ka bagātības jēdziens ir maldinošs, bet gan tajā, ka jāmeklē “pareizais” bagātības mērs.

No kapitāla teorijas koncepcijas ir skaidrs, ka ne visus kapitāla krājumus var un vajag mērīt naudā. Tomēr daudzi vērtspapīri un/ vai to nodrošinātās preces un pakalpojumi tiek pirktas un pārdotas tirgos, un ir pamatoti iemesli apgalvot, ka tirgus vērtība, kas attiecināta uz šiem aktīviem (vai precēm un pakalpojumiem), ir tuvu to ieguldījumam. Tas attiecas uz visu finanšu un saražoto kapitālu, un tas attiecas arī uz tiem dabas kapitāla elementiem un saistītiem produktiem, ko parasti tirgo, tostarp kokmateriāliem, zivīm, minerāliem un enerģiju. Tas attiecas arī uz cilvēkkapitālu (darbaspēku), ciktāl tas tiek izmantots tirgū. Tādējādi, izmantojot tirgus cenas kā vadlīnijas, var novērtēt taisnīga kapitāla aktīvu klāsta ieguldījumu tajā, ko varētu saukt par bagātības ekonomisko dimensiju. Šo aktīvu novērtēšanu (iespēju robežās) padarīt par tirgus ekonomikas stāvokļa rādītāju ir svarīgs uzdevums praktiskā, uz kapitālu balstītas ilgtspējas rādītāju noteikšanā. Precīzāk formulējot, pareizāks rādītājs ir – reālā (atbilstoši inflācijai) ekonomiskā bagātība uz vienu iedzīvotāju.

Ekonomiskā bagātība ir vienāda ar visu to aktīvu vērtības summu, kas veicina tirgus ražošanu, ieskaitot finanšu, rūpniecisko, dabas, cilvēku un sociālo kapitālu. Praksē nav iespējams tieši noteikt visu kapitāla veidu tirgus vērtību, tāpēc ekonomiskās bagātības aprēķināšana, summējot iepriekš uzskaitītās vērtības, nav iespējama. Tirgus vērtība parasti ir tieši nosakāma tikai finanšu un saražotā kapitāla gadījumā. Dabas kapitāla tirgus vērtību atsevišķos gadījumos ir iespējams noteikt, tomēr dabas aktīvi parasti netiek tirgoti. Tomēr, lai novērtētu dabas kapitālu, ja nav tirgus cenu, var izmantot vispāratzītas netiešās metodes, kuru pamatā ir universālie vērtēšanas principi (*Freeman, 1993*). Arī cilvēkkapitāla izmaksas nav tieši nosakāmas, taču pastāv netiešās metodes to novērtēšanai (*Greaker, 2007*).

Lielākās problēmas ir saistītas ar sociālā kapitāla novērtēšanu, kur nepastāv ne tieši nosakāmas/ izmērāmas vērtības, ne iedibinātas netiešās metodes. Lai gan mūsdienās ekonomisko bagātību nevar izmērīt, summējot piecu kapitāla kategoriju novērotās vai aplēstās vērtības, ekonomikas teorija (*Hamilton, Hartwick, 2005*) piedāvā atšķirīgu pieeju. Saskaņā ar šo teoriju ekonomiskā bagātība ir vienāda arī ar nākotnes tirgus ienākumu pašreizējo vērtību, kur tirgus ienākumi ir vienādi ar izdevumiem par tirgus precēm un pakalpojumiem plus neto ieguldījumi dažāda veida kapitālā. Pasaules Banka (*World Bank, 2006*) ir detalizēti apspriedusi šo pieeju un izmantojusi to kā pamatu ekonomiskās labklājības novērtēšanai vairāk kā 100 valstīs. Jāatzīmē, ka ekonomiskā bagātība, kas aprēķināta iepriekš aprakstītajā veidā, ir jutīga pret nākotnes ienākumu pieņēmumiem un diskonta likmes izvēli. Lai gan ekonomiskā bagātība ir svarīgs ilgtspējīgas attīstības rādītājs kapitāla izteiksmē, tā nevar pastāvēt viena pati. To nepieciešams papildināt, lai veidotu praktisku un pilnīgu kapitāla rādītāju kopumu. Tāpēc jāizvēlas papildu rādītāji, lai atspoguļotu kapitāla ietekmi uz bagātību, ko nevar un pat nevajadzētu atspoguļot naudas vērtībā. Tajos jāņem vērā dažādu kapitāla formu ierobežotā aizstājamība, kritisko kapitāla formu esamība un tas, ka bagātība nav atkarīga tikai no tirgus patēriņa. Visbeidzot, jāņem vērā fakts, ka no kapitāla viedokļa svarīgi ir ne tikai krājumi, bet arī plūsmas, jo tās nosaka krājumu izmaiņas no viena perioda uz nākamo.

Pirmā nepieciešamā pamatkapitāla rādītāju kopas paplašināšana ir kopējā ekonomiskās bagātības mēra papildināšana ar atsevišķiem finanšu kapitāla, saražotā kapitāla, cilvēkkapitāla, dabas kapitāla un sociālā kapitāla monetārajiem mēriem. Šādi noteiktā rādītāja paplašināšana atrisina jautājumu par rezerves kapitāla krājumu neaizstājamību. Tāpat kā ekonomiskās

bagātības gadījumā, visi šie atsevišķie monetārie rādītāji ir jāmēra reālā izteiksmē uz vienu iedzīvotāju.

Nākamā praktisko rādītāju kopas paplašināšana ir nepieciešama, lai ņemtu vērā to, ka daži pamatlīdzekļi ir “kritiski” attīstībai. Viena no kategorijām, kurā ietilpst kritiskie aktīvi, ir dabas kapitāls, jo tajā ir aktīvi, kas nepieciešami pamata dzīvības uzturēšanai. Lai gan notiek zinātniskas debates par to, kuri dabas (vides) aktīvi ir kritiski, pastāv zināma vienprātība, ka visi tālāk minētie ir ļoti svarīgi:

1. diezgan stabils un paredzams klimats;
2. gaiss, ko var droši elpot;
3. kvalitatīvs ūdens pietiekamā daudzumā;
4. neskartas dabas ainavas, kas piemērotas floras un faunas daudzveidības saglabāšanai.

Nākamais praktiskās rādītāju kopas paplašinājums ir nepieciešams, lai ņemtu vērā faktu, ka daži kapitāla aktīvi veicina ārpus tirgus bagātību. Tas neattiecas uz finanšu un ražoto kapitālu, bet gan uz dabas, cilvēku un sociālo kapitālu.

Dabas kapitāls veicina labklājību ārpus tirgus galvenokārt tad, kad cilvēki ir tiešā saskarsmē ar dabu (piemēram, pārgājienos) vai tad, kad viņi bauda zināšanas, ka daba turpina pastāvēt. Tā kā daudzas no vides īpašībām, kas ir būtiskas attīstībai, ir arī tās, no kurām cilvēki var iegūt ārpus tirgus labklājību, tiek ierosināts, ka tas pats iepriekš uzskaitītais fizisko rādītāju kopums kalpo arī kā ārpus tirgus labklājības rādītājs. Dabas kapitālam ir svarīgi vairāki plūsmas rādītāji. Piemēram, nekritiskām dabas kapitāla formām, kuras var jēgpilni apkopot un izmērīt naudas izteiksmē, pamata rādītājs ir *neto izsūkuma kopējais apjoms*.

Cilvēkkapitāls veicina labklājību arī ārpus tirgus. Tāpat kā izglītība un laba veselība padara mūs par labākiem darbiniekiem, tas ļauj mums būt arī labākiem vecākiem, būt labākiem sabiedrības locekļiem, labāk baudīt mākslu un rast dziļāku personīgo piepildījumu. Tāpēc tiek pievienoti rādītāji diviem galvenajiem cilvēkkapitāla parametriem: akadēmiskajiem rezultātiem un veselības stāvoklim. Cilvēkkapitālam galvenais plūsmas rādītājs arī ir neto investīcijas. Tā ir cilvēkkapitāla pieauguma vērtība attiecīgajā periodā, atskaitot tā nolietojumu. Cilvēkkapitāla vērtības samazināšanās notiek prasmju novecošanās (piemēram, darba ņēmējiem novecojot un nespējot atjaunināt savas prasmes) un darbinieku aiziešanas no darbaspēka dēļ, pensionēšanās, bezdarba vai citu faktoru dēļ. Investīcijas cilvēkkapitālā tiek veiktas, izglītojot un apmācot, kā arī uzlabojot veselības stāvokli.

Saistībā ar sociālo kapitālu (*Grootaert, Bastelaer, 2002*) galvenā uzmanība jāvelta trīs sadarbības veidiem: (1) dalībai vietējās asociācijās un tīklos; (2) uzticībai un atbildībai; (3) kolektīvai darbībai. Lai gan kapitāla pieeja ir vērsta uz aktīvu krājumiem, arī plūsmu mērīšana ir šīs pieejas neatņemama sastāvdaļa. Ciktāl aktīva vērtība vai tās lielums laika gaitā mainās, tik ir jābūt identificējamai plūsmai, kas izraisa izmaiņas. Šo plūsmu rādītāji būtu jāiekļauj praktiskajā ilgtspējīgas attīstības rādītāju komplektā. Runājot par ekonomisko bagātību kopumā, galvenais plūsmas mainīgais ir neto ieguldījums visu veidu ekonomiskajos aktīvos. Tā ir jauno ieguldījumu vērtība šajos aktīvos perioda laikā, atskaitot to izmaksu nolietojumu, kas izriet no to izmantošanas ražošanā. Termins “patiesi ekonomiskie ietaupījumi” tiek lietots, lai apzīmētu šo plūsmu. Finanšu kapitālam galvenais plūsmas mainīgais lielums ir neto ieguldījums ārvalstu finanšu aktīvos. Sociālajam kapitālam nav viegli noteikt plūsmas rādītājus, kas būtu analogiski vai atbilstoši iepriekš apspriestajiem alternatīvajiem darbības rādītājiem. Nevienam acīmredzamu plūsmas mainīgo lielumu nevar salīdzināt ar uzticības un atbildības rādītāju vai kolektīvās darbības rādītāju.

Ražošanas kapitālam galvenais plūsmas rādītājs ir neto ieguldījums. Tā ir jaunu ieguldījumu vērtība saražotajā kapitālā noteiktā periodā, atskaitot esošā saražotā pamatkapitāla nolietojumu.

Promocijas darba pētījuma ietvaros tika analizēta Minimālā rādītāja kopa (1.2. tabula), ko izveidoja ANO darba grupa (*UNECE, 2009*). Minimālo rādītāju kopa sastāv no diviem domēniem. Pirmo sauc par fundamentālo labklājību, kas atspoguļo tos rādītājus, kas mēra krājumus un plūsmas un ir nepieciešami *sabiedrības labklājības* noteikšanai. Otro – par

ekonomisko labklājību. Rādītāji tajā ir ciešāk saistīti ar tirgus aktivitāšu rezultātā saņemto bagātību. Rādītāji minimālā komplektā nodrošina teorētiski pamatotu, būtisku, pilnīgu un ar politiku saistītu pieeju ilgtspējīgas attīstības mērīšanai.

1.2. tabula/ Table 1.2.

**Uz kapitāla teorijas balstītas ilgtspējīgas attīstības minimālā rādītāju kopa/  
A minimum set of sustainable development indicators based on capital theory**

Rādītāju grupa	Kapitāla uzkrājuma rādītāji	Kapitāla plūsmas rādītāji
<b>Fundamentālā labklājība</b>	Veselībai pielāgots dzīves ilgums	Vecumam raksturīgās mirstības un saslimstības izmaiņu indekss
	Iedzīvotāju īpatsvars ar augstāko izglītību	Uzņemšana augstākās izglītības iestādēs
	Temperatūras novirzes no normas	Siltumnīcefekta gāzu emisijas
	Atmosfēras ozona un aerosola koncentrācijas	Smogu veidojošo piesārņojošo vielu emisijas
	Kvalitātei pielāgota ūdens pieejamība	Barības vielu slodze uz ūdenstilpēm
	Dabisko biotopu sadrumstalotība	Dabisko biotopu pārvēršana citos lietojumos
<b>Ekonomiskā labklājība</b>	Reālo ārvalstu finanšu aktīvu neto vērtība uz vienu iedzīvotāju	Reālie ieguldījumi uz vienu iedzīvotāju ārvalstu finanšu aktīvos
	Reālais neto ieguldījums ražošanas kapitālā uz vienu iedzīvotāju	Reālais ražošanas kapitāls uz vienu iedzīvotāju
	Reālais cilvēkkapitāls uz vienu iedzīvotāju	Neto ieguldījums cilvēkkapitālā uz vienu iedzīvotāju
	Reālais dabas kapitāls uz vienu iedzīvotāju	Reālais dabas kapitāla neto izsīkums uz vienu iedzīvotāju
	Energoresursu rezerves	Energoresursu izsīkšana
	Derīgo izrakteņu rezerves	Derīgo izrakteņu izsīkšana
	Koksnes resursu krājumi	Koksnes resursu izsīkšana
	Jūras resursu krājumi	Jūras resursu izsīkšana

Avots: autores veidota pēc UNECE, 2009

Ar 1.2. tabulā norādīto rādītāju palīdzību ikviena sociāli ekonomiskā sistēma (valsts) var noteikt savu potenciālu, kā saglabāt labklājību ilgtermiņā. Ar nacionālajiem IA rādītāju kopumiem tas var ievērojami uzlabot valstu progresu novērtēšanu un salīdzināšanu ilgtspējīgas attīstības sasniegšanā.

**1.2.2. ANO un Pasaules Bankas ilgtspējīgas attīstības nacionālo kontu sistēma un rādītāji/ The system of national accounts and indicators for sustainable development of the UN and the World Bank**

Dažādu rādītāju apkopošanai vispirms ir nepieciešama jēdzienu formulēšana praktiskā mērījumu sistēmā. *Mērījumu sistēma* ir metodoloģiju un organizatorisko noteikumu kopums, lai pamatdatus pārvērstu noderīgā informācijā, kas atbilst pamatā esošajai konceptuālajai sistēmai. Sākumpunkts uz kapitālu balstītu ilgtspējīgas attīstības rādītāju mērīšanas sistēmas izstrādei ir Nacionālo kontu sistēma (NKS). Tā ir starptautiski saskaņots standarta ieteikumu kopums par to, kā apkopot ekonomiskās aktivitātes rādītājus. NKS apraksta saskaņotu, konsekventu un integrētu makroekonomisko kontu kopumu starptautiski saskaņotu jēdzienu, definīciju, klasifikāciju un grāmatvedības noteikumu kontekstā. Nacionālo kontu sistēma (UN et al., 1993) ir labs piemērs tam, ko nozīmē mērījumu sistēma. Nacionālo kontu sistēma pārvērs Keinsa (Keynes) 20. gadsimta 30. gados izvirzīto konceptuālo sistēmu, kas izskaidro ekonomisko attīstību, informācijas sistēmā, lai iegūtu makroekonomikas rādītājus, kas, pēc Keinsa domām bija vajadzīgi ekonomikas politikas virzībai – galvenokārt iekšzemes kopproduktu. Tas ir vairāku iemeslu dēļ:

1. NKS jau ir finanšu un saražotā pamatkapitāla uzskaites sistēma;
2. pastāv dabas kapitāla mērījumu sistēma, kas atbilst SNA (Apvienoto Nāciju organizācijas vides un ekonomikas kontu sistēma) (UN, 2008);
3. daudzi dati, kas vajadzīgi cilvēku kapitāla aplēšu sagatavošanai, ir pieejami SNA.

Pasaules Bankas darbs pie valstu kopējās bagātības mērīšanas ir bijis visaptverošs nacionālās bagātības uzskaites veidošanas process (World Bank, 2006). Tikpat svarīgas ir kopējās bagātības vai aktīvu izmaiņu analīze. Galvenais rādītājs ir koriģētā neto jeb *īstā ietaupījuma likme*, ko mēra kā (reālās) bagātības izmaiņas. Patēriņa atlikšana (piemēram, ietaupot no ienākumiem vai ieguldot cilvēkresursos) palielina ietaupījumu līmeni valstī, savukārt (neto) dabas aktīvu izsīkšana (piemēram, komerciālo dabas resursu ieguve vai atbrīvošana no piesārņojošām vielām, piemēram, oglekļa dioksīda un cieto daļiņu koncentrācija) to samazina (1.3. tabula).

1.3. tabula/ Table 1.3.

**Pasaules Bankas ilgtspējības galvenie rādītāji/ Sustainability key indicators of World Bank**

Nr. p.k.	Rādītāji	Definīcija
1.	Kopējais dabas resursu nodoklis (% no IKP)	Kopējais dabas resursu nodoklis ir naftas nodokļa, dabasgāzes nodokļa, ogļu (cieto un mīksto), derīgo izrakteņu nodokļa un meža nodokļa summa
2.	Koriģētie ietaupījumi: bruto ietaupījumi (% no NKI)	Bruto ietaupījumi ir starpība starp nacionālo kopienākumu un publisko un privāto patēriņu, kam pieskaitīti neto kārtējie pārvedumi
3.	Koriģētie ietaupījumi: valsts neto ietaupījumi (% no NKI)	Neto nacionālie ietaupījumi ir vienādi ar nacionālajiem bruto ietaupījumiem, no kuriem atņemta pamatkapitāla patēriņa vērtība
4.	Koriģētie neto ietaupījumi, izņemot aerosolu emisiju radītos bojājumus (% no NKI)	Koriģētie neto ietaupījumi ir vienādi ar valsts neto ietaupījumiem, kam pieskaitīti izdevumi izglītībai, atņemts enerģijas izsīkums, derīgo izrakteņu izsīkums, neto mežu izsīkums un oglekļa dioksīds, izņemot aerosola emisiju radītie bojājumi
5.	Koriģētie neto ietaupījumi uz vienu iedzīvotāju (pēc tekošā ASV dolāra kursa)	Koriģētie neto ietaupījumi uz vienu iedzīvotāju ir vienādi ar valsts neto ietaupījumiem, kam pieskaitīti izdevumi izglītībai un mīnus enerģijas izsīkums, derīgo izrakteņu izsīkums, neto mežu izsīkums un oglekļa dioksīda un daļiņu emisiju radītie zaudējumi, kas aprēķināti uz vienu iedzīvotāju

Avots: autores veidota pēc Pasaules Bankas valstu nacionālo kontu datiem

Lai nodrošinātu ilgtspējību, valstīm vismaz jāizvairās no negatīvām reālajām uzkrājumu likmēm. Pasaules Bankas izdevums *World Development Indicators* sniedz ikgadējus rādītāju aprēķinus vairāk kā 150 valstīm. Pīrs un Atkinsons (Pearce, Atkinson, 1992) analizējuši datus par 18 valstu dabas un rūpnieciskā kapitāla ietaupījumiem un nolietojumu procentos no nacionālā kopprodukta. Tie parāda, ka 2019. gadā tikai astoņām valstīm pasaulē bija nesamazinoši kopējā kapitāla krājumi, un tādējādi tās atbilda pamatkapitāla ilgtspējas kritērijam, taču šī metodoloģija ignorē iedzīvotāju skaita pieaugumu un tehnoloģiju izmaiņas. Šādos apstākļos rādītāji ir izmantojami, ja kopējās faktoru produktivitātes pieauguma temps ir vienāds ar iedzīvotāju skaita pieauguma tempu. Koreģēto neto ietaupījumu piemēri ir apkopoti 5. pielikumā.

**Fiziskās enerģijas plūsmu kontu koncepcija un metodika**

Vides ekonomiskās uzskaites sistēmas (SEEA) enerģijas kontu izstrāde Eiropas statistikas sistēmā sākās 2009. gadā. Tika panākta vienošanās sākt ar fiziskās enerģijas plūsmas (PEFA) kontiem. Kopš 2014. gada tas tika pārbaudīts trīs brīvprātīgos ikgadējos datu vākšanas ciklos. Pamatojoties uz ES Regulas Nr. 691/2011 VI pielikumu, pirmā obligātā datu vākšana tika uzsākta 2017. gadā. PEFA tika izstrādāti saskaņā ar Vides un ekonomiskās uzskaites sistēmas

Centrālā ietvara (*SEEA-CF*) struktūrām un uzskaites principiem. Vides un ekonomikas grāmatvedības sistēma satur starptautiski saskaņotus standarta jēdzienus, definīcijas, klasifikācijas, grāmatvedības noteikumus un tabulas starptautiski salīdzināmas statistikas veidošanai par vidi un tās saistību ar ekonomiku. *SEEA* struktūra atbilst uzskaites struktūrai, kas ir līdzīga nacionālo kontu sistēmai (NKS) un izmanto jēdzienus, definīcijas un klasifikācijas, kas atbilst nacionālo kontu sistēmām, lai veicinātu vides un ekonomikas statistikas integrāciju.

*PEFA* mērķis ir aprakstīt enerģijas fiziskās plūsmas ekonomikā, no vides uz ekonomiku, no ekonomikas uz vidi, un šie konti sniedz datus par fiziskās enerģijas plūsmām, kas izteiktas *teradžoulos – TJ*. *PEFA* reģistrē datus par enerģijas plūsmām saistībā ar tautsaimniecības rezidentu vienību saimniecisko darbību un atspoguļo dabas energoresursu, energoproduktu un enerģijas atkritumu piegādi un izmantošanu. Saimnieciskā darbība ietver ražošanu, patēriņu un uzkrāšanu. *SEEA* fiziskās plūsmas kontu konceptuālo sistēmu veido *piegādes (supply – angļu val.)* un *izmantošanas (use – angļu val.)* uzskaites sistēmas. *PEFA* struktūras pamatā ir NKS izmantoto monetārā *pieāvājuma (supply)* un *izlietojuma (use)* tabulu paplašināšana, pievienojot kolonnas un rindas, lai ņemtu vērā fiziskās plūsmas starp ekonomiku un vidi. Materiālu un enerģijas plūsmas, ko mēra fiziskajās vienībās, ir mērīšanas priekšmets *SEA* fiziskās plūsmas kontos, un tās sauc par fiziskām plūsmām. Pastāv trīs vispārīgi fizisko plūsmu veidi: *dabas resursi, produkti un atlikumi/ zaudējumi*. Fiziskās piegādes un izmantošanas tabula (*PSUT*) nodrošina uzskaites sistēmu, kas ļauj pilnībā un konsekventi reģistrēt fiziskās plūsmas (materiālus un enerģiju): no vides uz ekonomiku; ekonomikā; no ekonomikas uz vidi. Vispārējā *PSUT* sistēma ietver vairākus svarīgus grāmatvedības elementus (1.4. tabula).

1.4. tabula/ *Table 1.4.*

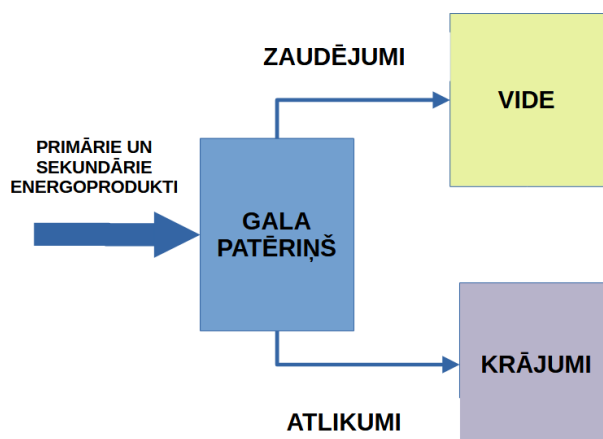
**Vispārējās *PSUT* sistēmas piegādes-izlietojuma līdzsvars/ *Supply-use balance of the general PSUT system***

<b>Pieāvājums</b>	=	<b>Izlietojums</b>
noteikta plūsmas veida kopēja piegāde	=	noteikta plūsmas veida kopējo izmantošanu
<b>Kopējais produktu pieāvājums</b>	=	<b>Kopējais produktu izlietojums</b>
vietējā ražošana + imports	=	starpapatēriņš + mājsaimniecību gala patēriņš + produktu krājumu neto izmaiņas un saražoto aktīvu papildinājumi (bruto kapitālieguldījumi) + eksports
<b>Kopējais dabisko izejvielu pieāvājums</b>	=	<b>Kopējais dabisko izejvielu izmantojums</b>
plūsmas no vides	=	dabisko izejvielu ieguve
<b>Kopējais atlikumu pieāvājums</b>	=	<b>Kopējais atlikumu izlietojums</b>
nozares radītie atlikumi + mājsaimniecību radītie atlikumi + atlikumi no krājumiem un saražotajiem aktīviem + atlikumi no pārējās pasaules + atlikumi no vides	=	atlikumi, ko saņem nozares + atlikumu uzkrāšanās ekonomikā + atlikumi uz pārējo pasauli + atlikušās plūsmas uz vidi
<b>Ieejošās fiziskās plūsmas ekonomikā</b>	=	<b>Izejošās fiziskās plūsmas ekonomikā</b>
dabiskie ieguldījumi + produktu imports + atlikumi no pārējās pasaules + atlikumi, kas atgūti no vides	=	atlikumu plūsmas uz vidi + produktu eksports + atlikumi uz pārējo pasauli plus neto krājumu papildinājumi ekonomikā (= neto krājumu izmaiņas un bruto kapitālieguldījumi + atlikumu uzkrāšanās ekonomikā – atlikumi no krājumiem un saražotajiem aktīviem)
<b>Fiziskais ieguldījums nozarēs</b>	=	<b>Nozaru fiziskā izlaide</b>
dabisko izejvielu ieguve + produktu starppatēriņš + saņemtie atlikumi (piemēram, atkritumi)	=	iekšzemes produktu ražošana + nozares radītie atlikumi

*Avots: autores veidota pēc PEFA, 2018*

Viena no tām ir *piegādes-izlietojuma līdzsvars*, t.i., rindu summām abās tabulas pusēs ir jābūt vienādām: *noteikta plūsmas veida kopējai piegādei ir jābūt vienādai ar tā paša plūsmas veida kopējo izmantošanu*. Ekonomikā *piegādes-izlietojuma līdzsvara princips* nozīmē, ka saražotās produkcijas daudzums ir jāizlieto tautsaimniecībā vai jāeksportē. Šo līdzsvara principu piemēro arī naudas piedāvājumā un izlietojumā. *PSUT* piegādes-izlietojuma līdzsvara ievērošana ir paplašināta, iekļaujot citus fizisko plūsmu veidus: dabas resursu plūsmas un atlikumu plūsmas. Kopējai dabas resursu piegādei ir jābūt vienādai ar kopējo dabas resursu izmantošanu un arī kopējam atlikumu apjomam ir jābūt vienādam ar kopējo atlikumu izlietojumu. Šie vienādojumi attiecas gan uz visiem trim fizisko plūsmu veidiem (nauda, izejvielu resursi un atlikumi), gan arī uz fundamentālo fizisko līdzsvaru – masas saglabāšanu un enerģijas saglabāšanu, kas ir *PSUT* pamatā. Šis fiziskais līdzsvars nozīmē materiālu un enerģijas bilances esamību visām sistēmas atsevišķām fiziskajām plūsmām. Vēl viens balansējošais princips ekonomikā ir *ieejas-izejas līdzsvara princips*. Tas nozīmē, ka pārskata periodā *materiālu plūsmām, kas “ieiet” ekonomikā, ir jābūt vienādām ar materiālu plūsmām, kas “iziet” no ekonomikas, pieskaitot visu krājumu papildinājumus*. Ieejas-izejas līdzsvars apraksta fiziskās plūsmas starp ekonomiku un vidi. Šo ieejas-izejas līdzsvara principu piemēro gan visas ekonomikas, gan arī atsevišķu nozaru līmenī. *PEFA* energoprodukta gala patēriņš nozīmē to, ka energoprodukta enerģijas saturs kļūst nepieejams turpmākai ražošanai, patēriņam un uzkrāšanai attiecīgajā tautsaimniecībā attiecīgajā pārskata periodā.

Vairumā gadījumu gala patēriņš attiecas uz energoproduktu pārveidošanu par enerģijas atlikumiem/ zaudējumiem (1.5. att.), kas vai nu nonāk vidē, vai arī tiek “nosūtīti” uz saražoto aktīvu krājumu ekonomikā (ne enerģijas patēriņa vajadzībām produkti). Gala patēriņš ietver arī energoproduktu eksportu, jo to enerģētiskais saturs kļūst nepieejams ekonomikai.



Avots: autores veidots pēc PEFA, 2018

1.5. att./ Fig. 1.5. **Enerģijas gala patēriņš un kopējie enerģijas atlikumi/ zaudējumi/**  
*Final energy consumption and total energy residuals/ losses*

1.5. attēlā izmantotie termini:

- primārie energoprodukti – nepārveidotie enerģijas resursi: neatjaunojamie (ogles, nafta, dabasgāze, degslānekļi, kūdra) un atjaunojamie (upju enerģija, saules starojums, plūdmaiņu enerģija, biodeģviela);
- sekundārie energoprodukti – pārveidotie primārie energoprodukti, piemēram elektrība, benzīns utt.

### 1.2.3. Kapitāla teorijas pieejas kritika/ *A critique of the capital theory approach*

Neoklasicisma ekonomikas teorijās daba tiek uzskatīta par dabas kapitālu, kas ir salīdzināms ar citiem kapitāla veidiem, piemēram, antropogēno kapitālu. Pamatojoties uz kapitāla teorijas pieeju (KTP), standarta prakse ir summēt dabas kapitāla monetāro vērtību, lai ietekmētu makroekonomikas politikas lēmumus. Lai gan zinātnieku vidū pastāv domstarpības



par universālu metodiku, vispārējā procedūra ir atspoguļota 1993. gada Nacionālo kontu sistēmā (UN, 1993) un ar to saistītajās vides grāmatvedības darbībās. Kapitāla pieejas pamatā ir ideja, ka kapitāla krājumu uzturēšana un saglabāšana laika gaitā ir ilgtspējīgas attīstības nepieciešamais nosacījums. Gan ekoloģiskās ekonomikas, gan vides ekonomikas koncepcijas ietvaros šī pieeja ir atbalstāma. KTP pieeja piedāvā salīdzinoši vienkāršus ilgtspējības noteikumus un salīdzinoši vienkāršus ilgtspējības rādītājus, un tā ir likvidējusi nenoteiktību, kas iepriekš bija saistīta ar diskusijām par ilgtspējību (Stern, 1997). Praksē KTP izmantošana ir devuši priekšroku *zaļās grāmatvedības principam*, kas balstīts uz vājās ilgtspējības noteikumiem (Repetto et al., 1989; Blignaut, 1995). Ekonomikas, vides un sociālās kultūras ilgtspējība negarantē ilgtspējīgu attīstību (Blignaut, De Wit, 2000; Kasztelan, 2020).

*Ekoloģiskās ilgtspējības* koncepcijas ir vērstas uz netiešu spēju pielāgoties spriedzei, ko ekosistēmai uzliek tās savstarpējā atkarība no citām sistēmām. Šī ekoloģiskās ilgtspējas koncepcija jeb *Hollinga ilgtspējība* pieļauj ekosistēmu funkcionēšanu sistēmu organizatorisko parametru robežās. Hollinga stabilitātes koncepcija balstās uz ekoloģiskajiem stabilitātes un elastības principiem (Holling, 1973). Stabilitāte tiek definēta kā sistēmas spēja saglabāt dzīvotspējīgu atjaunošanās līmeni nejaušu traucējumu klātbūtnē, bet *izturība* ir sistēmas spēja saglabāt savu organizatorisko struktūru pēc traucējumiem. Saskaņā ar Commons un Perrings (Common, Perrings, 1992) pētījumiem, sistēma ir ilgtspējīga saskaņā ar Hollingu, ja tā saglabā sistēmas stabilitāti, tādējādi saglabājot nākamajām paaudzēm pilnu iespēju klāstu. Stingrākā šīs koncepcijas interpretācija noraida jebkuru aktivitāti, kas samazina jebkuras sistēmas apakšsistēmas stabilitāti. Vājā ilgtspējības versija, kas vairāk atbilst evolūcijas realitātei, pieļauj atsevišķu apakšsistēmu nestabilitāti, ja tiek saglabāta sistēmas stabilitāte kopā. Hollinga ilgtspējas sistēmā ir iekļautas dzīvās sistēmas un nedzīvās dabas sistēmas (t.i., derīgo izrakteņu iegulas), ja vien to darbība neietekmē dzīvo sistēmu stabilitāti vai ilgtspēju. Šis ilgtspējības noteikums ir vistuvāk ekoloģiskās ekonomikas ietvaram stiprās ilgtspējības interpretācijā. Katrai kapitāla kategorijai ir jābūt ilgtspējīgai atsevišķi un nav pieļaujami nekādi kompromisi ar dabas kapitālu, ko aizsargā minimālie vai absolūtie standarti. Tomēr ne Hollinga ilgtspējība, ne ekoloģisko ekonomistu versija par spēcīgu ilgtspējību, nesniedz visaptverošu pārskatu par ilgtspējīgu attīstību. Hollinga ilgtspējība abstrahējas no cilvēku vajadzībām un vēlmēm, kapitāla prasībām un ekonomiskās efektivitātes nosacījumiem. Ekoloģiskā ekonomika stiprās ilgtspējības kontekstā ignorē ilgtspējīgas attīstības sistēmas sarežģītību un dinamiku un ekonomiskās efektivitātes prasības (Hediger, 1997).

Ekonomiskā pieeja ilgtspējīgai attīstībai ir aprakstīta kā Solova ilgtspējība, kuras pamatā ir neoklasicisma izaugsmes teorijas zelta likums (Solow, 1992). Solova modelis palīdz atbildēt uz ļoti svarīgu jautājumu: kā var sasniegt maksimālo patēriņa līmeni pie noteikta ekonomiskās izaugsmes tempa? Nosacījumu, pie kura tiek sasniegts maksimālais patēriņa līmenis, amerikāņu ekonomists Felpss nosauca par uzkrāšanas zelta likumu (Phelps, 1966). Patēriņš, saskaņā ar zelta likumu, tiek nosaukts par ilgtspējīga patēriņa līmeni. Šī ekonomiskā ilgtspēja jeb vājā ilgtspējība, neņem vērā dinamiskas ekonomiskas mijiedarbības, bet prasa taisnīgu paaudžu sākotnējo kapitāla krājumu, kas ir pietiekami liels, lai nodrošinātu pienācīgu dzīves līmeni. Tiek pieņemts, ka ekonomika saņem “bezmaksas dāvanas” no vides kā dabas resursu avota un vienlaikus arī piesārņojuma un atkritumu uztvērēja. Ekonomiskā ilgtspējība ņem vērā tikai vienu ilgtspējīgas attīstības sistēmas sastāvdaļu, proti, ekonomisko sistēmu (Common, Perrings, 1992).

Ilgtpējīga attīstība ir vairāk nekā tikai vides, ekonomikas un sociāli kultūras ilgtspējības komponentu summa. Pat ja tiek sasniegta ekonomiskā, vides un sociālā ilgtspējība, definīcija nenozīmē, ka tiek sasniegta ilgtspējīga attīstība. Ir nepieciešama visaptveroša pieeja, kas ietver visus galvenos ilgtspējīgas attīstības principus (Hediger, 1997; Jeroen, van den Bergh, 2009). Acīmredzot, neviens no ilgtspējas pamatprincipiem nav pietiekams, lai panāktu ilgtspējīgu attīstību. Ilgtspējību vislabāk var raksturot kā sarežģītu dinamisku sistēmu – tā ir sarežģīta komponentu savstarpējo savienojumu skaita un intensitātes ziņā un dinamiska mainīgās realitātes un reālās pasaules transformāciju ziņā. IAS būtību var raksturot šādi:

- tā ir atvērta sistēma, jo materiāli un enerģija plūst starp ekonomisko un ekoloģisko sistēmām, bet informācija un zināšanas – starp sociālo, kultūras un ekonomiski ekoloģiskajām apakšsistēmām;
- tā ir dzīva sistēma, jo tā pēta mijiedarbību starp cilvēkiem un ekosistēmām;
- tā atklāj spriedzi starp ekonomiskās un ekoloģiskās apakšsistēmas telpas un laika mērogiem.

Visām ekonomiskajām un vides izmaiņām ir dimensijas telpā un laikā. Tradicionālajā ekonomiskajā analīzē nav ņemts vērā relatīvi lēnais vides pārmaiņu temps attiecībā pret saimniecisko darbību un ģeogrāfiskajām iezīmēm (*Lange, Wright, 2004*). Ilgtspējīga attīstība pati par sevi ir pārmaiņu process. Svarīgs jautājums ir, vai šīs izmaiņas var modelēt kā risku, vai arī tās jāuztver kā jaunums. Jebkura optimizācijas procedūra, kas neievēro visas sistēmas stabilitāti, nespēs ņemt vērā ilgtspējīgas attīstības dinamisko un evolucionāro ietekmi (*Turner et al., 1994*).

Hollinga tipa nepārtrauktās strukturālās izmaiņas nav jaunums ekonomisko sistēmu izpētē. Kuzneca (*Kuznets, 1959*) un Šumpētera (*Shumpeter, 1982*) pārskati ir kļuvuši par standarta avotiem, lai izskaidrotu ilgtermiņa ekonomiskās izaugsmes modeļus. Šīs ekonomiskās pieejas līdzsvara jēdzienu atspoguļo sarežģītākā veidā, bet, neņemot vērā dinamiskās sistēmas, kas ir tālu no līdzsvara (*Clark, Juma, 1987*). Galvenās atšķirības starp kapitāla teoriju un dinamisko pieeju ilgtspējīgas attīstības kontekstā ir atspoguļotas 1.5. tabulā.

1.5. tabula/ *Table 1.5.*

**Kapitāla teorijas un dinamiskās pieejas atšķirības ilgtspējības kontekstā/ *Differences between the capital theory and the dynamic approach in context of sustainability***

Fokuss	Kapitāla teorijas pieeja	Dinamiskā pieeja
Teorētiskais fokuss	Līdzsvars	Attīstība
	Optimizācija	Simulācija
	Agregācija	Dezagregācija
	Tekošā situācija	Vēsturiskā pieeja
Politiskais fokuss	Darbību absolūtā ilgtspēja	Darbību relatīvā ilgtspēja

*Avots: autores veidota*

Teorētiskā līmenī atšķirības galvenokārt ir starp uzvaru uz *līdzsvaru un attīstību*, uz *optimizāciju vai modelēšanu*, uz *apkopošanu vai sadalīšanu* un *esošo situāciju*, nevis uz *vēsturisko* nozīmi (*Stern, 1997*). Kapitāla pieejas mērķis ir mērīt ilgtspējīgas attīstības līmeni absolūtos skaitļos, izmantojot valsts dabas kapitāla krājuma rādītājus. Dinamiskas pieejas mērķis ir uzlabot relatīvos ilgtspējības līmeņus, koncentrējoties uz neilgtspējības avotiem zemākajos analīzējamajos līmeņos (*Ayres, 1998*).

**1.3. Dabaszinātņu pieeja ekonomikā, dzīvās sistēmas un energoplūsmas/ *Natural science approach to economics, living systems and energy flows***

Dabaszinātņu pieeja ekonomikā ir balstīta uz koncepciju, ka sociālā, ekonomiskā un vides zinātne ir dzīvības zinātnes neatņemamas sastāvdaļas, kas darbojas sistēmā *sabiedrība – vide – cilvēks*. Sociālie, ekonomiskie un vides procesi ir balstīti uz enerģijas, matērijas un informācijas plūsmu transformācijām, kas ir visu dabas un sociālo procesu pamatā. Neko nav iespējams saražot, netērējot enerģijas plūsmas (jeb jaudu) (*Odum, 2007*). Tādējādi enerģijas, matērijas un informācijas plūsmu transformācijas ir sabiedrības, ekoloģijas un ekonomikas pamatā, un tās ir pakļautas saglabāšanās un pārmaiņu pamatlikumiem. Šie likumi veido sociālo, ekonomisko un vides procesu fundamentālu ierobežojumu kopu un zinātnisko pamatu apsvērumiem par sociāli ekonomiskās aktivitātes mijiedarbību ar dabas procesiem, pamatojoties uz noteiktiem likumiem. Pastāvošās materiālās, enerģijas un informācijas

savstarpējās saiknes starp sociālajiem, ekonomiskajiem un vides procesiem netika atspoguļotas un analizētas tradicionālajās sociāli ekonomiskajās teorijās.

### 1.3.1. Enerģijas plūsmas/ *Energy flows*

Jebkura sistēma nevar pastāvēt bez mijiedarbības ar tās apkārtējo dabisko vidi un apvieno divus saistītus procesus: (1) aktīvo vides ietekmes plūsmu, kas nosaka sistēmas iespējas; (2) šīs ietekmes rezultātā iegūto resursu plūsmas izmantošanu sabiedrības materiālo un nemateriālo vajadzību apmierināšanai. Sociālo, ekonomisko un ekoloģisko procesu pamatā ir enerģijas, matērijas un informācijas plūsmu transformācija. Nav iespējams saražot nevienu produktu/ pakalpojumu, netērējot laiku un enerģijas plūsmu, t.i., jaudu. Tā kā enerģijas, vielu un informācijas plūsmu transformācijas ir sabiedrības, ekoloģijas un ekonomikas pamatā, tās ir pakļautas gan saglabāšanās, gan arī izmaiņu pamatlikumiem. Šie likumi veido sociālo, ekonomisko un ekoloģisko procesu fundamentālu ierobežojumu kopumu un zinātnisku pamatu sociāli ekonomisko aktivitāšu izskatīšanai mijiedarbībā ar dabas procesiem, pamatojoties uz dabaszinātņu likumiem.

Pirmais zinātnieks, kurš dabaszinātņu pieeju saistīja ar sabiedrības attīstību mijiedarbībā ar dabu, bija Podolinskis. Viņš pirmo reizi savos darbos darba procesu uzskatīja par enerģijas plūsmu apmaiņu starp sabiedrību un vidi, kuras rezultāts ir sabiedrības lietderīgās enerģijas plūsmas pieauguma temps, kas nesamazinās aktivitātes rezultātā, bet uz zemes virsmas palielinās konvertējamās (brīvās) enerģijas daudzums (*Podolinsky, 1881*). Arī Engels savulaik atzīmēja, ka Podolinska patiesais atklājums ir tāds, ka cilvēka darbs spēj noturēt saules enerģiju uz zemes virsmas un likt saules enerģijai darboties ilgāk, nekā tas būtu bez cilvēka. Viņš arī atzīmēja, ka, lai paaugstinātu sociālo attīstību, arvien vairāk enerģijas jātērē jaunu ražošanas līdzekļu (jaunu tehnoloģiju) veidošanai, tādējādi paredzot ideju par inovatīvu attīstības ceļu (*Foster, Burkett, 2004*). Viens no pirmajiem pētniekiem 20. gadsimtā, kurš izstrādāja dabaszinātņu pieeju ekonomikai, izmantojot termodinamikas likumus, bija Sodijs. Viņš norādīja, ka *sabiedrības bagātība ir ienākumi, kas ir dzīvības mērķiem pieejamā jauda*. Ja tas ir pieejams pietiekamā daudzumā un izmantošanai ērtā veidā noteiktā zināšanu attīstības līmenī, var iegūt visu, kas nepieciešams sabiedrības dzīvei. 1933. gadā Sodijs izteica apgalvojumu, ka **ekonomistu uzmanības centrā jābūt enerģijas plūsmai jeb jaudai** (*Soddy, 1923*).

Odums (*Odum*) un Deiljs (*Daly*) deva jaunu impulsu pētījumiem, apgalvojot, ka jauda ir primārais, universālākais visu cilvēku darbības veidu mērs dabā. Enerģijas plūsmas pamatlikumi ir attiecināmi uz visiem cilvēka procesiem un arī uz dabu, tajā skaitā uz sabiedrību, ekonomiku, ekoloģiju, kultūru un estētiku (*Daly, 1993; Odum, 1968*). Pēc šo autoru uzskatiem, notiek ekoloģiskā līdzība, t.i., jebkurā atvērtā sistēmā notiek stagnācija, regresija vai ekonomiskā izaugsme atkarībā no tā, vai ir līdzsvars (nulle), negatīva vai pozitīva enerģijas plūsmu (jaudas) bilance. Ja *izaugsme* definē kā vienkāršu sistēmu raksturojošo vērtību pieaugumu, tad *attīstība* pirmajā tuvinājumā darbojas kā izaugsme, ko papildina daudzveidības un sarežģītuma palielinājums sistēmas efektivitātes pieauguma dēļ. Ja kāda iemesla dēļ sistēmas efektivitātes pieaugums kļūst negatīvs, tad sākas “novājēšanas” jeb *samazināšanās process*. Dabiskajām sistēmām šis process ir raksturīgs, bieži sastopams, skaidri redzams un analizējams. Sociāli ekonomiskajās sistēmās *nāves process* neparādās skaidri, un to ļoti bieži maskē monetārās attiecības kā rezultātā to ir grūti diagnosticēt. Odums (*Odum, 2007*), analizējot savos darbos dzīvo sistēmu veidošanās un sarežģītības palielināšanās principus attīstības procesā, noformulēja jaunus ilgtspējības principus, no kuriem viens ir saistīts ar dzīvās matērijas evolūciju – *maksimālās lietderīgās jaudas principu*. Odums šo principu izvirzīja par izvēles mehānisma pamatu viņa izveidotajā evolūcijas dinamikas sistēmā un puda Darvina teorijas viedokli, uzsverot, ka, konkurējot ar citām sistēmām, tās izmanto ieejas enerģijas plūsmu attīstības nolūkos un izdzīvo labāk. Sociālās sistēmas sacenšas par ekonomisko attīstību saskaņā ar principu: uzvar un dominē tās sistēmas, kas maksimāli izmanto savu lietderīgo jaudu no visiem avotiem un elastīgi novirza enerģijas plūsmu mērķiem, kas ietekmē attīstību.

Eli (*Eli, 2015*) savos darbos apgalvoja, ka visi fizikālie procesi, kas veido cilvēka eksistences pamatu, ir pakļauti fizikas pamatlikumiem, t.sk., pirmajam termodinamikas likumam, kas attiecas uz fundamentālo enerģijas nezūdamības principu Visumā. Otrais termodinamikas likums, savukārt, nosaka enerģijas kustības virzienu. Abi šie likumi nosaka fizisko sistēmu spēju robežas un tāpēc ir resursu izmantošanas potenciāla pamatā. Izmantojot Lotkas principu (*Odum, 2007*), var apgalvot, ka tās sistēmas, kuras nepieņem ekstensīvas izaugsmes taktiku, bet tiecas pēc dažādības, kas nodrošina ekosistēmu attīstības ilgtspēju, izmantojot izaugsmi, kļūst efektīvas. Ikreiz, kad ekosistēma pēc izaugsmes perioda sasniedz līdzsvara stāvokli, sistēmas struktūra tiek aizstāta ar struktūru, kas veido daudzveidīgākas, izturīgākas, labāk pārvaldītas sastāvdaļas. Tātad, palielinot efektivitāti un specializāciju stabilitātes laikā, sistēma iegūst vairāk enerģijas no pastāvīgi pieejamas enerģijas plūsmas nekā straujas izaugsmes perioda plūsmas. Ņemot vērā vienas un tās pašas labklājības un brieduma ekoloģiskās fāzes, Odums nonāca pie secinājuma, ka sistēma cilvēks – daba drīzumā attālināsies no paātrinātas ekstensīvas izaugsmes jēdziena kā ekonomiskās izdzīvošanas kritērija un pāries uz cilvēka – dabas jēdzienu. Ilgtspējīgi nesamazināmi izaugsmes tempi būs kā kritērijs, lai maksimāli palielinātu lietderīgo jaudu sociāli ekonomiskai ilgtspējīgai attīstībai (*Odum, 2007*).

Jautājumi par enerģētiskās vērtības teorijas izveidi, lai papildinātu vai aizstātu tradicionālo neoklasicisma subjektīvās vērtības teoriju, kas balstīta uz lietderību, ir analizēta Stalinga zinātniskajos darbos (*Stallinga, 2020*). Tradicionālie ekonomisti atzina, ka, ja viņi varētu noteikt galveno ieguldījumu ražošanas procesā, viņi varētu izskaidrot apmaiņas vērtības ražošanas attiecību izteiksmē (*Kennedy, 2020*). Problēma bija tā, ka tradicionālie primārie faktori faktiski ir ražošanas starpposma faktori. Kostanza (*Costanza, 2004*) uzsvēra enerģijas īpašības, kas atbilst primāro faktora kritērijiem:

1. enerģija ir visur esoša;
2. enerģija ir visu ekonomiskajās un ekoloģiskajās sistēmās ražoto preču īpašība;
3. enerģija ir svarīgs ieguldījums visos ražošanas procesos;
4. lai gan citas preces var kalpot par alternatīviem enerģijas avotiem, kas nepieciešami energosistēmām, enerģijas pamatīpašība (spēja strādāt) nav aizvietoājama;
5. globālā mērogā Zeme būtībā ir slēgta sistēma no termodinamiskā viedokļa un tikai enerģija šķērso robežu, tāpēc šajā mērogā tā ir vienīgā primārā ievade;
6. trīs Smita maiņas vērtības avoti (alga, peļņa un īres maksa) ir starpposma izmaksas šajā globālajā shēmā un tiek savstarpēji konvertētas, izmantojot primāro enerģiju.

Kostanza (*Costanza*) atzīmēja, ka pieejamā enerģija ir vienīgā fundamentālā vērtība un vienīgais ierobežojošais ražošanas faktors, kas atbilst ražošanas teorijas kritērijiem un spēj izskaidrot apmaiņas vērtības. Tādā veidā uz pieejamās enerģijas izmantošanu ražošanā var veidot vērtības teoriju, kas ļauj izvairīties no problēmām, ar kurām saskārās klasiskā ekonomiskā teorija, mēģinot izskaidrot apmaiņas vērtību ekonomiskajās sistēmās. Izmantojot enerģētisko apmaiņas vērtību koncepcijas pieeju, iespējams noteikt izmaksas neatkarīgi no patērētāju vēlmēm. No vienas puses, tā ir kritika, bet, no otras puses, energoietilpīgās pieejas galvenais mērķis bija tieši atrast objektīvas pieejas, kas pilnībā nenosaka individuālās vēlmes (*Costanza, 2004*).

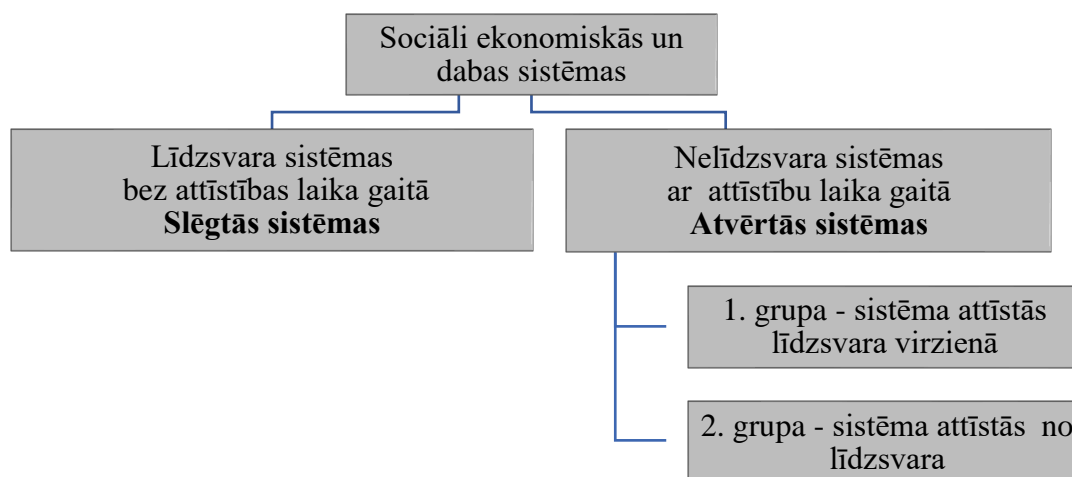
Odums (*Odum, 2007*) mēģināja apvienot Sodija (*Soddy*), Podoļinska un Kuzņecova pieejas un maksimālās jaudas principu, apgalvojot, ka naudu kā vērtības mēru nevar uzskatīt par adekvātu, jo lielu daļu vērtīgā darba, no kura ir atkarīga biosfēra, veic ekoloģiskās, atmosfēras un ģeoloģiskās sistēmas, kurām trūkst tādas lietas kā nauda. Naudas kustības problēma kļūst būtiska, kad enerģijas plūsma (jeb jauda) tiek ieviesta kā universāls kustības mērs. Odums definēja pretēja virziena plūsmu sistēmās, proti, nauda kustās proporcionāli, bet pretējā virzienā nekā enerģijas plūsma, kas nepieciešama preču un pakalpojumu ražošanai. Tirgus ekonomikā nauda cirkulē slēgtos lokos, savukārt jauda ienāk no ārpusē, pārvietojas pa sistēmas iekšējās struktūras līmeņiem un atstāj sistēmu. Odums attīstīja šo koncepciju ar mērķi nodrošināt dabaszinātnisku pamatu naudai un pieņēmumam, ka lietderīgā jauda ir dabiskais

vērtības pamats, ja ieguldījums sistēmas attīstībā ir galvenais vērtības kritērijs. Tātad, ja naudas plūsmas attiecība pret enerģijas plūsmu (jeb jaudu) ir nemainīga, tad nauda kļūst par dokumentālu faktu, kas apliecina jaudas esamību.

### 1.3.2. Līdzsvara un nelīdzsvara sistēmas/ *Equilibrium and non-equilibrium systems*

Cilvēka apkārtējās vides sociāli ekonomiskās un dabas sistēmas var iedalīt pēc attīstības veidiem (1.6. att.):

- līdzsvara sistēmas bez attīstības laika gaitā jeb slēgtās sistēmas;
- nelīdzsvara sistēmas ar attīstību laika gaitā jeb atvērtās sistēmas, kas var attīstīties līdzsvara vai nelīdzsvara virzienā.



Avots: autores veidots pēc Kuznecova (2015)

1.6. att./ Fig.1.6. **Sociāli ekonomisko un dabas sistēmu struktūra pēc attīstības veidiem/**  
***The structure of socio-economic and natural systems by types of development***

Ja sistēma atrodas līdzsvara stāvoklī, tad visi ārējie spēki līdzsvaro iekšējos spēkus, un līdzsvara sistēma nevar veikt ārēju darbu. Nelīdzsvara sistēmām ir iespēja attīstīties laikā, t.i., laika gaitā tās var veikt ārēju darbu, un šajā gadījumā ārējie spēki netiek līdzsvaroti ar iekšējiem. *Līdzsvaru* var definēt kā divu pretējo enerģijas plūsmu vienādību. Nemainība, sistēmas mērāmās vērtības saglabāšana, kas izsaka sistēmas būtību, ir galvenā prasība līdzsvara sistēmām. Mērāmās vērtības laika izmaiņu stabila tendence ir galvenā prasība nelīdzsvara sistēmām. No tā izriet līdzsvara un nelīdzsvara sistēmu principi, kurus var iedalīt divās grupās (Bauer, 2002): saglabāšanās principi un pārmaiņu principi, kas atbilst divām likumu grupām: (1) saglabāšanās likumi; (2) pārmaiņu likumi (stabilas pārmaiņu tendences saglabāšana). Zinātnē zināmie saglabāšanās likumi nosaka, ka noteikta vērtība noteiktā materiālās pasaules sistēmu klasē paliek nemainīga, būdama šīs sistēmu klases invariants (Trusina, Jermolajeva, 2021). Saglabāšanās likumu formulējums nedrīkst būt atkarīgs no izvēlētās koordinātu sistēmas vai no novērotāja viedokļa.

Vispārējā gadījumā kādas sistēmas enerģija  $E$  tiek aprakstīta ar formulu 1.3.:

$$E = B + A, \quad (1.3.)$$

kur

$E$  – sistēmas enerģija;

$B$  – brīvā enerģija, kas ir sistēmas enerģijas konvertējamā daļa, ko var pārveidot un transformēt no vienas formas citā formā;

$A$  – savienotā enerģija (zaudējumi), kas ir neatgriezeniska sistēmas enerģijas daļa, kas nav spējīga uz tālākām transformācijām.

No enerģijas nezūdamības likuma viedokļa, kas ir universāls fizikas likums, pēc kura enerģija izolētā sistēmā ir konstants lielums neatkarīgi no tā, kādi procesi šajā sistēmā notiek, līdzsvara un nelīdzsvara sistēmām ir vairākas īpašības (1.6. tabulā).

1.6. tabula/ Table 1.6.

**Sociāli ekonomiskās sistēmas līdzsvara un nelīdzsvara stāvokļa salīdzinājums/  
Comparison of equilibrium and non-equilibrium state of socio-economic system**

Līdzsvara sistēma	Nelīdzsvara sistēma
Līdzsvara sistēmu enerģija E ir nemainīga, jo sistēma neattīstās: $E=A + B= \text{const}$	Nelīdzsvara sistēmu enerģija E ir mainīga, jo sistēma attīstās: $E = A + B \neq \text{const}$
Brīvā enerģijas izmaiņas (plūsma) P(t) ir vienāda ar nulli un sistēmai nav iespēju veikt ārējos darbus: $P(t) = \frac{dB}{dt} = 0$	Brīvās enerģijas izmaiņas (plūsma) P(t) atšķiras no nulles un sistēmai ir iespēja veikt ārējos darbus: $P(t) = \frac{dB}{dt} \neq 0$
Entropija kā haosa pakāpe ir maksimālā: $S = \text{max}$	Entropija kā haosa pakāpe nav maksimālā: $S \neq \text{max}$
Brīvā enerģija ir minimāla: $B = \text{min}$	Brīvā enerģija nav minimāla: $B \neq \text{min}$
Sistēma ir noslēgta	Sistēma ir atvērta un notiek materiālu un enerģijas plūsmu apmaiņa ar ārējo vidi

Avots: autores veidota

Nelīdzsvara sistēmu būtība ir to attālināšana no līdzsvara evolūcijas laikā un telpā. Evolūcija izpaužas nesaglabāšanā, sistēmas kopējās enerģijas izmaiņās un attālināšanā no līdzsvara – spēja veikt ārēju darbu, kura mērs ir sistēmas brīvā enerģija. Nelīdzsvara sistēmu, kas attīstās līdzsvara stāvokļa virzienā, nosaka *otrais termodinamikas likums* – pieaugošās entropijas likums.

Saskaņā ar šo likumu nelīdzsvaroto sistēmu evolūcija notiek virzienā, kurā laika gaitā samazinās sistēmas spēja veikt ārējos darbus. No šī likuma izriet galvenās nelīdzsvara sistēmu īpašības, kas attīstās līdzsvara virzienā (1.7. tabula).

Otrās klases nelīdzsvarotās sistēmas būtību nosaka *stabilas nelīdzsvarotības princips*. Saskaņā ar šo principu noteikta tipa sistēmu evolūcija notiek virzienā, kurā sistēmas spēja veikt ārējos darbus ar laiku nesamazinās.

1.7. tabula/ Table 1.7.

**Nelīdzsvara sistēmu raksturojums un salīdzinājums pēc attīstības virziena/  
Characterization and comparison of non-equilibrium systems by direction of development**

Nelīdzsvara sistēma, kas attīstās <i>līdzsvara</i> stāvokļa virzienā	Nelīdzsvara sistēma, kas attīstās <i>nelīdzsvara</i> stāvokļa virzienā
Enerģijas izmaiņas (plūsma) monotoni samazinās: $N = \frac{dE}{dt} < 0$	Enerģijas plūsma ar laiku nesamazinās: $N = \frac{dE}{dt} > 0$
Samazinās brīvās enerģijas plūsma un spēja veikt ārējos darbus: $P = \frac{dB}{dt} < 0$	Brīvās enerģijas plūsma laikā nesamazinās: $P = \frac{dB}{dt} > 0$
Enerģijas zudumu plūsma palielinās: $G = \frac{dA}{dt} > 0$	Enerģijas zudumu plūsma nepalielinās: $G = \frac{dA}{dt} < 0$
Šis nelīdzsvara sistēmas veids ietver visas sistēmas ar enerģijas izkliedēšanu	Šis nelīdzsvara sistēmas veids ietver visas sistēmas ar enerģijas uzkrāšanu, no kurām redzamākais pārstāvis ir dzīvās sistēmas, tostarp dzīvās apakšsistēmas

Avots: autores veidota

## Dzīvās sistēmas

Bauera darbos (*Bauer, 2002*) fundamentālo atšķirību starp dzīvo un nedzīvo sistēmu raksturo *stabila nelīdzsvara princips*, kas nosaka, ka tikai dzīvās sistēmas nekad neatrodas līdzsvarā un veic pastāvīgu darbu savas brīvās enerģijas dēļ pret līdzsvaru, ko pieprasa fizikas un ķīmijas likumi konkrētajos ārējos apstākļos. Atbilstoši šim principam dzīvā matērija ir fiziski anomāla sistēma, kas attīstās pretējā virzienā no līdzsvara stāvokļa, t.i., kvalitatīvi atšķiras pēc savas attīstības likuma no visām cilvēcei zināmajām fiziskajām sistēmām. Fiziski normāla sistēma attīstās tā, ka tās spēja veikt ārējos darbus laika gaitā samazinās, savukārt anomālai sistēmai šī spēja laika gaitā nemazinās. Tā nav pretruna ar termodinamikas likumiem, un tas nozīmē, ka dzīvā sistēma pieder citai sistēmu klasei, kam ir būtiski atšķirīgs evolūcijas likums.

Fiziski normāla sistēma attīstās tā, ka tās entropija ar laiku palielinās, t.i., palielinās izkliedes enerģija jeb izkliede. Anomālai sistēmai entropija ar laiku samazinās, t.i., tās brīvā enerģija palielinās, un šajā ziņā notiek pret izkliedēšanas (antidisipatīvs) process. Šajā sistēmu klasē ir nevis pretruna ar otro termodinamikas likumu, bet gan ar citu stabilas nelīdzsvarotības likumu. Ir būtiski, lai dzīvās vielas evolūcijas četrus miljardu gadu laikā netiktu novērots entropijas pieaugums, ko pieļauj otrais termodinamikas likums. Saskaņā ar Bauera apgalvojumu dzīvās sistēmas darbojas un attīstās pretēji līdzsvara stāvoklim to brīvās enerģijas dēļ. Tas nav pretrunā ar termodinamikas likumiem, bet gan apstiprina secinājumu, ka dzīvajās sistēmās ir saskare ar citiem procesiem, kas norisinās saskaņā ar dabas likumiem. (*Bauer, 2002*).

*Stabila nelīdzsvara princips ir sava veida anti entropijas postulāts.* Lai saglabātu esošās struktūras stāvokli apkārtējā nestrukturizētajā pasaulē, dzīvai sistēmai ir nepārtraukti jāpalielina sava sarežģītība, t.i., jāpalielina sava informācija, izprotot to kā funkcionāli strukturālās sarežģītības mēru. Tāpēc var secināt, ka tā ir informācija, kas novērš darbaspēju zaudēšanu. Taču, saskaņā ar otro termodinamikas likumu, pastāv tikai viena veida enerģijas process, kas noved pie sistēmas līdzsvara – kad enerģija no ķermeņa ar lielu potenciālu pāriet uz ķermeni ar mazāku potenciālu. Šis parādības mērs ir entropija – tā var tikai pieaugt, t.i., tā vienmēr ir pozitīva. Bet dzīvā sistēmā process ir pretējs, un tas ir saistīts ar struktūras sarežģītību, t.i., ar informācijas pieaugumu. No šiem apsvērumiem var secināt, ka entropijas pieaugumu kavē informācijas pieaugums. Šī izpratne atbilst informācijas “poētiskajam tēlam” kā negatīvai entropijai (*Schrödinger, 1944*).

### 1.3.3. Enerģijas plūsmas dzīvās nelīdzsvara sistēmās/ *Energy flows in living non-equilibrium systems*

Bauera formulētās prasības dzīvo sistēmu mijiedarbību ar apkārtējo vidi var attēlot kā plūsmu diagrammu (1.7. att.). Mijiedarbība ar vidi nodrošina jebkuras *dzīvās sistēmas nelīdzsvarotību*. Tas nozīmē, ka materiālu un enerģijas plūsmas no vides ieplūst sistēmā un izplūst ārā - starp dzīvo sistēmu un vidi notiek materiālu un enerģijas apmaiņa. 1.7. attēlā izmantotie termini un apzīmējumi:

$N(t)$  - dzīvās sistēmas kopējā patērēto materiālu un enerģijas plūsma sākuma laika momentā;

$P(t)$  - brīvās enerģijas plūsma kā darbības rezultāts sākuma laika momentā;

$P_1(t)$  - brīvās enerģijas plūsma, ko sistēma patērē dzīvības uzturēšanai sākuma laika momentā;

$P_2(t)$  - brīvās enerģijas plūsma, kas iztērēta sistēmas efektivitātes uzlabošanai sākuma laika momentā;

$G(t)$  - dzīvās sistēmas enerģijas zudumu plūsma sākuma laika momentā;

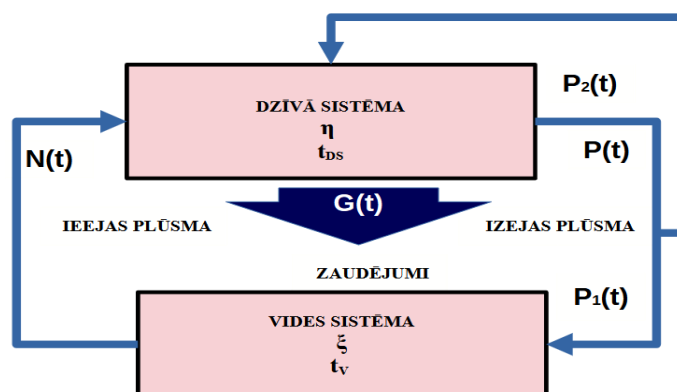
$\eta = P/N$  - dzīvās sistēmas efektivitāte;

$\xi = N/P$  - dzīvās sistēmas energoefektivitāte;

$t_{DS}$  - vidējais laiks starp plūsmas  $N$  saņemšanu un ārējā darba  $P$  veikšanu;

$t_V$  - vidējais laiks no dzīvās sistēmas darbības sākuma līdz plūsmas  $N(t + \tau_V)$  saņemšanai;

$t_{DS} + t_V$  - pilna cikla *dzīvā sistēma-vide* vidējais ilgums.



Avots: autores veidots pēc Bolshakov, 2019

1.7. att./ Fig. 1.7. **Plūsmu diagramma starp dzīvo sistēmu un vidi/ Flow diagram between living system and environment**

*Stabila nelīdzsvara princips* parāda, ka izotermiski slēgtā dzīvā sistēmā tās kopējā brīvā enerģija tiek pārvērsta darbā, kas rada tādas izmaiņas sistēmas apstākļos, ka šis minimums ne tikai relatīvi, bet arī absolūti pārņem mazāko iespējamo vērtību. No aprakstītā var formulēt nosacījumus dzīvās sistēmas stabilam nelīdzsvaram un uzrakstīt šos nosacījumus kā vienādojumu sistēmu (formulas 1.4. un 1.5.) (Kuznecov, 2015):

$$N(t + t_V) = P(t) \cdot \xi \quad (1.4.)$$

$$P(t + t_V + t_{DS}) = N(t + t_{DS}) \cdot \eta, \quad (1.5.)$$

kur :

t - sākuma laika moments.

Šos vienādojumus var reducēt līdz *brīvas enerģijas plūsmas kustības* vienādojumam (formula 1.6):

$$P(t + \tau_{DS} + \tau_V) = P(t) \cdot \xi \cdot \eta \quad (1.6)$$

Rezultāts atbilst secinājumam (Trusina, Jermolajeva, 2022), ka dzīvā sistēma ne tikai attālinās no termodinamiskā līdzsvara, bet attālinās no tā aizvien tālāk un ar pieaugošu ātrumu.

Viens no pirmajiem autoriem, kas izmantoja dabaszinātnisku pieeju analizējot dzīvās sociāli ekonomiskās sistēmas, bija Podolinskis, norādot, ka cilvēks kā vienīgais zinātnei zināmais dabas spēks ar noteiktiem gribas aktiem spēj palielināt uz Zemes virsmas uzkrātās saules enerģijas daļu un samazināt uz Zemes izkliedētās enerģijas daudzumu pasaules telpā. Sabiedrības un dabas sistēma apvieno divus saistītus procesus: aktīvu ietekmi uz vidi un šīs ietekmes rezultātā iegūto resursu plūsmas izmantošanu sabiedrībā – šos procesus vieno dzīves procesa jeb darba procesa jēdziens (Podolinskis, 1881). Iztērējot enerģijas plūsmu (jaudu) P, sabiedrība pēc laika  $t_{II}$  saņem savā rīcībā resursu plūsmu, ko mēra ar vērtību N. Attiecība P pret N ir sabiedrības resursu izmantošanas efektivitātes mērs laika periodā  $t_0$ , ko apzīmē ar  $P/N = \eta_0$  un  $0 < \eta_0 \leq 1$ . Saņemtās jaudas N attiecība pret tās ražošanai iztērēto jaudu P ir sabiedrības potenciālās spējas mērs paplašināt atražošanu, ko apzīmē ar  $\xi_{II} > 1$ . Sabiedrības rīcībā esošās kopējās jaudas N vērtība ir potenciālo iespēju mērs, P vērtība ir reālo iespēju rādītājs ietekmei uz vidi, bet G vērtība ir zaudējumu mērs.

Jaudas veidi tiek aprēķināti šādi:

- *Pilna jauda*  $N(t)$  ir visu veidu energoresursu kopējā patēriņa jauda noteiktā laikā un, no otras puses, tā ir jebkuras sociālās sistēmas hierarhijas līmeņa potenciālās iespējas (formula 1.7.):

$$N(t) = \sum_i N_i, \quad (1.7.)$$

Kur  $i$  ir enerģijas resursa veids.

- *Lietderīgā jauda*  $P(t)$  ir sociālās sistēmas reālās iespējas (formula 1.8.):

$$P(t) = \sum_i \sum_j N_{ji} \gamma_{ij}, \quad (1.8.)$$

kur:

$i$  - enerģijas resursa veids;



j - izmantoto tehnoloģiju veids;

$\gamma_{ij}(t)$  - N(t) izmantošanas efektivitāte un  $\gamma_{ij}(t) = \eta_{ij}(t) \cdot \varepsilon_{ij}(t) \cdot \xi_{ij}(t)$ ;

$\eta_{ij}(t)$  - tehnoloģijas pilnības koeficients,  $0 \leq \eta(t) < 1$ ;

$\varepsilon_{ij}(t)$  - darba organizācijas kvalitāte (ieskaitot vadību) (ja  $\varepsilon_{ij}(t) = 1$ , ir patērētājs un, ja  $\varepsilon_{ij}(t) = 0$ , nav patērētāja);

$\xi_{ij}(t)$  — resursu efektivitātes koeficients  $\xi > 1$ .

• *Jaudas zudumi* G(t) ir sociālās sistēmas zaudētās iespējas (formula 1.9.):

$$G(t) = N(t) - P(t) \quad (1.9.)$$

• *Sociālās sistēmas un vides savstarpējo attiecību vienādojumu sistēma* (formulas 1.10., 1.11., 1.12.):

$$P(t + \tau_0) = N(t) \cdot \eta(t) \cdot \varepsilon(t) \quad (1.10.)$$

$$N(t + \tau_0 + \tau_{II}) = P(t + \tau_0) \cdot \xi(t) \quad (1.11.)$$

$$G(t + \tau_0 + \tau_{II}) = N(t + \tau_0 + \tau_{II}) - P(t + \tau_0) \quad (1.12.)$$

• Primitīvs vienādojums *sabiedrības attīstība mijiedarbībā ar vidi* (formula 1.13.):

$$N(t + \tau_0 + \tau_{II}) = N(t) \eta_0 \cdot \xi_{II} \quad (1.13.)$$

• Vienādojuma risinājums (formula 1.14.):

$$N(t) = F(t) \gamma^k(t), \quad (1.14.)$$

kur  $k = t / T_c$ ,  $T_c = \tau_0 + \tau_{II}$  (cikls) un F(t) ir periodiska funkcija.

*Sociāli ekonomiskās sistēmas patēriņa pilna jauda N(t) ir periodiska funkcija ar ciklu  $T_c$*

Balstoties uz iepriekš minētajiem argumentiem un vienādojumiem, var aprakstīt ekstenzivās un intensīvās attīstības principus (*Bolshakov, 2019*).

Ekstenzivās izaugsmes princips (formula 1.15.):

$$\frac{dN}{dt} > 0 \quad \frac{d\gamma}{dt} < 0 \quad (1.15.)$$

Vienkārša izaugsme ir tad, ja, saglabājoties vai samazinoties iespēju izmantošanas efektivitātei, pieaug dabas resursu patēriņa temps. Intensīvās izaugsmes jeb attīstības princips (formula 1.16.):

$$\frac{dN}{dt} = 0 \quad \frac{d\gamma}{dt} > 0 \quad (1.16.)$$

Attīstība notiek, ja līdz ar nesamazinošu dabas resursu patēriņa pieaugumu nesamazinās arī sabiedrības iespēju izmantošanas efektivitāte.

**ILGTSPĒJĪGĀS ATTĪSTĪBAS PAMATPRINCIPS** – attīstība ir ilgtspējīga, ja ir izpildīts:

**NEPIECIEŠAMĀIS NOTEIKUMS** (formula 1.17.)

$$\Delta P(t) = P - P_0 = \frac{dP}{dt} \Delta t + \frac{d^2P}{dt^2} \Delta t^2 + \frac{d^3P}{dt^3} \Delta t^3 > 0 \quad (1.17.)$$

un **PIETIEKAMĀIS NOTEIKUMS** (formulas 1.18. un 1.19.)

$$\Delta \gamma(t) = \gamma - \gamma_0 = \frac{d\gamma}{dt} \Delta t + \frac{d^2\gamma}{dt^2} \Delta t^2 + \frac{d^3\gamma}{dt^3} \Delta t^3 > 0 \quad (1.18.)$$

$$\Delta G(t) = G - G_0 = \frac{dG}{dt} \Delta t + \frac{d^2G}{dt^2} \Delta t^2 + \frac{d^3G}{dt^3} \Delta t^3 < 0, \quad (1.19.)$$

kur  $\Delta t$  – trīs gadu periods sociāli ekonomiskajām sistēmām (valsts, reģions).

Saskaņā ar pamatprincipu, ilgtspējīga attīstība ir sabiedrības līdzsvara mijiedarbība ar vidi, kas nodrošina dabas sistēmu attīstības likumam atbilstošu attīstības (paplašinātas atražošanas) saglabāšanos. Pastāv saistība starp sociālās sistēmas iespējām un tās vajadzībām:

- iespēju mērs ir jauda noteiktam laikam;
- pieprasījuma mērs ir palielināta jauda, kuras sistēmai šobrīd nav, bet kas nepieciešama, lai nodrošinātu pāreju uz ilgtspējīgu attīstību.

**Ekonomiskie likumi invariantu koordinātu sistēmā**

Pastāv cēloņsakarības starp ilgtspējīgas attīstības pamatprincipa formulējumu un sociāli ekonomiskās attīstības principiem, piemēram, darba ražīguma pieaugumu, darba laika

taupīšanu, pieaugošās virsvērtības, vienkāršās un paplašinātās ražošanas, konkurences, piedāvājuma un pieprasījuma saskaņošanas un citiem principiem (*Kuznecov, 2005*).

**1. Darba ražīguma pieauguma likums** (formula 1.20.):

$$\frac{dPHP}{dt} > 0, \quad (1.20.)$$

kur PHP(t) ir darba ražīgums uz vienu strādājošo, kas tiek aprēķināts pēc formulas 1.21.:

$$PHP(t) = P(t) / LM(t), \quad (1.21.)$$

kur:

P(t) – reāla iespēja (produkts, kas ražots par  $\Delta t$  jaudas vienībās);

LM(t) – strādājošo skaits.

Veicot dažas transformācijas un pieņemot, ka nodarbināto skaits ārpus krīzes mainās laika gaitā ļoti lēni ( $LM(t) \approx \text{const}$ ), vienādojums ir šāds (formula 1.22.):

$$\frac{d(P(t)/LM(t))}{dt} = \frac{dP}{dt} \frac{1}{LM(t)} - \frac{dLM}{dt} \frac{P(t)}{LM(t)^2} \quad P(t) \gg A \quad \frac{dP}{dt} > 0 \quad (1.22.)$$

Rezultātā iegūtā darba ražīguma uz vienu strādājošo definīcija nav atkarīga no naudas vienībām. Tajā pašā laikā tas izsaka visu sabiedrībā saražoto preču un pakalpojumu vērtības mēru, kas ir patērētāju pieprasījums, izteikts jaudas vienībās. No tā izriet, ka trešās tūkstošgades pasaules ekonomikas izmaksu universālais mērs būs *vats*, kā no īpašumtiesību formām un sabiedrības politiskās struktūras neatkarīgs daudzums. Šis likums nosaka: vēsturiskā laika gaitā darba ražīguma vērtība sociālās ražošanas sistēmā ir nesamazīnāma funkcija (P).

**2. Darba laika ekonomijas likums** (*Marx*) (formulas 1.23. un 1.24.):

$$d[\tau(t)] < 0 \quad (1.23.)$$

$$\tau(t) = W(t) / N(t) \cdot \eta(t) \cdot \varepsilon(t), \quad (1.24.)$$

kur:

$W(t) = \tau \cdot N(t) \cdot \eta(t) \cdot \varepsilon(t)$  – darba ražīgums vienā stundā;

$\tau$  - nepieciešamais darba laiks;

$\eta(t)$  - tehnoloģijas pilnības koeficients,  $0 \leq \eta(t) < 1$ ;

$\varepsilon(t)$  - darba organizācijas kvalitāte.

