

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte
Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte
Ekonomikas un finanšu institūts



Mg. Aleksandra Rizojeva-Silava

Promocijas darbs

LATVIJAS PIENA LOPKOPIBAS ATTĪSTĪBAS PROGNOZĒŠANA

***DEVELOPMENT PROJECTIONS OF THE LATVIAN DAIRY
FARMING***

zinātnes doktora grāda

(Ph. D.) sociālajās zinātnēs

iegūšanai

Promocijas darba vadītāja

Asoc. prof., Dr. oec. Sandija Zēverte-Rivža

Promocijas darba autore

Mg. Aleksandra Rizojeva-Silava

Jelgava

2026

ANOTĀCIJA

Aleksandra Rizojeva-Silava. Promocijas darbs “Latvijas piena lopkopības attīstības prognozēšana”.

Situācijas izpēte un novērtējums kalpoja par pamatu promocijas darba **hipotēzes** formulēšanai: Latvijas piena lopkopības specifikai pielāgota modeļa izmantošana ļauj izstrādāt un izvērtēt iespējamās nozares attīstības scenārijus, kas atspoguļo modernizācijas un politikas pasākumu ietekmi piena ražošanas struktūrā un produktivitātē.

Atbilstoši izvirzītajai hipotēzei tika noformulēts promocijas darba **mērķis** – izstrādāt Latvijas piena lopkopības attīstības scenārijus, izmantojot AGMEMOD modeli.

Pētījuma mērķa sasniegšanai formulēti šādi darba **uzdevumi**:

1. analizēt prognozēšanas modeļu pielietojuma iespējas lauksaimniecības nozarē, īpaši akcentējot to piemērotību nozarēm, kuras raksturo augsta ārējās vides nenoteiktība;
2. izvērtēt ES un Latvijas normatīvo regulējumu, kas ietekmē Latvijas piena ražošanu, pārstrādi un tirgus organizāciju;
3. analizēt piena lopkopību Eiropas Savienības (ES), kā arī tās attīstības tendences Baltijas valstīs;
4. pielāgot un piemērot AGMEMOD prognozēšanas modeli Latvijas piena lopkopības datiem, izmantojot aktuālu un precīzu ievaddatu kopumu;
5. izstrādāt un izvērtēt piena lopkopības attīstības scenārijus, kas pamatojas uz nozares modernizācijas un politikas attīstības virzieniem.

Promocijas darba struktūra veidota atbilstoši darba uzdevumiem, to veido četras nodaļas ar apakšnodaļām.

Pirmajā nodaļā izpētīti lauksaimniecības prognozēšanas teorētiskie aspekti un to attīstības tendences, sākot no agrīnajām metodēm līdz mūsdienu ekonometriskajiem un sistēmdinamikas modeļiem. Analizēta prognozēšanas pieeju evolūcija, kā arī lauksaimniecības nozarē izmantojamo modeļu struktūra, lietojums un nozīme politikas lēmumu pieņemšanā.

Otrajā nodaļā aplūkots ES un Latvijas normatīvais regulējums, kas tieši un netieši ietekmē piena lopkopību. Analizēta stratēģisko dokumentu, likumu un citu normatīvo aktu ietekme uz piena ražošanu, pārstrādi un tirgus organizāciju, akcentējot politikas nozīmi nozares stabilitātes nodrošināšanā.

Trešajā nodaļā raksturota Latvijas piena lopkopība un veikta salīdzinošā analīze Baltijas valstu un ES kontekstā. Izvērtētas galvenās ražošanas tendences, kā arī identificētas strukturālās atšķirības.

Ceturtajā nodaļā veikta AGMEMOD modeļa pielāgošana Latvijas piena lopkopības datiem, izvērtēti un pielāgoti atsevišķie vienādojumi, kā arī izstrādāti scenāriji, lai prognozētu nozares attīstību līdz 2032. gadam. Izstrādāti un salīdzināti divi scenāriji, analizējot to ietekmi uz izslaukuma, ganāmpulka un kopējās ražošanas dinamiku.

Promocijas darba noslēgumā formulēti galvenie secinājumi, definētas problēmas un izvirzīti priekšlikumi to risināšanai.

Promocijas darba apjoms zinātnes grāda iegūšanai ir 147 lappuses. Darbā ir 27 tabulas, 45 attēli, 4 pielikumi, izmantoti 365 informācijas avoti, tostarp gan Latvijas, gan starptautiskie avoti.

ANNOTATION

Aleksandra Rizojeva-Silava. PhD thesis: “Development projections of the Latvian dairy farming”.

The research and evaluation of the situation provided the basis for formulating the **hypothesis** of the thesis: the use of a model tailored to the specific characteristics of Latvian dairy farming enables the development and assessment of alternative sectoral scenarios, reflecting the impacts of modernisation processes and policy measures on the structure and productivity of dairy production.

The **objective** of the doctoral thesis is to develop development scenarios for Latvian dairy farming using the AGMEMOD model.

To achieve the set objective, the **tasks** are formulated as follows:

1. to analyse the potential of forecasting models in the agricultural sector, with particular emphasis on their suitability for sectors characterised by a high degree of uncertainty in the external environment;
2. to assess European Union (EU) and Latvian regulatory frameworks affecting milk production, processing, and market organisation in Latvia;
3. to analyse dairy farming in the EU and its development trends in the Baltic states;
4. to adapt and apply the AGMEMOD model to Latvian dairy data using an up-to-date input dataset; and
5. to develop and evaluate scenarios for dairy farming based on modernisation pathways and policy developments.

The thesis structure is organized according to the tasks and consists of four chapters with subchapters.

The first chapter examines the theoretical aspects of agricultural projections and their development trends, ranging from early methods to contemporary econometric and system dynamics models. The evolution of projection approaches is analysed, as well as the structure, application, and role of models used in the agricultural sector in policy decision-making.

The second chapter examines the regulatory framework of the EU and Latvia that directly and indirectly affects the dairy farming. The impact of strategic documents, laws, and other regulatory acts on milk production, processing, and market organisation is analysed, emphasising the role of policy in ensuring sector stability.

The third chapter characterises the Latvian dairy farming and provides a comparative analysis in the context of the Baltic states and the EU. The main production trends are assessed, and structural differences are identified.

The fourth chapter presents the adaptation of the AGMEMOD model to data from the Latvian dairy farming, including the evaluation and adjustment of individual equations, as well as the development of scenarios to project sector development up to 2032. Two scenarios are developed and compared, analysing their impact on milk yield, herd size, and total production dynamics.

In the concluding part of the doctoral dissertation, the main conclusions are formulated, key problems are identified, and proposals for their solution are put forward.

The doctoral dissertation submitted for the award of a scientific degree comprises 147 pages. The dissertation includes 27 tables, 45 figures, 4 appendices, and references 365 information sources, including both Latvian and international sources.

ZUSAMMENFASSUNG

Aleksandra Rizojeva-Silava. Doktorarbeit “Prognose zur Entwicklung der Milchviehhaltung in Lettland”.

Die Untersuchung und Bewertung der Situation diente als Grundlage für die Formulierung **der Hypothese** der Doktorarbeit: Die Verwendung eines an die Besonderheiten der Milchviehhaltung in Lettland angepassten Modells ermöglicht es, mögliche Entwicklungsszenarien für den Sektor zu entwickeln und zu bewerten, die den Einfluss von Modernisierungs- und Politikmaßnahmen auf die Struktur und Produktivität der Milchproduktion widerspiegeln.

Entsprechend der aufgestellten Hypothese wurde **das Ziel** der Doktorarbeit formuliert: Entwicklung von Szenarien für die Entwicklung der Milchviehhaltung in Lettland unter Verwendung des AGMEMOD-Modells.

Um das Ziel der Studie zu erreichen, wurden folgende **Aufgaben** formuliert:

1. Analyse der Anwendungsmöglichkeiten von Prognosemodellen in der Landwirtschaft, mit besonderem Schwerpunkt auf ihrer Eignung für Sektoren, die durch eine hohe Unsicherheit des externen Umfelds gekennzeichnet sind;
2. Bewertung der Rechtsvorschriften der Europäischen Union (EU) und Lettlands, die sich auf die Milchproduktion, -verarbeitung und -vermarktung in Lettland auswirken;
3. Analyse der Milchviehhaltung in der EU sowie ihrer Entwicklungstendenzen in den baltischen Staaten;
4. Anpassung und Anwendung des AGMEMOD-Prognosemodells an die Daten der lettischen Milchviehhaltung unter Verwendung aktueller und genauer Eingabedaten;
5. Entwicklung und Bewertung von Szenarien für die Entwicklung der Milchviehhaltung auf der Grundlage der Modernisierung der Branche und der politischen Entwicklungstendenzen.

Die Struktur der Doktorarbeit entspricht den Aufgaben der Arbeit und besteht aus vier Kapiteln mit Unterkapiteln.

Im ersten Kapitel werden die theoretischen Aspekte der Agrarprognosen und ihre Entwicklungstendenzen untersucht, angefangen von den frühen Methoden bis hin zu den heutigen ökonometrischen und systemdynamischen Modellen. Es werden die Entwicklung der Prognoseansätze sowie die Struktur, die Anwendung und die Bedeutung der in der Landwirtschaft verwendeten Modelle für die politische Entscheidungsfindung analysiert.

Im zweiten Kapitel werden die Rechtsvorschriften der EU und Lettlands behandelt, die sich direkt und indirekt auf die Milchviehhaltung auswirken. Es wird der Einfluss strategischer Dokumente, Gesetze und anderer Rechtsvorschriften auf die Milchproduktion, -verarbeitung und -marktorganisation analysiert, wobei die Bedeutung der Politik für die Gewährleistung der Stabilität des Sektors hervorgehoben wird.

Im dritten Kapitel wird die Milchviehhaltung in Lettland beschrieben und eine vergleichende Analyse im Kontext der baltischen Staaten und der EU durchgeführt. Die wichtigsten Produktionstrends werden bewertet und strukturelle Unterschiede identifiziert.

Im vierten Kapitel wird das AGMEMOD-Modell an die Daten der lettischen Milchviehhaltung angepasst, einzelne Gleichungen werden bewertet und angepasst und es werden Szenarien entwickelt, um die Entwicklung des Sektors bis 2032 zu prognostizieren. Es wurden zwei Szenarien entwickelt und verglichen, wobei deren Auswirkungen auf die Milchleistung, den Viehbestand und die Gesamtproduktionsdynamik analysiert wurden.

Am Ende der Doktorarbeit werden die wichtigsten Schlussfolgerungen formuliert, Probleme definiert und Vorschläge zu deren Lösung unterbreitet.

Die Doktorarbeit umfasst 147 Seiten. Sie enthält 27 Tabellen, 45 Abbildungen, 4 Anhänge und stützt sich auf 365 Informationsquellen, darunter sowohl lettische als auch internationale Quellen.

SATURS / CONTENTS

INFORMĀCIJA PAR PUBLIKĀCIJĀM UN ZINĀTNISKI PĒTNIECISKO DARBU / <i>INFORMATION ON RESEARCH PAPERS AND SCIENTIFIC WORK</i>	6
TABULU SARAKSTS / <i>LIST OF TABLES</i>	9
ATTĒLU SARAKSTS / <i>LIST OF FIGURES</i>	10
ABREVIATŪRU UN AKRONĪMU SKAIDROJUMS / <i>EXPLANATION OF ABBREVIATIONS ACRONYMS</i>	13
IEVADS / <i>INTRODUCTION</i>	14
1. LAUKSAIMNIECĪBAS PROGNOZĒŠANAS TEORĒTISKIE ASPEKTI / <i>THEORETICAL ASPECTS OF AGRICULTURAL FORECASTING</i>	19
1.1.Lauksaimniecības modelēšanas vēsturiskā attīstība / <i>Historical development of agricultural modelling</i>	19
1.2.Lauksaimniecības modeļi un AGMEMOD modeļa pielietojums / <i>Agricultural models and the application of the AGMEMOD model</i>	23
1.3.Piena lopkopība un tās attīstības dinamiku ietekmējošie kompleksie faktori / <i>Dairy farming and complex factors influencing its dynamics</i>	34
Pirmās nodaļas satura kopsavilkums / <i>Summary of the content of first chapter</i>	41
2. PIENA LOPKOPĪBAS POLITIKAS UN NORMATĪVĀ REGULĒJUMA IETVARŠ / <i>DAIRY FARMING AND REGULATORY FRAMEWORK</i>	43
2.1.ES politikas un normatīvā regulējuma principi piena lopkopībā / <i>Principles of EU dairy farming policy and regulation</i>	43
2.2.Latvijas piena lopkopības plānošanas dokumenti un normatīvais ietvars / <i>Latvian dairy farming planning documents and regulatory framework</i>	52
2.3.Starptautiskais konteksts un tā ietekme uz Latvijas piena lopkopību / <i>International context and its impact on Latvian dairy farming</i>	60
Otrās nodaļas satura kopsavilkums / <i>Summary of the content of second chapter</i>	62
3. LATVIJAS PIENA LOPKOPĪBAS NOZARES STRUKTŪRA UN ATTĪSTĪBAS TENDENCES BALTIJAS UN ES KONTEKSTĀ / <i>STRUCTURE AND DEVELOPMENT TRENDS OF LATVIAN DAIRY FARMING IN THE BALTIC AND EU CONTEXT</i>	64
3.1. Piena lopkopības attīstību raksturojošo rādītāju analīze / <i>Analysis of indicators of dairy farming development</i>	65
3.2.Piena cenas Baltijas valstīs: analīze un tendences / <i>Milk prices in the Baltic states: analysis and trends</i>	74
3.3.Augu izcelsmes piena alternatīvas / <i>Plant-based milk alternatives</i>	79
3.4.Klasteru identificēšana piena lopkopībā ES / <i>Identifying clusters in dairy farming in the EU</i>	81
Trešās nodaļas satura kopsavilkums / <i>Summary of the content of the third chapter</i>	89
4. METODOLOĢIJA UN REZULTĀTI LATVIJAS PIENA LOPKOPĪBAS SCENĀRIJU MODELĒŠANĀ / <i>METHODOLOGY AND RESULTS OF LATVIAN DAIRY FARMING SCENARIO MODELLING</i>	92

4.1. AGMEMOD datubāzes papildināšana, vienādojumu pielāgošana un scenāriju izveide/ <i>AGMEMOD database update equation adjustment and scenario development</i>	97
4.2. Cenas dinamika un korekcijas AGMEMOD modelī / <i>Price dynamics and adjustments of AGMEMOD model</i>	111
4.3. Iegūto scenāriju validācija, piemērojot TOPSIS metodi / <i>Validation of the resulting scenarios using the TOPSIS method</i>	114
Ceturtais nodaļas saturs kopsavilkums / <i>Summary of the content of the fourth chapter</i>	118
GALVENIE SECINĀJUMI / <i>MAIN CONCLUSIONS</i>	120
PROBLĒMAS UN TO RISINĀJUMI / <i>PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS</i>	123
BIBLIOGRĀFISKO UN INFORMĀCIJAS AVOTU SARAKSTS / <i>LIST OF BIBLIOGRAPHICAL AND INFORMATION SOURCES</i>	125
PIELIKUMI / <i>ANNEXES</i>	148

INFORMĀCIJA PAR PUBLIKĀCIJĀM UN ZINĀTNISKI PĒTNIECISKO DARBU / INFORMATION ON RESEARCH PAPERS AND SCIENTIFIC WORK

Maģistre Aleksandra Rizojeva-Silava promocijas darbu "Latvijas piena lopkopības attīstības prognozēšana" ir izstrādājusi laikposmā no 2017. līdz 2025. gadam Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes asoc. profesores, Dr. oec. Sandijas Zēvertes-Rivžas zinātniskajā vadībā.

Pētījuma rezultāti publicēti astoņos rakstos starptautiskajos zinātniskajos un Latvijas Zinātnes padomes atzītos nacionālajos zinātniskajos izdevumos, kā arī viena publikācija pieņemta publicēšanai.