**3. Virsvērtības pieauguma likums** (*Smith*) (formula 1.25.):

$$d[\Delta P] > 0 \quad (1.25.)$$

$\Delta P$  — virsvērtības produkts (pievienota vērtība) (formula 1.26.):

$$\Delta P(t) = P(t + \tau_0 + \tau_{II}) - P(t + \tau_0) \quad (1.26.)$$

**4. Vienkāršās atražošanas likums** (*Ricardo*) (formula 1.27.):

$$\frac{dN}{dt} = 0 \quad (1.27.)$$

**5. Paplašinātās atražošanas likums** (*Mill-Marx*) (formula 1.28.):

$$\frac{dN}{dt} > 0 \quad (1.28.)$$

**6. Konkurences likums** (*Fischer*) (formulas 1.29 un 1.30).

$$\text{Nepieciešamais noteikums} \quad P_1 > P_2 \quad (1.29.)$$

$$\text{Pietiekamais noteikums} \quad \frac{dP_1}{dt} > \frac{dP_2}{dt} \quad (1.30.)$$

#### 1.4. Sociāli ekonomisko sistēmu jaudas izmaiņas sistēmanalīzes metodoloģija/ *Socio-economic systems power change systemanalysis methodology*

Sociāli ekonomiskās sistēmas ir lielas sistēmas, kuru pamatā ir cilvēki un sociālās, ekonomiskās, izglītības, zinātnes, tehnoloģiskās un vides apakšsistēmas, tostarp dažādi cilvēka darbības aspekti, lēmumu pieņemšanas sistēmas un daudzi sarežģīti vides faktori. Sociāli ekonomiskās sistēmas ir sarežģītas adaptīvas sistēmas (17.pielikums).

Iepriekš aprakstīto pamatprincipu un jēdzienu analīzes rezultātā var secināt, ka no sociāli ekonomisko sistēmu pieejas viedokļa sabiedrībai mijiedarbībā ar vidi piemīt vairākas īpašības, kas būtu jāņem vērā jeb *sistēmas sabiedrība* – vide īpašību kopsavilkums:

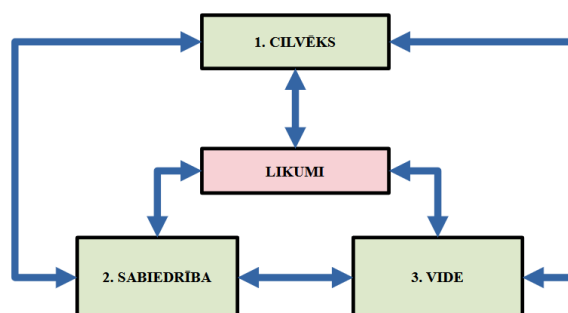
1. sistēma *sabiedrība* – vide ir neatņemama dzīves sistēmas sastāvdaļa un tāpēc nevar pastāvēt izolēti no tās saglabāšanās un izmaiņu likumiem;
2. sistēma diskrēti un nepārtrauktā režīmā apmainās ar plūsmām ar apkārtējo dabisko un sociālo vidi. *Sistēma ir atvērta*;
3. sistēma ir komplekss plūsmu tīkls, kas mijiedarbojas laikā un telpā (enerģija, materiāli, informācija un izmaksas). *Sistēma ir dinamiska*;
4. sistēmā cirkulējošo plūsmu savienojumi un mijiedarbība parasti ir nelineāra. *Sistēma ir nelineāra*;
5. sistēmai kopumā (un visām tās apakšsistēmām) ir noteikta pozitīva brīvās enerģijas vērtība, kas būtiski atšķiras no nulles, kas ļauj tai veikt noderīgu ārējo darbu. *Sistēma ir nelīdzsvarota*;
6. sistēma stabili attīstās, ja pastāv nesamazinošs tās spēju izmantošanas efektivitātes pieauguma temps, kura mērvienība ir lietderīgās jaudas pieauguma temps. *Šajā gadījumā sistēma ar paātrinājumu attālinās no līdzsvara*;
7. sistēma degradējas, ja pastāvīgi samazinās lietderīgās jaudas pieauguma temps. *Šajā gadījumā sistēma tuvojas līdzsvaram*;
8. sistēmas ilgtspējīgu attīstību nodrošina šādi galvenie faktori:
  - tehnoloģiju efektivitātes paaugstināšana;
  - resursu efektivitātes koeficienta palielināšana;
  - plūsmas kontroles kvalitātes paaugstināšana.

Ja sistēmas spēju pieaugums brīvās enerģijas plūsmas pieauguma veidā tiek nodrošināts nevis šo faktoru, bet gan kopējā enerģijas patēriņa pieauguma dēļ, tad nenotiek ražošanas sistēmas attīstība, bet tikai izaugsme.

Vispārpieņemtajā ilgtspējīgas attīstības koncepcijā galvenie jēdzieni ir *iespēja* un *vajadzība*, bet vispārīgajos dabaszinātņu likumos – jēdziens *jauda*. No tā izriet, ka, pirmkārt, ir nepieciešams izveidot saikni starp jēdzieniem *iespēja* – *vajadzība* – *jauda*. Formālā loģika uzskata jēdzienus *vajadzība* un *iespēja* kā polārus pretstatus. Tajā pašā laikā pastāv arī to dialektiskā saikne, kurai ir šāda forma: katra apmierināta vajadzība (realizēta interese, sasniegtais mērķis) ir jauna vai palielināta iespēja, bet katra jauna palielināta iespēja tiek uztverta kā apmierināta vajadzība, interese, mērķis. No iepriekš minētā izriet, ka sasniegtais mērķis (vai realizētā interese, vai apmierinātā vajadzība) nav gala rezultāts, nav gala stāvoklis, bet gan ir sistēmas starpposms iespēju pieauguma tempa maiņas procesam. Katrs šī procesa posms ir cikls ar sākumu un beigām. Cikla sākumā ir pāris: noteikta iespēja jeb pieejamā jauda un neapmierināta vajadzība jeb nepieciešamā jauda. Šis pāris *iespēja* – *vajadzība* apzīmē pretrunu jeb sistēmu analīzes valodā – problēmu kā atšķirību starp pieejamo un nepieciešamo jaudu. Šīs pretrunas atrisināšana jeb problēmas risinājums tiek veikts ar ideju palīdzību, kas rodas cilvēku prātos. Šo ideju īstenošana nodrošina pretrunas atrisināšanu, t.i., pieejamās un nepieciešamās jaudas atšķirības minimizēšanu, nodrošina vajadzību apmierināšanu un atbilstošu iespēju pieaugumu. Tas noslēdz vienu laika ziņā nepārtrauktu procesa ciklu. Nākamajā ciklā process atkārtojas, bet ar paaugstinātām iespēju un vajadzību īpašībām, citu sociālo laiku (Kuznecov, 2015).

Nosakot attiecības starp jēdzieniem *iespēja* – *vajadzība* – *iespēja*, ir iespējams, izmantojot dabaszinātņu rādītājus, izteikt tādas vadības praksē ārkārtīgi svarīgus jēdzienus kā *izaugsme*, *attīstība*, *inovatīva attīstība*, *ilgtspējīga inovatīva attīstība*, *ilgtspējīgas inovatīvas attīstības pārvaldība*. Izaugsme ir sociāli ekonomiskās sistēmas spēju pieaugums, galvenokārt pieaugot ārējās vides (sociālās un dabiskās) resursu patēriņam, nevis palielinoties pieejamo iekšējo resursu izmantošanas efektivitātei. Attīstība ir sistēmas spēju pieaugums, galvenokārt palielinot iekšējo resursu izmantošanas efektivitāti, nevis palielinot ārējās vides resursu patēriņu. Inovatīva attīstība – attīstība, paaugstinot resursu izmantošanas efektivitāti, ieviešot inovācijas,

tai skaitā progresīvākas tehnoloģijas, kas nes lielākus ienākumus. Ilgtspējīga inovātīva attīstība ir inovātīva attīstība, uzlabojot pārvaldības kvalitāti, samazinot zaudējumus, vienlaikus nepalielinot resursu patēriņa tempu, vienlaikus saglabājot attīstību negatīvas ārējās un iekšējās ietekmes apstākļos. Ilgtspējīgas inovātīvas attīstības vadība ir mērķtiecīga vadības objekta maiņa, kas nodrošina sistēmas spēju pieaugumu, paaugstinot resursu izmantošanas efektivitāti, īstenojot progresīvākas idejas, projektus, tehnoloģijas, kas rada lielākus ienākumus, uzlabojot vadības kvalitāti, samazinot zaudējumus, vienlaikus nepalielinot resursu patēriņa ātrumu un saglabājot attīstību negatīvas ārējās un iekšējās ietekmes apstākļos (Kusnetsov, 2015). Ilgtspējīgas attīstības vadība ir efektīva, ja sistēmā *cilvēks – sabiedrība – daba* ir izpildīti trīs nosacījumu pāri atbilstoši 1.8. attēlam.



Avots: autores veidots pēc Kuznecova (2015)

1.8. att./ Fig.1.8. **Ilgtspējīgas attīstības pārvaldes sistēmā cilvēks-sabiedrība-daba/ Management of sustainable development in the system human-society-nature**

Nosacījumi efektīvai pārvaldībai sistēmā *vide – sabiedrība – cilvēks* ir šādi:

1. pāris cilvēks – sabiedrība.

Nosacījums 1.-2. *cilvēks – sabiedrība*: sabiedrībā pastāv mehānisms, kas nodrošina indivīda prātā radušos ideju izmantošanu visas sabiedrības iespēju ierobežot.

Nosacījums 2.-1. *sabiedrība – cilvēks*: sabiedrība izmanto savu spēju pieaugumu kopumā, lai veidotu indivīdu, kas spēj ģenerēt un īstenot jaunas idejas sabiedrības spēju ierobežot.

2. pāris cilvēks – vide.

Nosacījums 1.-3. *cilvēks – vide*: mehānisms, kas nodrošina cilvēka iespēju izmantošanu, lai saglabātu cilvēku apkārtējās dabiskās vides iespējas.

Nosacījums 3.-1. *vide – cilvēks*: vides iespēju izmantošanas mehānisms, lai saglabātu un palielinātu cilvēka iespējas.

3. pāris sabiedrība – vide.

Nosacījums 2.-3. *sabiedrība – vide*: mehānisms, kā izmantot visas sabiedrības iespējas, lai reproducētu cilvēku apkārtējās dabiskās vides spējas.

Nosacījums 3.-2. *vide – sabiedrība*: vides iespēju izmantošanas mehānisms sabiedrības iespēju saglabāšanai un palielināšanai.

Efektīva attīstības novērtēšana un vadība, pamatojoties uz formulētajiem nosacījumiem, nozīmē sistēmas ilgtspējīgas attīstības īstenošanu dzīvības attīstības saglabāšanas likuma piemērošanas virzienā (Trusina et al., 2023).

**1.4.1. Ilgtspējīgas attīstības koncepcija enerģijas vienībās/ The concept of sustainable development in energy units**

Saskaņā ar dabaszinātņu definīcijām, *visas dzīvās sistēmas – daba un sabiedrība* – ir atvērtas, stabilas, nelīdzsvarotas sistēmas (Trusina et al., 2022) un tāpēc var izmantot dzīvo sistēmu likumus ilgtspējīgas attīstības tehnoloģiju veidošanai. Dabā nav nevienas slēgtas dzīvas sistēmas, kurai nebūtu enerģijas pieplūdes un aizplūdes ar jaudu (enerģijas plūsmu), kas būtu vienāda ar nulli. Enerģijas nezūdamības likums ir spēkā tikai slēgtas enerģijas sistēmām un

tāpēc nevar kalpot par adekvātu atvērtu, dzīvu sistēmu mērauklu. Neviendabīgo sociālo, ekonomisko, ekoloģisko un citu sistēmu mēru nekonsekvenca un nesaskaņotība noved pie nekontrolētas attīstības, kas atrauta no vispārējiem dzīvo sistēmu likumiem, kas galarezultātā var novest pie globālas sistēmiskas krīzes. Šo plaisu iespējams novērst, nosakot mēru, kas izsaka dzīvo sistēmu būtību. Saskaņā ar Baueru (*Bauer, 2002*), dzīvo sistēmu īpašība ir tāda, ka tās, izmantojot brīvo enerģiju, virzās uz un no (pret) paredzamā līdzsvara.

Pamatojoties uz stabila nelīdzsvara principu, dzīvās sistēmās cirkulējošo enerģijas plūsmu galvenā īpašība ir to spēja veikt ārēju lietderīgo darbu jeb darba spējas – lietderīgā jauda. Dzīvo atvērto sociāli ekonomisko sistēmu ilgtspējīgas attīstības koncepcija enerģijas vienībās ir balstīta uz:

- *sociāli ekonomiskās sistēmas definīciju*: sociāli ekonomiskās sistēmas ir lielas uz cilvēku balstītas sistēmas, tostarp sociālās, ekonomiskās, tehnoloģiskās, vides un citas apakšsistēmas. Sociāli ekonomiskās sistēmas ir sarežģītas adaptīvas sistēmas, kas ir atvērtas, dinamiskas, nelineāras un dzīvās sistēmas neatņemama sastāvdaļa. Sistēma ir nelīdzsvarota un attālinās no līdzsvara ar tās attīstības paātrinājumu, bet tuvojas līdzsvaram, sistēmai degradējoties.
- *pieciem galvenajiem likumiem (invariantiem)*:
  1. sociāli ekonomiskās sistēmas jaudas (jeb energoplūsmu) nezūdamības likums;
  2. sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības saglabāšanas likums;
  3. ilgtspējīgas attīstības likums (enerģijas vienībās);
  4. ilgtspējības cikliskās attīstības likums (enerģijas vienībās);
  5. sociāli ekonomiskās sistēmas enerģijas un naudas plūsmu konvertācijas likums.

### **1. Sociāli ekonomiskās sistēmas jaudas (jeb enerģijas plūsmu) nezūdamības likums.**

Sistēmas jaudas (energoplūsmu) nezūdamības likums (*Kuznecov, 2015; Odum, 2007*) nosaka, ka sociāli ekonomiskās sistēmas (kā dzīvās atvērtās sistēmas) attīstības procesā, ienākošā enerģijas plūsma (kopējā jauda)  $N(t)$  laikā periodā  $t$  ir vienāda ar izejošās lietderīgās energo plūsmas (jaudas)  $P(t)$  un jaudas zudumiem  $G(t)$  summu (formula 1.31.):

$$N(t) = P(t) + G(t), \quad (1.31.)$$

kur

$t$  - laika periods;

$N(t)$  - ienākošā enerģijas plūsma (kopējā jauda);

$P(t)$  - izejošās lietderīgās enerģijas plūsmas (jaudas);

$G(t)$  - jaudas zudumi.

### **2. Sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības saglabāšanas likums.**

Sistēmas attīstības saglabāšanas likums (*Podolinsky, 1881; Vernadsky, 2006; Odum, 2007*) nosaka, ka sociāli ekonomiskās sistēmas attīstība tiek saglabāta laika periodā pie nosacījumiem, ka saglabājas sistēmas kvalitāte telpiskā un laika dimensijā, kā arī saglabājas nepārtraukts pilnas jaudas izmantošanas (transformācijas) efektivitātes  $F(t)$  pieaugums - atbilstoši formulai 1.32.:

$$\Delta F(t) = \frac{dF(t)}{dt} \Delta t > 0, \quad (1.32.)$$

kur  $F(t)$  – tehnoloģiskās izcilības (ekselences) rādītājs.

Tehnoloģiskās izcilības rādītājs  $F(t)$  raksturo sociāli ekonomiskās sistēmas pilnas jaudas izmantošanas (transformācijas) efektivitātes nepārtrauktu pieaugumu saskaņā ar formulu 1.33.:

$$F(t) = \frac{P1(t)}{N1(t)} \quad (1.33.)$$

Oduma (*Odum, 2007*) formulējumā likums nosaka, ka dominē tās sociāli ekonomiskās sistēmas, kas maksimāli palielina kopējo lietderīgo jaudu no visiem avotiem un elastīgi ar maksimālo efektivitāti sadala šo spēku tām vajadzībām, kas ietekmē izaugsmi un attīstību. Tehnoloģiskās efektivitātes rādītājs  $F(t)$  raksturo koncentrēšanos uz zinātniski ietilpīgu “augsto

tehnoloģiju” attīstību un pielietojumu, kā arī gatavību pārejai uz nākamo tehnoloģisko posmu energoresursu sadaļā, ko nosaka šādi faktori:

- elektroenerģijas patēriņa īpatsvars gala patēriņā un šīs daļas pieauguma temps, kas nosaka ražošanas nepārtraukto procesu un digitalizācijas attīstības līmeni (Trusina, Jermolajeva, 2022);
- elektroenerģijas ražošanas industrijas attīstības līmeni, ko nosaka energoresursu daļu ar augstāko enerģijas blīvumu energonesējos, pirmkārt kodolenerģija (Weissbach et al., 2013; Stern et al., 2017).

Pilnas jaudas tehnoloģiskās (transformācijas) efektivitātes rādītājs  $F(t)$  raksturo sociāli ekonomiskās sistēmas iekšējo struktūru, un tā vērtību nosaka tehnoloģiskās paradigmas, pārvaldes paradigmas un cilvēka attīstības paradigmas noteikumi. Transformācijas efektivitātes koeficientu var definēt vispārīgā formā kā funkciju  $F$  saskaņā ar formulu 1.34.:

$$F(t) = \Phi(f(t), g(t), h(t), A_{\varphi}(t)) = A \times \Phi(\varphi(t) f(t) \times g(t) \times h(t)), \quad (1.34.)$$

kur:

$A_{\varphi}(t)$  - koeficients;

$f(t)$  - tehnoloģiskā bāze;

$g(t)$  - pārvaldes bāze;

$h(t)$  - cilvēku attīstības bāze.

Pārvaldības modelis vispārējā formā ir atkarīgs no plānošanas sistēmas un valsts regulējuma. Vienkāršotā versijā tam var būt divas vērtības:

- vērtība 0, ja lēmums pieņemts nepareizi;
- vērtība 1, ja lēmums pieņemts pareizi.

Tālāk promocijas darba autore izmanto pareiza lēmuma varbūtību.

Cilvēka attīstības modelis kopumā ir atkarīgs no izglītības struktūras un citiem sociālo ekonomisko sistēmu faktoriem. Kā pirmā līmeņa koeficienti tiek izmantoti: *tautas attīstības indekss (HDI)* un *ilgtspējīgas attīstības progresā rādītājs (SDR)*.

Tehnoloģiskais modelis ietver trīs strukturālās daļas: enerģētisko, rūpniecisko un digitālās transformācijas daļu. Enerģētiskās un rūpnieciskās daļas koeficienti raksturo ražošanas un tehnoloģiskās platformas attīstības pakāpi un mūsdienu tehniski ekonomiskās paradigmas attīstību. Visu modeļa parametru sistēma nosaka sistēmas efektivitāti, pārveidojot patērēto enerģijas plūsmu lietderīgā jaudā (skat. 6. pielikumu).

### 3. Ilgtspējīgas attīstības likums (enerģijas vienībās)

Ilgtspējīgas attīstības likums (enerģijas vienībās) (Boļšakovs et al., 2019; Trusina, Jermolajeva, 2022) nosaka, ka ilgtspējīga attīstība ir nepārtraukts brīvās lietderīgās jaudas veidošanas process ar mērķi palielināt sistēmas iespējas apmierināt esošās un nākamās pastāvīgās vajadzības, palielinot sistēmas pilnas jaudas efektivitāti, samazinot zudumus un nepalielinot patēriņa jaudu negatīvas ārējās un iekšējās ietekmes un ierobežoto resursu apstākļos. Ilgtspējīgas attīstības princips (kritērijs) ir apgalvojums, ka attīstība tiek atbalstīta ilgtermiņā, ievērojot vairākus nosacījumus invariantu koordinātu sistēmā enerģijas vienībās, kurus var formalizēt 1.35., 1.36., 1.37., 1.38. vienādojumu (formulu) sistēmā:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta N = N - N_0 = \frac{dN}{dt} \Delta t + \frac{d^2 N}{dt^2} \Delta t^2 + \frac{d^3 N}{dt^3} \Delta t^3 \quad (1.35.) \\ \Delta P = P - P_0 = \frac{dP}{dt} \Delta t + \frac{d^2 P}{dt^2} \Delta t^2 + \frac{d^3 P}{dt^3} \Delta t^3 \quad (1.36.) \\ \Delta G = G - G_0 = \frac{dG}{dt} \Delta t + \frac{d^2 G}{dt^2} \Delta t^2 + \frac{d^3 G}{dt^3} \Delta t^3 \quad (1.37.) \\ \Delta F = F - F_0 = \frac{dF}{dt} \Delta t + \frac{d^2 F}{dt^2} \Delta t^2 + \frac{d^3 F}{dt^3} \Delta t^3 \quad (1.38.) \end{array} \right.$$

Balstoties uz likuma formalizāciju un sistēmas ilgtspējīgas attīstības nepieciešamajiem un pietiekamajiem noteikumiem (formulas 1.17., 1.18., 1.19.) promocijas darba autore formulē galvenās sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības tendences (1.8. tabula).

1. *Izaugsme* – kopējās lietderīgās jaudas (saražotās produkcijas) pieaugums, galvenokārt pateicoties resursu patēriņa pieaugumam, nevis to izmantošanas efektivitātes pieaugumam.
2. *Attīstība* – kopējās lietderīgās jaudas (saražotās produkcijas) pieaugums, galvenokārt pateicoties resursu izmantošanas efektivitātes paaugstināšanai, nevis patēriņa pieaugumam.
3. *Ilgspējīga attīstība* – inovatīvās attīstības reproducēšana ilgtermiņā, ieviešot progresīvas tehnoloģijas un lietderīgās jaudas pieauguma tempa palielināšanu ilgtermiņā.
4. *Neaugsmē (nulle izaugsme)* jeb stagnācija – kopējās lietderīgas jaudas (saražotās produkcijas) pieauguma neesamība noteiktā laika periodā.
5. *Kritums* – kopējās lietderīgas jaudas (saražotās produkcijas) kritums, galvenokārt pateicoties resursu patēriņa kritumam bez tehnoloģiskās efektivitātes pazemināšanās.
6. *Degradācija* – kopējās lietderīgas jaudas (saražotās produkcijas) kritums ar tehnoloģiskās efektivitātes pazemināšanu; sistēma nevar nodrošināt savu funkciju izpildi, tiek kavēta attīstība.
7. *Sistēmas sabrukums* – sistēmas pastāvēšanas izbeigšanās process.

Apzīmējumi 1.8. tabulā:

t – laika periods;

dN(t) – ienākošās enerģijas plūsmas (kopējā jaudas) izmaiņas, nosaka atražošanas veidu;

dP(t) – izejošās lietderīgās enerģijas plūsmas (jaudas) izmaiņas, nosaka nepieciešamos noteikumus;

dG(t) – jaudas zudumu izmaiņas, nosaka pietiekošos noteikumus;

dF(t) – sistēmas tehnoloģiskās ekselences rādītāja izmaiņas, nosaka pietiekošos noteikumus.

1.8. tabula/ Table 1.8.

**Sociāli ekonomisko sistēmu attīstības tendences atkarībā no sistēmas jaudas rādītāju izmaiņu virziena/ Development trends of socio-economic systems depending on the direction of system power indicators changes**

Nr. p.k.	Sistēmas tendence	Sistēmas jaudas rādītāji				
		Atražošana	dN(t)	dP(t)	dG(t)	dF(t)
1.	Izaugsme	paplašināta	> 0	> 0	> 0	= 0
2.	Attīstība	paplašināta	≥ 0	dP > dN > 0	> 0	> 0
3.	Ilgspējīga attīstība	paplašināta	≥ 0	> 0	< 0	> 0
4.	Neaugsmē (stagnācija)	vienkārša	= 0	= 0	≥ 0	= 0
5.	Kritums	samazināta	< 0	< 0	> 0	= 0
6.	Degradācija	samazināta	= 0	< 0	> 0	< 0
7.	Sabrukums	samazināta	= 0	= 0	= 0	= 0

Avots: autores veidota

Sociāli ekonomisko sistēmu attīstība vai jebkuras kvalitatīvas stāvokļa izmaiņas notiek jaunu ideju, projektu, tehnoloģiju vai palielinātu intelektuālo iespēju ietekmē, ko var definēt kā inovācijas. Inovāciju formalizēšanas koncepcija nosaka, ka inovāciju ieviešanas laikā sistēmas pilnās jaudas izmantošanas efektivitāte mainās (palielinās vai samazinās). Intelektuālā spēja ir sistēmas spējas mainīt pilnas jaudas izmantošanas (transformācijas) efektivitāti, mainot tehnoloģiju attīstības koeficientu F(t), plānošanas kvalitāti, sabiedrības un cilvēku attīstības līmeni (Trusina et al., 2023). Tehnoloģiskās izcilības koeficientu saistībā ar pilna patēriņa jaudu N(t) un lietderīgo jaudu P(t) nosaka formula 1.39.:

$$P(t) = F(t) \times N(t) \quad (1.39.)$$

Saskaņā ar sociāli ekonomiskās sistēmas energoplūsmu modeli un ilgtspējīgās attīstības nepieciešamo noteikumu, attīstības vadību var raksturot ar paplašināšanos lietderīgās jaudas P(t) izmaiņu laika rindā formulā 1.40.:

$$\Delta P(t) = P - P_0 = b(t) \frac{dP}{dt} \Delta t + c(t) \frac{d^2P}{dt^2} \Delta t^2 + d(t) \frac{d^3P}{dt^3} \Delta t^3 \quad (1.40.)$$

Pirmais lietderīgās jaudas  $P(t)$  atvasinājums nosaka sistēmas jaudas pieaugumu vai izaugsmi, bet otrais atvasinājums – sistēmas jaudas izmaiņas paātrinājumu vai attīstību, trešais atvasinājums – ilgtspējīgas attīstības nosacījums. Pēc darba autores domām, sociāli ekonomiskās sistēmas izaugsmi nepieciešams izskatīt vismaz trīs gadus, par attīstības periodu – ne mazāk kā deviņus gadus, bet par ilgtspējīgu attīstību – ne mazāk kā 27 gadus, kas ir aptuveni viena paaudze (Trusina, Jermolajeva, 2023). Sabiedrības attīstība tiek uzskatīta par radošu procesu, kura mērķis ir mainīt brīvās enerģijas plūsmas (lietderīgās jaudas) virzienu, blīvumu un ātrumu telpā un laikā. Šīs pārmaiņas tiek panāktas, īstenojot idejas, kas rodas cilvēku prātos (Kuznecov, 2015). Balstoties uz noteiktiem rādītājiem, ir iespējams formulēt dažādus sociāli ekonomisko un dabas sistēmu attīstības virzienus (1.9. tabula), un tie var tikt izmantoti kā svarīgi rādītāji iekšējo izmaiņu un ārējo ietekmju novērtēšanai. Krituma (samazināšanās) gadījumā lietderīgās jaudas izmaiņas ir pilnas jaudas izmaiņu funkcija, bet sociāli ekonomiskās sistēmas tehnoloģiskais līmenis nemainās. Degradācijas laikā mainās tehnoloģiskais līmenis un process ilgst deviņus un vairāk gadus. Lai izveidotu jaunu pieeju un metodoloģiju sociāli ekonomiskās sistēmas rādītāju novērtēšanai energovienībās, promocijas darba autore formulē nepieciešamos terminus:

**Lietderīgā jauda  $P(t)$**  ir sociāli ekonomiskās sistēmas darbības rezultātā izveidotā lietderīgā jauda, kas tiek virzīta un izmantota sistēmas spēju palielināšanai apmierināt esošās un nākamās pastāvīgās vajadzības. Lietderīgā jauda ir sistēmas tehnoloģiskās attīstības līmeņa un enerģijas patēriņa struktūras funkcija un nosaka sociāli ekonomiskās sistēmas intelektuālo spēju attīstīties un tehnoloģisko inovāciju līmeni. Formulētās metodoloģijas ietvaros  $P(t)$  izmaiņu tendences analīze ir pamats universālo ilgtspējīgas attīstības un uzraudzības rādītāju noteikšanas pamatstruktūras veidošanai.

**Produktivitāte  $PHPE(t)$**  ir sociāli ekonomiskās sistēmas darbības rezultātā izveidotā lietderīgā jauda uz vienu nodarbināto iedzīvotāju  $LM(t)$ , kas tiek izmantota sistēmas spēju palielināšanai apmierināt esošās un nākamās pastāvīgās vajadzības.

1.9. tabula/ Table 1.9.

**Sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības tendences un posmi atkarībā no lietderīgās jaudas  $P(t)$  izmaiņu virziena/ Trends of the development of socio-economic systems depending on the direction of changes in useful power  $P(t)$**

Nr. p. k.	Sistēmas posmi	Sistēmas tendence	Minimālais periods	Tenden-ces kods	$dP(t)$	$d^2P(t)$	$d^3P$	$dF$
			gadi	x	Izaugsme	Attīstība	Ilgtspējība	x
1.	Augšana	Izaugsme	3	G	$>0$	x	x	$=0$
2.		Attīstība	9	D	$>0$	$>0$	x	$>0$
3.		Ilgtspējīga attīstība	27	SD	$>0$	$>0$	$>0$	$>0$
4.	Briedums	Neaugsmē	9	S	$=0$	x	x	$=0$
5.	Kritums	Kritums	3	DC	$<0$	x	x	$dF=0$
6.		Degradācija	9	DG	$<0$	$<0$	x	$dF<0$

Avots: autores veidota

**Dzīves kvalitāte  $QoLE(t)$**  kā mērķa funkcija enerģijas vienībās tiek definēta kā cilvēka vajadzību apmierināšanai nepieciešamā jauda uz vienu iedzīvotāju  $M(t)$  ar mērķi realizēt arvien lielākas iespējas, ņemot vērā vides kvalitāti un tehnoloģiju attīstības līmeni. Jo augstāka ir dzīves kvalitāte, jo lielāks potenciāls nodrošināt sociāli ekonomiskās sistēmas attīstību, izmantojot inovatīvās ekonomikas priekšrocības un instrumentus, lai uzlabotu dzīves telpas kvalitāti tagadējām un nākamajām paaudzēm.



#### **4. Ilgtspējības cikliskās attīstības likums (enerģijas vienībās)**

Sociāli ekonomiskās sistēmas ilgtspējības cikliskās attīstības likums (*Kuznecov, 2015; Odum, 2007*) nosaka, ka sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības tendencēm un virzieniem ir periodisks raksturs, kas iekļaujas *sistēmas dzīves ciklā* trijos posmos – *augšana, briedums un kritums*. Saskaņā ar Kuznecova (*Kuznecov, 2015*) ilgtspējīgas attīstības periodiskuma modeli (formula 1.14.) un Oduma (*Odum, 2007*) attīstības cikla modeli, sistēmas posmi tiek raksturoti šādi:

*Augšana* - posms, kurā pastāv iespējas palielināt ieejošās un izejošās enerģijas plūsmas, ir raksturīgs ar lielu izaugsmes ātrumu, vienlaikus ar ievērojamiem jaudas zudumiem. Augšanas posmā veidojas vienkāršas struktūras un produkti, konkurence minimāla. Nepieciešamais noteikums – neierobežoti materiālie, informācijas un enerģijas resursi.

*Briedums* - posms, kurā, izmantojot iepriekšējā periodā visus pieejamos avotus un uzkrāto potenciālu, sistēma ilgtermiņā nodrošina līdzsvara stāvokli ar augstu un ilgtspējīgu struktūras daudzveidību un sarežģītību. Augsta dzīves kvalitāte un taisnīga sadalījuma princips ir ciešāk saistīts ar ilgtspējīgu brieduma stāvokli nekā ar izaugsmes periodu. Brieduma posmam ir raksturīgi materiālo, informācijas un enerģijas resursu ierobežojumi, maksimāla efektivitāte un minimāli zudumi.

Pēc brieduma posma sākas *kritums* un tālāka sistēmas iespējamā pārveidošanās vai transformācija. Sociāli ekonomiskā sistēma tālāk var attīstīties vājināšanās virzienā (degradācija un sabrukšana) vai restrukturizācijas un jaunas izaugsmes virzienā. Izaugsmes un attīstības procesā uzvar un dominē tās sistēmas, kas maksimāli palielina kopējo lietderīgo jaudu no visiem avotiem un elastīgi pārdala tām vajadzībām, kas ietekmē turpmāko izaugsmes procesu. Sociāli ekonomiskās sistēmas kopējās attīstības tendences un cikla posmi ir formalizēti 1.9. tabulā.

#### **5. Sistēmas enerģijas un naudas plūsmu konvertācijas likums**

Sistēmas enerģiajs un naudas konvertācija likums (*Odums, 2007*) nosaka, ka naudas un enerģijas aprīte sociāli ekonomiskajās sistēmās ir pašas sabiedrības iekšējās organizēšanās mehānisms, lai sasniegtu maksimālās iespējas, kas palīdz uzturēt līdzsvaru starp resursu un produktu plūsmām, kuras notiek pretējā virzienā. Lietderīgās enerģijas plūsma (jauda) ir reālās bagātības mērs. Izmaiņas lietderīgās jaudas izmantošanā vai naudas aprītē maina lietderīgās jaudas/ naudas attiecību. Kad apgrozībā ir vairāk naudas, bet reālās bagātības piedāvājums nepalielinās, pirktspēja samazinās un otrādi. Jaudas/ naudas attiecība norāda apgrozībā esošās naudas vienības reālo bagātības ekvivalentu. Attīstīto valstu nacionālajām valūtām ir augsts jaudas/ naudas koeficients, kas piešķir naudai lielāku pirktspēju salīdzinājumā ar attīstības valstīm, kurās šī attiecība ir mazāka.

Noformulētās ilgtspējīgas attīstības koncepcijas (energovienībās) ietvaros ir iespējama:

- jaudas (enerģijas plūsmu) jēdziena ieviešana ilgtspējīgas attīstības definīcijā;
- attīstības invariantu koordinātu sistēmas ieviešana enerģijas mērvienībās;
- sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības un monitoringa formalizācijas procesa ieviešana, izmantojot energoplūsmu modeli.

#### **1.4.2. Sociāli ekonomiskās sistēmas ilgtspējīgas attīstības monitoringa modelis energovienībās/ *Sustainable development monitoring model of socioeconomic system in energy units***

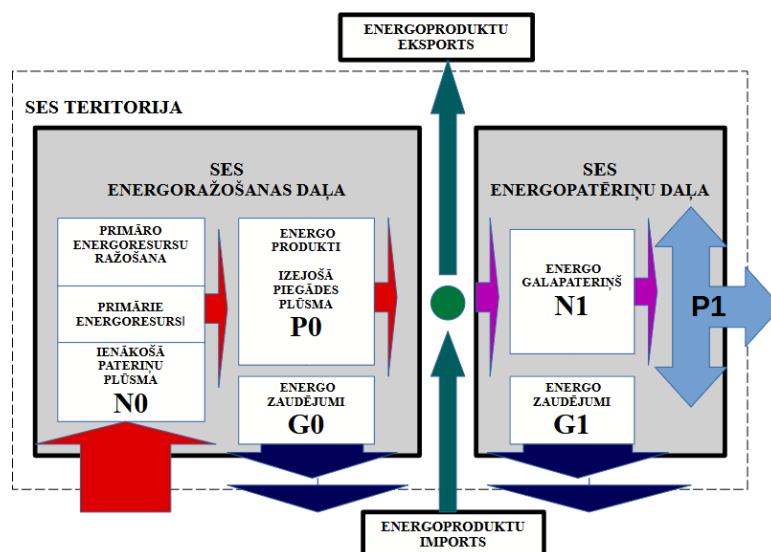
Sociāli ekonomiskās sistēmas ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli (IAMM) ir izveidojusi promocijas darba autore saskaņā ar ilgtspējīgas attīstības koncepciju enerģijas vienībās un noformulētajiem ilgtspējīgas attīstības nepieciešamajiem un pietiekamajiem noteikumiem. Sociāli ekonomiskās sistēmas energoplūsmas nodrošina sistēmas energosistēma. Energosistēma ir lielu dabisko un mākslīgo apakšsistēmu kopums, kas kalpo visu veidu enerģijas resursu pārveidošanai, sadalei un izmantošanai. No vienas puses, tās mērķis ir nodrošināt enerģijas ražošanu, pārvēršot primāro – dabisko enerģiju sekundārajā, piemēram, elektriskajā vai siltumenerģijā. No otras puses, energosistēmas mērķis kā visu veidu, metožu

un līdzekļu energoresursu kopa to ražošanai, pārveidei, sadalei un izmantošanai, ir nodrošināt un apgādāt patērētājus ar visa veida enerģiju.

Enerģētikas sistēma ietver elektroenerģijas, naftas un gāzes apgādes, ogļu rūpniecības, kodolenerģijas un citas sistēmas. Parasti visas šīs sistēmas valsts mērogā tiek apvienotas vienā energosistēmā. Valsts sociāli ekonomiskā sistēma (SES) savas teritorijas ietvaros (SES teritorija) sastāv no divām galvenajām apakšsistēmām (1.9. att.):

- SES enerģijas ražošanas apakšsistēma (daļa);
- SES enerģijas patēriņa apakšsistēma (daļa).

SES energoresursu ražošanas apakšsistēmas parametri nosaka valsts enerģijas drošību un enerģētisko suverenitāti. SES teritorijā ienākošā patēriņa enerģijas plūsma sastāv no importētiem primāriem energoresursiem un attiecīgajā teritorijā (valsts, reģions, apvienība utt.) saražotiem primāriem energoresursiem. Primārā enerģija (PE) ir dabā sastopamā enerģija, kas nav pakļauta nevienam cilvēka radītam pārveidošanas procesam. Tas ietver enerģiju, kas atrodas neapstrādātā kurināmā un citos enerģijas veidos, tostarp atkritumos. Primārā enerģija var būt neatjaunojama vai atjaunojama. Primārā enerģija tiek izmantota enerģētikas statistikā enerģijas bilanci sastādīšanā, kā arī citur enerģētikas jomā. Enerģētikā primārais enerģijas avots (PES) attiecas uz enerģijas veidiem, kas nepieciešami enerģētikas sektoram, lai radītu ekonomikā un sabiedrībā patērējamo enerģijas nesēju piegādi. Kopējā primārās enerģijas piegāde ir ražošanas un importa summa plus vai mīnus krājumu izmaiņas, mīnus eksports un bunkurēšana. Ienākošās patēriņu energoplūsmas  $N_0$  transformācijas un citu aktivitāšu rezultātā tiek izveidota izejošā piegādes enerģijas plūsma  $P_0$  energoproduktu veidā un enerģijas zudumi  $G_0$  (1.9. att.).



Avots: autores veidots

1.9. att./ Fig. 1.9. SES enerģosistēmas principiālā shēma/ Basic scheme of SES power system

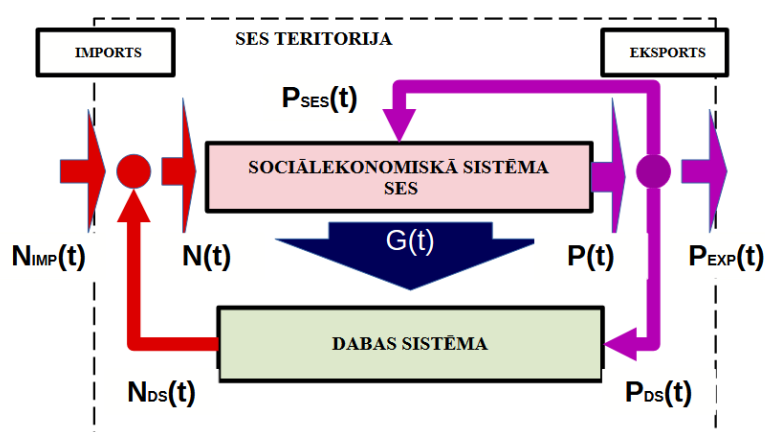
1.9. attēla apzīmējumi:

- $N_0$  – valstī ienākošā primāro energoresursu patēriņa plūsma, kas iekļauj visu veidu primāro energoresursu ražošanu un primāro energoresursu importu;
- $N_1$  – sistēmas energoresursu pilna gala patēriņa jauda;
- $P_0$  – izejošā piegādes enerģijas plūsma, kas pēc korekcijas ar energoproduktu importu un eksportu nonāk pie gala patērētāja;
- $P_1$  – sistēmas lietderīgā jauda kā sistēmas rezultāts;
- $G_0$  – jaudas zudumi enerģijas ražošanas procesā;
- $G_1$  – jaudas zudumi enerģijas resursu gala patēriņa procesā.

Izejošās piegādes energoplūsmas  $P_0$  energoprodukti, ņemot vērā energoproduktu importu un eksportu, ienāk enerģijas patēriņa apakšsistēmā kā gala patēriņa enerģijas plūsma  $N_1$ . Sociāli

ekonomiskās sistēmas gala patērētās enerģijas plūsmā  $N_1(t)$  ietilpst visa veida energoresursi dzīvības, ražošanas, tehnoloģisko un citu procesu atbalstam – tās ir sabiedrības esošās vajadzības vai potenciālās iespējas. Sociāli ekonomiskās sistēmas pilna patērēto energoresursu jauda  $N_1(t)$  un jaudas izmaiņas ātrums ir iedzīvotāju skaita  $M(t)$  un ekonomiskās sistēmas struktūras funkcija.

Promocijas darba ietvaros sociāli ekonomiskās sistēmas (SES) ilgtspējīgas attīstības analīzē kā modelis (energovienībās) tiek pieņemts sistēmas gala patēriņa energoplūsmu modelis (1.10. att.). Tā ietvaros gala patēriņa pilnā jauda (enerģijas plūsma)  $N_1(t)$ , ko saņem sociāli ekonomiskā sistēma noteiktā teritorijā, ir vienāda ar summu plūsmu – no dabas sistēmas  $N_{1NS}(t)$  un ārējā importa  $N_{1IMP}(t)$  plūsmu uz attiecīgo teritoriju. Darbības rezultātā SES zaudē daļu jaudas  $G_1(t)$  un rada lietderīgo jaudu (energoplūsmu)  $P_1(t)$ . Visi plūsmu apzīmējumi gala patēriņa energoplūsmu modeļa ietvaros tiek apzīmēti ar indeksu “1”. Pilna gala patēriņa jauda  $N_1(t)$  sociāli ekonomiskās sistēmas ietvaros tiek izmantota, transformēta un pārveidota par pilnu lietderīgo jaudu  $P_1(t)$ . Lietderīgā jauda  $P_1(t)$  (darba mērs) nozīmē iespējas jeb saražoto kopproduktu, kas varētu būt izmantojams sistēmas jaudas palielināšanai  $P_{1SES}(t)$  vai iedarbībai uz apkārtējo vidi  $P_{1DS}(t)$ , lai pēc laika  $dt$  sabiedrība savā rīcībā varētu saņemt dažādas resursu plūsmas, ko mēra ar vērtību  $N(t+dt)$  – kopējā izdalītā patērētā primārā energoresursu jauda.  $N(t)$  vērtība ir daudzkārt lielāka par  $P(t)$  vērtību. Pēc  $N(t)$  jaudas pārveidošanas un transformācijas, sistēma zaudē jaudas daļu  $G(t)$  – zaudētās iespējas. Sistēmas rīcībā esošās jaudas apjoms ir sistēmas iespējamās ietekmes mērs uz vidi. Pieprasījums ir sistēmas nepieciešamās iespējas (jauda), kas šobrīd (konkrētā laikā) nav pieejamas, bet kurām ir jābūt, lai saglabātu attīstību nākotnē.



Avots: autores veidots

1.10. att./ Fig. 1.10. Sociāli ekonomisko sistēmu enerģijas jaudas (enerģijas plūsmu) shēma/ Scheme of energy power (energy flows) of socio-economic systems

Apzīmējumi 1.10. attēlā:

$N_1(t)$  – pilna gala patēriņa jauda;

$N_{1DS}(t)$  – gala patēriņa jaudas daļa no dabas sistēmas;

$N_{1IMP}(t)$  – gala patēriņa daļa no energoresursu importa;

$P_1(t)$  – pilna lietderīgā jauda;

$P_{1SES}(t)$  – daļa no pilnās lietderīgās jaudas, kas atgriežas sistēmā;

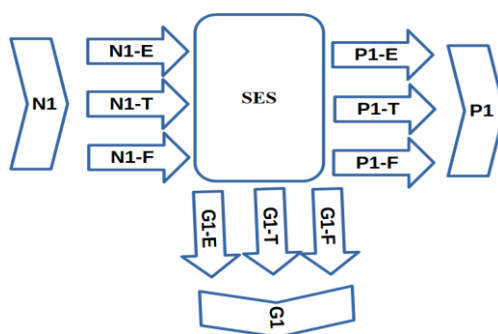
$P_{1DS}(t)$  – daļa no pilnās lietderīgās jaudas, kas iedarbojas uz dabas sistēmu;

$P_{1EXP}(t)$  – daļa no lietderīgās jaudas, kas aiziet uz eksportu;

$G_1(t)$  – sistēmas jaudas zudumi.

Pieņemtā modeļa ietvaros sociāli ekonomiskās sistēmas (SES) gala patēriņa pilna jauda  $N_1(t)$  summāri sastāv no fosilās enerģijas patērētās jaudas (mašīnas, mehānismi un tehnoloģiskie procesi)  $N_1-T(t)$ , elektroenerģijas patēriņa jaudas  $N_1-E(t)$ , kā arī pārtikas un barības patēriņa jaudas  $N_1-F(t)$  (1.11.att.). Katra no šīm atsevišķajām plūsmām veido lietderīgo

jaudu ( $P1-E$ ,  $P1-T$ ,  $P1-F$ ), kas summāri dod pilnu lietderīgo jaudu  $P1(t)$ . Sistēmas jaudas zudumi  $G1(t)$  veidojas pēc tā paša principa.



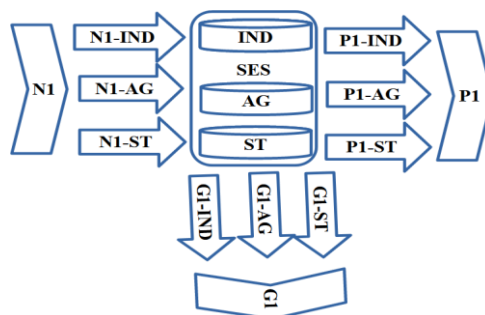
Avots: autores veidots

1.11. att./ Fig. 1.11. Sociāli ekonomisko sistēmu enerģijas plūsmu (jaudas) shēma pēc enerģijas ražošanas avotiem/ Scheme of energy flows (power) of socio-economic systems by sources of energy production

Atbilstoši Klārka-Fišera strukturālo izmaiņu teorijai (Trusina et al., 2023), iespējams identificēt trīs ekonomikas nozares:

- primārā nozare, kas ietver lauksaimniecību, izejvielu ieguvu, kalnrūpniecību, zvejniecību un mežsaimniecību;
- sekundārā nozare, kas ietver rūpniecisko ražošanu un būvniecību;
- terciārais sektors, kas ietver visa veida pakalpojumus.

Atbilstoši 1.10. attēla shēmai, pilnu gala patēriņa jaudu  $N1(t)$ , lietderīgo jaudu  $P1(t)$  un jaudu zudumus  $G(t)$  iespējams sadalīt trīs plūsmās pa nozarēm – industriālās nozares plūsmā (IND), lauksaimniecības ieguves un mežsaimniecības nozares plūsmā (AG) un visa veida pakalpojumu plūsmā (ST) (1.12. att.). Savukārt katras nozares enerģijas plūsmas summāri sastāv no fosilās patērētās enerģijas jaudas (mašīnas, mehānismi un tehnoloģiskie procesi)  $N1-T(t)$ , elektroenerģijas patēriņa jaudas  $N1-E(t)$  un pārtikas un barības patēriņa jaudas  $N1-F(t)$ .



Avots: autores veidots

1.12. att./ Fig. 1.12. Sociāli ekonomisko sistēmu enerģijas plūsmu (jaudas) shēma pēc nozaru enerģijas patēriņa/ Scheme of energy flows (power) of socio-economic systems by sector

Katra nozares enerģijas plūsma un plūsmas no dažādiem enerģijas avotiem summāri kopā atbilst sociāli ekonomiskās sistēmas jaudas saglabāšanās likumam (formula 1.31.). Promocijas darba ietvaros tiek analizēta sociāli ekonomiskā sistēma kā gala patēriņa sistēma, kas savas darbības rezultātā pārveido un transformē ienākošās enerģijas plūsmas. Vispārējā gadījumā pilna primārās enerģijas patēriņa plūsma  $N0(t)$  ieiet sistēmā un veidojas no plūsmām, kas attiecas uz primārās enerģijas izmantošanu pirms pārveidošanas par citu gala patēriņa energoresursu, kas ir vienāda ar vietējo ražošanu  $N0_D(t)$  plus imports  $N0_{IMP}(t)$  plus citi veidi  $N0_W(t)$ , kas iekļauj krājumu izmaiņas, eksportu un energoresursus, kas piegādāti ar starptautiskajā transportā iesaistītajiem kuģiem un lidmašīnām (formula 1.41.):

$$N0(t) = N0_D(t) + N0_{IMP}(t) + N0_W(t) \quad (1.41.)$$

Sistēmas patērētā enerģijas plūsma jeb gala patēriņa pilnā jauda  $N1(t)$  ietver visu veidu energoresursus, kas nepieciešami dzīvības, ražošanas, tehnoloģisko un citu procesu nodrošināšanai saskaņā ar 1.42. formulu:

$$N1(t) = N1-T(t) + N1-E(t) + N1-F(t), \quad (1.42.)$$

kur :

$N1(t)$  - gala patēriņa pilna jauda;

$N1-T(t)$  - fosilo enerģijas patērētā jauda (mašīnas, mehānismi un tehnoloģiskie procesi);

$N1-E(t)$  - elektroenerģijas patēriņa jauda;

$N1-F(t)$  - pārtikas un barības patēriņa jauda.

Gala patēriņa energoresursu plūsmu summa nosaka sabiedrības vajadzības un potenciālu, ekonomikas apjomu (*Podolinsky, 1881; Bauer, 2002; Shamaeva, 2019*). Saskaņā ar dzīvo sistēmu jaudas saglabāšanas likumu (*Kuznecovs, 2015*), galvenais sociāli ekonomisko sistēmu attīstības mērķis ir darbības rezultātā palielināt lietderīgās jaudas  $P(t)$  apjomu un samazināt zaudējumus  $G1(t)$ . Sistēmas lietderīgā jauda  $P1(t)$  noteikta saskaņā ar formulu 1.43.:

$$P1(t) = N1-T(t) \times J_T + N1-E(t) \times J_E + N1-F(t) \times J_F, \quad (1.43.)$$

Esošā modeļa ietvaros 2019. gadā enerģijas pārveidošanas parametrs konkrētiem resursiem  $J$  vērtība ir : - fosilai degvielai  $J_T = 0.25$ ; - pārtikai  $J_F = 0.05$  (UNSC, 1974; Lindeman, 1942); - elektrībai  $J_E = 0.80 + EA \times 0.20$ , kur  $EA$  – elektrības daļa, kas saņemta no kodolenerģijas avotiem.

Jaudas zudumi  $G1(t)$  ir starpība starp sistēmas pilnu jaudu un lietderīgo jaudu, kas izteikta vatos ( $W$ ), ko aprēķina saskaņā ar 1.44. formulu:

$$G1(t) = N1(t) - P1(t) \quad (1.44.)$$

Promocijas darba autore ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeļa bāzes rādītāju aprēķinam izmanto rādītājus no oficiālām datu bāzēm un analizējamo valstu enerģijas bilancēm (*EuroStat, IEA, World bank*) (1.10. tabula).

1.10. tabula/ *Table 1.10.*

**SES energoresursu patēriņa rādītāju minimālais bāzes ietvars/ *The minimum basic framework of energy resources consumption indicators of the SES***

Nr.p.k.	Rādītājs	Apzīmējums
1.	Primāro energoresursu patēriņš	PC
2.	Energoresursu gala patēriņš	FC1-N
3.	Elektroenerģijas gala patēriņš	FC1-E
4.	Fosilo energoresursu gala patēriņš	FC1-T
5.	Elektroenerģijas gala patēriņš uz vienu iedzīvotāju	FCD-E
6.	Energoresursu gala patēriņš industriālā sektorā	FC1-IND
7.	Energoresursu gala patēriņš lauksaimniecības sektorā	FC1-AG
8.	Energoresursu gala patēriņš ne-enerģētikas vajadzībām	FC1-NON

*Avots: autores apkopotie dati no Pasaules Bankas, EuroStat, ANO UNDATA un IEA datu bāzēm*

Visi enerģijas bilances dati ir norādīti teradžoulos (TJ), naftas ekvivalenta kilotonnās (kgoe) un gigavatstundās (GWh), kas tika pārveidoti un turpmāk izmantoti vatos ( $W$ ), saskaņā ar pārveidošanas noteikumiem (skatīt 7. pielikumu).

Izmantojot sociāli ekonomiskās sistēmas energoresursu patēriņa rādītāju minimālo bāzes ietvaru (1.10. tabula), saskaņā ar iepriekš aprakstītajiem ilgtspējīgās attīstības likumiem un formulām (formulas 1.31., 1.33., 1.40., 1.41., 1.42., 1.43., 1.44.), definēti ilgtspējīgas attīstības bāzes rādītāji (1.11. tabula).

Promocijas darbā energoplūsmas un visi energoresursu parametri tiek pārveidoti jaudas vienībās Vatos ( $W$ ), ņemot vērā gada vidējo stundu skaitu – 8760 stundas un pārveidošanas vienādojumu 1 Vats stundā ( $W/h$ ) = 3600 džouli ( $J$ ) = 0.9 kkal.

**Ilgspējīgas attīstības monitoringa modeļa (IAMM) galvenie rādītāji/ The key indicators of the sustainable development monitoring model (SDMM)**

Nr. p.k.	Rādītājs	Apzīmējums	Mērvienība	Formula
1.	Pilna (primārā) jauda, sistēmas apjoms, primārās vajadzības	N0	W	$N0(t) = [PC]$
2.	Elektroenerģijas gala patēriņa jauda	N1- E	W	$N1-E(t) = [FCN-E]$
3.	Fosilās enerģijas gala patēriņa jauda	N1-T	W	$N1-T(t) = [FCN1-T]$
4.	Pilna gala patēriņa jauda, sistēmas apjoms, vajadzības	N1	W	Formula 1.42.
5.	Lietderīgā jauda, sistēmas iespējas, inovāciju līmenis	P1	W	Formula 1.43.
6.	Gala patēriņa jaudas zudumi, sistēmas zaudētās iespējas, ietekme uz vidi	G1	W	Formula 1.44.
7.	Tehnoloģiskā efektivitāte	F1	%	$F(t) = P1(t) / N1(t)$
8.	Vides kvalitāte	Q1	%	$Q(t) = G1(t-1) / G1(t)$
9.	Elektrības gala patēriņa daļa no enerģijas gala patēriņa	E1	%	$E(t) = N1-E(t) / N1(t)$
10.	Ekoloģiskā pēda	FOOT	W	$FOOT(t) = G1(t) / S$
12.	Gala patēriņa jauda uz vienu iedzīvotāju	D1	W	$D(t) = N1(t) / M(t)$
13.	Elektroenerģijas gala patēriņa jauda uz vienu iedzīvotāju	D1-E	W	$D1-E(t) = N1-E(t) / M(t)$
14.	Dzīves standarts	U1	W	$U1(t) = P1(t) / M(t)$
15.	Produktivitāte	PHPE	W	$PHP = P1(t) / LM(t) \times M(t)$
16.	Dzīves kvalitāte	QoLE	W	$QoLE(t) = U(t) \times Q(t) \times TAN(t)/100$

Avots: autores veidota

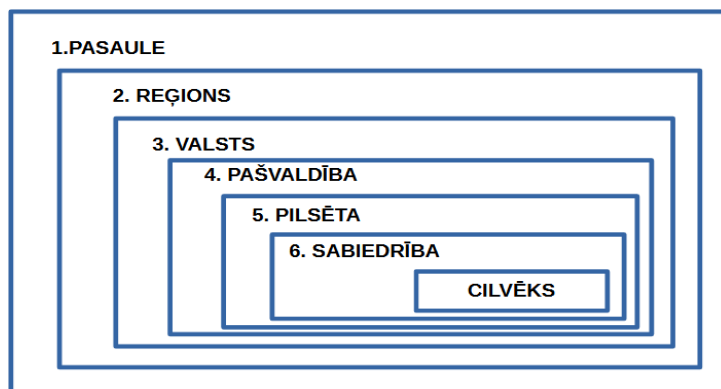
Ilgspējīgas attīstības modelis ietver rādītājus energovienībās, kā arī integrētos rādītājus uz vienu iedzīvotāju, tai skaitā:

- gala patēriņa jauda uz vienu iedzīvotāju D1;
- elektroenerģijas gala patēriņa jauda uz vienu iedzīvotāju D1-E;
- dzīves standarts kā gala patēriņa lietderīgā jauda uz vienu iedzīvotāju U1;
- produktivitāte energovienībās kā gala patēriņa lietderīgā jauda uz 1 nodarbināto PHPE;
- dzīves kvalitāte enerģijas vienībās uz vienu iedzīvotāju QoLE.

### 1.5. Sociāli ekonomiskās sistēmas novērtēšanas metodoloģija/ Socio-economic system evaluation methodology

Sistēmas ilgtspējīgu attīstību nodrošina vairāki galvenie faktori: tehnoloģiju efektivitātes paaugstināšana; resursu efektivitātes koeficienta palielināšana; plūsmas kontroles kvalitātes paaugstināšana; lietderīgās jaudas plūsmu blīvuma palielināšanās. Ja sistēmas jaudas pieaugumu (brīvās enerģijas plūsmas pieaugumu) nenodrošina šie faktori, bet gan kopējā enerģijas patēriņa pieaugums, tad nenotiek sociālās sistēmas (ražošanas) attīstība, bet gan tās ekstensīva izaugsme. Ilgtspējīgas attīstības kontekstā *Objekts* ir telpiski ierobežota sistēmas *daba-sabiedrība-cilvēks* daļa (apakšsistēma), kurā ir dabas resursi, apdzīvotība un saimniekošanas sistēma, kas veic vadības darbības dzīvības uzturēšanai un attīstībai.

Promocijas darba ietvaros tiek identificēti seši sociāli ekonomisko vērtējamo Objektu līmeņi sistēmā *daba – sabiedrība – cilvēks* (1.13. att.): 1. Pasaule, 2. Reģions, 3. Valsts, 4. Pašvaldība, 5. Pilsēta, 6. Sabiedrība. To var definēt kā *ligzdotu* sistēmu (Bolshakov et.al, 2019). Katrs no Objekta sešiem līmeņiem var tikt izskatīts kā *Vērtējamais Objekts*.

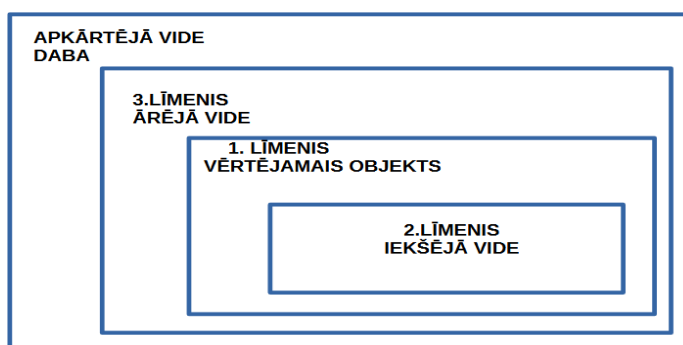


Avots: autores veidots

1.13. att./ Fig. 1.13. **Vērtējamā Objekta struktūra kā ligzdota sistēma/ Structure of the evaluated object as a nested system**

Viena vai otra līmeņa Vērtējamā Objekta apraksts, kā arī dažādu līmeņu Vērtējamo Objektu savstarpējā mijiedarbība ir parādīta 1.14. attēlā. Katram Vērtējamam Objektam (1. līmenis) ir ārējā vide (3. līmenis) un iekšējā vide (2. līmenis). Visos līmeņos notiek mijiedarbība arī ar apkārtējo vidi.

Saskaņā ar Vērtējamā Objekta struktūru 1.14. attēlā, katrā līmenī, ieviešot invarianšu koordinātu sistēmu energovienībās iespējams veikt: integrālo kritēriju un rādītāju izvēli; sistēmisku esošā stāvokļa izvērtēšanu; dažādu risinājumu vidēja un ilgtermiņa seku novērtējumu; objektu parametriskās dinamikas paredzamos novērtējumus; sociāli ekonomisko objektu attīstības mērķu atlasīšanu; priekšlikumu efektivitātes un vērtības aprēķinu; vidēja un ilgtermiņa stratēģiju izstrādi izvirzīto ilgtermiņa attīstības mērķu sasniegšanai.



Avots: autores veidots

1.14. att./ Fig. 1.14. **Vērtējamā Objekta mijiedarbība dažādos līmeņos/ Interaction of the evaluated object at different levels**

Tālāk ir aprakstīta Vērtējamā Objekta kā sociāli ekonomiskās sistēmas esošā (pašreizējā) stāvokļa novērtēšana saskaņā ar definētiem metodiskiem uzdevumiem.

### **1. līmenis: Vērtējamais objekts kopumā**

Objekta esošā situācija kopumā tiek vērtēta 3 posmos:

#### **1. posms. Objekta vērtējums naudas izteiksmē.**

Saskaņā ar Starptautiskā Valūtas fonda (SVF) rekomendācijām, valsts sociāli ekonomisko stāvokli nosaka vairāki rādītāji: iekšzemes produkts uz vienu iedzīvotāju, industrializācijas pakāpe, eksporta dažādība, ekonomikas finanšu sektora integrācijas pakāpe pasaules finanšu sistēmā. 1.12. tabulā ir apkopoti rādītāji pēc SVF rekomendācijas (Nr. 1., 2., 4., 5., 9., 10., 11.), kā arī papildus rādītāji, kas raksturo Vērtējamo Objektu kopumā.

**Sociāli ekonomiskās sistēmas (valsts) attīstības rādītāju minimālais bāzes ietvars/ The minimum basic framework of socio-economic system development indicators**

Nr. p.k.	Rādītājs	Apzīmējums	Mērvienība
1.	2.	3.	4.
1.	Iekšzemes kopprodukts pēc pirktspējas paritātes	IKP PPP	ASV dolāri
2.	Iekšzemes kopprodukts pēc pirktspējas paritātes uz vienu iedzīvotāju	PPX	ASV dolāri
3.	Iedzīvotāji	M	Cilvēku skaits
4.	Preču un pakalpojumu eksports, % no IKP	EXP	%
5.	Neto enerģijas importa daļa, % no enerģijas patēriņa	IMPE	%
6.	Koriģētie neto ietaupījumi uz vienu iedzīvotāju	ANS	ASV dolāri
7.	Nodarbinātie iedzīvotāji, % no iedzīvotāja skaita	LM	%
8.	Rūpniecības (ieskaitot būvniecību) pievienotā vērtība, % no IKP	IND	%
9.	Lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības pievienotā vērtība, % no IKP	AG	%
10.	Pakalpojumu (ieskaitot transporta) pievienotā vērtība, % no IKP	ST	%
11.	Teritorija	S	km <sup>2</sup>
12.	Cilvēku dzīves ilgums	TAN	gadi

Avots: autores apkopotie dati no Pasaules Bankas, EuroStat, ANO UNDATA datu bāzes

Ilgspējīgas attīstības izstrādes procesā katra valsts papildus izvēlās sociāli ekonomiskos rādītājus.

2.posms. Objekta vērtējums enerģijas vienībās.

Saskaņā ar ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli (IAMM), sistēmas energoplūsmu modeli un jaudas izmaiņu sistēmanalīzi (1.10. tabula, 1.11. tabulas), tiek aprēķināti sistēmas (Vērtējamā Objekta) ilgtspējīgas attīstības rādītāji. Izveidotā ilgtspējīgas attīstības modeļa integrēto rādītāju minimālā kopa sastāv no 12 rādītājiem (1.13. tabula).

**Ilgspējīgas attīstības monitoringa modeļa (IAMM) integrēto rādītāju minimālā kopa/ The integrated minimal set of indicators of the sustainable development monitoring model (SDMM)**

Nr.p.k.	Rādītājs	Apzīmējums	Mērv.
1.	Pilna gala patēriņa jauda, sistēmas apjoms vai vajadzības	N1	W
2.	Elektrības gala patēriņa jauda	N1-E	W
3.	Lietderīgā jauda, sistēmas iespējas, inovāciju līmenis	P1	W
4.	Jaudas zudumi, sistēmas zaudētās iespējas, ietekme uz vidi	G1	W
5.	Tehnoloģiskā efektivitāte	F1	%
6.	Elektrības gala patēriņa jaudas daļa	E1	%
7.	Elektrības ražošana no kodolenerģijas avotiem, % no kopējā apjoma	EA	%
8.	Iedzīvotāju skaita izmaiņas	dM	%
9.	Ekoloģiskā pēda	FOOT	W
10.	Produktivitāte	PHPE	W
11.	Dzīves standarts	U1	W
12.	Dzīves kvalitāte	QoLE	W

Avots: autores izveidota

Rādītāji minimālā komplektā nodrošina teorētiski pamatotu, būtisku, pilnīgu pieeju ilgtspējīgas attīstības mērīšanai, un ar to palīdzību jebkura sociāli ekonomiskā sistēma (valsts)



varētu noteikt savu potenciālu ilgtspējīgai attīstībai. Šajā posmā pēc pilnas gala patēriņa jaudas  $N11(t)$  un elektrības gala patēriņa jaudas  $N1-E(t)$  laika rindu analīzes tiek identificēti *kritiskie punkti, sistēmas izaugsmes, attīstības vai neaugsmes un krituma intervāli*. Intervālos tiek analizēta energoresursu ieejošās plūsmas, lietderīgās jaudas  $P(t)$ , produktivitātes  $PHPE(t)$  un dzīves kvalitātes  $QoLE(t)$  izmaiņas. Sociāli ekonomiskās sistēmas lietderīgās jaudas  $P(t)$  dinamikā tiek identificēti *augšanas, brieduma un krituma posmi*.

3.posms. Objekta naudas un enerģijas plūsmu mijiedarbības un konvertācijas vērtējums.

### **Naudas plūsmu un enerģijas plūsmu konvertācijas novērtējums.**

Vērtējamo sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) naudas un enerģijas plūsmu sabalsētības nolūkā tika aprēķināts naudas/ jaudas konvertācijas koeficients 1990.-2019. gadā. Saskaņā ar aprēķinātajiem datiem, 2007. gadā pasaules vidējā *naudas/ jaudas attiecība bija 21 ASV dolārs par vienu vatu* (1.15. att.). Šī rādītāja vērtība pasaulē pieauga, kas nozīmēja pirktspējas pieaugumu (5. likums). Konvertācijas koeficienta  $PW$  vidējās pasaules vērtības izmaiņas grafika ekstrapolācija parāda (1.15. att.), ka 1971. un 1972. gadā koeficienta vērtība bija  $PW=1$ , kas nozīmē  $1W=1\$$  jeb sabalansētu izaugsmi un attīstību. Konvertācijas koeficienta  $PW$  vērtību noteikā gadā var aprēķināt pēc formulas 1.45.:

$$PW = 0.5863 (\text{gadskaitlis}) - 1156 \quad (1.45.)$$

Pētījuma ietvaros tika aprēķinātas un izmantotas šādas  $WP$  koeficienta vērtības:

Gads	1990.	2000.	2010.	2020.	2030.	2040.	2050.	2060.
<b>PW</b>	11	17	22	28	34	40	46	52

Iekšzemes kopproduktu pēc pirktspējas paritāti uz vienu iedzīvotāju  $PPXE$  (pēc jaudas analīzes metodes) un atšķirību ar  $PPX$  (pēc IKP PPP analīzes metodes), kas apzīmēts ar  $SK(t)$ , tiek aprēķināti pēc formulām 1.46. un 1.47. :

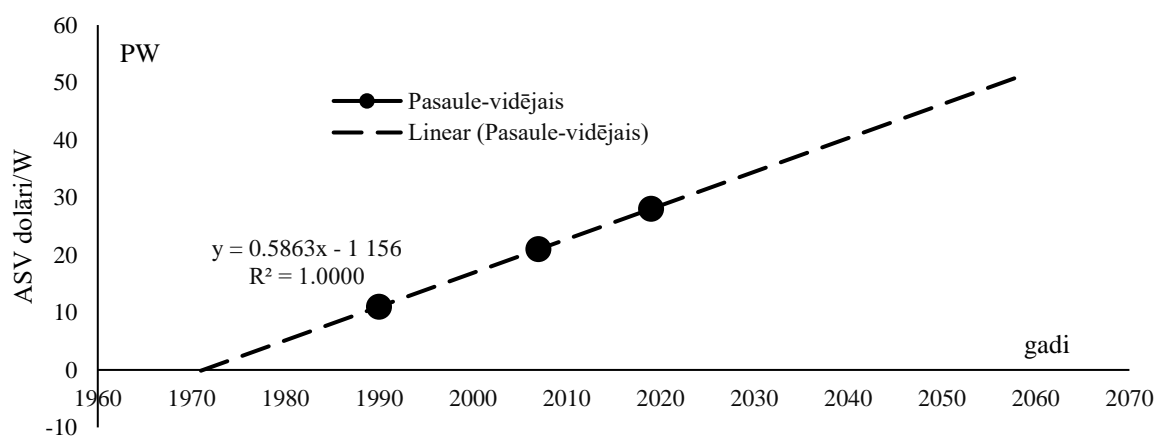
$$PPXE(t) = U1(t) \times PW(t) \quad (1.46.)$$

$$SK(t) = PPX(t) - PPXE(t) \quad (1.47.)$$

kur:

$PW(t)$  - pasaules vidējo naudas/ jaudas konvertācijas koeficientu;

$U1$  - pilna patēriņa jauda uz vienu iedzīvotāju.



Avots: autore aprēķini

1.15. att./ Fig. 1.15. **Naudas/ jaudas konvertācijas rādītāja  $PW$  izmaiņas 1990.-2019. gadā/ Changes in the money/power conversion indicators  $PW$  in 1990-2019**

Pasaules vidējo naudas/ jaudas konvertācijas koeficientu  $PW$  promocijas darba ietvaros autore izmanto naudas plūsmas noteikšanai, kas ir nodrošināta ar lietderīgās jaudas (enerģijas plūsmu) apjomu.

## Naudas plūsmas un enerģijas plūsmas cēloņsakarības analīze

Valstu IKP PPP un jaudas patēriņa saistību un cēloņsakarības novērtējumam tika regresijas analīze, izmantojot Pīrsona koeficienta aprēķinu, Grendžera cēloņsakarības testu un Durbina-Vatsona testu (9. pielikums). Greindžera cēloņsakarības tests ir statistiskās hipotēzes tests, lai noteiktu, vai viena laika rinda ir cēlonis citu laika rindu prognozēšanai. Pārbaudē tika izmantots lineārās daudzregresijas modelis, lai pārbaudītu attiecības starp vienu atkarīgo mainīgo (endogēno) un vairākiem neatkarīgiem (eksogēniem) mainīgajiem. Izvēlētie mainīgie: gala energoresursu patēriņa jauda  $N1(t)$ ; elektrības patēriņa jauda  $N1-E(t)$ ; lietderīgā jauda  $P(t)$ ; elektrības daļa kopējā gala patēriņā  $E1(t)$ . Papildus iegūtajiem datiem tika veikts Durbina-Vatsona tests (*parameters d*), pēc kura rezultātiem konstatējot, ka pirmajā nobīdē nav autokorelācijas atlikumos. Testa rezultāti parādīja, ka visos gadījumos, kad  $F$  vērtība ir mazāka par  $F$  kritisko vērtību, nulles hipotēzi par izlašu vienādām variācijām nevar noraidīt pie nozīmības līmeņa  $\alpha=0.05$ , un variācijas izlasēs ir vienādas.

### 2. līmenis: Objekta iekšējā vide

#### Sociāli ekonomiskās sistēmas (valsts) jaudu un naudas plūsmu analīze pēc Kaldora sektorālā modeļa.

Otrajā līmenī tiek analizēta Objekta ekonomikas sektorālā struktūra, izmantojot rādītājus naudas vienībās un energovienībās. 1.14. tabulā iekļauti rādītāji, kas atspoguļo Objekta IKP PPP sektorālo struktūru: STINA-R – ražošanas sektora daļa no IKP (naudas vienībās) attiecībā pret ražošanas sektora gala patēriņa jaudas daļa no pilnas patēriņa jaudas (energovienībās) un ISTINA-R – lauksaimniecības sektora gala patēriņa daļa no IKP pret industrijas daļas no IKP (naudas vienībās) attiecībā pret lauksaimniecības gala patēriņa daļas pret industrijas gala patēriņa daļas no pilna gala patēriņa (energovienībās). Rādītāji izveidoti *Kaldora ekonomikas sektorālā modeļa* formalizācijas rezultātā, un AG apzīmē lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības īpatsvaru IKP, bet IN - rūpniecības (ieskaitot būvniecību) īpatsvars IKP (8. pielikums). Izmantojot Kaldora sektorālo modeli, katrai vērtējamai valstij (2.1.1. apakšnodaļā) tika aprēķināti rādītāji STINA un I-STINA izmantojot attiecīgos rādītājus jaudas un naudas vienībās (1.14. tabula): - STINA-E un ISTINA-E - rādītāji energovienībās; - STINA un ISTINA - rādītāji naudas vienībās; - STINA-R un ISTINA-R - attiecīgo rādītāju naudas vienības attiecībā pret rādītāju enerģijas vienībās.

1.14. tabula / Table 1.14.

#### Sociāli ekonomiskās sistēmas sektorālie rādītāji/ Sectoral indicators of the socioeconomic system

Nr. p.k.	Rādītājs	Apzīmējums	Formula
1.	Industrializācijas faktors naudas vienībās	STINA	$STINA = (100 - IN - AG) / (IN + AG)$
2.	Lauksaimniecības faktors naudas vienībās	I-STINA	$ISTINA = IN / AG$
3.	Industrializācijas nodarbinātības faktors	EMINA	$EMINA = (100 - LM_{IN} - LM_{AG}) / (LM_{IN} + LM_{AG})$
4.	Lauksaimniecības nodarbinātības faktors	EMISA	$EMISA = LM_{IN} / LM_{AG}$
5.	Industrializācijas faktors energovienībās	STINA-E	$STINA-E = (100 - (N1-IND) - (N1-AG)) / ((N1-IN) + (N1-AG))$
6.	Lauksaimniecības faktors energovienībās	ISTINA-E	$ISTINA-E = (N1-IDN) / (N1-AG)$
7.	Industrializācijas faktors naudas vienībās attiecībā pret faktoru energovienībās	STINA-R	$STINA-R = STINA / STINA-E$
8.	Lauksaimniecības faktors naudas vienībās attiecībā pret faktoru energovienībās	ISTINA-R	$ISTINA-R = ISTINA / ISTINA-E$

Avots: autoreis veidota

Kritiskais STINA-R rādītājs ir 1.0, kas nozīmē balansu jeb līdzsvaru. Ja vērtība ir mazāka par 1.0, tas nozīmē ka valsts ekonomikas pakalpojuma un transporta sektori vairāk patērē energoresursus nekā rada pievienoto vērtību. Ja ir vairāk par 1.0, tad ir otrādi, t.i., servisa un transporta sektori veido lielāku pievienoto vērtību. Aprēķinos tiek izmantota informācija no 1.12. un 1.17. tabulas. Kritiskais ISTINA-R rādītājs ir 1.0, kas nozīmē balansu jeb līdzsvaru. Ja vērtība ir mazāka par 1.0, tas nozīmē, ka ekonomikas industrijas sektors ir neefektīvs attiecībā pret lauksaimniecības sektoru. Ja ir vairāk par 1.0, tad ir otrādi, t.i., industrija ir efektīva attiecībā pret lauksaimniecību.

Atbilstoši STINA rādītāja vērtībai darba autore izveidoja sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) ekonomikas klasifikāciju (1.15. tabula), kas raksturo valstis, sākot no postindustriālās sabiedrības (16.pielikums) un ekonomikas ar augstu IKP līmeni uz vienu iedzīvotāju un lielu servisa daļu (IS grupa) līdz valstīm ar industriālo un agrāro ekonomiku ar zemu servisa un infrastruktūras līmeni (AG grupa). Salīdzinājumā ar SVF valstu klasifikāciju, valstis ar STINA vērtību virs 2.0 ir attīstītas valstis, bet ar STINA vērtību zem 2.0 – attīstības valstis (1.15. tabula).

1.15. tabula/ Table 1.15.

**Sektorālo rādītāju klasifikācija/ The sectoral structure indicators**

<b>Autores klasifikācijas apzīmējumi</b>	<b>STINA vērtība</b>	<b>Ekonomikas un sabiedrības apraksts</b>	<b>SVF klasifikācija</b>
IS	4.0 <	Postindustriālā ekonomika Informācijas un zinātnes sabiedrība	Attīstīta ekonomika
PE	3.1 – 3.9	Pārejas ekonomika	Attīstīta ekonomika
HT	2.1 – 3.0	Augsto tehnoloģiju ekonomika	Attīstīta ekonomika
IN	1.0 – 2.0	Industriālā ekonomika	Attīstības ekonomika
AG	< 1.0	Industriālā un agrārā ekonomika Vāja infrastruktūra	Attīstības ekonomika

Avots: autores veidota

**3. līmenis: Objekta mijiedarbība ārējā vidē, pozicionēšana un konkurētspēja pasaulē**

Objekta novērtēšanai ārējā vidē tiek ieviesti integrālie rādītāji valsts pozīcijas novērtējumam pasaules mērogā (1.16. tabula).

1.16. tabula/ Table 1.16.

**Sociāli ekonomiskās sistēmas rādītāji valsts novērtējumam pasaules līmenī/ Indicators of the object for evaluation at the world level**

<b>Nr. p.k.</b>	<b>Rādītājs</b>	<b>Apzīmējums</b>	<b>Formula / avots</b>
1.	Enerģijas imports, % no kopējā enerģijas patēriņa	EIMP	Pasaules Banka
2.	Valsts iedzīvotāju daļa pasaulē	$m_i$	$m_i(t) = M_i(t) / M_w(t)$
3.	Valsts IKP īpatsvars pasaules IKP	$ikp_i$	$ikp_i(t) = IKP_i / IKP_w$
4.	Valsts elektrības patēriņa jaudas daļa pasaulē	$e_i$	$e_i(t) = N1-E_i / N1-E_w$
5.	Valsts gala patēriņa pilnas jaudas daļa pasaulē	$n_i$	$n_i(t) = N1_i / N1_w$
6.	Valsts lietderīgās jaudas daļas vērtība pasaulē	$p_i$	$p_i(t) = P_i(t) / P_w(t)$
7.	VALSTS GLOBĀLĀ KONKURĒTSPĒJA	$WM_i$	$WM_i(t) = p_i(t) / m_i(t)$
8.	VALSTS TEHNOLOGISKĀ KONKURĒTSPĒJA	$WE_i$	$WE_i(t) = e_i(t) / ikp_i(t)$
9.	VALSTS ILGTSPĒJĪBAS POTENCIĀLS	$WP_i$	$WP_i(t) = p_i(t) / ikp_i(t)$

Avots: autores veidota

Valsts relatīvais svars pēc lietderīgās jaudas un iedzīvotāju skaita WM saskaņā ar konkurences likuma energovienībās (58. lpp.) raksturo katras atsevišķas valsts globālā konkurētspēju pasaules līmenī, normalizējot uz iedzīvotāju skaitu.