1. Rizojeva-Silava A., Zeverte-Rivza S. (2026). Integrated scenario modelling and multi-criteria evaluation of Latvia's milk production development until 2032. *Dairy*, 7, 13. DOI: 10.3390/dairy7010013.
2. Rizojeva-Silava A., Zeverte-Rivza S. (2025). Development of the dairy sector in Latvia: AGMEMOD scenario analysis. Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes zinātniskā žurnāla *Rural Sustainability Research*; pieņemts publicēšanai.
3. Rizojeva-Silava A., Zeverte-Rivza S. (2025). Cluster analysis of the dairy sector in Europe. In: *Proceedings of Annual 31st International Scientific Conference Research for Rural Development 2025*. DOI: 10.22616/RRD.31.2025.067, indeksēts **SCOPUS**.
4. Rizojeva-Silava A., Zeverte-Rivza S. (2023). Impact of Russia-Ukraine war on dairy sector in the Baltic States. In: *Proceedings of 10th SWS International Scientific Conference on Social Sciences - ISCSS 2023*. DOI: 10.35603/sws.iscss.2023/s03.17
5. Rizojeva-Silava A., Zeverte-Rivza S. (2022). Sector analysis of dairy sector in the Baltic States using AGMEMOD model baseline validation. In: *Proceedings of 21st International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT, Jelgava, Latvia, May 25-27, 2022*. DOI: 10.22616/ERDev.2022.21.TF259, indeksēts **SCOPUS**.
6. Rizojeva-Silava A., Zeverte-Rivza S., Rivza P. (2021). Analysis and outlook of dairy sector in Baltic States. In: *Proceedings of 20st International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT, Jelgava, Latvia, May 26-28, 2021*. DOI: 10.22616/ERDev.2021.20.TF225, indeksēts **SCOPUS**.
7. Rizojeva-Silava A., Zeverte-Rivza S. (2020). Trends in dairy sector in Baltic countries. In: *Proceedings of 19st International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT, Jelgava, Latvia, May 20-22, 2020*. DOI: 10.22616/ERDev.2020.19.TF552, indeksēts **SCOPUS**.
8. Rizojeva-Silava A., Zeverte-Rivza S., Rivza B. (2018). Trends in dairy sector in Latvia. In: *Proceedings of 5th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2018*. DOI: 10.5593/sgemsocial2018/1.4/S04.122.
9. Rizojeva-Silava A., Zeverte-Rivza S., Pilvere I. (2018). Agriculture modelling in the European Union. In: *PROCEEDINGS OF THE 2018 INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE - ECONOMIC SCIENCES FOR AGRIBUSINESS AND RURAL ECONOMY, NO 2, 2018*. DOI: 10.22630/ESARE.2018.2.4, indeksēts **Web of Science**.

Par pētījuma rezultātiem ziņots desmit konferencēs:

1. Rizojeva-Silava A. (2025). Cluster analysis of the dairy sector in Europe. Annual 31st International Scientific Conference "Research for Rural Development 2025", Jelgava, Latvia, 2025. gada 15. maijs.
2. Zeverte-Rivza S. (2023). Impact of Russia-Ukraine war on dairy sector in the Baltic States. 10th SWS International Scientific Conference on Social Sciences-ISCSS, Bulgaria, Albena, 2023. gada 20.-25. augusts.

3. Rizojeva-Silava A. (2022). Sector analysis of dairy sector in the Baltic States using AGMEMOD model baseline validation. 21st International Scientific Conference “ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT”, Jelgava, Latvia, 2022. gada 26. maijs.
4. Rizojeva-Silava A. (2021). Analysis and outlook of dairy sector in Baltic States. 20th International Scientific Conference “ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT”, Jelgava, Latvia, 2021. gada 27. maijs.
5. Rizojeva-Silava A. (2020). Trends in dairy sector un Baltic countries. 19st International Scientific Conference “ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT”, Jelgava, Latvia, 2020. gada 21. maijs.
6. Rizojeva-Silava A. (2019). Legislation framework of dairy sector in the Latvia. 25th Annual International Conference “Research for Rural Development 2019”, Jelgava, Latvia, 2019. gada 15. – 17. maijs.
7. Zeverte-Rivza S. (2018). Trends in dairy sector in Latvia. 5th International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2018, Bulgaria, Albena, 2018. gada 24. augusts – 2. septembris.
8. Rizojeva-Silava A. (2018). Agriculture modelling in the European Union. International Scientific Conference pt. “Economic sciences for Agribusiness and Rural Economy”, Warsaw, Poland, 2018. gada 7.-8. jūnijs.
9. Rizojeva-Silava A. (2018). Tendencies in the dairy sector in Latvia. The International Conference of Young Scientists “Young scientists for Advance of Agriculture”, Vilnius, Lithuania, 2018. gada 15. novembris.
10. Rizojeva A. (2018). Lauksaimniecības modelēšana Eiropas Savienībā. IV Pasaules latviešu zinātnieku kongress, Rīga, Latvia, 2018. gada 18. – 20. jūnijs.

Dalība starptautiskos pētniecības projektos:

1. LBTU, projekts Z42 “Baltijas valstu piena nozares izvērtējums un tālākās attīstības prognozēšana” (2020. – 2023. gads).
2. LBTU, AF27 projekts Nr. 5.2.1.1.i.0/2/24/I/CFLA/002, AF27 “LBTU institucionālās kapacitātes stiprināšana izcilībai studijās un pētniecībā (ANM1)” (2025. gads).

Citas aktivitātes:

1. Dalība darbnīcā “AGMEMOD Training 2025”, kura norisinājās 2025. gada 17. – 20. jūnijā Vāgeningenas Sociālo un ekonomisko pētījumu centrā (*Wageningen Social & Economic Research*) Hāgā, Nīderlandē.
2. Dalība darbnīcā “AGMEMOD Training 2023”, kura norisinājās 2023. gada 20. – 24. novembrī Tīnena institūtā (*Thünen Institute*) Braunšveigā, Vācijā.

TABULU SARAKSTS / LIST OF TABLE

Nr.	Tabulas nosaukums	Lpp.
1.1. tabula / Table 1.1.	Lauksaimniecībā izmantotie modeļi / <i>Models used in agriculture</i>	27
1.2. tabula / Table 1.2.	AGMEMOD un LASAM modeļu salīdzinājums / <i>Comparison of the AGMEMOD and LASAM models</i>	29
1.3. tabula / Table 1.3.	AGMEMOD publikāciju analīzes tabula (“Scopus” datubāzē) / <i>Analysis of AGMEMOD-related publications (based on Scopus database)</i>	30
1.4. tabula / Table 1.4.	AGMEMOD datubāze: eksogēnie un endogēnie mainīgie / <i>AGMEMOD database: exogenous and endogenous variables</i>	34
1.5. tabula / Table 1.5.	Tehnoloģiskie risinājumi / <i>Technological solutions</i>	37
2.1. tabula / Table 2.1.	Eiropas zaļā kursa mērķi un to ietekme uz piena lopkopību / <i>European Green Deal objectives and their impact on the dairy farming</i>	45
2.2. tabula / Table 2.2.	Stratēģijas “No lauka līdz galdam” pasākumi un tiem atbilstošie normatīvie akti / <i>“From farm to fork” strategy measures and corresponding regulatory acts</i>	47
2.3. tabula / Table 2.3.	ES tiesiskais regulējums klimata pārmaiņu mazināšanai un tā ietekme uz piena lopkopību / <i>EU legal framework for climate change mitigation and its impact on dairy farming</i>	50
2.4. tabula / Table 2.4.	ES piena ražošanas nozares normatīvajos aktos noteiktie mērķi / <i>Objectives set by EU dairy legislation</i>	51
2.5. tabula / Table 2.5.	Stratēģijas rezultatīvie rādītāji (virsmērķis un starpposmu mērķi) / <i>Strategy performance indicators (overall objective and intermediate targets)</i>	57
2.6. tabula / Table 2.6.	Ministru Kabineta noteikumi piena lopkopībā atbilstoši piemērošanas jomām/ <i>Cabinet of Ministers regulations in the dairy farming by scope of application</i>	58
3.1. tabula / Table 3.1.	Piena ražošanas apjoms un gada pieauguma tempi Baltijas valstīs, tūkst. tonnu / <i>Milk production and annual growth rates in the Baltic states, thous. tonnes</i>	71
3.2. tabula / Table 3.2.	Piena iepirkuma cenu korelācija starp Baltijas valstīm, Vāciju un Poliju / <i>Correlation of raw milk purchase prices between the Baltic states, Germany and Poland</i>	76
3.3. tabula / Table 3.3	Amplitūdas (max–min) salīdzinājums 2015. un 2023. gadā / <i>Comparison of amplitude (max–min) between 2015 and 2023</i>	78
3.4. tabula / Table 3.4.	Govs piena un augu izcelsmes piena ietekmes uz vidi salīdzinājums uz 1 kg / <i>Comparison of the environmental impact of cow’s milk and plant-based milk per 1 kg</i>	80
3.5. tabula / Table 3.5.	Klasteranalīzei apkopoto datu klasifikācija rādītāju grupās un rādītājos / <i>Classification of data collected for cluster analysis into groups and indicators</i>	82
3.6. tabula / Table 3.6.	Rotētā komponentu slodžu matrica / <i>Rotated component loadings matrix</i>	85
3.7. tabula / Table 3.7.	Dispersionālā analīze (ANOVA) / <i>Analysis of Variance (ANOVA)</i>	86

Nr.	Tabulas nosaukums	Lpp.
3.8. tabula / <i>Table 3.8.</i>	Galīgie klasteru centri / <i>Final cluster centers</i>	86
4.1. tabula / <i>Table 4.1.</i>	PESTEL analīze / <i>PESTEL analysis</i>	96
4.2. tabula / <i>Table 4.2.</i>	AGMEMOD galvenie vienādojumu veidi / <i>AGMEMOD main equation types</i>	99
4.3. tabula / <i>Table 4.3.</i>	Relatīvā atšķirība starp scenāriju A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” un scenāriju “Baseline”, % / <i>Relative difference between scenario A “Targeted and Intensive Modernisation of Farms” and the “Baseline” scenario, %</i>	107
4.4. tabula / <i>Table 4.4.</i>	Relatīvā atšķirība starp scenāriju A2 “Ierobežota saimniecību modernizācija” un scenāriju “Baseline”, % / <i>Relative difference between scenario A2 “Limited Modernisation of Farms” and the “Baseline” scenario, %</i>	110
4.5. tabula / <i>Table 4.5.</i>	Vidējā izslaukuma salīdzināšana scenārijos / <i>Comparison of average milk yield across scenarios</i>	110
4.6. tabula / <i>Table 4.6.</i>	Lēmumu matrica ar reālajiem izejas datiem (pirms normalizācijas) / <i>Decision matrix with real outputs (before normalisation)</i>	116
4.7. tabula / <i>Table 4.7.</i>	TOPSIS analīzes kritēriju svara rādītāju apkopojums bāzes scenārijā / <i>Aggregation of TOPSIS Analysis Criterion Weight Indices in the Baseline Scenario</i>	116
4.8. tabula / <i>Table 4.8.</i>	TOPSIS metodes aprēķinu starprezultāti atbilstoši scenārijiem / <i>Intermediate results of TOPSIS method calculations according to the scenarios</i>	117

ATTĒLU SARAKSTS / LIST OF FIGURES

Nr.	Attēla nosaukums	Lpp.
1.1. att. / Fig. 1.1.	Prognozēšanas posmi / <i>Forecasting steps</i>	20
1.2. att. / Fig. 1.2.	Prognozēšanas metožu strukturēšana / <i>Structuring of forecasting methods</i>	21
1.3. att. / Fig. 1.3.	Lauksaimniecības prognozēšanas attīstības posmi laika gaitā / <i>The development stages of agricultural forecasting over time</i>	22
1.4. att. / Fig. 1.4.	Simulācijas modeļu klasifikācija / <i>Classification of simulation models</i>	24
1.5. att. / Fig. 1.5.	Zinātnieku tīkls AGMEMOD modeļa pētniecībā / <i>The scientific network in AGMEMOD model research</i>	31
1.6. att. / Fig. 1.6.	Vispārējās savstarpējās sakarības AGMEMOD modelī / <i>General interrelationships in the AGMEMOD model</i>	33
1.7. att. / Fig. 1.7.	Piena lopkopību ietekmējošo faktoru grupas / <i>Groups of factors affecting dairy farming</i>	35
1.8. att. / Fig. 1.8.	Piena lopkopības attīstību raksturojošie rādītāji / <i>Indicators characterizing the development of the dairy farming</i>	40
2.1. att. / Fig. 2.1.	ES un Latvijas normatīvo aktu attīstības hronoloģija, 2002.–2019. gads / <i>Chronology of the development of EU and Latvian legislation, 2002–2019</i>	53
2.2. att. / Fig. 2.2.	Plānošanas dokumentu ietekme uz piena lopkopību Latvijā: tiešā un pastarpinātā ietekme / <i>Planning documents affecting dairy farming in Latvia: direct and indirect impact</i>	54
2.3. att. / Fig. 2.3.	Uz Latvijas piena lopkopību attiecināmie likumi / <i>Laws applicable to the Latvian dairy farming</i>	59
3.1. att. / Fig. 3.1.	Lauksaimniecības produkcijas struktūra Baltijas valstīs un ES-27, 2021.–2023. gadā, % / <i>Agricultural production structure in the Baltic States and the EU-27, 2021–2023, %</i>	66
3.2. att. / Fig. 3.2.	Bāzes un ķēdes pieauguma tempi, %, slaucamo govju skaitam Latvijā, Lietuvā un Igaunijā 2007.–2022. gadā / <i>Base and chain growth rates (%) of the number of dairy cows in Latvia, Lithuania, and Estonia, 2007–2022</i>	66
3.3. att. / Fig. 3.3.	Slaucamo govju skaits (tūkst.) un vidējais izslaukums Baltijas valstīs (kg), 2004.–2023. gadā / <i>Number of dairy cows (thousand) and average milk yield (kg) in the Baltic States, 2004–2023</i>	66
3.4. att. / Fig. 3.4.	Saimniecību skaits pa saimniecību lieluma grupām atbilstoši slaucamo govju skaitam un kopā Latvijā 2002.–2023. gadā / <i>Number of farms by size group according to number of dairy cows and total number in Latvia, 2002–2023</i>	68
3.5. att. / Fig. 3.5.	Saimniecību skaits pa saimniecību lieluma grupām atbilstoši slaucamo govju skaitam Lietuvā 2003., 2007., 2010., 2013., 2016., 2020. un 2023. gadā / <i>Number of farms by size group according to the number of dairy cows in Lithuania in 2003, 2007, 2010, 2013, 2016, 2020, and 2023</i>	69
3.6. att. / Fig. 3.6.	Saimniecību skaits pa saimniecību lieluma grupām atbilstoši slaucamo govju skaitam Igaunijā 2001., 2003., 2005., 2007., 2010., 2013., 2016., 2020. un 2023. gadā / <i>Number of farms per size group according to the number of dairy cows in Estonia in 2001, 2003, 2005, 2007, 2010, 2013, 2016, 2020, and 2023</i>	69

Nr.	Attēla nosaukums	Lpp.
3.7. att. / Fig. 3.7.	Faktori, kuri ietekmē mazo saimniecību likvidāciju / <i>Factors influencing the liquidation of small farms</i>	71
3.8. att. / Fig. 3.8.	Graudaugu cenu izmaiņas Baltijas valstīs 2020.–2024. gadā / <i>Cereal price developments in the Baltic countries, 2020–2024</i>	72
3.9. att. / Fig. 3.9.	Piena pārstrādes produktu apjomi un kopējais saražotā piena daudzums Baltijas valstīs 2021.–2023. gadā, tūkst. t / <i>Production of dairy processing products and total milk output in the Baltic States, 2021–2023, thousand t</i>	73
3.10. att. / Fig. 3.10.	Piena un piena produktu plūsma Latvijā 2023. gadā, tūkst. tonnu (Sankija diagramma) / <i>Flow of milk and dairy products in Latvia in 2023, thousand t (Sankey diagram)</i>	74
3.11. att. / Fig. 3.11.	Vidējā svērtā piena iepirkuma cena ASV, Argentīnā, Jaunzēlandē, Brazīlijā, Ķīnā, ES-27, Latvijā, Lietuvā un Igaunijā 2015.–2023. gadā / <i>Average weighted milk purchase price in the USA, Argentina, China, New Zealand, Brazil, China, EU-27, Latvia, Lithuania and Estonia in 2015–2023</i>	75
3.12. att. / Fig. 3.12.	Vidējā svērtā piena iepirkuma cena, EUR/100 kg, Vācijā, Francijā, Nīderlandē, Dānijā, Itālijā, Latvijā, Lietuvā un Igaunijā 2015.–2023. gadā / <i>Average weighted raw milk purchase price in EUR/100 kg in Germany, France, the Netherlands, Denmark, Italy, Latvia, Lithuania, and Estonia in 2015–2023</i>	75
3.13. att. / Fig. 3.13.	Pasaules notikumu ietekme uz vidējo svērto piena iepirkuma cenu Latvijā, Lietuvā, Igaunijā un ES-27, EUR/100 kg / <i>Impact of world events on the weighted average milk purchase price in EUR/100 kg in Latvia, Lithuania, Estonia, and the EU-27</i>	77
3.14. att. / Fig. 3.14.	Piena cenu sezonālā indeksa Latvijā, Lietuvā, Igaunijā un ES-27 2015.–2023. gadā / <i>Milk price seasonality index in Latvia, Lithuania, Estonia, and the EU-27 in 2015–2023</i>	78
3.15. att. / Fig. 3.15.	Augu izcelsmes piena alternatīvu pārdošanas apjomi ES 2020.–2022. gadā / <i>Plant-based milk alternatives sales volumes in the EU, 2020–2022</i>	79
3.16. att. / Fig. 3.16.	Kritēriju savstarpējās korelācijas korelograma / <i>Criteria intercorrelation correlogram</i>	84
3.17. att. / Fig. 3.17.	Eiropas valstu iedalījums piena lopkopības klasteros / <i>Clustering of European countries by dairy farming characteristics</i>	89
4.1. att. / Fig. 4.1	AGMEMOD apakšmodeļu savstarpējās attiecības / <i>Interrelationships between AGMEMOD sub-models</i>	92
4.2. att. / Fig. 4.2.	Scenārija izstrādes posmi AGMEMOD modelī / <i>Scenario development stages in the AGMEMOD model</i>	94
4.3. att. / Fig. 4.3.	Saražotā piena daudzums Latvijā – “Baseline” un atjaunoto datu scenārijs, 1992.–2032. gads, tūkst. t. / <i>Milk production in Latvia – ‘Baseline’ and updated data scenario, 1992–2032, thousand t</i>	97
4.4. att. / Fig. 4.4.	Slaucamo govju skaits Latvijā – “Baseline” un atjaunoto datu scenārijs, 1992.–2032. gads, tūkst. / <i>Number of dairy cows in Latvia – ‘Baseline’ and updated data scenario, 1992–2032, thousand head</i>	98
4.5. att. / Fig. 4.5.	Vidējais piena izslaukums no vienas govys Latvijā – “Baseline” un atjaunoto datu scenārijs, 1992.–2032. gads, kg / <i>Average milk yield per cow in Latvia – ‘Baseline’ and updated data scenario, 1992–2032, kg</i>	98