Valsts relatīvais svars pēc elektrības gala patēriņa jaudas un iekšzemes kopprodukta WE saskaņā ar sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības likumu (2. likums 61. lpp.) raksturo katras atsevišķas valsts tehnoloģisko konkurētspēju pasaules līmenī.

Valsts relatīvais svars pēc lietderīgās jaudas un iekšzemes kopprodukta WP saskaņā ar sociāli ekonomiskās sistēmas ilgtspējīgās attīstības likumu (3. likums 62. lpp.) un enerģijas un naudas plūsmu konvertācijas likumu (5. likums 65. lpp.) raksturo katras atsevišķas valsts ilgtspējības potenciālu jeb naudas/ jaudas plūsmu sabalansētības dinamika.

### Valstu mijiedarbības integrālie rādītāji

Vērtējamo sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) mijiedarbības un savstarpējās ietekmes analīzei izmantota mijiedarbības matrica – valstis/ ilgtspējīgas attīstības rādītāji enerģijas vienībās (1.17. tabulā) attiecīgajā gadā.

1.17. tabula/ Table 1.17.

#### Vērtējamo valstu rādītāju matrica/ Indicators matrix of the evaluated objects

Valsts	1. rādītājs	2. rādītājs	....	....	....	12. rādītājs
1. valsts	$V_{11}$	....	....	....	....	$V_{1,12}$
...	....	....	....	....	....	....
N. valsts	$V_{N,1}$	....	....	....	....	$V_{N,12}$

Avots: autores veidota

Izmantojot korelācijas funkciju, tiek aprēķināta un izveidota mijiedarbības korelācijas matrica valstis/ valstis (1.18. tabula).

1.18. tabula/ Table 1.18.

#### Vērtējamo valstu mijiedarbības korelācijas matrica IAMM kontekstā noteiktā gadā/ Interaction correlation matrix of the evaluated countries in the context of the SDMM in a given year

Valsts	1. valsts	2. valsts	....	....	....	N. valsts
1. valsts	1					$CR_{N,1}$
2. valsts	$CR_{1,2}$	1				....
....	....	....	....	....	....	....
N. valsts	$CR_{1,N}$	....	....	....	....	1

Avots: autores veidota

Aprēķinātais korelācijas koeficients ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeļa (IAMM) ietvaros raksturo valstu mijiedarbības līmeni.

### 1.5.1. Sistēmas stāvokļa definēšana invariantu koordinātu sistēmā/ Defining the state of the system in an invariant coordinate system

No ilgtspējīgas attīstības teorijas principa (formulas 1.35., 1.36., 1.37., 1.38. sadaļā 1.4.1.) izriet, ka attīstība ir ilgtspējīga, ja ir izpildīti:

**NEPIECIEŠAMĀIS NOTEIKUMS** – lietderīgās jaudas  $\Delta P(t)$  pozitīva dinamika;  
**PIETIEKAMĀIS NOTEIKUMS** – tehnoloģiskās efektivitātes  $\Delta F(t)$  pozitīva dinamika un jaudas zudumu  $\Delta G(t)$  negatīva dinamika.

Galvenie rādītāji sistēmas iespējamo stāvokļu un mērķu formulēšanai apkopoti 1.19. tabulā.

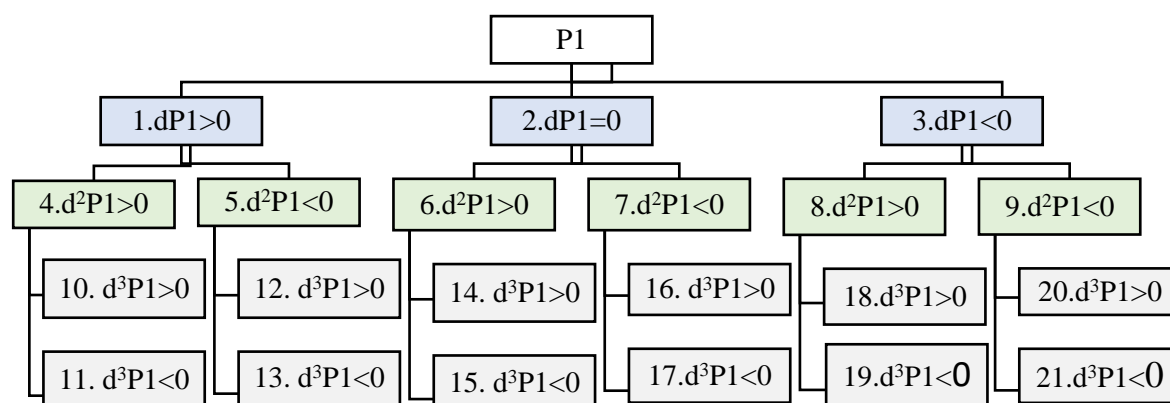
**Galvenie rādītāji potenciālo mērķu veidošanai/ Key indicators for building of potential targets**

Nr. p.k.	Rādītājs	Apzīmējums	Izmaiņas	Izmaiņu ātrums	Izmaiņu paātrinājums
1.	Lietderīgā jauda	P1	dP1	d <sup>2</sup> P1	d <sup>3</sup> P1
2.	Pilna gala patēriņa jauda	N1	dN1	d <sup>2</sup> N1	d <sup>3</sup> N1
3.	Elektrības gala patēriņa jauda	N1-E	dN1- E	d <sup>2</sup> N1 -E	d <sup>3</sup> N1-E
4.	Jaudas zudumi	G1	dG1	d <sup>2</sup> G1	d <sup>3</sup> G1
5.	Tehnoloģiskā ekselence	F1	dF1	d <sup>2</sup> F1	d <sup>3</sup> F1
6.	Elektrības gala patēriņa jaudas daļa	E1	dE1	d <sup>2</sup> E1	d <sup>3</sup> E1
7.	Produktivitāte	PHPE	dPHPE	d <sup>2</sup> PHPE	d <sup>3</sup> PHPE
8.	Dzīves kvalitāte	QoLE	dQoLE	d <sup>2</sup> QoLE	d <sup>3</sup> QoLE

Avots: autores veidota

Pirmajā iterācijā izvēlēta rādītāja izmaiņas var iegūt vienu no trim vērtībām: 1) “+” nesamazinās; 2) “-” samazinās; 3) “0” neizmainās.

Otraajā iterācijā papildus tiek analizēts rādītāja izmaiņu ātrums un precizēta sistēmas pozīcija. Katrs lietderīgās jaudas P1(t) izmaiņu veids saskaņā ar 1.16. attēlu nosaka noteiktas izmaiņas sistēmas iespējās un ietekmē valsts attīstības scenāriju.



Avots: autores veidots pēc Bolshakov (2019)

1.16. att./ Fig. 1.16. **Vērtējamā Objekta lietderīgās jaudas P1 izmaiņu diagramma/ Diagram of the change in useful power P1 of the evaluated object**

Iespējamie attīstības scenāriji atbilstoši lietderīgās jaudas P1(t) izmaiņas diagrammai aprakstīti 1.20. tabulā. Datu analīze sākas no izaugsmes, neaugsmes vai attīstības krituma, kas varētu ilgt kā minimums trīs gadus. Tālāk – ne mazāk kā deviņu gadu nepārtraukta perioda laikā tiek analizēti iespējamie attīstības varianti, un nākamais analizējamais periods ir ne mazāk ka 27 gadi jeb ilgtspējīga attīstība. Līdzīgā veidā izmaiņas tiek sadalītas visos ilgtspējīgas attīstības pārvaldības rādītājos M, N1, U1, Q, F1.

**Sistēmas esošās/ iespējamās attīstības tendences saskaņā ar lietderīgās jaudas izmaiņām  
1.16. attēlā/ Existing/possible systems development trends according to the useful power  
changes in Fig. 1.16.**

Nr. p.k.	Sistēmas tendences	Minimālais ilgums, gadi
1.	IZAUGSME	3
2.	NEAUGSME	3
3.	KRITUMS	3
4.	Izaugsme – strauja ar attīstību	9
5.	Izaugsme ar tendenci uz attīstības tempa samazināšanos	9
6.	Neaugsmes ar tendenci uz attīstības tempa paātrināšanos	9
7.	Neaugsmes ar tendenci uz attīstības tempa samazināšanos un stagnāciju	9
8.	Kritums ar tendenci uz attīstības tempa paātrināšanos	9
9.	Kritums ar tendenci uz attīstības tempa samazināšanos un degradāciju	9
10.	ILGTSPĒJĪGA ATTĪSTĪBA	27
11.	Strauji augošs, bet neilgtspējīgs	27
12.	Izaugsme ar ilgtspējīgu pieauguma tempa samazināšanos	27
13.	Izaugsme ar ātruma un stabilitātes samazināšanos	27
14.	Joprojām pastāv iespēja pāriet uz ilgtspējīgu izaugsmi	27
15.	Iespēja joprojām pastāv ar izredzēm uz paātrinātu, bet neilgtspējīgu izaugsmi	27
16.	Iespēja joprojām pastāv ar izaugsmes perspektīvu ar ilgtspējīgu ātruma samazināšanos	27
17.	Iespēja joprojām pastāv, bet nākotnē ir sagaidāms paātrināts un ilgtspējīgs kritums	27
18.	Iespējas šobrīd samazinās, taču ir izredzes virzīties uz paātrinātu un ilgtspējīgu izaugsmi	27
19.	Iespēja samazinās, bet nākotnē gaidāma paātrināta, bet nestabila izaugsme	27
20.	Iespēja samazinās, bet nākotnē ir gaidāma izaugsme ar ilgtspējīgu ātruma samazināšanos	27
21.	Iespējas strauji samazinās	27

Avots: autores veidota

Iegūtās rādītāja vērtības ļauj identificēt mērķa stāvokli un pēc tam aprēķināt valsts kā Objekta nepieciešamo stāvokli un vajadzības. Dažādu attīstības scenāriju apraksts ir parādīts 1.21. tabulā.

**Objekta attīstības tendences formalizācijas apraksta piemēri/ Exaples of formalized  
description of systems different development trends**

Nr. p.k.	Tendence	dM	dP1	d <sup>2</sup> P1	d <sup>3</sup> P1	dF1	dQoLE	d <sup>2</sup> QoLE	d <sup>3</sup> QoLE
1.	Izaugsme	> 0	> 0	= 0	= 0	> 0	> 0	= 0	= 0
2.	Attīstība	> 0	> 0	> 0	= 0	> 0	> 0	> 0	= 0
3.	Ilgtspējīga attīstība	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0	> 0
4.	Stagnācija	< 0	= 0	= 0	= 0	= 0	= 0	= 0	= 0
5.	Kritums	< 0	< 0	> 0	= 0	= 0	< 0	> 0	= 0
6.	Degradācija	< 0	< 0	< 0	= 0	< 0	< 0	< 0	= 0

Avots: autores veidota

Katrs mērķis atbilst noteiktam sociāli ekonomiskās sistēmas stāvoklim. Lai noteiktu atbilstību starp mērķa tipu un Objekta pašreizējo stāvokli, ir jāaprēķina mērķa rādītāju vērtības noteiktam laikam, un iegūtais rezultāts jāsaista ar iespējamo mērķa tipu klasifikatoru. Rezultātā var saņemt atbildi uz jautājumu: kāda veidā mērķi atbilst Objekta esošajam stāvoklim.

### 1.5.2. Sistēmas ilgspējīgas attīstības stratēģisko mērķu formulēšana

Nākamais posms ir sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības stratēģiskās vīzijas, mērķu un rādītāju formulēšana. Balstoties uz ilgspējīgas attīstības koncepcijas galvenajiem definējumiem, sociāli ekonomiskās sistēma (valsts) ir sarežģīta nelineāra sistēma, tāpēc nevar izmantot lineārās prognozēšanas metodes, tai skaitā ekstrapolācijas, lineārās regresijas un citas.

Ilgspējīgas attīstības prognožu modeļi promocijas darba ietvaros tiks veidoti ilgspējīgas attīstības monitoringa modeļa (IAMM) ietvaros, izmantojot scenāriju pieeju un formulējot scenāriju modeļus. Galvenie scenāriju izstrādes modelēšanas nosacījumi ietver:

- sistēmas vīzijas veidošanu, kas ir vēlamās nākotnes veidošana, kuru iespējams īstenot vislabvēlīgākajos apstākļos. Vīzija ietver misijas un mērķu definēšanu;
- Prognozēšanu, kas ietver nākotnes attīstības prognozēšanu, pamatojoties uz pašreizējo notikumu un tendenču analīzi, izmantojot statistikas vai ekonomiskās metodes. Prognoze ir vērsta uz kvantitatīviem raksturlielumiem un neņem vērā visus riskus. Iespējamajiem notikumiem ir jābūt ar augstu varbūtības līmeni, ka tie notiks;
- Scenāriju veidošanu, kas ir iespējamo notikumu attīstības apraksts nākotnē, kas balstās uz noteiktiem nosacījumiem un pieņēmumiem.

Veicot scenāriju plānošanu, vīzijas un prognozes tiek izmantotas kā ievade, bet scenāriji darbojas kā procesa gala rezultāts. Visu veidu mērķus var izmantot kā analīzes iespējas saskaņā ar procedūrām IAMM modeļa ietvaros. Iespējamos mērķa rādītājus var izmantot kā sākotnējos uzstādījumus: populācija (iedzīvotāju skaits), kas nesamazinās; ražošanas dubultošana; iedzīvotāju dzīves līmeņa dubultošana; dzīves kvalitātes uzlabošana.

### 1.5.3. Sistēmas ilgspējīgas attīstības monitoringa koncepcija un integrētie rādītāji/ *System sustainable development monitoring concept and integrated indicators*

Sociāli ekonomiskās sistēmas *uzraudzības jeb monitoringa jēdziens* ir daudz plašāks nekā tikai novērošana, ekonomikas un sociālās sfēras stāvokļa izvērtēšana. Uzraudzības procesā jāveido informācijas atbalsta sistēma, kas kļūst par pamatu vadības lēmumu pieņemšanai. Jāatzīmē, ka sociāli ekonomisko sistēmu monitoringam ir paplašināts raksturs, kurā var identificēt gan iekšējās, gan ārējās vides faktorus, kas pozitīvi vai negatīvi ietekmē šo sistēmu attīstību. Tādējādi ir iespējams ne tikai konstatēt izvērsto mērķu sasniegšanas procesa stāvokli un dinamiku, bet arī, pamatojoties uz ticamiem datiem, izstrādāt efektīvus vadības lēmumus, ņemot vērā to, ka to savlaicīga īstenošana ļaus neitralizēt negatīvo ietekmi vai pat palielināt pozitīvo faktoru ietekmi, tādējādi maksimāli paaugstinot sociāli ekonomiskās attīstības mērķus (Trusina et al., 2023).

Uzraudzība (monitorings) ir jāuztver un jāanalizē ar sistemātisku pieeju, kas ietver vairākus secīgus posmus:

- uzraugāmā objekta stāvokļa nepārtrauktas uzraudzības process;
- informācijas bāzes veidošana par objektu izmaiņām;
- objekta stāvokli un attīstību ietekmējošo faktoru izpēte;
- kontrole pār objektu izmaiņu raksturu;
- noviržu un to cēloņu novērtējums, pamatojoties uz kritēriju (rādītāju) sistēmu.

Monitorings, no sistemātiskās pieejas viedokļa, ir sociāli ekonomiskās sistēmas savstarpēji saistītu elementu kopums, kas ietver šādas sastāvdaļas (Bolshakov et al., 2019):

- monitoringa objekts un priekšmets;
- mērķis un uzdevumi;
- vienība, kas sastāv no dažādām ieinteresēto personu grupām;
- monitoringa metodiskā un metodiskā bāze;
- rādītāji un rādītāju sistēma;
- resursu nodrošināšana;
- uzraudzības procesa īstenošanas organizēšana.

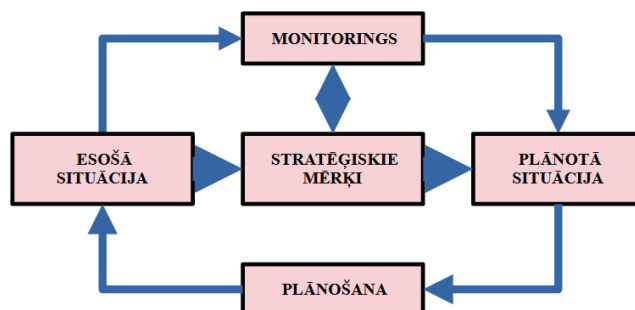
Attiecībā uz sociāli ekonomiskās attīstības uzraudzību, var atzīmēt vairākus aspektus:

1. monitoringa objekts ir sociāli ekonomiskā sistēma un tās atsevišķie sektori, nozares, saimnieciskās darbības veidi u.c.;
2. monitoringam jābūt vērīgam ne tikai uz ekonomikas sektoru, bet arī uz sociālās sfēras stāvokļa uzraudzību;
3. monitoringa priekšmets ir sociāli ekonomiskās attīstības procesi un rezultāti dinamikā, ņemot vērā ietekmējošos ārējos un iekšējos faktorus;
4. uzraudzības mērķis ir nodrošināt iestādēm un ieinteresētajām pusēm nepieciešamo, savlaicīgu un būtisku informāciju, kurai adekvāti jāatspoguļo valsts vai atsevišķa reģiona kā sociāli ekonomiskās sistēmas daļas stāvokļa un attīstības nozīmīgākie rādītāji;
5. monitoringa priekšmetam ir diezgan sarežģīta un neviendabīga struktūra, un tas ietver, pirmkārt, iestādes; otrkārt, dažādas organizācijas, kuras var iesaistīt noteiktas informācijas vākšanā un analīzē; treškārt – dažāda veida informācijas patērētāji.

Monitoringa metodiskā bāze balstās uz šādu organizēšanas principu sistēmu:

- mērķtiecība attiecībā uz sociāli ekonomiskās attīstības mērķu sasniegšanu;
- sistematiska pieeja;
- sarežģītība;
- uzraugāmā objekta novērošanas nepārtrauktība;
- informācijas iegūšanas biežums;
- rādītāji un rādītāju salīdzināmība dinamikā.

Rādītāju sistēmas izstrādē nosaka monitoringa objekts, priekšmets, mērķis un uzdevumi, kā arī izveidotā metodiskā bāze. Turklāt ir nepieciešams noteikt objekta (valsts kā sociāli ekonomiskā sistēma) būtiskākās īpašības gan kopumā, gan atsevišķiem elementiem. Rādītājiem jāatbilst vairākiem nosacījumiem: izmērāmība, pieejamība, uzticamība, salīdzināmība, periodiskums. Sociāli ekonomiskās sistēmas monitoringa struktūra ietver vairākus elementus (1.17. att.).



Avots: autores veidots

1.17. att./ Fig. 1.17. **Monitoringa sistēmas struktūra/ The structure of monitoring system**

Tai skaitā:

- esošās situācijas apraksts un parametri;
- definētie stratēģiskie mērķi;
- plānotā sistēmas situācija;
- plānošanas process;
- monitoringa process.

SES uzraudzības sistēmas darbības organizācija ietver vairākus secīgus posmus:

1. uzraugāmā objekta esošā stāvokļa nepārtraukta uzraudzība;
2. informācijas bāzes veidošana par objektu dinamikā;
3. objekta stāvokli un attīstību ietekmējošo faktoru izpēte;
4. kontrole pār objektu izmaiņu raksturu;
5. noviržu un to cēloņu novērtējums, pamatojoties uz kritēriju (rādītāju) sistēmu.



## Kopsavilkums par 1. nodaļu/ *Summary of Chapter 1*

1. Sabiedrības attīstība un globālās ekonomikas pārveidošana uz ilgtspējīgiem pamatiem ir viens no mūsdienu nozīmīgākajiem izaicinājumiem visas planētas mērogā. Tas prasa fundamentālas izmaiņas gan cilvēku apziņā, gan darbībā; tas prasa jaunu redzējumu un jaunas pieejas, lai veidotu jaunu realitāti. Ilgtspējīgas attīstības plānošanas un monitoringa teorētisko aspektu izpēte ir pamats esošo sistēmu trūkumu izvērtēšanai un tālākai pilnveidošanai.

2. Vājās ilgtspējības koncepcija tika noformulēta 20. gadsimta 70. gados kā neoklasicisma ekonomiskās izaugsmes teorijas paplašinājums, uzskatot neatjaunojamus dabas resursus par ražošanas faktoru. Tā kļuva par galveno virzienu 90. gados ilgtspējīgas attīstības diskursa un kapitāla teorijas kontekstā. Neoklasicisma ekonomika pieņem, ka enerģija un matērija (preces) cirkulē praktiski slēgtā neierobežotu resursu (izejvielu) un bezgalīgu pārstrādes iespēju (izejas) sistēmā, ko ekonomikā sauc par negatīvām ārējām sekām. Atšķirībā no neoklasicisma teorijas, ekoloģija neuzskata cilvēka ekonomiku nodalīti no dabas, bet gan gluži pretēji uzskata to par daļu no sociāli ekonomiskās sistēmas, kas apmainās ar vidi un tās sastāvdaļām ar vielu, enerģiju un informāciju. Uz šīs teorētiskās bāzes balstās stiprās ilgtspējības koncepcija.

3. Ilgtspējīgas attīstības definīcija paredz, ka ir nepieciešams taisnīgs resursu un aktīvu sadalījums starp paaudzēm, tāpēc ir vajadzīga koncepcija, kas ļauj novērtēt, vai tiek panākta paaudžu vienlīdzība. Klasiskā attīstības teorija lielu uzsvāru liek uz investīcijām un kapitālu kā galvenajiem attīstību noteicošajiem faktoriem, kas tradicionāli aprobežojas ar ekonomikas attīstības izpratni, paplašinot tirgus un palielinot antropogēno kapitālu. Šī teorija tiek arvien vairāk pilnveidota, lai risinātu arī jautājumu par to, kā panākt ilgtspējīgu attīstību.

4. Sākumpunkts uz kapitālu balstītas ilgtspējīgas attīstības rādītāju mērīšanas sistēmas izstrādei ir Nacionālo kontu sistēma, kas apraksta saskaņotu, konsekventu un integrētu makroekonomisko kontu kopumu starptautiski saskaņotu jēdzienu, definīciju, klasifikāciju un grāmatvedības noteikumu kontekstā. No 2009. gada sākās vides ekonomiskās uzskaites sistēmas enerģijas kontu izstrāde Eiropas statistikas sistēmā. Pamatojoties uz ES Regulas Nr. 691/2011 VI pielikumu, pirmā obligātā datu vākšana tika uzsākta 2017. gadā.

5. Dabaszinātņu pieeja ekonomikā ir balstīta uz koncepciju, ka sociālie, ekonomiskie un vides procesi ir balstīti uz enerģijas, matērijas un informācijas plūsmu transformācijām, kas ir visu dabas un sociālo procesu pamatā. Daba zinātnes likumi veido sociālo, ekonomisko un vides procesu fundamentālu ierobežojumu kopu un zinātnisko pamatu apsvērumiem sociāli ekonomiskās aktivitātes mijiedarbībā ar dabas procesiem. Pastāvošās materiālās, enerģijas un informācijas savstarpējās saiknes starp sociālajiem, ekonomiskajiem un vides procesiem netika atspoguļotas un analizētas tradicionālajās sociālajās un ekonomiskajās teorijās.

6. Pēc Kuzņecova attīstības modeļa, *ilgtspējīga attīstība* ir nepārtraukts brīvās lietderīgās jaudas veidošanās process ar mērķi palielināt sistēmas iespējas apmierināt esošās pastāvīgās vajadzības, palielinot sistēmas pilnas jaudas efektivitāti, samazinot zudumus un nepalielinot patēriņa jaudu negatīvas iekšējās un ārējās ietekmes apstākļos.

7. Pēc Oduma cikliskā modeļa, sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības tendences un virzieni iekļaujas *sistēmas dzīves ciklā* – augšana, briedums un kritums. Pēc brieduma perioda sistēmas tālākā attīstība var notikt vājināšanas virzienā (degradācija un sabrukšana) vai restrukturizācijas un jaunas izaugsmes virzienā. Izaugsmes un attīstības procesā dominē tās sistēmas, kas maksimāli palielina kopējo lietderīgo jaudu no visiem avotiem un elastīgi pārdala tām vajadzībām, kas ietekmē turpmāko izaugsmes procesu.

8. Promocijas darba autore izveidojusi sociāli ekonomiskā sistēmas novērtēšanas metodoloģiju un ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli (IAMM), iekļaujot trīs metodiskos uzdevumus:

1. jaudas (enerģijas plūsmu) jēdziena ieviešana ilgtspējīgas attīstības definīcijā;
2. invariantu koordinātu sistēmas ieviešana enerģijas mērvienībās;

3. formalizācijas procesa ieviešana, izmantojot sistēmas energoplūsmu modeli, Kaldora IKP sektorālo modeli un jaudas izmaiņu sistēmanalīzes metodoloģiju.

Šo uzdevumu risinājums dod iespēju veikt: integrālo kritēriju un rādītāju izvēli; sistēmisku esošā stāvokļa izvērtēšanu; dažādu risinājumu vidēja un ilgtermiņa seku novērtējumu; objektu parametriskās dinamikas paredzamos novērtējumus; sociāli ekonomisko objektu/ sistēmu attīstības mērķu atlasī; vidēja un ilgtermiņa stratēģiju izstrādi izvirzīto ilgtspējīgas attīstības mērķu sasniegšanai.

## 2. DAŽĀDU SOCIĀLI EKONOMISKO SISTĒMU (VALSTU) ATTĪSTĪBAS RĀDĪTĀJU IZMAIŅU ANALĪZE NAUDAS IZTEIKSMĒ UN ENERGOVIENĪBĀS/ ANALYSIS OF CHANGES IN THE DEVELOPMENT INDICATORS OF DIFFERENT SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS (COUNTRIES) IN MONEY AND ENERGY UNITS

Lai aprobētu promocijas darba autores izveidoto *ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli (IAMM)*, 2. nodaļā tiek analizētas dažādas sociāli ekonomiskās sistēmas (valstis) (2.1. tabula) saskaņā ar 1.4. un 1.5. apakšnodaļā aprakstīto teoriju un salīdzinot valstu rādītājus pēc divām metodēm:

1. IKP naudas izteiksmē;
2. attīstības rādītājiem invariantu koordinātu sistēmā energovienībās, pamatojoties uz promocijas darba autores metodi, kas balstās uz Kuzņecova un Oduma vienādojumiem. Tādējādi iegūti atšķirīgi analizējamo sociāli ekonomisko sistēmu ilgtspējīgas attīstības novērtēšanas rezultāti, izskaidroti to nozīme valsts esošās (konkrētās) situācijas novērtēšanā, demonstrēti izmantošanas scenāriji turpmākās attīstības prognozēšanas un monitorēšanas procesā.

Promocijas darba ievaros tika izvēlētas, analizētas un novērtētas 15 sociāli ekonomiskās sistēmas (valstis) **trīs grupās** (2.1.tabula):

1. piecas attīstītās valstis – ASV, Japāna, Itālija Francija, Vācija;
2. piecas attīstības valstis – Brazīlija, Dienvidāfrika, Indonēzija, Ķīna, Turcija;
3. ES jaunās valstis – Latvija, Lietuva, Igaunija, Ungārija un Horvātija.

Saskaņā ar Starptautiskā Valūtas fonda lietoto terminoloģiju, *attīstītās ekonomikas* ir termins, ar kuru apzīmē pasaules *attīstītākās valstis* (SVF ziņojums, 2020). Valsts ekonomikas stāvokli parasti nosaka tādi rādītāji kā iekšzemes kopprodukts, iekšzemes produkts uz vienu iedzīvotāju, industrializācijas pakāpe, eksporta bāzes dažādība, ekonomikas finanšu sektora integrācijas pakāpe pasaules finanšu sistēmā u.c. SVF 2020. gadā klasificēja 39 valstis kā valstis ar attīstītu ekonomiku, un septiņas no tām ir postindustriālās valstis, kas veido zinātnes sabiedrību: ASV, Kanāda, Japāna, Lielbritānija, Vācija, Francija, Itālija. Promocijas pētījumā 1. grupā tika izvēlētas **ASV, Japāna** un trīs ES valstis – **Francija, Vācija, Itālija kā ES lielākās ekonomikas**. Galvenais izvēles kritērijs – IKP pēc pirktspējas paritātes uz vienu iedzīvotāju PPX (t) ir līdzīgs (2.1.tabula).

Promocijas darba ietvaros tika analizētas piecas attīstības valstis – **Brazīlija, Indonēzija, Ķīna, Turcija un Dienvidāfrika** (2. grupa), kas pēc ekspertu viedokļa tiek definētas kā jaunās industrializētās valstis (SVF ziņojums, 2016). Jaunās industrializētās valstis (NIC) vai valstis ar vidējiem ienākumiem ir termins, ko izmanto, lai raksturotu valsti, kuras ekonomiskās attīstības līmenis atrodas starp attīstības un attīstītajām valstīm (Trusina et al., 2023). Šī valstu kopa ir piedzīvojusi strauju makroekonomisko rādītāju pieaugumu, kas līdz ar to ir paātrinājis dabas resursu patēriņa tempus. Arī šajā valstu grupā ekonomiskās izaugsmes optimizācija tika uzskatīta par primāro stratēģiju attiecībā uz ekoloģisko sniegumu (Bogan et al., 2023). 2020. gadā SVF klasificēja šīs valstis kā *attīstības ekonomikas* jeb *jaunās ekonomikas* (15.pielikums). Lielākajai daļai no tām ir noturīgu izaugsme un stabilitāte, kas var ražot preces ar augstu pievienoto vērtību un piedalīties globālajā tirdzniecībā un finanšu tirgos. NIC valstis attīstījās pēc diviem modeļiem (Gereffi, 2009): (1) Āzijas modelis, kad attīstība orientēta uz ārējiem tirgiem (Ķīna); (2) Latīņamerikas modelis, kad attīstība orientēta uz importa aizvietošanu (Brazīlija).

Promocijas pētījumā trešajā valstu grupā tika izvēlētas un analizētas piecas **ES jaunās valstis**, kurās pēc 1991. gada bija strauja ekonomikas un sabiedrības transformācija – **Latvija, Lietuva, Igaunija, Ungārija un Horvātija**. Pēc SVF klasifikācijas, tās kā ES dalībvalstis ir pieskaitāmas pie *attīstītām valstīm*.

**Visu vērtējamo valstu raksturojums 2019. gadā/ Characteristics of all evaluated countries in 2019**

Grupa	Valsts	Apzīmējums	PPX*	S**	SVF klasifikācija	Institūcijas 2019. g.	Specifiskie faktori
1. Attīstītās valstis	ASV	US	57.4	3 796	Attīstītās valstis	NATO ES G7	Lielākās attīstītās ekonomikas pasaulē
	Vācijas	DE	50.5	357			
	Francija	FR	65.1	633			
	Itālija	IT	45.8	302			
	Japāna	JP	42.3	378			
2. Attīstības valstis	Brazīlija	BR	15.3	8 516	Attīstības valstis	G20	Jaunās industrializētās ekonomikas (NIC)
	Dienvidāfrika	ZA	14.4	1 221			
	Ķīna	CN	16.6	9 597			
	Turcija	TR	27.7	784			
	Indonēzija	ID	12.4	1905			
3. ES jaunās valstis	<b>Latvija</b>	<b>LV</b>	<b>32.9</b>	<b>65</b>	Attīstītās valstis	NATO ES	Ekonomikas un sabiedrības transformācija
	Lietuva	LT	39.9	65			
	Igaunija	EE	39.0	45			
	Ungārija	HU	34.6	93			
	Horvātija	HR	31.6	49			

\* IKP PPP uz vienu iedzīvotāju tūkstošos ASV dolāros

\*\* valsts teritorija 2019. gadā (10<sup>3</sup> km<sup>2</sup>)

Avots: autores veidota pēc Pasaules Bankas datiem

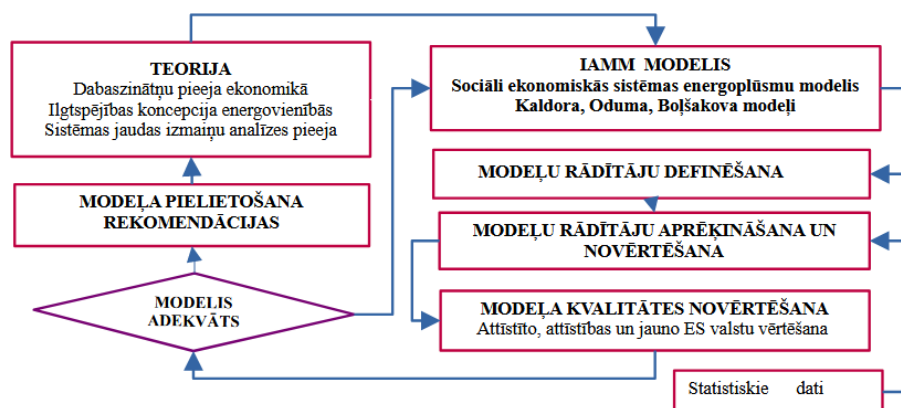
Galvenais izvēles kritērijs 3. valstu grupai – iekšzemes kopprodukts pēc pirktspējas paritātes uz vienu iedzīvotāju PPX (t) ir vienādā līmenī un līdz 1991. gadam:

- Latvija, Lietuva, Igaunija bija Padomju Savienības sastāvā, kas nozīmēja pilnīgu ekonomikas integrāciju;
- Ungārija ietilpa Varšavas līgumā un Savstarpējās ekonomiskās palīdzības padomē (SEPP);
- Horvātija bija Dienvidslāvijas sastāvā (līdz 1993. gadam).

Visas 3. grupā vērtējamās valstis – Latvija, Lietuva, Igaunija, Ungārija un Horvātija 2004. gadā iestājās Eiropas Savienībā un kļuva arī par NATO dalībvalstīm.

**2.1. Vērtējamo sociāli ekonomisko sistēmu attīstības rādītāju izmaiņu analīze naudas un enerģijas vienībās/ Analysis of changes in the development indicators of evaluated socioeconomic systems in monetary and energy units**

Sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) vērtēšana un analīze notiek pēc algoritma saskaņā ar vērtēšanas metodoloģiju (sadaļa 1.5.) un shēmu 2.1. attēlā. Promocijas darbā izmantoto datu analīzes instrumenti norādīti 9. pielikumā.



Avots: autores veidots

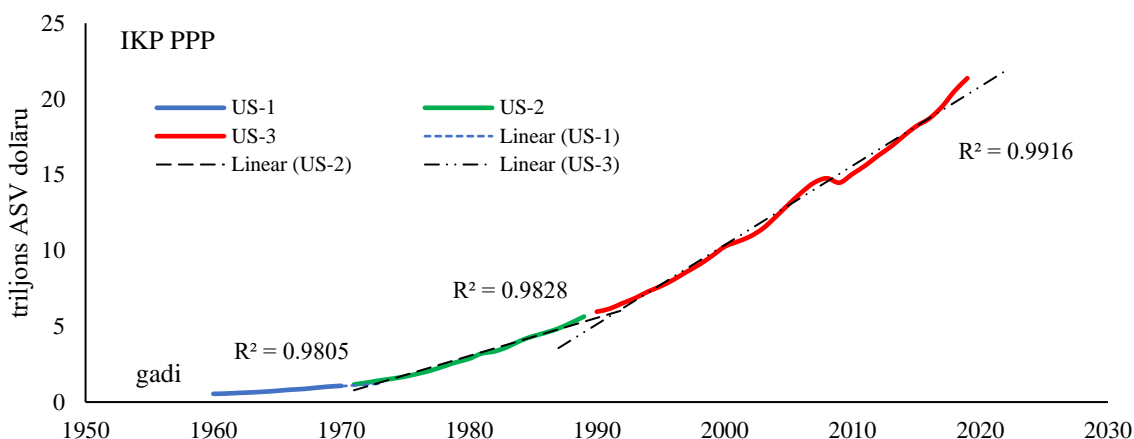
2.1. att./ Fig. 2.1. Sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) analīzes un novērtēšanas algoritms/ Algorithm for analysis and evaluated of socio-economic systems (countries)

Ilgspējīgas attīstības monitoringa modeļa IAMM rādītāju aprēķini atspoguļoti promocijas darba 10., 11., 12. un 13. pielikumā.

### 2.1.1. Vērtējamo valstu rādītāju analīze naudas izteiksmē/ Analysis of the indicators of the evaluated countries in monetary terms

#### Vērtējamo attīstīto valstu IKP rādītāju analīze naudas izteiksmē

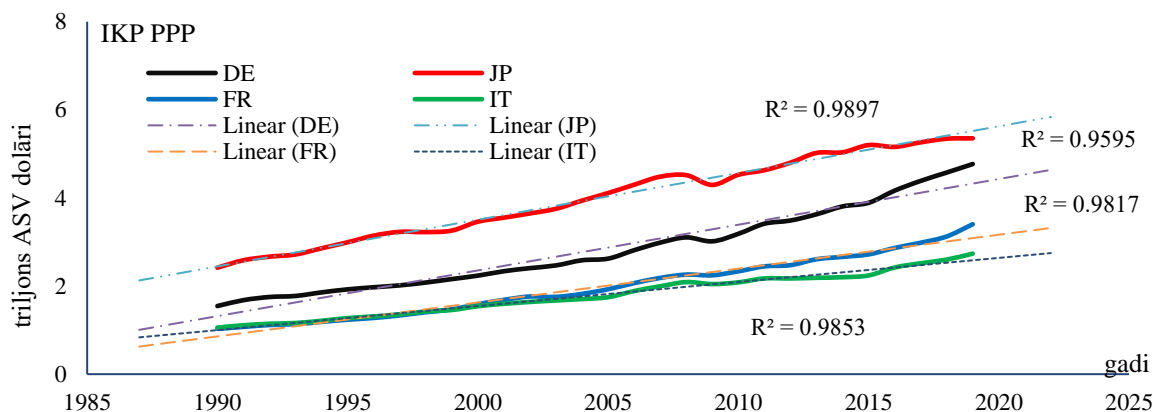
Amerikas Savienoto valstu IKP PPP un PPX rādītāji no 1960. līdz 2019. gadam, bet Francijas, Vācijas, Itālijas un Japānas rādītāji no 1990. līdz 2019. gadam doti 11. pielikumā. ASV iekšzemes kopprodukta pēc pirkspejas paritātes IKP PPP(t) izmaiņu dinamikas grafikam 1960.-2019. gadā ir lineārs raksturs un vizuāli var identificēt trīs posmus, kas atšķiras ar pieauguma ātrumu: 1960.-1971. gads, 1972.-1989. gads un 1990.-2019. gads (2.2. att. un 2.2. tabula).



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

2.2. att./ Fig. 2.2. Vērtējamās Amerikas Savienoto Valstu (US) IKP PPP izmaiņas 1960.-2019. gadā/ The GDP PPP changes of the evaluated USA in 1960-2019

Kritiskais punkts ir 1990. gadā, bet pēc tam līdz 2019. gadam IKP PPP pieauguma ātrums palielinājās vairāk kā divas reizes pret iepriekšējo periodu. Šis periods raksturojas ar Padomju Savienības sabrukumu un ASV paņņojumu par postindustriālas sabiedrības izveidošanu. Laika periodā no 1990. līdz 2019. gadam tika analizēta Japāna (JP) un izvēlētās trīs Eiropas Savienības attīstītās valstis – Vācija (DE), Itālija (IT) un Francija (FR) (2.3.att.).



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

2.3. att./ Fig. 2.3. **Vērtējamo četru attīstīto valsts IKP PPP izmaiņas 1990.-2019. gadā/**  
**The GDP PPP changes of the evaluated four developed countries in 1990-2019**

Katrā posmā ASV bija atšķirīgs IKP PPP pieauguma ātruma koeficients  $b$  (2.2. tabula). Pēc 1972. gada IKP PPP pieauguma ātrums palielinājās septiņas reizes – no 35 līdz 251, un šī perioda sākums sakrīt ar Jamaikas valūtas sistēmas ieviešanu pasaulē.

2.2. tabula/ Table 2.2.

**ASV IKP PPP izmaiņas 1960.-2019. gadā/ The US GDP PPP changes in 1960-2019**

Apzīmējums	Periods gados	IKP PPP perioda sākumā*	IKP PPP perioda beigās*	IKP PPP izmaiņa, %	b IKP PPP	R <sup>2</sup>	Tendences vienādojums (lineārais)
US-1	1960.-1971.	0.3	1.1	267	35	0.94	$y = 35x - 0.1 \times 10^6$
US-2	1972.-1989.	1.2	5.6	367	251	0.98	$y = 251x - 0.5 \times 10^6$
US-3	1990.-2019.	5.9	21.4	263	523	0.99	$y = 523x - 1.0 \times 10^6$

\*  $\times 10^{12}$  ASV dolāri

Avots: autores aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

No vērtējamām attīstītajām valstīm šajā periodā lielākā IKP PPP vērtība un augstākais pieaugums bija Vācijā un Japānā, tālāk sekoja Itālija un Francija (2.3. tabula).

2.3. tabula/ Table 2.3.

**Vērtējamo attīstīto valstu IKP PPP rādītāji 1990. un 2019. gadā/ The GDP PPP indicators of the evaluated developed countries in 1990 and 2019**

Valsts	IKP PPP 1990*	IKP PPP 2019*	ΔIKP PPP pret 1990, %	b	R <sup>2</sup>	Trenda vienādojums (lineārais)
ASV	5.6	21.4	263	523	0.99	$y = 523x - 1.0 \times 10^6$
Japāna	2.4	5.4	125	106	0.99	$y = 106x - 0.2 \times 10^6$
Vācija	1.6	4.8	200	103	0.96	$y = 103x - 0.2 \times 10^6$
Francija	1.0	3.4	240	76	0.98	$y = 76x - 0.2 \times 10^6$
Itālija	1.1	2.7	145	54	0.98	$y = 54x - 0.01 \times 10^6$

\*  $\times 10^{12}$  ASV dolāri

Avots: autores aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

Vācijas, Japānas, Itālija un Francijas iekšzemes kopprodukta pēc pirktspējas paritātes IKP PPP(t) izmaiņu grafikam (2.3. att.) ir lineārs raksturs ar augstu determinācijas koeficienta R<sup>2</sup> vērtību no 0.96-0.99.

Atbilstoši Kaldora ekonomikas sektorālajam modelim (14. pielikums), visās vērtējamās attīstītajās valstīs laika periodā no 1990. līdz 2019. gadam turpināja pieaugt pakalpojumu (ieskaitot transporta) ekonomikas sektora ST(t) pievienotā vērtība kā IKP PPP daļa. Vislielākais

šis rādītājs 2019. gadā bija ASV un Francijā (81 %). Bet rūpniecības (ieskaitot būvniecību), lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības pievienotā vērtība tajā pašā gadā samazinājās zem 20 %. Visās šajās valstīs bija vērojams nodarbināto LM(t) samazinājums procentos no kopējā iedzīvotāja skaita. Saskaņā ar autores veikto Kaldora modeļa formalizāciju un 1.15. tabulā definētiem rādītājiem (14. pielikums), vērtējamām valstīm – ASV, Vācijai, Francijai, Itālijai un Japānai tika aprēķināti sektorālie rādītāji 2019. gadā (2.4. tabula).

2.4. tabula/ Table 2.4.

**Vērtējamo attīstīto valstu sektorālie rādītāji 2019. gadā atbilstoši 1.15. tabulai/ Sectoral indicators of the evaluated developed countries according Table 1.15. in 2019**

Valsts	STINA	I-STINA	EMISA	EMINA	SVF klasifikācija	Autores piedāvātā klasifikācija	
						IS	Postindustriālā
ASV	4.3	22	4	12	Attīstīta	IS	Postindustriālā
Francija	4.3	11	3	8	Attīstīta	IS	Postindustriālā
Itālija	3.3	11	4	9	Attīstīta	PE	Pārejas
Vācija	2.6	35	2	23	Attīstīta	HT	Augsto tehnoloģiju
Japāna	2.4	28	3	21	Attīstīta	HT	Augsto tehnoloģiju

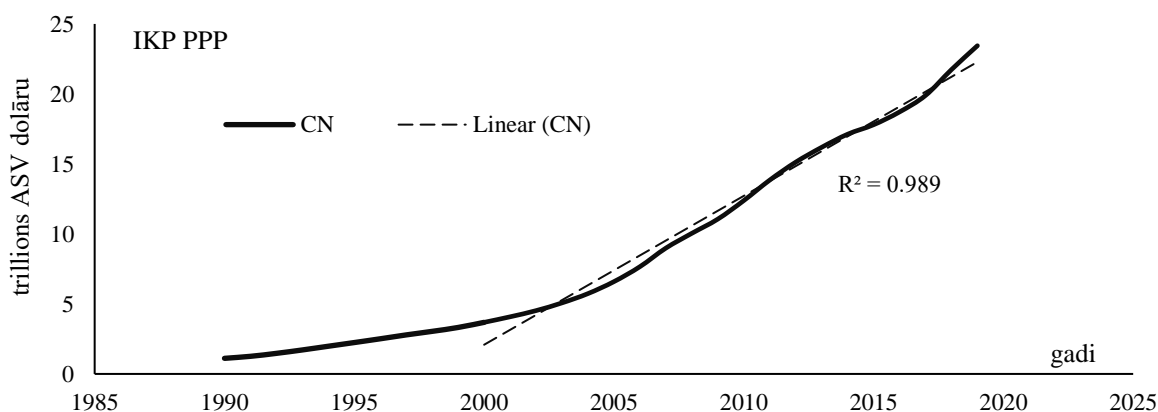
Avots: autores veidota

Neskatoties uz to, ka SVF definējis analizējamās valstis kā attīstītas, pēc autores piedāvātās valstu ekonomikas klasifikācijas, šīm piecām valstīm ir atšķirīgs STINA rādītājs, kas savukārt raksturo atšķirīgu industrializācijas līmeni. Augstākais industrializācijas līmenis ir bijis Japānā (STINA=2.4), tālāk sekoja Vācija (STINA=2.6), bet Itālija ieņēma vidējo – pārejas ekonomikas vietu (STINA=3.3) virzienā uz postindustriālo sistēmu. Saskaņā ar rādītāju I-STINA, lielākā industrijas pievienotās vērtības daļa attiecībā pret lauksaimniecību bija Vācijā (I-STINA=35). Pēc nodarbināto iedzīvotāju sastāva servisa un transporta sektorā zemākais nodarbināto skaits pret industrijas sektoru (EMISA) bija Vācijā, bet augstākais – ASV un Itālijā. Vācijā bija lielākais nodarbināto pārsvars industrijā, salīdzinot ar lauksaimniecību (EMINA=23), bet zemākais šis rādītājs (EMINA=8) – Francijā.

Kopumā var secināt, ka 1990.-2019. gadā visām šīm valstīm vērojams vairāku sociāli ekonomisko rādītāju vērtības pieaugums – iedzīvotāju skaits M(t), preču un pakalpojumu eksports EXP(t) procentos no IKP PPP, koriģētais neto ietaupījums uz vienu iedzīvotāju ANS(t) un elektrības gala patēriņa daļa no pilnas gala patēriņa enerģijas E(t) (11. pielikums).

### Vērtējamo attīstības valstu IKP rādītāju analīze naudas izteiksmē

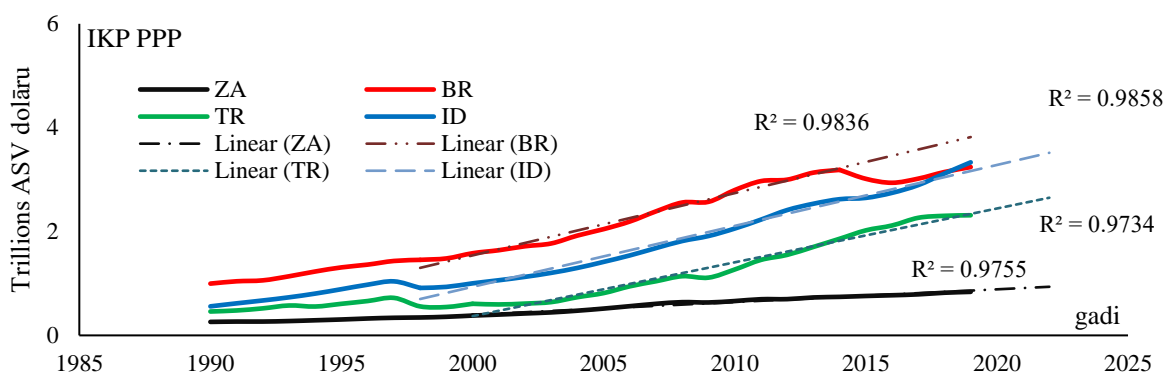
Brazīlijas (BR), Indonēzijas (IN), Ķīnas (CN), Turcijas (TR) un Dienvidāfrikas (ZA) iekšzemes kopprodukta pēc pirktspējas paritātes IKP PPP(t) izmaiņu grafikam 1990.-2019. gadā ir lineārs raksturs (2.4. att. un 2.5 att.).



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

2.4. att./ Fig.2.4. Vērtējamās Ķīnas (CN) IKP PPP izmaiņas 1990.-2019. gadā/ The GDP PPP changes of the evaluated China (CN) in 1990-2019

Ķīnas IKP PPP pēc 2000. gada strauji pieauga un saglabāja pieauguma tempus līdz 2019. gadam. Turcijā, Brazīlijā, Indonēzijā un Dienvidāfrikā IKP PPP pieauguma tempi ir daudz zemāki nekā Ķīnā. Brazīlijā pēc 2015. gada vērojama IKP PPP lejupslīde.



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

2.5. att./ Fig.2.5. Vērtējamo attīstības valstu (ZA, BR, TR, ID) IKP PPP izmaiņas 1990.-2019. g./ Changes of the GDP PPP of the evaluated developing countries (ZA, BR, TR, ID) in 1990-2019

Vērtējamo attīstības valstu IKP PPP izmaiņas 1990.-2019. gadā (2.5. tabula) parāda, ka Ķīnā IKP PPP pieauguma ātrums bija  $b=1063$ , un 30 gadu laikā tas palielinājās par 2027 %. Brazīlijā, Indonēzijā un Turcijā IKP PPP dinamika bija zemāka nekā Ķīnā.

2.5. tabula/ Table 2.5.

Vērtējamo attīstības valstu IKP PPP rādītāji 1990.-2019. gadā/ Indicators of GDP PPP of the evaluated developing countries in 1990-2019

Valsts	IKP PPP 1990*	IKP PPP 2019*	dIKP PPP pret 1990, %	b	R <sup>2</sup>	Trenda vienādojums (lineārais)
Ķīna	1.1	23.4	2027	1063	0.99	$y = 1063x - 2 \times 10^6$
Brazīlija	1.0	3.2	220	120	0.98	$y = 120x - 0.2 \times 10^6$
Indonēzija	0.6	3.3	450	117	0.99	$y = 117x - 0.2 \times 10^6$
Turcija	0.4	2.3	475	104	0.97	$y = 104x - 0.2 \times 10^6$
Dienvidāfrika	0.3	0.8	167	24	0.98	$y = 24x - 0.04 \times 10^6$

\*  $\times 10^{12}$  ASV dolāri

Avots: autores aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

Pēc SVF definīcijas, šīs vērtējamās sociāli ekonomiskās sistēmas tiek uzskatītas kā attīstības valstis. Atbilstoši promocijas darba autores pētījuma klasifikācijai, kas formulēta saskaņā ar Kaldora sektorālo modeli, var secināt (2.6. tabula):

- Ķīna, Turcija un Indonēzija ir attīstības industriālās valstis (STINA zem 2.0), kas atrodas augšanas periodā. Šīm valstīm ir zems I-STINA rādītājs (2-5), kas raksturo lielu lauksaimniecības pievienotās vērtības daļu no IKP PPP.
- Dienvidāfrikā ir lielāks servisa un transporta sektors (STINA=2.9), un salīdzinoši zema lauksaimniecības pievienotās vērtības daļa (I-STINA=12) no IKP PPP;
- Brazīlija atrodas brieduma stadijā (augšana bremzējas) kā pārejas ekonomika (STINA=3.3) virzienā uz postindustriālas sistēmas veidošanu. Brazīlijā ir zems I-STINA rādītājs (5), kas raksturo lielu lauksaimniecības pievienotās vērtības daļu no IKP PPP.
- Pēc nodarbināto iedzīvotāju sastāva, servisa un transporta sektorā zemākais nodarbināto skaits attiecībā pret industriju ir Indonēzijā, Ķīnā un Turcijā (EMISA=1.0), bet augstākais – Brazīlijā (EMISA=2) un Dienvidāfrikā (EMISA=2). Brazīlijā un Turcijā ir lielākais pārsvars nodarbinātajiem industrijā attiecībā pret lauksaimniecību (EMINA=2).



**Vērtējamo attīstības valstu sektorālie rādītāji un ekonomikas klasifikācija 2019. gadā / Sectoral indicators and economy classification of the evaluated developing countries in 2019**

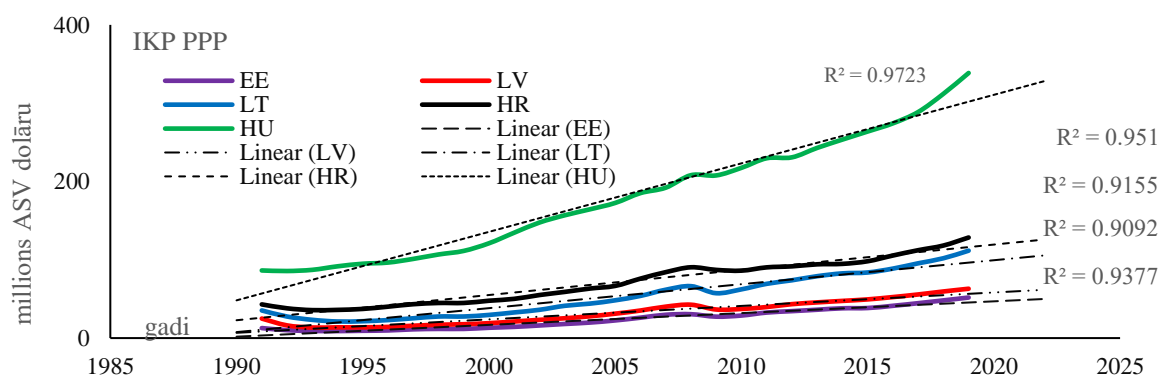
Valsts	STINA	I-STINA	EMISA	EMINA	SVF klasifikācija	Autores piedāvātā klasifikācija	
Brazīlija	3.4	5	2	2	Attīstības	PE	Pārejas
Dienvidāfrika	2.9	12	2	1	Attīstības	HT	Augsto tehnoloģiju
Turcija	1.8	5	1	2	Attīstības	IN	Industriālā
Kīna	1.2	5	1	1	Attīstības	IN	Industriālā
Indonēzija	1.0	3	1	1	Attīstības	IN	Industriālā

Avots: autores veidota

Kopumā var secināt, ka visām vērtējamām attīstības valstīm no 2000. gada vērojama IKP PPP strauja pieauguma dinamika ar dažādu pieauguma ātrumu. Pēc Kaldora sektorālā modeļa, valstis atrodas dažādos ekonomikas attīstības līmeņos – no industriālas ekonomikas līdz pārejas ekonomikai uz postindustriālo.

**Vērtējamo ES jauno valstu IKP rādītāju analīze naudas izteiksmē**

Analizējamo valstu – Latvijas (LV), Lietuvas (LT), Igaunijas (EE), Horvātijas (HR) un Ungārijas (HU) iekšzemes kopprodukta pēc pirktspējas paritātes IKP PPP(t) izmaiņu dinamikas grafikam laika periodā no 1990. līdz 2019. gadam ir lineārs raksturs (2.6. att.).



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas un EuroStat datiem

2.6. att./ Fig. 2.6. **Vērtējamo ES jauno valstu IKP PPP izmaiņas 1990.-2019. gadā/ The GDP PPP changes of the evaluated EU new countries in 1990-2019**

1990.-2019. gadā visām vērtējamām ES jaunajām valstīm IKP PPP dinamika bija līdzīga, un IKP PPP rādītāja vērtība bija salīdzināma. Latvijā, Lietuvā, Igaunijā, Ungārijā un Horvātijā pieauguma koeficientu vērtības bija līdzīgas – intervālā no 2 līdz 9 (2.7. tabula).

**Vērtējamo ES jauno valstu IKP PPP izmaiņas 1990.-2019. gadā/ Changes of the GDP PPP of the evaluated new EU countries in 1990-2019**

Valsts	IKP PPP 1990*	IKP PPP 2019*	dIKP PPP pret 1990, %	b	R <sup>2</sup>	Trenda vienādojums (lineārais)
Ungārija	86	339	294	9	0.97	$y = 9x - 17\ 362$
Horvātija	43	12800	198	3	0.95	$y = 3x - 6\ 387$
Lietuva	22	112	409	4	0.92	$y = 4x - 7\ 846$
Latvija	14	63	350	2	0.90	$y = 2x - 4\ 205$
Igaunija	9	52	478	2	0.94	$y = 2x - 3\ 726$

\* x 10<sup>9</sup> ASV dolāri

Avots: autores aprēķini pēc Pasaules bankas un EuroStat datiem

Pēc SVF sistēmas, vērtējamās ES jaunās valstis pēc iestāšanās ES un NATO tika klasificētas kā attīstītās valstis. Atbilstoši promocijas darba autores formulētajam un saskaņā ar Kaldora sektorālo modeli (14. pielikums), Lietuva, Igaunija un Ungārija atrodas augšanas stadijā un klasificējas kā augsti tehnoloģiskas ekonomikas (2.8. tabula). Var secināt, ka Horvātijā un **Latvijā ir iestājies brieduma periods, un tās klasificējas kā pārejas ekonomikas** ar augstu servisa (pakalpojumu) un transporta pievienotās vērtības daļu IKP PPP. Tai pašā laikā, Latvijā, Lietuvā un Ungārijā ir liela lauksaimniecības pievienotās vērtības daļa no IKP PPP (I-STINA intervālā 5-8). Pēc nodarbināto iedzīvotāju sastāva, servisa un transporta sektorā zemākais nodarbināto skaits pret industrijas sektoru vērojams Ungārijā (EMISA=1.7) un augstākais – Latvijā (EMISA=2.2). Igaunijā ir lielākais nodarbināto pārsvars industrijā attiecībā pret lauksaimniecību (Igaunijā EMINA=9). Lielākais nodarbināto skaits lauksaimniecībā ir Latvijā (EMINA=3) un Lietuvā, (EMINA=4).

2.8. tabula/ Table 2.8.

**Vērtējamo ES jauno valstu sektorālie rādītāji atbilstoši 1.15. tabulai 2019. gadā / Sectoral indicators of the evaluated EU new countries according Table 1.15. in 2019**

Valsts	STINA	I-STINA	EMISA	EMINA	SVF klasifikācija	Autores piedāvātā klasifikācija	
Horvātija	3.4	7	2.1	5	Attīstītas	PE	Pārejas
Latvija	3.3	5	2.2	3	Attīstītas	PE	Pārejas
Lietuva	2.9	8	2.1	4	Attīstītas	HT	Augsto tehnoloģiju
Igaunija	2.5	12	2.1	9	Attīstītas	HT	Augsto tehnoloģiju
Ungārija	2.6	7	1.7	7	Attīstītas	HT	Augsto tehnoloģiju

Avots: autores veidota

Saskaņā ar IKP analīzi naudas izteiksmē, izvēlētās valstis tiek strukturētas pēc Kaldora modeļa sektorālā rādītāja STINA, kā arī IKP PPP uz vienu iedzīvotāju PPX(t) lieluma (2.9. tabula).

2.9. tabula/ Table 2.9.

**Vērtējamās valstis Kaldora matricā 2019. gadā pēc IKP rādītāju analīzes naudas izteiksmē/ Evaluated countries in Kaldor matrix by GDP analysis in monetary value, 2019**

STINA intervāls	Autores piedāvātā klasifikācija	PPX, tūkst. eiro				
		50 <	40 <	30 <	20 <	10 <
<b>4.0 un vairāk</b>	Postindustriālā ekonomika	US FR				
<b>3.0 – 3.9</b>	Pārejas ekonomika		IT	LV HR		BR
<b>2.0 – 2.9</b>	Augsto tehnoloģiju ekonomika	DE	JP	EE HU LT		ZA
<b>1.0 – 1.9</b>	Industriāla ekonomika					
<b>&lt; 1.0</b>	Industriāla ekonomika Vāja infrastruktūra				TR	CN ID

Avots: autores veidota

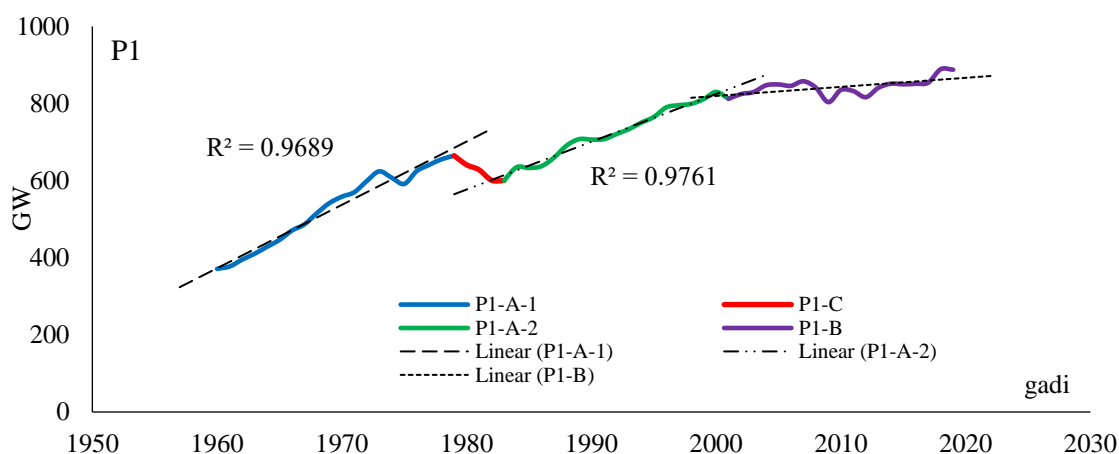
Lielākā daļa no vērtējamam valstīm (US, FR, IT, EE, HU, LT, TR, ID) ir izvietojušās pa diagonāli, kas nozīmē ekonomikas struktūras un PPX atbilstību 2019. gadā. Pārējās valstis:

- Vācija (DE) un Japāna (JP) ir zem diagonāles, kas nozīmē ekonomikas struktūras neatbilstību PPX;
- Latvija (LV), Horvātija (HR), Dienvidāfrika (ZA) un Brazīlija (BR) ir virs diagonāles, kas nozīmē PPX neatbilstību ekonomikas struktūrai.

Iegūtie aprēķinu rezultāti tiek ņemti vērā valstu tālākās analīzes procesā invariantu koordinātu sistēmā energovienībās.

## 2.1.2. Vērtējamo attīstīto valstu rādītāji invariantu koordinātu sistēmā/ *Indicators of the developed countries to be evaluated in the invariant coordinate system*

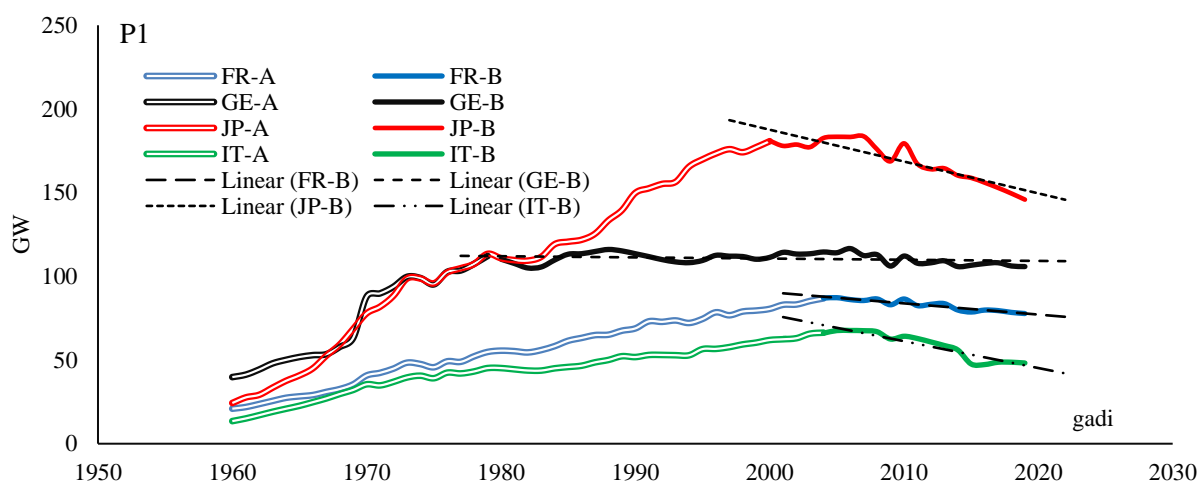
Attīstīto valstu rādītāji invariantu koordinātu sistēmā energovienībās tiek vērtēti ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeļa (IAMM) integrēto rādītāju minimālā kopas (1.12. tabula) ietvaros. Atbilstoši izstrādātajai metodoloģijai, promocijas darba 11. pielikumā ir aprēķināti gala patēriņa pilnas jaudas vērtība  $N1(t)$ , jaudas zudumi  $G(t)$ , elektrības gala patēriņa jauda  $N1-E(t)$  un lietderīgā jauda  $P(t)$  laika periodā no 1960. līdz 2019. gadam. ASV lietderīgās jaudas  $P1(t)$  izmaiņas grafikā vērtējamā laika periodā 1960.-2019. g. redzami (2.7. att.) četri posmi, kas korelējas ar politiskajiem notikumiem ASV: (1) augšanas posms 1960.-1979.g. - P1-A-1; (2) krīzes un krituma posms 1980.-1983.g. - P1-C; (3) otrais augšanas posms 1984.-2000.g. - P1-A-2; (4) izmaiņas palēnināšana vai brieduma posms 2001.-2019. g. - P1-B.



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

2.7.att./ Fig. 2.7. ASV lietderīgās jaudas  $P1$  izmaiņas 1960.-2019. g./ *The changes of the useful power  $P1$  of the United States in 1960-2019*

Vācijā, Francijā, Itālijā un Japānā lietderīgās jaudas  $P1(t)$  izmaiņas (2.8. att.) analizētas 1960.-2019. gadā un salīdzināti ar ASV datiem attiecīgajā laika posmā. Vācijā lietderīgās jaudas  $P(t)$  izmaiņu grafikā (2.8. att.) no 1960. līdz 1980. gadam vērojams pieaugums augšanas posmā, bet pēc 1980. gada – neaugums vai kritums brieduma posma ietvaros.



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

2.8. att./ Fig. 2.8. Vērtējamo attīstīto valstu (DE, IT, JP, FR) lietderīgās jaudas  $P1$  izmaiņas 1960.-2019. gadā/ *Changes of the useful power  $P1$  of evaluated developed countries (DE, IT, JP, FR) in 1960-2019*

Francijā un Itālijā identificēts augšanas kritiskais punkts ap 2005. gadu, pēc kura sākās neaugsmes un ekonomikas kritums brieduma perioda ietvaros. Var secināt, ka pēc 2000. gada vērtējamās attīstītās valstis nonāca lēnas attīstības posmā – brieduma stadijā, kas ir nepieciešama, lai veiktu kvalitatīvas pārmaiņas sociāli ekonomiskajā sistēmā (valstī) un sagatavotos nākamajam attīstības posmam. Tajā pašā laikā ir jāuzsver, ka katra vērtējamā valsts līdz autores analizējamam periodam ir bijusi ar atšķirīgu attīstību un rādītājiem. Vērtējamo valstu attīstības tendences apkopotas 2.10. tabulā saskaņā ar lietderīgās jaudas  $P1(t)$  un tehnoloģiskās efektivitātes  $F(t)$  izmaiņu rādītājiem laika periodā no 1960. līdz 2019. gadam.

2.10. tabula/ Table 2.10.

**Vērtējamo attīstīto valstu attīstības tendences un posmi 1960.-2019. gadā/ The development trends and stages of the evaluated developed countries in 1960 – 2019**

Apzīmējums	Sistēmas tendence	Periods	Ilgums	b	c	dF1	dFW	Attīstības posms
US-A-1	Attīstība	1960.-1979.	20	+14	+0.1	+7	-1	Augšana
US-C	Kritums	1980.-1983.	4	-9	+6	0		Krīze
US-A-2	Izaugsme	1984.-2000.	17	+13	-0.0	+1		Augšana
US-B	Neaugsmes	2001.-2019.	19	+2	+0.2	+1		Briedums
FR-A	Izaugsme	1960.-2005	46	+1.5	-0.0	+3	+0	Augšana
FR-B	Neaugsmes	2006.-2019.	14	-0.2	-0.0			Briedums
DE-A	Izaugsme	1960.-1980.	21	+4.3	+0.0	+2	-1	Augšana
DE-B	Neaugsmes	1981.-2019.	39	-0.7	+0.0			Briedums
IT-A	Izaugsme	1960.-2005.	46	+1.1	+0.0	+3	-1	Augšana
IT-B-1	Kritums	2006.-2014.	9	-1.1	-0.1			Briedums
IT-B-2	Neaugsmes	2015.-2019.	5	+0.4	-0.1			Briedums
JP-A	Izaugsme	1960.-2000.	11	+3.9	-0.1	+4	+4	Augšana
JP-B-1	Neaugsmes	2001.-2010.	10	+0.0	+0.0			Briedums
JP-B-2	Kritums	2011.-2019.	9	-1.8	+0.0			Briedums

Avots: autores veidota

ASV 2019. gadā bija visaugstākais dzīves kvalitātes līmenis (1.9 kW) starp vērtējamām attīstītajām valstīm. Laika periodā no 1960. līdz 2019. gadam ASV bija divi strauji izaugsmes/attīstības periodi: US-A-1 un US-A-2 (2.10. tabula), kad ASV paaugstinājās tehnoloģiskais līmenis par 9 punktiem un 2019. gadā sasniedza  $F1=36$ , tomēr nesasniedzot pasaules tehnoloģisko līmeni (dFW) par 1 punktu, kas 2019. gadā bija  $dFW=37$  (10. pielikums). Kopumā tas ir vērtējams kā zems tehnoloģiskās ekselences līmenis, salīdzinot ar citām attīstītām valstīm. Vācija augšanas periodā līdz 1980. gadam nesasniedza pietiekošu tehnoloģisko līmeni ( $F1=36$ ), un 2019. gadā tas bija 1 punktu zemāks par pasaules vidējo līmeni. Japāna augšanas periodā līdz 2000. gadam sasniedza augstu tehnoloģisko līmeni ( $F1=41$ ), un 2019. gadā tas bija 4 punkti virs pasaules līmeņa (10. pielikums). Itālijas un Francijas tehnoloģiskais līmenis 2019. gadā bija Vācijas līmenī ( $F1=36$ ). Vērtējamo attīstīto valstu ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeļa – IAMM rādītāji 2019. gadā apkopoti 2.11. tabulā. Var secināt, ka visas analizējamās attīstītās valstis raksturo augsts tehnoloģiskās efektivitātes  $F1(t)$  līmenis (40-36) un liela patērētās elektrības jaudas daļa, kuras avots ir kodolenerģijas ražošana. Visās vērtējamās valstīs ir augsts produktivitātes līmenis, t.sk. augstākais – ASV (PHPE=4.9).

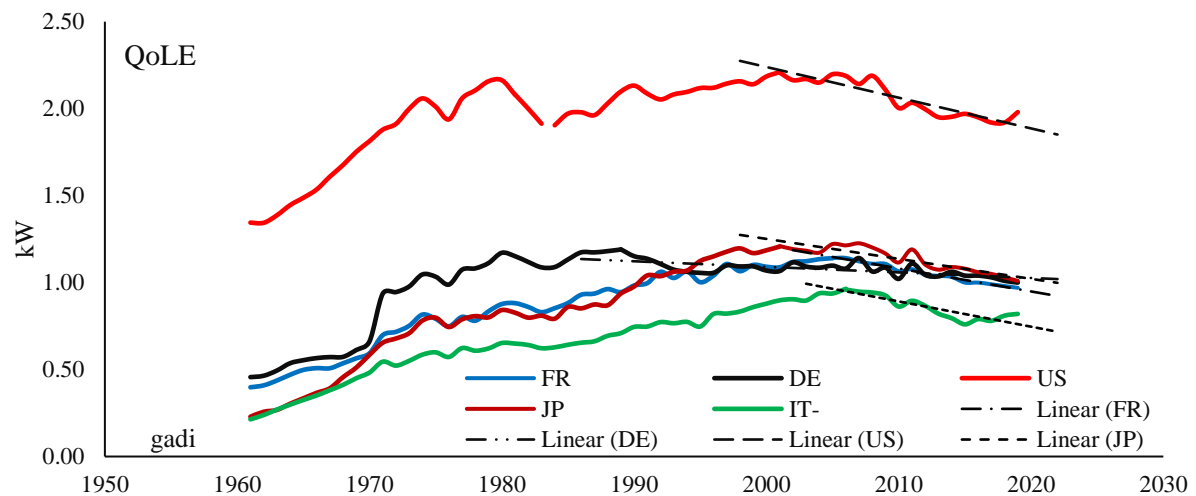
**Vērtējamo attīstīto valstu IAMM rādītāju minimālā kopa 2019. gadā/ The minimum set of the SDMM indicators of the evaluated developed countries in 2019**

Valsts	dM	N1	N1-E	P1	G1	F1	E	EA	FOOT	U1	PHPE	QoLE
	%	GW	GW	GW	GW	%	%	%	kW	kW	kW	kW
ASV	32	2150	435	767	1383	36	21	17	141	2.3	4.9	1.9
Japāna*	0	371	105	146	225	41	30	27*	562	1.2	2.1	1.0
Francija	16	215	49	79	129	37	24	78	203	1.2	3.0	1.0
Vācija	5	290	57	102	188	36	19	16	528	1.2	2.5	1.0
Itālija	6	159	33	58	101	36	21	00	335	1.0	2.2	0.9

\*Japānas rādītāji 2010. gadā

Avots: autores veidota un aprēķini pēc Pasaules bankas datu bāzes

Vērtējamo attīstīto valstu dzīves kvalitātes QoLE(t) rādītāju energovienībās var uzskatīt kā potenciālu sistēmas tālākai attīstībai (industrializācija, modernizācija utt.), un tas ir atspoguļots 2.9. attēlā un 2.12.tabulā no 1960. līdz 2019. gadam.



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules bankas datu bāzes datiem

**2.9. att./ Fig. 2.9. Vērtējamo attīstīto valstu dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas un tendencies 1960.-2019. gadā / Changes and trends of the quality of life QoLE of the evaluated developed countries in 1960-2019**

ASV dzīves kvalitātes rādītājs QoLE 2001.gadā bija viens no augstākajiem un pēc tam sākās kritums, bet Vācijā šī rādītāja izaugsme beidzās 1989. gadā un līdz 2019. gadam bija gandrīz bez izmaiņām. Visām vērtējamām attīstītajām valstīm pēc 2005. gada brieduma posma ietvaros vērojama dzīves kvalitātes QoLE kritums.

Promocijas darba autore uzskata, ka, **saskaņā ar ilgtspējīgas attīstības pamatprincipu, dzīves kvalitātes rādītājiem arī brieduma posmā vajadzētu paaugstināties, iespējams, ar mazāku ātrumu.** Tāpēc dzīves kvalitātes (QoLE) pazemināšanos (kritumu) varētu izskaidrot kā valsts neefektīvu adaptāciju pret ārējiem faktoriem vai neefektīvu transformāciju iekšējo faktoru ietekmē. Svarīgi – vai sociāli ekonomiskā sistēma ir gatava adaptācijai, ja mainās ārējie apstākļi.

Kopumā var secināt, ka IAMM ietvaros un izmantojot sistēmas jaudas izmaiņu sistēmanalīzes metodoloģiju, salīdzinājumā ar IKP analīzes metodi, vērtējamām attīstītajām valstīm 2019. gadā ir definēti papildus rādītāji, kas pilnvērtīgāk raksturo gan esošo stāvokli (brieduma posms, neaugums), gan potenciālu tālākai attīstībai (dzīves kvalitāte QoLE, produktivitāte PHPE un citi).

**Vērtējamo attīstīto valstu dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas energovienībās 1960.-2019. gadā/ Changes of the quality of life QoLE of the evaluated developed countries in energy units in 1960-2019**

Valsts	Apzīmējums	Sistēmas tendence	Periods	Ilgums	b x10 <sup>3</sup>	c	R <sup>2</sup>
ASV	US-A-1	Izaugsme	1960.-1981.	22	+45	+0.0	0.94
	US-A-3	Izaugsme	1983.-2000.	18	+14	+0.0	0.63
	US-B	Kritums	2001.-2019.	19	-15	+0.4	0.79
Vācija	DE-A	Izaugsme	1960.-1989.	30	+30	+0.0	0.87
	DE-B	Neaugsmē	1990.-2019.	30	+0.0	-0.0	0.96
Francija	FR-A	Izaugsme	1960.-2005.	46	+17	+0.0	0.94
	FR-B	Neaugsmē	2006.-2019.	14	+0.0	-0.0	0.98
Japāna	JP-A	Izaugsme	1960.-2001.	42	+23	+0.0	0.94
	JP-B	Neaugsmē	2002.-2019.	18	+0.0	-0.02	0.89
Itālija	IT-A	Izaugsme	1960.-2005.	46	+15	+0.0	0.89
	IT-B	Kritums	2006.-2015.	10	-21	+0.0	0.99
	IT-B	Izaugsme	2016.-2019.	4	+11	+0.0	0.85

Avots: autores aprēķini

### Naudas un enerģijas plūsmu cēloņsakarības analīze

Attīstīto valstu IKP PPP un jaudas patēriņa mijiedarbības novērtējums tika veikts, izmantojot Pīrsona koeficienta aprēķinu, Grendžera cēloņsakarības testu un Durbina-Vatsona testu (9. pielikums). Vērtētajām valstīm tika aprēķināti korelācijas koeficienti (Pīrsona koeficients) (2.13.tabula):

- N1P – Pīrsona korelācijas koeficients starp pilno patēriņu jaudu N1(t) un IKP PPP;
- N1-EP – Pīrsona korelācijas koeficients starp elektroenerģijas patēriņu jaudu N1-E(t) un IKP PPP;
- PP – Pīrsona korelācijas koeficients starp lietderīgo jaudu P1(t) un IKP PPP.

Pīrsona koeficients parāda IKP PPP un pilnas jaudas N1 un elektrības patēriņa jaudas korelācijas esamību visām vērtējamām attīstītajām valstīm noteiktos laika periodos (2.13.tabula).

Pīrsona koeficienta vērtība un korelācija starp IKP PPP un elektrības jaudas gala patēriņu (N1-EP), IKP PPP un pilnas patēriņa jaudas (N1P) ir aprēķinātas vērtējamam attīstītajam valstīm laika intervalā 1990.-2019. Pēc aprēķinātajiem Pīrsona koeficientiem, laikā intervalā ar lielāku N1-EP vērtību tika veikts Grendžera cēloņsakarības tests IKP PPP – elektrības patēriņa jauda un Durbina-Vatsona autokorelācijas tests ar regresijas atlikumiem (rādītājs d).

### Pīrsona korelācijas koeficienti vērtētajām attīstītajām valstīm/ Pearson correlation coefficient for the evaluated developed countries

Valsts	Periods	PP	Periods	N1P	Periods	N1-EP
US	1960.-2003.	0.99	1990.-2019	0.77	1990.-2007.	0.99
FR	1960.-2004.	0.98	1990.-2004.	0.95	1996.-2013.	0.99
JP	1960.-2003.	0.96	1990.-2019.	-0,39	1990.-2007.	0.90
DE	1960.-1980.	0.96	1990.-2019.	-0.66	1994.-2004.	0.99
IT	1960.-2005.	0.97	1990.-2008.	0.90	1990.-2005.	0.99

Avots: autores aprēķini

Saskaņā ar testa rezultātiem (2.14. tabula), vērtētajām attīstītajām valstīm pēc 1990.gada līdz noteiktam gadam nulles hipotēze nav noraidāma, kas nozīmē, ka pastāv cēloņsakarība starp IKP PPP un elektrības patēriņa jaudas. Garākais periods (līdz 2013.g.) ir Francijā.

2.14. tabula/ Table 2.14.

**Grendžera cēloņsakarības testa rezultāti vērtētajām attīstītajām valstīm 1990.-2019. gadā/ Granger causality tests results for the evaluated developed countries in 1990.-2019**

Valsts	Periods	Faktors	t-stat.	P-stat.	R <sup>2</sup>	d	Rezultāts
US	1990.-2007.	N1-E	16.0	0.00	0.99	0.85	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
FR	1996.-2013.	N1-E	41.5	0.00	0.99	1.40	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
JP	1990.-2007.	N1-E	12.9	0.00	0.90	1.41	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
DE	1994.-2004.	N1-E	20.1	0.00	0.99	0.99	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
IT	1990.-2005.	N1-E	12.6	0.00	0.99	1.21	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
Kritiskā vērtība			=/- 2.02	0.05	x	0.79 - 1.99	x

Avots: autores aprēķini

**Vērtējamo attīstīto valstu jaudu un naudas plūsmu analīze pēc Kaldora sektorālā modeļa**

Vērtējamo valstu rādītāji pēc Kaldora sektorālā modeļa un IAMM vērtējamā objekta iekšējās vides analīzes noteikumiem (2. līmenis) aprēķināti pēc 2019. gada datiem (2.15. tabula).

2.15. tabula/ Table 2.15.

**Vērtējamo attīstīto valstu sektorālie rādītāji/ Sectoral indicators of evaluated developed countries**

Valsts	N1	N1-AG	N1-IND	N1-ST	STINA-E	ISTINA-E	STINA	ISTINA	STINA-R	ISTINA-R
	GW	GW	GW	GW	x	x	x	x	x	x
US	2150	28	594	1556	2.6	20	4.3	22	1.6	1.1
FR	215	5	59	156	2.6	10	4.3	11	1.6	1.1
IT	159	4	33	122	3.3	8	3.3	16	1.0	2.0
DE	290	5	108	182	1.7	22	2.6	35	1.5	1.6
JP	371	4	151	215	1.4	38	2.4	28	1.7	0.7

Avots: autores aprēķini

Kritiskais STINA-R rādītājs ir 1.0, kas nozīmē balansu jeb līdzsvaru. Ja vērtība ir mazāka par 1.0, tas nozīmē ka valsts ekonomikas servisa un transporta sektori vairāk patērē energoresursus nekā rada pievienoto vērtību. Ja ir vairāk par 1.0, tad servisa un transporta sektori veido lielāku pievienoto vērtību. Kritiskais ISTINA-R rādītājs ir 1.0, kas nozīmē balansu jeb līdzsvaru. Ja vērtība ir mazāka par 1.0, tas nozīmē ka ekonomikas industrijas sektors ir neefektīvs attiecībā pret lauksaimniecības sektoru. Ja ir vairāk par 1.0, tad ir otrādi, t.i., industrija ir efektīva attiecībā pret lauksaimniecību. Francijā, Itālijā, Vācijā un ASV šis rādītājs ir ap 1.0 un vairāk.

Vērtējamo attīstīto valstu rezultātu īss apkopojums:

**Amerikas Savienotajās Valstīs (US)** – postindustriāla ekonomika ar deindustrializācijas līmeni STINA=4.3. ASV raksturo augsts dzīves kvalitātes (QoLE=1.9) un produktivitātes (PHPE=4.9) līmenis starp vērtējamām valstīm un pasaulē, kas bija sasniegts augšanas periodā līdz 2000. gadam. No otras puses, šajā periodā nebija sasniegti augsti tehnoloģiskās efektivitātes rādītāji (F=36). Elektriības gala patēriņa daļa kopējā patēriņā 2019. gadā bija 21 % kā zemākais starp vērtējamām attīstītajām valstīm. Elektriības daļa, kas saražota atomstacijās, arī bija zema (EA=17%). Savukārt ietekme uz vidi (FOOT=141) diezgan augsta. Brieduma periodā no 2000. gada vērojama dzīves kvalitātes QoLE rādītāja samazināšanās.

**Francijā (FR)** – postindustriāla ekonomika ar vislielāko deindustrializācijas līmeni (STINA=4.3) starp ES valstīm. Augšanas periodā nebija sasniegti pietiekoši augsti PHPE un

QoLE līmeņi – gandrīz divas reizes zemāki nekā ASV. Augsti tehnoloģiska elektrības ražošana (78 % no kodolreaktoriem) netika pietiekoši daudz izmantota attīstībai. Savukārt ietekme uz vidi (FOOT=203) bija pietiekoši augsta.

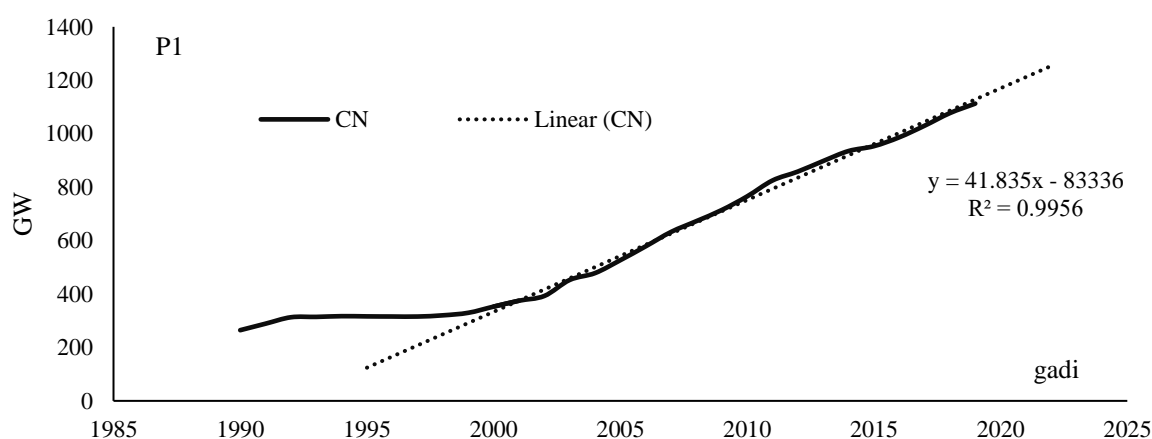
**Vācijā (DE)** – augstu tehnoloģiju ekonomika. Salīdzinoši zems tehnoloģiskais līmenis (F1=36), bet ietekme uz vidi (FOOT=203) pietiekoši augsta. Tai pašā laikā – industrializēta valsts (STINA=2.6) ar potenciālu turpināt industrializāciju (tai skaitā robotizāciju).

**Japānā (JP)** – augstu tehnoloģiju ekonomika. Valsti raksturo augsts tehnoloģiskās efektivitātes (F1=41) un produktivitātes (PHPE=5.6) līmenis starp vērtējamām valstīm, kas ir ASV līmenī. Deindustrializācijas līmenis nepārsniedz 3.0 (STINA=2.4), kas dod papildus stabilitāti ekonomikai, bet, acīmredzot, netika pilnvērtīgi izmantots, jo pēc 2010. gada vērojams QoLE samazinājums – sākās krituma posms. Pēc 2010. gada kā vājo vietu Japānā var uzskatīt atkarību no ārējiem resursiem – 45 % energoresursu imports.

**Itālijā (IT)** – pārejas ekonomika. Augsti dzīves kvalitātes QoLE un PHPE rādītāji, bet attīstības periodā netika sasniegti PHPE rādītāji, piemēram, Japānas līmenī. Zemāki produktivitātes un dzīves kvalitātes rādītāji salīdzinājumā ar Japānu, kas, iespējams, saistīti ar straujāku iedzīvotāju skaita pieaugumu un augstāku darba ņēmēju īpatsvaru ar nepietiekami augstu kvalifikāciju. Deindustrializācijas līmenis pārsniedza 3.0 (STINA=3.3), kas arī ietekmēja PHPE līmeni.

### 2.1.3. Vērtējamo attīstības valstu rādītāji invariantu koordinātu sistēmā/ Indicators of evaluated developing countries in invarianty coordinate system

Attīstības valstu rādītāji invariantu koordinātu sistēmā energovienībās tiek vērtēti ilgtermiņīgās attīstības monitoringa modeļa integrēto rādītāju minimālās kopas (1.12. tabula) ietvaros. Atbilstoši autores izstrādātajai metodikai, promocijas darba 12. pielikumā ir aprēķināti rādītāji laika periodā no 1990. līdz 2019. gadam. Pasaules lielākās ekonomikas – Ķīnas lietderīgās jaudas  $P(t)$  izmaiņu dinamika 1990.-2019. gadā redzama 2.10. attēlā. Sākot no 2001. gada, Ķīnā vērojams straujš lietderīgās jaudas pieaugums ar lineāru raksturu, kas turpinājās līdz 2019. gadam.

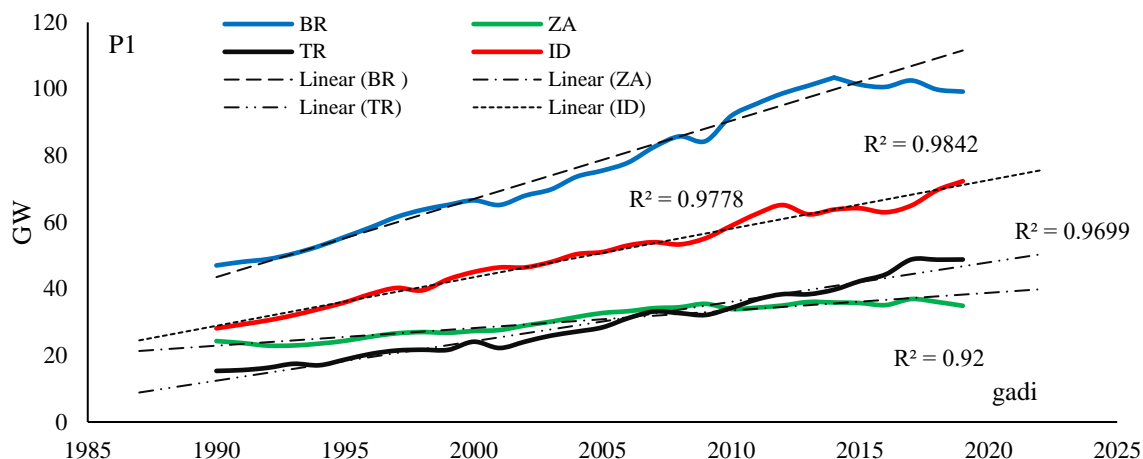


Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

2.10. att./ Fig. 2.10. **Lietderīgās jaudas P1 izmaiņas Ķīnā (CN) 1990.-2019. gadā/ Changes of the useful power P1 of China (CN) in 1990-2019**

Lietderīgās jaudas  $P(t)$  pieaugumam Turcijā visu periodu no 1990. līdz 2019. gadam un Brazīlijā līdz 2014. gadam ir lineārs raksturs (2.11. att.), bet pēc 2015. gada Brazīlijā sākās krituma posms. Dienvidāfrikā lietderīgā jauda visu analizējamo periodu bija gandrīz nemainīga.





Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

2.11. att./ Fig. 2.11. Lietderīgās jaudas P1 izmaiņas Brazīlijā (BR), Turcijā (TR), Indonēzijā (ID) un Dienvidāfrikā (ZA) 1990.-2019. gadā/ Changes of the useful power P1 of Brazil (BR), Turkey (IR), Indonezia (ID) and South Africa (ZA) in 1990-2019

Vērtējamo valstu attīstības tendences saskaņā ar lietderīgās jaudas P1(t) un tehnoloģiskās efektivitātes F1(t) izmaiņām 1990.-2019. gadā apkopotas 2.16. tabulā. Var secināt, ka attīstības valstis Dienvidāfrika un Turcija visu analizējamo periodu bija lēnās augšanas stadijā, bet viena no pasaules lielākajām ekonomikām – Ķīna pēc 2001. gada – straujas ekonomiskās augšanas (izaugsmes) posmā. Ķīnā paaugstinājās tehnoloģiskais līmenis F1(t) par 9 punktiem un sasniedza vidējo pasaules līmeni. Brazīlijā izaugsmes posmā līdz 2014. gadam paaugstinājās tehnoloģiskais līmenis par 2 punktiem un arī sasniedza pasaules līmeni. Indonēzijā 2019. gadā pietrūka 3 punktu līdz pasaules vidējam tehnoloģiskajam līmenim. Dienvidāfrika no 1990. gada bija brieduma stadijā, pārsniedzot pasaules līmeņa tehnoloģisko līmeni par 2 punktiem.

2.16. tabula/ Table 2.16.

Vērtējamo valstu attīstības tendences un posmi 1990.-2019. gadā/ Development trends and stages of the evaluated countries in 1990 – 2019

Valsts	Sistēmas tendence	Periods	Il-gums	b	c	dF1	dFW 2019	Sistēmas cikla posms
Brazīlija	Izaugsme	1990.-2014.	25	+2	+0.03	+0	+0	Augšana
Brazīlija	Kritums	2015.-2019.	5	-0.5	-0.32			Kritums
Dienvidāfrika	Neaugsmes	1990.-2019.	20	+0.5	-0.01	+2	+2	Briedums
Ķīna	Izaugsme	1990.-2000.	10	+5	-1.01	+3	+0	Augšana
Ķīna	Izaugsme	2001.-2019.	20	+42	-0.1	+9		Augšana
Turcija	Izaugsme	1990.-2019.	30	+1.2	+0.02	+2	+0	Augšana
Indonēzija	Izaugsme	1990.-2019.	10	+1.2	+0.04	+2	-3	Augšana

Avots: autores aprēķini

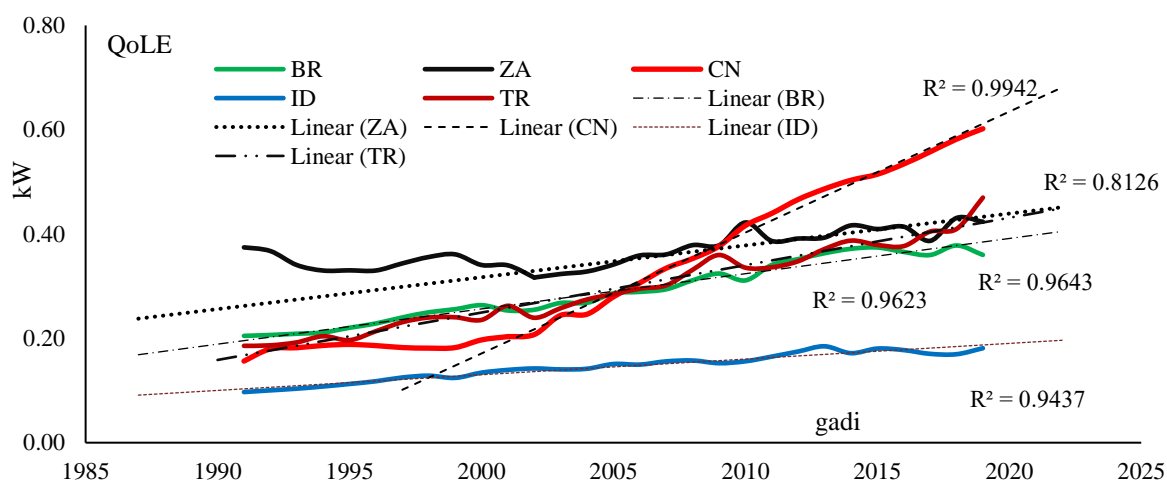
Vērtējamo attīstības valstu ilgspējīgas attīstības monitoringa modeļa – IAMM rādītāji 2019. gadā ir apkopoti 2.17. tabulā. Valstis raksturo gandrīz vienāds tehnoloģiskās efektivitātes F1(t) līmenis (F1=37-36), izņemot vidēji augstu rādītāju Dienvidāfrikā (F1=39) (10.pielikums) un mazu patērētās elektrības daļu, kuras ražošanas avots ir kodolenerģija (8. pielikums).

**Vērtējamo attīstības valstu IAMM rādītāju minimālā kopa 2019. gadā/ Minimal set of SDMM indicators of the evaluated developing countries in 2019**

Valsts	dM	N1	N1-E	P1	G1	F1	E1	EA	FOOT	U1	PHPE	QoLE
	%	GW	GW	GW	GW	%	%	%	kW	kW	kW	kW
Ķīna	24	3033	719	1113	1920	37	25	2	200	1.0	1.4	0.6
Dienvīdāfrika	40	90	22	35	55	39	29	6	46	0.6	1.4	0.4
Turcija	28	132	29	49	83	37	22	0	106	0.6	1.3	0.4
Brazīlija	46	268	59	110	158	37	19	3	198	0.5	1.0	0.4
Indonēzija	40	216	33	73	143	34	16	0	38	0.3	0.4	0.2

Avots: autores aprēķini

Vērtējamo attīstības valstu dzīves kvalitātes QoLE(t) rādītājam energovienībās, kā potenciālam sistēmas tālākai attīstībai (industrializācija, modernizācija utt.), 2.12. attēlā ir lineārs izaugsmes raksturs Ķīnā, bet Brazīlijā, Dienvidāfrikā un Turcijā vērojama palēnināta izaugsme ar zemāku pieauguma ātrumu.



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

**2.12. att. / Fig. 2.12. Vērtējamo attīstības valstu dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2019. gadā/ Changes of the quality of life QoLE of the the evaluated developing countries in 1990-2019**

Vērtējamām valstīm redzams dzīves kvalitātes pieaugums ar dažādu pieauguma ātrumu (2.18. tabula), tomēr visi rādītāji ir zem 1.0 kW – zemāk nekā attīstītajām valstīm. Augstākais dzīves kvalitātes pieaugums bija Ķīnā (2.17. tabula), bet Brazīlijā, Indonēzijā un Dienvidāfrikā pieaugums bija intervālā 4-7. Tas ir raksturīgs augšanas periodam, kad tiek veidots potenciāls tālākai attīstībai brieduma periodā.

**Vērtējamo attīstības valstu dzīves kvalitātes QoLE izmaiņu rādītāji energovienībās / Changing indicator of quality of life QoLE of the evaluated developing countries in energy units**

Valsts	Sistēmas tendence	Periods	Ilgums	R <sup>2</sup>	b	Vienādojums
Ķīna	Izaugsme	2000.-2019.	20	0.98	+22	$y = 22x - 43 \times 10^3$
Turcija	Izaugsme	1990.-2019.	30	0.96	+9	$y = 9x - 18 \times 10^3$
Brazīlija	Izaugsme	1990.-2019.	30	0.96	+7	$y = 7x - 13 \times 10^3$
Dienvīdāfriak	Izaugsme	2000.-2019.	20	0.75	+4	$y = 4x - 7 \times 10^3$
Indonēzija	Izaugsme	1990.-2019.	20	0.94	+3	$y = 3x - 7 \times 10^3$

Avots: autores aprēķini

Var secināt, ka vērtējamās attīstības valstīs IAMM ietvaros, un izmantojot sistēmas jaudas izmaiņu sistēmanalīzes metodoloģiju salīdzinājumā ar IKP analīzes metodi, attīstībai bija lineārs raksturs gan naudas izteiksmē, gan energovienībās.

#### **Naudas un enerģijas plūsmu cēlošsakarības analīze**

Attīstības valstu IKP PPP un jaudas patēriņa mijiedarbības novērtējums tika veikts, izmantojot Pīrsona koeficienta aprēķinu, Grendžera cēlošsakarības testu un Durbina-Vatsona testu (9. pielikums). Vērtētajām valstīm laika periodā no 2000. līdz 2019. gadam tika aprēķināti korelācijas koeficienti (Pīrsona koeficients) (2.19. tabula):

- N1P – Pīrsona korelācijas koeficients starp pilno patēriņu jaudu N1(t) un IKP PPP;
- N1-EP – Pīrsona korelācijas koeficients starp elektroenerģijas patēriņu jaudu N1-E(t) un IKP PPP.

Pīrsona koeficients parāda IKP PPP un pilnas jaudas N1 korelācijas esamību visām vērtējamām attīstības valstīm. Pēc aprēķinātiem Pīrsona koeficientiem, Ķīnai, Indonēzijai, Dienvidāfrikai, Turcijai un Brazīlijai tiek veikts Grendžera cēlošsakarības tests IKP PPP – elektrības patēriņa jauda N1-E un IKP PPP – pilna patēriņa jauda N1, kā arī Durbina-Vatsona tests.

2.19. tabula/ *Table 2.19.*

#### **Pīrsona korelācijas koeficienti vērtētajām attīstības valstīm / *Pearson correlation coefficient for the evaluated developed countries***

Valsts	periods	PP	periods	N1P	periods	N1-EP
CN	1990.-2019.	0.99	1990.-2019.	0.91	1990.-2019.	0.99
ID	1990.-2019.	0.99	1990.-2019.	0.99	1990.-2019.	0.99
ZA	1991.-2009.	0.97	1990.-2019.	0.94	1990.-2019.	0.74
TR	2002.-2019.	0.98	1990.-2019.	0.98	1990.-2019.	0.99
BR	1990.-2019.	0.98	1990.-2019.	0.98	1990.-2019.	0.98

*Avots: autores aprēķini*

Saskaņā ar testa rezultātiem (2.20. tabula), nulles hipotēzi nevar noraidīt, kas nozīmē cēlošsakarību starp IKP PPP un elektrības jaudas patēriņu Ķīnā, Indonēzijā un Turcijā, bet Brazīlijā un Dienvidāfrikā – starp IKP PPP un pilnas jaudas patēriņu. Durbina-Vatsona autokorelācijas tests ar regresijas atlikumiem (2.20.tabula, rādītājs d) to apstiprina.

2.20. tabula/ *Table 2.20.*

#### **Grendžera cēlošsakarības testa rezultāti vērtētajām attīstības valstīm / *Results of the Granger causality test for the evaluated developing countries***

Valsts	Periods	Faktors	t-stat.	P-stat.	R <sup>2</sup>	d	Rezultāts
ID	1998.-2019.	N1-E	2.7	0.00	0.94	0.95	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
CN	2002.-2019.	N1-E	10.1	0.00	0.99	1.59	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
TR	2000.-2019.	N1-E	4.8	0.00	0.93	0.83	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
BR	1999.-2014.	N1	2.4	0.03	0.91	0.90	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
ZA	1991.-2009.	N1	5.8	0.00	0.91	0.84	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
Kritiskā vērtība			= +/- 2.02	0.05	x	0.79 - 1.99	x

*Avots: autores aprēķini*

Promocijas darba autore uzskata, ka industriālo valstu augšanas posmā IKP PPP iespējams prognozēt, izmantojot cēlošsakarību starp elektrības gala patēriņu un IKP PPP, kā tas redzams Ķīnas gadījumā. Industriālo valstu IKP PPP ar lielu lauksaimniecības daļu prognozēm labāk izmantot pilnas jaudas gala patēriņu vai fosilās energoresursu jaudas izmaiņas dinamiku. Valstīm ar zemāku industrializācijas līmeni (Brazīlijā STINA=3.4 un Dienvidāfrikā STINA=2.9) brieduma periodā nepieciešami citi instrumenti cēlošsakarību prognozēšanai.

## Vērtējamo valstu jaudu un naudas plūsmu analīze pēc Kaldora sektorālā modeļa

Vērtējamo valstu rādītāji, pēc Kaldora sektorālā modeļa un IAMM vērtējamā objekta iekšējās vides analīzes noteikumiem (2. līmenis), aprēķināti pēc 2019. gada datiem (2.21. tabula).

2.21. tabula/ Table 2.21.

### Vērtējamo attīstības valstu Kaldora sektorālie rādītāji/ Kaldor sectoral indicators of evaluated developing countries

Valsts	N1	N1-AG	N1-IND	N1-ST	STINA-E	ISTINA-E	STINA	ISTINA	STINA-R	ISTINA-R
	GW	GW	GW	GW	x	x	x	x	x	x
BR	268	17	115	136	1.0	7	3.4	5	3.3	0.8
ZA	90	2	38	50	1.3	15	2.9	12	2.3	0.8
TR	132	6	41	85	1.8	7	1.8	5	1.0	0.7
CN	3033	56	1611	1366	0.8	29	1.2	5	1.5	0.2
ID	216	1	89	126	1.4	67	0.9	4	0.6	0.1

Avots: autores aprēķini

Kritiskais STINA-R rādītājs ir 1.0, kas nozīmē balansu jeb līdzsvaru. Ja vērtība ir mazāka par 1.0, tas nozīmē ka valsts ekonomikas servisa un transporta sektori vairāk patērē energoresursus nekā rada pievienoto vērtību. Ja ir vairāk par 1.0, tad ir otrādi, t.i., servisa un transporta sektori veido lielāku pievienoto vērtību. Turcijā STINA-R vērtības ir ap 1.0, kas norāda, ka ir līdzsvars starp finansēm (naudu) un energoresursiem. Brazīlijā un Dienvidāfrikā rādītāji ir virs 2.0, kas liecina par lielu disbalansu jeb līdzsvara zaudēšanu. Kritiskais ISTINA-R rādītājs ir 1.0, kas nozīmē balansu jeb līdzsvaru. Ja vērtība ir mazāka par 1.0, tas nozīmē ka ekonomikas industrijas sektors ir neefektīvs attiecībā pret lauksaimniecības sektoru. Attīstības valstīs Brazīlijā un Dienvidāfrikā ISTINA-R rādītājs ir vienāds ar 0.8, kas ir tuvu 1.0. Ķīnā šis rādītājs ir ļoti zems – ISTINA-R=0.2.

Vērtēšanas rezultātu īss kopsavilkums.

**Ķīnā (CN)** – industriāla ekonomika ar industrializācijas rādītāju STINA=1.2, augšanas periodā ar lietderīgās jaudas P(t) pozitīvu tendenci. Dzīves kvalitātes rādītājs (QoLE=0.7) nebija sasniedzis pietiekoši augstu līmeni salīdzinājumā ar attīstītām valstīm (ASV QoLE=1.9). Valstī nebija moderni elektroenerģijas avoti (EA=2%), un turpmāk tas var ietekmēt attīstības tempus. Ietekme uz vidi (FOOT=200) salīdzinoši augsta un atbilstoša augšanas posmam. Grendžera tests parāda cēloņsakarību starp enerģijas plūsmu un IKP PPP. Būtu nepieciešama ekonomikas modernizācija.

**Indonēzijā (ID)** – industriāla ekonomika ar zemu infrastruktūras attīstības līmeni, industrializācijas rādītāju STINA=0.9, augšanas periodā ar lietderīgās jaudas P(t) pozitīvu tendenci. Visi rādītāji zemāki kā Ķīnā. Nepieciešama turpmāka industrializācija un modernizācija. Grendžera tests parāda cēloņsakarību starp enerģijas plūsmu un IKP PPP.

**Brazīlijā (BR)** – pārejas ekonomika ar industrializācijas rādītāju STINA=3.4, kas parāda mazu ražošanas sektoru. Brieduma posma sākums – pēc autores sektorālās klasifikācijas un attīstības cikla modeļa. Augšanas posmā nav sasniegti pietiekoši augsti produktivitātes (PHPE=1.0) un dzīves kvalitātes (QoLE=0.4) rādītāji. Liela ietekme uz vidi (FOOT=198). Grendžera tests neparāda cēloņsakarību, kas nozīmē valsts attīstības potenciāla nepalielināšanos vai samazinājumu.

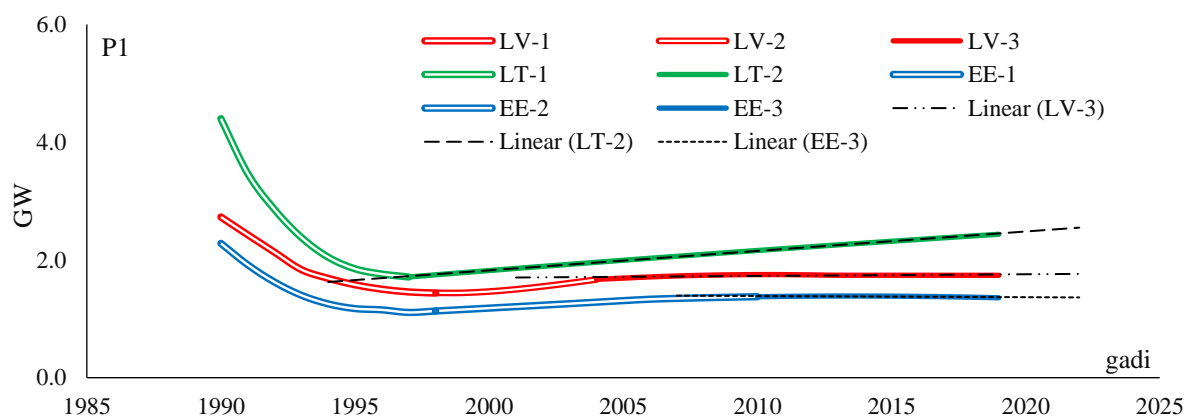
**Turcijā (TR)** – industriāla ekonomika ar industrializācijas rādītāju STINA=1.8. Augšanas periodā ar lietderīgās jaudas P(t) pozitīvu tendenci, bet visi rādītāji zemāki nekā Ķīnā.

Būtu nepieciešama turpmāka industrializācija un modernizācija. Grendžera tests parāda cēloņsakarību starp elektroenerģijas plūsmu un IKP PPP.

**Dienvīdāfrikā (ZA)** – augsti tehnoloģiska ekonomika ar industrializācijas rādītāju STINA=2.9 un augstu tehnoloģisko efektivitāti (F1=39), bet neatbilstošs produktivitātes (PHPE=1.4) un dzīves kvalitātes līmenis (QoLE=0.4). Salīdzinoši – Francijā pie tehnoloģiskās efektivitātes F1=37, attiecīgie rādītāji PHPE=3.0 un QoLE=1.0. Grendžera tests neparāda cēloņsakarību, kas nozīmē valsts attīstības potenciāla nepalielināšanās.

#### 2.1.4. Latvijas un citu ES jauno valstu rādītāju invariantu koordinātu sistēmā/ *The indicators of Latvia and other EU new countries in invariant coordinate system*

Valstu radītāji invariantu koordinātu sistēmā energovienībās tiek vērtēti ilgtermiņa attīstības monitoringa modeļa integrēto rādītāju minimālā kopas (1.12. tabula) ietvaros. Atbilstoši promocijas darba autores izstrādātajai metodikai, darba 13. pielikumā ir aprēķināti sistēmas gala patēriņa pilnas jaudas vērtība  $N1(t)$ , jaudas zudumi  $G(t)$ , elektrības gala patēriņa jauda  $N1-E(t)$ , lietderīgā jauda  $P(t)$  un dzīves kvalitāte QoLE laika periodā no 1990. līdz 2019. gadam. Latvijā, Lietuvā, Igaunijā, Horvātijā un Ungārijā lietderīgās jaudas  $P(t)$  izmaiņu dinamika (2.14. att. un 2.15. att.) tiek analizēta laika periodā no 1990. līdz 2019. gadam. Latvijā, Lietuvā un Igaunijā 1990.-1999. gadā un Horvātijā, Ungārijā 1990.-1994. gadā ir raksturīgs lietderīgās jaudas  $P(t)$  straujš samazinājums, kas izskaidrojams ar sociāli ekonomiskās sistēmas izmaiņām. Datu analīzes rezultātā var secināt, ka 2019. gadā jaudas līmenis nevienā no vērtējamām ES jaunajām dalībvalstīm nebija sasniedzis 1990. gada līmeni. Latvijā pēc sākotnējā jaudas samazinājuma (2.13. att. un 2.21. tabula) līdz 2000. gadam bija vērojams pieaugums, bet, sākot no 2007.-2008. gada, iestājās nemainīgas jaudas periods līdz 2019. gadam.

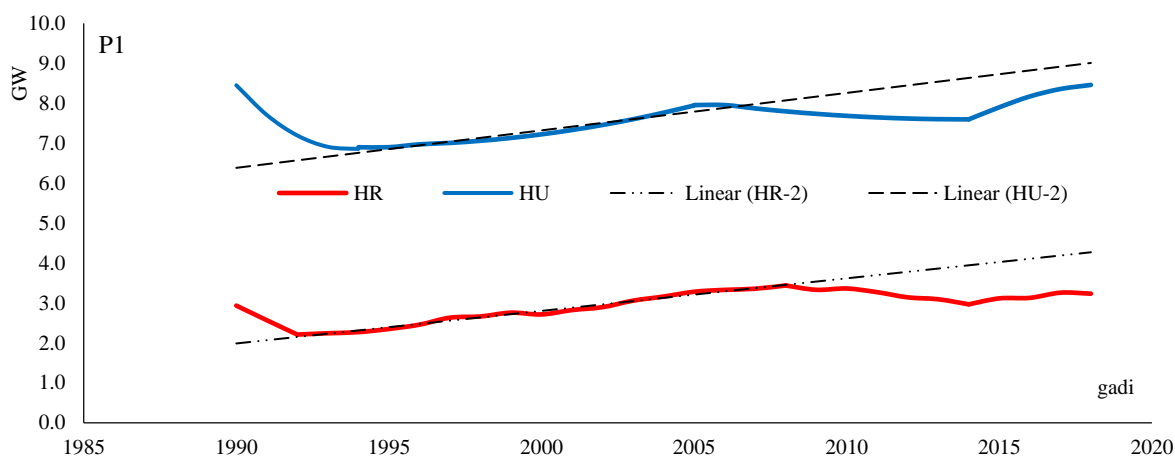


Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas un EuroStat datiem

2.13. att./ Fig. 2.13. **Lietderīgās jaudas P1 izmaiņas Latvijā (LV), Lietuvā (LT) un Igaunijā (EE) 1990.-2019. gadā/ Changes of of the useful power P1 in Latvia (LV), Lithuania (LT) and Estonia (EE) in 1990-2019**

Horvātijā un Ungārijā (2.14. att.) lietderīgās jaudas  $P(t)$  izmaiņu dinamikā vērojams līdzīgs kritums laika periodā no 1990. un līdz 1995. gadam.

Pēc 1993. gada Horvātijā sākās jaudas pieaugums – līdz 2008. gadam. Līdz 2005. gadam Ungārijā vērojams izaugsmes periods, bet pēc tam kritums līdz 2014. gadam. Lietderīgās jaudas pieaugums, sākot ar 2015. gadu, vērojams Ungārijā. Lietderīgās jaudas izmaiņu tendence 1995.-2019. gadā Ungārijā kopumā bija pozitīva (2.14. att.).



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas un EuroStat datiem

2.14. att./ Fig. 2.14. Lietderīgās jaudas P1 izmaiņas Horvātijā (HR), Ungārijā (HU) 1990.-2019. gadā/ Changes of the useful power P1 in Croatia (HR), Hungary (HU) in 1990-2019

Vērtējamo valstu attīstības tendences saskaņā ar lietderīgās jaudas P1(t) un tehnoloģiskās efektivitātes F(t) izmaiņām 1990.-2019. gadā apkopotas 2.22. tabulā. Pēc 2001. gada valstis nonāca lēnas attīstības posmā – brieduma stadijā, un tām visām bija vērojams tehnoloģiskās efektivitātes koeficienta F(t) pieaugums, tomēr 2019. gadā neviena no tām nebija sasniegusi pasaules vidējo tehnoloģisko līmeni (10.pielikums).

2.22. tabula/ Table 2.22.

Vērtējamo ES jauno valstu attīstības tendences un posmi 1990.-2019. gadā/ Development trends and stages of the evaluated EU new countries in 1990 – 2019

Valsts	Tendence	Periods	Ilgums	b	c	dF	dFW 2019.	Posms
Ungārija	Kritums	1990.-1994.	5	-0.4	+0.1	2	-2	Krīze
	Izaugsme	1995.-2005.	11	<b>0.1</b>	0.0			Augšana
	Neaugums	2006.-2014.	9	-0.0	0.0			Briedums
	Izaugsme	2015.-2019.	5	0.2	0.0			Briedums
Horvātijā	Kritums	1990.-1994.	3	-0.4	+0.0	+1	-1	Krīze
	Izaugsme	1995.-2008.	16	<b>+0.1</b>	+0.0			Augšana
	Kritums	2009.-2014.	6	-0.1	-0.0			Briedums
	Izaugsme	2015.-2019.	5	+0.1	-0.0			Briedums
Lietuva	Degradācija	1990.-1997.	8	-0.4	+0.1	-1	-5	Krīze
	Izaugsme	1998.-2019.	22	<b>+0.04</b>	+0.0	+3		Augšana
Igaunija	Kritums	1990.-1997.	8	-0.1	+0.3	0	+3	Krīze
	Izaugsme	1998.-2009.	12	+0.0	0.0	+1		Augšana
	Neaugums	2010.-2019.	10	+0.0	0.0	+5		Briedums
Latvija	Kritums	1990.-1996.	7	-0.2	0.0	0	-4	Krīze
	Izaugsme	1997.-2008.	12	<b>+0.04</b>	+0.0	+2		Augšana
	Neaugums	2009.-2019.	11	-0.0	-0.0	0		Briedums

Avots: autores aprēķini

Dzīves kvalitāte QoLE(t), kā turpmākās attīstības rādītājs (2.23. tabula), visās vērtējamās valstīs ir zemāka nekā Vācijā (1.0) un Francijā (1.0) un vairāk kā 2 reizes zemāka nekā ASV (QoLE=1.9).

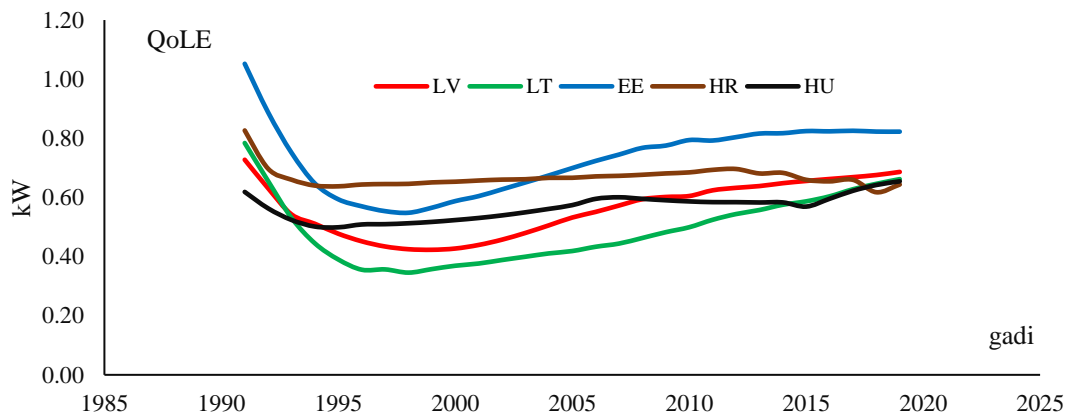
**Vērtējamo ES jauno valstu IAMM rādītāju minimālā kopa 2019. gadā /The minimum set of the SDMM indicators of the evaluated EU new countries in 2019**

Valsts	dM	N1	N1-E	P1	G1	F1	E1	EA	FOOT	U1	PHPE	QoLE
	%	GW	GW	GW	GW	%	%	%	kW	kW	kW	kW
Igaunija	-18	4	1	1	2	40	22	00	55	1.0	2.2	0.8
Latvija	<b>-28</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>33</b>	<b>15</b>	<b>00</b>	<b>58</b>	<b>0.9</b>	<b>2.0</b>	<b>0.7</b>
Lietuva	-28	7	1	2	5	32	17	00	25	0.9	1.8	0.7
Ungārija	-7	24	5	9	16	35	19	53	167	0.9	1.0	0.7
Horvātija	-16	9	2	3	6	36	21	00	100	0.8	1.7	0.6

Avots: autores aprēķini

Analizētajā periodā visās vērtējamās ES jaunajās valstīs raksturīgs ievērojams iedzīvotāju skaita samazinājums, zems tehnoloģiskās attīstības rādītājs  $F(t)$ , izņemot Igauniju ( $F1=40$ ), kā arī produktivitātes PHPE(t) līmenis zemāks kā attīstītajās valstīs ( $ASV PHPE=4.9$ ).

Vērtējamo jauno ES attīstīto valstu dzīves kvalitātes QoLE(t) rādītājs energovienībās kā potenciāls sistēmas tālākai attīstībai (industrializācija, modernizācija utt.) parādīts 2.15. attēlā. Var secināt, ka 2019. gadā valstu rādītāji nebija sasnieguši 1990. gada līmeni. Igaunijā, Latvijā un Lietuvā redzama pieaugoša tendence no 1998. līdz 2008. gadam. Pēc 2008. gada Latvijā vērojama pozitīva dzīves kvalitātes tendence, sasniedzot Lietuvas un Ungārijas līmeni. Augstākais dzīves kvalitātes līmenis energovienībās 2019. gadā bija Igaunijā.



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas un EuroStat datiem

**2.15. att./ Fig. 2.15. Dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas vērtējamās ES jaunajās valstīs 1990.-2019. gadā / Changes of the quality of life QoLE in the evaluated EU new countries in 1991-2019**

Kopumā var secināt, ka IAMM ietvaros, un izmantojot sistēmas jaudas izmaiņu sistēmanalīzes metodoloģiju, salīdzinājumā ar IKP analīzes metodi naudas izteiksmē, ES jaunajās valstīs ir bijusi sarežģīta attīstība laika posmā no 1990. līdz 2019. gadam. IAMM modelis ir palīdzējis identificēt ilgstošu neaugsmes posmu šīm valstīm pēc 2000. gada.

**Naudas un enerģijas plūsmu cēloņsakarības analīze**

ES jauno valstu IKP PPP un jaudas patēriņa mijiedarbība novērtēta, izmantojot Pīrsona koeficientu, Grendžera cēloņsakarības testu un papildus Durbina-Vatsona testu atlikumiem (9. pielikums). Vērtētajām valstīm laika periodā no 2000. līdz 2019. gadam aprēķināts Pīrsona korelācijas koeficients N1P starp pilno patēriņu jaudu  $N1(t)$  un IKP PPP un Pīrsona korelācijas koeficientu N1-EP starp elektroenerģijas patēriņu jaudu  $N1-E(t)$  un IKP PPP (2.24. tabula).

**Pīrsona korelācija koeficients vērtētajās ES jaunajās valstīs/ *Pearson correlation coefficient in the evaluated EU new countries***

Valsts	Periods	PP	Periods	N1P	Periods	N1-EP
LV	1998.-2006.	0.98	1998.-2006.	0.60	1998.-2008.	0.83
LT	1997.-2019.	0.97	2000.-2019.	0.98	2000.-2019.	0.98
EE	1998.-2007.	0.95	1998.-2007.	0.55	1995.-2009.	0.93
HU	1994.-2006.	0.98	1994.-2006.	0.39	1995.-2019.	0.99
HR	1995.-2005.	0.97	1995.-2005.	0.96	1995.-2008.	0.88

Avots: autores aprēķini

Pīrsona koeficients parādīja augstu korelācijas līmeni starp IKP PPP un abiem jaudas patēriņa rādītājiem (N1 un N1-E) Lietuvā. Pēc aprēķinātiem Pīrsona koeficientiem, veikts Grendžera cēloņsakarības tests IKP PPP – elektrības patēriņa jauda N1-E un IKP PPP – pilna patēriņa jauda N1, kā arī Durbina-Vatsona tests atlikumiem.

Saskaņā ar testa rezultātiem (2.25. tabula), nulles hipotēzi nevar noraidīt, kas nozīmē cēloņsakarību starp IKP PPP un elektrības jaudas patēriņu visām vērtējamām valstīm noteiktā periodā. Durbina-Vatsona autokorelācijas tests ar regresijas atlikumiem (2.25.tabula, rādītājs d) to apstiprina.

**Grendžera cēloņsakarības testa rezultāti vērtējamās ES jaunās valstīs / *Results of the Granger causality test for the evaluated EU new countries***

Valsts	Periods	Faktors	t-stat.	P-stat.	R <sup>2</sup>	d	Rezultāts
EE	1995.-2009.	N1-E	9.6	0.00	0.97	1.66	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
LV	1997.-2008.	N1-E	3.7	0.01	0.96	1.38	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
HR	1995.-2008.	N1-E	7.7	0.00	0.88	1.85	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
LT	1996.-2018.	N1-E	2.5	0.02	0.80	1.54	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
HU	1995.-2019.	N1-E	11.6	0.00	0.98	1.71	H <sub>0</sub> nevar noraidīt
Kritiskā vērtība			+/- 2.024	0.05	x	0.79-1.99	x

Avots: autores aprēķini

**Vērtējamo jauno ES valstu jaudu un naudas plūsmu analīze pēc Kaldora sektorālā modeļa**

Vērtējamo valstu rādītāji pēc Kaldora sektorālā modeļa un IAMM vērtējamā objekta iekšējās vides analīzes noteikumiem (2. līmenis) aprēķināti pēc 2019. gada datiem (2.26. tabula). Kritiskais STINA-R rādītājs ir 1.0, kas nozīmē balansu jeb līdzsvaru. Ja vērtība ir mazāka par 1.0, tas nozīmē ka valsts ekonomikas servisa un transporta sektori vairāk patērē energoresursus nekā rada pievienoto vērtību. Ja ir vairāk par 1.0, tad ir otrādi, t.i., servisa un transporta sektori veido lielāku pievienoto vērtību. Latvijā, Igaunijā un Ungārijā STINA-R vērtības bija ap 1.0, kas nozīmē līdzsvaru starp finansēm (naudu) un energoresursiem. Lietuvā rādītājs bija virs 2.0, kas liecina par lielu disbalansu jeb līdzsvara zaudēšanu. Kritiskais ISTINA-R rādītājs bija 1.0, kas nozīmē balansu jeb līdzsvaru. Ja vērtība ir mazāka par 1.0, tātad ekonomikas industrijas sektors ir neefektīvs attiecībā pret lauksaimniecības sektoru. Ja ir vairāk par 1.0, tad ir otrādi, t.i., industrija ir efektīva attiecībā pret lauksaimniecību, kā tas bija Igaunijā (STINA-R=2.3). Lietuvā un Ungārijā šis rādītājs bija zem 1.0, bet Latvijā – 1.1, kas nozīmē līdzsvaru.



**Vērtējamo ES jauno valstu Kaldora sektorālie rādītāji/ Kaldor sectoral indicators of evaluated EU new countries**

Valsts	N1	N1-AG	N1-IND	N1-ST	STINA-E	ISTINA-E	STINA	ISTINA	STINA R	ISTINA R
	GW	GW	GW	GW	x	x	x	x	x	x
LV	<b>6.0</b>	<b>0.4</b>	<b>2.0</b>	<b>3.6</b>	<b>3.0</b>	<b>5</b>	<b>3.3</b>	<b>5</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
LT	7.0	0.3	2.7	4.0	1.2	21	2.9	8	2.5	0.4
EE	4.0	0.3	1.0	2.7	3.3	5	2.5	12	0.8	2.3
HU	34	1.0	10	23	2.2	14	2.1	6	1.0	0.4
HR	14	0.4	6.0	7.6	1.3	35	2.2	15	1.7	0.4

Avots: autores aprēķini

Vērtējamo ES jauno valstu vērtēšanas īss kopsavilkums:

**Lietuvā** – augstu tehnoloģiju ekonomika ar industrializācijas rādītāja vērtību STINA=2.9. Vislielākais ekonomikas kritums 1990.-1995. gadā starp vērtējamam valstīm. Zems tehnoloģiskās efektivitātes rādītājs (F1=32). Jaunam industrializācijas posmam nav modernu elektroenerģijas avotu (EA=0), arī kopējā gala patēriņā zema elektrības daļa (E=17), kas raksturo mazu reālo industriālo sektoru. Dzīves kvalitātes līmenis atbilstošs visām pārējām vērtējamām valstīm (QoLE=0.7). Vienīgā no valstīm, kurā bija lietderīgās jaudas nepārtraukts pieaugums 2000.-2019. gadā, ko apstiprina Grendžera tests. Tas nozīmē, ka IKP naudas plūsma bija nodrošināta ar enerģijas plūsmu (jaudu), un attīstība šajā laikā posmā sekmēja valsts attīstības potenciāla palielinājumu.

**Igaunijā (EE)** – augstu tehnoloģiju ekonomika ar industrializācijas rādītāja vērtību STINA=2.5. Starp Baltijas valstīm augstākais tehnoloģiskais (F1=40), produktivitātes (PHPE=2.2) un dzīves kvalitātes (QoLE=0.8) līmenis. Nav modernu elektroenerģijas avotu (EA=0). Pēc 2010. gada lietderīgās jaudas P(t) pieaugums apstājās, lai gan IKP izaugsme turpinājās.

**Horvātijā (HR)** – pārejas ekonomika ar industrializācijas rādītāja vērtību STINA=3.4. Zems tehnoloģiskās efektivitātes rādītājs (F1=36). Jaunam industrializācijas posmam nav moderna elektroenerģijas avota (EA=00), un elektrības daļa kopējā gala patēriņā augstākā (E=22) starp vērtējamam valstīm, kas raksturo salīdzinoši lielāku reālo industriālo sektoru. Dzīves kvalitātes līmenis atbilstoši visām vērtējamām ES jaunajām valstīm (QoLE=0.6).

**Ungārijā (HU)** – augstu tehnoloģiju ekonomika ar industrializācijas rādītāja vērtību STINA=2.6. Zems tehnoloģiskās efektivitātes rādītājs (F1=35). Jaunam industrializācijas posmam ir moderns elektroenerģijas avots (EA=53). Elektrības daļa kopējā gala patēriņā zema (E=19), kas raksturo mazu reālo industriālo sektoru. Dzīves kvalitātes līmenis atbilstoši visām vērtējamām ES jaunajām valstīm (QoLE=0.7).

**Latvijā (LV)** – pārejas ekonomika. Zems tehnoloģiskās efektivitātes rādītājs (F1=33). Jaunam industrializācijas posmam nav modernu elektroenerģijas avotu (EA=0), arī elektrības daļa kopējā gala patēriņā zema (E=15), kas raksturo mazu reālo industriālo sektoru. Dzīves kvalitātes līmenis atbilstoši citām vērtējamām ES jaunajām valstīm (QoLE=0.7).

## 2.2. Sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) mijiedarbība un pozicionēšana pasaules līmenī/ *Interaction and positioning of the evaluated socio-economic systems (countries) at the world level*

Visu 15 vērtējamo sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) savstarpējās ietekmes analīzei tiek izmantota mijiedarbības matrica valstis/ ilgtspējīgas attīstības rādītāju kopa energovienībās (1.16. att. 77. lpp.). Šo valstu rādītāji 2019. gadā ilgtspējīgas attīstības kontekstā atspoguļoti 2.27. tabulā. Saskaņā ar promocijas pētījuma metodoloģiju, autore aprēķināja 12 rādītāju

korelāciju vērtējamām valstīm pēc enerģijas plūsmu modeļa. Visi rādītāji izveidoti un aprēķināti relatīvās vērtībās – enerģijas vienībās vai normētās enerģijas vienībās uz platības vienību, cilvēku u.tml.

Pamatojoties uz autores veikto aprēķinu rezultātiem, un ņemot vērā korelācijas koeficientu virs 0.9, var sagrupēt šādus valstu klasterus:

1. Latvija, Lietuva, Igaunija, Horvātija (zila krāsa).
2. Indonēzijas, Brazīlijas un Dienvidāfrikas klasteris (zaļa krāsa).
3. Vācijas, Itālijas, Francijas, Japānas klasteris (sarkana krāsa).
4. ASV, Ķīnas un Indonēzijas klasteris (pelēka krāsa).
5. Francijas, Vācijas, Japānas, Turcijas un Brazīlijas klasteris (oranža krāsa).
6. Ungārijas un Horvātijas klasteris (dzeltena krāsa).

Katrs klasteris apvieno valstis ar integrētā IAMM rādītāja korelāciju virs 0.9, kas aprēķināts 2019. gadā. Integrētais IAMM rādītājs veidots no katras valsts ilgtspējīgas attīstības rādītāju minimālās kopas konkrētajā gadā.

2.27. tabula/ Table 2.27.

**Vērtējamo valstu mijiedarbības matrica IAMM kontekstā 2019. gadā/ The interaction matrix of all evaluated countries in the context of SDMM in 2019**

	CN	ZA	BR	TR	ID	EE	LV	LT	HR	HU	US	FR	DE	JP	IT
CN	1														
ZA	0.8	1													
BR	0.8	<b>0.9</b>	1												
TR	0.8	<b>0.9</b>	<b>1.0</b>	1											
ID	<b>1.0</b>	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	0.8	1										
EE	-0.2	0.2	0.3	0.4	-0.1	1									
LV	-0.1	0.2	0.3	0.4	0.0	<b>1.0</b>	1								
LT	0.0	0.2	0.2	0.3	0.0	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	1							
HR	-0.1	0.3	0.4	0.5	0.0	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	0.8	1						
HU	-0.1	0.2	0.4	0.5	0.0	0.8	0.8	0.6	<b>0.9</b>	1					
US	<b>1.0</b>	0.8	0.8	0.8	<b>1.0</b>	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	1				
FR	0.7	0.8	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	0.7	0.4	0.5	0.3	0.5	0.6	0.7	1			
DE	0.4	0.6	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	0.5	0.6	0.7	0.4	0.8	0.8	0.4	<b>0.9</b>	1		
JP	0.5	0.7	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	0.6	0.5	0.6	0.4	0.7	0.8	0.5	<b>0.9</b>	<b>1.0</b>	1	
IT	0.4	0.6	0.8	0.8	0.4	0.7	0.7	0.5	0.8	0.8	0.4	<b>0.9</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	1

Avots: autores aprēķini un konstrukcija

Vērtējamās valstis Kaldora matricā saskaņā ar IKP analīzi naudas izteiksmē (2.9. tabula) un saskaņā ar analīzes rezultātiem invariantu koordinātu sistēmā, tika pārveidota kā Kaldora matrica enerģijas vienībās (2.28. tabula). Matrica veidota, ņemot vērā valstu klasifikāciju pēc STINA koeficienta vērtības un lietderīgās jaudas uz vienu iedzīvotāju  $U_1(t)$ . Galvenie secinājumi:

- pārejai uz postindustriālo sabiedrību un zināšanu ekonomiku ir nepieciešams lietderīgās jaudas līmenis uz vienu iedzīvotāju  $U_1$  vairāk nekā 4.0 kW. ASV (US) un Francijas (FR) līmenis ir nepietiekams, kas izpaužas kā dzīves kvalitātes QoLE pazemināšanās (16. pielikums);
- valstīs virs attīstības diagonāles (DE, IT, JP, TR, BR, ZA, LV, LT, EE, HU, HR) – neatbilstība starp ekonomikas struktūru (STINA) un lietderīgās jaudas līmeni  $U_1$  ir iemesls attīstības tempu palēninājumam;
- valstīs zem attīstības diagonāles (tādu starp novērtētajām nav) – uzkrāts pietiekams lietderīgās jaudas  $U_1$  līmenis un nepieciešams aktivizēt turpmāko ekonomikas un sabiedrības attīstību;

- valstīs attīstības diagonālē (CN, ID) – līdzsvarota attīstība, nepieciešams pieņemt stratēģiskus lēmumus tālākai attīstības virzībai.

2.28. tabula/ Table 2.28

**Vērtējamās valstis Kaldora matricā IAMM kontekstā 2019. gadā/ The Kaldor matrix of all evaluated countries in the context of SDMM in 2019**

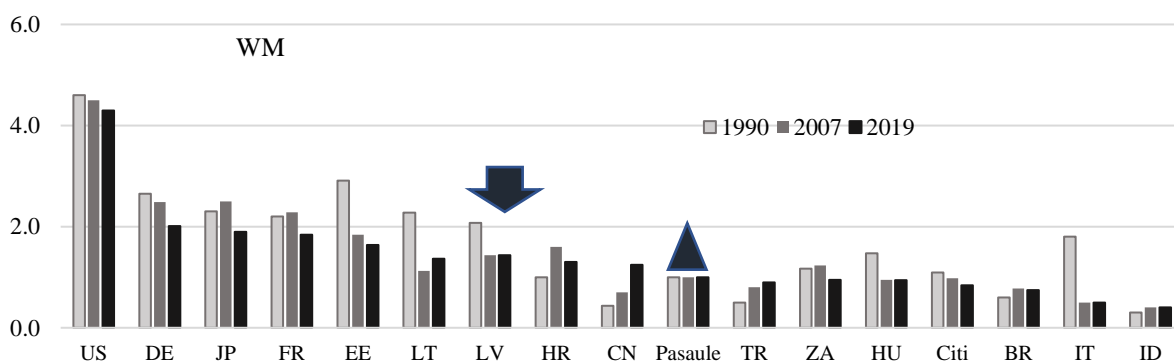
STINA intervāls	Autores piedāvātā klasifikācija	Lietderīgā jauda uz 1 iedz. U1, kW				
		4.0 <	3.0-3.9	2.0-2.9	1.0-1.9	1.0 >
4.0 <	Postindustriālā ekonomika			US	FR	
3.0 – 3.9	Pārejas ekonomika				IT	HR LV BR
2.0 – 2.9	Augsto tehnoloģiju ekonomika				DE EE JP	HU LT ZA
1.0 – 1.9	Industriālā ekonomika				CN	TR
< 1.0	Industriālā ekonomika Vāja infrastruktūra					ID

Avots: autores konstrukcija

Augstu lietderīgās jaudas uz vienu iedzīvotāju līmeni 4.0 kW nav sasnieguši arī vērtējamās attīstītās valstis (US, FR, GE, JP, IT), kas pēc SVF fonda atskaites ir paziņošanas par postindustriālās sabiedrības un inovatīvās zināšanu ekonomikas veidošanu.

**Vērtējamo sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) pozicionēšana pasaulē  
Valsts konkurētspējas rādītājs WM pasaulē pēc lietderīgās jaudas (P1) normalizēts ar iedzīvotāju skaitu (M)**

Vērtējamo valstu relatīvā svara rādītājs WM pēc lietderīgās jaudas P1(t), kas normalizēts ar iedzīvotāju skaitu M(t), nosaka attiecīgās valsts konkurētspēju pasaules līmenī (2.16. att.). Rādītājs tika aprēķināts pēc 14. pielikuma datiem un formulas 1.15. tabulā. Valstis sakārtotas pēc 2019. gada rādītāja un 2.16. attēlā redzams, ka viena no augstākajām konkurētspējas WM vērtībām 2019. gadā bija ASV (4.3). Relatīvi augsts rādītājs bija ES jaunajām valstīm 1990. gadā, bet Indonēzijas, Itālijas un Brazīlijas ikviena iedzīvotāja ieguldījums pasaules lietderīgās jaudas veidošanā bija ļoti zema.



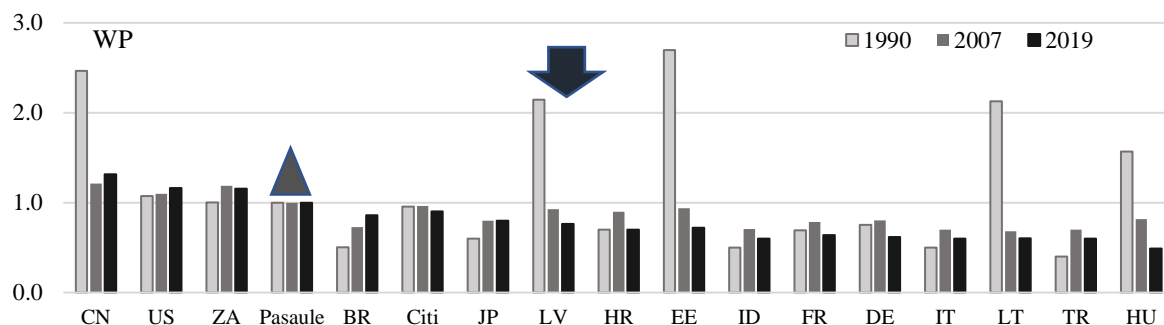
Avots: autores veidots un aprēķināts

2.16. att./ Fig.2.16. Vērtējamo valstu konkurētspējas rādītāji (WM) IAMM kontekstā/  
Competition indicators of all evaluated countries WM in context of SDMM

No Baltijas valstīm augstākais WM rādītājs bija Igaunijā 1990., 2007. un arī 2019. gadā, tālāk sekoja Latvija un Lietuva.

### Valsts naudas/ jaudas plūsmu līdzsvara rādītājs WP pēc lietderīgās jaudas (P1) un pasaules iekšzemes kopprodukta (IKP)

Valsts relatīvais svars pēc lietderīgās jaudas un iekšzemes kopprodukta WP saskaņā ar sociāli ekonomiskās sistēmas ilgtspējīgās attīstības likumu (3. likums 64. lpp.) un enerģijas un naudas plūsmu konvertācijas likumu (5. likums 67. lpp.) raksturo valsts ilgtspējības potenciālu jeb naudas/ jaudas plūsmu sabalansētības dinamiku. Rādītājs WP pēc lietderīgās jaudas P1 un iekšzemes kopprodukta IKP PPP tika aprēķināts pēc 15. pielikuma datiem un 1.15. tabulas formulas (2.17. att.).



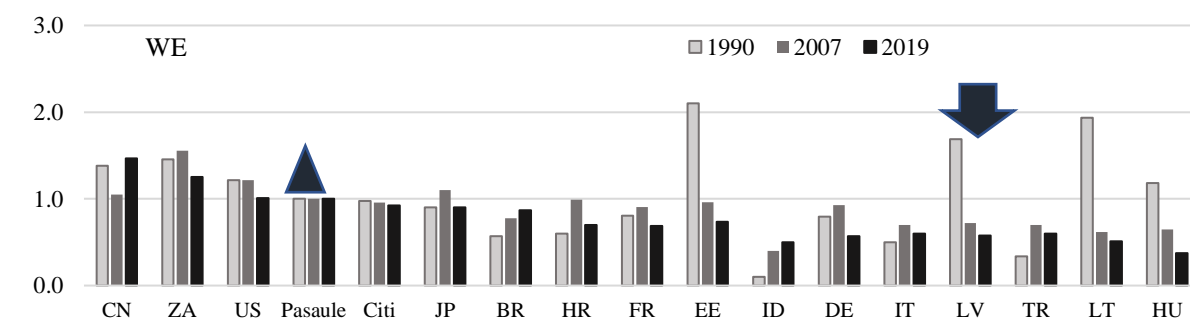
Avots: autores aprēķini

2.17. att./ Fig. 2.17. Vērtējamo valstu ilgtspējības līdzsvara rādītājs (WP) IAMM kontekstā/ Indicators of sustainability balance WP of all evaluated countries in context of SDMM

Valstis sakārtotas pēc 2019. gada datiem un redzams, ka laika periodā no 1990. līdz 2019. gadam rādītāja vērtība pakāpeniski izlīdzinājās virzībā uz vidējo pasaules vērtību WP=1. No Baltijas valstīm augstākais tas bija Latvijā (WP=0.8).

### Valstu tehnoloģiskās konkurētspējas rādītājs WE

Valsts relatīvais svars pēc elektrības gala patēriņa jaudas un iekšzemes kopprodukta WE saskaņā ar sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības likumu (2. likums 63. lpp.) raksturo valsts tehnoloģisko konkurētspēju pasaules līmenī (2.18. att.).



Avots: autores aprēķini

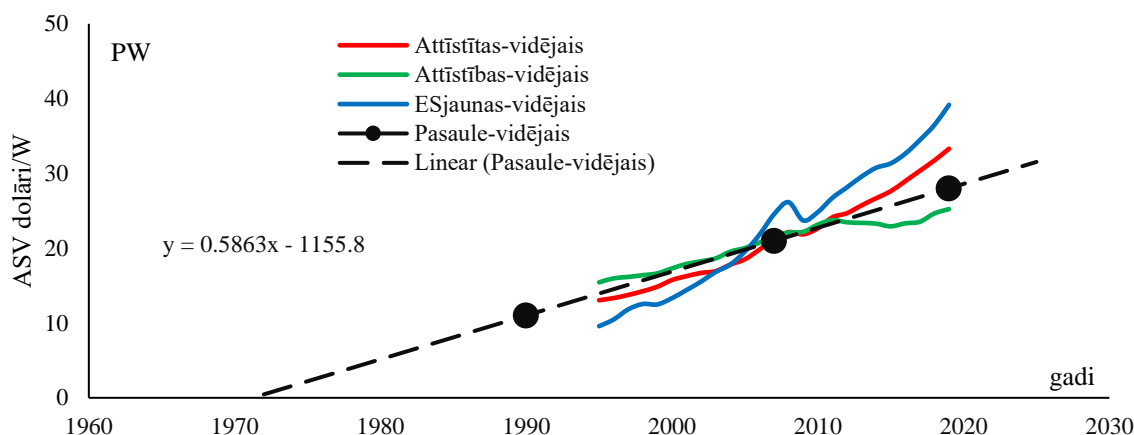
2.18. att./ Fig.2.18. Vērtējamo valstu tehnoloģiskās konkurētspējas rādītājs WE IAMM kontekstā/ Technological competition indicator WE of the evaluated countries in context of SDMM

Valstis sakārtotas pēc 2019. gada datiem, un augstākais tehnoloģiskais rādītājs 2019. gadā virs pasaules līmeņa bija Ķīnā (1.vieta), Dienvidāfrikā (2.vieta) un ASV (3.vieta).

### Vērtējamo sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) naudas un enerģijas plūsmu konvertācija

Vērtējamo sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) naudas un enerģijas plūsmu sabalansētības nolūkā tika aprēķināts naudas/ jaudas konvertācijas koeficients 1990.-2019. gadā. Saskaņā ar aprēķinātajiem datiem, 2007. gadā pasaules vidējā naudas/ jaudas attiecība (\$/W) bija 21 ASV dolārs par vienu vatu (2.19. att.). Šī vērtība attiecas uz visām 15 vērtētajām

valstīm, tai skaitā uz lielākajām pasaules ekonomikām – ASV un Ķīnu. Pēc 2008. gada vērtība attīstītajās valstīs, t.sk. ES jaunajās, sāka pieaugt straujāk nekā vidēji pasaulē, kas nozīmē pirktspējas pieaugumu (5. likums).



Avots: autore aprēķini

2.19. att./ Fig. 2.19. Vērtējamo valstu konvertācijas rādītāja PW nauda/ jauda izmaiņas 1990.-2019. gadā/ Changes in the money/ power conversion indicators PW of the evaluated countries 1990-2019

Attīstības valstīs rādītāja vērtība pieauga lēnāk nekā vidēji pasaulē, pirktspēja samazinājās. Konvertācijas koeficienta IKP-P vidējās pasaules vērtības izmaiņas grafika ekstrapolācija (2.19. att.) parāda, ka ap 1973. gadu koeficienta vērtība bija  $PW=1$ , kas nozīmē  $1W=1\$$  jeb sabalansētu izaugsmi un attīstību. Visu vērtējamo valstu naudas/ jaudas konvertācijas koeficienta PW vērtība aprēķināta 2019. gadā (2.29. tabula).

2.29.tabula/ Table 2.29.

Vērtējamo valstu ar dažādām metodēm aprēķināto PPX salīdzinājums 2019. gadā/ Comparison of PPX calculated by different methods for the evaluated countries in 2019

Valsts	PPX	U1	PPXE	SK	PW
	ASV dolāri/ $10^3$	kW	ASV dolāri/ $10^3$	ASV dolāri/ $10^3$	\$/W
Vācija	57.3	1.2	33.6	23.7	48
Lietuva	39.9	0.7	19.6	20.3	57
Itālija	45.8	1.0	28.0	17.8	46
Francija	50.5	1.2	33.6	16.9	42
Igaunija	39	0.8	22.4	16.6	49
Ungārija	34.6	0.7	19.6	15.0	49
Horvātija	31.6	0.6	16.8	14.8	53
<b>Latvija</b>	<b>32.9</b>	<b>0.7</b>	<b>19.6</b>	<b>13.3</b>	<b>47</b>
Turcija	27.7	0.6	16.8	10.9	46
Japāna	42.3	1.2	33.6	8.7	35
Indonēzija	12.4	0.3	8.4	4.0	41
Brazīlija	15.3	0.5	14.0	1.3	31
ASV	65.1	2.3	64.4	0.7	28
Dienvīdāfrika	14.4	0.6	16.8	-2.4	24
Ķīna	16.6	0.8	22.4	-5.8	21

Avots: autore aprēķini

Koeficienta lielākā vērtība bija Vācijā (47), Lietuvā (46), Francijā (43). Koeficienta zemākā vērtība bija attīstības valstīs (Ķīnā, Dienvidāfrikā). Izmantojot pasaules vidējo nauda/ jauda konvertācijas koeficientu 28 ASV dolāri par 1W 2019. gadā un U1 vērtību, aprēķināts IKP PPP uz vienu iedzīvotāju PPXE (pēc jaudas analīzes metodes) un atšķirība ar PPX (pēc

IKP PPP), kas apzīmēta ar SK. Augstākā aprēķinātā SK vērtība bija Francijā (31.5), Vācijā (16.9) un Ungārijā (15.0), bet zemākā (negatīvā) – ASV, Dienvidāfrikā un Ķīnā. Latvijā SK vērtība bija zemākā no piecām iepriekš vērtētajām ES jaunajām valstīm (SK=13.3), kas nozīmē mazāku novirzi no vidējās pasaules vērtības.

## Kopsavilkums par 2. nodaļu / *Summary of Chapter 2*

1. Ilgtspējīgas attīstības principu formalizācija energovienībās, izmantojot invariantu koordinātu sistēmu un jaudas izmaiņu analīzes pieeju, ļauj noteikt jebkuras sociāli ekonomiskās sistēmas (valsts) esošā un mērķa stāvokļa rādītājus, problēmas un prognozējamās attīstības scenārijus.

2. Lai aprobētu promocijas darba autores izveidoto ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli (IAMM), analizētas dažādas sociāli ekonomiskās sistēmas (valstis) pēc divām metodēm: (1) IKP naudas izteiksmē; (2) attīstības rādītājiem invariantu koordinātu sistēmā energovienībās, pamatojoties uz promocijas darba autores metodi, kas balstās uz Kuzņecova un Oduma moduļiem. Analīzes rezultātā tika iegūti atšķirīgi analizējamo sociāli ekonomisko sistēmu ilgtspējīgas attīstības novērtēšanas rezultāti un izskaidrota to nozīme ne tikai valsts esošās (konkrētās) situācijas novērtēšanā, bet arī turpmākās attīstības prognozēšanā un monitorēšanā.

3. Promocijas darba ievaros tika izvēlētas, analizētas un novērtētas 15 sociāli ekonomiskās sistēmas (valstis) trīs grupās: 1) piecas attīstītās valstis – ASV, Francija, Vācija, Itālija un Japāna; 2) piecas attīstības valstis – Brazīlija, Indonēzija, Ķīna, Turcija un Dienvidāfrika; 3) piecas ES jaunās (attīstītās) valstis – Latvija, Lietuva, Igaunija, Ungārija un Horvātija.

4. Saskaņā ar IKP PPP analīzi naudas izteiksmē, visām 15 vērtējamām valstīm laika periodā no 1990. līdz 2019. gadam bija pozitīva augšanas tendence ar dažādu augšanas ātrumu un paātrinājumu. Visātrākais temps bija vērtējamās attīstības valstīs (Ķīnā), bet vislēnākais – attīstītās valstīs – ASV un Francijā brieduma posmā.

5. Pēc 2001. gada analizētās attīstītās valstis nonāca lēnas attīstības posmā – brieduma stadijā, kas faktiski ir nepieciešama, lai veiktu kvalitatīvas pārmaiņas sociāli ekonomiskajā sistēmā (valstī) un sagatavotos nākamajam attīstības posmam. Jāuzsver, ka katra analizētā valsts līdz autores analizējamam periodam (1990. gadam) ir bijusi ar atšķirīgu attīstību un rādītājiem. Vērtējamo attīstīto valstu ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeļa – IAMM rādītāji 2019. gadā liecina, ka visas šīs valstis raksturo augsts tehnoloģiskās efektivitātes līmenis un liela patērētās elektrības daļa, kuras avots ir kodolenerģijas ražošana. ASV 2019. gadā bija augstākais dzīves kvalitātes līmenis starp vērtētajām valstīm. Šo valstu dzīves kvalitātes rādītājs energovienībās, kas tiek uzskatīts kā potenciāls sistēmas tālākai attīstībai (industrializācija, modernizācija utt.), pazeminājās vai bija bez izmaiņām.

6. Vērtējamo attīstības valstu lietderīgās jaudas un dzīves kvalitātes rādītāji energovienībās kā potenciāls sistēmas tālākai attīstībai (industrializācija, modernizācija utt.) bija augšanas periodā. Dzīves kvalitātes pieaugums bija ar dažādu pieauguma ātrumu, tomēr visi rādītāji zemāki nekā attīstītajām valstīm.

7. Visām vērtējamām ES jaunajām valstīm 1990.-1999. gadā raksturīgs lietderīgās jaudas straujš samazinājums sociāli ekonomisko sistēmu izmaiņu rezultātā, un 2019. gadā jaudas līmenis nevienā valstī nebija sasniedzis 1990. gada līmeni. Pēc 2001. gada vērtējamās valstis nonāca lēnās attīstības posmā – brieduma stadijā, un tām bija vērojams tehnoloģiskās efektivitātes koeficienta pieaugums. Tomēr 2019. gadā tās nebija sasnējušas pasaules vidējo tehnoloģisko līmeni. Visas šīs valstis raksturoja ievērojams iedzīvotāju skaita samazinājums, zems tehnoloģiskās attīstības rādītājs, zema produktivitāte un dzīves kvalitāte, salīdzinot ar ES attīstītajām valstīm.

8. Pēc promocijas darba autores domām, saskaņā ar ilgtspējīgas attīstības principiem, dzīves kvalitātes rādītājiem arī brieduma periodā vajadzētu paaugstināties, iespējams, ar

zemāku ātrumu. Tāpēc dzīves kvalitātes kritumu varētu izskaidrot kā valsts neefektīvu adaptāciju pret ārējiem faktoriem vai neefektīvu transformāciju iekšējo faktoru ietekmē. Svarīgi – vai sociāli ekonomiskā struktūra gatava adaptācijai, ja mainās ārējie apstākļi.

9. Kopumā var secināt, ka IAMM ietvaros un izmantojot sistēmas jaudas izmaiņu sistēmanalīzes metodoloģiju salīdzinājumā ar IKP analīzes metodi, vērtējamās ES jaunajās valstīs ir bijusi sarežģīta attīstība 1990.-2019. gadā. IAMM modelis palīdzēja identificēt ilgstošu neaugsmes periodu šīm valstīm pēc 2000. gada.

10. Latvijā noformulēta pārejas ekonomika ar zemu tehnoloģiskās efektivitātes rādītājs ( $F1=33$ ). Konstatēts, ka jaunam industrializācijas posmam nav pieejami moderni elektroenerģijas avoti ( $EA=0$ ), ka arī elektrības daļa kopējā gala patēriņā ir viena no zemākajām ( $E1=15$ ) starp vērtējamām valstīm, kas raksturo nelielu industriālo sektoru. Dzīves kvalitātes līmenis atbilstoši citām vērtējamām ES jaunajām valstīm ( $QoLE=0.7$ ).

### **3. LATVIJAS ILGTSPĒJĪGAS ATTĪSTĪBAS RĀDĪTĀJU PLĀNOŠANA, NOVĒRTĒŠANA UN MONITORINGS/ PLANNING, EVALUATION AND MONITORING OF LATVIA'S SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDICATORS**

Promocijas darba 3. nodaļā analizēta Latvijas ilgtspējīgas attīstības plānošanas un uzraudzības sistēma, kā arī prognozēti četri iespējamie Latvijas attīstības scenāriji līdz 2030. un 2060. gadam, izmantojot promocijas darba autore izveidoto ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli (IAMM).

#### **3.1. Latvijas ilgtspējīgas attīstības tiesiskie un institucionālie aspekti/ *Legal and institutional aspects of sustainable development of Latvia***

Ikvienas sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības plānošanas mērķis ir sekmēt valsts ilgtspējīgu un stabilu attīstību, kā arī iedzīvotāju dzīves kvalitātes uzlabošanu. Apkopojot dažādos materiālos pieejamo informāciju, autore izveidojusi ilgtspējīgas attīstības likumdošanas ietvaru (3.1. att.), kurā norādīti vairāku līmeņu svarīgākie politiskie dokumenti.