Nr.	Attēla nosaukums	Lpp.
4.6. att. / Fig. 4.6.	Piena iepirkuma cenas Latvijā – “Baseline” un atjaunoto datu scenārijs, 1992.–2032. gads, EUR/100 kg / <i>Milk procurement prices in Latvia – ‘Baseline’ and updated data scenario, 1992–2032, EUR/100 kg</i>	99
4.7. att. / Fig. 4.7.	Vidējā piena izslaukuma no govju prognoze pēc vienādojuma novērtēšanas, kg / <i>Forecast of average milk yield per cow based on equation estimation, kg</i>	101
4.8. att. / Fig. 4.8.	Saražotā piena daudzums Latvijā ar atjaunoto vienādojumu, tūkst. t. / <i>Milk production in Latvia with the updated equation, thousand t</i>	103
4.9. att. / Fig. 4.9.	Slaucamo govju skaits Latvijā ar atjaunoto vienādojumu, tūkst. / <i>Number of dairy cows in Latvia with the updated equation, thousand</i>	103
4.10. att. / Fig. 4.10.	Kalibrētais brīvais loceklis / <i>Calibrated intercept</i>	106
4.11. att. / Fig. 4.11.	Scenārija A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” rezultāti, kg / <i>Results of Scenario A “Targeted and Intensive Modernisation of Farms”, kg</i>	107
4.12. att. / Fig. 4.12.	Kalibrētais brīvais loceklis / <i>Calibrated intercept</i>	109
4.13. att. / Fig. 4.13.	Scenārija A2 “Ierobežota saimniecību modernizācija” rezultāti, kg / <i>Results of Scenario A2 “Limited Modernisation of Farms”, kg</i>	109
4.14. att. / Fig. 4.14.	Piena iepirkuma cenas Baltijas valstīs, “Baseline” scenārijs, EUR/100 kg / <i>Milk procurement prices in the Baltic States, “Baseline” scenario, EUR/100kg</i>	112
4.15. att. / Fig. 4.15.	Piena iepirkuma cenas ar atšķirīgiem vienādojumiem, EUR/100 kg / <i>Milk procurement prices with different equations, EUR/100 kg</i>	113
4.16. att. / Fig. 4.16.	Piena iepirkuma cenas atkarībā no Vācijas un Polijas cenām, EUR/100 kg / <i>Milk purchase prices in relation to German and Polish prices, EUR/100 kg</i>	113
4.17. att. / Fig. 4.17.	Scenāriju ranžējums pēc TOPSIS metodes aprēķinu rezultātiem / <i>Ranking of scenarios by TOPSIS results</i>	118

ABREVIATŪRU UN AKRONĪMU SKAIDROJUMS / *EXPLANATION OF ABBREVIATIONS AND ACRONYMS*

AKIS	- Agricultural Knowledge and Innovation Systems
CSP	- Centrālā statistikas pārvalde
ES	- Eiropas Savienība
ESAO	- Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija
FAO	- Pārtikas un lauksaimniecības organizācija
KMO	- Kaiser–Meyer–Olkin
KLP	- Kopējā lauksaimniecības politika
LAD	- Lauku atbalsta dienests
LLKC	- SIA “Latvijas lauku konsultāciju un izglītības centrs”
LBTU	- Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte
LDC	- Lauksaimniecības datu centrs
MCDA	- Multi-Criteria Decision Analysis
NVA	- Nodarbinātības valsts aģentūra
PEST	- Political, Economic, Social, and Technological
PESTEL	- Political, Economic, Sociological, Technological, Environment and Legal
TOPSIS	- Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
ZM	- Zemkopības ministrija

IEVADS / INTRODUCTION

Laika gaitā cilvēce vienmēr ir centusies mazināt nenoteiktības ietekmi, meklējot iespējas prognozēt nākotnes notikumus, lai pieņemtu pārdomātākus un pamatotākus lēmumus. Tas savukārt veicināja dažādu prognozēšanas metožu attīstību – no vienkāršiem empīriskiem novērojumiem līdz analītisko rīku un tehnoloģiju lietošanai. Prognozēšanas procesi sniedz iespēju gan indivīdiem, gan institūcijām mazināt nenoteiktības radītos riskus un pilnveidot savus resursus, pielāgojoties iespējamām nākotnes izmaiņām (Jones et al, 2016; Makridakis & Bakas, 2016).

Prognozēšanas nozīme kļūst īpaši būtiska tajās nozarēs, kuras ietekmē daudzi ārējie faktori, tostarp tādi, kurus nav iespējams pilnībā kontrolēt vai prognozēt, piemēram, klimatiskie apstākļi. Lauksaimniecība, kas aptver augkopību un lopkopību, ir viena no šādām nozarēm, un tā veido pamatu pārtikas ražošanai un ekonomiskajai attīstībai (Knips, 2001).

Vēsturiski piens ir bijis viens no galvenajiem pārtikas produktiem, kas kalpojis kā būtisks uzturvielu avots un joprojām ieņem svarīgu vietu cilvēku ikdienas uzturā visā pasaulē (Popescu et al., 2019; Pocza et al., 2020). Piena ražošana daudzās valstīs tiek uzskatīta par stratēģiski svarīgu tautsaimniecības jomu, jo tā ne tikai sekmē primārās lauksaimniecības attīstību, bet arī sniedz atbalstu pārstrādes uzņēmumiem, kas nodrošina nodarbinātību un kopumā veicina reģionu attīstību. Vienlaikus tā ir viena no visvairāk regulētajām lauksaimniecības nozarēm, kuras darbību būtiski ietekmē gan ekonomiskie mehānismi, gan valsts politikas instrumenti. ES līmenī piena lopkopība darbojas stingri noteiktā regulatīvā vidē, kas ir cieši saistīta ar Kopējo lauksaimniecības politiku (KLP) un tās mērķiem: nodrošināt pārtikas drošumu, veicināt lauku attīstību un aizsargāt vidi. Šie mērķi ir attiecināmi arī uz visām ES dalībvalstīm, tostarp Latviju, kura 2004. gadā kļuva par ES dalībvalsti.

Tāpat Latvijas piena lopkopība ir cieši integrēta starptautiskajā tirgū, un tās attīstību ievērojami ietekmē globālie ekonomiskie un politiskie notikumi. Pēdējās desmitgadēs nozari ir skāruši vairāki būtiski satricinājumi. Viens no nozīmīgākajiem bija Krievijas noteiktais embargo, kas būtiski ietekmēja visu lauksaimniecības un pārtikas sektoru. Krievijas importa embargo dēļ Latvijas lauksaimniecības un pārtikas nozares ražotāji zaudēja nozīmīgu eksporta tirgu, turklāt aizliegumam bijusi negatīva ietekme uz ekonomiku kopumā. Vienlaikus piena produktiem tika meklēti jauni eksporta tirgi (Pelēce, 2016).

Ne mazāk nozīmīga ietekme bija Covid-19 pandēmijai, kas radīja globālu piegādes ķēžu pārrāvumu un būtiski ietekmēja piena lopkopības darbību visā pasaulē. Ierobežojumu dēļ tika slēgtas nozīmīgas ražošanas un pārstrādes vienības, pieprasījums mazinājās, kritās ieņēmumi un ražošanas apjomi (Sridhar et al., 2022). Pandēmija izgaismoja nozares strukturālās nepilnības, proti, atkarību no fiziska darbaspēka klātbūtnes un ierobežotajām iespējām elastīgi plānot darbību apstākļos, kad tirgus nākotne kļūst arvien nenoteiktāka.

Viens no pēdējiem globālajiem notikumiem, kas būtiski ietekmēja tostarp arī piena lopkopību, ir Krievijas pilna mēroga iebrukums Ukrainā 2022. gadā. Tas izraisīja gāzes un naftas cenu kāpumu, kā arī, ņemot vērā, ka Ukraina ir bijusi viens no lielākajiem kviešu, saulespuķu eļļas un arī minerālmēslu un lopbarības piegādātājiem, pēc kara sākuma Latvijas lauksaimnieki bija spiesti meklēt citus piegādātājus (Darmayadi & Megits, 2023; Hassen et al., 2022). Vienlaikus karš ietekmēja Latvijas iespējas eksportēt preces uz Krieviju – kaut gan normatīva aizlieguma eksportēt preces uz Krieviju nav, tomēr reputācijas riski veicināja uzņēmumus atturēties no Krievijas tirgus.

Neņemot vērā ārējo faktoru radītos izaicinājumus un stingro regulējumu gan ES, gan nacionālajā līmenī, piena lopkopība joprojām ir dinamiska un attīstās, pielāgojoties jauniem izaicinājumiem un mainīgajai tirgus videi. Viens no būtiskākajiem attīstības virzītājspēkiem ir efektīvāku saimniekošanas prakšu un tehnoloģisko inovāciju ieviešana, kas arvien vairāk kļūst par neatņemamu nozares transformācijas elementu. Tādu tehnoloģiju ieviešana kā robotizētās slaušanas sistēmas, digitālās uzraudzības rīki un dzīvnieku veselības uzraudzības tehnoloģijas

ļauj ievērojami uzlabot ražošanas efektivitāti un mazināt darbaspēka izmaksas, vienlaikus radot jaunas prasības investīciju pieejamībai un politikas stabilitātei.

Pētījuma aktualitāte un temata izvēles motivācija ir saistīta ar to, ka piena lopkopība ir viena no stratēģiski nozīmīgākajām lauksaimniecības nozarēm ES un Latvijā, sniedzot būtisku ieguldījumu tautsaimniecībā.

Tāpat piena lopkopība arvien vairāk nonāk politikas uzmanības centrā, īpaši vides un klimata politikas ietvaros. ES iniciatīvas, piemēram, Eiropas zaļais kurss un stratēģija “No lauka līdz galdam”, nosaka pāreju uz ilgtspējīgāku ražošanu, taču bieži vien to ietvaros nav noteikti konkrēti mērķrādītāji un regulējums ir mainīgs, kas savukārt apgrūtina ilgtermiņa investīciju plānošanu. Investīciju piesaiste spēj sekmēt tehnoloģiskās inovācijas, taču to ieviešanas prasa ne tikai ievērojamus finanšu ieguldījumus, bet arī prognozējamu politisko vidi.

Šādā situācijā īpaši nozīmīga kļūst prognozēšanas modeļu pielietošana, kas ļauj analizēt iespējamās nozares attīstības scenārijus dažādu politisko, ekonomisko un tehnoloģisko nosacījumu ietekmē. Tieši Latvijas piena lopkopības specifikai pielāgota prognozēšanas pieeja sniedz iespēju gan identificēt riskus, gan atbalstīt lēmumu pieņemšanu politikas veidotājiem un nozares dalībniekiem. Šāda pieeja veicina politikas veidotāju spēju pieņemt lēmumus un sniedz atbalstu nozares dalībniekiem, kas var pielāgot savu stratēģiju mainīgajiem tirgus apstākļiem.

Turklāt prognozēšanas modeļi nodrošina iespēju izvērtēt dažādu politikas pasākumu ietekmi, ļaujot izvērtēt to atbilstību gan īstermiņā, gan ilgtermiņā, tādējādi stiprinot nozares konkurētspēju.

Pētījuma objekts ir Latvijas piena lopkopība kā daļa no valsts lauksaimniecības sistēmas.

Pētījuma priekšmets: Latvijas piena lopkopības attīstības prognozēšana, izmantojot AGMEMOD modeli.

Pētījuma mērķis: izstrādāt Latvijas piena lopkopības attīstības scenārijus, izmantojot AGMEMOD modeli.

Pētnieciskie uzdevumi:

1. analizēt prognozēšanas modeļu pielietojuma iespējas lauksaimniecības nozarē, īpaši akcentējot to piemērotību nozarēm, kuras raksturo augsta ārējās vides nenoteiktība;
2. izvērtēt ES un Latvijas normatīvo regulējumu, kas ietekmē Latvijas piena ražošanu, pārstrādi un tirgus organizāciju;
3. analizēt piena lopkopību ES, kā arī tās attīstības tendences Baltijas valstīs;
4. pielāgot un piemērot AGMEMOD prognozēšanas modeli Latvijas piena lopkopības datiem, izmantojot aktuālu ievaddatu kopumu;
5. izstrādāt un izvērtēt piena lopkopības attīstības scenārijus, kas pamatojas uz nozares modernizācijas un politikas attīstības virzieniem.

Izvirzītā **hipotēze:** Latvijas piena lopkopības specifikai pielāgota modeļa izmantošana ļauj izstrādāt un izvērtēt iespējamās nozares attīstības scenārijus, kas atspoguļo modernizācijas un politikas pasākumu ietekmi piena ražošanas struktūrā un produktivitātē.

Promocijas darba izstrādē **izmantotās pētījuma metodes:**

1. vispārzinātniskās metodes: *bibliometriskā analīze* (izmantota zinātniskās literatūras sistematizēšanai un aktuālo pētniecības virzienu identificēšanai lauksaimniecības prognozēšanas un piena lopkopības attīstības izpētes kontekstā); *kontentanalīze* (pielietota teorētisko aspektu analīzei un zinātniskās diskusijas veidošanai, analizējot zinātnisko literatūru, politikas dokumentus un normatīvos aktus); *sintēzes un analīzes metode* (izmantota pētījuma rezultātu apkopošanai, izvērtēšanai un interpretācijai); *loģiski konstruktīvā metode* (pētījuma atziņu formulēšanai, secinājumu un priekšlikumu izstrādei, pamatojoties uz pētījuma rezultātiem); *grafiskā metode* izmantota pētījuma rezultātu vizualizācijai, nodrošinot analīzes rezultātu pārskatāmību un salīdzināmību;
2. stratēģiskās analīzes metodes: *PEST analīze* izmantota faktoru identificēšanai, kas veicinājuši mazo saimniecību strukturālās pārmaiņas, savukārt *PESTEL analīze*,

balstoties uz ekspertu intervijām, makrovīdes faktoru izvērtēšanai Latvijas piena lopkopībā; *AGMEMOD modelis* (“Baseline” scenārija izvērtēšanai un jaunu scenāriju izstrādei); *TOPSIS metode* izmantota scenāriju salīdzinājumam, balstoties uz daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas principiem;

3. kvalitatīvās datu analīzes metodes: *ekspertu intervijas metode* izmantota nozares ekspertu viedokļu noskaidrošanai pētāmās problēmas kontekstā, lai padziļināti izvērtētu Latvijas piena lopkopības attīstības tendences, politikas ietekmi un iespējamās nozares attīstības scenārijus;
4. kvantitatīvās datu analīzes metodes: *aprakstošās statistikas metode* (izmantojot absolūtos, relatīvos un vidējos lielumus, lai aprakstītu pētāmo mainīgo svarīgākās īpašības); *sezonālās analīze* izmantota, lai identificētu un novērtētu sezonālo svārstību klātbūtni piena cenu dinamikā; *laika rindu analīze* (bāzes pieauguma tempu aprēķins, ķēdes pieauguma tempu aprēķins); *regresiju un korelāciju analīze*; *faktoru analīze* (lai identificētu pamatfaktoros iekļauto rādītāju komplektus un veidotu kompleksos faktorus klasteru analīzei); *klasteru analīze* (savstarpēji visciešāk saistīto objektu apvienošana grupās).