<b>Globālais līmenis PASAULE</b>		<b>ANO Agenda 21 Agenda 2030 (2015)</b>
<b>EIROPAS SAVIENĪBA</b>		<b>ES 2030 (2019) ES 6 prioritātes 2019-2024 Stratēģiskais plāns 2020-2024</b>
<b>BALTIJAS JŪRAS REĢIONS</b>		<b>ES Stratēģija Baltijas jūras reģionam</b>
<b>Nacionālais līmenis LATVIJA</b>		<b>Latvija 2030 (2010) Nacionālais attīstības plāns 2021-2027 Nacionālās izaugsmes stratēģija (2005)</b>
<b>Vietējais līmenis</b>		<b>Reģionālās politikas pamatnostādnes 2021-2027 Reģionālās attīstības likums (2002)</b>

*Avots: autores veidots*

#### **3.1. att./ Fig. 3.1. Ilgtspējīgas attīstības likumdošanas ietvars 2021. gadā/ *The legislative framework of the sustainable development in 2021***

Ilgtspējīgas attīstības plānošana Latvijā aizsākās 20. gadsimta 90. gadu sākumā pēc neatkarības atgūšanas, kad valsts uzsāka atbilstošas politikas veidošanu ar nolūku līdzsvarot ekonomiskos un sociālos procesus ar vides vajadzībām. Latvijā Ilgtspējīgas attīstības politiku ieviesa 2002. gadā, pamatojoties uz 1992. gada Riodežaneiro deklarāciju (UN, 1992). Pēc Eiropas Savienības Ilgtspējīgas attīstības stratēģijas pārskatīšanas 2006. gadā Latvijā uzsāka jaunu ilgtspējīgas attīstības plānošanas procesu, kurā arī iedzīvotāji varēja paust savu redzējumu par Latviju 2030. gadā visās ilgtspējas dimensijās. 2010. gadā tika apstiprināts Latvijas svarīgākais ilgtermiņa plānošanas dokuments - Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam jeb Latvija 2030, kas ir pirmā vienotā valsts ilgtermiņa attīstības vīzija (Latvija 2030). Stratēģija aktualizē un paplašina Latvijas Republikas Saeimā 2005. gada oktobrī apstiprinātā konceptuālā dokumenta „Latvijas ilgtermiņa izaugsmes modelis: cilvēks pirmajā vietā” galveno ideju. Latvija 2030 ietver ieviešanas uzraudzības mehānismus, kuru pamatā ir ar stratēģijas prioritātēm saistītu specifisku rādītāju izvērtēšana.

Latvijas plānošanas sistēma ir decentralizēta un atbilst subsidiaritātes principam. Konkrētu darbību uzsāk plānošanas līmenis, kas ir vistuvāk attiecīgajai risināmajai problēmai. Valsts valdība risina tos jautājumus, kurus nevar vislabāk izdarīt vietējās pašvaldības, kopienas



vai indivīda līmenī. Valsts un pašvaldības atbalsta un veicina iedzīvotāju iniciatīvas. Attīstības plānošanas dokumentos izvirza mērķus un sasniedzamos rezultātus attiecīgajā politikas jomā un teritorijā, apraksta noskaidrotās problēmas un paredz to risinājumus, izvērtē šo risinājumu iespējamo ietekmi, kā arī plāno turpmāko rīcību. Attīstības plānošanas dokumenti tiek izstrādāti ilgtermiņam (līdz 25 gadiem), vidējam termiņam (līdz 7 gadiem) un īstermiņam (līdz 3 gadiem).

Svarīgākie valsts ilgtspējīgas attīstības mērķi dokumentā Latvija 2030 tiek īstenoti ar septiņu gadu valsts attīstības plāniem, piemēram, Latvijas Nacionālo attīstības plānu 2021.-2027. gadam (NAP2027), nozaru politikām un plāniem, kas sasaista politikas mērķus ar valsts budžetu, izmantojot rādītāju kopumu. Savukārt Latvijas pašvaldību attīstības plānus nosaka vietējās prioritātes, ņemot vērā pieejamos resursus. Sabiedrība tiek iesaistīta lēmumu pieņemšanas procesos, kā arī darbojas pēc savas iniciatīvas, lai sasniegtu Latvijas ilgtspējīgas attīstības mērķus.

Valsts attīstības plānošanai un novērtēšanai Latvijas Republikas Ministru prezidents izveido un vada Nacionālās attīstības padomi. Tā ir koleģiāla institūcija, kuru veido ministri un Saeimas, Valsts prezidenta, kā arī valdības sociālo partneru pārstāvji. Padomes sastāvs ir noteikts Attīstības plānošanas sistēmas likumā (Attīstības plānošanas sistēma, 2009.). Valsts kanceleja (iepriekš Pārresoru koordinācijas centrs) izstrādā hierarhiski augstākos nacionālā līmeņa attīstības plānošanas dokumentus un koordinē to īstenošanu, organizē un īsteno nozaru politiku savstarpējo koordināciju un pārresoru uzraudzību, kā arī izstrādā priekšlikumus valsts reformu īstenošanai un resursu pārdalei atbilstoši valsts attīstības prioritātēm (Valsts pārvaldes iekārtas likums, 2002). Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija ir vadošā institūcija valsts reģionālās politikas izstrādē un īstenošanā, kā arī reģionālās attīstības valsts atbalsta pasākumu īstenošanas koordinēšanā.

**Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija Latvija 2030 nosaka šādas prioritātes, kas atbilst ANO ilgtspējīgas attīstības mērķiem (SDG):**

- Kultūras telpas attīstība (SDG 4);
- Ilgtermiņa ieguldījumi cilvēku kapitālā (SDG 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 16, 17);
- Paradigmas maiņa izglītībā (SDG 3, 4, 8);
- Inovatīva un ekoloģiski efektīva ekonomika (SDG 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17);
- Daba kā nākotnes kapitāls (SDG 6, 12, 13, 14, 15, 17);
- Telpiskās attīstības perspektīva (SDG 9, 11);
- Inovatīva valdība un sabiedrības līdzdalība (SDG 16, 17)

Ieinteresētās institūcijas/ personas, kas iesaistītas plānošanas procesos:

- Pārresoru koordinācijas centrs (PKC), kas bija premjerministra tiešā pakļautībā un atbildēja par Latvijas attīstības plānošanas sistēmu. Kopš 2015. gada tas bija SDG centrālais punkts, piedalījās ES padomes darbā ilgtspējīgas attīstības jomā un Eiropas Ilgtspējīgas attīstības tīklā (ESDN). Kopš 2023. gada 1. marta PKC ir pievienots Valsts kancelejai, tādējādi uzlabojot valsts attīstības plānošanu, koordināciju un uzraudzību.
- Ministru kabinets;
- ministrijas;
- Centrālā statistikas pārvalde - galvenā institūcija nacionālās statistikas vākšanai un publicēšanai; tā piedalās ANO Statistikas komisijā, kas izstrādā un apstiprina globālo rādītāju sistēmu IAM mērīšanai;
- dažādas citas valsts institūcijas;
- reģionālā līmeņa institūcijas un vietējā līmeņa pašvaldības;
- formālās un neformālās sabiedrības grupas - NVO, interešu grupas u.c., t.sk. Nacionālā starpnozaru koalīcija Ilgtspējīgas attīstības mērķiem jeb IAM koalīcija (IAM koalīcija) un tās aktīva dalībniece Latvijas Platforma attīstības sadarbībai (LAPAS) kā viens no nozīmīgākajiem ANO Ilgtspējīgas attīstības mērķu ieviešējiem un izpildes uzraudzītājiem.

Galvenie dokumenti ilgtspējīgai attīstībai Latvijā:

- Latvija 2030 jeb Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam ir Latvijas galvenais ilgtermiņa attīstības plānošanas dokuments;

- valsts attīstības plāns septiņiem gadiem kā vidējā termiņa plānošanas dokuments, kas ietver galvenos politikas iznākuma rādītājus septiņu gadu periodā, indikatīvu papildu finansējumu, kas vajadzīgs mērķu sasniegšanai;
- valdības deklarācija un rīcības plāns nosaka valdības prioritāros mērķus, kas kopumā atbilst IAM mērķiem;
- citi dokumenti - nozaru politikas un plāni arī tiek saskaņoti ar IAM;
- Latvija 2030 stratēģijas uzraudzības ziņojumi;
- Latvijas ziņojumi ANO par Ilgtspējīgas attīstības mērķu ieviešanu, t.sk. LAPAS izstrādātie NVO ziņojumi (LAPAS NVO ziņojums, 2022).

Latvija 2030 un Nacionālā attīstības plāna īstenošana esošās attīstības plānošanas sistēmas un beztermiņa atbalsta pasākumu ietvaros ir izaicinājums. Attīstības plānošanas sistēma joprojām ir vāji saistīta ar budžeta plānošanu, kā arī netiek praktizēts regulārs rīcības politikas fiskālā efekta vidēja termiņa un ilgtermiņa novērtējums. Valsts pārvaldes nozaru plānošana un operatīvais raksturs, nepietiekama pēctecība un mērķtiecība lēmumu pieņemšanā ir galvenie šķēršļi attīstības dokumentu ieviešanā. Valsts stratēģiskie mērķi paredz, ka 2030. gadā Latvija būs plaukstoša aktīvu un atbildīgu pilsoņu valsts, un ka ikviens varēs justies droši un piederīgs Latvijai, ikviens varēs realizēt savus mērķus. Tautas spēks sakņosies mantotajās, pazīstamajās un jaunradītajās kultūras un garīgajās vērtībās, latviešu valodas bagātībā un citu valodu zināšanās (Latvija 2030). Galvenie Latvija 2030 stratēģiskie rādītāji un prioritātes saskaņā ar ANO Dienaskārtība 2030 apkopoti 3.1. tabulā.

3.1. tabula/ Table 3.1.

**Latvija 2030 stratēģiskie rādītāji un prioritātes saskaņā ar ANO Dienaskārtība 2030 mērķiem/ Latvia 2030 strategic indicators and priorities in accordance with the goals of the UN Agenda2030**

Nr. p.k.	Latvija 2030 stratēģiskie rādītāji	Nr. p.k.	Latvija 2030 prioritātes	Dienaskārtība 2030 mērķa Nr.
1.	Iedzīvotāju skaits	1.	Kultūras telpas attīstība	x
2.	Džini indekss	2.	Ieguldījumi cilvēku kapitālā	10, 3
3.	IKP uz 1 iedzīvotāju, eiro	3.	Paradigmas maiņa izglītībā	4
4.	Tautas attīstības indekss HDI	4.	Sabiedrības līdzdalība	17
5.	IKP uz 1 iedzīvotāju reģionālas atšķirības	5.	Telpiskās attīstības perspektīva	11
6.	Ekoloģiskā pēda, ha/iedz	6.	Daba kā nākotnes kapitāls	13, 14, 15
7.	Globālās konkurences indekss	7.	Inovatīva un eko-efektīva ekonomika	8, 9
		8.	Inovatīva pārvaldība	17

Avots: autores veidota pēc Latvija 2030 un Dienaskārtība 2030

Pārskatos par Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas ieviešanu (Latvija 2030) ir septiņi stratēģiskie rādītāji (3.2. tabula). Atbilstoši rādītāju vērtības izmaiņām (pieaugums vai samazinājums, tuvošanās vai novirzīšanās no plānotajām vērtībām) ir grūti izveidot vienotu kopainu par Latvijas virzību uz ilgtspējīgu attīstību.

Latvija 2030 īstenošanai un monitoringam paredzētas uzraudzības procedūras, kur noteikts, ka reizi divos gados – pirmajā un trešajā gadā pēc Saeimas vēlēšanām – Ministru kabinets iesniedz izskatīšanai Saeimā Ziņojumu par valsts ilgtspējīgu attīstību un stratēģijas īstenošanas progresu. Pamatojoties uz ziņojumu, Saeima var lemt par atsevišķām izmaiņām stratēģiskajos uzstādījumos (Latvija 2030). Ministru kabineta mājas lapā tiek publicēti **Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas līdz 2030. gadam uzraudzības ziņojumi**, un līdz 2024. gadam ir bijuši četri šādi ziņojumi: 2012., 2015., 2017. un 2022. gadā (Latvija 2030 uzraudzība). Tomēr jāatzīmē, ka 2022. gada ziņojumā ir analizēti tikai Latvija 2020 rezultāti, bet nav datu par Latvija 2030 progresu.

**Latvija 2030 stratēģiskās attīstības mērķi rādītāji 2009., 2019., 2021. un 2030. gadā/  
Indicators of strategic development goals of Latvia 2030 in 2009, 2019, 2021 and 2030**

Nr. p.k.	Stratēģiskais rādītājs	Mērvienība	2009.*	2019.	2021.	2030.**	Avots
1.	Iedzīvotāju skaits	milj.	2.26	1.91	1.88	>2.02	CSP
2.	Džini indekss	x	37	35	34	<30	Eurostat
3.	IKP uz vienu iedzīvotāju	tūkst. eiro	14	16	18	>27	Eurostat
4.	Tautas attīstības indekss	vieta pasaulē	41	39	39	<30	UNDATA
5.	IKP uz vienu iedzīvotāju reģionālās atšķirības	%	43	41	41	<30	Eurostat
6.	Ekoloģiskās pēdas nospiedums	ha uz vienu iedzīvotāju	3.5***	6.4	7.7	<2.5	GFN
7.	Globālās konkurētspējas indekss	vieta pasaulē	68	67	67	<40	WEF

\* Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas līdz 2030. gadam īstenošanas uzraudzības ziņojuma dati (2012.)

\*\* Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas līdz 2030. gadam dati (2010.)

\*\*\* 2008. gadā

Avots: autores veidota

**2012. gadā** uzraudzības ziņojumā (uz 126 lapām) analizēta stratēģijas izpilde un dotas pārskatāmas stratēģiskās attīstības rādītāju tabulas (Latvija 2030 ziņojums, 2012).

**2015. gadā** Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas līdz 2030. gadam uzraudzības ziņojumā (teksts uz 183 lapām) un tā pielikumā (rādītāji uz 116 lapām) sniegta plaša informācija un padziļināta dažādu rādītāju analīze. Ziņojumā uzsvērts, ka Latvijas tautsaimniecības izaugsmes temps pēc salīdzinoši sekmīgas atkopšanās no finanšu krīzes sekām 2014. gadā bija samazinājies. Kā galvenie iemesli tika minēti: vājā ekonomikas izaugsme ES kopumā, militārā konflikta Ukrainas austrumos izraisītās ES un Krievijas Federācijas savstarpējās ekonomiskās sankcijas, kas atstāja iespaidu uz Latvijas tautsaimniecības nozarēm, kā arī globālās ekonomikas izaugsmes tempu samazinājums (Latvija 2030 et al. ziņojums, 2015).

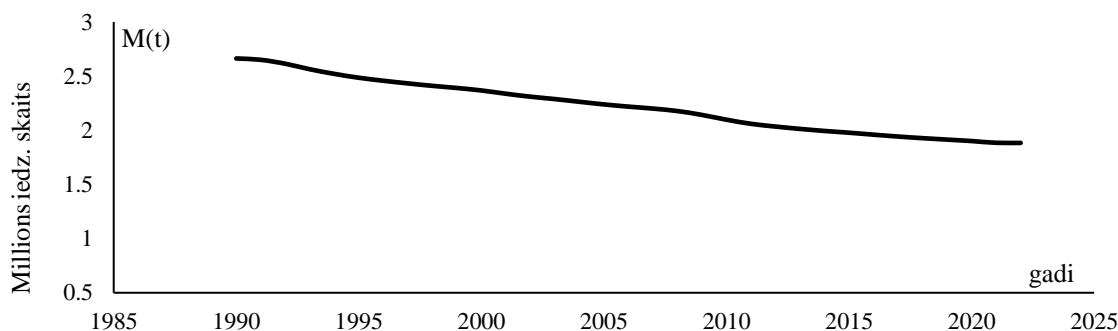
**2017. gadā** Nacionālā attīstības plāna 2014.-2020. gadam un Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas līdz 2030. gadam īstenošanas uzraudzības ziņojumā (kopumā 153 lpp.) uzsvērts, ka NAP2020 izstrādes procesā prioritāra bija valsts ekonomikas izaugsme, kas primāri vērsta uz tautsaimniecības stiprināšanu, reģionālo attīstību, kā arī valsts iedzīvotāju labklājības celšanu. Tajā pašā laikā ārējai videi diemžēl netika pievērsta tik liela uzmanība, un arī starptautiski nebija būtiskas pārmaiņas, kas varētu radikāli mainīt Latvijas politiskās prioritātes vai ietekmēt Latvijas kā ANO, ES, NATO un citu starptautisko struktūru dalībvalsts mērķus. Ziņojumā tiek norādīts, ka tieši ārējie procesi būtiski ietekmēja Latvijas politiskos mērķus un noteica jomas un pasākumus, kuru īstenošanai tika novirzīti papildu finanšu resursi (Latvija 2030 et al. ziņojums, 2017).

Kā jau iepriekš tika minēts, tad **2022. gadā** Nacionālā attīstības plāna 2014.-2020. gadam īstenošanas gala ziņojumā (uz 87 lapām) analizēti tikai NAP2020 īstenošanas rezultāti, bet nav atspoguļots Latvija 2030 progress. Ziņojumā norādīts, ka būtiski mainījusies ģeopolitiskā situācija pasaulē, un starptautiskā vide kļuvusi fragmentētāka un konfrontējošāka, tāpēc lielāka uzmanība būtu jāvērs uz dažādu risku un krīžu iespējamības paredzēšanu un iespējamo seku analīzei, lai labāk apzinātu valsts vajadzības nacionālo interešu aizstāvēšanai. Ziņojumā arī uzsvērts, ka nākotnē būtu nepieciešams visaptverošs valsts attīstības un perspektīvu novērtējums, ne tikai skatoties uz iepriekš plānoto attīstības mērķu sasniegšanu, bet arī apzinot esošo situāciju un vērtējot nākotnes iespējas un riskus, lai celtu iedzīvotāju labklājību, darītu valsti stiprāku un noturīgāku pret krīzēm un visa veida apdraudējumiem. Latvijai kā pasaules līmenī augsti attīstītai valstij jāvērtē un jāizmanto iespējas sniegt savu pienesumu globālo problēmu risināšanā, tai skaitā palīdzot citām valstīm, kurām ir ierobežotākas iespējas tikt galā ar globālo izaicinājumu, tai skaitā klimata pārmaiņu, ietekmi, teikts ziņojumā (NAP 2020 novērtējums, 2022).

Latvija 2030 uzraudzības ziņojumā jau 2015. gadā tika uzsvērts, ka turpināsies Latvijas iedzīvotāju skaita samazinājums, jo īpaši darbaspējīgo un nodarbināto iedzīvotāju skaits, joprojām negatīva migrācijas saldo un jauniešu skaita samazinājuma rezultātā. Tātad samazināsies arī darbaspējīgo iedzīvotāju skaits, kas savukārt vājinās valsts budžeta iespējas nodrošināt publisko pakalpojumu pieejamību un infrastruktūras kvalitāti. Tāpēc par galvenajiem rīcības virzieniem tautsaimniecības izaugsmes saglabāšanai ilgtermiņā tika uzsvērtā demogrāfiskā politika un ekonomiskā politika (Latvija 2030 et al. ziņojums, 2015).

Jāatzīmē, ka starptautiskā līmenī viens no galvenajiem *Agenda 2030* ikgadējiem pārskata pasākumiem ir ANO Ekonomikas un sociālo lietu padomes pārraudzībā notiekošais ANO Augsta līmeņa politiskais forums par ilgtspējīgu attīstību, kurā vidēji reizi četros gados katra valsts ziņo par Ilgtspējīgas attīstības mērķu ieviešanas progresu. Arī Latvija 2022. gadā sniedza savu brīvprātīgo blakusziņojumu – tas notika otro reizi (pirmais bija 2018. gadā). Nozīmīgs ir 2022. gada LAPAS izstrādātais NVO ziņojums, tāpat kā 2018. gadā, veicot konsultācijas ar NVO, jauniešiem un izmantojot pētījumu rezultātus. Tajā ir NVO sektora kopskats, mērķu ieviešanas novērtējums un rekomendācijas (LAPAS NVO ziņojums, 2022).

Kā redzams 3.2. attēlā, tad Latvijas iedzīvotāju skaits pakāpeniski ir samazinājies visā analizējamā laika periodā par 28 %, un skaitliskā izteiksmē tas ir bijis par vairāk kā 500 tūkstošiem cilvēku (World Bank datu bāze).



Avots: autores veidots pēc Pasaules bankas datu bāze

3.2. att./ Fig. 3.2. **Latvijas iedzīvotāju  $M(t)$  skaits 1990.-2022. gadā/ Population  $M(t)$  of Latvia in 1990-2022**

Vairāki zinātnieki Latvijā ir norādījuši uz šo tendenci, piemēram, jau 2007. gadā secināts, ka valsts ir dziļas demogrāfiskās krīzes situācijā, un, lai gan ģimene un veselība ir dzīves kvalitātes prioritārie aspekti, kas iekļauti valsts izstrādātajos attīstības dokumentos, tomēr būtiskas pārmaiņas ne tuvākajā, ne vidēji tālā perspektīvā nevar gaidīt (Zvidriņš, 2007).

### **3.2. Latvijas ilgtspējīgas attīstības analīze 1990.-2019. gadā IAMM modeļa ietvaros/ *Analysis of Latvia sustainable development in 1990-2019. within the IAMM model***

Promocijas darba 2. nodaļā tika vērtēta Latvijas ilgtspējīgas attīstības dinamika 1990.-2019. gadā. Latvijas nākotnes ilgtspējīgas attīstības scenārija formulēšanai nepieciešamie mērķu rādītāji ir minimālā kopa no 12 rādītājiem. Latvijas IAMM aprēķināto rādītāju minimālā kopa 2019. gadā ir redzama 3.3. tabulā.

Saskaņā ar iepriekš minētajiem likumiem (3. likums 62. lpp, 5. likums 65. lpp.) , var secināt, ka Latvija attīstījās 1997.-2008. gadā, palielinot lietderīgo jaudu, tehnoloģisko efektivitāti un ilgtspējīgas attīstības potenciālu (3.3. att.).

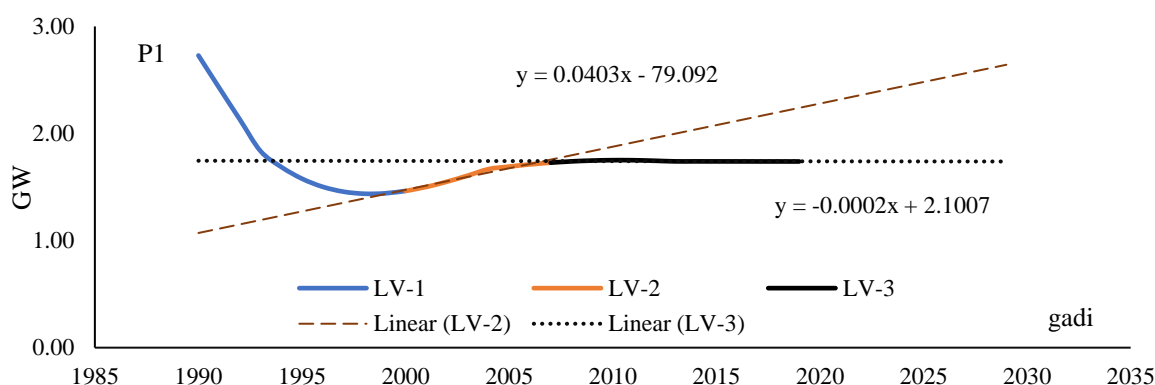
Pēc 2008. gada lietderīgās jaudas pieaugums apstājās, nesasniedzot 1990. gada līmeni. Pēc 2007. gada IKP PPP turpināja palielināties, mainot rādītāja jauda/ nauda attiecības. Var secināt, ka, ja Latvijā turpinātos izaugsme arī pēc 2008.gada, tad aptuveni 2030. gadā varētu būt sasniegts 1990. gada līmenis.

**Latvijas IAMM rādītāju minimālā kopa 2019. gadā/ The minimum set of SDMM indicators of Latvia in 2019**

dM	N1	N1-E	P1	G1	F1	E1	EA	U1	FOOT	PHPE	QoLE
%	GW	GW	GW	GW	%	%	%	kW	kW	kW	kW
-28	5.5	0.83	1.75	3.8	33	15	00	0.9	58	1.6	0.7

Avots: autores aprēķini

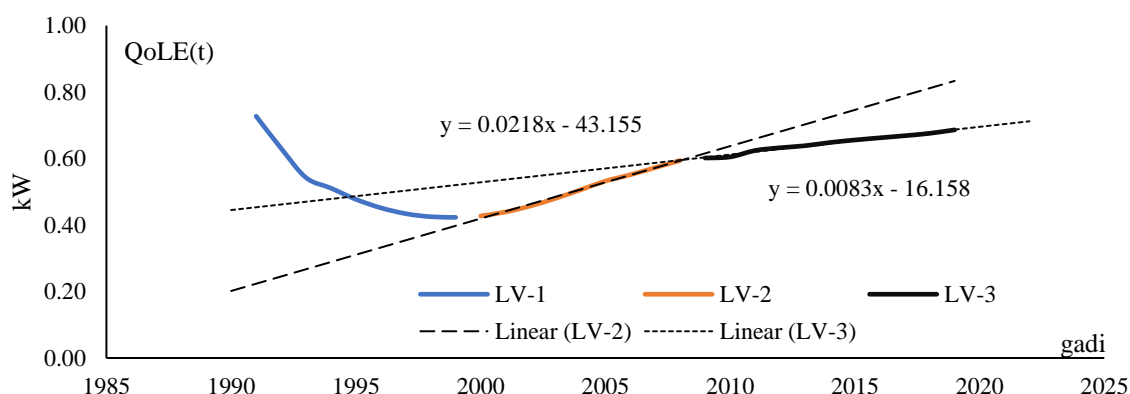
Laika periodam no 1997. līdz 2008. gadam papildus tika veikts Grendžera tests, un identificēta celošakarība starp IKP PPP un elektrības gala pateriņu (2.25. tabula). Testa rezultāti dod iespēju prognozēt naudas/ jaudas plūsmas.



Avots: autores veidots un aprēķini pēc Pasaules Bankas un EuroStat datiem

**3.3. att./ Fig.3.3. Lietderīgās jaudas P1 izmaiņas Latvijā (LV) 1990.-2019. gadā un tendence līdz 2030. gadam/ Changes of the useful power P1 in Latvia (LV) in 1990-2019 and trend till 2030**

Aprēķinātie dati liecina, ka Latvijas iedzīvotāju dzīves kvalitāte QoLE (enerģijas vienībās) būtiski samazinājās pēc 1990. gada (3.4.att.), kas izskaidrojams ar sociāli ekonomiskās sistēmas transformāciju. Zemākais punkts bija 1999. gadā, pēc kura sākās augšupeja, lai gan 1990. gada līmenis 2019. gadā nebija sasniegts.



Avots: autores veidots

**3.4. att./ Fig.3.4. Latvijas iedzīvotāju dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2019. gadā enerģijas vienībās/ Changes in the quality of life QoLE of Latvian residents in 1990-2019 in energy units**

Balstoties uz promocijas darba 1. nodaļā aprakstīto metodiku un 2. nodaļā veiktajiem aprēķiniem (2.15. tabula un 2.16. tabula, 2.13. att. un 2.14. att.), var pozicionēt, ka Latvijā ir

pārejas ekonomika uz postindustriālo sistēmu ar lielu pakalpojuma un transporta sektoru pievienotās vērtības daļu no IKP PPP (STINA=3.3).

Pēc 2019. gada datiem var secināt, ka Latvijai ir zems tehnoloģiskās efektivitātes rādītājs (F1=33) un jaunam industrializācijas posmam nav modernu elektroenerģijas avotu (EA=0). Arī elektrības daļa kopējā gala patēriņā ir zema (E=15), kas raksturo mazu reālo industriālo (rūpniecības) sektoru. Latvijā 2008. gadā, nesasniedzot 1990. gada līmeni visos IAMM rādītājos, *sākās brieduma posms ar neaugsmes un pat stagnācijas tendenci* (3.4. tabula).

3.4. tabula/ Table 3.4.

**Latvijas attīstības tendences 1990.-2019. gadā/ Latvia's development trends in 1990 – 2019**

Nr.p. k.	Tendence	Periods	Gadu skaits	dM	dP1	dN1	dG1	dQ	dF1	d <sup>2</sup> N	d <sup>2</sup> P
1.	Kritums	1990.-1996.	7	<0	<0	<0	<0	>0	=0	<0	<0
2.	Izaugsme	1997.-2008.	12	<0	>0	>0	≥0	>0	>0	>0	>0
3.	Neaugsmes	2009.-2019.	11	<0	=0	=0	≤0	>0	=0	=0	=0

Avots: autore aprēķini

Iegūtās mērķa vērtības 3.4. tabulā 2009.-2019. gadā ļauj identificēt Latvijas situāciju kā neilgtspējīgu attīstību, t.i., saglabājas attīstības iespēja, bet nākotnē var paātrināties recesija, notikt patēriņa samazināšanās un dzīves kvalitātes pasliktināšanās, neskatoties uz 3.4. attēlā atspoguļoto pozitīvo tendenci. **Ja Latvijas attīstība turpināsies līdzīgi kā pēc 2008.-2019. gada tendences stagnācija - neaugsmes, tas var nozīmēt ilgstošu stagnāciju un pat tālāku degradāciju.** Diemžēl pirmie nopietnie signāli iedzīvotāju skaita samazināšanās veidā jau ir notikuši (3.3. att.).

Promocijas darba autore iegūtie rezultāti un secinājumi par Latvijas ekonomiku apliecina, ka situācija diemžēl nav būtiski uzlabojusies, salīdzinot, piemēram, ar 2007. gadā publicētā pētījuma datiem, kurā norādīts, ka valstī ir ekonomikas augsmes, bet nav ekonomiskās attīstības. Tiek minēts arī fakts, ka Latvijas tautsaimniecība nepakļaujas plānotajām struktūrpolitikas nostādņēm, kas paredzēja rūpniecības attīstību, kā arī norādīti vairāki valsts attīstību kavējošie ārējie un iekšējie riska faktori (Karnīte, 2007).

**3.3. Latvijas ilgtspējīgas attīstības mērķi līdz 2030. un 2060. gadam un iespējamie ilgtspējīgas attīstības scenāriji/ Latvia's sustainable development goals until 2030 and 2060 and possible sustainable development scenarios**

Stratēģiskās plānošanas sistēma ir nozīmīgs faktors sociāli ekonomiskās sistēmas (valsts) izaugsmē, jo palīdz visiem iesaistītajiem virzīties uz kopīgiem mērķiem. Visu stratēģijas izstrādes procesu var sadalīt četros lielos posmos (Stratēģiskās plānošanas..., 2022):

- 1) datu apkopošana un iepriekšējo stratēģijas darbības periodu izvērtēšana;
- 2) stratēģijas pamatmērķu un misiju formulēšana, ilgtermiņa mērķu noteikšana;
- 3) konkrēto periodu prioritātes noteikšana, vēlamā sasniedzamo rezultātu un to rādītāju formulēšana;
- 4) progresa mērījumu biežums un veids.

**3.3.1. Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriju noteikšana un izvēle/ Determination and selection of sustainable development scenarios in Latvia**

Promocijas darba 2. daļas analīzes rezultāti tiek izmantoti, lai vispirms formulētu **Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenārijus līdz 2060. gadam** un noteiktu šo attīstības scenāriju mērķus un uzdevumus. Salīdzinājumam tiek izvēlētas šādas valstis (3.5. tabula):

- divas attīstītās valstis brieduma stadijā:

- ASV kā valsts ar postindustriālo ekonomiku (STINA=4.3) un augstu konkurētspējas līmeni pasaulē (WM=4.3) 2019. gadā;
- Japāna kā valsts ar HT ekonomiku (STINA=2.4) un augstāko tehnoloģisko efektivitāti; - viena attīstības valsts izaugsmes stadijā: Ķīna kā valsts ar industriālo ekonomiku (STINA=1.2) un augstu tehnoloģisko konkurētspējas līmeni pasaulē (WE=1.5) 2019. gadā.

Salīdzinošie dati no atlasīto valstu analīzes ir parādīti 3.5. tabulā un iekrāsoti zilā krāsā.

**Japāna** ir viena no augsto tehnoloģiju un inovatīvākajām valstīm pasaulē, un to apliecina arī dati promocijas darba 2. nodaļā – tehnoloģiju koeficients  $F1(t)=41$ , elektroenerģijas īpatsvars  $E(t)=30\%$ . Līdz 2010. gadam atomelektrostacijās saražotās elektroenerģijas īpatsvars  $EA(t)$  vidēji bija 25%. Japānas tehnoloģiju koeficients ( $F1=41$ ) un dzīves kvalitātes ( $QoLE=1.1$ ) tiek pieņemti kā ieteikumi Latvijas inovatīvās attīstības scenārija veidošanas stratēģiskajiem mērķiem.

3.5. tabula/ Table 3.5.

**Latvijas attīstības scenāriju izstrādei izvēlēto valsts rādītāji 2019. gadā/ Indicators in 2019 of the countries selected for creation of Latvian development scenarios**

Valsts	dM	F1	E	EA	U1	FOOT	PHPE	QoLE	WM	WE
	%	%	%	%	kW	kW	kW	kW	x	x
LV	-28	33	15	00	0.9	<b>58</b>	1.6	0.7	1.4	0.6
JP	0	<b>41</b>	<b>30</b>	0 (25)*	1.2	562	<b>2.1</b>	<b>1.1</b>	1.9	0.9
US	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>2.3</b>	141	<b>4.9</b>	<b>1.9</b>	4.3	1.0
CN	<b>24</b>	<b>37</b>	25	2	1.0	200	1.4	0.6	1.2	1.5

Avots: autores aprēķini

**Ķīna** ir viena no jaunās industrializācijas valstīm, un 20 gadus (2002.-2019.) valsts ekonomika attīstījās ātrā tempā, sasniedzot labus rezultātus. Sākot ar 2012. gadu, Ķīna sāka apsteigt ASV kopējās neto jaudas ziņā. Ķīnas galapatēriņa jaudas, elektroenerģijas patēriņa jaudas un tīrās jaudas pieauguma tempa rādītāji tiek pieņemti kā ieteikumi Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenārija veidošanas stratēģiskajiem mērķiem.

3.6. tabula/ Table 3.6.

**Latvijas attīstības scenāriji līdz 2060. gadam/ Development scenarios of Latvia until 2060**

Nr. p.k	Scenārijs	Apzīmējums	Attīstības scenāriji un tendences līdz 2060. gadam
1.	Latvijas viensēta	LV	Latvijas 2019. gada <i>esošā stāvokļa nepasliktināšana</i> līdz 2060. gadam
2.	Latvija 2000	LV20	Latvijas pāreja uz ilgtspējīgu attīstību līdz 2060. gadam, nodrošinot Latvijas <i>industriālās ekonomikas paplašinātu atražošanu</i> un Ķīnas industrializācijas tempus 2000-2019.gados
3.	Baltijas ceļš	BC	Latvijas pāreja uz <i>inovatīvu HT attīstību</i> līdz 2060. gadam, sasniedzot attīstīto HT industriālo valstu (Japāna) 2019. gada dzīves kvalitāti ( $QoLE=1.1$ ) un tehnoloģisko efektivitāti ( $F1=41$ )
4.	Skandināvu tilts	ST	Latvijas pāreja uz <i>ilgtspējīgu attīstību</i> līdz 2060. gadam, sasniedzot pasaules attīstīto valstu (ASV) 2019. gada dzīves kvalitātes līmeni ( $QoLE=1.9$ ) un jaudas zudumu negatīvo dinamiku

Avots: autores aprēķini

**ASV** 2019. gadā bija viena no valstīm ar augstāko dzīves kvalitātes līmeni ( $QoLE=1.9$ ), kā arī uzkrāto lietderīgo jaudu vienam iedzīvotājam ( $U1=2.3$ ) un darba ražīguma potenciālu ( $PHPE=4.9$ ). Šie ASV rādītāji tiek pieņemti kā ieteikumi Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenārija veidošanas stratēģiskajiem mērķiem (3.5.tabula).

Izveidotā IAMM ietvaros, ņemot vērā noformulētās nepieciešamās prasības (1.5.1. apakšnodaļa, 79. lpp.) un Latvijas valsts attīstības rādītāju vērtēšanas rezultātus, promocijas darba autore formulē un analizē četrus iespējamus Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenārijus līdz

2060. gadam ar nosacītiem nosaukumiem (3.6.tabula): **1) Latvijas Viensēta (LV); 2) Latvija 2000 (LV20); 3) Baltijas Ceļš (BC); 4) Skandināvu Tilts (ST).**

Katrs no četriem iespējamajiem prognozētajiem scenārijiem Latvijai tiek raksturots ar iepriekš analizējamo un izvēlēto valstu – Japānas, Ķīnas un ASV labākajiem sasniegumiem, uz kuriem būtu jātiecas Latvijas attīstībā. 3.7. tabulā redzama mērķa rādītāju dinamika un vēlamie sasniedzamie rezultāti ik pēc 10 gadiem (piedāvātais kontroles periods) katram no četriem Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenārijiem atbilstoši noformulētajam mērķim.

3.7. tabula/ Table 3.7.

**Latvijas attīstības scenāriju rādītāju izmaiņas līdz 2060. gadam / Latvia's development scenarios indicators changes until 2060**

Nr. p. k.	Scenārijs	Rādītāju izmaiņas ik pēc 10 gadiem					Atražošanas veids
		N1	N1-E	E1	dM	IKP PPP	
		%	%	%	%	x	
1.	LV	> 0	> 0	> + 0	+ 0.00	pozitīva	x
2.	LV20	>+15	>+30	> + 10	+ 5.00	pozitīva	paplašināta
3.	BC	>+5	>+20	> + 15	+ 0.00	pozitīva	inovatīva
4.	ST	>+10	>+50	> + 30	+ 7.00	pozitīva	inovatīva un paplašināta

Avots: autores aprēķini

Atbilstoši 3.6. un 3.7. tabulas datiem, katram scenārijam aprēķinātie rādītāji tiek novērtēti, un tiek noteikta to atbilstība nepieciešamajiem un pietiekamajiem ilgtspējīgas attīstības noteikumiem.

**3.3.2. Latvijas ilgtspējīgs attīstības scenāriji līdz 2060. gadam/ Sustainable development scenarios of Latvia until 2060**

**1. Attīstības scenārija Latvijas Viensēta (apzīmējums LV)** rādītāji tiek aprēķināti saskaņā ar metodoloģiju 1.4. apakšnodaļā un doti 3.8. tabulā. Tabulā ar dzeltano krāsu tiek apzīmētas sistēmā ienākošās enerģijas plūsmas – pilna patēriņa jauda N1 un elektrības patēriņa jauda N1-E. Ar zaļo krāsu tiek apzīmēti rādītāji, kas nosaka nepieciešamos un pietiekamos ilgtspējīgas attīstības noteikumus – lietderīgā jauda P1, jaudas audumi G1 un tehnoloģiskā efektivitāte F1.

3.8.tabula/ Table 3.8.

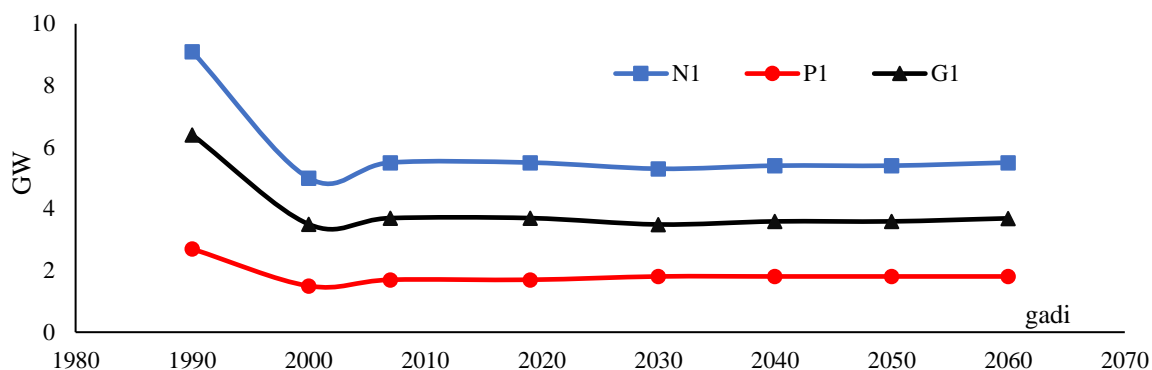
**Attīstības scenārija Latvijas Viensēta (LV) rādītāji 1990.-2060. gadā/ Indicators of Latvia's Homestead (LV) development scenario in 1990-2060**

Nr. p.k.	Rādītājs	Mēr vien.	1990	2000	2010	2019	2030	2040	2050	2060	2030-2060
			Vērtēšanas periods				Plānošanas periods				izmaiņas
1.	N1	GW	9.1	5.0	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	=0
2.	N1-E	GW	0.9	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	=0
3.	P1	GW	2.7	1.5	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	=0
4.	G1	GW	6.4	3.5	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	=0
5.	F1	%	31	31	33	33	33	33	33	33	=0
6.	E1	%	11	11	15	15	15	15	15	15	=0
7.	PHPE	kW	1.8	1.3	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	=0
8.	QoLE	kW	0.7	0.4	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	=0
9.	dM	%	x	-11	-11	-9	0	0	0	0	=0
10.	FOOT	kW	99	55	59	58	55	56	56	56	=0
11.	EA	%	0	0	0	0	0	0	0	0	=0

Avots: autores aprēķini



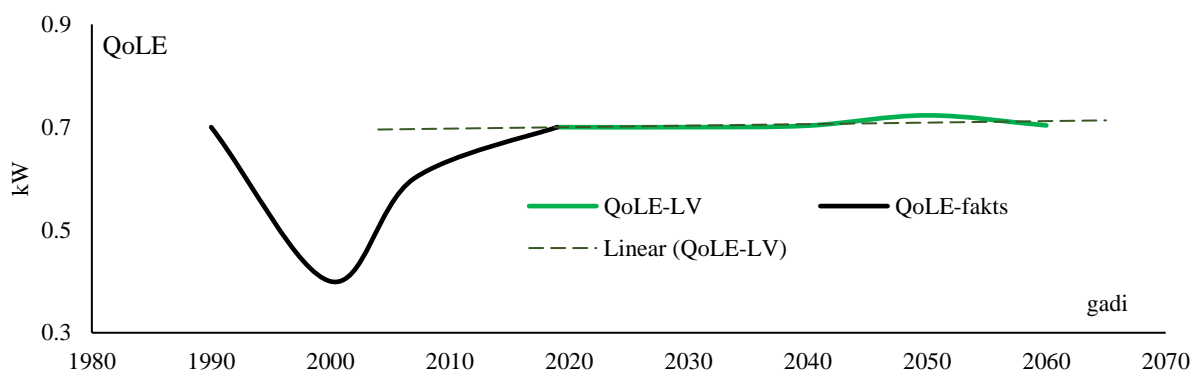
Scenārija *Latvijas Viensēta* gala patēriņa jauda  $N1(t)$  līdz 2060. gadam palielinās statistiskās kļūdas ietvaros ne vairāk kā 3%, nav nepieciešami papildus enerģijas resursi. Scenārijs nesekmē valsts jaudas un potenciāla palielināšanu turpmākai attīstībai (3.5. att.).



Avots: autore aprēķini

3.5. att./ Fig. 3.5. Attīstības scenārija *Latvijas Viensēta* (LV) rādītāju izmaiņas 1990.-2060. gadā/ *Changes of indicators of Latvian Homestead (LV) development scenario in 1990-2060*

Scenārija *Latvijas Viensēta* dinamika no 2019. gada parāda, ka dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas ir nelielas – apmēram 3-4% līdz 2060. gadam (3.6. att.).



Avots: autore aprēķini

3.6. att./ Fig.3.6. Attīstības scenārija *Latvijas Viensēta* (LV) dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2060. gadā/ *Changes of QoLE of Latvian Homestead (LV) development scenario in 1990-2060*

Var secināt, ka sociāli ekonomiskās sistēmas ilgtspējīgas attīstības nepieciešamie un pietiekošie noteikumi nav izpildīti:

- sistēmas lietderīgā jauda  $P(t)$  nemainās un neaug;
- sistēmas tehnoloģiskā efektivitāte  $F(t)$  nemainās un neaug;
- sistēmas jaudas zudumi  $G(t)$  nemainās un nesamazinās.

Tātad scenārija *Latvijas Viensēta* rādītāju izmaiņu dinamika līdz 2060. gadam **neatbilst** ilgtspējīgas attīstības nepieciešamajiem un pietiekamajiem noteikumiem.

## 2. Attīstības scenārijs Latvija 2000 (apzīmējums LV20)

Atbilstoši 3.6. tabulā noteiktajam mērķim nodrošināt Latvijas **industriālās ekonomikas paplašinātu atražošanu** un Ķīnas industrializācijas tempus 2000-2019. gadā, tiek salīdzināti Latvijas un Ķīnas lietderīgās jaudas  $P(t)$  izmaiņu koeficients  $b$  (3.9. tabula) Latvijas augšanas periodā 1997.-2008. gadā un Ķīnas augšanas periodā 2000.-2019. gadā.

**Latvijas attīstības scenārija *Latvija 2000 (LV20)* rādītāju izmaiņas b koeficienti /  
Latvia's development scenarios *Latvia 2000 (LV20)* indicators change b coefficients**

Valsts	Periods	P1 izmaiņas koeficients b, W	N1 izmaiņas koeficients b,W	N1-E izmaiņas koeficients b, W
Latvija	1997.-2008.	0.04	x	x
Ķīna	2000.-2019.	0.04	0.10	0.03

Avots: autores aprēķini

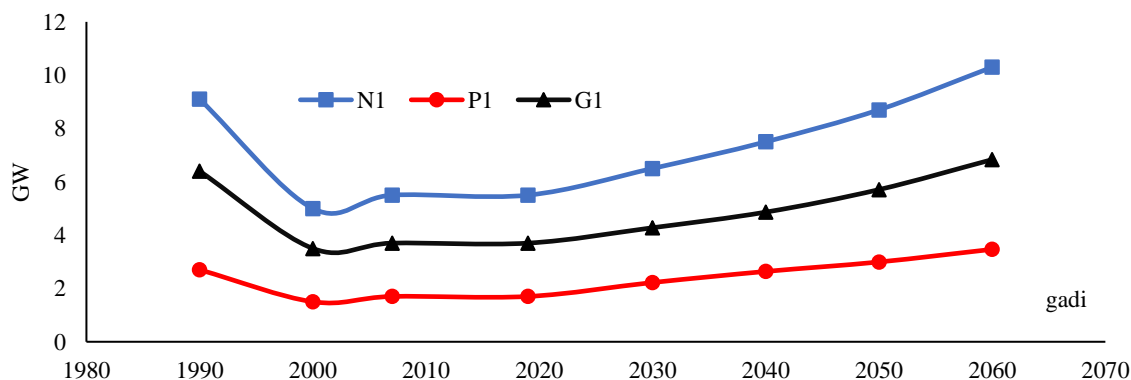
Attīstības scenārija rādītāju N1(t) un N1-E(t) aprēķiniem izmantoti Ķīnas dati. Scenārija *Latvija 2000* rādītāji tiek aprēķināti saskaņā ar metodoloģiju 1.4. apakšnodaļā un doti 3.10. tabulā (apzīmējumi atbilst iepriekš aprakstītajam 3.8. tabulā). Jāuzsver, ka šī scenārija realizācijai nepieciešams iedzīvotāju skaita palielinājums vismaz 5% ik pēc 10 gadiem, un tā rezultātā 2060. gadā Latvijas iedzīvotāju skaits varētu sasniegt 2.3 milj. cilvēku.

**Attīstības scenārija *Latvija 2000 (LV20)* rādītāji 1990.-2060. gadā/ Indicators of  
development scenarios *Latvija 2000 (LV20)* in 1990-2060**

Nr. p.k	Rādītāji	Mēr vien.	1990	2000	2010	2019	2030	2040	2050	2060	2030-2060
			Vērtēšanas periods				Plānošanas periods				
1.	N1	GW	9.1	5.0	5.5	5.5	6.6	7.5	9.2	10.3	>0
2.	N1-E	GW	0.9	0.5	0.8	0.8	1.0	1.3	1.8	2.2	>0
3.	P1	GW	2.7	1.5	1.7	1.7	2.0	2.4	3.0	3.5	>0
4.	G1	GW	6.4	3.5	3.7	3.7	4.6	5.6	6.2	6.8	>0
5.	F1	%	31	31	33	33	34	36	37	38	>0
6.	E1	%	11	11	15	15	16	17	20	21	>0
7.	PHPE	kW	1.8	1.3	1.7	1.6	1.9	2.2	2.8	3.2	>0
8.	QoLE	kW	0.7	0.4	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	>0
9.	U1	kW	1.0	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.4	1.5	>0
10.	dM	%	x	-11	-11	-9	+5	+5	+5	+5	+16>0
11.	FOOT	kW	99	55	59	59	71	87	97	107	>0
12.	EA	%	0	0	0	0	0	0	0	0	=0

Avots: autores veidota un aprēķini

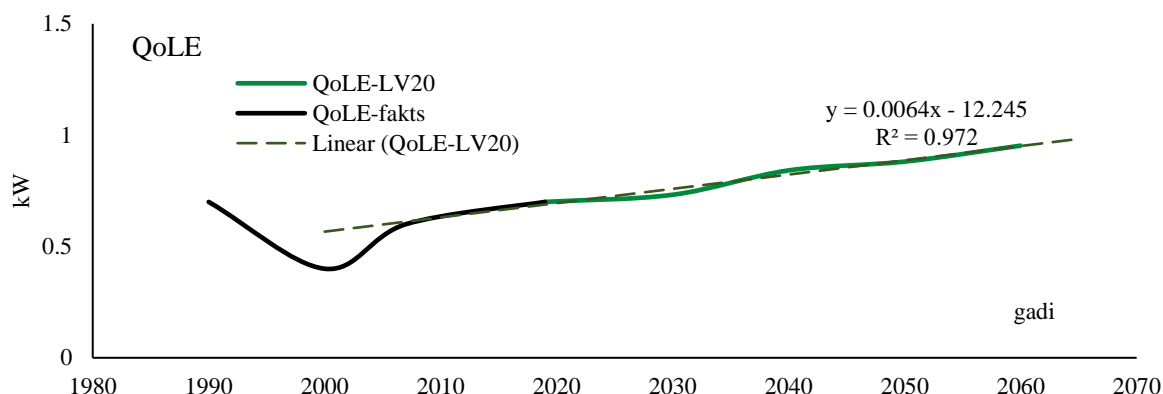
Paplašināta atražošana *LV20* laikā paredz pilnas enerģijas patēriņa un elektrības patēriņa jaudas ievērojamu palielināšanu, un tādā gadījumā ienākošo enerģijas plūsmu jaudas apjomi var pārsniegt 1990. gada līmeni. 3.7. attēlā redzams, ka lietderīgās jaudas P1 līmenis 2060. gadā pārsniedz 1990. gada līmeni.



Avots: autores aprēķini

3.7. att./ Fig.3.7. Attīstības scenārija *Latvija 2000 (LV20)* rādītāju izmaiņas 1990.-2060. gadā/ Changes of indicators of *Latvia 2000 (LV20)* development scenario in 1990-2060

Scenārijs *Latvija 2000* ir Latvijas attīstības augšanas posma sākums, kas pieļauj vides piesārņojuma palielināšanu (skatīt G1 un FOOT dinamiku) ar nelielu dzīves kvalitātes QoLE pieauguma ātrumu (3.8. att.).



Avots: autores aprēķini

3.8. att./ Fig.3.8. Attīstības scenārija *Latvija 2000 (LV20)* dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2060. g./ *Changes of QoLE of development scenario Latvia 2000 (LV20) in 1990-2060*

Var secināt, ka sociāli ekonomiskās sistēmas ilgtspējīgas attīstības nepieciešamie un pietiekamie noteikumi netiek izpildīti:

- sistēmas lietderīgā jaudas  $P(t)$  dinamika pozitīva;
- sistēmas tehnoloģiskā efektivitātes  $F(t)$  dinamika pozitīva;
- sistēmas jaudas zudumu  $G(t)$  dinamika pozitīva.

Tātad scenārija *Latvija 2000* rādītāju izmaiņu dinamika līdz 2060. gadam **neatbilst** ilgtspējīgas attīstības nepieciešamajiem un pietiekamajiem noteikumiem.

**3. Scenārija *Baltijas Ceļš (BC)* rādītāji** tiek aprēķināti saskaņā ar metodoloģiju 1.4. apakšnodaļā un doti 3.11. tabulā.

Scenārija *Baltijas ceļš* ietvaros palielinātos valsts tehnoloģiskā efektivitāte ( $F1=37$ ), bet ietekme uz vidi paliktu nemainīga, ko parāda jaudas zudumu G1 un ekoloģiskās pēdas (energovienības) FOOT dinamika (3.11. tabula, 3.10. att.).

3.11.Tabula/ Table 3.11.

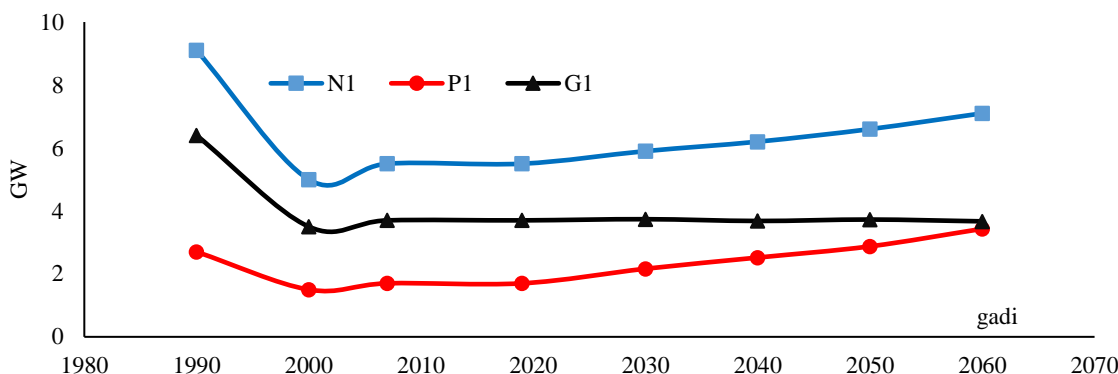
Attīstības scenārija *Baltijas Ceļš (BC)* rādītāji 1990.-2060. gadā/ *Indicators of development scenarios the Baltic Way (BC) in 1990-2060*

Nr.p. k.	Rādītājs	Mērv.	1990	2000	2010	2019	2030	2040	2050	2060	2030-2060
			Vērtēšanas periods				Plānošanas periods				izmaiņas
1.	N1	GW	9.1	5.0	5.5	5.5	5.9	6.2	6.5	6.7	>0
2.	N1-E	GW	0.9	0.5	0.8	0.8	1.1	1.4	1.6	1.8	>0
3.	P1	GW	2.7	1.5	1.7	1.7	2.2	2.5	2.8	3.0	>0
4.	F1	%	31	31	33	33	35	39	40	<b>42</b>	>0
5.	G1	GW	6.4	3.5	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	=0
6.	E1	%	11	11	15	15	18	23	25	27	>0
7.	QoLE	kW	0.7	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	<b>1.2</b>	>0
8.	PHPE	kW	1.8	1.3	1.7	1.6	1.9	2.3	2.5	2.8	>0
9.	U1	kW	1.0	0.6	0.8	0.9	1.2	1.3	1.5	1.6	>0
10.	dM	%	x	-11	-11	-9	0	0	0	0	=0
11.	FOOT	kW	99	55	59	59	59	59	59	59	=0
12.	EA	%	0	0	0	0	0	+3	+3	+3	+9>0

Avots: autores veidota un aprēķini

Galvenais attīstības scenārija *Baltijas ceļš* akcents ir likts uz industrijas un servisa tehnoloģiskā līmeņa paaugstināšanu līdz  $F1=42$ , tai skaitā jauno tehnoloģiju un inovāciju ieviešanu. Tas atspoguļo elektrības gala patēriņa daļas palielināšanu kopējā patēriņā no 15% 2019. gadā līdz 27% un vairāk 2060. gadā.

Pie scenārija *Baltijas Ceļš* nosacījumiem Latvijai iespējama pozitīva attīstības tendence, jo paaugstinātos dzīves kvalitāte. Tai pat laikā, var secināt, ka Latvijā 2060. gadā netiktu sasniegts valsts 1990. gada līmenis (3.9. att.).

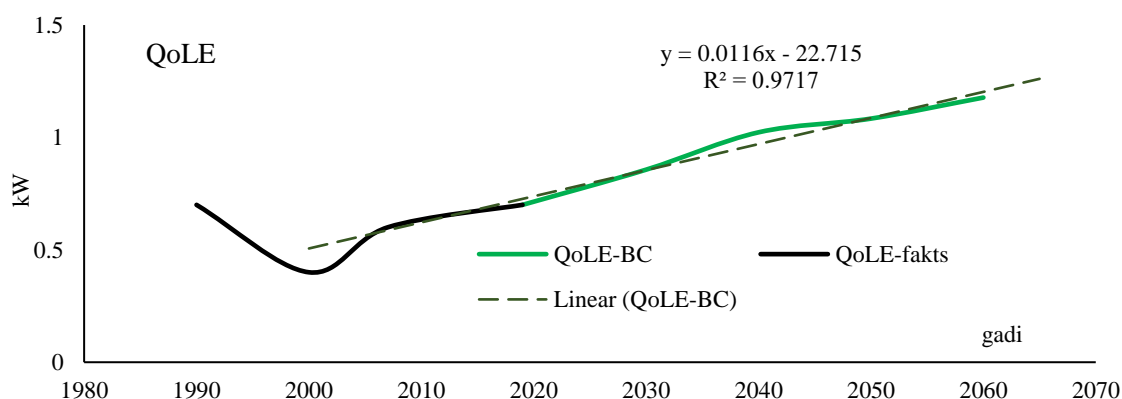


Avots: autore aprēķini

3.9. att./ Fig.3.9. Attīstības scenārija *Baltijas Ceļš* (BC) rādītāju izmaiņas 1990.-2060. gadā/ Changes of indicators of development scenario Baltic Way (BC) in 1990-2060

Dzīves kvalitātes pieaugums pēc šī scenārija tiek plānots divas reizes lielāks (3.10.att.). Scenārija *Baltijas Ceļš* rādītāju izmaiņu dinamika līdz 2060. gadam atbilst ilgtspējīgas attīstības nepieciešamajiem noteikumiem un daļēji arī pietiekamajiem noteikumiem attiecībā uz tehnoloģiskā efektivitātes palielināšanu. Jaudas zudumu izmaiņa, kā pietiekamais parametrs, laika periodā no 2040. līdz 2060. gadam arī plānots kā nemainīgs ar iespējamo negatīvo tendenci turpmāk. Var secināt, ka sociāli ekonomiskās sistēmas ilgtspējīgas attīstības nepieciešamie un pietiekamie noteikumi tiek izpildīti:

- sistēmas lietderīgā jaudas  $P(t)$  dinamika ir pozitīva;
- sistēmas tehnoloģiskā efektivitātes  $F(t)$  dinamika ir pozitīva;
- sistēmas jaudas zudumi  $G(t)$  nemainās un nesamazinās.



Avots: autore aprēķini

3.10. att./ Fig.3.10. Attīstības scenārija *Baltijas Ceļš* (BC) dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2060.g. / Changes of quality of life QoLE of development scenario Baltic Way (BC) in 1990-2060

Tātad scenārija *Baltijas Ceļš* rādītāju izmaiņu dinamika līdz 2060. gadam atbilst ilgtspējīgas attīstības nepieciešamajiem un pietiekamajiem noteikumiem

4. Scenārijs *Skandināvu Tilts (ST)* rādītāji tiek aprēķināti saskaņā ar metodoloģiju 1.4. apakšnodaļā un doti 3.12. tabulā.

Pie scenārija *Skandināvu Tilts* nosacījumiem Latvijai iespējama pozitīva attīstības tendence, palielinoties dzīves kvalitātei un 2060. gadā sasniedzot ASV 2019. gada līmeni (QoLE=1.9).

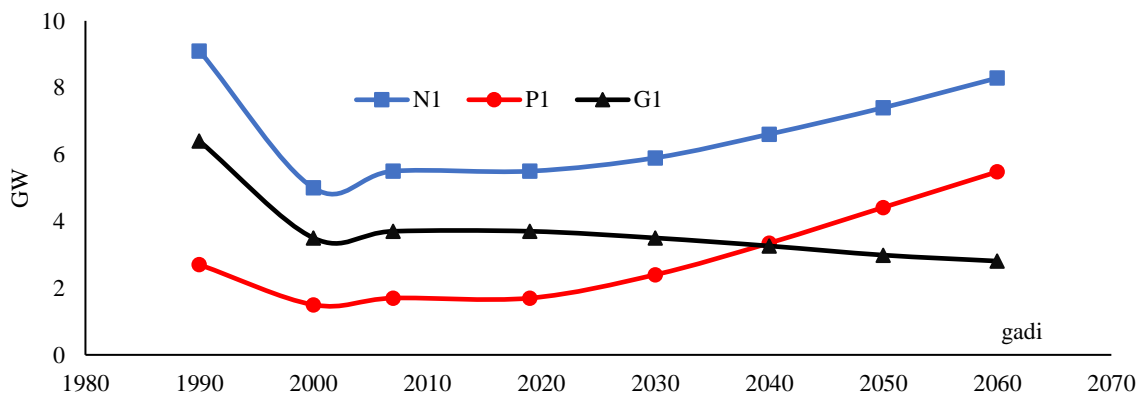
3.12. tabula/ Table 3.12.

Attīstības scenārija *Skandināvu Tilts (ST)* rādītāji 1990.-2060. gadā/ *Development scenarios Scandinavian Bridge (ST) indicators in 1990-2060*

Nr. p.k	Rādītājs	Mērvien.	1990	2000	2010	2019	2030	2040	2050	2060	2030-2060
			Vērtēšanas periods				Plānošanas periods				Izmaiņas
1.	N1	GW	9.1	5.0	5.5	5.5	6.2	6.9	7.8	8.7	>0
2.	N1-E	GW	0.9	0.5	0.8	0.8	1.3	2.1	3.0	4.0	>0
3.	P1	GW	2.7	1.5	1.7	1.7	2.4	3.3	4.4	5.6	>0
4.	F1	%	31	31	33	33	38	44	49	55	>0
5.	G1	GW	6.4	3.5	3.7	3.7	3.7	3.6	3.4	3.1	<0
6.	E1	%	11	11	15	15	21	30	39	46	>0
7.	QoLE	kW	0.7	0.4	0.6	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	>0
8.	PHPE	kW	1.8	1.3	1.7	1.6	2.2	3.1	4.1	5.2	>0
9.	U1	kW	1.0	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	>0
10.	dM	%	x	-11	-11	-9	+7	+7	+7	+7	+23% >0
11.	FOOT	kW	99	55	59	59	58	56	53	48	<0
12.	EA	%	0	0	0	0	0	+5	+5	+5	+15% >0

Avots: autores veidota un aprēķini

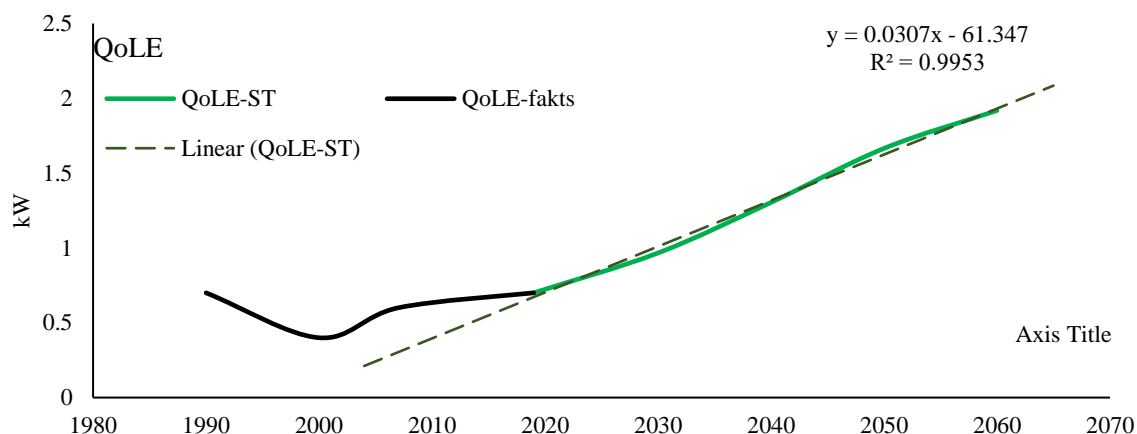
Var secināt, ka šādā gadījumā 2060. gadā Latvijā tiktu pārsniegts 1990. gada valsts attīstības līmenis (3.11. att.), tomēr tas prasītu ilgu laika posmu – vismaz 36 gadus, rēķinot no 2024. gada.



Avots: autores aprēķini

3.11. att./ Fig.3.11. Attīstības scenārija *Skandināvu tilts (ST)* rādītāju izmaiņas 1990.-2060. gadā/ *Changes of development scenario Scandinavian Bridge (ST) indicators in 1990-2060*

Dzīves kvalitātes QoLE pieaugums šī scenārija ietvaros (3.12.att.) ir vislielākais, ņemot vērā ietekmes uz vidi G1 samazinājumu.



Avots: autores aprēķini

3.12. att./ Fig.3.12. Attīstības scenārija *Skandināvu tilts (ST)* dzīves kvalitātes QoLE izmaiņas 1990.-2060.g./ *Changes of quality of life QoLE of development scenario Scandinavian Bridge (ST) in 1990-2060*

Ilgspējīgas attīstības scenārija *Skandināvu Tilts* realizācija būtu iespējama pie ievērojamas tehnoloģiskās efektivitātes palielināšanas (līdz F1=55) un elektrības patēriņa jaudas daļas palielināšanas kopējā patēriņā līdz 46%.

Var secināt, ka sociāli ekonomiskās sistēmas ilgtspējīgas attīstības nepieciešamie un pietiekamie noteikumi tiek izpildīti:

- sistēmas lietderīgā jaudas P(t) dinamika pozitīva;
- sistēmas tehnoloģiskā efektivitātes F(t) dinamika pozitīva;
- sistēmas jaudas zudumu G(t) dinamika negatīva.

Tātad scenārija *Baltijas ceļš* rādītāju izmaiņu dinamika līdz 2060. gadam **atbilst** ilgtspējīgas attīstības nepieciešamajiem un pietiekamajiem noteikumiem.

Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriju 2060.gada rādītāju kopsavilkums atspoguļots 3.13.tabulā.

3.13. tabula/ Table 3.13.

Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriju 2060.g. rādītāju kopsavilkums/ *Summary of indicators of Latvian sustainable development scenarios in 2060*

Nr. p.k.	Rādītājs	Vienības	Scenāriji			
			LV	LV20	BC	ST
1.	SES IKP PPP dinamikas tendence	x	↑	↑	↑	↑
2.	SES lietderīgās jaudas P1 dinamika	x	→	↑	↑	↑
3.	SES tehnoloģiskās efektivitātes F1 dinamika	x	→	↑	↑	↑
4.	SES jaudas zudumu G1 dinamikas tendence	x	→	↑	→	↓
5.	Dzīves kvalitāte QoLE	kW	0.7	1.0	1.2	1.9
6.	Dzīves kalitātes pieauguma ātrums, b*10 <sup>3</sup>	x	0	6	12	31
7.	Tehnoloģiskā efektivitāte F1	%	33	38	42	55
8.	Elektrības patēriņa daļa E1	%	15	21	27	46
9.	Scenārija raksturojums	x	ne-IA	ne-IA	IA	IA

Apzīmējumi: IA – ilgtspējīga attīstība; ne-IA – neilgtspējīga attīstība

Avots: autores veidota un aprēķini

Latvijas attīstības iespējamo scenāriju IKP PPPE(t) izmaiņu dinamika aprēķināta katram scenārijam (3.14. tabula), izmantojot PW vērtības noteiktajā gadā (1.5. sadaļa, 76. lpp.).

3.14. tabula/ Table 3.14.

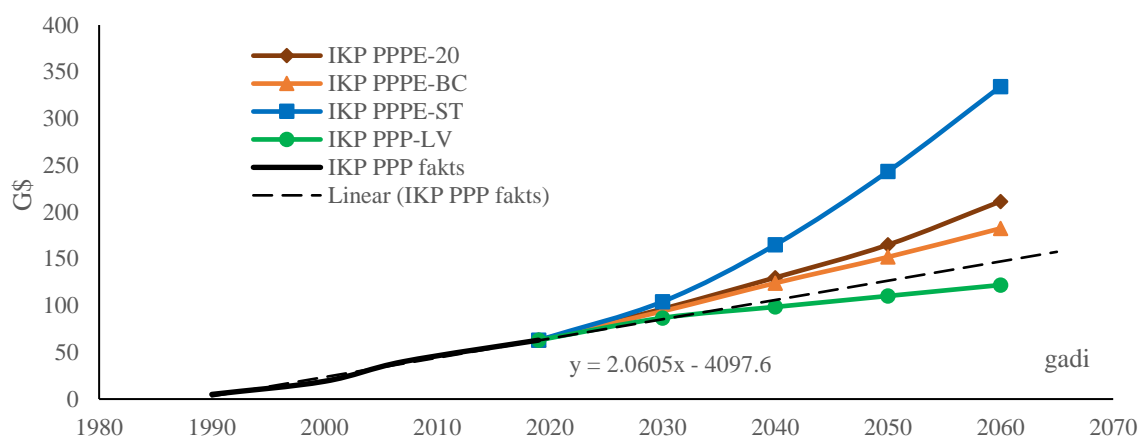
**Latvijas attīstības scenāriju IKP PPPE izmaiņas 1990.-2060. gadā/ Changes of the GDP PPPE of Latvia's development scenarios in 1990-2060**

Scenārijs	Rādītājs	Mērvien.	1990	2000	2010	2019	2030	2040	2050	2060
			Vērtēšanas periods				Plānošanas periods			
LV(fakts)	IKP PPP	ASV dolāri x10 <sup>9</sup>	5	19	40	63	x	x	x	x
LV	IKP PPPE		5	19	40	63	87	99	110	122
BC			5	19	40	63	94	124	158	182
ST			5	19	40	63	104	165	243	334
LV20			5	19	40	63	125	212	309	435

Avots: autore aprēķini

Latvijas iespējamo ilgtspējīgas attīstības scenāriju IKP PPPE izmaiņas 1990.-2060. gadā vizuāli redzamas 3.13. attēlā.

**Ja IKP PPP naudas plūsma tiek nodrošināta ar enerģijas plūsmas (lietderīgās jaudas) palielinājumu, tad valsts jauda var pieaugt.** Latvijas attīstības 1. scenārijs LV kā esošās situācijas turpinājums neatbilst ilgtspējīgas attīstības prasībām. Redzams, ka starpība starp nodrošinātu un nenodrošinātu IKP PPP vērtību pieaugtu ar katru gadu, kas var novest pie nestabilas ekonomiskās situācijas un ārējās vides ietekmes palielināšanās.



Avots: autore aprēķini

**3.13. att./ Fig. 3.13. Latvijas iespējamo ilgtspējīgas attīstības scenāriju IKP PPPE izmaiņas 1990.-2060. gadā/ Changes of the GDP PPPE of Latvia's possible sustainable development scenarios in 1990-2060**

Kā tika norādīts promocijas darba 1. nodaļā, ilgtspējīgas attīstības koncepcija pasaulē tika veidota un attīstījās industriālās ekonomikas modeļa ietvaros, kas faktiski paredz tikai valsts ekonomikas *izaugsmes, neaugsmes* vai *krituma* posmus. *Brieduma* periods, kurā no 2000. gada atrodas pasaules attīstītās valstis, tai skaitā Latvija, prasa īpašus attīstības scenārijus ar mērķi uzsākt/ ieiet izaugsmes posmā un palielināt valsts lietderīgo jaudu un potenciālu turpmākai attīstībai. **Ilgtspējīgas attīstības saglabāšana nozīmē šādu noteikumu izpildīšanu:**

- lietderīgās jaudas P1 pozitīvu izmaiņu tendence, kas ir nepieciešama un obligāta valsts jaudas un potenciāla palielināšanai (skat. 3. likumu 63. lpp.);
- pāru lineāro regresiju starp lietderīgo jaudu P1(t) un iekšzemes kopproduktu pēc pirktspējas paritātes IKP PPP(t) (skat. 5. likumu 66. lpp.).

**Nepieciešamie resursi Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriju realizācijai līdz 2060. gadam/ Necessary resources for the realization of Latvian sustainable development scenarios until 2060**

Nr. p.k.	Scenārijs	Nepieciešamie papildus resursi enerģijas vienībās, gadā	Nepieciešamie papildus finanšu resursi naudas vienībās (dolāros), gadā
1.	Latvijas Viensēta (LV)	$N1(t) = 0$	0.0
2.	Latvija 2000 (LV20)	$N1(t) = 123 \text{ MW}$ , $N1-E(t) = 35 \text{ MW}$	6.4 mlrd. \$
3.	Baltijas Ceļš (BC)	$N1(t) = 40 \text{ MW}$ , $N1-E(t) = 25 \text{ MW}$	2.1 mlrd. \$
4.	Skandināvu Tilts (ST)	$N1(t) = 107 \text{ MW}$ , $N1-E(t) = 80 \text{ MW}$	5.5 mlrd. \$

Avots: autore aprēķini

Prognozētie iespējamie Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriji *Latvija 2000*, *Baltijas Ceļš* un *Skandināvu Tilts* nodrošina lietderīgās jaudas  $P(t)$  pozitīvu tendenci, kas, savukārt, var palielināt potenciālu turpmākai attīstībai. Atbilstoši formulētajam 3. likumam (63. lpp.), Latvijā būtu nepieciešams uzsākt augšanas posmu, pazeminot STINA vērtību no 3.3 līdz vismaz 2.4 (Japānas piemērs), kas nozīmē ražošanas sektora palielināšanu. Augšanas posmu var nodrošināt lielāki finanšu un enerģijas resursi, kas galvenokārt ir politisku lēmumu rezultāts. Nepieciešamie resursi saskaņā ar izveidotajiem scenārijiem apkopoti 3.15. tabulā, bet finanšu resursi aprēķināti naudas vienībās, izmantojot PW vērtības noteiktajā gadā (1.5. apakšnodaļa 74. lpp.). Kā jau iepriekš tika secināts, tad iespējamie Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriji *Latvija 2000*, *Baltijas Ceļš* un *Skandināvu Tilts* nodrošina lietderīgās jaudas  $P(t)$  pozitīvu tendenci, kas, savukārt, var palielināt valsts potenciālu turpmākai attīstībai.

**Autore uzskata, ka Latvijas ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanai līdz 2060. gadam par AMBICIOZĀKO var uzskatīt scenāriju *Skandināvu Tilts*, bet par REĀLĀKO – scenāriju *Baltijas Ceļš***, jo tā realizācijas procesā Latvijā uzlabotos mērķa rādītāji pēc ilgstošas neaugsmes un stagnācijas. 3.15. tabulā redzams, ka tam ik gadu būtu nepieciešami enerģijas resursi  $N1(t)=40 \text{ MW}$ ,  $N1-E(t) = 25 \text{ MW}$  un finanšu resursi 2.1 mljrd. dolāri.

### Iespējamais Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenārijs līdz 2030. gadam

Kā jau iepriekš tika uzsvērts, tad promocijas darbā iegūtie dati var būt par pamatu Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas izstrādes un monitoringa procesiem – jaunu rādītāju plānošanai, uzraudzībai un/ vai pārskatīšanai. Lai izvērtētu valsts iespējamo attīstību līdz 2030. gadam, par pamatu tiek ņemts autore izstrādātais Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenārijs līdz 2060. gadam *Baltijas Ceļš* – kā reālākais izpildāmais.

3.16. tabulā 2030. gada plāns – septiņu ilgtspējīgas attīstības stratēģisko rādītāju izlase no dokumenta *Latvija 2030* tiek salīdzināts ar 2019. gada faktiskajiem datiem. Nākamie 11 ir autore izstrādātā IAMM modeļa ietvaros aprēķinātie rādītāji 2019. un pēc scenārija *Baltijas Ceļš* 2030. gadā. 3.16. tabulas dati parāda, ka praktiski visas Latvija 2030 ilgtspējīgas attīstības analizējamo stratēģisko rādītāju faktiskās vērtības 2019. gadā (un arī 2021. gada dati 3.2. tabulā) diezgan būtiski atpaliek no plānotajiem rādītājiem, kas rada pamatotas šaubas par to sasniegšanu 2030. gadā. Tai pat laikā jāuzsver, ka promocijas darba izstrādāšanas nobeiguma procesā (līdz 2024. gada aprīlim) nebija pieejami visi jaunākie dati, tāpēc pilnvērtīgi pamatotu secinājumu izdarīšanai būtu nepieciešams turpināt pētījumus.

Latvijas ilgtspējīgas attīstības rādītāji 3.16. tabulā IAMM ietvaros ļauj kvalitatīvāk izvērtēt valsts sociāli ekonomisko situāciju un plānot valsts attīstību starpdisciplinārā skatījumā. Var secināt, ka gadījumā, ja Latvijas attīstības tempi pieaugtu pēc 2019. gada, atbilstoši promocijas darba autore aprēķiniem 3.11. tabulā, tad ilgtspējīgas attīstības scenārijs *Baltijas Ceļš* būtu reāli sasniedzams ne tikai līdz 2060. gadam, bet jau līdz 2030. gadam.