Pētījumā autore izmantoja Latvijas Republikas un ES normatīvos dokumentus, zinātnisko literatūru, kas ir pieejama atvērtaiz zinātniskajās datubāzēs un SCOPUS datubāzē, kā arī tika izmantoti publiski pieejamie informācijas avoti – Lauksaimniecības datu centra (LDC), Latvijas Centrālās statistikas pārvaldes (CSP), “Statistics Estonia”, “Oficialiosios statistikos portālas”, EUROSTAT un CLAL datubāzes dati, kā arī citi publiski pieejami informācijas avoti.

Pētījuma ierobežojumi

Autore izmantoja publiski pieejamā datubāzē esošus datus, un pieejamie statistikas dati dažkārt ir ierobežoti laikā vai atšķirīgā detalizācijas līmenī, kā arī pētījumā izmantotā prognozēšanas modeļa AGMEMOD mācību versija var iekļaut ierobežotu datu klāstu, tādējādi ietekmējot scenāriju detalizācijas un precizitātes līmeni.

Zinātniskais nozīmīgums un pētījuma novitātes:

1. tika veikta lauksaimniecībā izmantoto prognozēšanas modeļu klasifikācija un to novērtēšana;
2. tika veikta Baltijas valstu piena lopkopības salīdzinošā analīze, identificējot atšķirības ražošanas tendencēs;
3. pētījumā veikta Latvijas piena lopkopības pozicionēšana ES tirgū, kas ļāva identificēt tās vietu starp līdzīgām valstīm pēc ražošanas kapacitātes, tirgus dinamikas un attīstības potenciāla;
4. tika pārskatīti un pielāgoti atsevišķie AGMEMOD modeļa vienādojumi Latvijas piena lopkopībai, nodrošinot to atbilstību aktuālajām nozares tendencēm;
5. pirmo reizi Latvijas kontekstā izstrādāts saimniecību modernizācijas scenārijs piena lopkopībai līdz 2032. gadam, nosakot tā iespējamo ietekmi uz piena ražošanu, govju skaitu un izslaukuma līmeni.

Pētījuma tautsaimnieciskais nozīmīgums

Promocijas darbā iekļautie rezultāti ir izmantojami lauksaimniecības politikas veidotāju, tostarp Zemkopības ministrijas (ZM), kā arī lauksaimniecības pētniecības institūciju un nozares pārstāvju darbā, lai pilnveidotu AGMEMOD modeli ar papilddatiem par citiem piena nozares produktiem, paplašinot modelēto rādītāju klāstu, un izvērtētu dažādu politikas, tirgus un atbalsta instrumentu ietekmi uz nozares attīstību. Tāpat, ņemot vērā, ka pētījuma autore pētījuma gaitā cieši sadarbojas ar Vāgeningenas universitātes Sociālo un ekonomisko pētījumu centra Nīderlandē un Tīnena institūta pētniekiem Vācijā, Latvijai ir iespēja pievienoties AGMEMOD konsorcijsam un kļūt par oficiālu partneri, kas nodrošinātu pieeju galvenajam modelim (t. i., ne mācību versijai) un turpmāku tā izmantošanu pētniecībā un valsts politikas plānošanā.

Aizstāvamās tēzes:

1. Lauksaimniecībā izmantoto prognozēšanas modeļu klasifikācija un novērtējums nodrošina zinātnisku pamatu to pielietošanai Latvijas piena lopkopības analīzē un scenāriju izstrādē.
2. Latvijas piena lopkopība darbojas stingri regulētā vidē, kas būtiski spēj ietekmēt tās attīstības iespējas.
3. Latvijas piena lopkopība saskaras ar strukturāliem un ekonomiskiem izaicinājumiem, taču tās produktivitātes un konkurētspējas pieaugumu iespējams veicināt ar mērķtiecīgu tehnoloģiju ieviešanu un stabilu atbalsta politiku.
4. Piena lopkopības attīstības tendences Baltijas valstīs norāda uz to, ka, neskatoties uz slaucamo govju skaita samazināšanos, produktivitātes pieaugums var kompensēt ganāmpulka samazinājumu.
5. AGMEMOD modeļa pielietošana, pielāgojot to Latvijas piena lopkopības specifikai, ļauj izstrādāt ticamus attīstības scenārijus, sniedzot praktisku atbalstu politikas veidošanai un nozares stratēģiskajai plānošanai.

1. LAUKSAIMNIECĪBAS PROGNOZĒŠANAS TEORĒTISKIE ASPEKTI / *THEORETICAL ASPECTS OF AGRICULTURAL FORECASTING*

1.1. Lauksaimniecības modelēšanas vēsturiskā attīstība / *Historical development of agricultural modelling*

Nenoteiktība ir viens no nemainīgajiem faktoriem cilvēces vēsturē, un prognozēšanas pirmsākumi meklējami jau agrīnajās civilizācijās, kad cilvēki centās paredzēt laikapstākļus (Makridakis & Bakas, 2016). Piemēram, babilonieši jau ap 650. gadu p.m.ē. izmantoja mākoņu formas, lai paredzētu īstermiņa laikapstākļu pārmaiņas, savukārt Ķīnas astronomi līdz 300. gadam p.m.ē. bija izveidojuši kalendāru ar 24 “saules termiņiem”, kur katram bija piesaistīts noteikts sezonāls laika raksturojums (Ossendrijver, 2021; NASA Earth Observatory, 2002).

Laika gaitā prognozēšanas pieejas ir būtiski mainījušās – no agrīniem novērojumiem līdz mūsdienu metodēm un tehnoloģijām. Attiecīgi ir secināms, ka prognozēšana vienmēr ir bijusi būtisks elements plānošanā un lēmumu pieņemšanā, jo nākotnes nenoteiktība rada gan iespējas, gan arī izaicinājumus (Petropoulos et al., 2022). Šī attīstība nav tikai tehnoloģiska, tā ir arī konceptuāla: jo sarežģītākas kļuva metodes, jo skaidrāk pētnieki centās definēt, kas tieši ir prognoze un kā tā atšķiras no plānošanas, lai nodrošinātu, ka iegūtā informācija kalpo efektīvai lēmumu pieņemšanai nenoteiktos apstākļos.

Saskaņā ar Deivida Forbsa Hendrija (*David Forbes Hendry*) un Neila Eriksona (*Neil Ericsson*) sniegto definīciju prognoze ir novērtējums par nākotnes attīstību un tā var būt gan īstermiņa, gan ilgtermiņa (Hendry & Ericsson, 2003). Savukārt Džons Skots Armstrongs (*John Scott Armstrong*) uzsver, ka prognozes lēmumu pieņēmējiem ir nepieciešamas tikai tad, ja pastāv nenoteiktība par nākotni. Viņš norāda, ka prognozēšana paredz to, kas *būs*, savukārt plānošana nosaka, kā *vajadzētu būt*, un šāda nošķiruma dēļ prognozes ir būtiskas racionālas plānošanas daļa (Armstrong, 2001). Kopumā visa prognozēšanas teorija izriet no pieņēmuma, ka esošo un pagātnes datu analīze var sniegt noderīgu informāciju par iespējamo nākotnes attīstību. Tādējādi prognozēšana ir ne vien metodoloģisks izaicinājums, bet arī praktisks instruments stratēģiskai rīcībai (Petropoulos et al., 2022).

Prognozēšanas procesi sniedz iespēju gan indivīdiem, gan organizācijām mazināt nenoteiktības riskus un pilnveidot savus resursus, pielāgojoties iespējamām nākotnes izmaiņām. Šāda pieeja ir īpaši nozīmīga nozarēs, kuru darbību ietekmē daudzi ārēji faktori, tostarp tādi, kurus nav iespējams pilnībā kontrolēt vai prognozēt, piemēram, klimatiskie apstākļi. Viena no šādām nozarēm ir lauksaimniecība.

Prognozēšana šajā nozarē ir svarīga gan politikas veidotājiem, gan pašiem zemniekiem, jo tā ļauj laikus identificēt potenciālās izmaiņas un pielāgot lēmumus tā, lai tie būtu pamatoti ar iespējamo attīstības scenāriju analīzi (Jones et al, 2016).

Lai prognozēšana nozarēs ar augstu ārējo nenoteiktību, piemēram, lauksaimniecībā, kalpotu kā uzticams instruments lēmumu pieņemšanas procesā, ir būtiski balstīt to uz skaidri strukturētu metodoloģiju. Saskaņā ar Džona Skota Armstronga analīzi ir būtiski ievērot noteiktus prognozēšanas posmus, kas ļauj nodrošināt prognožu precizitāti. Šāda pieeja iekļauj sistemātisku un strukturētu prognozēšanas procesu (Armstrong, 2001).



Avots: autores veidots pēc Armstrong, 2001.

1.1. att. / Fig. 1.1. Prognozēšanas posmi / *Forecasting steps*

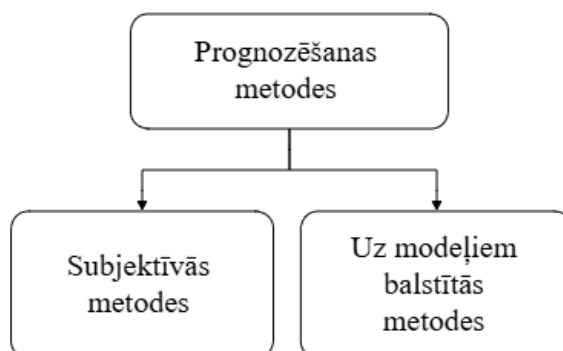
Saskaņā ar Džona Skota Armstronga noteiktajiem prognozēšanas posmiem pirmām kārtām ir jānosaka prognozēšanas mērķis un jāsaprot, kā prognoze tiks izmantota lēmumu pieņemšanā. Nākamais posms ir tādu datu vākšana, kas attiecas uz prognozējamo mainīgo, un datu kvalitātes un konsekvences nodrošināšana. Pēc tam, kad dati ir savākti, ir jāpiemēro izvēlētajai metodei un jāveido prognozes, jāveic iegūto rezultātu validācija un, ja nepieciešams, jāpielāgo metode, ja ir jāuzlabo tās precizitāte. Pēdējais posms ir prognozes interpretācija un iegūto rezultātu turpmāka izmantošana, piemēram, politikas veidošanā.

Tomēr, lai labāk izprastu prognozēšanas pieejas attīstību, ir svarīgi saprast ekonometrikas attīstības vēsturi, aplūkojot būtiskākos ietekmes posmus. Mērija Sūzanna Morgana (*Mary Susanna Morgan*) ir pētījusi ekonometrikas attīstību no 19. gadsimta beigām līdz 20. gadsimta vidum, īpašu uzmanību pievēršot prognozēšanas pieeju attīstībai ekonomikas zinātnē. Viņa ir izpētījusi, kādas statistiskās metodes tika lietotas sākotnēji, lai mērītu un pārbaudītu ekonomikas "likumus", un kā šīs metodes tika attīstītas, lai prognozētu ekonomiskās tendences (Morgan, 1991).

Mērija Sūzanna Morgana izšķir piecus galvenos prognozēšanas metožu attīstības posmus. Pirmais periods ir attiecināms uz 1870. gadu, un tie ir agrīnie laiki, kad tika mēģināts skaidrot ekonomiskos ciklus, pamatojoties uz dabas parādībām. Viens no ekonomistiem, kurš popularizēja šo teoriju, bija Viljams Stenlijs Dževonss (*William Stanley Jevons*). Nākamais periods **bija biznesa ciklu mērīšana** (1920. gads), kad jau notika sistemātiska ekonomisko datu vākšana un analīze, lai prognozētu svārstības. Un viens no šīs teorijas lietotājiem bija Veslijs Klērs Mičels (*Wesley Clair Mitchell*). 1930. gados Ragnars Frišs (*Ragnar Frisch*) virzīja attīstību vēl uz priekšu, ieviešot matemātiskas metodes, lai modelētu ekonomiskās svārstības, kas ļāva uzlabot ekonomisko notikumu prognozēšanas precizitāti. Nākamais būtiskais periods bija **makroekonometrisko modeļu izstrāde**, kas ļāva kvantitatīvi analizēt un prognozēt ekonomiskos procesus. Viens no pirmajiem ekonomistiem, kurš izstrādāja šādu modeli bija Jans Tinbergens (*Jan Tinbergen*). Un kā pēdējais posms tika norādīts Trigves Hāvelmo (*Trygve Haavelmo*) ieguldījums ekonometrikā, izstrādājot **varbūtības teorijas** pamatus ekonometrikā, kas ļāva nodrošināt precīzākas prognozes (Morgan, 1991).

Visi attiecīgie posmi bija svarīgi, lai mūsdienīga prognozēšanas pieeja tiktu attīstīta un dotu iespēju daudz ātrāk un arī kvalitatīvāk veikt attiecīgās prognozes, ļaujot pielāgoties katras nozares specifikai. Piemēram, ekonometriskās metodes slikti prognozē īstermiņa lauksaimniecisko ražošanu un cenas. Iemesls tam ir liela nejaušu notikumu ietekme uz ražošanu – salīdzinot ar citām nozarēm, lauksaimniecības nozari būtiski ietekmē neparedzami un nejauši faktori, piemēram, sausuma periodi vai kaitēkļu nodarītie zaudējumi. Šo notikumu ietekmi iespējams precīzi novērtēt tikai *ex-post*, proti, pēc to notikšanas, tādēļ tie ir nozīmīgi, analizējot faktiskos lauksaimniecības produktivitātes rezultātus, taču mazāk piemēroti *ex-ante* prognozēm vai plānošanai pirms ražas perioda (Allen, 1994).

Lai noteiktu piemērotāko prognozēšanas metodi konkrētajā situācijā, ir būtiski saprast, kādas prognozēšanas metodes pastāv un ar ko tas atšķiras. Tā Kenets Holdens (*Kenneth Holden*), Deivids A. Pīls (*David A. Peel*) un Džons L. Tompsons (*John L. Thompson*) sniedza nozīmīgu ieguldījumu prognozēšanas metožu strukturēšanā (Holden et al., 1990).



Avots: autores veidots pēc Holden et al., 1990.

1.2. att. / Fig. 1.2. Prognozēšanas metožu strukturēšana / Structuring of forecasting methods

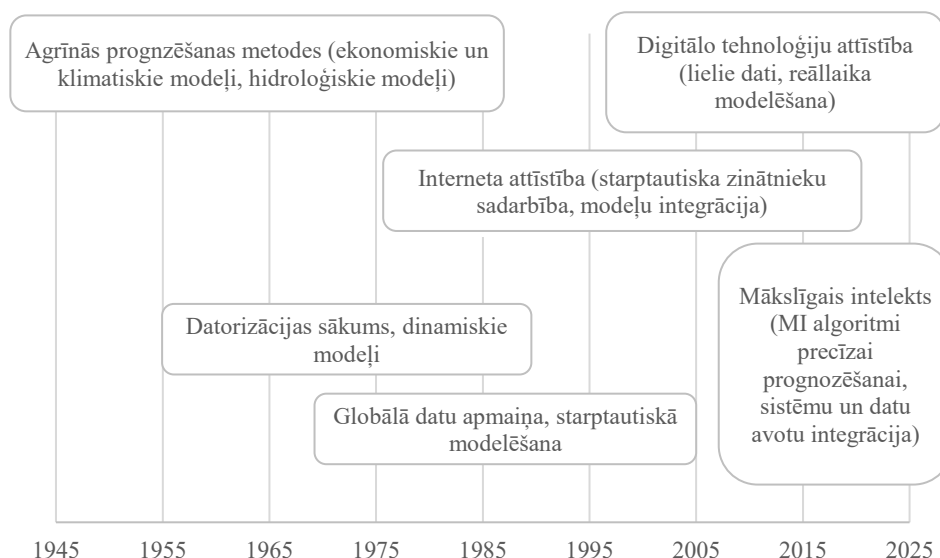
Attiecīgajā attēlā ir redzams, ka metodes tika sadalītas divās grupās: subjektīvās metodes un uz modeļiem balstītās metodes. Un, ja uz modeļiem balstītās metodes bija iespējams sadalīt vēl citās metodēs, subjektīvās metodes sadalīt nebija iespējams, jo tās tiek balstītas uz pieņēmumiem, intuīcijas un iepriekšējas pieredzes (Holden et al., 1990).

Ir skaidrs, ka prognozēšanas metodes ir attīstījušas, ļaujot veikt prognozes dažādās nozarēs – gan katrā atsevišķi, gan vairāku nozaru mijiedarbībā. Attiecīgi, viena no nozarēm, kur prognozēšanas pieeja laika gaitā arī ir attīstījusies, ir lauksaimniecības nozare. Šajā nozarē prognozēšana kļūst arvien nozīmīgāka ne tikai tirgus analīzes un ražošanas plānošanas kontekstā, bet arī kā instruments politikas izstrādē un novērtēšanā.

Politikas plānošanas procesā valdībai ir būtiski izprast dažādu politisko lēmumu ietekmi uz sabiedrības grupām, lai nodrošinātu pamatotu lēmumu pieņemšanu. Lai sniegtu precīzākas atbildes uz politikas jautājumiem, lauksaimniecības ekonomisti ir pievērsušies aizvien sarežģītāku modeļu izstrādei. Īpaša nozīme šajā kontekstā ir simulāciju izmantošanai, kas ļauj salīdzināt dažādu politikas pasākumu ietekmi un tādējādi būtiski atvieglo lēmumu pieņemšanu. Šādas modelēšanas pieejas ļauj labāk izprast, kā konkrēti politikas lēmumi var ietekmēt ražošanas apjomus un cenu svārstības, ņemot vērā, ka šie faktori ir cieši saistīti ar izvēlēto politikas virzienu (Allen, 1994).

Ņemot vērā prognozēšanas procesu sarežģītību, lauksaimnieki paši reti izstrādā prognozes, taču viņi ir nozīmīgākie izstrādāto prognožu lietotāji. Viņiem ir jāpieņem stratēģiski lēmumi par ražošanu un noieta tirgiem, kuru sekas var būt jūtamas ilgtermiņā un bieži vien vairāku mēnešus vai pat gadus. Praksē lauksaimniecības nozarē visbiežāk izmanto cenu prognozes, jo lielākā daļa ražoto produktu ir viendabīgi vai viegli aizstājami ar citu ražotāju piedāvājumu. Īpaši attīstītajās valstīs ir būtiski, lai lauksaimnieki spētu izprast, kā izmaiņas valdības politikā var ietekmēt viņu darbības vidi un uzņēmējdarbības finansiālo stabilitāti (Allen, 1994).

Arī lauksaimniecības prognozēšanas metodoloģija laika gaitā ir attīstījusies, un tas tostarp ir saistīts ar sistemātisku modelēšanas pieeju progresu un tehnoloģisko risinājumu pilnveidi. Šī prognozēšanas joma pakāpeniski ir attīstījusies, piedzīvojot būtiskas izmaiņas dažādos laikposmos.



Avots: autores veidots pēc Jones et al., 2016; Jones et al., 2017; Van Keulen et al., 2008; Rosenzweig et al., 2013.

1.3. att. / Fig. 1.3. Lauksaimniecības prognozēšanas attīstības posmi laika gaitā / *The development stages of agricultural forecasting over time*

Raksturojot lauksaimniecības ekonomisko pētījumu attīstību, var izšķirt vairākus galvenos laikposmus: no 1950. gada līdz 1975. gadam – agrinās prognozēšanas metodes tika izmantotas, lietojot pirmos ekonomiskos un klimatiskos modeļus, kas pamatojās uz vienkāršiem statistikas aprēķiniem (Jones et al., 2017). Šie pētījumi bija vērsti uz pilnveidošanas metodēm, plaši tika lietotas ekonometriskās metodes nozares elastības novērtēšanai un cenu prognozēšanai. Tāpat tika ieviesti arī hidroloģiskie modeļi, kas veicināja padziļinātu izpratni par klimatisko faktoru un ūdens resursu ietekmi uz lauksaimniecisko produktivitāti (Jones et al., 2016). Pētot lauksaimniecības prognozēšanas attīstību, nav iespējams nepieminēt zinātnieka C. T. de Vita (*C.T. de Wit*) ieguldījumu šīs jomas attīstībā. Viņa izstrādātā teorētiskās ražošanas ekoloģijas pieeja (1968. gads) ir būtiski ietekmējusi lauksaimniecības un ekoloģijas modelēšanu, kalpojot par pamatu mūsdienu sistēmiskajiem modeļiem. Viņa darbs veicināja procesuālās modelēšanas attīstību, integrējot fizikālos, fizioloģiskos un meteoroloģiskos faktorus, kas nodrošināja precīzāku izpratni par augu augšanas un ekosistēmu attīstības procesiem. Šī pieeja atšķīrās no iepriekš izmantotajiem, vienkāršotajiem matemātiskajiem modeļiem, piedāvājot visaptverošu skatījumu, kas apvienoja bioloģiskās, ķīmiskās un fizikālās norises (Van Keulen et al., 2008).

C. T. de Vits uzsver, ka, lai gan modeļi ir vērtīgs instruments, tie nekad nespēs pilnībā aizstāt realitāti, tāpēc to izmantošanai jābūt kritiskai un metodoloģiski pamatotai. Lauksaimniecības sistēmas sarežģītība apgrūtina precīzu prognožu izstrādi, tomēr modelēšana joprojām ir neaizstājama metode ekoloģisko procesu izpratnei un lauksaimniecības ilgtspējas uzlabošanai (Leffelaar, 1993).

Laikposmam, sākot no 1975. gada, ir raksturīga strauja informācijas tehnoloģiju attīstība, kas ievērojami paplašināja lauksaimniecības prognozēšanas iespējas, veicinot matemātiski integrēto modeļu izstrādi. Tas ļāva izstrādāt dinamiskus modeļus, kuri spēja simulēt augu augšanas un apkārtējās vides procesu savstarpējo ietekmi reāllaikā (Jones et al., 2016). Šie jauninājumi uzlaboja prognozēšanas precizitāti un veicināja integrētās pieejas attīstību, kurā apvienojās ekonomiskie un klimatiskie faktori (Van Keulen et al., 2008). Piemēram, lauksaimniecības nozares sistēmu modeļu izmantošanas attīstību ievērojami ietekmēja pirmā IBM (*International Business Machines Corporation*) datora ieviešana tirgū 1981. gadā un “Apple Mac” datora izveide 1984. gadā. Tādējādi pētniekiem kļuva plašāk pieejami datori, ar kuriem tie varēja strādāt ar jau esošajiem lauksaimniecības modeļiem vai arī veidot savus

modeļus. Revolūcija datoru nozarē veicināja daudzus jauninājumus arī citās jomās, kas ir ietekmējušas lauksaimniecības sistēmu modelēšanu, piemēram, datorgrafika, statistiskā analīze un citas programmatūras, kuras kļuva pieejamas plašākam lietotāju lokam. Turklāt interneta attīstība 1980. gadā visā pasaulē izveidoja jaunu saziņas un tehnoloģiju ēru, kas veicināja plašāku zinātnieku sadarbību, straujāku lauksaimniecības modeļu attīstību un uzlabotu piekļuvi datiem (Jones et al., 2016).

Savukārt laikposmā no 2000. līdz 2010. gadam ir raksturīga globālā datu apmaiņa un starpdisciplinārā sadarbība. Digitālo tehnoloģiju un interneta attīstība sekmēja lauksaimniecības prognozēšanas sistēmu attīstību, kurās tika izmantoti dažādu reģionu dati un starpdisciplināras modelēšanas pieejas. Nozīmīgs sasniegums attiecīgajā laikposmā bija AgMIP (*Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project*) izveide, kas veicināja dažādu modelēšanas metodoloģiju saskaņošanu un uzlaboja validācijas procedūras (Jones et al., 2016). Šis projekts bija nozīmīga starptautiskā iniciatīva, kas apvieno klimata, kultūraugu un ekonomiskās modelēšanas ekspertu kopienas, integrējot progresīvas informācijas tehnoloģijas ar mērķi uzlabot lauksaimniecības un ekonomiskos modeļus, kā arī izstrādāt nākamās paaudzes klimata ietekmes prognozes lauksaimniecības sektorā (Rosenzweig et al., 2013).

Mūsdienās prognozēšanā arvien lielāku nozīmi iegūst mākslīgā intelekta algoritmu iesaiste, kas nodrošina spēju analizēt lielapjoma informāciju un tādējādi veidot arī augstas precizitātes prognozes (Tamasiga et al., 2023). Šī jauninājuma lietošana ļauj pilnveidot resursu izmantošanu un efektīvāk reaģēt, tostarp uz lauksaimniecības nozares izaicinājumiem.

Lauksaimniecības modelēšana ir neatņemama daļa globālās un ES prognozēšanas sistēmas, kas ir integrēta ES veidotajās vidējā un ilgtermiņa lauksaimniecības prognozēs (Pilvere, 2016). Teorētiskā līmenī lauksaimniecības sistēmu modeļi kalpo kā efektīvs rīks dažādu politikas scenāriju izvērtēšanai, īpaši attiecībā uz to ietekmes analīzi un novērtējumu (Reidsma et al., 2018). Šī pieeja kļūst arvien nozīmīgāka valdību un starptautisko organizāciju darbā, un daudzos gadījumos tiek veidotas specializētas atbalsta vienības un platformas, kas nodrošina sistemātisku pieeju politikas ietekmes analīzei un lēmumu pieņemšanai (Reidsma et al., 2018). Viens no piemēriem ir lauksaimniecības pārskatu gatavošana (piemēram, ES lauksaimniecības attīstības prognoze (*EU Agricultural outlook*)), kas tiek veidoti, ņemot vērā iespējamās izmaiņas nozarē, un kalpo kā būtisks informācijas avots arī politikas veidotājiem.

Lauksaimniecības modeļu veidošanai ir divi galvenie uzdevumi: tie tiek izmantoti gan kā instruments zinātniskās izpratnes padziļināšanai par nozares sistēmas elementiem un to mijiedarbību, gan kā analītisks rīks politikas un atbalsta pasākumu ietekmes izvērtēšanai un nākotnes scenāriju prognozēšanai. Šādas pieejas ļauj pētīt, kā nozares struktūras reaģē uz ārējās vides faktoriem un plānotajām politikas izmaiņām, kā arī modelēt alternatīvus lēmumu variantus un to sekas uz atsevišķiem sektoriem, piemēram, graudkopību vai lopkopību, kā arī uz saimniecību struktūru un reģionālajām atšķirībām. Šo modeļu izmantošanas būtiskā priekšrocība ir iespēja iegūt uzticamu informāciju par sistēmas uzvedību pieņemto lēmumu ietekmē, kas kalpo par pamatu pamatotākai politikas izstrādei un lēmumu pieņemšanai (Pilvere, 2016).

Lauksaimniecības sistēmu modeļi ir kļuvuši par nozīmīgiem rīkiem, kas nodrošina prognozēšanas iespējas arvien plašākam lēmumu pieņēmēju lokam gan privātajā, gan publiskajā sektorā (Antle et al., 2017).

1.2. Lauksaimniecības modeļi un AGMEMOD modeļa pielietojums / *Agricultural models and the application of the AGMEMOD model*

Lauksaimniecības nozare ir ekonomikas daļa, kura tiek stingri regulēta, tāpēc pēdējās desmitgadēs ir būtiski pieaugusi ekonomisko modeļu izmantošana lauksaimniecības politikas jautājumos (Hamulczuk & Hertel, 2009). Ekonomisko sistēmu simulācijas ir ļoti svarīgas, jo tās ļauj izprast turpmākās tendences valsts ekonomikā. Šādā gadījumā datormodelēšana kļūst par būtisku instrumentu valsts ekonomisko procesu plānošanā (Gilbert et al., 2018). Ņemot vērā

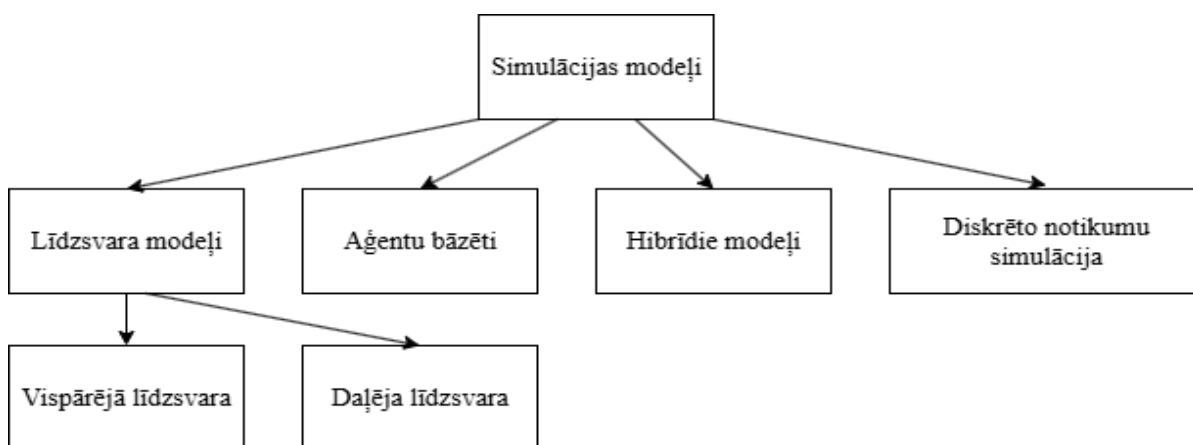
minēto, lauksaimniecības scenāriju modelēšana ir kļuvusi par nozīmīgu instrumentu lauksaimniecības politikas veidošanai.

Eiropas valstu valdības būtiski ietekmē un finansiāli atbalsta lauksaimniecības nozari, un liela uzmanība tiek pievērsta šo politikas pasākumu kritiskai izvērtēšanai. Šajā kontekstā būtisku lomu ieņem lauksaimniecības sistēmu analītiskie modeļi, kas ļauj novērtēt politikas pasākumu efektivitāti un piemērotību situācijās, kurās vēl nav pieejami empīriski dati. Tas īpaši attiecas uz jomām saistībā ar klimata pārmaiņu ietekmes analīzi, hipotētisku politikas pārmaiņu scenāriju izstrādi vai nākotnes tirgus attīstības prognozēšanu (Huber et al., 2018). Politikas analīzei, piemēram, kvotu atcelšanas, tiešo maksājumu, tirdzniecības apstākļu utt., ietekmes analīzei var būt dažādas pieejas (Zrakić, 2015).

Simulāciju izmantošana ļauj prognozēt iespējamās sistēmas darbības traucējumus un laikus novērst potenciāli destruktīvas sekas. Šādi modeļi tiek izstrādāti ar mērķi izprast kompleksu sistēmu darbības mehānismus, identificējot to strukturālās īpatnības un reakcijas uz dažādiem mainīgajiem faktoriem (Sharma, 2015).

Sistēmdinamikas pieeja pamatojas uz koncepciju, ka sistēmas uzvedība izriet no tās iekšējās struktūras un ilgstošās savstarpējas komponentu mijiedarbības. Sistēmas tiek aplūkotas kā savstarpēji saistītu elementu kopums, kas laika gaitā attīstās kā vienots veselums, savukārt “dinamika” attiecas uz pārmaiņu procesiem laika plūsmā (Martin, 1997).

Lauksaimniecības ekonomikas kontekstā simulācijas tiek plaši izmantotas, lai modelētu individuālu saimniecību vai lēmumu pieņēmēju rīcību (Berger, 2001). Modelēšanas metodes izvēli lielā mērā nosaka izpētes mērķis un analizējamais jautājums.



Avots: autores veidots pēc Sharma, 2015; Martin, 1997; Berger, 2001; Bryant, 2010; Lofgren et al., 2002; Kotevska et al., 2013; Zevrte-Rivza et al., 2017; Goti, 2010.

1.4. att. / Fig. 1.4. Simulācijas modeļu klasifikācija / Classification of simulation models

Vispārējās līdzsvara teorijas ietvaros ekonomika tiek aplūkota kā kopums, kurā dažādi ekonomiskie dalībnieki pieņem lēmumus, lai sasniegtu savus mērķus (Bryant, 2010). Šāda veida modeļi ir kļuvuši par nozīmīgu instrumentu politikas analīzē, jo tie ļauj veidot dažādu mērogu ekonomikas simulācijas: sākot no globālajiem procesiem līdz atsevišķu valstu vai reģionu līmenim (Lofgren et al., 2002). Savukārt daļējās līdzsvara pieejas koncentrējas uz konkrētiem sektoriem vai to grupām, piemēram, lauksaimniecības apakšnozarēm. Šie modeļi ļauj sīki analizēt pieprasījuma un piedāvājuma mijiedarbību, kā arī vērtēt politikas ietekmi uz konkrētu tirgus daļu (Kotevska et al., 2013).

Aģentu bāzētā simulācija modelē sistēmas kā veidotas no autonomiem (pašvadītiem) aģentiem, kuri seko iepriekš definētu noteikumu kopumam, lai sasniegtu savus mērķus, vienlaikus mijiedarbojoties cits ar citu un ar vidi. Šādas simulācijas kontekstā par “aģentu” var būt dažādas lietas (piemēram, šūnas ķermenī vai sociālā grupa), un tādējādi šāda daudzpusīga pieeja ļauj modelēt ļoti dažādas situācijas (Maidstone, 2012).