**Ilgspējīgas attīstības stratēģiskie rādītāji – Latvija 2030 un autores piedāvātie IAMM ietvaros 2019. un 2030. gadā/ Strategic indicators of sustainable development – Latvia 2030 and proposed by the author within the framework of SDMM in 2019 and 2030**

<b>Autores apzīmējums</b>	<b>Rādītājs</b>	<b>Mērvienība</b>	<b>2019. fakts</b>	<b>2030. (plāns vai scenārijs)</b>
<b>Latvija 2030</b>				
M	Iedzīvotāju skaits	milj.	1.91	>2.02
GINI	Džini index	x	35	< 30
HDI	Tautas attīstības indekss	vieta pasaulē	39	< 30
Footprint	Ekoloģiskās pēdas nospiedums	ha	6.4	< 2.5
GCI	Globālās konkurētspējas indekss	vieta pasaulē	67	< 40
PX	IKP uz vienu iedzīvotāju	eiro 10 <sup>3</sup>	16	>27
IKP	IKP	eiro 10 <sup>9</sup>	31	>54
<b>Rādītāji IAMM ietvaros (faksts un scenārijs <i>Baltijas Ceļš</i>)</b>				
N1	Pilna gala patēriņa jauda	GW	5.5	5.9
N1-E	Elektrības gala patēriņa jauda	GW	0.8	1.1
P1	Lietderīgā jauda	GW	1.7	2.2
U1	Lietderīgā jauda uz 1 iedzīvotāju	kW	0.9	1.1
PHPE	Produktivitāte	kW	1.6	2.0
QoLE	Dzīves kvalitāte	kW	0.7	0.9
FOOT	Ekoloģiskā pēda	kW	58	59
F1	Tehnoloģiskā efektivitāte	%	33	36
E1	Elektrības gala patēriņa daļa	%	15	19
WM	Globālā konkurētspēja	x	1.4	x
WE	Tehnoloģiskās konkurētspēja	x	0.6	x

Avots: autores veidota

Promocijas darba izstrādes laikā veikto pētījumu rezultātā var secināt, ka Latvijas ilgtspējīgas attīstības plānošanas un monitoringa modelis invariantu koordinātu sistēmā enerģijas vienībās, izmantojot jaudas izmaiņas un ekonomikas strukturālos modeļus, ļauj novērtēt valsts ilgtspējīgas attīstību ar citu metodi (nevis tikai ar rādītājiem naudas izteiksmē), un IAMM izmantošana var palīdzēt plānot un uzraudzīt valsts ilgtspējīgas attīstības stratēģisko mērķu sasniegšanu.

### **Kopsavilkums par 3. nodaļu/ Summary of Chapter 3**

1. Ilgtspējīgas attīstības plānošana Latvijā aizsākās 20. gadsimta 90. gadu sākumā pēc neatkarības atgūšanas, kad valsts uzsāka atbilstošas politikas veidošanu ar nolūku līdzsvarot ekonomiskos un sociālos procesus ar vides vajadzībām.
2. Svarīgie valsts ilgtspējīgas attīstības mērķi dokumentā Latvija 2030 tiek īstenoti ar septiņu gadu valsts attīstības plāniem, piemēram, Latvijas Nacionālo attīstības plānu 2021.-2027. gadam (NAP2027), nozaru politikām un plāniem, kas sasaista politikas mērķus ar valsts budžetu, izmantojot rādītāju kopumu.
3. Publiski ir pieejami Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas līdz 2030. gadam uzraudzības ziņojumi, un līdz 2024. gadam ir bijuši četri šādi ziņojumi: 2012., 2015., 2017. un 2022. gadā (Latvija 2030 uzraudzība). Tomēr 2022. gada ziņojumā ir analizēti tikai Latvija 2020 rezultāti, bet nav datu par Latvija 2030 progresu.
4. Starptautiskā līmenī viens no galvenajiem *Agenda 2030* pārskata pasākumiem ir ANO Ekonomikas un sociālo lietu padomes pārraudzībā notiekošais ANO Augsta līmeņa

politiskais forums par ilgtspējīgu attīstību. Latvija 2022. gadā jau otro reizi sniedza savu brīvprātīgo blakusziņojumu (pirmais - 2018. gadā). Nozīmīgs ir 2022. gada LAPAS izstrādātais NVO ziņojums ar NVO sektora kopskatu, mērķu ieviešanas novērtējumu un rekomendācijām.

5. Promocijas darbā veikto aprēķinu rezultātā iegūtās mērķa vērtības 1990.-2019. gadā ļauj identificēt Latvijas situāciju kā neilgtspējīgu attīstību, t.i., saglabājas attīstības iespēja, bet nākotnē var paātrināties recesija, notikt patēriņa samazināšanās un dzīves kvalitātes pasliktināšanās, neskatoties uz dzīves kvalitātes pozitīvo tendenci. Ja Latvijas attīstība turpināsies līdzīgi kā pēc 2019. gada scenārija *stagnācija - neaugsmē*, tas var nozīmēt ilgstošu stagnāciju un pat tālāku degradāciju. Diemžēl pirmie nopietnie signāli iedzīvotāju skaita samazināšanās veidā jau ir notikuši.
- 6. Latvijas ilgtspējīgas attīstības plānošanas un monitoringa modelis (IAMM) invariantu koordinātu sistēmā energovienībās, izmantojot jaudas izmaiņas un ekonomikas strukturālos modeļus, ļauj novērtēt valsts ilgtspējīgu attīstību ne tikai ar rādītājiem naudas izteiksmē, bet arī ar citu metodi, kā arī izveidot un novērtēt valsts ilgtspējīgas attīstības scenārijus.**
7. IAMM ietvaros noformulēti un analizēti četri Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriji ar nosacītiem nosaukumiem: 1) *Latvijas Viensēta (LV)*; 2) *Latvija 2000 (LV20)*; 3) *Baltijas Ceļš (BC)*; 4) *Skandināvu Tilts (ST)*.
8. Pētījuma aprēķini parāda, ka Latvijas ilgtspējīgas attīstības scenāriji *Latvija 2000*, *Baltijas Ceļš* un *Skandināvu Tilts* nodrošina lietderīgās jaudas  $P(t)$  pozitīvu tendenci, kas, savukārt, var palielināt valsts potenciālu turpmākai attīstībai.
- 9. Pēc promocijas darba autores domām, Latvijas ilgtspējīgas attīstības mērķu sasniegšanai līdz 2030. un 2060. gadam reālākais scenārijs būtu *Baltijas Ceļš*, bet ambiciozākais scenārijs – *Skandināvu Tilts*.**
10. IAMM izmantošana var palīdzēt valsts ilgtspējīgas attīstības stratēģisko mērķu sasniegšanā, un izveidotie rādītāji var būt par pamatu esošo stratēģisko mērķu rādītāju uzraudzībai un pārskatīšanai, kā arī jaunu rādītāju plānošanai, lai uzlabotu Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas izstrādes izstrādes un monitoringa procesus.

## GALVENIE SECINĀJUMI/ MAIN CONCLUSIONS

**Promocijas darbā izvirzītā pētījuma hipotēze – *ilgtspējīgas attīstības plānošanas un monitoringa modelis ļauj novērtēt dažādu sociāli ekonomisko sistēmu (valstu) attīstību – ir apstiprinājies.***

1. Mūsdienu izaicinājums visas planētas mērogā prasa fundamentālas izmaiņas gan cilvēku apziņā, gan darbībā, tas prasa jaunu redzējumu un jaunas pieejas, lai veidotu jaunu realitāti. Ilgtspējīgas attīstības plānošanas un monitoringa teorētisko aspektu izpēte ir pamats esošo sistēmu trūkumu izvērtēšanai un tālākai pilnveidošanai.
2. Vājās ilgtspējības koncepcija tika noformulēta 20. gadsimta 70. gados kā neoklasicisma ekonomiskās izaugsmes teorijas paplašinājums, uzskatot neatjaunojamus dabas resursus par ražošanas faktoru. Tā kļuva par galveno virzienu 90. gados ilgtspējīgas attīstības diskursa un kapitāla teorijas kontekstā. Neoklasicisma ekonomika pieņem, ka enerģija un matērija (preces) cirkulē praktiski slēgtā neierobežotu resursu (izejvielu) un bezgalīgu pārstrādes iespēju (izejas) sistēmā, ko ekonomikā sauc par negatīvām ārējām sekām.
3. Atšķirībā no neoklasicisma teorijas, ekoloģija nevar uzskatīt cilvēka ekonomiku atsevišķi no dabas, bet, gluži pretēji, to uzskata par daļu no sociāli ekonomiskās sistēmas, kas apmainās ar vielu, enerģiju un informāciju ar vidi, un uzskata tās sastāvdaļas par vairāk nekā tikai precēm un pakalpojumiem. Uz šīs teorētiskās bāzes balstās stiprās ilgtspējības koncepcija.
4. *Ilgtspējīgas attīstības* definīcija paredz, ka ir nepieciešams taisnīgs resursu un aktīvu sadalījums starp paaudzēm, tāpēc ir nepieciešama koncepcija, kas ļauj novērtēt, vai tiek panākta paaudžu vienlīdzība. Klasiskā attīstības teorija lielu uzvaru liek uz investīcijām un kapitālu kā galvenajiem attīstību noteicošajiem faktoriem, kas tradicionāli aprobežojas ar ekonomikas attīstības izpratni, paplašinot tirgus un palielinot antropogēno kapitālu. Šī teorija tiek paplašināta, lai risinātu arī jautājumu par to, kā panākt ilgtspējīgu attīstību.
5. Sākumpunkts uz kapitālu teorijas balstītas ilgtspējīgas attīstības rādītāju mērīšanas sistēmas izstrādei kļuva Pasaules bankas Nacionālo kontu sistēma, kas apraksta konsekvētu un integrētu makroekonomisko kontu kopumu starptautiski saskaņotu jēdzienu, definīciju, klasifikāciju un grāmatvedības noteikumu kopuma kontekstā. No 2009. gada sākās vides ekonomiskās uzskaites sistēmas enerģijas kontu izstrāde Eiropas statistikas sistēmā.
6. Dabaszinātņu pieeja ekonomikā ir balstīta uz koncepciju, ka sociālie, ekonomiskie un vides procesi ir enerģijas, matērijas un informācijas plūsmu transformācijā, kas ir visu dabas un sociālo procesu pamatā. Dabaszinātnes likumi veido sociālo, ekonomisko un vides procesu fundamentālo ierobežojumu kopu un zinātnisko pamatu apsvērumiem sociāli ekonomiskās aktivitātes mijiedarbībā ar dabas procesiem. Pastāvošās materiālās, enerģijas un informācijas savstarpējās saiknes starp sociālajiem, ekonomiskajiem un vides procesiem netika atspoguļotas un analizētas tradicionālajās sociālajās un ekonomiskajās teorijās.
7. Pēc Kuzņecova attīstības modeļa, *ilgtspējīga attīstība* ir nepārtraukts brīvās lietderīgās jaudas veidošanās process ar mērķi palielināt sistēmas iespējas apmierināt esošās un nākamās pastāvīgās vajadzības, palielinot sistēmas pilnas jaudas efektivitāti, samazinot zudumus un nepalielinot patēriņa jaudu negatīvas ārējās un iekšējās ietekmes un ierobežotu resursu apstākļos.
8. Pēc Oduma cikliskā modeļa, sociāli ekonomiskās sistēmas attīstības tendences un virzieni iekļaujas *sistēmas dzīves ciklā* – augšana, briedums un kritums. Pēc brieduma perioda sistēmas tālākā attīstība var notikt vājināšanas virzienā (degradācija un sabrukšana) vai restrukturizācijas un jaunas izaugsmes virzienā. Izaugsmes un attīstības procesā dominē tās sistēmas, kas maksimāli palielina kopējo lietderīgo jaudu no visiem avotiem un elastīgi pārdala tām vajadzībām, kas ietekmē turpmāko efektivitāti un izaugsmes procesu.
9. Promocijas darbā izveidota sociāli ekonomiskās sistēmas novērtēšanas metodoloģija un ilgtspējīgas attīstības monitoringa modelis (IAMM), iekļaujot trīs metodiskos uzdevumus:

- jaudas (enerģijas plūsmu) jēdziena ieviešana ilgtspējīgas attīstības definīcijā;
  - invariantu koordinātu sistēmas ieviešana enerģijas mērvienībās;
  - formalizācijas procesa ieviešana, izmantojot sistēmas energoplūsmu modeli, Kaldora IKP sektorālo modeli un jaudas izmaiņu sistēmanalīzes metodoloģiju.
10. Metodisko uzdevumu risinājums dod iespēju veikt: integrālo kritēriju un rādītāju izvēli; sistēmisku esošā stāvokļa izvērtēšanu; dažādu risinājumu vidēja un ilgtermiņa seku novērtējumu; objektu parametriskās dinamikas novērtējumu; vidēja un ilgtermiņa stratēģiju izstrādi izvirzīto ilgtspējīgas attīstības mērķu sasniegšanai.
  11. Lai aprobežotu promocijas darbā izveidoto ilgtspējīgas attīstības monitoringa modeli (IAMM), tika analizētas dažādas valstis pēc divām metodēm: (1) IKP analīze naudas izteiksmē; (2) attīstības rādītāju analīze invariantu koordinātu sistēmā energovienībās, pamatojoties uz promocijas darba autores metodi, kas balstās uz Kuzņecova un Oduma moduļiem. Analīzes rezultātā tika iegūti atšķirīgi analizējamo sociāli ekonomisko sistēmu ilgtspējīgas attīstības novērtēšanas rezultāti un izskaidrota to nozīme ne tikai valsts esošās situācijas novērtēšanā, bet arī turpmākās attīstības prognozēšanā un monitorēšanā.
  12. Promocijas darba ieviešanai tika izvēlētas, analizētas un novērtētas 15 sociāli ekonomiskās sistēmas (valstis) trīs grupās: 1) piecas attīstītās valstis – ASV, Francija, Vācija, Itālija un Japāna; 2) piecas attīstības valstis – Brazīlija, Indonēzija, Ķīna, Turcija un Dienvidāfrika; 3) piecas ES jaunās attīstītās valstis – Latvija, Lietuva, Igaunija, Ungārija un Horvātija.
  13. Saskaņā ar IKP PPP analīzi naudas izteiksmē, visām vērtējamām valstīm laika periodā no 1990. līdz 2019. gadam bija pozitīva augšanas tendence ar dažādu augšanas ātrumu un paātrinājumu. Visātrāk auga vērtējamās attīstības valstis, piemēram, Ķīna augšanas posmā, bet vislēnāk – attīstītās valstis – ASV un Francija brieduma posmā.
  14. IAMM ietvaros un izmantojot sistēmas jaudas izmaiņu sistēmanalīzes metodoloģiju, var secināt, ka pēc 2001. gada vērtējamās attīstītās valstis nonāca lēnas attīstības posmā – brieduma stadijā, kas ir nepieciešama, lai veiktu sociāli ekonomiskajā sistēmā (valsts) kvalitatīvas izmaiņas un sagatavotos nākamajam attīstības posmam. Tajā pašā laikā jāuzsver, ka katra analizētā valsts līdz autores analizējamam periodam (1990. gadam) ir bijusi ar atšķirīgu attīstību un rādītājiem.
  15. Vērtējamo attīstības valstu lietderīgās jaudas un dzīves kvalitātes rādītāji energovienībās kā potenciāls sistēmas tālākai attīstībai (industrializācija, modernizācija utt.) ir augšanas periodā. Vērtējamām valstīm dzīves kvalitātes pieaugums ir ar dažādu pieauguma ātrumu, tomēr visi rādītāji ir zemāki nekā attīstītajām valstīm.
  16. Visām vērtējamām ES jaunajām valstīm 1990.-1999. gadā ir raksturīgs lietderīgās jaudas straujš samazinājums, kas izskaidrojams ar sociāli ekonomiskās sistēmas izmaiņām, un 2019. gadā jaudas līmenis nevienā valstī nebija sasniedzis 1990. gada līmeni. Pēc 2001. gada vērtējamās valstis nonāca lēnās attīstības posmā – brieduma stadijā, un tām vērojams tehnoloģiskās efektivitātes koeficienta pieaugums, tomēr 2019. gadā tās nebija sasniegušas pasaules vidējo tehnoloģisko līmeni. Visās šajās valstīs bija ievērojams iedzīvotāju skaita samazinājums, zems tehnoloģiskās attīstības rādītājs, zema produktivitāte un dzīves kvalitāte. Kopumā var secināt, ka vērtējamās ES jaunajās valstīs ir bijusi sarežģīta attīstība 1990.-2019. gadā. IAMM modelis palīdzēja identificēt ilgstošu neaugsmes periodu vērtējamām valstīm pēc 2000. gada.
  17. Pēc promocijas darba autores domām, saskaņā ar ilgtspējīgas attīstības koncepciju, dzīves kvalitātes rādītājiem arī brieduma periodā vajadzētu paaugstināties, iespējams, ar zemāku ātrumu. Tāpēc dzīves kvalitātes kritumu varētu izskaidrot kā valsts neefektīvu adaptāciju pret ārējiem faktoriem vai neefektīvu transformāciju iekšējo faktoru ietekmē. Svarīgi – vai sociāli ekonomiskā struktūra gatava adaptācijai, ja mainās ārējie apstākļi.
  18. Ilgtspējīgas attīstības principu formalizācija energovienībās, izmantojot invariantu koordinātu sistēmu un jaudas izmaiņu analīzes pieeju, ļauj noteikt **jebkuras** sociāli ekonomiskās sistēmas (valsts) esošā un mērķa stāvokļa rādītājus, problēmas un prognozējamās attīstības scenārijus.

19. Iegūtās mērķa vērtības 1990.-2019. gadā ļauj identificēt Latvijas situāciju kā neilgtspējīgu attīstību, t.i., saglabājas attīstības iespēja, bet nākotnē var paātrināties recesija, notikt patēriņa samazināšanās un dzīves kvalitātes pasliktināšanās, neskatoties uz dzīves kvalitātes pozitīvo tendenci. Latvijā ir pārejas ekonomika ar zemu tehnoloģiskās efektivitātes rādītāju ( $F1=33$ ). Jaunam industrializācijas posmam nav pieejami moderni elektroenerģijas avoti ( $EA=0$ ), kā arī elektrības daļa kopējā gala patēriņā ir viena no zemākajām ( $E=15$ ) starp vērtējamām valstīm – tātad mazs reālais industriālais sektors. Dzīves kvalitātes līmenis atbilstoši citām vērtējamām ES jaunajām valstīm ( $QoLE=0.7$ ). Ja Latvijas attīstība arī turpmāk būs tāda, kā pēc 2019. gada, tas var nozīmēt ilgstošu stagnāciju un pat tālāku degradāciju.
20. IAMM ietvaros pēc Latvijas attīstības vērtēšanas rezultātiem autore formulē un analizē četrus iespējamus ilgspējīgas attīstības scenārijus ar dažādiem mērķiem un ar nosacītiem nosaukumiem: 1) *Latvijas Viensēta (LV)*; 2) *Latvija 2000 (LV20)*; 3) *Baltijas Ceļš (BC)*; 4) *Skandināvu Tilts (ST)*. Scenāriji *LV20*, *BC* un *ST* nodrošina lietderīgās jaudas  $P(t)$  pozitīvu tendenci, kas, savukārt, var palielināt valsts potenciālu turpmākai attīstībai.
21. Autore secina, ka **Latvijas ilgspējīgas attīstības mērķu sasniegšanai reālākais scenārijs būtu *Baltijas Ceļš*, bet ambiciozākais scenārijs – *Skandināvu Tilts*.**
22. Latvijas ilgspējīgas attīstības plānošanas un monitoringa modelis invariantu koordinātu sistēmā energovienībās, izmantojot jaudas izmaiņas un ekonomikas strukturālos modeļus, ļauj novērtēt valsts ilgspējīgu attīstību nevis tikai ar rādītājiem naudas izteiksmē, bet arī ar citu – IAMM metodi.
23. IAMM izmantošana var palīdzēt valsts ilgspējīgas attīstības stratēģisko mērķu sasniegšanā, un izveidotie rādītāji var būt par pamatu esošo stratēģisko mērķu rādītāju plānošanai, uzraudzībai un pārskatīšanai, lai uzlabotu Latvijas ilgspējīgas attīstības stratēģijas izstrādes izstrādes un monitoringa procesus.
24. Esošā sociāli ekonomiskās sistēmas ilgspējīgas attīstības mērvienību sistēma naudas izteiksmē ir mainīga un nestabila, kas Latvijas un arī citu valstu attīstībā uzrāda galvenokārt pozitīvas attīstības tendences un tādējādi dažkārt sniedz pat maldīgu priekšstatu par attīstības procesiem. Tāpēc promocijas darbā pilnveidota ilgspējīgas attīstības teorija un novērtēšanas metodes, izmantojot nemonetāru dabaszinātņu procesus starpdisciplinārā pētījumā, ņemot vērā ekonomikas, matemātikas, fizikas un vides likumsakarības, kas veido sistēmisku pieeju ilgspējīgas attīstības procesu novērtēšanai un monitoringam.

## PROBLĒMAS UN TO RISINĀJUMI / CHALLENGES AND THEIR SOLUTIONS

### **Pirmā problēma.**

Latvijā līdz šim nav bijuši fundamentālie un lietišķie pētījumi par valsts ilgtspējīgu attīstību, izmantojot starpdisciplināru pieeju un jaudas izmaiņu sistēmanalīzi invariantu koordinātu sistēmā. Izpētot Latvijas zinātnieku publiski pieejamos rakstus, var konstatēt, ka tajos praktiski netiek izmantoti un analizēti mūsdienu pasaules zinātnieku starpdisciplināro pētījumu rezultāti, kuros aizvien plašāk tiek pielietota dabaszinātņu pieeja ekonomisko procesu izvērtēšanā.

Iespējamie risinājumi:

- 1) Iepazīstināt plašāku zinātnisko auditoriju (konferencēs, semināros, publikācijās u.tml.) ar starpdisciplināro pieeju valsts stratēģiskās ilgtspējīgās attīstības plānošanai un monitorēšanai un autores izstrādāto IAMM, kas balstās uz jaudas izmaiņu sistēmanalīzes pieeju. Tas ļauj prognozēt attīstības mērķa rādītājus invariantu koordinātu sistēmā energovienībās, lai nodrošinātu mūsdienu un starpdisciplināru pieeju valsts attīstības kritērijiem.
- 2) Latvijas zinātniekiem aktīvāk iesaistīties starpdisciplināros pētījumus gan nacionālā, gan starptautiskā līmenī un izstrādāt atbilstošas publikācijas, lai iekļautos mūsdienu pasaules zinātnes telpā;
- 3) ieteikt Latvijas Zinātņu akadēmijai organizēt plašākas diskusijas, seminārus un citus pasākumus starpdisciplināro pētījumu popularizēšanai Latvijas zinātniskajā vidē;
- 4) universitāšu un citu augstākās izglītības iestāžu studiju programmās plašāk izmantot starpdisciplinārus studiju kursus, lai tādējādi izglītotu un informētu par pasaules jaunākajām zinātnes tendencēm, kā arī audzinātu jaunos zinātniekus atbilstoši mūsdienu prasībām.

### **Otrā problēma.**

Pieejamie statistikas dati par energoresursu gala patēriņu valsts, sektoru un ieguves avotu griezumā ir nepilnīgi un fragmentēti, turklāt dažādas datu bāzes izmanto atšķirīgas metodikas rādītāju aprēķināšanai – Latvijas statistiskie dati dažādās datu bāzes atšķiras. Lielākā problēma darba gaitā bija atrast vēsturiskos datus pirms 1990. gada un identificēt aprēķināšanas metodiku. Šādu datu sadalījumā pa valsts reģioniem nav vispār, kas tādējādi nedod iespēju veikt reģionālos pētījumus par energoresursu ieguvī, patēriņu, kā arī citiem rādītājiem, kas nepieciešami IAMM reģionu līmenī.

Iespējamie risinājumi:

- 1) Latvijas Oficiālās statistikas portālā pilnveidot datu bāzi par energoresursu gala patēriņu valstī kopumā un atsevišķos sektoros, kā arī energoresursu ieguves avotiem;
- 2) veidot statistiku par energoresursu gala patēriņu, kā arī to energoresursu avotiem Latvijas reģionos;
- 3) VARAM sadarbībā ar Oficiālo statistikas portālu pilnveidot Reģionālās attīstības rādītāju moduli (RAIM) ar datiem par ilgtspējīgu attīstību, lai kompleksi varētu novērtēt valsts un atsevišķu reģionu ilgtspējīgu attīstību.

### **Trešā problēma.**

Pēc internetā publiski pieejamās informācijas, var secināt, ka Latvijas ilgtspējīgas attīstības novērtēšanas un Latvija 2030 rādītāju uzraudzības dati netiek regulāri publiskoti, kas nerada pārliecību par nepieciešamās uzmanības pievēršanu šim procesam, un kas galarezultātā var novest pie plānoto rezultātu neizpildes un stratēģisko mērķa rādītāju nesasniegšanas 2030. gadā. Nav izveidota kompleksa, starpdisciplināra plānoto rādītāju uzraudzības sistēma gan valstī kopumā, gan pa reģioniem.

Iespējamie risinājumi:

- 1) Valsts kancelejai, kas pārņēmusi Pārresoru koordinācijas centra funkcijas nacionālā līmeņa attīstības plānošanas dokumentu uzraudzībā:
  - uzlabot sadarbības koordināciju starp ministrijām, lai nepieciešamības gadījumā varētu savlaicīgāk reaģēt un ieteikt veikt izmaiņas valsts stratēģiskās attīstības mērķa rādītājos;
  - aktīvāk sadarboties ar dažādiem sociālajiem partneriem, t.sk. NVO, kas var sniegt būtisku ieguldījumu sabiedrības plašākā iesaistē ilgspējīgas attīstības mērķu sasniegšanā;
  - regulāri publiskot iegūtos rezultātus, tādējādi informējot sabiedrību par IA rādītājiem un iesaistot Latvija 2030 mērķu sasniegšanā tikpat aktīvi, kā tas bija sākotnēji dokumenta izstrādes procesā;
- 2) Latvijas ilgspējīgas attīstības procesa plānošanā, novērtēšanā un uzraudzībā izmantot promocijas darba autores izveidoto IAMM un prognozēt rādītājus invarianu koordinātu sistēmā energovienībās, lai nodrošinātu mūsdienīgu un starpdisciplināru pieeju valsts attīstības rādītājiem;
- 3) Latvijas plānošanas reģioniem aktīvāk iesaistīties ilgspējīgas attīstības rādītāju plānošanā, novērtēšanā un uzraudzībā, lai tādējādi pievērstu lielāku uzmanību, pamatotu un uzsvērtu visu valsts reģionu līdzsvarotu attīstību un katra iedzīvotāja tiesības uz labklājību un augstu dzīves kvalitāti;
- 4) piemērot izstrādāto IAMM Latvijas reģionu ilgspējīgas attīstības novērtēšanā (ar statistiskajiem datiem reģionu līmenī).

## IZMANTOTO INFORMĀCIJAS AVOTU SARAKSTS/ *LIST OF INFORMATION SOURCES USE*

(atsauces uz izmantotajiem informācijas avotiem norādītas gan promocijas darba tekstā, gan pielikumos/ *references to the used sources of information are indicated both in the text of the doctoral thesis and in the appendices*)

1. Aaronson, D., Rissman, E.R., Sullivan, D.G. (2004). Can Sectoral Reallocation Explain the Jobless Recovery? Economic Perspectives, *Federal Reserve Bank of Chicago*, 2Q/2004, pp. 36-49.
2. Acemoglu, D., Naidu, S., Restrepo, P., Robinson, J.A. (2019). Democracy does cause growth. *Journal of Political Economy*, 127(1), pp. 47-100.
3. Agenda 2030. United Nations. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
4. Agenda 21, United Nations. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/english/agenda21chapter40.htm>
5. Ahamer, G. (2022). Scenarios of Systemic Transitions in Energy and Economy. *Foresight and STI Governance*, 16(3), pp. 17-34.
6. Allen, C., Reid, M., Thwaites, J., Glover R., Kestin, T. (2020). Assessing national progress and priorities for the Sustainable Development Goals (SDGs): experience from Australia. *Sustainability Science*, 15(2), pp. 521-538.
7. Alvarado-Herrera, A., Bigne, E., Aldas-Manzano, J., Curras-Perez, R., (2017). A scale for measuring consumer perceptions of corporate social responsibility following the sustainable development paradigm. *Journal Business Ethics*, 140, pp. 243-262.
8. Attīstības plānošanas sistēma (2009). [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/175748-attistibas-planosanas-sistemas-likums>.
9. Attīstības plānošanas likums. (Spēkā no 01.01.2009.). [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/175748-attistibas-planosanas-sistemas-likums>.
10. Ayres, R.U. (1998). Eco-thermodynamics: economics and the second law. *Ecological Economics*, 26(2), pp. 189-209.
11. Ballance, R., Forstner, H. (2003). Competing in a global economy: An empirical study on specialization and trade in manufactures, London, *Routledge*.
12. Basiago, A.D. (1998). Economic, social, and environmental sustainability in development theory and urban planning practice. *Environmentalist*, 19(2), pp. 145-161.
13. Bauer, E.S. (2002). Theoretical Biology. *Rostok*.
14. Baumol, W.J. (1967). Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis. *American Economic Review*, 57(3), pp. 415-426.
15. Bell, D.V.J. (2016). Twenty-first century education: Transformative education for sustainability and responsible citizenship. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 18(1), 48-56.
16. Ben-Eli, M. (2018). Sustainability: definition and five core principles, a systems perspective. *Sustainability Science*, 13 (5), pp. 1337-1343.
17. Berg, C. (2020). Sustainable action: overcoming the barriers. Abingdon, *Oxon*.
18. Berkes, F., Folke, C. (1992). A systems perspective on the interrelations between natural, human-made and cultural capital. *Ecological Economics*, 5(1), pp. 1-8.
19. Benanav, A. (2020). Automation and the Future of Work. London, *Verso*.
20. Bikse, V., Grinevica, L., Rivza, B., Rivza, P. (2022). Consequences and challenges of the fourth industrial revolution and the impact on the development of employability skills. *Sustainability*, 14, 6970.
21. Bolshakov, B.Y., Karibaev, A., Shamaeva, E.F. (2019). Introduction to the theory of management of novation's with the use of spatiotemporal measures, *AIP Conference Proceedings*, 2116, 200009.



22. Bossel, H. (2002). Assessing viability and sustainability: A systems-based approach for deriving comprehensive indicator sets, *Ecology and Society*, 5(2).
23. Breuer, A., Janetschek, H., Malerba, D. (2019). Translating sustainable development goal (SDG). *Sustainability*, 11(7), 2092.
24. Brundtland, G.H. (1987). Our common future - Call for action, *Environmental Conservation*, 14(4), pp. 291-294.
25. Buckley, W. (1967). *Sociology and Modern Systems Theory*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
26. Bertalanffy, L.V. (1950). An outline of general system theory. *British Journal for the Philosophy of Science*, 1(2), pp. 134-165.
27. Blewit, J. (2018). *Understanding sustainable development*. Third edition. Routledge, p. 369.
28. Blignaut, J.N. (1995). Environmental accounting in South Africa. Unpublished Doctoral dissertation. Pretoria, *University of Pretoria*.
29. Blignaut, J. N., De Wit, M.P. (2000). A critical evaluation of the capita theory approach to sustainable development, *Agrekon*, 39(1).
30. Bratianu, C., Vasilache, S. (2009). Evaluating linear-nonlinear thinking style for knowledge management education. *Management & Marketing*, 4(3), 3–18.
31. Broom, G.M. (2006). An open-system approach to building theory in public relations. *International Journal of Phytoremediation*, 21(1), pp. 141-150.
32. Brock, W. A. (2001). *Growth theory, nonlinear dynamics and economic modelling*. Edward Elgar publishing.
33. Capra, F., Jakobsen, O.D. (2017). A conceptual framework for ecological economics based on systemic principles of life. *International Journal of Social Economics*, 44(6), pp. 831-844.
34. Cerin, P., Scholtens, B.A., Hassel, L. (2008). Sustainable development and socially responsible finance and investing, *Sustainable Development*, 16(3), pp. 137-140.
35. Chang Yen Chiang and Zhai Tian Tian (2018). Standing of environmental public-interest litigants in China: Evolution, obstacles and solutions. *Journal of Environmental Law*, 30(3), pp. 369-397.
36. Cheng, B.S., Lai, T.W. (1997). An Investigation of Co-Integration and Causality between Energy Consumption and Economic Activity in Taiwan. *Energy Economics*, 19, pp. 435-444.
37. Clark, N., Juma, C. (1987). Long-run Economics: An Evolutionary Approach to Economic Growth. *Business & Economics*, 206 p.
38. Coomer, J.C. (1979), Third biennial woodlands conference on growth policies: The management of sustainable growth. *Environmental Conservation*, 7(1), pp. 79–80.
39. Common, M., Perring, C. (1992). Towards an ecological economics of sustainability. *Ecological Economics*, 6(1), pp. 7-34.
40. Cropper, M.L., Oats, E.W. (1992). Environmental Economics: A Survey. *Journal of Economic Literature* 30, pp. 675-740.
41. Costanza, R. (2004). Value theory and energy. *Encyclopedia of Energy*, 6, pp. 337-346.
42. Costanza, R. (1989). What Is Ecological Economics? *Ecological Economics*, 1(7).
43. Costanza, R., Daly, H.E., Barthlomer, J.A. (1992). Goals, agenda and policy recommendations for ecological economics. *Ecological Economics: the science and management of sustainability*, pp. 1-20.
44. Daly, H.E., Umana, A.F. (2019). *Energy, economics, and the environment: Conflicting views of an essential interrelationship*, London, Routledge.
45. Daly, E.D. (1993). Steady State Economics: A New Paradigm. *New Literary History*. 24(4), pp. 811-81

46. Daly, H. (2015). Economics for a Full World. Great Transition Initiative. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <http://www.greattransition.org/publication/economics-for-a-full-world>.
47. Dart, B.C. (2022). Nicholas of Cusa's mathematical theosophy: On the symbolic method, learned ignorance, and conjectural knowledge of God. *Memorial University of Newfoundland*.
48. Dahlman, C.J., Ross-Larson B., Westphal, L.E. (1987). Managing technological development: Lessons from the newly industrializing countries. *World Development*, 15(6), pp.759-775.
49. Dasgupta, P. (2007). Measuring Sustainable Development: Theory and Application. *Asian Development Review* 24(1),1-10.
50. Dasgupta, P., Mäler, K.G. (2000). Net National Product, Wealth, and Social Well-Being. *Environment and Development Economics* 5(1), pp. 69–93.
51. Doğan, B., Shahbaz, M., Bashir, M.F., Abbas, S., Ghoshet, S. (2023). Formulating energy security strategies for a sustainable environment: Evidence from the newly industrialized economies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 184 p..
52. DESA-UN (2013), The United Nations Department of Economic and Social Affairs. MDGS Report, [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.un.org/en/development/desa/publications/mdgs-report-2013.html>.
53. Dias, G.B., Onevetch, R.T.S., Santos, J.A.R., Lopes, G.C. (2022). Competences for sustainable development goals: The challenge in business administration education. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 24(1), pp. 73-86.
54. Ruggerio, C.A., Di Pace, M., Caride Bartrons, H., Zuberger, F., Calello, T.D., Alsina, M.G., Barsky, A., Crojetovich, M.A., Isuani, F., Suárez, F.M., Herrero, A.C. (2012). Ecología Urbana. *Ecología Urbana. Ediciones UNGS*, Los Polvorines.
55. Dodds, F., Donoghue, A.D., Roesch, J.L. (2016). Negotiating the Sustainable Development Goals: A Transformational Agenda for an Insecure World, London, *Routledge*.
56. Du Pisani, J.A. (2006). Sustainable development-historical roots of the concept. *Environmental Sciences*, 3(2), pp. 83-96.
57. Eurostat database. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>.
58. ECI (2019). [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://atlas.cid.harvard.edu/>.
59. ESPAS (2015). Global trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead? European Strategy and Policy Analysis System. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: [https://espas.eu/files/espas\\_files/about/espas-report-2015.pdf](https://espas.eu/files/espas_files/about/espas-report-2015.pdf).
60. Espey, J., Fritz, S. (2019). Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability*, 2 (10), pp. 922-930.
61. Escobar, A. (2015). Degrowth, postdevelopment, and transitions: a preliminary conversation. *Sustainable Science*, 10, pp. 451-462.
62. Farazmand, A. (2012). The Future of Public Administration: Challenges and Opportunities-A Critical Perspective, *Administration and Society*, 44(4), pp. 487–517.
63. Fang, D., Chen, B. (2019). Inequality of air pollution and carbon emission embodied in inter-regional transport. *Energy Procedia*, 158, pp. 3833-3839.
64. Foster, J.B., Burkett, P. (2004). Ecological economics and classical Marxism. *Organization & Environment*, 17(1), pp. 32-60.
65. Forrester, J. (2003). Dynamic models of economic systems and industrial organizations. *System Dynamics Review*, 19(4), pp. 329-345.
66. Freeman, A. (2023). The 60-year downward trend of economic growth in the industrialized countries of the world. *The Japanese Political Economy*, 49, pp. 86-108.

67. Gallopín, G.C. (2003). A systems approach to sustainability and sustainable development. *Serie medio ambiente y desarrollo*, 64, Sustainable Development and Human Settlements Division, *ECLAC, Santiago, Chile*.
68. Gallopin, G., Herrero, L.M.J., Rocuts, A. (2014). Conceptual frameworks and visual interpretations of sustainability. *International Journal Sustainable Development*, 17(3).
69. Garcia, R. (2006). Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. *Editorial Gedisa S. A., Barcelona*.
70. Gereffi, G. (2009). Development models and industrial upgrading in China and Mexico, *European Sociological Review*, 25(1), pp. 37-51.
71. Giovannoni, E., Fabietti, G. (2013). What is sustainability? A review of the concept and its applications, *Integrated Reporting: Concepts and Cases that Redefine Corporate Accountability*, pp. 21–40.
72. Georgescu-Roegen, N. (1986). The Entropy Law and the Economic Progress in Retrospect, *Eastern Economic Journal*, 7(1), pp. 3-15.
73. Gidding, B., Hopwood, B., O'Brien, G. (2002). Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable Development*, 10(4), pp. 187-196.
74. Glazyev, S.Y., Ajvazov, A.E., Belikov, V.A. (2018). The Future of the World Economy Is an Integrated World Economic Structure. *Economy of Region*, 14(1), pp. 1-12.
75. Gore, C. (2015). The POST-2015 moment: towards sustainable development goals and a new global development paradigm. *Journal Intenational development*, 27, pp. 717–732.
76. Gray, R. (2010). Is accounting for sustainability actually accounting for sustainability and how would we know? *Accounting, Organizations and Society*, 35(1), pp. 47–62.
77. Greker, M. (2007). National wealth and the calculation of the human capital component, *Report from Statistics Norway*.
78. Grootaert, C., Bastelaer, T. (2002). Understanding and measuring social capital – a multidisciplinary tool for practitioners, *World Bank Publications*, The World Bank Group, 14098.
79. Hall, J., Giovannini, E., Morrone, A., Ranuzzi, G. (2010). A framework to measure the progress of societies, *Revue d'économie politique*, 121(1), 93-118
80. Hamilton, K., Hartwick J.M. (2005). Investigating exhaustible resource rents an the path of consumption. *Canadian Journal of Economics*, 38(2), pp. 615-621.
81. Hanley, N., Shogren, J., White, B. (2007). *Environmental Economics in Theory and Practice*, Springer Link.
82. Hartwick, J. (1977). Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources. *American Economical Review*, 67 (5), pp. 972-974.
83. Hartwick, J.M. (1978). Substitution among exhaustible resources and intergenerational equity. *The Review of Economic Studies*, 45(2), pp. 347–354.
84. Hák, T., Janoušková, S., Moldan, B. (2016). Sustainable development goals: A need for relevant indicators, *Ecological Indicators*, 60(1), pp. 565-573.
85. Hediger, W. (1997). Ecological economics of sustainable development. *Sustainable Development*, 5(3), pp. 101-109.
86. Held, D., Perraton, J., Goldblatt, D., Mcgeew, A. (1997). The globalization of economic activity, *New Political Economy*, 2(2), pp. 257-277.
87. Hirsh, F. (1976). *The Social Limits to Growth*. Harvard University Press.
88. Hirsh, R.F., Koomey, J.G. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth: A New Relationship with Significant Consequences? *The Electricity Journal*, 28(19), pp. 72-84.
89. Holling, C.S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 1–23.
90. Hu, B., Tang, X., Yin, L., Liu, Q. (2021). Emerging Markets Redefined: Comprehensive Measurement and Future Prospects. *Global Journal of Emerging Market Economies*, 13(2)

91. Huntington, S.P. (2017). The Change to Change: Modernization, development and politics. *Analysing the Third World: Essays from Comparative Politics*, pp. 30-69.
92. Human Development Report (2019). [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://hdr.undp.org/en/data>.
93. Hussen, A. (2013). Principles of environmental economics and sustainability: an integrated economic and ecological approach, London, *Routledge*.
94. Hylton, K.N. (2019). Law and economics versus economic analysis of law. *European Journal of Law and Economics*, 48(1), pp. 77-88.
95. Jeroen C.J.M. van den Bergh (2009). The GDP paradox. *Journal of Economic Psychology*, 30(2), pp. 117-135.
96. IAM koalīcija. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://lapas.lv/works/iam-koalīcija>.
97. IEA, International Energy Agency. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.iea.org/countries>.
98. IMF Report 2016, International Monetary Fund. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: [https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/2016/eng/pdf/ar16\\_eng.pdf](https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/2016/eng/pdf/ar16_eng.pdf)
99. IMF Report 2020, International Monetary Fund. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.imf.org/external/datamapper/datasets/WEO>
100. IMF Report 2022, International Monetary Fund. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/2022/downloads/imf-annual-report-2022-english.pdf>
101. Janzing, D., (2019). The cause-effect problem: Motivation, ideas, and popular misconceptions. Cause effect pairs in machine learning. *Springer*.
102. Kaldor, N. (1996). Causes of Growth and Stagnation in the World Economy. Cambridge, *Cambridge University Press*.
103. Kaldor, N. (1967). Strategic Factors in Economic Development. New York: Ithaca.
104. Kallis, G., Kerschner, C., Martinez-Alier, J. (2012). The economics of degrowth. *Ecological Economic*, 84, 172–180.
105. Kanie, N., Biermann, F., Kim, R.E. (2017). Global governance by goal-setting: the novel approach of the UN Sustainable Development Goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 26-27, pp. 26-31.
106. Karnīte, R. (2007). Latvijas tautsaimniecības attīstības mērķa un struktūrpolitikas atbilstība. *Latvijas Zinātņu akadēmijas Ekonomikas institūta gadagrāmata*, Rīga, lpp.98-114.
107. Kasztelan, A. (2020). How circular are the European economies? A taxonomic analysis based on the INEC (index of national economies' circularity), *Sustainability*, 12(18), 7613.
108. Katz, D., Kahn, R.L. (1978). The social psychology of organizations. New York: Wiley.
109. Kenny, C. (2015). Aiming High: New development goals could spur progress toward better-quality life around the world, *Finance and Development*, 52(2), pp. 8-13.
110. Keitsch, M. (2018). Structuring ethical interpretations of the sustainable development goals-Concepts, implications and progress, *Sustainability*, 10, 829.
111. Kohr, R. H. (1967). On the identification of linear and nonlinear system. *Simulation*, 8(3).
112. Kolk, A., Kourula, A., Pisani, N. (2017). Multinational enterprises and the sustainable development goals: What do we know and how to proceed? *Transnational Corporations*, 24(3), pp. 9-32.
113. Kondratiev, N.D. (1935). The Long Waves in Economic Life. *Review of Economic Statistics* 17 (6), pp. 105-115.
114. Kongsamut, P., Rebelo, S. and Xie, D (2001). Beyond Balanced Growth. *The Review of Economic Studies*, 68 (4), pp.869–882.
115. Kolganov, A., Buzgalin, A. (2010). Economic crisis: Scenarios of post-crisis development. *Science and Society* 74(4), pp. 538-546.

116. Kriebel, D., Tickner, J., Epstein, P., Lemons, J., Levins, R. (2001). The Precautionary Principle in Environmental Science. *Environmental Health Perspectives* 109 (9).
117. Krugman, P., Fujita, M. (2004). The new economic geography: Past, present and the future, *Regional Science*, 83(1), pp. 139 – 164.
118. Kumar, R. (2017). Critics of the Sustainable Development Goals., World Economic Forum, [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.weforum.org/agenda/2017/01/turns-out-sdgcritics-were-wrong/>
119. Kuznets, S. (1959). Economic growth. London, *Frank Cass*.
120. Kuznecov, P. (2015). Life Development Science, ISBN 978-5-905527-11-1, M.: PAEH., 238
121. Lange, G.M., Wright, M. (2004). Sustainable development in mineral economies: the example of Botswana. *Environment and Development Economics*, 9(4), pp. 485-505.
122. LAPAS. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://lapas.lv>
123. LAPAS NVO ziņojums (2022). [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: [https://lapas.lv/resources/petijumi-viedokli-zinojumi/petijumi/nvo\\_iam\\_zinojums\\_2022/](https://lapas.lv/resources/petijumi-viedokli-zinojumi/petijumi/nvo_iam_zinojums_2022/)
124. Latvia 2030, Sustainable development Strategy Latvia until 2030. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: [https://www.pkc.gov.lv/sites/default/files/inline-files/LIAS\\_2030\\_en\\_1.pdf](https://www.pkc.gov.lv/sites/default/files/inline-files/LIAS_2030_en_1.pdf)
125. Latvija 2030 uzraudzība, Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas līdz 2030. gadam uzraudzība. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.mk.gov.lv/lv/latvijas-ilgtspējīgas-attistibas-strategija>.
126. Latvia SDR (2022). Implementation of the Sustainable Development Goals, Report to the UN High Level Political Forum on Sustainable Development. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: [https://pkc.gov.lv/sites/default/files/inline-files/Latvia%202nd%20VNR\\_2022\\_2pg%20%281%29\\_0.pdf](https://pkc.gov.lv/sites/default/files/inline-files/Latvia%202nd%20VNR_2022_2pg%20%281%29_0.pdf) (access 01.02.2023).
127. Latvija 2030 ziņojums (2012). Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas līdz 2030.gadam īstenošanas uzraudzības ziņojums [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.mk.gov.lv/lv/media/15153/download?attachment>.
128. Latvija 2030 et al. ziņojums (2015). Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas līdz 2030. gadam, Nacionālā attīstības plāna 2014.–2020. gadam un Deklarācijas par Laimdotas Straujumas vadītā Ministru kabineta iecerēto darbību Īstenošanas uzraudzības ziņojums. Pārresoru koordinācijas centrs. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.mk.gov.lv/lv/media/15147/download?attachment>.
129. Latvija 2030 et al. ziņojums (2017). Nacionālā attīstības plāna 2014.-2020. gadam un Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijas līdz 2030. gadam īstenošanas uzraudzības ziņojums. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.mk.gov.lv/lv/media/15198/download?attachment>.
130. NAP 2020 novērtējums (2022). Nacionālā attīstības plāna 2014.-2020. gadam īstenošanas gala (ex-post) novērtējums. Pārresoru koordinācijas centrs. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.mk.gov.lv/lv/media/15141/download?attachment>.
131. Latouche, S. (2010). Degrowth. *Journal of Cleaner Production*, 18, pp.519-522.
132. Le Blanc, D. (2015). Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets. *Sustainable Development*, 23, pp. 176-187.
133. Lele, S.M. (1991). Sustainable development: A critical review, *World Development*, 19(6), pp. 607-662.
134. Lindeman, R. (1942). The Trophic-Dynamic Aspect of Ecology, *Ecology*, 23(4)), pp. 399-417.
135. Littig, B., Griebl, E. (2005). Social sustainability: a catchword between political pragmatism and social theory, *International Journal of Sustainable Development*, 8, pp. 65-79.
136. Losch, A. (1954). *The economics of location*, New Haven, Yale University Press.

137. Lucas, R. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.
138. McCain, R.A. (2013). John Bates Clark's Conception of Capital, *School of Economics Working Paper Series*, LeBow College of Business, Drexel University, pp. 23-34.
139. Mayring, P. (2019). Qualitative content analysis: Demarcation, varieties, developments, *Forum Qualitative Sozialforschung*, 20(3), p. 16.
140. Mayer, T. (1960). Distribution of Ability and Earnings. *Review of Economics and Statistics*, 42(2), pp. 189-195.
141. Malthus, A. (1992). An Essay on the Principle of Population. Cambridge University Press
142. Marx, K. (1867). Capital, reprinted by *Lowrence and Wishart*, London, 1970.
143. Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., Behrens, W.W. (1972). Limits to growth. *Universe Books*.
144. Mensah J. (2019). Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for human action. *Cogent Social Science*, 5(1).
145. Metternicht, G., Allen, C., Wiedmann, T. (2018). Initial progress in implementing the Sustainable Development Goals (SDGs): a review of evidence from countries. *Sustainability Science*, 13(5), pp. 1453-1467.
146. MGI (2018). McKinsey Global Institute report Solving the productivity puzzle: the role of demand and the promise of digitization. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.mckinsey.com>).
147. Milner-Gulland, E.J., Knight, A.T., Ling M.A., Darrah, S., Soesbergen, A., Burgess, N.D. (2016). Status and trends in global ecosystem services and natural capital: Assessing progress toward Aichi Biodiversity Target 14. *Conservation Letters*, 9, pp. 429-437.
148. Moraitis, A. (2022). From the post-industrial prophecy to the deindustrial nightmare: Stagnation, the manufacturing fetish and the limits of capitalist wealth. *Competition & Change*, 26(5), pp. 513-532.
149. Nayyar, D. (2021). Industrialization in developing Asia since 1970: why technology, learning, and innovation matter, *Innovation and Development*, Volume 11(2-3), pp. 365-385.
150. NUMBEO data base. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.numbeo.com/cost-of-living/>
151. Odum, E.P. (1959). Fundamentals of Ecology, *Ecology*, p. 546.
152. Odum, E. (1968). Energy Flow in Ecosystems: A Historical Review. *American Zoologist*, 8(1), pp. 11-18.
153. Odum, H.T. (2007). Environment, Power, and Society for twenty-first century. The hierarchy of Energy, *Columbia university press*, p.440.
154. O'Neill, D.W., Fanning, A.L., Lamb, W.F., Steinberger, J.K. (2018). A good life for all within planetary boundaries, *Nature Sustainability*, 1, pp. 88-95.
155. O'Donovan (2020). From knowledge economy to automation anxiety: A growth regime in crisis? *New Political Economy*, 25(2), pp. 248-266.
156. O'Donnell, A., Dansereau, D., Hall, R. (2002). Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing. *Educational Psychology Review*, 14(1), pp.71-86.
157. OECD (2018). Preparing our youth for an inclusive and sustainable world. The PISA global competence framework. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.oecd.org/education/Global-competency-for-an-inclusive-world.pdf>.
158. Pearce, D., Atkinson, G. (1992). Are national economies sustainable? Measuring sustainable development. Working paper 92-11]. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, *University College London*.
159. Pearce, D.W., Markandya, A., Barbier, E.B. (1989). Blueprint for a Green Economy, London, *Earthscan*.
160. Peet, R., Thrift, N. (2013). Political economy and human geography. New models in geography: The political-economy perspective, pp. 3-29.

161. PEFA (2018). PEFA guidelines for data collection. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: [https://ec.europa.eu/eurostat/documents/1798247/6191537/PEFA\\_Guidelines/](https://ec.europa.eu/eurostat/documents/1798247/6191537/PEFA_Guidelines/).
162. Pestel, E. (1989). *Beyond the limits to growth: A report to the Club of Rome*, Milford: *Universe Publishing Company*.
163. Petras, J., Veltmeyer, H. (2017). World development: Globalization or imperialism? *Globalization and Antiglobalization: Dynamics of Change in the New World Order*, pp. 11-24.
164. Pezzey, J. (1989). Economic analysis of sustainable growth and sustainable development. Environment Department Working Paper, 15, Washington, D.C.: *World Bank*.
165. Pfeffer, J., Salancik, G. (2015). External control of organizations-resource dependence perspective, *Organizational Behavior 2: Essential Theories of Process and Structure*, pp. 355-370.
166. Phelps, E., S. (1966). *Golden Rules of Economic Growth: Studies of Efficient and Optimal Investment*, W. W. Norton & Company, 208
167. Pigou, A.C. (1932). *The Economics of Welfare* (4th ed.), London, *Macmillan*.
168. Pearce D.W., Atkinson, G.D. (1993). Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of “weak” sustainability, *Ecological Economics*, 8(2), pp. 103-108.
169. Perez, C. (2010), Technological revolutions and techno-economic paradigms, *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), Pages 185–202.
170. Pogge, T., Sengupta, M. (2015). The Sustainable Development Goals: A plan for building a better world? *Journal of Global Ethics*, 11(1), pp. 56-64.
171. Podolinsky, S. (1881). Socialism and the Unity of Physical Forces. *Organization & Environment*, 17(1), pp. 61-75.
172. Politikas veidošanas rokasgrāmata. Pārresoru koordinācijas centrs (2016). [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: [https://www.pkc.gov.lv/sites/default/files/inlinefiles/pkc\\_rokasgramata\\_090316\\_web.pdf](https://www.pkc.gov.lv/sites/default/files/inlinefiles/pkc_rokasgramata_090316_web.pdf).
173. Porter, M.E., Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Economic Costs and Consequences of Environmental Regulation*, pp. 413–434.
174. Portes, A., Vickstrom, E. (2012). Diversity, social capital and cohesion. Diversidad, capital social y cohesion. *Revista Espanola de Sociologia*, 17, pp. 83-107.
175. Pugno, M. (2006). The Service Paradox and Endogenous Economic Growth. *Structural Change and Economic Dynamics*, 17, pp. 99-115.
176. Putilov, A., Abramov, V., Shamaeva, E. (2023). Formation of mechanisms for managing the sustainable development of the economy of industrial sectors and complexes, *Energy Policy*, 2(180), pp. 40-53.
177. Savelyev, M.Y., Sokolova, N.G., Polyakov, Y.N. (2021). Newly Industrialized Countries: Is There an Alternative to the Golden Billion? *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 666(6), 062093.
178. Redclift, M. (2005). Sustainable Development (1987-2005): An Oxymoron Comes of Age. *Sustainable Development*, 13, 212-227.
179. Reyes, G.E. (2009). Macroeconomic challenges and development: Considerations from Latin America, *Revista de Ciencias Sociales*, 15(3), pp. 383–396.
180. Repetto, R. (1989). Economic incentives for sustainable production, in *Environmental Management and Economic Development* (eds G. Shramme and J.J. Warford), Johns Hopkins for the World Bank, Baltimore, pp. 69-86.
181. RIO (2012) [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio2012>.

182. Riznichenko, G.Y., Belyaeva, N.E., Kovalenko, I.B., Rubin, A.B. (2009). Mathematical and computer modeling of primary photosynthetic processes. *Cell Biophysics*, 54, pp. 10-22.
183. Robert, K.W., Parris, T.M., Leiserowitz, A.A. (2005). What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*. 47 (3), pp. 8–21.
184. Rockstrom, J., Folke, C., Biggs, R., Norström, A.V., Reyers, B. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society* 21(3),41.
185. Romer, P. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98,
186. Ropke, I. (2004). The early history of modern ecological economics. *Ecological Economics*, 50, pp. 293-314.
187. Ropke, I., Paavola J. (2015). Environment and sustainability. *Economics*, pp.15-32.
188. Ruggerio, C.A. (2021). Sustainability and sustainable development: A review of principles and definitions. *Science of the Total Environment*, 786, 147481.
189. Rikardo, D. (1926). Principles of political economy and taxation. *Everyman edition*, London.
190. Saith, A. (2006). From universal values to millennium development goals: Lost in translation. *Development and Change*, 37(6), pp. 1167-1199.
191. Samuelson, P.A. (1961). The Evaluation of ‘Social Income’: Capital Formation and Wealth. In: Hague, D.C. (eds) *The Theory of Capital*. International Economic Association Series. London, *Palgrave Macmillan*.
192. Saner, R., Yiu, L., Nguyen, M. (2020). Monitoring the SDGs: digital and social technologies to ensure citizen participation, inclusiveness and transparency. *Development Policy Review*, 38(4), pp. 483-500.
193. Sato, R. (1964). The Harrod-Domar Model vs the Neo-Classical Growth Model. *The Economic Journal*, 74(294), pp. 380-387.
194. Shah, P., Hoeffner, J. (2002). Review of graph comprehension research: implications for Instruction. *Educational Psychology Review*, 14(1), pp. 47-61.
195. Schaefer, A., Crane, A. (2005). Addressing sustainability and consumption. *Journal of Macromarketing* 25(1), pp. 76-92.
196. Schnotz, W. (2002). Towards an integrated view of learning from text and visual displays, *Educational Psychology Review*, 14(1), pp. 101-120.
197. Schumpeter, J.A. (1982). *The Theory of Economic Development*, Harvard Economic Studies.
198. Schrödinger, E. (1944). *What Is Life?* Cambridge, MA: *Cambridge University Press*.
199. Scerri, A., Magee, L., James, P., Deng, H., Cahill, F. (2013). Reframing social sustainability reporting: Towards an engaged approach. *Environment, Development and Sustainability*, 15 (1), pp. 225-243.
200. Scopelliti, M., Molinario, E., Bonaiuto, F., Born, R., Bonaiuto, M. (2018). What makes you a ‘hero’ for nature? *Journal of Environmental Planning and Management*, 61, pp. 970-993.
201. SDR (2021). Sustainable Development Report [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <http://sdgindex.org>
202. Shamaeva, E.F. (2019). Novation management methodology in design of regional sustainable development systems with the use of universal measurable values. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11(8), pp. 329-338.
203. Smith, A. (1977). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*, Edinburgh. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <http://www.adamsmith.org/smith/won-index.htm>.
204. Soddy, F. (1923). *Wealth, virtual wealth and debt: the solution of the economic paradox*. N.-Y.: *Dutton*.



205. Solow, R.M. (1994). Perspectives on Growth Theory. *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), pp. 45-54.
206. Sorbe, S., Gal, P., Millot, V. (2018). Can productivity still grow in service-based economies? *OECD. Economics Department Working Papers*, 1531, OECD Publishing, Paris.
207. Spahn, A. (2018). The first generation to end poverty and the last to save the planet? *Sustainability*, 10, p. 1853.
208. Spangenberg, J.H., Lorek, S. (2014). Sustainable consumption within a sustainable economy - Beyond green growth and green economies, *Journal of Cleaner Production*, 63, pp. 33-44.
209. Spithoven, A. (1996). Between the labour theory of value and utility. *International Journal of Social Economics*, 23(7), pp. 39-48.
210. Stallinga, P. (2020). On the Energy Theory of Value: Economy and Policies. *Modern Economy*, 11, pp.1083-1120.
211. Stern, D.I. (1997). The capital theory approach to sustainability: a critical appraisal. *Journal of Economic Issues*, 31(1), pp. 145-174.
212. Stern, D.I., Burke, P.J., Bruns, S.B. (2017). The Impact of Electricity on Economic Development: A Macroeconomic Perspective, Energy and Economic Growth, UC Berkeley, EEG State-of-Knowledge Paper Series, N. 1.1.
213. Stratēģiskās plānošanas vadlīnijas valsts pārvaldes iestādēm (2022). The Complete Guide to Strategic Planning. OnStrategy, [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://onstrategyhq.com/>.
214. Sustainable Development Report (2021). [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <http://sdgindex.org>
215. Swain, R.B. (2018). A Critical Analysis of the Sustainable Development Goals. *World Sustainability Series*, pp. 341-355.
216. Tjarve, B., Zemite, I. (2016). The Role of Cultural Activities in Community Development. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 64(6), pp. 2151-2160.
217. Thirlwall, A. (2003). Growth and Development: With Special Reference to Developing Economies (7th ed.). *Palgrave*, pp. 121–122.
218. Tolba, M.K. (1990). Building an environmental institutional framework for the future. *Environmental Conservation*, 17(2), pp. 105–110.
219. Tranfield, D., Denyer, D., Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review, *British Journal of Management*, 14, pp. 207-222.
220. Trubetskoy, D. (2015). Mathematical modelling of biological systems: Some historical aspects and particular problems. *Izvestiya. VUZ. Applied Nonlinear Dynamics*, 23(2), 3–20.
221. Trusina, I., Jermolajeva, E. (2021). The scientific discourse on the concept of sustainable development. *Eastern Journal of European studies*, 12(2), pp. 298-322.
222. Trusina, I., Jermolajeva, E. (2022). Is Sustainable Development Really Sustainable – Theoretical Reflections, Statistics and the Need for Changes. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 24(2), pp. 166-179.
223. Trusina, I., Jermolajeva, E., Sloka, B. (2022). Analysis Of Energy Resources' Flows As The Sustainable Development Parameters. *Economics Science for Rural Development*, 56.
224. Trusina, I., Jermolajeva, E. (2023). A Different View On The Country's Sustainable Development Indicators – Latvia's Example. *Proceedings of the conference "Research For Rural Development"*, 38.

225. Trusina, I., Jermolajeva, E., Gopejenko, V. (2023). Sustainable Development Design And Management Methodology Using Natural Science Units. *Proceedings of the 2023 International Conference "Economic Science For Rural Development"*, 57.
226. Trusina, I., Jermolajeva, E., Abramov, V., Gopejenko, V. (2023). World Development Assessment in An Invariant Coordinate System of Energy Units: The Newly Industrialized Economies Perspectives. *Journal of Infrastructure, Policy and Development (JIPD)*, 8(3), 3110.
227. Turner, R.K., Pearce, D.W., Bateman, I. (1994). Environmental economics: an elementary introduction. London, *Harvester Wheatsheaf*.
228. Ulanowicz, R.E., Huang, J. (2014). Ecological network analysis for economic systems: Growth and development and implications for sustainable development. *PLoS ONE*, 9(6), e100923.
229. UNDATA, United Nations Statistics Division (2018). [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://unstats.un.org/indicators/data/>
230. UN (1972). Report of the UN conference on the human environment. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/NL7/300/05/IMG/NL730005.pdf>
231. UN (1992). The United Nations Conference on Environment and Development (UNCED). [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.un.org/en/conferences/environment/rio1992>.
232. UN et al. (1993), System of national accounts. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <http://unstats.un.org/unsd/sna1993/toctop.asp>.
233. UNDP (1994). [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://hdr.undp.org/content/human-development-report-1994>.
234. UN (1996). Indicators of sustainable development. Framework and methodologies, United Nations Committee on Sustainable Development, New York, *United Nations publication*.
235. UN (2007). Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Third Edition, [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=107&menu=1515>.
236. UN (2008). The System of National Accounts, [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/sna2008.pdf>.
237. UNECE (2009). Measuring Sustainable Development, [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/801Measuring\\_sustainable\\_development.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/801Measuring_sustainable_development.pdf).
238. UNECE (2013). Measuring Sustainable Development [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: [https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/publications/2013/CES\\_SD\\_web.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/stats/publications/2013/CES_SD_web.pdf).
239. UNESCO (2021). Reimagining our futures together: A new social contract for education. Report from the International Commission on the Futures of Education. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381>.
240. UNSD (2018). The sustainable development goals report, [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: [https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/the\\_sustainable\\_development\\_goals\\_report\\_2018-en.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/the_sustainable_development_goals_report_2018-en.pdf).
241. UN ICT (2021). UN specialized agency for ICT ITU. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.itu.int/hub/>.
242. Yoo, S.H., Hwang B.S. (2016). Electricity consumption and economic growth in Nicaragua. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 11(8), pp. 746-75.
243. Xiao Shengfeng, Xu ming sheng, Zhu tiangxing, Zhang xuelli, (2012). The Relationship between Electricity Consumption and Economic Growth in China. *Proceeding of 2012 International conference on Applied Physics and Industrial Engineering*, 24(2012), 56.

244. Valsts pārvaldes iekārtas likums (2002). [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/63545-valsts-parvaldes-iekartas-likums>.
245. Vernadsky, V. (2006). *Essays on Geochemistry and the Biosphere*, Santa Fe, NM, *Synergetic Press*.
246. Veblen, T. (1899). *The Theory of the Leisure Class: An Economic Study in the Evolution of Institutions*, *Macmillan*, 400 p.
247. Verdi, M., Kulhavy, R. (2002). Learning with maps and texts: an overview. *Educational Psychology Review*, 14(1), pp. 27-46.
248. Victor P. A. (1991) . Indicators of sustainable development: some lessons from capital theory. *Ecological economics*, 4(3), pp. 191-213.
249. Waage, J., Yap, C., Bell, S. and Poole, N. (2015). Governing the UN sustainable development goals: Interactions, infrastructures, and institutions. *The Lancet Global Health*, 3, pp. 251-252.
250. Zvidriņš, P. (2007). Demogrāfiskā situācija Latvijā 21. gadsimta sākumā. *Zinātniski pētnieciskie raksti 4(15)* Paaudžu nomaiņa un migrācija Latvijā. Zin. red. P. Zvidriņš, Latvijas Valsts prezidenta kanceleja, 9,20-28. lpp.
251. Waks, L.J. (2006). Globalisation, state transformation, and educational re-structuring. *Studies in Philosophy and Education*, 25(5), pp. 403–424.
252. Wallerstein, I. (2011). Structural crisis in the world-system where do we go from here? *Monthly Review*, 62(10), pp. 31–39.
253. Weissbach, D., Ruprecht, G., Huke, A., Czerski, K., Gottlieb, S., Hussein, A. (2013). Energy intensities, EROIs (energy returned on invested), and energy payback times of electricity generating power plants. *Energy*, 52, pp. 210-221.
254. Wyborn, C.A. (2018). Reframing the sustainable development goals to achieve sustainable development in the Anthropocene - a systems approach. *Ecology and Society*, 23(3), p. 22.
255. World Bank (2022). The World Bank, digital development overview: Development news, research, data. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://www.worldbank.org/en/topic/digitaldevelopment/overview>
256. World Bank data. [tiešsaitē] [skatīts 01.02.2023] Pieejams: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
257. Wrigley, E. A., Smith, R. (2020). Malthus and the poor law. *Historical Journal*, 63(1), 33–62.

**PIELIKUMI / ANNEXES**

**Inovātīvās ekonomikas attīstības atbalsta modeļu sistēma/ *The system of innovative economic development support models***

<b>Praktiskie rezultāti</b>	<b>Autori</b>	<b>Teorija</b>
Valsts plānošanas un uzņēmējdarbības komplementaritāte	Jay R.Galbraith Jan Tinbergen	Konverģences teorija – vienas ekonomikas sistēmas ietvaros plānošana un uzņēmējdarbība nav pretrunā, bet efektīvi papildina viena otru, veido vienotu ekonomisko sistēmu.
Valsts organizējošās lomas un tirgus pašorganizācijas kombinācija ekonomikā	J. Schumpeter John Maynard Keynes T.Piketty I.Wallerstein	Ekonomikā nepieciešams īstenot optimālu valsts organizējošās lomas un tirgus pašorganizācijas kombināciju.
Plānošana, pamatojoties uz bilances metodi, ieskaitot ieejas-izejas bilanci (“input-output” metode)	V.Leontiev	Starpnozaru līdzsvara metode (“input-output” metode).
Organizēta vienota ekonomikas sistēma ekonomikas izaugsmes palielināšanai	J. Schumpeter Jay R.Galbraith	Teorija pierāda “efektīvu monopolu” sociālos ieguvumus, tostarp to pozitīvo ietekmi uz ekonomisko izaugsmi un inovācijām, pateicoties resursu koncentrācijai, apjomradītiem ietaupījumiem, paralēlisma mazināšanai.
Ekonomikas attīstība, attīstot piedāvājumu (ražošanu)	A.La Fer M.Feldstein M.Evanss	Piedāvājuma ekonomikas teorija - ekonomikas attīstībai primārā ir piedāvājuma, nevis pieprasījuma attīstība.
Cilvēkkapitāla un tehnoloģiju attīstība	G.Becker J. Schumpeter Jay R.Galbraith	Teorija, kas pamato ieguvumus no investīcijām cilvēkkapitālā. Teorija, kas izveidoja tiešu saikni starp tehnoloģiju attīstību, cilvēces attīstības līmeni un ekonomisko izaugsmi.
Uzņēmējdarbība mazo un vidējo uzņēmumu veidā	A.Gibs, D.Johnson E. Nelson Max Weber A. Smith J. Schumpeter P. Drucker, L. von Mises	1. Institucionālās uzņēmējdarbības koncepcijas. 2. Uzvedības uzņēmējdarbības koncepcijas. 3. Funkcionālās uzņēmējdarbības koncepcijas. 4. Inovātīvās uzņēmējdarbības koncepcijas. 5. Tirgus uzņēmējdarbības koncepcijas.
Efektivitāte	W. E. Deming T. Ono K. Ishikawa	Taupīgas ražošanas teorija – ņem vērā ne tikai ekonomikas tiešās izmaksas un zaudējumus, bet arī zaudējumus no cilvēku neizmantotā radošā potenciāla, no laikus neieviešām inovācijām, no jaudu un darbinieku pārslodzes.
Divu cilpu monetārais modelis	F. Bendixen John Maynard Keynes S. Bell W. Mosler, W. Mitchell	Valsts naudas teorija. Chartālisms. Neohartālisms.

*Avots: autores veidots pēc ārvalstu zinātnieku izstrādātajiem*

**Definīcijas “Ilgspējīga attīstība” (IA) analīze/ *Analysis of the definition of “Sustainable Development”***

<b>Autors</b>	<b>Definīcija</b>	<b>Atslēgas vārdi</b>
Brundtland, 1987	Ilgspējīga attīstība ir attīstība, kas apmierina pašreizējās vajadzības, neapdraudot nākamo paaudžu spēju apmierināt savas vajadzības.	Spēja apmierināt vajadzības Paaudzes
Basiago A.D., 1998	Ilgspējīga attīstība tiek uzskatīta par līdzvērtīgu jaunai filozofijai, kurā lēmumu pieņemšanā jāvadās pēc nākotnes, taisnīguma, globālās vides aizsardzības un bioloģiskās daudzveidības principiem.	Ekonomika Vide Socialā sistēma
Schaefer et al., 2005	IA ir attīstība, kas apmierina pašreizējās paaudzes vajadzības, neapdraudot nākamo paaudžu spēju apmierināt savas vajadzības nākotnē	Spēja apmierināt vajadzības. Paaudzes
Ropke I., 2005	Trīs ilgtspējīgas attīstības pīlāri ir ekoloģiskā, ekonomiskā un sociālā ilgtspējība. Tas nozīmē, ka vides problēmām ir vajadzīgas daudz plašākas institucionālās atbildes nekā privātpašuma tiesību noteikšana un pareizu cenu noteikšana.	Institucionālā atbildība
Cerin P., 2006	IA ir galvenais jēdziens globālajā attīstības politikā un darba kārtībā.	Vide
Scholtens et al., 2008	IA kā pamatkonceptcija, kas nodrošina mehānismu, ar kura palīdzību sabiedrība var mijiedarboties ar vidi, neriskējot sabojāt resursus nākotnei.	Vide Resursi Nākotne
Gray, 2010	Ilgspējība ir stāvoklis, IA ir process, lai sasniegtu šo stāvokli.	Attīstība
Scerri et al., 2013	Tradicionālo ilgtspējīgas attīstības konceptuālo ietvaru ar trīskāršām dimensijām ir paplašinājis ceturtais pīlārs: kultūra, tādējādi iekļaujot arvien pieaugošo kultūras ilgtspējības nozīmi kā galveno elementu jaunai ilgtspējīgas ekonomikas izaugsmes stratēģijai.	Ekonomika Vide Socialā sistēma Kultūras sistēma
Rockstrom J. et al., 2016	Ilgspējīgas attīstības trajektorija risina planētas robežas jaunā veidā: ne ar atklātu cīņu par resursiem, nedz ar augstu ienākumu līmeņa samazināšanos. Pasaulei vajadzētu dzīvot planētas robežās, ieviešot jaunas ilgtspējīgas tehnoloģijas un jaunus globālus spēles noteikumus. Sakārtots un uz sadarbību vērst process novedīs pie ievērojami labākiem rezultātiem visās pasaules daļās.	Ilgspējība Tehnoloģijas Robežas
Hák et al., 2016	IA koncepcija ir saistīta ar globālām bažām par pieejamo resursu saprātīgu izmantošanu, lai būtu iespējams apmierināt pašreizējo nākamo paaudžu vajadzības. IA ir aicinājums radīt līdzsvaru starp ekonomisko izaugsmi, vides saglabāšanu un sociālo labklājību.	Spēja apmierināt vajadzības. Ekonomiskā izaugsme Vides integrācija Sociālā labklājība
Daly H. E., 2019	Trīs ilgtspējīgas attīstības noteikumi: - atjaunojamo resursu ilgtspējīga izmantošana nozīmē, ka izmantošanas temps nedrīkst būt ātrāks par to atjaunošanās ātrumu; - neatjaunojamo resursu ilgtspējīga izmantošana nozīmē, ka tempam nevajadzētu būt ātrākam par to atjaunojamo aizstājēju ieviešanas ātrumu; - ilgtspējīgs piesārņojuma un atkritumu emisiju līmenis nozīmē, ka tam nevajadzētu būt ātrākam par ātrumu, kādā dabiskās sistēmas var tos absorbēt, pārstrādāt vai padarīt nekaitīgus.	Ilgspējīga attīstība

2.pielikuma turpinājums/ <i>Continuation of Annex 2</i>		
Kolk, 2017	Ilgtspējīga attīstība ir lēmumu pieņemšanas process, kurā tiek integrēti ekonomiskie, vides un sociālie aspekti.	Ekonomika Vide Sociālās bažas
Bossel H., 2002	IA koncepcijas pamats balstās uz trim konceptuāliem pīlāriem. Šie pīlāri ir “ekonomiskā ilgtspējība” kā atbalsta sistēma, “cilvēka sociālā ilgtspēja” un “vides ilgtspēja”. Ilgtspējīga sistēma ir sistēmu vai ligzdotu sistēmu sistēma.	Vides sistēma Cilvēku sistēma Atbalsta sistēma
Chang Yen Chiang, Zhai Tian Tian, 2018	Koncepcija ir saistīta ar organizēšanas principu cilvēka attīstības mērķu sasniegšanai, vienlaikus saglabājot dabas sistēmu spēju nodrošināt dabas resursus un ekosistēmu pakalpojumus. IA mērķis ir panākt sociālo progresu, vides līdzsvaru un ekonomisko izaugsmi.	Ēkosistēma Sociālais progres Vides līdzsvars Ekonomiskā izaugsme
Browning M., 2019	IA ir attīstības paradigma, koncepcija, kas aicina uzlabot dzīves līmeni, neapdraudot zemes ekosistēmas vai neradot tādas vides problēmas kā mežu izciršana, ūdens un gaisa piesārņojums, kas var izraisīt tādas problēmas kā klimata pārmaiņas un sugu izzušana.	Ēkosistēma Klimata izmaiņas
Bolshakov, 2019	Ilgtspējīga attīstība ir nepārtraukts process, lai palielinātu spēju apmierināt pastāvošās sistēmas vajadzības, kas izteiktas jaudas vienībās. Mērķi tiek sasniegti, uzlabojot tādu inovāciju plānošanas un ieviešanas kvalitāti, kas nodrošina nesamazinošu resursu izmantošanas efektivitātes pieauguma tempu, nepalielinot to patēriņa tempu, un samazinot zaudējumus negatīvu ārējo un iekšējo apstākļu apstākļos ietekmes.	Spēja apmierināt vajadzības Paaudzes Sistēmas jauda

*Avots: autores veidots pēc ārvalstu zinātnieku izstrādātajām*

**Ilgospējīgas attīstības pīlāri dažādu teoriju un modeļu ietvaros/ *Pillars of sustainable development within different theories and models***

Sistēmas/ pīlāri	Basiago, 1998	Scerri, 2013	Bossel, 2002	Rockstrom, 2016	Bolshakov, 2019
Vides sistēma	Vides sistēma	Vides sistēma	Vides sistēma	Vides sistēma	Vides sistēma
Sociālā sistēma	Sociālā sistēma	Sociālā sistēma	x	Sociālā sistēma	x
Cilvēku sistēma	x	x	Cilvēku sistēma	x	Cilvēku sistēma
Ekonomikas sistēma	Ekonomikas sistēma	Ekonomikas sistēma	Ekonomikas sistēma	Ekonomikas sistēma	Ekonomikas sistēma
Kultūras sistēma	x	Kultūras sistēma	x	x	x

*Avots: autores veidots pēc ārvalstu zinātnieku izstrādātajām*

**Ekonomiskā ilgtspēja** nozīmē ražošanas sistēmu, kas atbilst pašreizējam patēriņa līmenim, neapdraudot nākotnes vajadzības. Ekonomisti tradicionāli ir pieņēmuši, ka dabas resursu piedāvājums ir neierobežots, liekot pārāk lielu uzsvāri uz tirgus spēju efektīvi sadalīt resursus. Viņi arī uzskatīja, ka “ekonomiskais progress, lai papildinātu ražošanas procesā iznīcinātos dabas resursus” pavadīs ekonomisko izaugsmi (Cooper et al., 2004). Alens (Allen et al., 2020) atgādina, ka cilvēku dzīvība uz Zemes tiek atbalstīta un uzturēta, izmantojot uz zemes esošos ierobežotos dabas resursus. Ekonomikas ilgtspējība prasa lēmumus pieņemt vistaisnīgākajā un finansiāli iespējamajā veidā, vienlaikus ņemot vērā citus ilgtspējības aspektus (Chang Yen Chiang et al., 2018). Kā teikts Portera hipotēzē (Porter et al., 1995), pareizi izstrādāta vides politika, kas izmanto tirgus stimulus, var veicināt jaunu tehnoloģiju ieviešanu un samazināt ražošanas atkritumus. Uz tirgu balstīti vides instrumenti parasti tiek uztverti kā “uzņēmējdarbībai draudzīgāki” nekā tradicionālās vadības un kontroles politikas (Cooper et al., 2004).

**Sociālā ilgtspēja** ietver jēdzienus godīgums, pilnvarošana, pieejamība, līdzdalība, kultūras identitāte un organizācijas stabilitāte (Daly, 2019). Jēdziens nozīmē, ka cilvēki ir svarīgi, jo attīstība ir saistīta ar cilvēkiem. Tomēr fundamentālākā nozīmē sociālā ilgtspējība ir saistīta ar saikni starp sociālajiem apstākļiem, piemēram, nabadzību un vides iznīcināšanu (Farazmand, 2012). Šajā ziņā sociālās ilgtspējības teorija arī liecina, ka nabadzības mazināšanai nevajadzētu būt saistītai ar nepamatotu vides iznīcināšanu. Tai jācenšas mazināt nabadzību sabiedrības esošās vides un ekonomikas resursu bāzes ietvaros (Scopelliti et al., 2018). Sevens (Seven, 2006) uzskata, ka sociālajā līmenī ilgtspējība nozīmē cilvēku, kopienu un kultūru attīstību un ka viens no tās mērķiem ir palīdzēt sasniegt jēgpilnu dzīvi, dzimumu līdztiesības izglītību un stabilitāti visā pasaulē. Atšķirībā no vides un ekonomikas sistēmām, kurās plūsmas un cikli ir viegli novērojami, “sociālās sistēmas dinamika ir nemateriāla un nav viegli modelējama” (Saner, 2020). Saskaņā ar Kolka (Kolk et al., 2017), “sociālā ilgtspēja nav ikviena vajadzību apmierināšana, bet gan apstākļu nodrošināšana, lai ikvienam būtu iespēja apmierināt savas vajadzības, ja viņš to vēlas. Viss, kas kavē šo spēju, tiek uzskatīts par šķērslī.