Hibrīdie modeļi apvieno dažādu modelēšanas pieeju priekšrocības, piemēram, sistēmdinamikas un aģentu bāzēto modeļu elementus. Parasti šie modeļi tiek veidoti kā daļēji neatkarīgi moduļi, kuros ir apvienota gan simulāciju rezultātā iegūta informācija, gan arī ārēji dati par konkrēto sistēmu (Zeverte-Rivza et al., 2017).

Diskrēto notikumu simulācija paredz sistēmu modelēšanu, izmantojot skaitļošanas un matemātiskas metodes, vienlaikus veidojot konceptuālu sistēmas modeli. Sistēma galvenokārt tiek simulēta, veicot eksperimentus ar datora palīdzību, izmantojot iepriekš izstrādāto modeli (Goti, 2010).

Attiecīgi ir saprotams, ka agroekonomiskie modeļi ir instrumenti, kas var palīdzēt analizēt nozares iespējamās attīstības tendences nākotnē un alternatīvās stratēģijas dažādu notikumu ietekmēšanai. Lauksaimniecības nozares modeļi ļauj labāk izprast savstarpējo saistību un faktoru daudzveidību, pamatot cēloņsakarības, pētīt lēmumu pieņemšanas ilgtermiņa ietekmi, sistemātiski pētīt tirdzniecības procesus gan reģionālā, gan starptautiskā līmenī, veikt scenāriju aprēķinus un novērtēt to sekas (Nehrey et al., 2019).

Lauksaimniecības modelēšanas pasaule ir radījusi vairākus modeļus, kuru mērķis ir analizēt nozares reakciju uz dažām izmaiņām, galvenokārt politikas mainīgajos (Adenauer, 2008).

MAGNET (*Modular Applied GeNeral Equilibrium Tool*) ir globāls vispārējais līdzsvara modelis, kas tika attīstīts, pamatojoties uz politikas analizē plaši izmantoto LEITAP modeli. MAGNET tika izveidots, jo bija nepieciešama elastīgāka un vieglāk piemērojama modelēšanas sistēma (Pilvere, 2016; Zeverte-Rivza et al., 2017).

MAGNET galvenā priekšrocība ir tā struktūra, kas ļauj modeli pielāgot pētāmajam jautājumam, un tā galvenais mērķis ir globāli lietojama vispārējā līdzsvara modelēšanas ietvara attēlošana, kuru var pielāgot specifisku pētniecības jautājumu risināšanai, tostarp, koncentrējoties uz atsevišķiem reģioniem vai produktiem. MAGNET piedāvā lielāku elastību datu apkopošanā un vairāk iespēju mainīt modeļa struktūru; šajā modelī tiek izmantota GTAP (*Global Trade Analysis Project*) datubāze (Woltjer & Kuiper, 2014).

CAPRI (*Common Agricultural Policy Regionalised Impact analysis*) modeļa pilnais nosaukums "Kopējās lauksaimniecības politikas reģionālās ietekmes analīze" norāda uz modeļa galveno mērķi, proti, novērtēt kopējās lauksaimniecības politikas instrumentu ietekmi ne tikai ES un tās dalībvalstu, bet arī starpnacionālā līmenī (Britz & Witzke, 2014). CAPRI modelis ir salīdzinošs, statisks daļēja līdzsvara modelis lauksaimniecības nozares prognozēšanai, tas ir izstrādāts, lai novērtētu politikas un tirgus ietekmi no globālā līdz reģionālam un saimniecību tipu līmenim (Frank et al., 2014).

CAPRI izmanto nelineāros matemātiskās programmēšanas instrumentus, lai maksimāli precīzi novērtētu KLP atbalsta instrumentu ietekmi uz atvērtu ekonomiku. CAPRI veido piegādes un tirgus modulis, kuri mijiedarbojas iteratīvi. Piegādes modulis aptver apmēram 50 kultūraugu un dzīvnieku kopas, un optimizācijas modeļus tajā var uzskatīt par reprezentatīvām saimniecībām, kas maksimāli palielina peļņu, izvēloties optimālu produkcijas un izejvielu sastāvu par konkrētām cenām. Galvenie piegādes moduļa rezultāti ir kultūraugu platības un dzīvnieku skaits reģionālā līmenī kopā ar to saistītajiem ieņēmumiem, izmaksām un cenām (Frank et al., 2014).

Tirgus moduli veido ierobežotas vienādojumu sistēmas ar telpisko pasaules tirdzniecības modeli. Šis modulis iekļauj lielāko daļu lauksaimniecības primāro un pārstrādes produktu ES, kā arī reģionālos datus, sākot no saimniecību tipu līmeņa līdz globāla līmeņa koeficientiem. Galvenie tirgus moduļa rezultāti iekļauj divpusējās tirdzniecības plūsmas, tirgus līdzsvaru un ražotāju un patērētāju cenas produktiem, kā arī pasaules valstu rādītājus (Witzke et al., 2009).

CAPRI modelēšanas sistēmu veido specifiska datubāze, metodoloģija un programmatūras lietojums. CAPRI galvenās datubāzes ir EUROSTAT, FAOSTAT, Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācijas (ESAO) un lauku saimniecību grāmatvedības uzskaites tīkls (FADN). Specifiski moduļi nodrošina izmantoto datu savstarpējo saderīgumu (Frank et al., 2014).

AGLINK ir visaptverošs pasaules līdzsvara modelis, ko izmanto, lai radītu projektus daudzām ESAO un FAO valstīm. Šis modelis ir svarīgs instruments iekšzemes un tirdzniecības politikas analīzei. AGLINK ir daļa AGLINK-COSIMO modeļa, un to sagatavoja ESAO Sekretariāts sadarbībā ar ESAO dalībvalstīm un atsevišķām valstīm, kas nav ESAO dalībvalstis, aptverot attīstības valstu daļu. Kopš 1992. gada AGLINK tiek izmantots ESAO "Agricultural Outlook" prognožu izstrādē. AGLINK modelis šobrīd tiek izmantots pasaules, tostarp arī ES, lauksaimniecības nozares attīstības prognozēšanai (Araujo Enciso et al., 2015).

AGLINK tiek izmantots, lai nodrošinātu analītisko informāciju ikgadējo vidējā termiņa un ilgtermiņa prognožu sagatavošanai. Modeļa iespējas, veicot alternatīvu scenāriju analīzi, ir padarījušas to par vienu no būtiskākajiem ESAO instrumentiem politikas prognožu sagatavošanā (Araujo Enciso et al., 2015). 2004. gadā tika nolemts palielināt AGLINK projektā iekļauto attīstības valstu un reģionu skaitu un veidot ikgadējo vidējā termiņa prognozi kopā ar ANO Pārtikas un lauksaimniecības organizāciju. Jaunais komponents, kas tika pievienots modelim, tika nosaukts par COSIMO. COSIMO modeļa vispārējā plānošanas struktūra tika ņemta no AGLINK, savukārt jauno valstu moduļu uzvedības rādītāji tika ņemti no tās priekšgājēja FAO (Adenauer, 2008).

GEM-E3 (*The General Equilibrium Model for Economy-Energy-Environment*) ir vispārējā līdzsvara modelis, kas vienlaikus attēlo visu pasaules ekonomiku, tās nozīmīgākos reģionus un 28 ES dalībvalstis. GEM-E3 ir dinamisks un rekursīvs laikā, un modelī tiek izmantotas GTAP un EUROSTAT datubāzes.

GEM-E3 mērķis ir atspoguļot ekonomikas, enerģijas sistēmas un vides savstarpējās saiknes (Capros et al., 2013).

AGMEMOD ir ekonometrisks, dinamisks, daļējā līdzsvara modelis, ar kuru ir iespējams veikt simulācijas un izstrādāt prognozes, lai novērtētu lauksaimniecības atbalsta instrumentus, programmas un politikas ES un arī atsevišķu dalībvalstu līmenī (AGMEMOD, 2013). Pamatojoties uz kopēju valsts modeļa paraugu, ir izstrādāti valsts līmeņa modeļi ar specifiskām pazīmēm, lai atspoguļotu atsevišķās valsts lauksaimniecības situācijas un vēlāk apvienotu tos AGMEMOD kombinētajā modelī. Šī pieeja atspoguļo visā ES pastāvošo lauksaimniecības sistēmu neviendabīgumu, vienlaikus saglabājot analītisku konsekveni visos valsts modeļos (Sepp, 2011). AGMEMOD modelis ļauj atsevišķiem valsts līmeņa modeļiem atspoguļot klimatisko apstākļu, lauksaimniecības struktūras un lauksaimniecības produkcijas nevienādību. Izmantojot augšupēju pieeju, modelis ļauj labāk novērtēt nevienādību ES lauksaimniecības nozarē (Chantreuil et al., 2013).

AGMEMOD iekļauj visās ES dalībvalstīs un atsevišķās valstīs, kas nav ES dalībvalstis, piemēram, Turciju, Krieviju un Ukrainu. Pašlaik AGMEMOD modelis tiek izmantots, lai prognozētu ES lauksaimniecības nozares attīstību (AGMEMOD Agree-Food Projections, n.d.).

AGMEMOD modelī tiek izmantoti divu veidu dati: eksogēno mainīgo kopums un endogēno mainīgo kopums. Modeļa rezultātu veselums pamatojas uz abu datu kopu izmantošanu. Dati par eksogēnajiem mainīgajiem lielumiem tiek noteikti ārpus modeļa. Dati par makroekonomiskajiem mainīgajiem, politikas mainīgajiem un nozīmīgākajam cenām (katrai modelētajai precei cena tiek definēta kā preces cena svarīgākajā preces tirgū (kas ir noteikta valsts) ES) ir konsekventi visos AGMEMOD valsts modeļos. Dati par endogēnajiem mainīgajiem lielumiem pēc iespējas tiek iegūti no EUROSTAT datubāzēs, apkopojot preču piegādes, izmantošanas un cenu datu kopu. Pēc nepieciešamības iegūtie dati tiek papildināti, izmantojot datus no valstu un starptautiskajām aģentūrām. Katrs AGMEMOD partnerības partneris pārbauda iegūto preču datu kopu (M'barek & Bartová, 2008).

ESIM ir lauksaimniecības produkcijas, patēriņa un ražošanas (ar nelielu pirmās pakāpes pārstrādes daļu atsevišķiem produktiem) daļējā līdzsvara daudzvalstu modelis. Ar ESIM tiek modelēts tikai lauksaimniecības sektors, tāpēc tādi makroekonomikas mainīgie kā ieņēmumi vai valūtas kurss ir eksogēni.

Tas ir globāls modelis, kas iekļauj visas valstis, lai gan dažādu valstu datu detalizācijas pakāpe ir būtiski atšķirīga. Pašreizējā versijā ESIM kā atsevišķas vienības ir iekļautas 25 ES

dalībvalstīs (tostarp Čehijā, Igaunijā, Ungārijā, Latvijā, Lietuvā, Polijā, Slovākijā, Slovēnijā, Maltā, Kiprā), Beļģijā un Luksemburgā, kas ir apvienotas vienā reģionā, Turcijā, ASV un Rietumbalkānu reģionā. Pārējās valstis ir apkopotas t. s. citu valstu grupā (Grethe et al., 2012). ESIM tiek izmantots ES lauksaimniecības nozares attīstības prognozēšanai.

GLOBIOM-EU (*The Global Biosphere Management Model*) ir globāls rekursīvs dinamisks daļējā līdzsvara augšupējs modelis, kas integrē lauksaimniecības, bioenerģijas un mežsaimniecības nozares. Daļējs līdzsvars nozīmē, ka modelis nesatur visu valsts vai reģiona tautsaimniecības nozaru klāstu, bet specializējas lauksaimniecības un mežsaimniecības produktu, kā arī bioenerģijas ražošanā (Frank et al., 2016), kā arī to, ka pārmaiņas zemes izmantošanā vienā periodā (parasti tie ir desmit gadi) maina zemes pieejamību dažādās kategorijās nākamajā periodā, tādējādi zemes izmantošanas maiņa tiek pārcelta no viena perioda uz nākamo periodu (International Institute for Applied Systems Analysis, n.d.).

GLOBIOM modelis tiek izmantots, lai analizētu konkurences esību zemes izmantošanā starp lauksaimniecību, mežsaimniecību un bioenerģiju (International Institute for Applied Systems Analysis, n.d.). Mērķfunkcijā globālais lauksaimniecības un mežsaimniecības tirgus līdzsvars tiek aprēķināts, ņemot vērā dažādas zemes izmantošanas un produkcijas pārstrādes aktivitātes. Ar modeļa palīdzību tiek prognozēts lauksaimniecības un mežsaimniecības produktu pieprasījums un starptautiskā tirdzniecība 53 pasaules reģionos (28 ES dalībvalstīm un 25 reģioniem ārpus ES) (Frank et al., 2014).

GLOBIOM modelis nodrošina visaptverošu siltumnīcefekta gāzu emisiju uzskaiti saistībā ar lauksaimniecības un mežsaimniecības nozari. Tajā tiek iekļauta, piemēram, slāpekļa oksīda (N₂O) emisiju kvantificēšana, kas rodas mēslošanas līdzekļu lietošanas rezultātā. Emisiju intensitāte ir cieši saistīta ar lietotajām apsaimniekošanas metodēm un to efektivitāti (International Institute for Applied Systems Analysis, n.d.).

AgriPolis (*The Agricultural Policy Simulator*) ir aģentu balstīts modelis, kas modelē reģionālās lauksaimniecības struktūras izmaiņas. Modeļa pamatā ir izpratne par reģionālo lauksaimniecības struktūru kā sarežģītu un attīstībā esošu sistēmu (Happe et al., 2006). Modeļa mērķis ir attēlot, kā mainās lauku saimniecību struktūra reģionā saistībā ar politikas izmaiņām, tostarp novērtējot KLP ietekmi uz lauksaimniecības ainavām, biodaudzveidību un ekosistēmu pakalpojumiem (AgriPolis Project, n.d.).

LASAM (Latvijas lauksaimniecības sektoranalīzes modelis) 2016. gadā tika izstrādāts kā ekonometrisks modelis, lai veidotu Latvijas lauksaimniecības prognozi. Šis modelis ir izstrādāts specifiski mazām atvērtām ekonomikām, kurās tiek pieņemts, ka izmaiņas piedāvājuma līmenī neietekmē cenu veidošanās mehānismus. LASAM modelis piedāvā vairākas ievērojamas priekšrocības: tā struktūra ļauj veikt sīkas prognozes dažādos apakšnozaru līmeņos, nodrošinot iespēju analizēt lauksaimniecības nozares attīstību, ņemot vērā dažādu lielumu saimniecību specifiku. Modelis iekļauj arī integrētus sociālekonomisko indikatoru aprēķinus, kas sniedz iespēju novērtēt lauksaimniecības politikas ietekmi uz reģionālo attīstību, produktivitātes dinamiku un nodarbinātības struktūru (Pilvere et al., 2022).

1.1.tabula / Table 1.1.

Lauksaimniecībā izmantotie modeļi / Models used in agriculture

Modelis	Modeļa tips	Modeļa specifika	Mērogs
GEM-E3	Vispārējā līdzsvara modelis	Aptver mijiedarbību starp ekonomiku, enerģētikas sistēmu un apkārtējo vidi	ES
MAGNET	Vispārējā līdzsvara modelis	Modelē lauksaimniecības, tirdzniecības, zemes un bioenerģijas politikas ietekmi uz pasaules ekonomiku	ES

1.1.tabulas turpinājums / continuation of Table 1.1.

Modelis	Modeļa tips	Modeļa specifika	Mērogs
AGLINK-COSIMO	Daļējā līdzsvara modelis	Svarīgs instruments vietējās un tirdzniecības politikas analīzei	ESAO valstis
CAPRI	Daļējā līdzsvara modelis	Izstrādāts, lai novērtētu politikas un tirgus ietekmi starpnacionālajā, reģionālajā un saimniecību tipu līmenī	ES, Norvēģija, Rietumbalkāni, Turcija
AGMEMOD	Daļējā līdzsvara modelis	Nodrošina prognozes veidošanu lauksaimniecības atbalsta instrumentu, programmu un politikas novērtēšanai	ES
ESIM	Daļējā līdzsvara modelis	Tiek izmantots ES lauksaimniecības nozares attīstības prognozēšanai	25 ES dalībvalstis un pārējās valstis
GLOBIUM-EU	Daļējā līdzsvara modelis	Tiek izmantots, lai analizētu konkurenci zemes izmantošanas jomā starp lauksaimniecību, mežsaimniecību un bioenerģiju	ES un 25 reģioni ārpus ES
AgriPoliS	Aģentu balstīts modelis	Mērķis ir attēlot, kā mainās lauku saimniecību struktūra reģionā saistībā ar politikas izmaiņām	ES
LASAM	Ekonometriskais modelis	Ļauj veikt sīkas prognozes dažādos apakšnozaru līmeņos, nodrošinot iespēju analizēt lauksaimniecības nozares attīstību	Latvija

Avots: autores veidots pēc *Aglink-Cosimo Model, 2015; AGMEMOD, 2013; Grethe et al., 2012; International Institute for Applied Systems Analysis, n.d.; AgriPoliS – an agent-based model of regional agricultural structures (n.d.); Frank & Witzke, 2014; Woltjer & Kuiper, 2014; Pilvere et al., 2022.*

1.1.tabulā nav atspoguļoti visi modeļi, kuri tiek lietoti lauksaimniecības nozarē, bet gan tādi, kuri tiek lietoti biežāk ES un pasaulē, kā arī viens modelis, kas ir attiecināms tikai uz Latvijas tirgu. Katra modeļa efektivitāte un priekšrocības ir cieši saistītas ar tā lietojuma specifiku. Šie modeļi sniedz iespēju politikas plānotājiem analizēt dažādus attīstības scenārijus un kalpo kā atbalsta instruments lēmumu pieņemšanas procesā. To būtiskā vērtība ir spēja nodrošināt uzticamu informāciju par sistēmas darbības principiem un iespējamo attīstību.

Darba autore ir izvērtējusi dažādus modeļus, kuri tiek izmantoti lauksaimniecības nozares prognozēšanai, un izvēlējusies atsevišķi savstarpēji salīdzināt divus modeļus – ADMEMOD, kas visbiežāk tiek izmantots ES līmenī, lai veidotu prognozes un nodrošinātu plašu analīzi par ES dalībvalstīm un starptautisko tirdzniecību, un LASAM, kuram ir šaurāks mērogs (Latvija) un kurš ir pielāgots tieši Latvijas lauksaimniecības sektora prognozēšanai un politikas izvērtēšanai. Šāda salīdzinošā analīze sniedz iespēju izvērtēt to lietojuma priekšrocības un ierobežojumus, kā arī noteikt tos apstākļus, kuros katrs atsevišķs modelis var tikt efektīvi izmantots.

AGMEMOD un LASAM modeļu salīdzinājums / Comparison of the AGMEMOD and LASAM models

Kritērijs	AGMEMOD	LASAM
Modelēšanas mērogs	ES dalībvalstis	Latvija
Galvenais pielietojums	Lauksaimniecības politikas, tirgus attīstības un KLP ietekmes analīze	Latvijas lauksaimniecības attīstības scenāriju prognozēšana
Modelēšanas pieeja	Ekonometrisks, dinamisks, daļēja līdzsvara modelis, kas pamatojas uz piedāvājuma un pieprasījuma mehānismiem	Ekonometrisks, rekursīvs modelis, kas iekļauj scenāriju analīzi un makroekonomisko ietekmi
Iekļautie mainīgie	Makroekonomiskie indikatori, politikas regulējumi, starptautiskās cenas, eksports/imports, subsīdijas	Zemes izmantošana, ražošanas struktūra, sociālekonomiskie rādītāji, siltumnīcefekta gāzu emisijas, investīcijas
Ilgspējas un klimata analīze	Novērtē klimata pārmaiņu ietekmi uz lauksaimniecības ražošanu	Iekļauj siltumnīcefekta gāzu emisiju modelēšanu
Datu avoti un aktualizācija	“Eurostat”, Pasaules Tirdzniecības organizācijas, Pasaules Bankas un ES Komisijas dati	Nacionālie statistikas dati
Ierobežojumi	Nepieciešami lieli datu apjomi, modeļa uzturēšana un atjaunināšana ir sarežģīta	Ierobežota pielāgojamība globālajai tirgus attīstībai, cenas tiek pieņemtas kā eksogēni mainīgie

Avots: autores veidots pēc Nipers et al., 2018; Pilvere et al., 2022; Salamon et al., 2017; Salamon, et al., 2008a; Chantreuil et al., 2008; Bartova et al., 2008; Kyryzyuk et al., 2020.

Darba autore izvēlējās salīdzināt tieši šos modeļus, jo abi modeļi ir paredzēti lauksaimniecības nozares analīzei, tomēr tie atšķiras pēc mēroga, metodoloģijas un lietojuma jomas. 1.2. tabulā ir skaidri redzams, ka, kaut gan abi modeļi ir paredzēti lauksaimniecības nozares analīzei, tomēr AGMEMOD tiek izmantots ES līmenī, analizējot plašāku tirgus un politikas ietekmi, savukārt LASAM ir nacionālā līmeņa modelis, kas ir pielāgots konkrētās valsts apstākļiem.

LASAM modelis ir piemērots Latvijas lauksaimniecības politikas analīzei, tomēr darba autore uzskata, ka AGMEMOD ir efektīvāks instruments piena lopkopības scenāriju modelēšanai, jo tas sniedz plašāku ekonomisko un politisku kontekstu, ļaujot prognozēt, kā ES politikas lēmumi var ietekmēt Latvijas lauksaimniecības nozari (tostarp piena lopkopību).

AGMEMOD modelis nodrošina tādu pieeju, kurā ražošanas, patēriņa, importa un eksporta vienādojumi ir savstarpēji saistīti, veidojot sistēmu, kas ļauj novērtēt lauksaimniecības nozares reakciju uz ekonomiskajiem un politiskajiem faktoriem. Modelī izmantotie mainīgie (piemēram, lauksaimniecības cenas, izmaksu indeksi un tirgus līdzsvara rādītāji) nodrošina iespēju analizēt nozares attīstību ciešā sasaistē ar ES kopējo tirgu. Šī struktūra ļauj atspoguļot reālās tirgus sakarības, kuras būtiski ietekmē arī Latvijas piena lopkopību, ņemot vērā tās augsto atkarību no globālajām tirgus tendencēm. Savukārt LASAM modelis galvenokārt fokusējas uz nacionālās politikas un tendenču novērtējumu. Lai gan šāds skatījums ir nozīmīgs valsts līmeņa plānošanā, tas nodrošina ierobežotāku saikni ar starptautiskajiem tirgus procesiem.

Izvēloties AGMEMOD modeli, tiek nodrošināta iespēja analizēt Latvijas piena lopkopības attīstību ES vienotā tirgus ietvaros. Šī pieeja nodrošina pamatu turpmākai analīzei, kurā var tikt aplūkoti arī efektivitātes un ražošanas pielāgošanās procesi, kas atspoguļo nozares modernizācijas un strukturālās attīstības virzienus ilgtermiņā.

Kopumā gan LASAM, gan AGMEMOD modelis nodrošina iespēju prognozēt lauksaimniecības attīstības tendences un novērtēt dažādu politikas lēmumu ietekmi, tādējādi tos ir iespējams izmantot politikas plānošanai. Tomēr no publiski pieejamajās informācijās nav konstatējams, ka tiktu veikta šādu prognožu rezultātu integrācija Latvijas politikas un stratēģiskajos dokumentos. Tas var liecināt par to, ka prognozēšanas instrumentu potenciāls netiek pilnvērtīgi izmantots valsts politikas veidošanas procesā.

Kā jau iepriekš tika minēts, viens no modeļiem, kas tiek izmantots lauksaimniecības nozarē, ir AGMEMOD modelis. AGMEMOD partnerības koncepta mērķis ir izveidot un uzturēt plaša mēroga daļēja līdzsvara modelēšanas sistēmu, kas aptver visas ES dalībvalstis, lai veiktu saskaņotu lauksaimniecības politikas un tirgus analīzi (Salamon et al., 2008a).

AGMEMOD modelis ir radies, lai nodrošinātu integrētu modelēšanas pieeju, kas ņemtu vērā būtiskās atšķirības starp dažādu dalībvalstu lauksaimniecības sistēmām (Salamon et al., 2008a).

Modelis ir daudznacionāls, daļēja līdzsvara, tas ir paredzēts lauksaimniecības un pārtikas tirgus prognozēšanai ES. Modelis ne tikai sniedz iespēju izstrādāt lauksaimniecības tirgus attīstības scenārijus, bet arī ļauj novērtēt politikas pasākumu ietekmi uz nozari. Tas iekļauj tādas aspektus kā tiešmaksājumu sistēmas ietekme uz lauksaimniecības nozares struktūru, tirdzniecības liberalizācijas sekas dažādām preču grupām, kā arī klimata pārmaiņu ietekme uz ražošanas potenciālu (Salamon et al., 2017). Modelis katrai valstij izmanto atsevišķu veidni, un tādējādi tas ļauj nodrošināt analītisko konsekvenci visām valstīm. Valstu līmenī modelis atspoguļo lauksaimniecības politiku, kas ir modelēta, pamatojoties uz vēsturiskiem laikrindu datiem (Nehrey et al., 2019).

Kopumā AGMEMOD modelis kalpo kā nozīmīgs rīks lauksaimniecības politikas analīzē un stratēģiskajā plānošanā, piedāvājot sīku un ar pierādījumiem pamatotu analīzi (Salamon et al., 2017).

Modeļi ir pētījuši, attīstījuši un lietojuši vairāki pētnieki, kuru zinātniskie darbi sniedz būtisku ieguldījumu tā lietojuma un attīstības analīzē (skat. 1.5. attēlu), pārstāvot tādas zinātniskās institūcijas kā Eiropas Komisijas Kopējais pētniecības centrs (JCR) Spānijā (*Joint Research Centre*), Vāgeningenas universitāte Nīderlandē un Tīnena institūts Vācijā. Sākotnēji pie AGMEMOD modeļa izveides ir strādājusi arī Latvijas pētniece Guna Salputra, pārstāvot JCR.

Darba autore ir analizējusi dažādu zinātnieku darbus saistībā ar AGMEMOD modeli, lai identificētu galvenās modeļa lietojuma tendences. Izmantojot SCOPUS datubāzi ar atslēgvārdu “AGMEMOD model”, tika identificēti galvenie autori, publicēšanas tendences un atslēgvārdu grupas, kas ļāva raksturot modeļa lietojumu zinātniskajā literatūrā. Tāpat, izpētot vadošās institūcijas, no kurām nāk pētnieki, bija iespēja noteikt pētniecības sadarbības tīklu.

1.3.tabula / Table 1.3.

AGMEMOD publikāciju analīzes tabula (“Scopus” datubāzē) / Analysis of AGMEMOD-related publications (based on Scopus database)

Analīzes aspekts	Raksturojums
Publikāciju skaits kopā	35
Vadošie autori	Erjavec E., Chantreuil F., Salputra G., Kožar M., van Leeuwen M., Hanrahan K., Salamon P., Donnellan T., Bouma F., Dibrova A.
Laika periods	2005.–2024. gads
Aktīvākie gadi	2012., 2020.–2022. gads

1.3.tabulas turpinājums / continuation of Table 1.3.

Analīzes aspekts	Raksturojums
Vadošās institūcijas	Wageningen University & Research, National Research Institute for Agriculture, Food and the Environment, Rural Economy Research Centre, Teagasc – Irish Agriculture and Food Development Authority, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
Biežāk lietotie atslēgvārdi	Quota, CAP reform, policy, outlook, market analysis, future development, simulation, forecasting, agriculture

Avots: autores veidots pēc SCOPUS datubāzes.

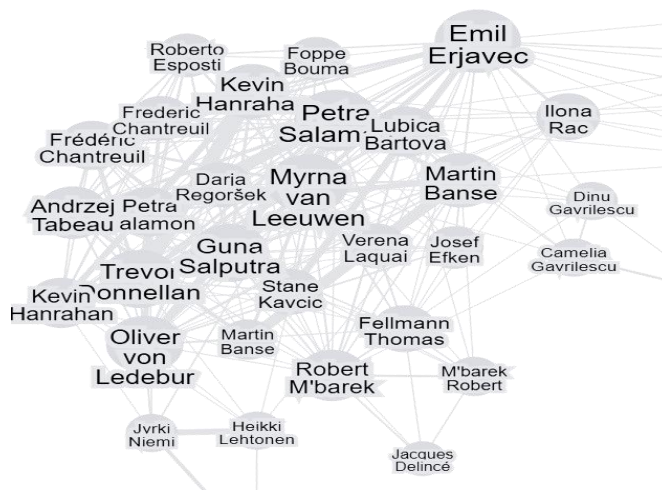
“Scopus” datubāzē tika identificēti 35 darbi, kuros tika minēts AGMEMOD, aptverot periodu no 2005. līdz 2024. gadam. Pirmais darbs, kas tika publicēts 2005. gadā, analizēja piena kvotas atcelšanas ietekmi uz ES piena nozari.

Visaktīvākie publicēšanas gadi ir 2012., 2020.–2022. gads, kas, iespējams, sakrīt ar KPL reformām un Covid-19 pandēmijas sekām. Tāpat šajā laika periodā AGMEMOD konsorcijs pievienojās arī Ukraina, izstrādājot valstij specifisku moduli, kas atspoguļo tās lauksaimniecības struktūras, ražošanas potenciāla un politikas īpatnības.

Latvija pašlaik nav AGMEMOD konsorcijs dalībvalsts, tas nozīmē ierobežotu piekļuvi galvenajam modelim un metodoloģiskajiem atjauninājumiem. Tas savukārt mazina iespēju efektīvi integrēt Latvijas specifiskos sektorālos datus kopējā Eiropas lauksaimniecības modeļu sistēmā un ierobežo zināšanu un pieredzes apmaiņu ar konsorcijs vadošajiem pētniecības centriem.

Visbiežāk modelis tiek izmantots, lai analizētu politikas ietekmi uz lauksaimniecību un veidotu attīstības scenārijus konkrētiem notikumiem.

Pēdējos gados modelis aktīvi tiek lietots arī Ukrainas lauksaimniecības nozares pētniecībā, un Ukrainas pētnieki sadarībā ar pētniekiem no citām valstīm un institūcijām pielāgo modeli savas valsts īpatnībām. Pētnieku sadarbības tīkls ir ļoti plašs, kā ir redzams 1.5. attēlā.



Avots: autores veidots, izmantojot Research Rabbit App.

1.5. att. / Fig. 1.5. **Zinātnieku tīkls AGMEMOD modeļa pētniecībā / The scientific network in AGMEMOD model research**

Viens no pētījumiem, kas tika veikts ar modeli, ir dažādu scenāriju analīze, kas iekļāva pakāpenisku kvotu palielināšanu, pilnīgu kvotu atcelšanu un brīvā tirgus apstākļu simulāciju. Šāds pētījums tika veikts, lai identificētu iespējamus tirgus svārstību riskus un ražošanas

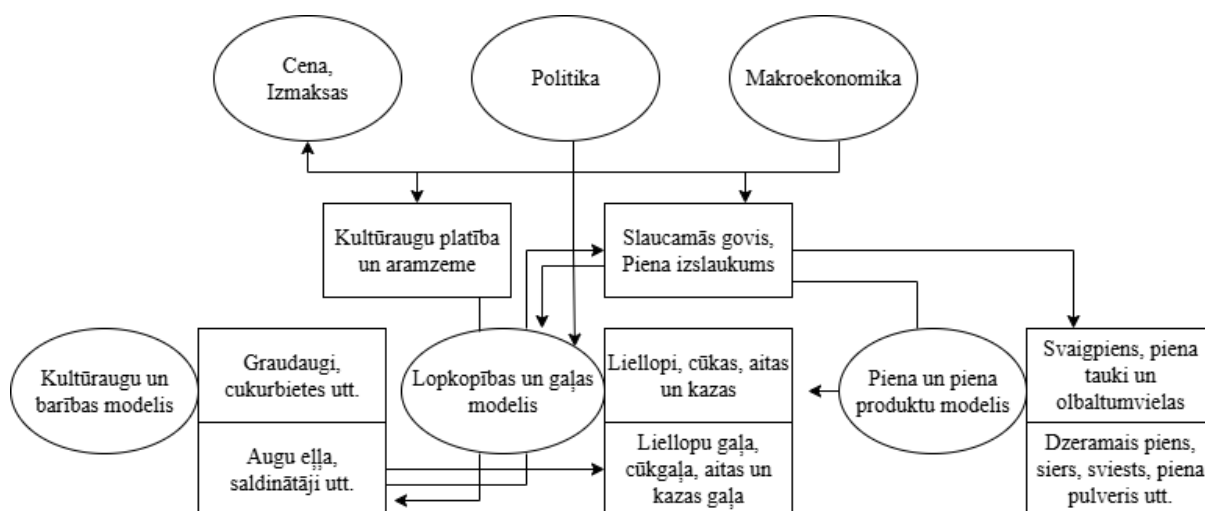
izmaiņas atkarībā no makroekonomiskajiem un politikas nosacījumiem. Modelis ļāva noteikt piena ražošanas dinamiku dažādās ES dalībvalstīs, kā arī simulēt dažādu politisko pasākumu sekas, tostarp tiešo maksājumu efektivitāti, lai kompensētu iespējamās ražošanas svārstības. Kopumā AGMEMOD lietojums šādā veidā ir apliecinājis tā spēju nodrošināt sīku, ar datiem pamatotu analīzi, kas ļauj lēmumu pieņēmējiem izprast nozares dinamiku pēc kvotu sistēmas atcelšanas un pielāgot politikas pasākumus, lai mazinātu iespējamās tirgus traucējumus un veicinātu ilgtermiņa stabilitāti un konkurētspēju ES lauksaimniecības sektorā (Chantreuil et al., 2008).