**Vides ilgtspējas** jēdziens attiecas uz dabisko vidi un to, ka tā joprojām ir produktīva un izturīga, lai atbalstītu cilvēka dzīvību. Vides ilgtspējība ir saistīta ar ekosistēmas integritāti un dabiskās vides kapacitāti (Brodhag, 2006). Tas nozīmē, ka dabas resursi ir jāiegūst ne ātrāk, kā tos var atjaunot, savukārt atkritumi ir jāizvada ne ātrāk, kā vide spēj asimilēt (Daly, 2019). Tas ir tāpēc, ka Zemes sistēmām ir ierobežojumi vai robežas, lai uzturētu līdzsvaru.



Tomēr netraucētas izaugsmes meklējumi izvirza vēl lielākas prasības zemes sistēmai, kā arī arvien vairāk like uzsvāru uz šīm robežām, jo tehnoloģiskais progress var nespēt atbalstīt eksponenciālo izaugsmi. Klimata pārmaiņas attiecas uz nozīmīgām un ilgstošām izmaiņām klimata sistēmā, ko izraisa klimata dabiskā mainīgums vai cilvēka darbība (*Coomer, 1979*). Nepārprotami laba ideja, saskaņā ar Ropke (2015), ir tas, ka ilgtspējības nodrošināšanai visām sabiedrībām ir jāpielāgojas jaunajai ekosistēmu pārvaldības realitātei un dabiskajām izaugsmes robežām.

Teorētiskā un konceptuālā izpratne par **kultūras ilgtspējību** ilgtspējīgas attīstības vispārīgajā ietvarā joprojām ir neskaidra. Un līdz ar to kultūras loma vides, politiskajā un sociālajā politikā ir vāji īstenota. Kultūras ilgtspējas ietekme tiek atklāta, pētot kultūras jēdzienu ilgtspējīgas attīstības kontekstā, izmantojot daudzozaru pieejas un analīzi. Tas nozīmē, ka ir jāizpēta labākā prakse kultūras iekļaušanai politiskajā un sociālajā politikā, kā arī praktiskajās jomās, kā arī jāizstrādā līdzekļi un indikatori, lai novērtētu kultūras ietekmi uz ilgtspējīgu attīstību (*Scerri et. al., 2013*).

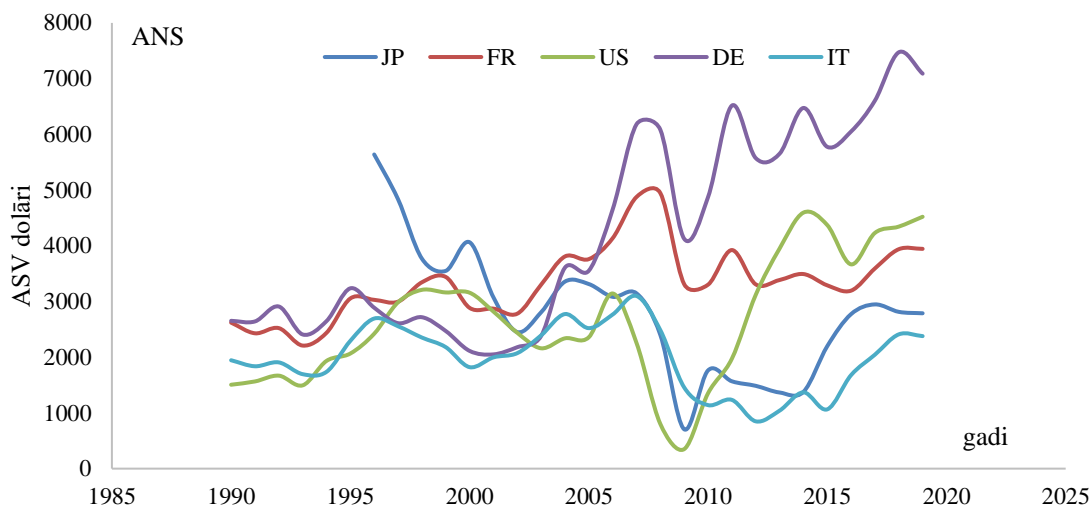
Plašais attīstības pētījumu lauks (*Rockstrom et al., 2016*) tradicionāli ir traktējis vidi vai ekonomikas jomu kā vienu no daudzām sistēmām, kas veicina cilvēka labklājību. Šis cilvēku attiecību veids tika atspoguļots Tūkstošgades attīstības mērķos un Programmā 2030.

**Dienaskārtības 2030 ilgtspējīgās attīstības mērķi/ Agenda 2030 sustainable development goals**

<b>Mērķa Nr.</b>	<b>Ilgtspējīgas attīstības mērķa definējums</b>
1.	Visur izskaust nabadzību visās tās izpausmēs
2.	Izskaust badu, panākt pārtikas nodrošinājumu un uzlabotu uzturu, veicināt ilgtspējīgu lauksaimniecību
3.	Nodrošināt veselīgu dzīvi un sekmēt labklājību jebkura vecuma cilvēkiem
4.	Nodrošināt iekļaujošu un kvalitatīvu izglītību un veicināt mūžizglītības iespējas
5.	Panākt dzimumu līdztiesību un nodrošināt pilnvērtīgas iespējas visām sievietēm un meitenēm
6.	Nodrošināt ūdens un sanitārijas pieejamību visiem un ilgtspējīgu pārvaldību
7.	Nodrošināt visiem piekļuvi uzticamai, ilgtspējīgai un mūsdienīgai enerģijai par pieejamu cenu
8.	Veicināt noturīgu, iekļaujošu un ilgtspējīgu ekonomikas izaugsmi, pilnīgu un produktīvu nodarbinātību, kā arī cilvēka cienīgu darbu visiem
9.	Veidot noturīgu infrastruktūru, veicināt iekļaujošu un ilgtspējīgu industrializāciju un sekmēt inovācijas
10.	Samazināt nevienlīdzību starp valstīm un valstu iekšienē
11.	Padarīt pilsētas un apdzīvotas vietas iekļaujošas, drošas, pielāgoties spējīgas un ilgtspējīgas
12.	Nodrošināt ilgtspējīgus patēriņa paradumus un ražošanas modeļus
13.	Veikt steidzamus pasākumus, lai cīnītos pret klimata pārmaiņām un to ietekmi
14.	Saglabāt un ilgtspējīgi izmantot okeānus, jūras un to resursus, lai nodrošinātu ilgtspējīgu attīstību
15.	Aizsargāt, atjaunot un veicināt sauszemes ekosistēmu ilgtspējīgu izmantošanu, ilgtspējīgi apsaimniekot mežus, apkarot pārtuksnešanos un novērst zemes degradāciju, veicināt tās atjaunošanu un apstādināt bioloģiskās daudzveidības izzušanu
16.	Veicināt miermīlīgu un iekļaujošu sabiedrību ilgtspējīgai attīstībai, nodrošināt taisnīgas tiesas pieejamību visiem un izveidot efektīvas, atbildīgas un iekļaujošas institūcijas visos līmeņos
17.	Stiprināt globālās partnerības īstenošanas līdzekļus un atjaunot globālo partnerību ilgtspējīgai attīstībai

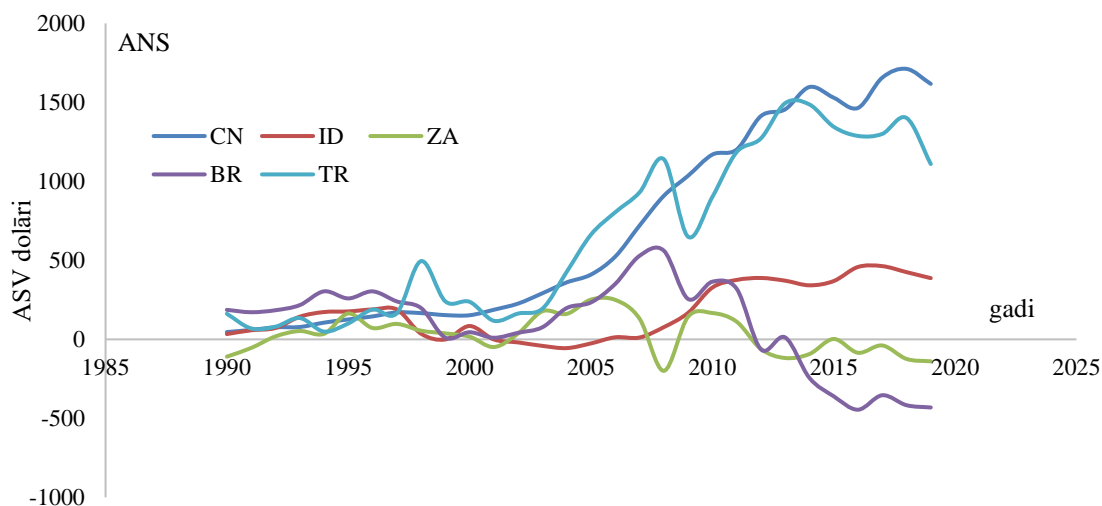
*Avots: autore veidota pēc Agenda 2030 (2015)*

**Koriģētie neto ietaupījumi uz vienu iedzīvotāju vērtējamām valstīm/ *Adjusted net savings per capita for the evaluated countries***



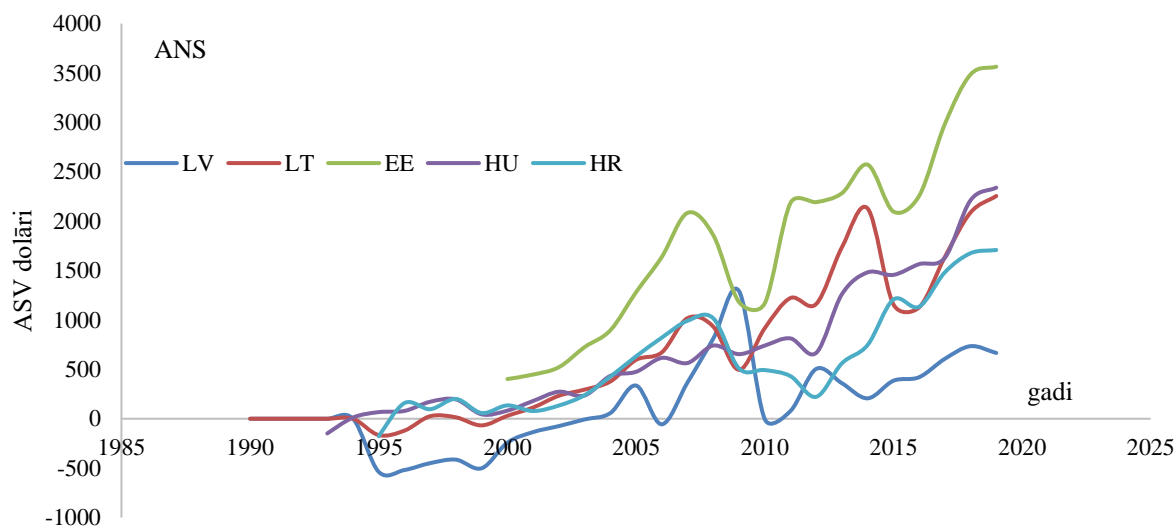
Avots: autores aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

5.1. att./ Fig. 5.1. **Koriģētie neto ietaupījumi (ANS) uz vienu iedzīvotāju Vācijā (DE), Francijā (FR), Japānā (JP), Itālijā (IT) un ASV (US) 1990.-2019. gadā/ *Adjusted net savings per capita in Germany (DE), France (FR), Italy (IT), Japan (JP) and USA (US) in 1990-2019***



Avots: autores aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

5.2. att./ Fig.5.2. **Koriģētie neto ietaupījumi uz vienu iedzīvotāju Brazīlijā (BR), Dienvidāfrikā (ZA), Indonēzijā (ID), Turcijā (TR) un Ķīnā (CN) 1990.-2019. gadā/ *Adjusted net savings per capita in Brazil (BR), South Africa (ZA), India (IN) and China (CN) in 1990-2019***



*Avots: autores aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem*

**5.3. att./ Fig.5.3 Koriģētie neto ietaupījumi uz vienu iedzīvotāju Latvijā (LV), Lietuvā (LT), Igaunijā (EE), Ungārijā (HU) un Horvātijā (HR) 1995.-2019. gadā/ *Adjusted net savings per capita in Latvia (LV), Lithuania (LT), Estonia (EE), Hungary (HU) and Croatia (HR) in 1995-2019***

## **Attīstība un tehniski ekonomiskā paradigma/ *Development and the techno-economic paradigm***

Saskaņā ar tehnoloģisko revolūciju un tehno-ekonomisko viļņu teoriju (*Perez, 2013*), pasaulē pastāvīgi notiek secīgas tehnoloģisko revolūciju pārmaiņas, kurām ir noteikti attīstības periodi un fāzes. Tajā pašā laikā tehnoloģiskās revolūcijas veidošanās un ieviešanas periodus pavada iepriekšējās tehnoloģiskās revolūcijas vecās tehniskās un ekonomiskās paradigmas maiņa uz jaunu. Šāda paradigmas maiņa ietver liela mēroga un fundamentālas ekonomiskas, institucionālas un tehnoloģiskas izmaiņas, tostarp tradicionālo uzņēmējdarbības organizēšanas un veikšanas metožu transformāciju (*Perez, 2009*). Tehnoloģiski ekonomiskā paradigma (TEP) ir tehnoloģisko agregātu grupa, kas izceļas ekonomikas tehnoloģiskajā struktūrā, kas savstarpēji savienotas ar viena veida tehnoloģiskām ķēdēm un veido reproducējamu integrāti.

Katrs TEP ir holistisks un ilgtspējīgs veidojums, kura ietvaros makrolīmenī tiek veikts pilns ražošanas cikls, ieskaitot primāro resursu ieguvu un ražošanu, visus to pārstrādes posmus un galaproduktu ražošanu, kas atbilst atbilstošā veida prasībām. publiskais patēriņš. Pārejas uz jaunu tehnoloģisko kārtību rezultātā notiek arī pāreja uz jauniem enerģijas nesēju veidiem, kas liek resursu pamatu nākamā TEP veidošanai. Ilgtermiņa tehniskās un ekonomiskās attīstības kā tehnoloģisko modeļu maiņas procesa prezentācija ļauj izmērīt ilgtermiņa ekonomiskās attīstības procesus. Šo pētījumu rezultāti atklāja piecu tehnoloģisko režīmu veidošanos un maiņas, tajā skaitā šobrīd dominējošo informācijas un elektronikas tehnoloģisko režīmu (6.1. tabula). Šāda pieeja ļāva atklāt jauna tehnoloģiskā pasūtījuma struktūru, kuras attīstība turpmākajās desmitgadēs noteiks ekonomisko izaugsmi (*Glazyev et al., 2018*). Tehnoloģisko modeļu maiņu mūsdienīgu ekonomikas attīstības gaitā raksturo galvenās tehnoloģijas enerģijas pārvēršanai darbā, kas ir enerģētikas paradigmas kodols. Var secināt, ka pāreja uz nākamo – sesto tehnoloģisko līmeni notiek, veidojot:

- jaunu tehnoloģiju platformu;
- jaunu ekonomikas modeli;
- jaunu valūtas modeli;
- jaunu vides un sabiedrības savstarpējo attiecību modeli.

6.1. tabula/ *Table 6.1.*

### **Tehnoloģiski ekonomiskās paradigmas (TEP) un galvenie tehnoloģiskie modeļi/ *Technological economic paradigms (TEP) and the main technological model***

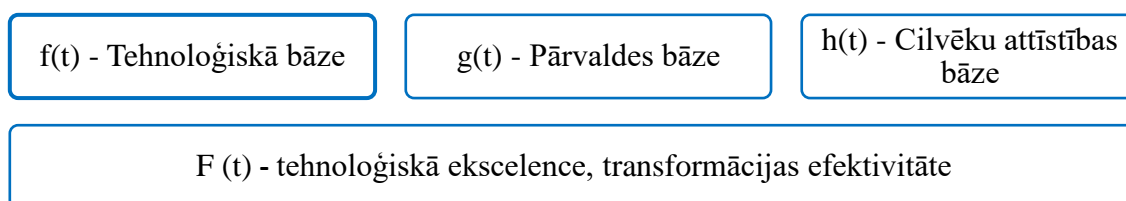
<b>TEP</b>	<b>Sākuma gads</b>	<b>Tehnoloģiskā bāze</b>	<b>Enerģētiskās bāze</b>	<b>Nākamā enerģētiskā bāze</b>	<b>Pārvaldes bāze</b>
I	1771.	Dzelzs apstrāde	Biomasa	Tvaiks	Mehanizācija
II	1829.	Metalurģija	Tvaiks	Ogles	Koncentrācija
III	1875.	Tērauda ražošana	Ogles	Nafta, gāze	Standartizācija
IV	1908.	Autodzinejs	Nafta, gāze	Elektrība	Ražošanas līnija
V	1971.	Elektronika	Elektrība	Atomenerģija	ITK tehnoloģijas
VI	2020.	Nanotehnoloģijas	Atomenerģija	Jauni enerģijas avoti	Digitālā ekonomika

*Avots: autoreis veidota*

**Pēc promocijas darba autores domām, visu gaidāmās pārejas pārmaiņu savienošais elements ir informācijas tehnoloģijas, digitālā transformācija un jauni enerģijas avoti.** Pāreju uz jaunu tehnoloģisko paradigmu problēmu risināšanu var saistīt ar tehnoloģiskā faktora izmantošanu progresīvas attīstības koncepcijā, ekoloģiskās ekonomikas un digitālās transformācijas ietvaros. Uzlabotas attīstības koncepcija tiek veidota kā reindustrializācijas stratēģija un institucionālās dinamikas stratēģija.

Progresīva attīstība ir jēdziens, kas nozīmē augstu tautsaimniecības izaugsmes tempu vidējā un ilgā termiņā, pateicoties kvalitatīvām izmaiņām institūcijās un ekonomikas struktūrā (Kolganov, Buzgalin, 2010; Ulanowicz, Huang, 2014). Tehnoloģija ir svarīga progresīvās attīstības koncepcijas sastāvdaļa. Jaunās tehnoloģijas un jaunu zināšanu specializācija ir proaktīvās stratēģijas īstenošanas pamatā un padara to iespējamu. Tieši spēja nodrošināt progresīvu, uz pastāvīgu tehnoloģisku atjaunošanos balstītu attīstību kļūst par galveno mūsdienu virzītājspēku gan atsevišķas saimnieciskās vienības, gan reģiona un valsts attīstībā.

Pilnas jaudas tehnoloģiskās izmantošanas (transformācijas) efektivitātes rādītājs raksturo sociāli ekonomiskās sistēmas iekšējo struktūru, un tā vērtību nosaka tehnoloģiskās paradigmas, pārvaldes paradigmas un cilvēka attīstības paradigmas noteikumi (6.1.att.).



Avots: autores veidots

6.1.Att./ *Fig. 6.1 Pilnas jaudas transformācijas efektivitātes jeb tehnoloģiskās ekselences rādītāja F(t) struktūra/ Structure of full power transformation efficiency or technological excellence F(t) indicator*

Transformācijas efektivitātes koeficientu saskaņā ar promocijas darba un 6.1.attēlu var definēt vispārīgā formā kā funkciju F saskaņā ar formulu:

$$F(t) = \Phi(f(t), g(t), h(t), A_{\varphi}(t)) = A \times \Phi(\varphi(t) f(t) \times g(t) \times h(t)),$$

kur  $A_{\varphi}(t)$  ir koeficients.

Pārvaldības modelis vispārējā formā ir atkarīgs no plānošanas sistēmas, valsts regulējuma daļas, monopolu daļas. Vienkāršotā versijā tam var būt divas vērtības:

- vērtība 0, ja lēmums pieņemts nepareizi;
- vērtība 1, ja lēmums pieņemts pareizi.

Tālāk tiek izmantota pareiza lēmuma varbūtību.

Cilvēka attīstības modelis kopumā ir atkarīgs no izglītības struktūras un citiem sociālo sistēmu faktoriem. Kā pirmā līmeņa koeficienti tika izmantoti tautas attīstības indekss (HDI) un ilgtspējīgas attīstības progress rādītājs (SDR).

Tehnoloģiskais modelis atbilstoši piedāvātajam modelim ietver trīs strukturālās daļas: enerģētisko daļu, rūpniecisko daļu, digitālās transformācijas daļu (6.2. tabula).

6.2.tabula/ *Table 6.2.*

**Tehnoloģiskā modeļa struktūra un parametri/ Structure and parameters of the technological model**

	<b>Struktūra</b>	<b>Parametri</b>
1	Enerģētiskā daļa	Elektroenerģijas gala patēriņa daļa
		Elektroenerģijas ražošana no kodolenerģijas avotiem
2	Industriālā daļa	Industrijas daļa IKP
		HT industrijas daļa
3	Digitālās transformācijas daļa	Tehnoloģijas
		Zināšanas
		Nākotnes potenciāls
		Konkurence

Avots: autores veidota

Enerģētikas un rūpniecisko daļu koeficienti raksturo ražošanas un tehnoloģiskās platformas attīstības pakāpi un pašreizējās tehniski ekonomiskās paradigmas attīstību. Digitālās transformācijas parametri raksturo gatavību pāriet uz jaunu socio-tehniskās attīstības līmeni. Visi modeļa parametru sistēma nosaka sistēmas efektivitāti, pārveidojot patērēto enerģijas plūsmu lietderīgā jaudā.

**Rādītāju mērvienības un datu informācijas avoti/ *Indicator units and sources of data information***

<b>Mērvienības</b>	<b>GJ</b>	<b>MWh</b>	<b>TOE</b>
GJ (gigadžouls)	1	0,2778	0,0239
MWh (megavatstunda)	3,600	1	0,0860
TOE (tonne of oil equivalent)	41,8680	11,630	1



### Sektorālais Kaldora modelis/ Sectoral Kaldor model

Strukturālās izmaiņas ir plaši pazīstama parādība, kas pētīta kopš 20. gs. gadsimta trīsdesmitajiem gadiem. Lai gan strukturālās izmaiņas ir zināmas jau sen, šīs jomas teorētiskie pamati vēl nav pilnībā izstrādāti, īpaši attiecībā uz ekonomikas izaugsmes teoriju un ekonomikas struktūras ietekmi uz ekonomikas izaugsmes rādītājiem. Strukturālo pārmaiņu izpausmes galvenais elements ir ekonomikas sadalīšana nozarēs. Ir daudz kritēriju, lai formalizētu ekonomikas sadalīšanu dažādās nozarēs vai nozarēs. Visizplatītākais no tiem ir iedalījums trīs plašās nozarēs (*Kongsamut et. al., 2001*) :

1. lauksaimniecības nozare;
2. rūpniecības nozare;
3. pakalpojumu sektors.

Jēdziens “strukturālās pārmaiņas” atspoguļo izmaiņas tautsaimniecības nozaru struktūrā, un faktiski strukturālās izmaiņas ir visizteiktākais ekonomikas izaugsmes fakts. Spilgtākie šādu pārmaiņu piemēri ir industrializācija vai pāreja uz pakalpojumu ekonomiku. Ir labi zināms, ka strukturālajām pārmaiņām ir galvenā loma ekonomikā un sabiedrībā, īpaši ekonomiskās izaugsmes ziņā. Empīriskus pierādījumus par strukturālajām izmaiņām var sniegt J.Furastie, S.Kuznet, A.Maddison, T.Elfring, S.NBrodberij, P.Kongsamut, M.Reiser, L.Ngaj, K.Pisarid, S.D.Ervin. Empīriskajos pētījumos zināmākie ir Simona Kuzneca (*Kuznets, 1966*) formulētie stilizētie tautsaimniecības sektorālās struktūras fakti:

1. ekonomikai attīstoties, samazinās lauksaimniecībā nodarbināto īpatsvars;
2. nodarbināto īpatsvars rūpniecībā pieaug sākotnējā attīstības (industrializācijas) stadijā un samazinās vēlākās attīstības stadijās;
3. ekonomiskās attīstības procesā pieaug nodarbinātība pakalpojumu sektorā;
4. Strukturālās izmaiņas ietekmē sabiedrību un ekonomiku dažādos veidos;
5. darba rakstura transformācija un cilvēka darba vides maiņa (*Pugno, 2006*);
6. dažādas specializācijas un prasmes, tad neizbēgami var notikt izmaiņas izglītības jomā (*Blinder, 2007*);
7. darbaspēka pārdale pa nozarēm restrukturizācijas procesā var izraisīt īslaicīgu vai ilgstošu bezdarbu (*Aaronson, et.al., 2004*).

Atkarībā no sociāli ekonomiskās sistēmas stāvokļa un iezīmēm ir divas ekonomiskās izaugsmes analīzes jomas:

- iespējamie sabalansētas izaugsmes periodi, kad nemainās ekonomikas struktūra;
- strukturālo pārmaiņu periodi ekonomikā.

Saskaņā ar Kaldora un Baumola (*Kaldor, Baumol, 1967*) noteikumiem un likumiem ekonomikas dinamisma vājināšanos nosaka modernā kapitālisma nozaru sastāva izmaiņas, un tas galvenokārt ir saistīts ar stabilas struktūras trūkumu. rūpnieciskā bāze.

Kaldoram ražošanai ir ne tikai raksturīgas ekonomiskās izaugsmes stimulēšanas īpašības, bet plašākā nozīmē tā ir “izaugsmes pamatdzinējspēks”, jo produktivitātes pieaugums izplatās pārējā ekonomikā, palielinot kopējo produktivitāti un IKP pieaugumu (*Kaldor, 1996*). Ražošanai ir potenciāls radīt būtisku ietekmi uz pārējo ekonomiku, veicinot izaugsmi citās nozarēs un veicinot tehnoloģiskās inovācijas. Kaldors savos darbos atzīmēja augstu korelāciju starp dzīves līmeni un ražošanas aktivitātēm atvēlēto resursu apjomu.

Kaldora izaugsmes likumi (*Thirlwall, 2003*) ir trīs likumu sērija, kas attiecas uz ekonomiskās izaugsmes cēloņiem:

1. IKP pieaugums ir pozitīvi saistīts ar ražošanas nozares izaugsmi;
2. apstrādes nozares produktivitāte ir pozitīvi saistīta ar ražošanas nozares apjoma pieaugumu;
3. ne apstrādes sektora produktivitāte ir pozitīvi saistīta ar apstrādes rūpniecības izaugsmi.

Līdz ar to strukturālās izmaiņas ietekmē reālo IKP (*Baumol, 1967*).

Gandrīz visa neoklasicisma ekonomiskās izaugsmes teorija balstās uz līdzsvarotas izaugsmes koncepciju (*Barro et al., 2004*). Problēma ir tā, ka no teorētiskā viedokļa strukturālās izmaiņas nevar integrēt līdzsvarotas izaugsmes koncepcijā. Solova modelis (*Solow, 1994*) ir balstīts uz faktu, ka kopējās produkcijas pieaugums ir nemainīgs visā līdzsvarotā izaugsmes ceļā. Tādējādi strukturālo pārmaiņu modeļi liecina, ka līdzsvarota izaugsme šādu izmaiņu klātbūtnē nav piemērojama. Tas ir viens no galvenajiem neoklasicisma izaugsmes teorijas trūkumiem, jo strukturālās izmaiņas ir viens no labi zināmajiem empīriskajiem faktiem. Baumols savā nelīdzsvarotās ekonomikas modelī (*Baumol, 1967*) apstiprina pakalpojumu sektora nelabvēlīgo raksturu ekonomikas izaugsmei. Produktivitātes atšķirības starp abām nozarēm stimulē nozares resursu pārdali uz mazāk dinamiskām nozarēm, jo augstas produktivitātes darbībām nepieciešams mazāk darbaspēka, lai apmierinātu esošo pieprasījumu. Lai gan pakalpojumi vēsturiski ir pretojušies mehanizācijai, nevajadzētu uzskatīt, ka tie ir pastāvīgi imūni pret produktivitātes sasniegumiem. Pēdējās desmitgadēs ir izstrādātas tehnoloģijas, kas spēj pārvarēt dažus Baumola pakalpojumu ierobežojumus, palielinot to komerciālo vērtību un produktivitāti. Digitalizācija samazina darījumu izmaksas un atvieglo pakalpojumu sniegšanu attālināti, palielinot to produktivitāti starptautiskajā tirdzniecībā (*Sorbe et al., 2018*). Mākslīgais intelekts (MI) ir vēl viena nepārtrauktu tehnoloģisko sasniegumu joma, kas var vēl vairāk palielināt pakalpojumu sektora produktivitāti (*Kolganov et al. 2010*). Tomēr tas viss nevar garantēt, ka pārveidotā augsto tehnoloģiju pakalpojumu nozare ilgtspējīgi palielinās kopējo izaugsmi. *McKinsey Global Institute* ziņojumi par informācijas tehnoloģiju attīstības lomu un ietekmi uz darba ražīgumu nav uzrādījuši globālu un būtisku produktivitātes pieaugumu pēdējo 20 gadu laikā (*MGI, 2018*). Ražošanas pieaugums galvenokārt bija vērojams pakalpojumu sektorā, finanšu sektorā un nozarēs, kas nodrošina informācijas tehnoloģiju attīstību. Var teikt, ka informācijas tehnoloģijas nav atstājušas būtisku ietekmi uz pārtikas ražošanu un metālu kausēšanu. Neapšaubāmi, ekonomikas digitālā transformācija ir svarīga attīstībai globālā mērogā, un mūsdienās tiek veidota platforma pārejai uz jaunu tehnoloģisko kārtību. Uzlabota attīstība, kuras pamatā ir digitālā transformācija, ir svarīgs faktors globālās ekonomikas turpmākajā attīstībā.

Ņemot vērā minēto, lai formalizētu pieeju tautsaimniecības strukturālo izmaiņu izpētei, nepieciešami:

- rādītāji, kas atspoguļo IKP struktūru un izmaiņas dažādās nozarēs;
- rādītāji, kas atspoguļo nodarbinātības struktūru un izmaiņas dažādās nozarēs.

IKP sektorālo struktūru raksturo šādi rādītāji:

STINA - neražošanas sektora īpatsvara attiecība pret ražošanas sektora īpatsvaru IKP;

I-STINA - rūpniecības sektora īpatsvara attiecība pret lauksaimniecības sektora īpatsvaru IKP.

Darbinieku sektorālo struktūru raksturo šādi rādītāji:

EMINA - ar ražošanu nesaistītajā sektorā nodarbināto īpatsvara attiecība pret ražošanas nozarēs nodarbināto īpatsvars;

EMISA - lauksaimniecības sektorā strādājošo īpatsvara attiecība pret rūpniecības sektorā strādājošo īpatsvaru.

Strukturālie rādītāji ir aprēķināti saskaņā ar iepriekš minēto aprakstu un ir parādīti tabulā. Valstis ir sarindotas pēc STINA koeficienta vērtības.

**Vērtējamo un citu valstu sektorālie rādītāji 2019. gadā/ *Sectoral indicators of the evaluated and other countries in 2019***

Nr. p. k.	Valsts	PPX	AG	IN	ST	STINA	I-STINA	EMISA	EMINA	SVF klasifi kācija	Autores klasifi kācija
		\$/10 <sup>3</sup>	%	%	%	x	x	x	x	x	x
1.	ASV	65	0.8	18	81	<b>4.3</b>	22	3.7	12	AD	IS
2.	Francija	50	1.5	17	81	<b>4.3</b>	11	3.4	8	AD	IS
3.	Itālija	46	1.9	22	76	<b>3.3</b>	11	2.4	7	AD	PE
4.	Spānija	43	2.5	20	77	<b>3.4</b>	8	3.1	5	AD	PE
5.	Brazīlija	15	4	19	77	<b>3.4</b>	5	2.4	2	EM	PE
6.	Horvātija	32	3	20	77	<b>3.4</b>	7	1.7	7	AD	PE
7.	Latvija	33	4	21	75	<b>3.3</b>	5	2.2	4	AD	PE
8.	Dienvi- d- āfrika	14	2	24	74	<b>2.9</b>	12	1.8	1	EM	HT
9.	Lietuva	40	3	23	74	<b>2.9</b>	8	2.1	9	AD	HT
10.	Vācija	57	0.8	27	72	<b>2.6</b>	35	2.5	23	AD	HT
11.	Ungārija	35	3	25	72	<b>2.6</b>	7	1.7	7	AD	HT
12.	Igaunija	39	2	27	71	<b>2.5</b>	12	2.1	9	AD	HT
13.	Japāna	42	1.0	29	70	<b>2.3</b>	28	2.6	7	AD	HT
14.	Turcija	28	6.0	27	67	<b>1.9</b>	3	1.3	1	EM	IN
15.	Krievija	30	3	32	65	<b>1.8</b>	9	2.1	5	EM	IN
16.	Indija	7	17	25	58	<b>1.4</b>	2	0.5	1	EM	IN
17.	Ķīna	16	7	38	55	<b>1.2</b>	5	1.0	1	EM	IN
18.	Irāna	15	13	33	54	<b>1.1</b>	3	1.0	2	EM	IN
19.	Ēģipte	12	11	36	53	<b>1.1</b>	3	1.0	1	EM	IN
20.	Vjetnama	11	12	37	51	<b>1.0</b>	3	0.6	1	EM	IN
21.	Indonēzija	12	13	39	48	<b>0.9</b>	3	1.0	1	EM	AG

Avots: autore veidota un aprēķini, izmantojot Pasaules Bankas, Eurostat, ANO UNDATA datus

Galvenie apzīmējumi tabulā:

AG - lauksaimniecības, mežsaimniecības un zivsaimniecības īpatsvars IKP;

IN - rūpniecības (ieskaitot būvniecību) īpatsvars IKP;

ST - pakalpojumu un transporta īpatsvars IKP (terciārais un kvartārais sektors);

PPX - IKP PPP uz vienu iedzīvotāju ASV dolāros;

AD - attīstīta valsts pēc SVF klasifikācijas;

EM - attīstības valsts saskaņā ar SVF klasifikāciju;

Tabulas dati liecina, ka lielākajām attīstītajām ekonomikām (G7) STINA koeficienta vērtība ir lielāka par 2, bet vadošajām valstīm vairāk kā 4. Valstīm, kuras SVF klasificējis kā attīstības ekonomikas, STINA koeficients ir mazāks par 2. Saskaņā ar STINA vērtību, izšķir piecus ekonomiskās struktūras līmeņus – IS, PE, HT, IN, AG (8.2.tabula).

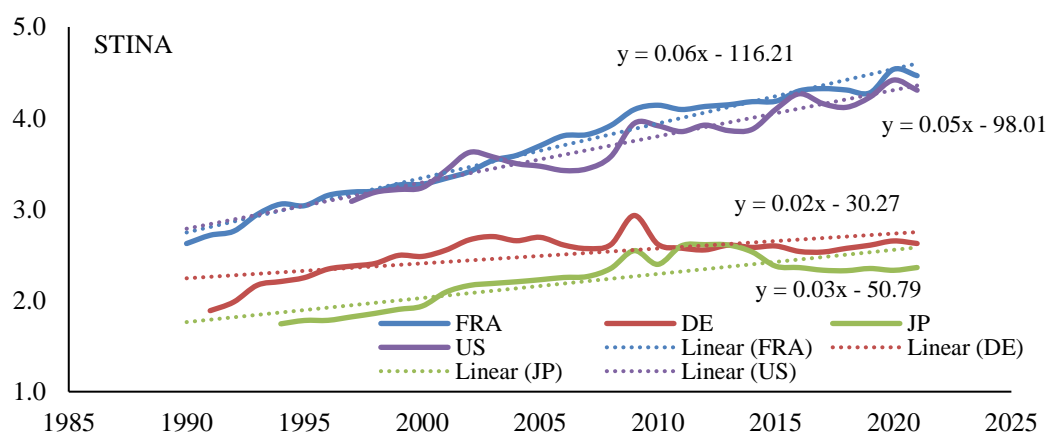
**Sektorālo rādītāju klasifikācija/ The sectoral structure indicators**

<b>Autores klasifikācijas apzīmējumi</b>	<b>STINA vērtība</b>	<b>Ekonomikas un sabiedrības apraksts</b>	<b>SVF klasifikācija</b>
<b>IS</b>	4.0 <	Postindustriālā ekonomika Informācijas un zināšanu sabiedrība	Attīstīta ekonomika
<b>PE</b>	3.1 – 3.9	Pārejas ekonomika	Attīstīta ekonomika
<b>HT</b>	2.1 – 3.0	Augsto tehnoloģiju ekonomika	Attīstīta ekonomika
<b>IN</b>	1.0 – 2.0	Industriālā ekonomika	Attīstības ekonomika
<b>AG</b>	< 1.0	Industriālā un agrārā ekonomika Vāja infrastruktūra	Attīstības ekonomika

Avots: autores veidota

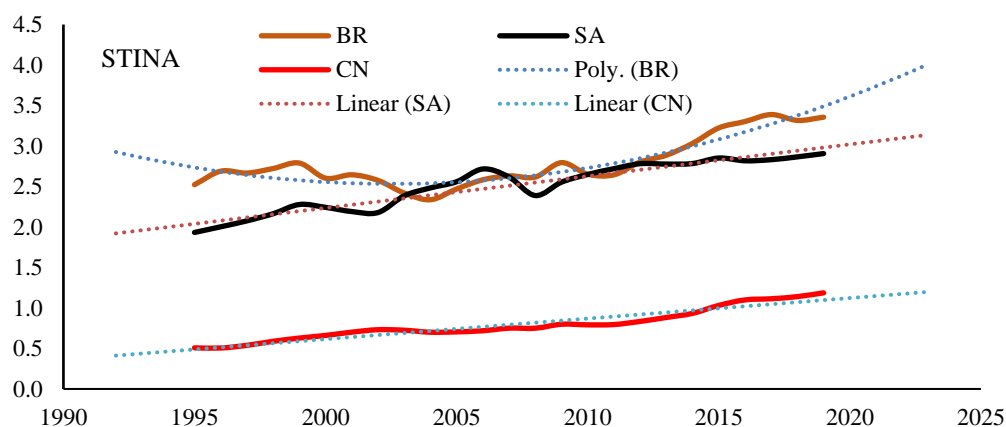
Pētījumi ir parādījuši, ka:

- valsti ar STINA vērtību, kas nav lielāka par 2 un nenozīmīgu izmaiņu ātrumu (mazāk kā 5%) laika gaitā, var uzskatīt kā sabalansētu ekonomiku ar augstu izaugsmes līmeni;
- ja STINA vērtības līmenis pārsniedz 2, un papildus tā izmaiņu ātrums ir nenozīmīgs laika gaitā (mazāk kā 5%), tad tas ietekmē attīstību un palēnina izaugsmi;
- ja STINA vērtībai ir ievērojams pārmaiņu temps (vairāk kā 5%), var uzskatīt par nesabalansētu ekonomiku restrukturizācijas procesā.



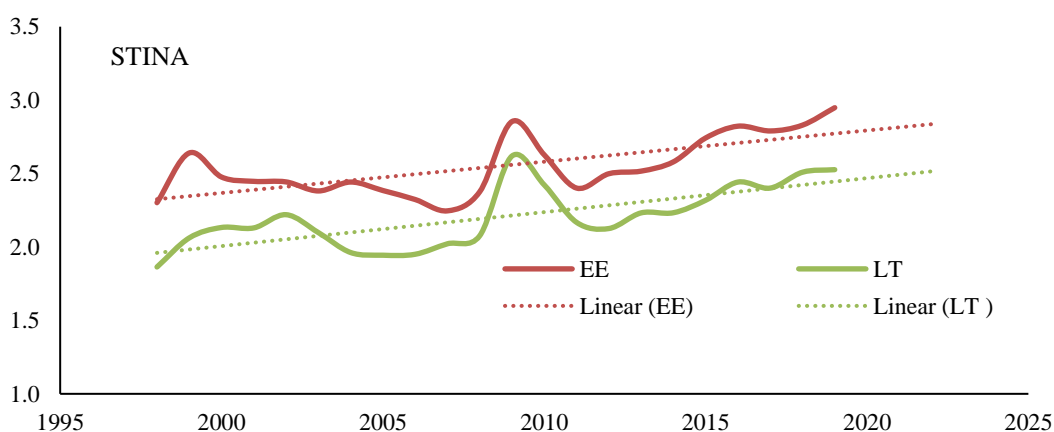
Avots: autores veidots un aprēķini

8.1.att./ Fig. 8.1. ASV (US), Japānas (JP), Vācijas (DE), Francijas (FR) sektorālā rādītāja STINA izmaiņas 1990.-2019. gadā/ Changes in the sectoral indicator STINA of the United States (US), Japan (JP), Germany (DE), France (FR) 1990-2019. year



*Avots: autores veidots un aprēķini*

**8.2.att./ Fig.8.2. Brazīlija (BR), Ķīnas (CN) and Dienvidāfrikas (ZA) sektorālā rādītāja STINA izmaiņas 1990.-2019. gadā/ Changes in the sectoral indicator STINA of Brazil (BR), China (CN) and South Africa (ZA) 1990-2019**



*Avots: autores veidots un aprēķini*

**8.3.att./ Fig.8.3. Lietuvas (LT) un Igaunijas (EE) sektorālā rādītāja STINA izmaiņas 2000.-2019. gadā/ Changes in the sectoral indicator STINA of Lithuania (LT) and Estonia (EE) 2000-2019**

Laika rindu datu analīzes instrumenti/ *Tools of time series data analysis*

9.1.tabula/ Table 9.1

Laika rindu datu analīzes instrumenti/ *Tools of time series data analysis*

Nr. p.k.	Mērķis	Standarta tests
1.	Laika rindu intervālu un kritisko posmu identifikācija	Laika rindu vizuālais apskats
2.	Laika rindu līmeņu <i>nejaušo lielumu un noviržu</i> identifikēšana	Irvina tests
3.	<i>Eksponenciālā izlīdzināšana</i>	Standarta Excell funkcija
4.	Laika rindu lejupejošās un augšupejošās attīstības un stacionāro viendabīgu posmu <i>intervālu identifikēšana</i>	Vizuālā identifikēšana un analīze
5.	Ārejo faktoru ietekmes analīze	Ārejo faktoru identifikēšana un analīze
6.	Tendenču identifikēšana uz lejupejošās un augšupejošās attīstības un stacionāro viendabīgu posmu intervāliem	Laikrindu stacionaritātes identifikēšana
		Hipotēzes pārbaude ar F-testu un t-testu
		Lineārais trends $Y = a + bx$
		Paraboliskais trends $Y = a + bx + cx^2$
7.	Trenda modeļa analīze un koeficientu noteikšana	Polinomiskais trends 3. pakāpes $Y = a + bx + cx^2 + dx^3$
		Lineārais izmaiņu ātruma koeficients b
		Paraboliskais paātrinājuma koeficients c
		Trenda kvalitāte $R^2$

Avots: autore veidota

## Laika rindu analīzes metodes

## Laika rindas

Dabas, sociālo, ekonomisko sistēmu, to sarežģītības un dinamisma dēļ nevar modelēt pietiekami precīzi. Tomēr to aprakstu var veikt, izmantojot citu pieeju, pamatojoties uz to uzvedības, izmaiņu un struktūras novērošanu. Novērotais (signāls, realizācija) ir laika funkcija, ko izmanto, lai spriestu par procesu pētāmajā sistēmā. Novērojamais ir kāda mainīgā (vai mainīgo) vērtību secība, kas reģistrēta nepārtraukti vai noteiktos laika intervālos. Bieži vien termina *novērojams* vietā tiek lietots *laika rindas jēdziens*. Ja šāda laika rinda tiek apstrādāta noteiktā veidā, tad noteiktos apstākļos ir iespējams ar lielu precizitāti novērtēt tās nākotnes vērtību.

**Laika rinda ir laikā sakārtotu skaitlisku rādītāju secība, kas raksturo pētāmās parādības stāvokļa un izmaiņu līmeni.** Svarīgākais nosacījums pareizai laika rindu veidošanai ir rindas veidojošo līmeņu salīdzināmība. Izpētāmo sēriju līmeņiem jābūt pēc satura viendabīgiem, un jāņem vērā pētāmās parādības būtība un pētījuma mērķis.

Laika rindu veidā sniegtajiem statistikas datiem jābūt salīdzināmiem teritorijas, aptverto objektu diapazona, mērvienību, reģistrācijas laika, aprēķinu metodoloģijas un ticamības ziņā. Ir vairāki apstākļi, kas jāņem vērā, sagatavojot informāciju parādību izmaiņu analīzei laika gaitā (dinamikā):

- *Dažādu parādības daļu atspoguļojuma pilnīgums* ir vissvarīgākais nosacījums sēriju līmeņu salīdzināmībai. Prasība pēc vienāda pilnīguma aptvert dažādas pētāmā objekta daļas nozīmē, ka sērijas līmeņiem atsevišķiem periodiem ir jāraksturo konkrētas parādības lielums tajā pašā tā sastāvdaļu diapazonā.

- *Vienotas metodikas* izmantošana sēriju salīdzināmo līmeņu noteikšanā.
- *Vienādu mērvienību* izmantošana.
- *Sezonālu parādību* analīze.
- Izlases metodes pētījumos ir jāņem vērā *pētāmo parādību kvantitatīvo un kvalitatīvo raksturlielumu ticamība dinamikā*. Atšķirīga izlases reprezentativitāte pa periodiem radīs būtiskas kļūdas sērijas līmeņu vērtībās.
- Periodu vienlīdzības un posmu viendabīguma izmantošana, kuras ietvaros rādītājs pakļaujas vienam attīstības likumam. Šajos gadījumos nepieciešams veikt laika rindu periodizāciju, tipoloģisko grupēšanu laikā.

### **Izlīdzināšanas metode. Irvina metode.**

#### **Laika rindu izlīdzināšana.**

Lai atbrīvotu laika rindas rādītājus (parametrus) no pozitīvo un negatīvo līmeņu svārstību nejaušā sadalījuma ietekmes visā laikrindā, var veikt, izmantojot vairākkārtējas slidošās izlīdzināšanas paņēmieni. Ekonomisko rādītāju laika rindu sākotnējā analīze galvenokārt sastāv no sēriju līmeņu anomālo vērtību identificēšanas un likvidēšanas. Anomāls līmenis tiek saprasts kā atsevišķa laika rindas līmeņa vērtība, kas neatbilst pētāmās ekonomiskās sistēmas potenciālajām iespējām un kas, paliekot kā rindas līmenis, būtiski ietekmē laikrindas galveno raksturlielumu, ieskaitot atbilstošo tendenču modeli. Anomālu novērojumu iemesli var būt tehniska rakstura kļūdas vai pirmā veida kļūdas: kļūdas rādītāju apkopošanā un sadalīšanā, informācijas pārraidē un citi tehniski iemesli. Pirmā veida kļūdas ir jāidentificē un jānovērš. Turklāt anomālie līmeņi laikrindās var rasties tādu faktoru ietekmes dēļ, kuri pēc būtības ir objektīvi, bet parādās epizodiski, ļoti reti – otrā veida kļūdas; tās nevar novērst. Lai identificētu anomālus laika rindu līmeņus, tiek izmantotas statistikas populācijām aprēķinātās metodes.

#### **Irvina metode**

Irvina metodi izmanto, lai identificētu nenormālas anomālu laikrindu līmeņu vērtības.

Anomālu parādību cēloņi var būt tehniskas kļūdas vai pirmā veida kļūdas, tās ir jāidentificē un jānovērš.

Turklāt anomāli līmeņi laikrindās var rasties tādu faktoru ietekmes dēļ, kuri pēc būtības ir objektīvi, bet parādās epizodiski. Tās tiek klasificētas kā otrā veida kļūdas, kuras nevar novērst. Irvina metodi var izmantot, lai identificētu anomālus novērojumus. Šajā gadījumā koeficientu  $\lambda_t$  aprēķina vienāds ar:

$$\lambda_t = \frac{|y_t - y_{t-1}|}{\sigma_y}, \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}.$$

Aprēķinātās vērtības  $\lambda_2, \lambda_3, \dots$  tiek salīdzinātas ar standarta Irvina kritērija  $\lambda_\alpha$  tabulā norādītajām vērtībām (9.2.tabula). Ja izrādās, ka aprēķinātā vērtība  $\lambda_t$  ir lielāka par tabulā norādīto  $\lambda_\alpha$ , tad atbilstošā rindas līmeņa vērtība  $y_t$  tiek uzskatīta par anomālu.

**Irvina kritēriji/ *Irwin criteria***

Mērījumu skaits, n	nozīmes līmenis $\lambda_\alpha$	
	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
2	2.8	3.7
3	2.2	2.9
10	1.5	2.0
20	1.3	1.8
30	1.2	1.7
50	1.1	1.6
100	1.0	1.5
400	0.9	1.3
1000	0.8	1.2

Pēc sērijveida līmeņu nenormālo vērtību noteikšanas ir jānosaka to rašanās iemesli. Ja precīzi tiek konstatēts, ka tos izraisa pirmā veida kļūdas, tad tās parasti tiek novērstas, aizstājot divu blakus esošo rindas līmeņu vidējo aritmētisko vai aizvietojot atbilstošās tendences līknes vērtību.

Pārbaudot anomālu svārstību esamību, izmantojot Irvina metodi, tika iegūtas aprēķinātās koeficienta  $\lambda_t$  vērtības. Salīdzinot atrastās koeficienta  $\lambda_t$  vērtības ar kritisko tabulas vērtību  $\lambda_\alpha$ , atbilstoši nozīmīguma līmenim  $\alpha = 0,05$  un  $n$  laikrindas līmeņu skaits. Ja atsevišķas vērtības sērijas līmeņi pārsniedz vērtību  $\lambda_\alpha$ , secinām, ka šajā modelī ir anomālas otrā tipa kļūdu izraisītas svārstības. Pēc sērijas novirzes līmeņu noteikšanas ir jānosaka to rašanās iemesli. Ja ir precīzi noteikts, ka tos izraisījušas pirmā tipa kļūdas, tad tās tiek novērstas, vai nu aizstājot anomālos līmeņus ar divu blakus esošo sērijas līmeņu vienkāršu aritmētisko vidējo, vai arī aizstājot anomālos līmeņus ar atbilstošām vērtībām. pa līkni, kas tuvina doto laikrindu.

**Izlases uzticamība. Sēriju un tendenču līmeņu stabilitāte**

Laika rindas stabilitāte ir pētāmā statistiskā rādītāja nepieciešamās tendences klātbūtne ar minimālu nelabvēlīgu apstākļu ietekmi uz to.

No tā izriet ilgtspējības pamatprasības:

- laika rindu līmeņu svārstību samazināšana;
- noteiktas sabiedrībai nepieciešamas pārmaiņu tendences klātbūtne.

**Laika rindu tendenču atpazīšana un tās parametru novērtēšana**

Atkarībā no tiešās ietekmes uz laika rindām faktorus var iedalīt divās grupās:

- faktori, kas nosaka galveno dinamikas tendenci (līmeņu pieaugums vai samazinājums).
- faktori, izraisot nejaušas svārstības, novirza līmeņus no tendences vienā vai otrā virzienā.

Galvenā tendence ir raksturīga parādības maiņas procesam, ilgu laiku atbrīvojoties no nejaušām svārstībām. Lai izveidotu rādītāju sistēmu, kas raksturo dinamikas tendenci, pēc vizuālās analīzes ir nepieciešams identificēt tendences izteiksmi kāda diezgan vienkārša vienādojuma veidā, kas vislabāk tuvina faktisko dinamikas tendenci. Dinamikas tendences vienādojuma jēdzienu statistikā ieviesa angļu zinātnieks Hukers 1902. gadā.

Analizējot dabas, sociālo un ekonomisko sistēmu dinamiku, galvenokārt tiek izskatītas vairāks **tendences jeb trendi**.



Laika rindas lineārais trends

Vienkāršākais tendenču līnijas veids ir taisna līnija, ko apraksta ar lineāru (t.i., pirmās pakāpes) tendences vienādojumu X:

$$Y_i = b t_i + a \quad (X),$$

kur

$Y_i$  - izlīdzināts, t.i. bez svārstībām, tendenču līmeņi gadiem ar numuru  $i$ ;

$a$  - vienādojuma brīvais elements, kas skaitliski vienāds ar vidējo izlīdzināto līmeni momentā vai laika periodā, kas ņemts par izcelsmi, t.i. ja  $t = 0$ ;

$b$  - rindas līmeņu izmaiņu vidējā vērtība uz laika vienību; rindas līmeņu vidējās izmaiņas laika vienībā, un galvenais parametrs kā taisnās tendences konstante.

$t_i$  - momentu vai laika periodu skaitļi, kuriem pieder laika rindu līmeņi (gads, ceturksnis, mēnesis).

Galvenās tendences īpašības taisnas līnijas formā ir šādas:

- vienādas izmaiņas vienādos laika periodos;
- ja vidējais absolūtais pieaugums ir pozitīvs, tad relatīvie pieaugumi vai pieauguma tempi pakāpeniski samazinās;
- ja vidējās absolūtās izmaiņas ir negatīva vērtība, tad relatīvās izmaiņas vai samazinājuma temps pakāpeniski palielinās par krituma absolūto vērtību līdz iepriekšējam līmenim;
- ja līmeņos ir lejupejoša tendence un pētāmā vērtība pēc definīcijas ir pozitīva, tad  $b$  vidējās izmaiņas nevar būt lielākas par vidējo līmeni  $a$ ;
- ar lineāru tendenci, paātrinājumu, t.i. secīgo periodu absolūto izmaiņu starpība ir vienāda ar nulli.

Laika rindas paraboliskais trends

Par parabolisko tendenci nosauc to, kas izteikta ar 2. kārtas parabolas vienādojumu:

$$Y_i = a + b t_i + c t_i^2,$$

kur:

$a$  - brīvais vienādojuma elements, vidējais tendences līmenis brīdī vai periodā, kas ņemts par laika atskaites sākumu, t.i.  $t = 0$ ;

$b$  - vidējais gada pieaugums visā periodā, kas nav konstants, bet mainās vienmērīgi ar vidējo paātrinājumu, kas vienāds ar  $2c$ ;

$c$  - rindas līmeņu vidējās izmaiņas paātrinājums un galvenais parametrs kā parabolas tendences konstante.

Otrās kārtas parabolas tendence tiek izmantota, lai parādītu dinamikas tendences, kuras raksturo aptuveni nemainīgs absolūtā līmeņa izmaiņu paātrinājums. Galvenās tendences īpašības 2. kārtas parabolas formā:

1) nevienlīdzīgas, bet vienmērīgi pieaugošas vai vienmērīgi samazinošas absolūtās izmaiņas vienādos laika periodos;

2) parabolai, ņemot vērā tās matemātisko formu, ir divi atzari: augoša, palielinoties pazīmes līmeņiem un lejupejoša ar to samazināšanos.

3) tā kā vienādojuma brīvais termins un tā kā indikatora vērtība laika atskaites sākuma momentā (periodā) parasti ir pozitīva, tad tendences raksturu nosaka parametru  $b$  un  $c$  zīmes un  $c$ :

a) pie  $b > 0$  un  $c > 0$  ir augošs zars, t.i. tendence uz paātrinātu līmeņu pieaugumu;

b) kad  $b < 0$  un  $c < 0$ , ir lejupejošs zars – tieksme uz paātrinātu līmeņu samazināšanos;

c) ja  $b > 0$  un  $c < 0$ , ir vai nu augšupejošs atzars ar lēnāku līmeņu pieaugumu vai abi parabolas zari augoši un dilstoši, ja tos būtībā var uzskatīt par vienu procesu;

d) pie  $b < 0$  un  $c > 0$  ir vai nu lejupejošs zars ar lēnāku līmeņu samazinājumu vai abi – dilstošs un augošs, ja tos var uzskatīt par vienu tendenci;

4) ar parabolisku tendenci, atkarībā no attiecības starp tā parametriem, izmaiņu ķēdes ātrumi kādu laiku var vai nu samazināties vai palielināties, bet ar pietiekami ilgu periodu agrāk vai vēlāk pieauguma temps noteikti sāks samazināties, un līmeņu samazināšanās ātrums pie  $b < 0$  un  $c < 0$  noteikti sāks pieaugt (par relatīvo izmaiņu absolūto vērtību).

#### Laika rindas eksponenciālais trends

Eksponenciālā tiek izteikta ar vienādojumu:

$$Y_i = a k^{t_i} \quad \text{vai} \quad Y_i = \exp [ \ln a + \ln k t_i ],$$

kur:

a - eksponences brīvais termiņš ir vienāds ar izlīdzināto līmeni, t.i. tendences līmenis brīdī vai periodā, kas ņemts par laika atskaites sākumu pie  $t=0$ ;

k - eksponenciālās tendences galvenais parametrs ir nemainīgs līmeņu maiņas ātrums (ķēde).

Ja  $k > 1$ , ir tendence pieaugt līmeņiem, un šis pieaugums ir ne tikai paātrināts, bet ar pieaugošu paātrinājumu un visu augstāko kārtu atvasinājumu pieaugumu.

Ja  $k < 1$ , tad ir tendence, kas izsaka nemainīga, bet palēninoša līmeņa pazemināšanās tendenci, un palēninājums nepārtraukti pieaug.

Eksponenciālā tendence ir raksturīga procesiem, kas attīstās vidē, kas nerada ierobežojumus līmeņa pieaugumam. No tā izriet, ka praksē tā var attīstīties tikai ierobežotu laiku, jo jebkura vide agrāk vai vēlāk rada ierobežojumus, jebkuri resursi laika gaitā tiek izsmelti. Eksponenciālās tendences galvenās īpašības:

1. Absolūtās izmaiņas tendenču līmeņos ir proporcionālas pašiem līmeņiem.
2. Eksponentam nav ekstrēmu:  $k > 1$  tendencei ir tendence uz  $+\infty$ ,  $k < 1$  tendencei ir tendence uz nulli.
3. Tendences līmeņi ir ģeometriskā progresija: perioda līmenis ar skaitli  $t=m$  ir  $a \cdot k^m$ .
4. Ja  $k > 1$ , tendence atspoguļo pieaugošu nevienmērīgu līmeņu pieaugumu, ja  $k < 1$ , tendence atspoguļo lēnāku, nevienmērīgu līmeņu samazināšanos.

Laika rindas tendenču vienādojumu var uzskatīt par laika rindas modeli šādos gadījumos:

- lielām sistēmām un objektiem ar lielu attīstības inerci tendences prognoze iepriekšējai reizei parasti ir iespējama un reāla;
- ievērojot dinamiskās līnijas parametru ticamību.
- prognozēšanas periods, t.i. periodam prognozētā līmeņa fiksēšana laikā no tendenču aprēķina bāzes beigām jābūt ne vairāk kā trešdaļai vai ne vairāk kā pusei no bāzes ilguma. Jo tālāk prognozes līmenis tiek ņemts no tendenču aprēķina bāzes, jo lielāka ir prognozes kļūda.

### **Korelācijas analīze**

#### ***Grendžera cēloņsakarības analīze***

IKP PPP un enerģijas patēriņa korelācijas novērtējums promocijas darbā tika veikts, izmantojot Pīrsona koeficienta aprēķinu, Grendžera cēloņsakarības testu un Durbina-Vatsona testu.

Pīrsona korelācijas koeficients tika aprēķināts, izmantojot standarta programmatūras funkciju. Korelācijas koeficienta aprēķināšanas formula ir izveidota tā, ka, ja sakarība starp raksturlielumiem ir lineāra, Pīrsona koeficients precīzi nosaka šīs attiecības ciešumu. Pīrsona koeficients tika aprēķināts visām vērtēšanai izvēlētajām valstīm, analizējot korelāciju starp IKP PPP, gala energoresursu patēriņu  $N1(t)$  un elektrības patēriņu  $N1-E(t)$  laika periodā no 2000. līdz 2019. gadam.

Grendžera cēloņsakarības tests ir statistiskās hipotēzes tests, lai noteiktu, vai viena laika rindair noderīga citu prognozēšanai. Laika rinda  $X$  tiek uzskatīta par Grendžera izraisīto  $Y$ , ja parasti ar  $t$ -testu un  $F$ -testu sēriju  $X$  novēlotajām vērtībām var pierādīt, ka šīs  $X$  vērtības nodrošina statistiski nozīmīgu informāciju par  $Y$  nākotnes vērtībām. Pārbaudē tika izmantots lineārās multiregresijas modelis, kas izmantojams, lai pārbaudītu attiecības (skaidrojošo uzvedību) starp vienu atkarīgo mainīgo (endogēno) un vairākiem neatkarīgiem (eksogēniem) mainīgajiem. Izvēlētās mainīgās vērtības: gala energoresursu pateriņa jauda  $N1$ , elektrības pateriņa jauda  $N1-E$ , lietderīgā jauda  $P(t)$ , elektrības daļa kopējā gala pateriņā  $E$ .

Papildus iegūtajiem datiem tika veikts Durbina-Vatsona tests (**parametrs  $d$** ), pēc kura rezultātiem tika noteikts, ka pirmajā nobīdē nav autokorelācijas atlikumos. Viens no galvenajiem lineārās regresijas pieņēmumiem ir tāds, ka starp atlikumiem nav korelācijas, kas nozīmē, ka atlikumi ir neatkarīgi. Viens veids, kā noteikt, vai šis pieņēmums ir spēkā, ir veikt Durbina-Vatsona testu, lai noteiktu autokorelācijas klātbūtni regresijas atlikumos. Durbina-Vatsona testa statistiku, kas apzīmēta ar  $d$ , aprēķina šādi:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^T (E_t - E_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T E_t^2},$$

kur

$T$  - kopējais novērojumu skaits un  $E_t$  ir regresijas modeļa  $t$  atlikums.

Lai noteiktu, vai Durbina-Vatsona testa statistika ir nozīmīga noteiktā alfa līmenī, tiek noteikts tabulas kritisko vērtību intervāls (<http://www.ekonometria.4me.pl/durbina.htm>).

### ***Grendžera cēloņsakarības tests***

Grendžera cēloņsakarības testu izmanto, lai noteiktu, vai viena laika rinda ir noderīga citas laika rindas prognozēšanai. Testā tiek izmantotas nulles un alternatīvas šādas hipotēzes:

- nulles hipotēze ( $H_0$ ): laikrinda  $X$  nav laikrindas  $Y$  cēlonis (Grendžera cēlonis);
- alternatīvā hipotēze ( $H_A$ ):  $X$  laika rinda ir laikrindas  $Y$  cēlonis (Grendžera cēlonis).

Termins "Grendžera cēlonis" nozīmē, ka laika rindas  $X$  vērtības zināšana noteiktā nobīdē ir noderīga, lai prognozētu laikrindas  $Y$  vērtību vēlākā laika periodā.

Šis tests veido  $F$ -testa statistiku ar saistīto  $p$  vērtību. Ja  $p$  vērtība ir mazāka par noteiktu nozīmīguma līmeni (piemēram, pie  $\alpha = 0,05$ ), tad var noraidīt nulles hipotēzi un secināt, ka ir pietiekami daudz pierādījumu, lai noteiktu, ka laikarindas  $X$  izraisa laika rindu  $Y$  kā Grendžera cēlonis.

Tehnoloģiskās efektivitātes F1 rādītāji/ *Technological efficiency indicators F1*10.1. tabula/ *Table 10.1.*Vērtējamo attīstīto valstu tehnoloģiskās efektivitātes F1 rādītāji/ *F1 indicators of technological efficiency of the evaluated developed countries*

Gads	Vācija	Francija	Itālija	Japāna	ASV	Pasaule
1990	33.2	33.9	29.0	37.9	35.0	33
1991	33.1	34.0	29.0	38.2	35.1	x
1992	33.1	34.2	29.1	38.4	35.2	x
1993	33.0	34.3	29.1	38.6	35.3	x
1994	32.7	34.4	29.3	38.8	35.4	x
1995	32.9	34.5	29.3	38.9	35.4	x
1996	33.1	34.6	29.3	39.1	35.4	x
1997	33.3	34.7	29.3	39.2	35.5	x
1998	33.5	34.8	29.4	39.4	35.5	x
1999	33.6	34.9	29.4	39.5	35.5	x
2000	33.8	35.0	29.6	39.6	35.6	x
2001	33.9	35.1	29.6	39.7	35.7	x
2002	34.0	35.2	29.6	39.9	35.8	x
2003	34.2	35.3	29.6	40.0	36.0	x
2004	34.3	35.4	29.7	40.1	36.2	x
2005	34.4	35.6	29.6	40.1	36.4	x
2006	34.5	35.8	29.8	40.2	36.6	x
2007	34.6	36.1	29.8	40.3	36.7	35
2008	34.7	36.3	29.8	40.4	36.7	x
2009	34.8	36.5	29.8	40.5	36.8	x
2010	34.8	36.7	29.9	40.6	36.9	x
2011	34.9	36.9	30.1	40.6	37.0	x
2012	34.9	37.0	30.1	40.7	37.1	x
2013	35.0	37.1	30.1	40.8	37.2	x
2014	35.0	37.0	30.2	40.8	37.2	x
2015	35.0	37.0	30.2	40.9	37.2	x
2016	35.0	37.0	30.2	40.4	37.2	x
2017	35.0	36.9	30.2	40.0	37.0	x
2018	35.0	36.8	30.2	39.9	36.8	x
2019	35.0	36.7	<b>30.2</b>	40.1	37.1	37
dF	1.8	2.8	0.4	2.2	2.1	4

Avots: autores veidota un aprēķini

10.2. tabula/ *Table 10.2.***Vērtējamo attīstības valstu tehnoloģiskās efektivitātes F1 rādītāji/ *F1 indicators of technological efficiency of the evaluated developing countries***

<b>Gads</b>	<b>Indonēzija</b>	<b>Ķīna</b>	<b>Turcija</b>	<b>Brazīlija</b>	<b>Dienvīdāfrika</b>	<b>Pasaule</b>
1990	31.8	25.2	30.6	34.8	39.1	33
1991	32.1	24.9	30.8	34.9	39.0	x
1992	32.4	25.7	31.2	35.0	39.5	x
1993	32.6	25.5	31.4	35.2	39.6	x
1994	33.0	25.8	31.9	35.1	39.4	x
1995	33.2	26.1	32.0	35.2	39.2	x
1996	33.1	26.4	32.0	35.1	38.8	x
1997	33.3	26.5	32.6	35.3	38.8	x
1998	33.3	26.7	33.3	35.4	39.3	x
1999	33.2	27.0	33.7	35.4	40.4	x
2000	32.2	27.8	33.3	35.9	40.8	x
2001	32.1	28.1	34.2	35.1	41.4	x
2002	32.1	27.7	34.0	35.2	41.0	x
2003	32.2	29.8	34.1	35.6	40.7	x
2004	32.9	29.3	34.6	35.5	40.2	x
2005	33.6	30.0	34.9	35.8	39.8	x
2006	33.8	30.7	35.0	35.8	39.8	x
2007	34.0	31.4	35.2	35.7	39.4	35
2008	34.1	31.5	36.1	35.7	39.5	x
2009	34.3	31.8	35.9	35.9	38.9	x
2010	34.0	32.6	36.3	35.7	40.0	x
2011	34.4	33.2	36.4	35.7	39.7	x
2012	34.1	33.6	36.5	35.7	39.2	x
2013	34.7	34.2	36.8	35.8	38.4	x
2014	34.9	34.7	37.0	36.0	38.3	x
2015	35.2	34.5	36.7	36.0	38.3	x
2016	35.2	34.9	36.9	36.1	38.5	x
2017	35.3	35.5	36.6	36.0	37.4	x
2018	35.2	36.3	37.2	36.7	37.9	x
2019	35.9	36.7	37.1	37.0	38.6	37
dF	4.1	11.5	1.8	2.2	-0.5	12.1

*Avots: autores veidota un aprēķini*

10.3. tabula/ *Table 10.3.***ES jauno valstu tehnoloģiskās efektivitātes F1 rādītāji/ *F1 indicators of technological efficiency of the evaluated new EU countries***

<b>Gads</b>	<b>Latvija</b>	<b>Lietuva</b>	<b>Igaunija</b>	<b>Horvātija</b>	<b>Ungārija</b>	<b>Pasaule</b>
1990	31.3	31.2	30.4	34.9	31.5	33
1991	31.6	29.8	30.5	34.8	31.5	x
1992	31.3	29.6	30.7	34.3	31.6	x
1993	30.1	29.5	31.0	33.9	31.7	x
1994	30.4	29.5	31.6	34.0	31.9	x
1995	30.7	29.6	32.1	34.0	32.2	x
1996	31.0	29.4	32.3	33.9	32.4	x
1997	31.2	29.8	32.7	34.0	32.6	x
1998	31.3	30.0	32.6	33.9	32.8	x
1999	31.4	30.2	32.6	34.1	32.8	x
2000	31.5	30.4	32.7	34.4	32.9	x
2001	31.5	30.5	32.8	34.1	33.0	x
2002	31.6	30.7	32.9	34.5	33.0	x
2003	31.7	30.8	33.1	34.1	33.1	x
2004	31.9	31.0	33.4	34.3	33.2	x
2005	32.2	31.1	33.7	34.5	33.3	x
2006	32.4	31.2	34.0	34.9	33.3	x
2007	32.7	31.4	34.1	35.1	33.4	35
2008	33.1	31.5	34.2	35.4	33.5	x
2009	33.4	31.6	34.3	35.3	33.6	x
2010	33.5	31.7	34.4	35.5	33.7	x
2011	33.4	31.9	34.5	35.8	33.7	x
2012	33.4	32.0	34.6	36.1	33.8	x
2013	33.2	32.1	34.7	36.0	33.9	x
2014	33.2	32.2	34.8	36.4	34.0	x
2015	33.2	32.3	34.9	36.2	34.1	x
2016	33.2	32.4	35.0	36.1	34.2	x
2017	33.2	32.5	35.2	36.1	34.3	x
2018	33.2	32.6	35.3	36.4	34.4	x
2019	33.2	32.7	35.4	36.4	34.5	37
dF	2.1	1.5	5.0	4.5	3.0	4.0

*Avots: autores veidota un aprēķini*

**Vērtējamo attīstīto valstu aprēķinātie IAMM rādītāji/ *Calculated IAMM indicators of the developed countries to be evaluated***

11.1. tabula/ *Table 11.1.*

**Vācijas rādītāji IAMM modeļas ietvaros/ *Indicators of Germany within the SDMM model***

Gads	N1	N1-E	N1-CITI	P1	G1	F1	QoLE	E1	PHPE	FOOTS
	GW	GW	GW	GW	GW	%	%	%	kW	kW
1990	320	52	257	106	214	33	x	17	x	71
1991	321	52	258	106	215	33	1.0	17	x	71
1992	322	51	259	107	216	33	1.0	17	x	71
1993	323	51	260	107	217	33	1.0	16	3.0	71
1994	324	50	262	106	218	33	1.0	16	3.0	71
1995	324	51	261	107	218	33	1.0	16	3.0	72
1996	325	52	261	107	217	33	1.0	17	3.0	72
1997	325	53	260	108	217	33	1.0	17	3.1	72
1998	325	54	259	109	216	33	1.0	17	3.1	72
1999	325	55	258	109	216	34	1.0	18	3.1	72
2000	324	56	256	110	215	34	1.0	18	3.1	73
2001	324	57	255	110	214	34	1.1	18	3.1	73
2002	323	58	254	110	213	34	1.1	18	3.1	73
2003	323	58	252	110	212	34	1.1	19	3.1	73
2004	322	59	251	110	211	34	1.1	19	3.0	72
2005	321	59	250	110	210	34	1.1	19	3.0	72
2006	319	60	248	110	209	34	1.1	19	3.0	72
2007	318	60	246	110	208	35	1.1	20	3.0	72
2008	317	60	245	110	207	35	1.1	20	3.0	72
2009	315	60	243	109	205	35	1.1	20	2.9	71
2010	313	60	241	109	204	35	1.1	20	2.9	71
2011	311	60	239	109	203	35	1.1	20	2.9	71
2012	309	60	237	108	201	35	1.1	20	2.8	70
2013	307	60	235	107	199	35	1.1	20	2.8	70
2014	304	60	233	107	198	35	1.1	20	2.7	69
2015	302	59	230	106	196	35	1.0	20	2.7	69
2016	299	59	228	105	194	35	1.0	21	2.6	68
2017	296	58	226	104	192	35	1.0	21	2.6	67
2018	293	58	223	103	190	35	1.0	21	2.5	67
2019	290	57	221	102	188	35	1.0	21	2.5	66

*Avots: autores veidota un aprēķini*

11.2. tabula/ *Table 11.2.***Francijas rādītāji IAMM modeļa ietvaros/ *Indicators of France within the SDMM model***

Gads	N1	N1-E	N1-CITI	P1	G1	F1	QoLE	E1	PHPE	Q1	FOOTS
	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	%	kW
1990	197	35	154	67	x	34	x	18	x	x	x
1991	200	36	156	68	129	34	x	19	x	x	69
1992	203	37	158	69	131	34	0.9	19	3.3	-1%	71
1993	206	38	160	71	132	34	0.9	19	3.3	-1%	72
1994	209	39	161	72	134	34	0.9	19	3.3	-1%	73
1995	212	40	163	73	136	35	1.0	20	3.3	-1%	74
1996	214	41	165	74	137	35	1.0	20	3.3	-1%	75
1997	217	42	166	75	139	35	1.0	20	3.3	-1%	76
1998	219	42	168	76	140	35	1.0	20	3.3	-1%	77
1999	221	43	169	77	142	35	1.0	20	3.3	-1%	78
2000	223	44	170	78	143	35	1.0	21	3.3	-1%	79
2001	225	45	172	79	144	35	1.0	21	3.3	-1%	80
2002	227	46	173	80	145	35	1.0	21	3.3	-1%	81
2003	229	46	174	81	146	35	1.0	21	3.3	-1%	82
2004	231	47	175	82	147	35	1.0	21	3.3	-1%	82
2005	230	48	173	82	149	36	1.0	22	3.3	-1%	84
2006	228	48	171	82	148	36	1.1	22	3.3	1%	84
2007	226	49	168	82	146	36	1.1	23	3.3	1%	83
2008	225	49	166	82	145	36	1.1	23	3.2	1%	83
2009	223	50	164	82	143	36	1.0	23	3.2	1%	83
2010	222	51	162	81	142	37	1.0	24	3.2	1%	82
2011	221	51	160	81	141	37	1.0	24	3.2	1%	82
2012	220	52	159	81	140	37	1.0	25	3.2	1%	82
2013	219	51	158	81	139	37	1.0	25	3.1	1%	81
2014	218	51	157	81	138	37	1.0	25	3.1	0%	81
2015	217	51	157	80	138	37	1.0	25	3.1	0%	80
2016	216	51	156	80	137	37	1.0	24	3.1	0%	80
2017	216	50	156	80	137	37	1.0	24	3.1	0%	80
2018	215	50	156	79	137	37	1.0	24	3.1	0%	79
2019	215	49	156	79	136	37	1.0	24	3.0	0%	79

*Avots: autores veidota un aprēķini*



11.3. tabula/ Table 11.3.

**Itālijas rādītāji IAMM modeļas ietvaros/ Indicators of Italy within the IAMM model**

Gads	N1	N1-E	N1-CITI	P1	G1	F1	QoLE	E1	PHPE	Q1	FOOTS
	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	%	kW
1990	43	13	30	18	25	42	x	0.3	x	x	23
1991	45	13	32	19	26	41	1.5	0.3	x	-3.9%	24
1992	46	13	33	19	27	41	1.6	0.3	x	-3.2%	25
1993	47	14	34	19	28	41	1.6	0.3	x	-2.5%	25
1994	48	14	34	20	28	41	1.7	0.3	x	-1.9%	26
1995	49	14	35	20	29	41	1.7	0.3	x	-1.3%	26
1996	49	14	35	20	29	41	1.7	0.3	5.2	-0.7%	26
1997	49	14	35	20	29	41	1.7	0.3	5.2	-0.2%	27
1998	49	14	35	20	29	41	1.7	0.3	5.1	0.4%	27
1999	49	15	34	20	29	42	1.7	0.3	5.1	1.0%	26
2000	48	15	33	20	28	42	1.8	0.3	5.0	2.3%	26
2001	48	15	33	20	28	42	1.7	0.3	4.9	1.0%	26
2002	48	15	33	20	27	42	1.7	0.3	4.8	0.9%	26
2003	47	15	32	20	27	42	1.7	0.3	4.8	0.8%	26
2004	47	15	32	20	27	42	1.7	0.3	4.7	0.7%	26
2005	47	15	32	20	27	43	1.7	0.3	4.7	0.6%	25
2006	47	15	32	20	27	43	1.6	0.3	4.6	0.5%	25
2007	47	15	32	20	27	43	1.6	0.3	4.5	0.4%	25
2008	46	15	32	20	27	43	1.6	0.3	4.5	0.3%	25
2009	46	15	32	20	27	43	1.6	0.3	4.4	0.2%	25
2010	46	15	32	20	27	43	1.6	0.3	4.4	0.1%	25
2011	46	15	32	20	27	42	1.6	0.3	4.3	0.0%	25
2012	46	14	32	20	27	42	1.5	0.3	4.3	-0.1%	25
2013	46	14	32	19	27	42	1.5	0.3	4.2	0.0%	25
2014	46	14	32	19	27	42	1.5	0.3	4.2	-0.1%	25
2015	46	14	32	20	27	42	1.5	0.3	4.1	-0.1%	25
2016	46	14	32	20	27	42	1.5	0.3	4.1	-0.2%	25
2017	46	14	32	20	27	42	1.5	0.3	4.1	-0.2%	25
2018	46	14	32	20	27	42	1.5	0.3	4.0	-0.3%	25
2019	47	14	32	20	27	42	1.4	0.3	4.0	-0.4%	25

Avots: autores veidota un aprēķini

11.4. tabula/ *Table 11.4.***Japānas rādītāji IAMM modeļas ietvaros/ *Indicators of Japan within the SDMM model***

Gads	N1	N1-E	N1-CITI	P1	G1	F1	QoLE	E1	PHPE	Q	FOOTS
	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	%	kW
1990	30	7	23	11	19	38	x	0.2	x	x	57
1991	30	7	23	11	19	38	1.7	0.2	x	1%	56
1992	30	7	23	11	19	38	1.7	0.2	x	0%	56
1993	30	7	22	11	19	38	1.7	0.2	x	1%	56
1994	32	7	24	12	20	38	1.7	0.2	x	-5%	59
1995	31	7	22	12	19	39	1.8	0.2	x	5%	56
1996	31	8	23	12	19	39	1.7	0.3	5.8	-1%	57
1997	32	8	23	12	20	39	1.8	0.3	5.8	-2%	58
1998	33	8	24	13	20	39	1.8	0.3	5.8	-4%	60
1999	33	8	24	13	20	40	1.9	0.3	5.7	0%	60
2000	33	9	24	13	20	40	1.9	0.3	5.6	1%	60
2001	34	9	24	13	20	40	1.9	0.3	5.6	-1%	60
2002	35	9	25	13	21	40	1.9	0.3	5.7	-3%	62
2003	35	9	25	14	21	40	1.9	0.3	5.7	-1%	63
2004	35	9	25	14	21	40	2.0	0.3	5.8	0%	63
2005	34	9	24	13	21	40	2.0	0.3	5.6	3%	61
2006	36	10	25	14	22	41	1.9	0.3	5.9	-4%	64
2007	36	10	25	14	22	40	2.0	0.3	5.9	-1%	64
2008	35	9	25	14	21	40	2.0	0.3	5.7	3%	62
2009	33	9	23	13	20	40	1.9	0.3	5.3	7%	58
2010	36	10	25	14	22	40	1.8	0.3	5.8	-9%	64
2011	34	9	24	13	20	40	2.0	0.3	5.5	6%	60
2012	34	9	24	13	21	40	1.9	0.3	5.6	-1%	61
2013	34	9	24	13	21	40	1.8	0.3	5.6	0%	61
2014	34	9	24	13	21	40	1.8	0.3	5.5	0%	61
2015	33	9	23	13	20	40	1.8	0.3	5.4	3%	59
2016	35	9	25	14	21	40	1.8	0.3	5.6	-4%	62
2017	35	9	25	14	22	40	1.8	0.3	5.7	-2%	64
2018	36	9	26	14	22	40	1.9	0.3	5.7	-2%	65
2019	35	9	25	14	22	40	1.9	0.3	5.6	1%	64

Avots: *autores veidota un aprēķini*

11.5. tabula/ *Table 11.5.***Turcijas rādītāji IAMM modeļas ietvaros/ *Indicators of Turkey within the SDMM model***

Gads	N1	N1-E	N1-CITI	P1	G1	F1	QoLE	E1	PHPE	Q	FOOTS
	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	%	kW
1990	30	7	23	11	19	38	x	0.2	x	x	57
1991	30	7	23	11	19	38	1.7	0.2	x	1%	56
1992	30	7	23	11	19	38	1.7	0.2	x	0%	56
1993	30	7	22	11	19	38	1.7	0.2	x	1%	56
1994	32	7	24	12	20	38	1.7	0.2	x	-5%	59
1995	31	7	22	12	19	39	1.8	0.2	x	5%	56
1996	31	8	23	12	19	39	1.7	0.3	5.8	-1%	57
1997	32	8	23	12	20	39	1.8	0.3	5.8	-2%	58
1998	33	8	24	13	20	39	1.8	0.3	5.8	-4%	60
1999	33	8	24	13	20	40	1.9	0.3	5.7	0%	60
2000	33	9	24	13	20	40	1.9	0.3	5.6	1%	60
2001	34	9	24	13	20	40	1.9	0.3	5.6	-1%	60
2002	35	9	25	13	21	40	1.9	0.3	5.7	-3%	62
2003	35	9	25	14	21	40	1.9	0.3	5.7	-1%	63
2004	35	9	25	14	21	40	2.0	0.3	5.8	0%	63
2005	34	9	24	13	21	40	2.0	0.3	5.6	3%	61
2006	36	10	25	14	22	41	1.9	0.3	5.9	-4%	64
2007	36	10	25	14	22	40	2.0	0.3	5.9	-1%	64
2008	35	9	25	14	21	40	2.0	0.3	5.7	3%	62
2009	33	9	23	13	20	40	1.9	0.3	5.3	7%	58
2010	36	10	25	14	22	40	1.8	0.3	5.8	-9%	64
2011	34	9	24	13	20	40	2.0	0.3	5.5	6%	60
2012	34	9	24	13	21	40	1.9	0.3	5.6	-1%	61
2013	34	9	24	13	21	40	1.8	0.3	5.6	0%	61
2014	34	9	24	13	21	40	1.8	0.3	5.5	0%	61
2015	33	9	23	13	20	40	1.8	0.3	5.4	3%	59
2016	35	9	25	14	21	40	1.8	0.3	5.6	-4%	62
2017	35	9	25	14	22	40	1.8	0.3	5.7	-2%	64
2018	36	9	26	14	22	40	1.9	0.3	5.7	-2%	65
2019	35	9	25	14	22	40	1.9	0.3	5.6	1%	64

*Avots: autores veidota un aprēķini*

**Vērtējamo attīstības valstu aprēķinātie IAMM parametri/ Calculated SDMM indicators of the evaluated developing countries**

12.1. tabula/ Table 12.1.

**Indonēzijas rādītāji IAMM modeļas ietvaros/ Indicators of Indonesia within the SDMM model**

Gads	N1	N1-E	N1-CITI	P1	G1	F1	QoLE	E1	PHPE	Q1	FOOTS
x	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	%	kW
1990	417	24	266	92	325	32	x	8	0.2	x	31
1991	424	26	268	95	330	32	0.06	9	0.2	-1%	32
1992	432	28	272	97	335	32	0.06	9	0.2	-2%	33
1993	442	30	276	100	342	33	0.06	10	0.2	-2%	34
1994	452	33	281	104	348	33	0.06	11	0.2	-2%	35
1995	463	35	287	107	356	33	0.07	11	0.2	-2%	36
1996	475	36	296	110	365	33	0.07	11	0.2	-3%	37
1997	489	38	305	114	375	33	0.07	11	0.2	-3%	38
1998	503	40	314	118	385	33	0.07	11	0.2	-3%	39
1999	519	41	326	122	397	33	0.07	11	0.2	-3%	40
2000	535	36	345	123	412	32	0.07	9	0.2	-4%	40
2001	553	37	359	127	426	32	0.07	9	0.2	-3%	42
2002	571	39	373	132	439	32	0.07	9	0.2	-3%	43
2003	591	41	388	138	453	32	0.08	10	0.2	-3%	44
2004	577	44	368	136	441	33	0.08	11	0.2	3%	44
2005	609	54	388	149	461	34	0.08	12	0.2	-4%	47
2006	641	60	411	159	482	34	0.09	13	0.3	-4%	50
2007	673	66	435	170	503	34	0.09	13	0.3	-4%	52
2008	705	72	458	181	524	34	0.09	14	0.3	-4%	54
2009	736	78	481	191	545	34	0.10	14	0.3	-4%	57
2010	767	79	508	199	568	34	0.11	14	0.3	-4%	59
2011	798	88	527	212	586	34	0.11	14	0.3	-3%	61
2012	828	90	554	219	609	34	0.11	14	0.3	-4%	63
2013	859	102	570	233	625	35	0.12	15	0.3	-3%	66
2014	888	108	591	244	645	35	0.12	15	0.3	-3%	68
2015	918	117	610	256	662	35	0.13	16	0.4	-3%	71
2016	948	122	633	265	682	35	0.13	16	0.4	-3%	73
2017	977	129	653	276	701	35	0.14	17	0.4	-3%	75
2018	1006	132	676	285	721	35	0.14	16	0.4	-3%	77
2019	1035	147	688	300	735	36	0.15	18	0.4	-2%	224

Avots: autore veidota un aprēķini

**Ķīnas rādītāji aprēķini IAMM modeļa ietvaros/ *Indicators of China within the SDMM model***

<b>Gads</b>	<b>N1</b>	<b>N1-E</b>	<b>N1-CITI</b>	<b>P1</b>	<b>G1</b>	<b>F1</b>	<b>QoLE</b>	<b>E1</b>	<b>PHPE</b>	<b>Q1</b>	<b>FOOTS</b>
x	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	%	kW
1990	1048	65	817	265	783	25	x	7	x	x	24
1991	1162	58	936	289	873	25	0.16	6	0.43	-10%	26
1992	1217	78	969	313	904	26	0.18	7	0.46	-3%	28
1993	1233	73	988	314	919	25	0.18	7	0.45	-2%	28
1994	1227	82	971	317	910	26	0.19	8	0.45	1%	29
1995	1211	89	946	316	894	26	0.19	9	0.45	2%	28
1996	1195	95	923	316	880	26	0.19	9	0.44	2%	28
1997	1189	99	911	316	873	27	0.18	10	0.44	1%	28
1998	1197	104	912	320	877	27	0.18	10	0.44	0%	29
1999	1223	110	930	330	893	27	0.18	11	0.45	-2%	29
2000	1269	132	953	353	916	28	0.20	12	0.47	-2%	31
2001	1334	143	1006	375	959	28	0.20	12	0.50	-5%	33
2002	1418	137	1095	393	1026	28	0.21	11	0.52	-6%	34
2003	1519	201	1130	453	1066	30	0.24	15	0.59	-4%	38
2004	1633	196	1248	478	1155	29	0.25	14	0.61	-8%	40
2005	1756	229	1337	527	1229	30	0.28	15	0.67	-6%	43
2006	1884	265	1427	579	1305	31	0.31	16	0.73	-6%	46
2007	2012	305	1514	632	1379	31	0.33	17	0.80	-5%	50
2008	2135	323	1619	673	1462	32	0.35	17	0.85	-6%	53
2009	2250	347	1709	714	1535	32	0.38	17	0.90	-5%	56
2010	2351	394	1762	765	1586	33	0.42	18	0.97	-3%	59
2011	2487	441	1850	825	1662	33	0.44	19	1.04	-5%	62
2012	2556	471	1888	858	1697	34	0.47	20	1.07	-2%	64
2013	2624	512	1913	898	1726	34	0.49	21	1.12	-2%	67
2014	2692	549	1943	935	1757	35	0.50	22	1.16	-2%	69
2015	2761	552	2008	953	1807	35	0.51	22	1.18	-3%	70
2016	2829	581	2045	986	1842	35	0.53	22	1.21	-2%	72
2017	2897	630	2064	1030	1867	36	0.56	23	1.27	-1%	74
2018	2965	685	2076	1077	1888	36	0.58	25	1.32	-1%	77
2019	3033	719	2109	1113	1920	37	0.60	25	1.37	-2%	200

*Avots: autores veidota un aprēķini*

12.3. tabula/ *Table 12.3.***Brazīlijas rādītāji IAMM modeļa ietvaros/ *Indicators of Brazilia within the SDMM model***

<b>Gads</b>	<b>N1</b>	<b>N1-E</b>	<b>N1-CITI</b>	<b>P1</b>	<b>G1</b>	<b>F1</b>	<b>E1</b>	<b>QoL</b>	<b>PHP</b>	<b>Q1</b>	<b>FOOTS</b>
x	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	%	kW
1990	135	24	111	47	88	35	18	x	0.8	x	10
1991	138	25	113	48	90	35	18	0.2	0.8	-2	11
1992	140	25	114	49	91	35	18	0.2	0.7	-1	11
1993	144	27	117	51	93	35	19	0.2	0.8	-2	11
1994	150	28	123	53	98	35	18	0.2	0.8	-5	11
1995	158	29	129	56	102	35	19	0.2	0.8	-5	12
1996	166	31	136	58	108	35	18	0.2	0.8	-5	13
1997	174	33	142	62	113	35	19	0.2	0.8	-4	13
1998	180	34	146	64	116	35	19	0.2	0.9	-3	14
1999	184	35	149	65	119	35	19	0.3	0.8	-2	14
2000	186	37	149	67	119	36	20	0.3	0.8	0	14
2001	186	34	152	65	120	35	18	0.3	0.8	-1	14
2002	193	36	158	68	125	35	18	0.3	0.8	-4	15
2003	196	38	159	70	127	36	19	0.3	0.8	-1	15
2004	208	40	168	74	134	35	19	0.3	0.8	-5	16
2005	211	41	170	75	136	36	20	0.3	0.8	-1	16
2006	217	43	175	78	139	36	20	0.3	0.8	-3	16
2007	231	45	186	83	148	36	20	0.3	0.9	-6	17
2008	240	47	193	86	154	36	19	0.3	0.9	-4	18
2009	235	47	188	84	151	36	20	0.3	0.9	3	18
2010	258	50	208	92	166	36	19	0.3	1.0	-9	19
2011	268	52	216	96	172	36	19	0.3	1.0	-4	20
2012	276	54	222	99	177	36	20	0.4	1.0	-3	21
2013	282	56	226	101	181	36	20	0.4	1.0	-2	21
2014	287	58	230	103	184	36	20	0.4	1.0	-2	22
2015	281	56	225	101	180	36	20	0.4	1.0	2	21
2016	279	56	223	101	178	36	20	0.4	1.0	1	21
2017	285	57	228	103	182	36	20	0.4	1.0	-2	21
2018	272	58	214	100	172	37	21	0.4	0.9	6	20
2019	268	59	209	99	169	37	22	0.4	0.9	2	20

*Avots: autores veidota un aprēķini*

**Dienvidāfrikas rādītāji IAMM modeļa ietvaros/ *Indicators of South Africa within the SDMM model***

<b>Gads</b>	<b>N1</b>	<b>N1-E</b>	<b>N1-CITI</b>	<b>P1</b>	<b>G1</b>	<b>F1</b>	<b>E1</b>	<b>QoL</b>	<b>PHP</b>	<b>Q1</b>	<b>FOOTS</b>
x	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	%	kW
1990	62	16	46	24	38	39	26	x	1.6	2%	30
1991	61	15	45	24	37	39	25	0.4	1.5	2%	30
1992	58	15	43	23	35	40	26	0.4	1.4	6%	29
1993	58	15	43	23	35	40	26	0.3	1.4	0%	29
1994	60	16	44	24	36	39	26	0.3	1.4	-3%	30
1995	62	16	46	24	38	39	26	0.3	1.5	-4%	31
1996	66	17	49	26	40	39	25	0.3	1.5	-6%	33
1997	69	17	51	27	42	39	25	0.3	1.5	-4%	34
1998	69	18	51	27	42	39	26	0.4	1.5	1%	34
1999	66	19	48	27	40	40	28	0.4	1.5	5%	32
2000	67	19	48	27	40	41	29	0.3	1.5	0%	32
2001	67	20	47	28	39	41	30	0.3	1.5	2%	32
2002	71	21	50	29	42	41	29	0.3	1.5	-6%	34
2003	74	21	53	30	44	41	29	0.3	1.5	-5%	36
2004	78	22	57	32	47	40	28	0.3	1.6	-6%	38
2005	82	22	60	33	50	40	27	0.3	1.6	-5%	41
2006	84	22	61	33	50	40	27	0.4	1.6	-2%	41
2007	87	23	64	34	52	39	26	0.4	1.6	-4%	43
2008	87	23	64	34	53	39	26	0.4	1.6	-1%	43
2009	91	23	68	35	56	39	25	0.4	1.7	-5%	46
2010	85	23	62	34	51	40	27	0.4	1.7	9%	42
2011	87	23	64	34	52	40	27	0.4	1.6	-3%	43
2012	89	23	66	35	54	39	26	0.4	1.6	-4%	45
2013	94	23	71	36	58	38	24	0.4	1.7	-6%	47
2014	94	23	71	36	58	38	24	0.4	1.6	0%	47
2015	93	23	71	36	58	38	24	0.4	1.5	0%	47
2016	91	22	69	35	56	39	25	0.4	1.5	3%	46
2017	99	22	76	37	62	37	23	0.4	1.6	-9%	51
2018	95	22	73	36	59	38	23	0.4	1.5	4%	48
2019	90	22	68	35	56	39	25	0.4	1.4	7%	45

*Avots: autores veidota un aprēķini*

12.5. tabula/ *Table 12.5.***Turcijas rādītāji IAMM modeļa ietvaros/ *Indicators of Turkey within the SDMM model***

<b>Gads</b>	<b>N1</b>	<b>N1-E</b>	<b>N1-CITI</b>	<b>P1</b>	<b>G1</b>	<b>F1</b>	<b>E1</b>	<b>QoL</b>	<b>PHP</b>	<b>Q1</b>	<b>FOOTS</b>
x	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	%	kW
1990	62	16	46	24	38	39	26	x	1.6	2%	30
1991	61	15	45	24	37	39	25	0.4	1.5	2%	30
1992	58	15	43	23	35	40	26	0.4	1.4	6%	29
1993	58	15	43	23	35	40	26	0.3	1.4	0%	29
1994	60	16	44	24	36	39	26	0.3	1.4	-3%	30
1995	62	16	46	24	38	39	26	0.3	1.5	-4%	31
1996	66	17	49	26	40	39	25	0.3	1.5	-6%	33
1997	69	17	51	27	42	39	25	0.3	1.5	-4%	34
1998	69	18	51	27	42	39	26	0.4	1.5	1%	34
1999	66	19	48	27	40	40	28	0.4	1.5	5%	32
2000	67	19	48	27	40	41	29	0.3	1.5	0%	32
2001	67	20	47	28	39	41	30	0.3	1.5	2%	32
2002	71	21	50	29	42	41	29	0.3	1.5	-6%	34
2003	74	21	53	30	44	41	29	0.3	1.5	-5%	36
2004	78	22	57	32	47	40	28	0.3	1.6	-6%	38
2005	82	22	60	33	50	40	27	0.3	1.6	-5%	41
2006	84	22	61	33	50	40	27	0.4	1.6	-2%	41
2007	87	23	64	34	52	39	26	0.4	1.6	-4%	43
2008	87	23	64	34	53	39	26	0.4	1.6	-1%	43
2009	91	23	68	35	56	39	25	0.4	1.7	-5%	46
2010	85	23	62	34	51	40	27	0.4	1.7	9%	42
2011	87	23	64	34	52	40	27	0.4	1.6	-3%	43
2012	89	23	66	35	54	39	26	0.4	1.6	-4%	45
2013	94	23	71	36	58	38	24	0.4	1.7	-6%	47
2014	94	23	71	36	58	38	24	0.4	1.6	0%	47
2015	93	23	71	36	58	38	24	0.4	1.5	0%	47
2016	91	22	69	35	56	39	25	0.4	1.5	3%	46
2017	99	22	76	37	62	37	23	0.4	1.6	-9%	51
2018	95	22	73	36	59	38	23	0.4	1.5	4%	48
2019	90	22	68	35	56	39	25	0.4	1.4	7%	45

*Avots: autores veidota un aprēķini*



**Vērtējamo ES jauno valstu aprēķinātie IAMM rādītāji/ Calculated SDMM indicators of the new EU evaluated countries**

13.1. tabula/ Table 13.1.

**Latvijas rādītāji IAMM modeļas ietvaros/ Indicators of Latvia within the SDMM model**

<b>Gads</b>	<b>N1</b>	<b>N1-E</b>	<b>N1-CITI</b>	<b>P1</b>	<b>G1</b>	<b>F1</b>	<b>QoLE</b>	<b>E1</b>	<b>PHP</b>	<b>FOOTS</b>
x	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	kW
1990	9.1	1.0	7.8	2.7	6.4	31	x	11	x	29
1991	8.1	0.9	6.8	2.4	5.6	32	0.7	12	x	26
1992	7.2	0.7	6.1	2.1	5.0	31	0.6	11	x	23
1993	6.5	0.5	5.6	1.8	4.6	30	0.5	9	x	20
1994	5.9	0.5	5.0	1.7	4.2	30	0.5	9	x	19
1995	5.5	0.5	4.6	1.6	3.9	31	0.5	10	x	17
1996	5.2	0.5	4.4	1.5	3.7	31	0.5	10	x	16
1997	5.0	0.5	4.2	1.5	3.6	31	0.4	11	1.5	16
1998	4.9	0.5	4.1	1.4	3.5	31	0.4	11	1.5	16
1999	4.9	0.5	4.1	1.4	3.5	31	0.4	11	1.5	16
2000	5.0	0.5	4.1	1.5	3.5	31	0.4	11	1.6	16
2001	5.1	0.5	4.2	1.5	3.6	32	0.4	11	1.6	16
2002	5.2	0.6	4.3	1.6	3.7	32	0.5	11	1.7	17
2003	5.4	0.6	4.5	1.6	3.8	32	0.5	12	1.7	17
2004	5.6	0.6	4.6	1.7	3.9	32	0.5	12	1.8	18
2005	5.7	0.7	4.7	1.7	3.9	32	0.5	12	1.8	18
2006	5.8	0.7	4.7	1.8	4.0	32	0.6	13	1.8	19
2007	5.8	0.7	4.7	1.8	4.0	33	0.6	13	1.7	19
2008	5.7	0.8	4.6	1.8	3.9	33	0.6	14	1.7	19
2009	5.5	0.8	4.5	1.7	3.8	33	0.6	15	2.0	18
2010	5.5	0.8	4.5	1.8	3.8	33	0.6	15	2.1	18
2011	5.5	0.8	4.5	1.8	3.8	33	0.6	15	2.1	18
2012	5.5	0.8	4.5	1.7	3.8	33	0.6	15	2.0	18
2013	5.5	0.8	4.5	1.7	3.8	33	0.6	14	2.0	18
2014	5.5	0.8	4.5	1.7	3.8	33	0.6	14	2.0	18
2015	5.5	0.8	4.5	1.7	3.8	33	0.7	14	2.0	18
2016	5.5	0.8	4.5	1.7	3.8	33	0.7	14	2.0	18
2017	5.5	0.8	4.5	1.7	3.8	33	0.7	14	2.0	18
2018	5.5	0.8	4.5	1.7	3.8	33	0.7	14	2.0	18
2019	5.5	0.8	4.5	1.7	3.8	33	0.7	14	2.0	18

*Avots: autores veidota un aprēķini*

13.2. tabula/ *Table 13.2.***Lietuvas rādītāji IAMM modeļas ietvaros/ *Indicators of Lithuania within the SDMM model***

<b>Gads</b>	<b>N1</b>	<b>N1-E</b>	<b>N1-CITI</b>	<b>P1</b>	<b>G1</b>	<b>F1</b>	<b>QoLE</b>	<b>E1</b>	<b>PHP</b>	<b>FOOTS</b>
x	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	kW
1990	14	2	12	4	10	31	x	0.1	x	47
1991	12	1	10	3	8	30	0.8	0.1	x	37
1992	10	1	8	3	7	30	0.7	0.1	x	31
1993	8	1	7	2	6	30	0.5	0.1	x	26
1994	7	1	6	2	5	30	0.4	0.1	x	22
1995	6	1	5	2	4	30	0.4	0.1	x	20
1996	6	1	5	2	4	29	0.4	0.1	x	19
1997	6	1	5	2	4	30	0.4	0.1	1.2	18
1998	6	1	5	2	4	30	0.3	0.1	1.2	19
1999	6	1	5	2	4	30	0.4	0.1	1.2	19
2000	6	1	5	2	4	30	0.4	0.1	1.3	19
2001	6	1	5	2	4	31	0.4	0.1	1.4	20
2002	6	1	5	2	4	31	0.4	0.1	1.4	20
2003	6	1	5	2	4	31	0.4	0.1	1.4	20
2004	6	1	5	2	4	31	0.4	0.1	1.4	21
2005	6	1	5	2	4	31	0.4	0.1	1.4	21
2006	6	1	5	2	4	31	0.4	0.2	1.4	21
2007	7	1	5	2	5	31	0.4	0.2	1.4	22
2008	7	1	5	2	5	31	0.5	0.2	1.5	22
2009	7	1	5	2	5	32	0.5	0.2	1.6	22
2010	7	1	5	2	5	32	0.5	0.2	1.8	23
2011	7	1	5	2	5	32	0.5	0.2	1.8	23
2012	7	1	5	2	5	32	0.5	0.2	1.8	23
2013	7	1	6	2	5	32	0.6	0.2	1.8	24
2014	7	1	6	2	5	32	0.6	0.2	1.8	24
2015	7	1	6	2	5	32	0.6	0.2	1.8	24
2016	7	1	6	2	5	32	0.6	0.2	1.8	24
2017	7	1	6	2	5	33	0.6	0.2	1.8	25
2018	7	1	6	2	5	33	0.6	0.2	1.8	25
2019	7	1	6	2	5	33	0.7	0.2	1.8	25

*Avots: autores veidota un aprēķini*

13.3. tabula/ *Table 13.3.***Igaunijas rādītāji IAMM modeļas ietvaros/ *Indicators of Estonia within the SDMM model***

<b>Gads</b>	<b>N1</b>	<b>N1-E</b>	<b>N1-CITI</b>	<b>P1</b>	<b>G1</b>	<b>F1</b>	<b>QoLE</b>	<b>E1</b>	<b>PHPE</b>	<b>FOOTS</b>
x	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	kW
1990	7.5	0.8	6.5	2.3	5.2	30	x	11	x	35
1991	6.3	0.7	5.4	1.9	4.4	31	1.1	12	x	30
1992	5.3	0.6	4.4	1.6	3.7	31	0.9	12	x	25
1993	4.5	0.6	3.7	1.4	3.1	31	0.8	13	x	21
1994	4.0	0.6	3.2	1.3	2.7	32	0.6	15	x	19
1995	3.7	0.5	2.9	1.2	2.5	32	0.6	16	x	18
1996	3.6	0.5	2.8	1.2	2.4	32	0.6	16	x	17
1997	3.4	0.6	2.6	1.1	2.3	33	0.6	17	1.9	17
1998	3.5	0.6	2.7	1.1	2.3	33	0.5	17	1.9	17
1999	3.5	0.6	2.8	1.2	2.4	33	0.6	17	2.0	17
2000	3.6	0.6	2.8	1.2	2.4	33	0.6	17	2.1	18
2001	3.7	0.6	2.9	1.2	2.5	33	0.6	17	2.1	18
2002	3.7	0.6	2.9	1.2	2.5	33	0.6	17	2.2	18
2003	3.8	0.6	3.0	1.3	2.5	33	0.7	18	2.2	19
2004	3.8	0.7	3.0	1.3	2.6	33	0.7	18	2.2	19
2005	3.9	0.7	3.0	1.3	2.6	34	0.7	19	2.2	19
2006	3.9	0.7	3.0	1.3	2.6	34	0.7	19	2.1	20
2007	3.9	0.7	3.0	1.3	2.6	34	0.7	19	2.1	20
2008	4.0	0.7	3.0	1.4	2.6	34	0.8	20	2.1	20
2009	4.0	0.7	3.0	1.4	2.6	34	0.8	20	2.4	20
2010	4.0	0.8	3.0	1.4	2.6	34	0.8	20	2.5	20
2011	4.0	0.8	3.0	1.4	2.6	35	0.8	20	2.4	20
2012	4.0	0.8	3.0	1.4	2.6	35	0.8	20	2.3	20
2013	4.0	0.8	3.0	1.4	2.6	35	0.8	20	2.3	20
2014	4.0	0.8	3.0	1.4	2.6	35	0.8	21	2.3	20
2015	4.0	0.8	3.0	1.4	2.6	35	0.8	21	2.3	20
2016	3.9	0.8	3.0	1.4	2.6	35	0.8	21	2.3	20
2017	3.9	0.8	2.9	1.4	2.5	35	0.8	21	2.2	20
2018	3.9	0.8	2.9	1.4	2.5	35	0.8	22	2.2	20
2019	3.8	0.8	2.8	1.4	2.5	35	0.8	22	2.2	19

*Avots: autores veidota un aprēķini*

**Horvātijas rādītāji IAMM modeļas ietvaros/ *Indicators of Croatia within the SDMM model***

<b>Gads</b>	<b>N1</b>	<b>N1-E</b>	<b>N1-CITI</b>	<b>P1</b>	<b>G1</b>	<b>Q1</b>	<b>PHPE</b>	<b>F1</b>	<b>E1</b>	<b>FOOTS</b>
x	GW	GW	GW	GW	GW	%	kW	%	kW	%
1990	19	2	16	6	13	x	x	31	12	271
1991	16	2	13	5	11	18%	0.6	32	15	229
1992	16	2	12	5	11	5%	0.5	32	16	217
1993	14	2	11	5	10	11%	0.5	33	18	196
1994	14	2	11	5	9	3%	0.5	33	18	190
1995	14	2	11	5	9	0.2%	0.5	34	19	189
1996	14	2	11	5	9	0.2%	0.5	34	19	189
1997	14	3	11	5	9	0.2%	0.5	34	19	189
1998	14	3	11	5	9	0.2%	0.5	34	19	188
1999	14	3	11	5	9	0.2%	0.4	34	19	188
2000	14	3	11	5	9	0.1%	0.4	34	20	188
2001	14	3	11	5	9	0.1%	0.4	34	20	188
2002	14	3	11	5	9	0.1%	0.4	34	20	187
2003	14	3	11	5	9	0.1%	0.4	34	20	187
2004	14	3	10	5	9	0.1%	0.4	34	20	187
2005	14	3	10	5	9	0.1%	0.4	35	20	187
2006	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	21	186
2007	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	21	186
2008	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	21	186
2009	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	21	186
2010	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	21	186
2011	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	21	185
2012	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	21	185
2013	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	22	185
2014	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	22	185
2015	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	22	185
2016	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	22	185
2017	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	22	184
2018	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	22	184
2019	14	3	10	5	9	0.1%	0.5	35	22	184

*Avots: autores veidota un aprēķini*

13.5. tabula/ *Table 13.5.***Ungārijas rādītāji IAMM modeļas ietvaros/ *Indicators of Hungary within the SDMM model***

<b>Gads</b>	<b>N1</b>	<b>N1-E</b>	<b>N1-CITI</b>	<b>P1</b>	<b>G1</b>	<b>FOOTS</b>	<b>F1</b>	<b>E1</b>	<b>QoLE</b>	<b>PHP</b>
x	GW	GW	GW	GW	GW	kW	%	kW	%	kW
1990	57	6	48	17	40	169	32	11	x	x
1991	51	5	42	15	36	151	31	11	0.5	x
1992	46	5	38	13	32	136	32	11	0.4	x
1993	42	4	34	12	30	124	32	11	0.4	x
1994	39	4	31	11	28	116	32	12	0.4	x
1995	37	4	30	11	26	110	32	12	0.3	x
1996	36	4	28	10	25	106	32	13	0.3	x
1997	35	4	28	10	25	103	33	13	0.3	x
1998	35	4	27	10	24	102	33	13	0.3	1.1
1999	35	4	27	10	24	102	33	13	0.3	1.1
2000	35	4	27	10	24	102	33	13	0.3	1.1
2001	35	4	27	10	24	102	33	14	0.3	1.1
2002	35	4	27	10	24	102	33	14	0.3	1.2
2003	35	4	27	10	24	101	33	14	0.3	1.2
2004	35	4	27	10	24	101	33	14	0.3	1.2
2005	35	4	27	10	24	101	33	14	0.4	1.2
2006	34	4	27	10	24	101	33	14	0.4	1.2
2007	34	5	27	10	24	101	33	14	0.4	1.2
2008	34	5	27	11	24	101	33	15	0.4	1.2
2009	34	5	27	11	24	100	34	15	0.4	1.2
2010	34	5	27	11	24	100	34	15	0.4	1.3
2011	34	5	27	11	24	100	34	15	0.4	1.3
2012	34	5	27	11	24	100	34	15	0.4	1.3
2013	34	5	27	11	24	100	34	15	0.4	1.3
2014	34	5	27	11	24	99	34	16	0.4	1.3
2015	34	5	26	11	24	99	34	16	0.4	1.3
2016	34	5	26	11	24	99	34	16	0.4	1.3
2017	34	5	26	11	23	99	34	16	0.4	1.3
2018	34	5	26	11	23	98	34	16	0.4	1.3
2019	34	5	26	11	23	98	35	17	0.4	1.3

*Avots: autores veidota un aprēķini*

**Vērtējamo valstu mijiedarbība un pozicionēša pasaulē/ *The interaction and positing of the evaluated countries in the world***

14.1. tabula/ *Table 14.1.*  
**Valstu konkurētspējas rādītāji WM 1990., 2007. un 2019. gadā/ *National Competitiveness indicators WM of countries in 1990, 2007 and 2019***

<b>Valsts</b>	<b>1990.</b>	<b>2007.</b>	<b>2019.</b>
US	4.6	4.5	4.3
DE	2.7	2.5	2.0
JP	2.3	2.5	1.9
FR	2.2	2.3	1.8
EE	2.9	1.8	1.6
LT	2.3	1.1	1.4
LV	2.1	1.4	1.4
HR	1.0	1.6	1.3
CH	0.4	0.7	1.2
Pasaulē	1.0	1.0	1.0
TR	0.5	0.8	0.9
SA	1.2	1.2	0.9
HU	1.5	0.9	0.9
Citi	1.1	1.0	0.8
BR	0.6	0.8	0.7
IT	1.8	0.5	0.5
ID	0.3	0.4	0.4

*Avots: autores veidota un aprēķini*

14.2. tabula/ *Table 14.2.*  
**Valstu ilgtspējības līdzsvara rādītāji WP 1990., 2007. un 2019. gadā/ *Indicators of sustainability balance WP of countries in 1990, 2007 and 2019***

<b>Valsts</b>	<b>1990.</b>	<b>2007.</b>	<b>2019.</b>
CH	2.5	1.2	1.3
US	1.1	1.1	1.2
SA	1.0	1.2	1.2
Pasaulē vidēji	1.0	1.0	1.0
BR	0.5	0.7	0.9
Citi	1.0	1.0	0.9
JP	0.6	0.8	0.8
LV	2.1	0.9	0.8
HR	0.7	0.9	0.7
EE	2.7	0.9	0.7
ID	0.5	0.7	0.6
FR	0.7	0.8	0.6
DE	0.8	0.8	0.6
IT	0.5	0.7	0.6
LT	2.1	0.7	0.6
TR	0.4	0.7	0.6
HU	1.6	0.8	0.5

*Avots: autores veidota un aprēķini*

14.3. tabula/ *Table 14.3.***Valstu tehnoloģiskās konkurētspējas rādītāji WE 1990., 2007. un 2019. gadā/ *Indicators of technological competitiveness WE of countries in 1990, 2007 and 2019***

Valsts	1990.	2007.	2019.
CH	2.5	1.2	1.3
US	1.1	1.1	1.2
SA	1.0	1.2	1.2
Pasaulē vidēji	1.0	1.0	1.0
BR	0.5	0.7	0.9
Citi	1.0	1.0	0.9
JP	0.6	0.8	0.8
LV	2.1	0.9	0.8
HR	0.7	0.9	0.7
EE	2.7	0.9	0.7
ID	0.5	0.7	0.6
FR	0.7	0.8	0.6
DE	0.8	0.8	0.6
IT	0.5	0.7	0.6
LT	2.1	0.7	0.6
TR	0.4	0.7	0.6
HU	1.6	0.8	0.5

*Avots: autores veidota un aprēķini*

## **Jaunindustrializētās ekonomikas valstis un to attīstība/ *Newly industrialized economic countries and their development***

Globālā ekonomiskā recesija un biežās mūsdienu pasaules krīzes palielina ekonomisko nestabilitāti, nodrošina augstāku ekonomiskās nedrošības līmeni un izraisa stagnāciju (*Frankel, 2020*). Neskatoties uz to, pasaulē var saražot vairāk nekā jebkurā iepriekšējā sociāli ekonomiskajā veidojumā vēsturē. Tajā pašā laikā pāreju uz jaunu tehnisko un ekonomisko struktūru pavada pieaugošs pārmaiņu temps un ekonomiskā nestabilitāte. Tāpēc liela mainīguma apstākļos palielinās valstu un reģionu ilgtspējīgas attīstības nozīme. Pastāv atšķirības starp četrām pasaules valstu grupām – ekonomikām ar attīstītu rūpniecību, jaunindustrializētām ekonomikām, citām topošajām ekonomikām un vismazāk attīstītajām valstīm (*Savelyev et al., 2021*).

Dažādi zinātnieki un praktiķi attīstības tirgus valstis klasificē atšķirīgi. Ienākumu līmenis, finanšu sistēmu kvalitāte un izaugsmes tempi ir populāri kritēriji, taču precīzs attīstības tirgus valstu saraksts var mainīties. Par topošo tirgus ekonomiku parasti uzskata ekonomiku, kas pāriet uz attīstītu tirgus ekonomiku – valsts ir piedzīvojusi strauju IKP pieaugumu, pieauguši ienākumi uz vienu iedzīvotāju, palielinājusies likviditāte parādu un akciju tirgos, kā arī labi attīstīta finanšu sistēmas infrastruktūra (*IMF report, 2020*).

Tomēr klasifikācijas atšķiras. Jauno tirgu jēdziens un tirgu straujā attīstība nav gluži jaunas tēmas, taču attīstības tirgu grupas izaugsme kopš 2008. gada globālās finanšu krīzes ir izraisījusi plašu interesi visā pasaulē. Jaunindustrializētās ekonomikas valstis atbalsta strauju un ilgtspējīgu ekonomikas attīstību. No globālā viedokļa šāda iekļaujoša un ilgtspējīga attīstība ir paaugstinājusi to statusu pasaules ekonomikā. Kopumā, ņemot vērā pirktspējas paritāti, jaunās tirgus ekonomikas valstis veido gandrīz 50% no pasaules IKP. Kopš globālās finanšu krīzes sākuma 2008. gadā jaunās tirgus ekonomikas valstis ir kļuvušas par nozīmīgiem globālās ekonomikas atveseļošanās dzinējspēkiem, sniedzot būtisku ieguldījumu pasaules ekonomikas izaugsmē. No 2008. līdz 2009. gadam to ieguldījums pasaules ekonomikas izaugsmē palielinājās no 78 līdz 88%, un šī daļa turpmākajā periodā pārsniegs 92% (*World bank data*). Saskaņā ar SVF ziņojumu jaunās ekonomikas valstis globālā finanšu krīze neietekmēja tik daudz salīdzinājumā ar Rietumu pasauli, un tās saglabāja augstu ekonomiskās izaugsmes līmeni. Kolektīvā atveseļošanās ir viena no raksturīgākajām attīstības valstu iezīmēm.

### **Jaunindustrializētās valstis (*Newly industrialized countries - NIC*)**

Jaunās industrializētās valstis ieņem īpašu vietu (nišu) starptautiskajā darba dalīšanā (*IMF report, 2016*). *Jaunindustrializēta valsts (NIC)* vai *jaunindustrializēta ekonomika (NIE)* vai *valsts ar vidējiem ienākumiem* ir termini, ko izmanto, lai aprakstītu valsti, kuras ekonomiskās attīstības līmenis atrodas starp jaunattīstības un attīstītajām valstīm. Tās kļuva par pasaules ekonomikas dzinējspēku 20. gs. 80. gados. Šīs valstis pārviedojās no lauksaimniecībā balstītām ekonomikām uz rūpnieciski attīstītākām pilsētu ekonomikām. Šī valstu kopa piedzīvoja strauju makroekonomisko rādītāju pieaugumu, kas līdz ar to ir paātrināja arī dabas resursu patēriņa tempus. Arī šajās valstīs ekonomiskās izaugsmes optimizācija tika uzskatīta par primāro stratēģiju attiecībā uz ekoloģisko sniegumu (*Bogan et al., 2023*).

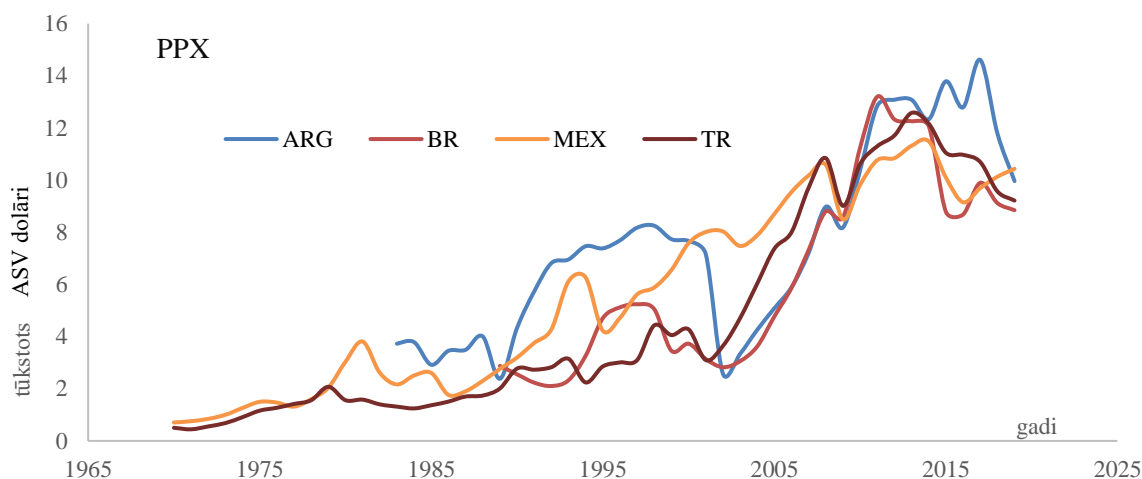
NIE valstu modernizācija kopš 20. gs. 70. gadu beigām tika dinamiski veikta pasaules vadošo ekonomiku, galvenokārt ASV, vadībā saskaņā ar šādiem virzieniem:

- efektīvi organizēta ārvalstu kapitāla pieplūde;
- efektīvi organizēts tehnoloģiju un zinātniski tehnisko speciālistu pārnese kanāls no valstīm, kas ir pasaules tehnoloģiskā progresa līderi;
- eksporta paplašināšana, pieaugot augsto tehnoloģiju produktu eksporta daļai;
- zinātniskā un tehniskā personāla veidošana;



- zinātniski tehniskās infrastruktūras izveide.

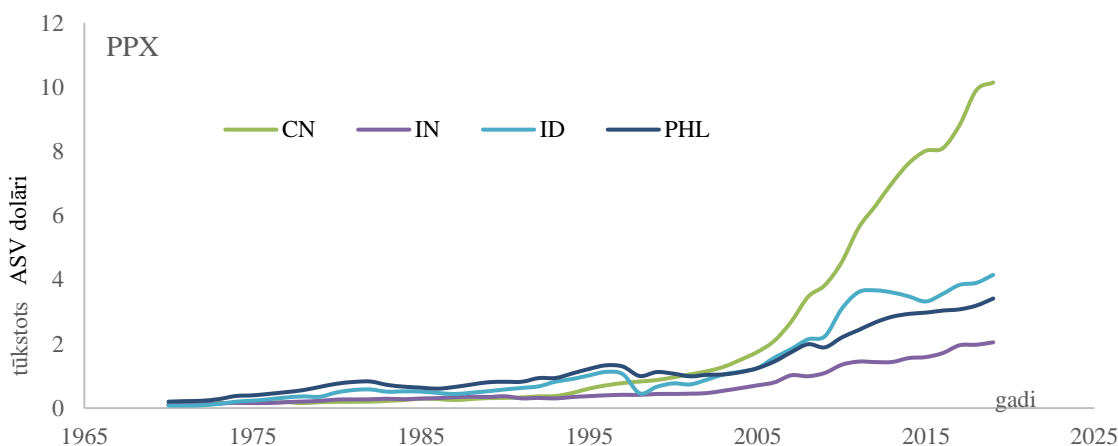
Eksperti ietver “pirmā viļņa” vai “pirmās paaudzes” NIC “jauni rūpnieciski attīstītās valstis” ir Dienvidkoreja, Taivāna, Singapūras un Honkongas pilsētvalstis, kā arī Latīņamerikas NIC – Argentīna, Brazīlija, Meksika. Pēc tām seko jaunizveidotās “otrās paaudzes” valstis: Filipīnas, Taizeme, Malaizija un Indonēzija. “Trešā paaudze” ietver Ķīnu un Indiju 2002. gadā (Savelyev et al., 2021). Krasās IKP izmaiņas uz vienu iedzīvotāju katram NIC transformācijas procesam ir redzamas attēlos 15.1 un 15.2.



Avots: autores veidots, pamatojoties uz Pasaules Bankas datiem

15.1.att./ Fig.15.1 IKP PPP uz vienu iedzīvotāju PPX izmaiņas Argentīnā (ARG), Brazīlijā (BR) un Meksikā (MEX) 1970.-2019. gadā/ GDP per capita PPX changes of the Argentina (ARG), Brazil (BR), Turkey (TR) and Mexico (MEX) in 1970-2019

Ir divi jauno industrializēto valstu attīstības modeļi (Gereffi, 2009): Āzijas un Latīņamerikas modeļi. Būtiskās atšķirības starp šiem modeļiem ir parādītas tabulā, kā arī redzami 15.1.attelā (Latīņamerikas modelis) un 15.2. attēlā (Āzijas modelis).



Avots: autores veidots, pamatojoties uz Pasaules Bankas datiem

15.2.att./ Fig.15.2 IKP PPP uz vienu iedzīvotāju PPX izmaiņas Argentīnā (ARG), Brazīlijā (BR) un Meksikā (MEX) 1970.-2019. gadā/ GDP PPP per capita PPX changes of the Argentina (ARG), Brazil (BR), Turkey (TR) and Mexico (MEX) in 1970-2019

15.1.tabula /*Table 15.1.***Jaunindustrializēto valstu modeļu apraksts/ *Description of a newly industrialized models***

<b>Āzijas modelis</b>	<b>Latīņamerikas modelis</b>
Importa aizstāšanas un uz eksportu orientētas politikas apvienošana	Politika paredz protekcionismu, ārvalstu uzņēmumu konkurences trūkumu un lētus aizdevumus
Uzņēmējdarbības kapitāls tiek novirzīts galvenokārt uz apstrādes rūpniecību un primārajām nozarēm	Uzņēmējdarbības kapitāls tiek novirzīts tirdzniecībā, pakalpojumos un ražošanā
Plašs finansējuma avotu klāsts	Spēcīgs ekonomiskais potenciāls
Darbietilpīgu uzņēmumu attīstība masu patēriņa preču ražošanai	Materiālietilpīgo un kapitālietilpīgo nozaru attīstība apstrādes rūpniecībā un ieguves rūpniecībā
Eksporta pārsniegums pār importu	Importa pārsniegums pār eksportu
Neliela valsts īpašuma daļa ekonomikā	Liela valsts īpašuma daļa ekonomikā
Augsta valsts vara lēmumu pieņemšanā ekonomikas jomā	Nenožīmīga valsts vara pieņemt lēmumus ekonomikas jomā

*Avots: autores veidota pēc G. Gereffi (2009)*

Tabulas analīze ļauj saprast, ka Āzijas NIC modeļi ir vērsti uz ārējiem avotiem, tirgiem un ir atvērtāki pasaules sabiedrībai nekā Latīņamerikas NIC modeļi, kas galvenokārt ir vērsti uz iekšējiem pašattīstības avotiem. Tas daļēji atspoguļo augsto dabas resursu bagātības līmeni, kas raksturo šo valstu grupu. M.Porters savos darbos apgalvoja, ka nacionālā labklājība pati par sevi nerodas no valsts dabas resursiem, pieejamā darbaspēka, valdošajām procentu likmēm vai nacionālās valūtas pirkjspējas. Pieaugošās globālās konkurences situācijā valsts loma īpaši pieaug, konkurences bāzei pārejot uz jaunu zināšanu apguvi un asimilāciju (*Porter, Linde, 1995*).

**NIC attīstības problēmas un perspektīvas**

Jaunindustriālo ekonomiku (NIE) veidošana pasaulē tika uzsākta kā mērķtiecīgu pārmaiņu projekts katrā atsevišķā sociāli ekonomiskajā sistēmā ar skaidri noteiktiem mērķiem, rezultātiem, noteiktiem riskiem, līdzekļu un resursu izlietojuma ietvaru un īpašām prasībām institucionālajai struktūrai. Vietējo institucionālo vidi pastiprināja starptautisku globālu institūciju izveide, piemēram, Starptautiskās tirdzniecības organizācijas izveide 1995. gadā. Jaunās industrializācijas procesa vidējais ilgums bija aptuveni 25-27 gadi. Projekta īstenošanas gaitā, atkarībā no katrā NIC sasniegtā attīstības līmeņa, varēja konstatēt dažādas problēmas. Kopumā NIC raksturo problēmas, kas galvenokārt saistītas ar stabilu iekšzemes uzkrājumu trūkumu, būtisku valstu savstarpējo atkarību, kā arī lielo ārējo parādu. Nopietnākais NIC uzdevums ir noteikt attīstību ilgtermiņā.

Aktīvās industrializācijas un straujā IKP pieauguma procesā vidēji 5-7% gadā iezīmējās divas galvenās problemātiskās tendences. No vienas puses, pēdējā industrializācijas viļņa valstīm ir raksturīgs augsto tehnoloģiju nozaru attīstības un attīstības sekundārais raksturs, kad inovatīvu produktu un procesu izgudrošana nav tehnoloģiskās attīstības centrā. Uzmanības centrā ir efektīvai ražošanai un investīcijām nepieciešamo spēju apgūšana, kā arī nepieciešamība atrast samērā spēcīgas nišas attiecīgajos globālajos tirgos. Dažas valstis ir pārvērtējušas savu vēlmi pēc tehnoloģiskās pašpietiekamības un maksājušas augstu cenu nepietiekamas produktivitātes veidā. Konkurētspējas palielināšana bija jānodrošina, pilnveidojot izglītības sistēmu (*Dahlman et al., 1987; Nayyar, 2021; Reyes, 2009*).

## 15.pielikuma turpinājums/ *Continuation of Annex 15*

Savukārt pirmā viļņa jaunindustriālās valstis pēc sākotnēji augstajiem ekonomiskās izaugsmes tempiem pievienojās vispārējai attīstīto valstu tendencei, kurām kopš 2000. gada bija raksturīga attīstības tempu palēnināšanās. Šobrīd NIC galvenais mērķis ir palielināt neatkarīgas inovatīvas attīstības iespējas un veidot inovatīvu ekonomiku (*Freeman, 2023*). Šajā virzienā var formulēt trīs prioritātes:

- 1) atkarības mazināšana no ārvalstu tehnoloģijām;
- 2) investīciju palielināšana pētniecībā un attīstībā;
- 3) zināšanu ietilpīgo nozaru ieguldījuma palielināšana valstu ekonomiskajā attīstībā.

Papildus iepriekš minētajam NIC ekonomikām ir jāīsteno vides plāni, kas apvieno ekonomiskos lēmumus un vides problēmas. Vēl viens uzsvars tiek likts uz nepieciešamību veicināt energoapgādes drošību un vides labklājību (*Bogan et al., 2023*).

### Postindustriālā sabiedrība/ *Post-industrial society*

Mūsdienu globālās sociāli ekonomiskās attīstības tendences bieži raksturo tādi jēdzieni un termini kā *postindustriālā, postekonomiskā sabiedrība, informācijas sabiedrība, zināšanu sabiedrība, patērētāju sabiedrība*, kā arī *jauna, pakalpojumu, radošā ekonomika* un daži citi līdzīgi (Tolba,1990; Tranfield et al., 2003; Peet, Thrift, 2013). **Postindustriālā ekonomika (PE) tiek definēta kā izaugsmes periods attīstītā ekonomikā, kurā ražošanas relatīvā nozīme samazinās, bet pakalpojumu, informācijas un pētniecības nozīme palielinās.** Šādu ekonomiku bieži raksturo ražošanas sektora lejupslīde, kas izraisa deindustrializāciju, un liela pakalpojumu nozare, kā arī informācijas tehnoloģiju pieaugums. PE sektorālais aspekts ir vērsts uz mazāk attīstītām valstīm, kuras, izmantojot ārpalpojumus, ražo nepieciešamo par zemākām izmaksām. 20. gs. 30. un 40. gados ekonomisti Klārks, Furastjē un Fišers apstrādes rūpniecības īpatsvara samazināšanos ekonomikā uzskatīja par vēlamu un neizbēgamu mūsdienu sabiedrības attīstībā (Moraitis, 2022), jo ekonomiskā labklājība bija cieši saistīta ar pakalpojumu sektora izaugsmi. Viņi apgalvoja, ka, palielinoties rūpniecības produktivitātei un ienākumiem, darbaspēks kļūs lieks, un cilvēki strādās pakalpojumos, pēc kuriem pieaugs pieprasījums.

Tajā pašā laikā pāreja uz postindustriālu sabiedrību garantētu materiālo pārpilnību, atpūtu un cilvēku atbrīvošanu no intensīva rūpnieciskā darba. Postindustriālie ekonomisti uzskatīja deindustrializāciju nevis kā bažu avotu, bet gan kā progresa un veiksmīgas ekonomikas attīstības pazīmi. Mūsdienu ekonomikas pāreja uz pakalpojumiem ir radījusi nestabilāku ekonomisko kārtību, ko raksturo polarizētāki darba tirgi, pieaugoša nevienlīdzība un ekonomikas stagnācija (Benanav, 2020; O'Donovan, 2020).

Deindustrializācija neaizveda pasaules sabiedrību uz postindustriālo “paradīzi”, bet gan līdz lielākai ekonomiskai nedrošībai, kuras raksturīgas pazīmes bija – disfunkcionālie darba tirgi un gadsimtiem ilga stagnācija. Postindustriālās sabiedrības attīstību raksturo fakts, ka apstrādes rūpniecības īpatsvars šo valstu IKP ir zemāks nekā attīstības valstī.

Attīstīto valstu – ASV, Japānas, Vācijas, Francijas, kā arī attīstības valsts Ķīnas dati 2019. gadā apkopoti 16.1. tabulā. Izvēlētais 2019. gads ir pēdējais gads pirms lielu globālo pārmaiņu sākuma. Materiālu ražošanas īpatsvara relatīvās samazināšanās rezultātā postindustriālās ekonomikas ir kļuvušas mazāk atkarīgas no izejvielu piegādes. Pasaules ekonomikas globalizācija ļauj postindustriālajām valstīm ar attīstītu ekonomiku nākamās globālās krīzes izmaksas pārnest uz attīstības valstīm.

16.1.tabula /Table 16.1.

**ASV (US), Japānas (JP), Vācijas (DE), Francijas (FR), Eiropas Savienības (ES) un Ķīnas (CN) IKP sektorālā struktūra 2019. g./ *The sectoral structure of GDP in USA (US), Japan (JP), Germany (DE), France (FR), European Union (EU) and China (CN) in 2019***

Valsts	AG (lauksaimniecība, zveiniecība utt.)	IN (industrija, ieskaitot celtniecību)	INAG = AG+IN (primārais un sekundārais sektori)	ST (pakalpojumi un transports)
	% no IKP	% no IKP	% no IKP	% no IKP
US	0.8	18	19	81
EU	1.6	23	25	75
JP	1.0	28	29	71
DE	0.8	27	28	72
FR	1.5	17	19	81
CN	3.0	39	42	58

Avots: autores veidota un aprēķini pēc Pasaules Bankas datiem

## **Lineārā un nelineārā pasaule/ *Linear and non-linear world***

### **Lineārā pasaules**

Mūsdienu zinātnes un tehnikas pamats ir procesu matemātisks apraksts, izmantojot diferenciālvienādojumus, kuru pamatus izveidoja izcilie matemātiķi un dabaszinātnieki Ņūtons un Leibnics. Lineāro diferenciālvienādojumu sistēmām ir izstrādāta vispārīga matemātiskā teorija un metodes praktiskiem risinājumiem. Pēdējo 300 gadu laikā zinātne ir attīstījusies pēc diviem galvenajiem principiem (*Rubin, Riznichenko, 2014*).

Pirmā ir ideja par nepārprotamām cēloņu un seku attiecībām. Šis princips ir plaši apstiprināts praksē – lieli sasniegumi saistās ar fizikālo procesu aprakstu, problēmu risināšanu tehnoloģijā, būvniecībā, mašīnbūvē un teorētiskajā radiotehnikā. Faktiski šī principa piemērošana padarīja iespējamu visu mūsdienu tehnisko civilizāciju. Informācijas tehnoloģiju attīstība neko būtiski jaunu šajās idejās nav ieviesusi. Mūsdienās lielākā daļa cilvēku uzskata, ka datorā iegūtais rezultāts ir vienīgais pareizais. Galvenais rezultāts ir tas, ka risinājumu unikalitāte un stabilitāte nodrošina cēloņu un seku attiecību nepārprotamību, jo aiz tā slēpjas matemātisks apgalvojums, kas caurstrāvo cilvēku pasaules uztveri un sniedz pārliecību par dzīves ikdienas aktivitātēm.

Otrs svarīgais mūsdienu zinātnes princips ir balstīts uz eksperimenta jēdzienu – ir vispāratzīts, ka zinātniskās izpētes priekšmets var būt tikai tās parādības, kuras var reproducēt dažādi zinātnieki dažādās laboratorijās. Var teikt, ka novērotais modelis objektīvi pastāv. Vērojot jebkuru procesu dabā vai laboratorijā, ir liels skaits nejaušu ietekmju, kuras praktiski nevar pilnībā izslēgt. Tāpēc eksperimentālā reproducējamība nozīmē, ka zinātniskie procesi ietver tikai tos procesus, kuriem matemātiskajā modelī ir nepārprotami stabils risinājums. Šķiet, ka tādi procesi un parādības, kurus nevar reproducēt no zinātniskā viedokļa, nepastāv.

Dabaszinātņu pārstāvji un ekonomisti vairākkārt ir pauduši domu, ka zināšanu joma kļūst par zinātņi, kad tā izsaka savus likumus matemātisku sakarību un modeļu veidā. Tajā pašā laikā ikviens katru dienu saskaras ar vienreizējām un neatkārtojamām parādībām. Biologiem un psihologiem rezultātu reproducēšanas iespēja ir drīzāk apsveicams izņēmums, nevis likums, bet sociologiem, politologiem un vēsturniekiem pētījuma priekšmets ir nereproducējami procesi.

Promocijas darba autore uzskaita galvenos lineārās domāšanas principus un to pielietojumu (*Wrigley, Smith, 2020; Bratianu, Vasilache, 2009*).

1. Lielāko daļu procesu var aprakstīt ar augstu precizitātes pakāpi, izmantojot lineāros vienādojumus. Vienkāršākie pieauguma likumi, kas balstās uz pieņēmumu par proporcionalitāti iedzīvotāju skaita pieauguma ātrumam, apraksta neierobežotu pieaugumu ģeometriskas progresijas vai tās nepārtraukta analoga – eksponenciālās pieauguma likuma veidā. Jau Maltuss savā darbā “Eseja par iedzīvotāju skaita principu” (*Malthus, 1998*) brīdināja par šāda veida neierobežoti pieaugošu procesu bīstamību. Darvins, iespējams, par Maltusa argumentiem un pārdomājot iespējamās dabisko populāciju ierobežotā skaita iemeslus, kā vienu no iemesliem nosauca konkurenci starp sugām ierobežotu dzīvībai svarīgo resursu apstākļos. Mūsdienu civilizācija savā attīstībā ir izvēlējusies jebkuru lineārās izaugsmes ierobežojumu pārvarēšanas ceļu. Ir parādījusies teorija par neierobežotu tehnoloģisko progresu, neierobežotu vajadzību un patēriņa pieaugumu un cilvēces neierobežotu paplašināšanos. Šāda lineāra izaugsme nozīmē neierobežotu dabas resursu izmantošanu cilvēces vajadzībām.

2. Stacionāra risinājuma unikalitāte lineāro vienādojumu sistēmā. Vienīgais iespējamais stāvoklis agrāk vai vēlāk tiek sasniegts neatkarīgi no sākotnējiem apstākļiem. Tas atbilst nepārprotamai mērķa izvirzīšanai, idejai par vienīgo patieso mērķi, uz kuru jātiecas ar jebkādiem līdzekļiem.

3. Risinājuma stabilitāte attiecībā pret sākotnējiem apstākļiem. Tas atbilst idejai par objektīvu modeli, kuru patiesībā nevar ietekmēt indivīdi un apstākļi. Personības attīstībā visu nosaka sākotnējie apstākļi.

4. Iespēja nepārprotami identificēt parametrus sistēmā pilnībā novērojamu stāvokļu gadījumā. Tas nozīmē, ka cēloni var viennozīmīgi noteikt pēc sekām, jo īpaši, lai noteiktu vainīgo un rupji sodītu vainīgos.

5. Spēja identificēt noteicošo, ierobežojošo faktoru jebkurā procesā, kas nozīmē pavediena esamību, kuru cilvēks vienkārši pavelk, un process sākas. Ir tikai nepieciešams pareizi atrast šo pavedienu.

Tādējādi lineārā domāšana veido nepārvaramu barjeru starp notikumiem reālajā dzīvē, apziņas un mākslas parādībām un dabaszinātnēm. Viennozīmīgums ir pamatā ļoti svarīgam cilvēka domāšanas principam – idejai par vienīgo pareizo lēmumu, uzvedības veidu, un tas atbilst zinātniskiem priekšstatiem par viennozīmīgu lineāri stabilu pasauli. Lineārā pasaulē, ņemot vērā sākotnējos apstākļus, ir viena pareiza kustības trajektorija uz vienu stabilu stacionāru stāvokli.

### **Ceļā uz nelineāras pasaules izpratni**

Pirmo novirzi 20. gadsimta sākumā izdarīja relativitātes teorija un kvantu mehānika ar to nenoteiktības principu un varbūtības jēdzieniem. Joprojām bija cerība, ka nenoteiktība un relativitāte attiecas tikai uz kosmiskajiem ātrumiem un mikropasaules parādībām un ka reālā cilvēka mērogā visi lineārie jēdzieni ir derīgi. Tomēr nelineārās dinamikas attīstība ir parādījusi, ka nenoteiktība un relativitāte pastāv arī cilvēka dimensijās (*Riznichenko et al., 2009*). Nelineārā zinātne pretstata lineāras un nepārprotamas idejas par dabas procesiem ar daudz sarežģītākām un neviennozīmīgākām idejām, kas prasa rūpīgu izpēti, šaubas un pārdomas katrā konkrētajā gadījumā. Neskatoties uz jebkādu vispārīgu spriedumu relativitāti, ir jāsamierinās ar acīmredzamo faktu, ka pasaule ir vairāk sarežģīta nekā vienkārša. Iepriekš uzskaitītie vienkāršie un skaidrie lineārās domāšanas postulāti tiek pretstatīti šādiem “nelineārajiem” iebildumiem (*Trubetskov, 2015; Kohr, 1967*).

1. Visus procesus dzīvajā dabā un lielāko daļu procesu nedzīvajā dabā apraksta ar nelineāriem vienādojumiem. Tas ir saistīts ar faktu, ka dzīvās sistēmas ir atvērtas matērijā un enerģijā un ir izņemtas no termodinamiskā līdzsvara.

2. Stacionārā režīma raksturs nelineārā sistēmā ir atkarīgs no nelinearitātes veida, sistēmas un tās vides parametriem un sākotnējiem nosacījumiem. Sistēmā galīgais stāvoklis ir atkarīgs no tā sākotnējā stāvokļa. Pie vēlāmā rezultāta nav iespējams nonākt ne no kādiem sākotnējiem nosacījumiem. Tāpēc vispirms ir jāmaina daži ārējie un iekšējie parametri, piemēram, jāiegūst atbilstoša izglītība un jāpārceļas uz citu pilsētu. Tajā pašā laikā iespēju daudzveidība novērš viennozīmīgas attīstības paradigmas fatālismu un dod iespēju izvēlēties telpas platību, kas ir vēlama.

3. Sistēmas stabilitāte pret nelielām novirzēm nav vispārēja īpašība. Nelineārās sistēmās ir zonas, kurās sistēma kļūst ārkārtīgi jutīga pret nelielām ārējām ietekmēm. Tas tiek definēts kā bifurkācijas robežas, kuru dažādās pusēs sistēmai ir kvalitatīvi atšķirīga uzvedība. Vēsturiskās bifurkācijas situācijās indivīdu loma kļūst īpaši svarīga. Šo modeli Plehanovs atzīmēja gadsimta sākumā.

4. Nelineārās sistēmās viennozīmīga parametru identifikācija parasti nav iespējama. Šis apstāklis ļoti ierobežo zinātnes iespējas. Mēs varam piedāvāt tikai vienu no iespējamajiem modeļu variantiem, kas varētu noteikt novēroto seku kopumu. Sekas nevar skaidri norādīt cēloni. Tā vietā, lai meklētu mūsu postošās valsts vainīgos, mums vajadzētu koncentrēt savus spēkus uz konstruktīvu izejas meklēšanu no esošās situācijas un pāreju uz citu jomu.

5. Nelineārajās sistēmās “pudeles kakla”, “Ariadnes pavediena” princips diemžēl ne vienmēr ir spēkā. Vispārīgie principi nelineāro sistēmu vadīšanai, atšķirībā no lineārajām, vēl nav atrasti. Rezumējot, visas sarežģītas sistēmas satur īpašības, un tās var aprakstīt, izmantojot nelineārus dabiskos modeļus: ierobežotus risinājumus, oscilācijas un vairākus režīmus, kvazistohastisku telpisko un laika uzvedību. Ideju par nelineāru pasauli īpaši viegli pieņēma bioloģija, kas nekad nebija īsti pieņēmusi lineāro paradigmu. Dzīvo sistēmu individualitāte un daudzveidība un bioloģisko eksperimentu rezultātu neproducējamība ir pārāk acīmredzama.

### Sistemanalīze

Ceļā uz lineārās un nelineārās pasaules formalizēšanu un izpratni, promocijas darba autore aplūko sistēmu jēdzienu un sistēmu domāšanu. **Sistēma ir vienība, kas savu daļu mijiedarbības rezultātā var saglabāt savu eksistenci un funkcionēt kopumā.** Nesaistītu daļu kopums neveido sistēmu, bet ir vienkārši “kaudze”. Sistēmai ir funkcija, robežas, hierarhija un struktūra (17.1.tabula). Visām sistēmām ir mērķis, piemēram, vēlamais stāvoklis, pat ja šis mērķis ir vienkārši pašsaglabāšanās, izdzīvošana. Šo īpašību rezultātā sistēmai ir radušās vai radušās īpašības, kuru nav nevienai no daļām. Izjaucot sistēmu daļās un analizējot katru no tām, nebūs iespējams paredzēt visas sistēmas īpašības. Vienīgais veids, kā uzzināt, kas ir sistēma, ir likt sistēmai darboties. Sistēma nodrošina pašsaglabāšanos caur detaļu un to skaita mijiedarbību. Tāpēc sistēmas var būt sarežģītas vai vienkāršas visos sistēmas parametros. Izmaiņu pēkšņums ietekmē to, cik gluda sistēma darbojas un kā tā uzvedas īpašos apstākļos. Sistēmas elementu savienojamība izraisa to uzvedības modeļus, nespēju veikt mērķtiecīgas izmaiņas un blakusparādību klātbūtni.

17.1.tabula/ *Table 17.1.*

### Sistēmas galvenie parametri/ *The main parameters of system*

Parameteri	Sistēma	Konglomerāts
Funkcija	Savstarpēji savienotās daļas darbojas kā veselums	Atšķirīgu apakšsistēmu kolekcija
Robežas	Īpašības mainās, ja kaut kas tiek noņemts vai pievienots	Īpašības var nemainīties, ja kaut kas tiek noņemts vai pievienots
Ierarhija	Izkārtojuma, apakšsistēmu relatīvajam novietojumam ir izšķiroša nozīme	Apakšsistēmu atrašanās vieta nav kritiska
Mērķis	Daļas ir savstarpēji saistītas un darbojas kopā, lai sasniegtu mērķi	Daļas nav savstarpēji savienotas un var darboties atsevišķi
Struktūra	Sistēmas uzvedība ir atkarīga no struktūras	Uzvedība ir atkarīga no priekšmetu lieluma un skaita

*Avots: autores veidota*

Sistēmiskā domāšana ir nelineāra – tā notiek ciklos, cilpās un kontūrās. Visas sistēmas daļas ir tieši vai netieši saistītas, un tāpēc izmaiņas vienā daļā rada izmaiņu viļņus, kas sasniedz visas pārējās daļas. Šīs daļas arī mainās, un šī procesa viļņi galu galā sasniedz to daļu, kurā pārmaiņas sākās, un tai būs jāreaģē uz šo jauno ietekmi. Tādējādi izmaiņas atgriežas sākuma punktā modificētā formā, un tas rada atgriezeniskās saites cilpu. Atgriezeniskās saites esamība ir neatņemama sistēmas īpašība – ja nav atgriezeniskās saites, nav sistēmas. Ir divi galvenie atsauksmju veidi:

- atgriezeniskās saites pastiprināšana – kad sistēmas stāvokļa izmaiņas kalpo kā signāls sākotnējo izmaiņu nostiprināšanai, citiem vārdiem sakot, sistēma nodrošina lielākas izmaiņas tajā pašā virzienā;

- līdzsvarošanas atgriezeniskā saite – kad sistēmas stāvokļa izmaiņas kalpo kā signāls sākt kustēties pretējā virzienā, lai atjaunotu zaudēto līdzsvaru.

Atgrieziniska saite nodrošina cēloņu un seku attiecību ķēdes, kurās katra darbība ietekmē nākamo. Cēloņu un seku attiecības veido apburto loku: tas, kas bija cēlonis no viena viedokļa, kļūst par sekām no cita viedokļa. Laika gaitā cēlonis vienmēr ir pirms sekas. Sistēmiskā domāšana atklāj trīs galvenos nepareizos priekšstatus par cēloņu un seku attiecību būtību (*Trubetskov, 2015; Janzing, 2019*).

Pirmais nepareizs uzskats ir tāds, ka cēlonis un sekas ir atdalāmi, sekas nāk pēc cēloņa.

Cēloņiem un sekām ir atšķirīga nozīme, taču atkarībā no skatpunkta tie var attiekties uz vienu un to pašu notikumu un nozīmēt vienu un to pašu. Ja kustība iet pa apli, tad tas, kas ir pirmais un kas pēc tam, ir atkarīgs no tā, kur mēs sākam.

Otrs maldīgs priekšstats ir tāds, ka laikā un telpā sekas seko uzreiz pēc cēloņa. Sistēmā vienmēr ir aizkave, un efekts var parādīties citā tās daļā. Strādājot ar sistēmām, jābūt gatavam tam, ka sekas būs tālu laikā un telpā. Izmantojot sistēmas pieeju, izmaiņu skaidrojums nav kāds atsevišķs cēlonis, bet gan sistēmas struktūra un tajā esošo faktoru attiecības. Sistēmas slēptās struktūras izpratnes atslēga ir sistēmas modelis vai stabila attēla atkārtošana.

Trešais nepareizais uzskats ir tāds, ka ietekme ir proporcionāla cēlonim. Šis apgalvojums attiecas uz materiāliem objektiem. Dzīvās sistēmās cēloņu un seku attiecības var būt pārsteidzošas, un sīkas izmaiņas var izraisīt liela mēroga katastrofas. Dažkārt darbība neizraisa sekas, jo sistēmai ir uztveres sliekšnis.

### **Sociāli ekonomiskā sistēma**

Pētījums par atvērtām sociāli ekonomiskajām sistēmām, kurām ir jāsadarbojas ar savu vidi, lai izdzīvotu, ir pazīstama kā sistēmu teorijas pieeja. Atvērto sistēmu pieeju aizsāka Katz un Kāns, kuri vispārējo sistēmu teoriju pielāgoja organizācijas uzvedībai (*Bertalanffy, 1950; Katz, Kahn, 1978; Broom, 2006*). Šī pieeja nosaka organizācijas sistēmu uzvedību, caurlaidspējas, izvades un atgriezeniskās saites ciklus starp sistēmu un tās ārējo vidi. Sistēmas saņem ievadi no savas vides informācijas un enerģijas veidā. Pēc tam sistēmas iekšēji apstrādā ieejošās plūsmas, ko sauc par caurlaidspēju, un izvada izjošo plūsmu vidē, cenšoties atjaunot līdzsvaru vidē. Pēc tam sistēma meklē atgriezenisko saiti, lai noteiktu, vai rezultāts bija efektīvs līdzsvara atjaunošanā. Sistēmas pieeja koncentrējas uz līdzekļiem, ko izmanto, lai atbalstītu organizācijas izdzīvošanu, un uzsver ilgtermiņa mērķus, nevis uz mērķiem balstītās pieejas īstermiņa mērķus. Teorētiski sistēmas var uzskatīt gan par atvērtām, gan slēgtām. Atvērtās sistēmas apmainās ar informāciju, enerģiju vai resursiem ar savu vidi, savukārt slēgtās sistēmas to nedara. Faktiski, tā kā neviena sociālā un ekonomiskā sistēma nevar būt pilnībā slēgta vai atvērta, tās parasti sauc par relatīvi slēgtām vai relatīvi atvērtām. Atšķirību starp slēgtajām un atvērtajām sistēmām nosaka jutības līmenis pret ārējo vidi. Slēgtās sistēmas ir nejutīgas pret vides izmaiņām, savukārt atvērtās sistēmas reaģē uz izmaiņām vidē (*Bauer, 2002; Podolinsky, 2004*). Sistēmas pieeja ir ārējs standarts, kas mēra veiktspēju, pamatojoties uz ilgtermiņa izaugsmi vai ilgtspējību. Efektīvas sistēmas raksturo līdzsvara stāvoklis, ko sistēmu teorētiķi sauc par homeostāzi (*Buckley, 1967*). Ja organizācija spēj uzturēt homeostāzi, kas ir patstāvībsu un pastāvības saglabāšana un ietver ne tikai izdzīvošanu, bet arī izaugsmi, tad tā ir efektīva. Šī perspektīva ir plašāka un visaptverošāka nekā uz mērķiem balstītā pieeja, jo tā neaprobežojas tikai ar snieguma mērīšanu kā spēcīgu iekšējo koalīciju definētu mērķu sasniegšanu, kas var būt vai nebūt labvēlīgi visai organizācijai. Saskaņā ar sistēmu teoriju, visefektīvākās organizācijas pielāgojas savai videi. Pfeffers un Salančiks (*Pfeffer, Salancik, 2015*) raksturoja vidi kā notikumus, kas notiek pasaulē un kam ir zināma ietekme uz organizācijas darbību un rezultātiem. Organizācijām, kas pastāv dinamiskā vidē, ir jābūt atvērtām sistēmām, lai uzturētu homeostāzi. Tā kā dinamiskā vide pastāvīgi mainās, tas rada lielu nenoteiktību par to, kas organizācijai ir jādara, lai izdzīvotu un augtu. Galvenais, lai tiktu galā ar nenoteiktību, ir informācija.



## 17.pielikuma turpinājums/ *Continuation of Annex 17*

Atvērta organizācija uzrauga savu vidi un apkopo informāciju par vides izmaiņām, kas tiek atzīmēta kā ievade. Ievadi var uzskatīt arī par atgriezeniskās saites veidu. Pēc sistēmu teorētiku domām, vissvarīgākā informācija ir negatīva informācija, jo šī informācija brīdina organizāciju par problēmām, kuras ir jālabo. Negatīvie dati norāda sistēmai, ka tā dara kaut ko nepareizi un ka tai ir jāveic korekcijas, lai novērstu problēmu. Pozitīva ievade norāda sistēmai, ka tā kaut ko dara pareizi, un ka tai ir jāturpina vai jāpaplašina šī darbība. Pēc tam sistēmas organizē un apstrādā šo informāciju, lai formulētu lēmumus vai atbildes uz šīm izmaiņām. Kā atzīmēja Broms (*Brom, 2006*), atvērtās sistēmas izmanto informāciju, lai reaģētu uz vides izmaiņām un attiecīgi pielāgotos. Pielāgojumi ietekmē visus sistēmas parametrus. Korekcijas ir paredzētas, lai samazinātu, saglabātu vai palielinātu novirzes. Kad informācija tiek pārraidīta, sistēma to analizē un stratēģiski pielāgo atbilstoši sistēmas mērķiem, vērtībām un attiecību kontekstam. Nelineārā dinamika ir viena no modernākajām un daudzsološākajām ekonomikas teorijas jomām. Izstrādāto matemātisko metožu, galvenokārt topoloģisko un diferenciālģeometrisko, plaši izplatītā izmantošana ļauj iegūt nozīmīgus kvalitatīvus rezultātus, kas precīzē un ļauj prognozēt ekonomiskās sistēmas uzvedības raksturu. Matemātiskajā ekonomikā ir divi principiāli atšķirīgi modeļu konstruēšanas veidi: līdzsvara un dinamiskais. Pirmā pieeja ir diezgan labi attīstīta un plaši atspoguļota literatūrā. Tās būtība ir atrast un pētīt līdzsvara stāvokli, ko sistēma sasniedz, ieviešot optimālu, noteiktā nozīmē režīmu. Dinamiskās analīzes galvenais punkts ir pieņēmuma par vienota līdzsvara esamības noraidīšana (*Brock, 2001*).

**Ilgspējīgas attīstības monitoringa modeļa (IAMM) rādītāju minimālā kopa  
/ The minimal set of the sustainable development monitoring model (SDMM) indicators**

<b>Nr. p.k.</b>	<b>Rādītājs</b>	<b>Indicators</b>	<b>Apzīm./ Design</b>	<b>Mērv./ units</b>
1.	Pilna gala patēriņa jauda, sistēmas apjoms, vajadzības	Full final consumption power, system size, needs	N1	W
2.	Lietderīgā jauda, sistēmas iespējas, inovāciju līmenis	Useful power, system capabilities, level of innovation	P1	W
3.	Gala patēriņa jaudas zudumi, sistēmas zaudētās iespējas, ietekme uz vidi	Final consumption power losses, lost opportunities, impact on the environment	G1	W
4.	Tehnoloģiskā efektivitāte	Technological efficiency	F1	%
5.	Vides kvalitāte	Environmental quality	Q1	%
6.	Elektrības gala patēriņa daļa no gala patēriņa	Final electricity consumption share of final consumption	E1	%
7.	Ekoloģiskā pēda	Ecological footprint	FOOT	W
8.	Gala patēriņa jauda uz 1 iedz.	Final consumption power per capita	D1	W
9.	Elektrības gala patēriņa jauda uz 1 iedzīvotāju	Electricity final consumption power per inhabitant	D1-E	W
10.	Lietderīgā jauda uz 1 iedzīvotāju	Useful power per capita	U1	W
11.	Produktivitāte uz 1 nodarbināto	Productivity	PHPE	W
12.	Dzīves kvalitāte uz 1 iedzīvotāju	Quality of life	QoLE	W

*Avots: autores veidots*