Tāpat AGMEMOD modelis tiek izmantots, lai izvērtētu KLP reformu ietekmi uz lauksaimniecības sektoru. Modelis kalpo kā būtisks instruments politikas scenāriju analīzei, nodrošinot sīku prognožu mehānismu dažādu lauksaimniecības segmentu reakcijai uz tirgus izmaiņām un politiskajiem pasākumiem. Tas sniedz iespēju analizēt eksporta un importa regulējuma izmaiņu iespējamo ietekmi uz ES lauksaimniecības konkurētspēju, klimata un vides pasākumu ieviešanas sekas uz lauksaimniecības nozares ekonomiku un ražošanas struktūras pārmaiņas dažādos KLP politikas scenārijos. Attiecīgi AGMEMOD ir vērtīgs instruments, kas sniedz zinātniski pamatotu politikas analīzi, ļaujot prognozēt KLP reformu ekonomiskās sekas un simulēt dažādus attīstības scenārijus (Salamon et al., 2008b; M'Barek & Bartová, 2008).

Lēmumu pieņemšanas procesā ir būtiski, lai politikas veidotājiem un nozares pārstāvjiem būtu pieejamas vidēja termiņa prognozes par lauksaimniecības un pārtikas tirgu attīstību. Eiropas Komisija sagatavo šādas prognozes, un tās tiek izstrādātas, pamatojoties uz AGMEMOD. Šajās prognozēs tiek iekļauti pieņēmumi par politiskajiem, ekonomiskajiem un makroekonomiskajiem attīstības faktoriem, turklāt analīze tiek veikta individuālo dalībvalstu līmenī. Šādi veidotas prognozes aptver galvenās lauksaimniecības produktu grupas, piemēram, labību, eļļas augus, lopkopības nozari, kā arī gaļas tirgu. Papildus tiek modelētas arī piena un piena produktu tirgus tendences, iekļaujot dzeramo pienu, sviestu, sieru, vājpiena un pilnpiena pulveri. Analīzes rezultāti iekļauj struktūras un ražošanas parametrus, piemēram, lauksaimniecības zemes platības, mājlopu skaitu, ražas apjomus, produkcijas izlaidi un tirdzniecības bilanci, kā arī cenu dinamiku dažādos tirgus segmentos. Šāda pieeja nodrošina sistematizētu un konsekventu prognožu izstrādi, kas ļauj labāk izprast nākotnes attīstības tendences un pieņemt informētus lēmumus lauksaimniecības politikas un tirgus regulējuma kontekstā (Salamon et al., 2019).

Ņemot vērā visu iepriekšminēto, ir secināms, ka modelis tiek plaši lietots, lai veidotu dažādu veidu prognozes, pētītu iespējamās attīstības scenārijus, kas veicinātu labāku izpratni par nozari, tendencēm tajā, un tas savukārt nodrošinātu skaidrākus attīstības virzienus politikas veidotājiem.

AGMEMOD modelis pamatojas uz kopīgu valsts modeļa struktūru, kas ir pielāgota katras valsts specifiskajai lauksaimniecības situācijai. Katrs individuālais preču modelis iekļauj uzvedības vienādojumus un identitātes, kas izskaidro piedāvājuma veidošanos, pieprasījuma radīšanu un cenu veidošanos (Banse et al., 2011). Lai labāk izprastu AGMEMOD struktūru, dažādu ekonomisko, politisko un tirgus faktoru ietekmi uz lauksaimniecības nozarēm, ir jāskata 1.6. attēls.



Avots: autores veidots, tulkots un adaptēts pēc Laquai, 2023a; Salamon et al., 2008b.

1.6. att. / Fig. 1.6. Vispārējās savstarpējās sakarības AGMEMOD modelī / General interrelationships in the AGMEMOD model

1.6. attēlā ir redzams, kādi lauksaimniecības ražošanu un tirgu ietekmējoši faktori ir iekļauti modelī (piemēram, makroekonomiskie faktori cenu un izmaksu dinamika). Tāpat modelī ir iekļauti faktori, kas atspoguļo, kā kultūraugi un lopkopība mijiedarbojas, veidojot barības un izejvielu plūsmu dažādās nozarēs. Piemēram, graudaugi un cukurbietes tiek izmantoti gan pārtikas, gan lopbarības ražošanā. Attēls atspoguļo savstarpējās saiknes starp dažādām lauksaimniecības nozarēm, kas ļauj analizēt politisko un ekonomisko lēmumu ietekmi uz pārtikas ražošanu un tirgus attīstību.

Piedāvājums un pieprasījums modelī tiek modelēts, izmantojot mikroekonomiskās teorijas principus par patērētāju un ražotāju uzvedību. Modeļa dinamikas pamatā ir pieņēmums, ka lauksaimnieciskās ražošanas un patēriņa pielāgošanās procesi notiek pakāpeniski, tāpēc tiek izmantoti iepriekšējie ražošanas un patēriņa dati, lai izveidotu nākotnes attīstību. Preču tirgi modelī ir savstarpēji saistīti, izmantojot tehnoloģiskās attiecības ražošanas pusē un aizstāšanas vai komplementaritātes attiecības patēriņa pusē. Lai nodrošinātu vienotu lauksaimniecības cenu attīstības tendenci visās ES dalībvalstīs, cenas netiek noteiktas kā līdzsvara cenas, tās ir saistītas ar ES vidējo cenu, izmantojot cenu pārvades vienādojumus. Tas nozīmē, ka katram lauksaimniecības preču tirgum ir viena endogēna mainīgā vērtība (parasti eksporta vai importa apjoms), kas tiek noteikta, pamatojoties uz piedāvājuma un pieprasījuma bilanci (Banse et al., 2011; Chantreuil, 2005).

Modelī tiek izmantoti endogēnie un eksogēnie dati, lai prognozētu lauksaimniecības nozares attīstību un analizētu politikas ietekmi uz tirgu.

**AGMEMOD datubāze: eksogēnie un endogēnie mainīgie / AGMEMOD database:
exogenous and endogenous variables**

Endogēnie dati	Eksogēnie dati
Aprēķini, kas pamatojas uz vēsturiskajiem datiem, vai aprēķini, pamatojoties uz citiem mainīgajiem lielumiem	Eksogēnie ievaddati, nepieciešami scenāriju projicēšanai (noteikti ārpus modeļa struktūras)
Ražošanas statistika (platība, mājlopu skaits, raža, ražošana), piegādes, cenas (ražotāju cenas, vairumtirdzniecības cenas)	Makroekonomikas mainīgie (piemēram, inflācijas līmenis, iedzīvotāju skaits, valūtas kursi), politikas mainīgie lielumi (piemēram, lauksaimniecības politika, tirdzniecības politika), citi mainīgie (piemēram, tehnoloģiju indikators) un pasaules tirgus preču cenas

Avots: Laquai, 2023b.

Endogēnie dati modelī tiek aprēķināti, pamatojoties uz vēsturiskajiem datiem un citu mainīgo lielumu ietekmi, savukārt eksogēnie dati tiek uzskatīti par ārējiem faktoriem, kas netiek noteikti modeļa ietvaros, bet tiek izmantoti kā ievaddati lauksaimniecības prognozēm.

Vēl viena būtiska nianse, ka modelī ES līmeņa cena (“atslēgas cena” jeb “*key price*”) tiek definēta kā konkrētās preces cena nozīmīgākā nacionālā tirgus ES ietvaros. Valstu modeļi ir izstrādāti, lai atspoguļotu individuālo valstu lauksaimniecības īpatnības, ņemot vērā nacionālos tirgus faktorus un ekonomiskos apstākļus. Šie modeļi ir izveidoti, pamatojoties uz vienotu struktūru, tomēr tos pielāgo katras valsts specifikai un pēc tam tie tiek integrēti vienotā ES AGMEMOD modelī (Chantreuil, 2005; Banse et al., 2011).

AGMEMOD modelis sniedz iespēju vienlaicīgi analizēt gan valsts, gan ES līmeņa lauksaimniecības attīstības tendences, un tāda pieeja ļauj izstrādāt scenārijus, kas ņem vērā gan valsts reģionālās īpatnības, gan ES politikas nosacījumus (piemēram, KLP). Vienlaikus, piedaloties darbnīcā “AGMEMOD Training 2025”, kurā piedalījās pētnieki no Vāgeningenas universitātes un Tīnena institūta, darba autore noskaidroja, ka sadarbība notiek ar pētniekiem, nozares ekspertiem un politikas veidotājiem. Šāda veida sadarbība nodrošina, ka modelēšanas rezultāti tiek pielāgoti faktiskajai tirgus situācijai, kā arī tie tiek tieši integrēti politikas dokumentu sagatavošanā un izvērtējumos. Tā tiek veicināta savstarpēja zināšanu apmaiņa starp akadēmisko vidi un lēmumu pieņēmējiem, nodrošinot ar empīriskiem datiem pamatotu politikas plānošanas procesu un scenāriju izstrādi.

1.3. Piena lopkopība un tās attīstības dinamiku ietekmējošie kompleksie faktori / *Dairy farming and complex factors influencing its dynamics*

Lauksaimniecības nozari veido divi savstarpēji saistīti sektori – augkopība un lopkopība, kas ir pamats pārtikas ražošanai un ekonomiskajai attīstībai (Knips, 2001). Piena produkti vēsturiski ir bijuši būtisks uzturvielu avots, kas nodrošina cilvēkus ar enerģiju, olbaltumvielām un taukiem, un tiem joprojām ir nozīmīga loma cilvēku uzturā visā pasaulē.

Govs piena ražošana tiek uzskatīta par stratēģiski svarīgu ekonomisko darbību daudzās valstīs, jo tā ne tikai veicina primārās lauksaimniecības attīstību, bet arī sniedz atbalstu pārstrādes nozares uzņēmumiem, kas nodrošina nodarbinātību dažādās saimnieciskās jomās. Piena ražošanas nozīme pārsniedz primāro lauksaimniecības sektoru, jo tā tieši ietekmē pārtikas rūpniecību un tirdzniecību, sekmējot ekonomisko izaugsmi un tirgus stabilitāti (Bełdycka-Bórawska et al., 2021).

Kopumā lopkopības nozare ir ļoti dinamiska. Tāpat ir jāņem vērā, ka šo nozari veido sarežģīta dažādu faktoru mijiedarbība, kas kopumā nosaka tās ilgtspēju un produktivitāti (Wattiaux, 2023).

Piena lopkopību globāli var uzskatīt par vienu no visvairāk regulētajām lauksaimniecības nozarēm. Piemēram, atsevišķas attīstītās valstis piešķir subsīdijas ražotājiem, kas savukārt var veicināt pārprodukciju; valdības maksā eksporta subsīdijas vai nosaka tirdzniecības ierobežojumus, lai aizsargātu savas valsts nozari no negodīgas konkurences (Knips, 2001). 20. gadsimta sākumā nozare piedzīvoja vairākas strukturālas pārmaiņas saistībā ar straujām tehnoloģiskām izmaiņām, kā arī intensīvas politiskās iejaukšanās. Agrīna urbanizācija un divi pasaules kari bija daži no notikumiem, kas veicināja nepieciešamību risināt pārtikas drošuma jautājumu un pārtikas un lauksaimniecības tehnisko un rūpniecisko attīstību (Rytkönen et al., 2020). Tāpat arī ekonomiskie izaicinājumi, tehnoloģiskie jauninājumi, demogrāfiskās un patērētāju pieprasījuma izmaiņas ir veicinājuši pārmaiņas piena lopkopībā visā pasaulē (Barkema et al., 2015).

Palielinoties cilvēku skaitam pasaulē un paplašinoties cilvēku lokam, kas ikdienā lieto piena produktus (piemēram, Āzijas valstīs), arī lopkopības nozarei ir jāpielāgojas, lai nodrošinātu lielāku lopkopības produktu daudzumu un uzlabotu nozares efektivitāti. Vienlaikus ir jārisina dzīvnieku labturības, vides ilgtspējības un sabiedrības veselības jautājumi. Pēdējā desmitgadē nozarē ir vērojami nozīmīgi uzlabojumi, tostarp tika ieviestas automatizētas barošanas sistēmas, slaukšanas roboti un uzlabota kūtsmēsļu apsaimniekošana, kā arī palielināta ražošanas efektivitāte, izmantojot jaunās pieejas dzīvnieku audzēšanā, ģenētikā un uzturā (Neethirajan & Kemp, 2021). Tomēr, lai gan ģenētiskā selekcija un citi iepriekšminētie faktori ir izraisījuši ievērojamu izslaukuma pieaugumu, kas savukārt ir palielinājis nozares produktivitāti, vienlaicīgi tam ir arī negatīvas sekas, piemēram, govīs, kas ir ģenētiski atlasītas lielākam izslaukumam, biežāk cieš no veselības problēmām, piemēram, mastīta, vielmaiņas traucējumiem un reproduktīvajām problēmām (Hansen, 2000; Berry et al., 2003). Attiecīgi līdz ar attīstību ir nākuši arī jauni izaicinājumi, ar kuriem lauksaimniekiem ir jārēķinās un jārod risinājumi.

Piena lopkopības attīstību nosaka komplekss savstarpēji saistītu faktoru kopums, kas iekļauj politiskos, ekonomiskos, tehnoloģiskos, sociālos un vides aspektus. Šo faktoru savstarpējā mijiedarbība nosaka piena lopkopības attīstības tendences un tās spēju pielāgoties globālajiem ekonomiskajiem, vides un sabiedriskajiem izaicinājumiem.



Avots: autores veidots.

1.7. att. / Fig. 1.7. **Piena lopkopību ietekmējošo faktoru grupas / Groups of factors affecting dairy farming**

Piena lopkopības darbības rezultātus ietekmē vairāku faktoru kopums, kuru analīze ļauj precīzāk izprast nozares attīstības dinamiku un konkurētspējas nosacījumus (Naglova et al.,

2017). Katru no 1.7. attēlā redzamajām lielajām faktoru grupām veido vairāki apakšfaktori, kas kopumā rada attiecīgā faktora saturu.

Viena no faktoru grupām ir ekonomiskie faktori un šo faktoru ietvaros viens no apakšfaktoriem ir piena iepirkuma cenas un to svārstīgums. Piena lopkopība ir nozare, kurai ir raksturīgas straujas cenu izmaiņas un krīzes, kad piena iepirkuma cena kļūst zemāka nekā piena ražošanas pašizmaksas (Pilvere et al., 2020). Tādējādi piena iepirkuma cena ir gan ienākumu avots saimniecībām, gan arī riska faktors, jo, pieaugot cenu svārstīgumam, pieaug arī nenoteiktība par investīciju atmaksāšanos un iespējām ieguldīt saimniecību modernizācijā (Schulte et al., 2018). Piena un piena produktu cenas nosaka dažādi faktori, piemēram, pasaules tirgus apstākļi, piena ražošanas izmaksas, transportēšanas un uzglabāšanas process, kā arī citi faktori (Bełdycka-Bórawska et al., 2021).

Ražošanas izmaksas (īpaši barības un enerģijas cenas) arī ir būtisks faktors, kas nosaka saimniecību ienākumus un arī spēju saglabāt konkurētspēju (Koutouzidou, 2022). Ņemot vērā to, ka dzīvnieku barība ir būtiska izmaksu pozīcija saimniecībās, graudu un proteīnaugu cenu dinamika tieši ietekmē piena pašizmaksu (O'Connor et al., 2014). Barības cenu palielinājums spēj būtiski mazināt piena saimniecību rentabilitāti, un šāds spiediens netieši spēj ierobežot saimniecību iespējas uzturēt vai paplašināt ganāmpulku un tādējādi stabilus ražošanas apjomus (Golas, 2017). Attiecīgi šis ir vēl viens faktors, kas spēj ietekmēt piena ražošanas procesus. Tieši sabalansēta barība nodrošina nepieciešamo uzturvielu daudzumu, kas ļauj govij pilnvērtīgi realizēt savu ģenētisko ražošanas potenciālu, jo nepietiekama vai zemas kvalitātes barība var būtiski samazināt izslaukuma apjomus, pasliktināt piena kvalitāti, kā arī negatīvi ietekmēt kopējo govju veselības stāvokli (Goetsch, 2011).

Tāpat piena lopkopība ir energoietilpīga nozare, jo elektroenerģija un degviela ir nepieciešama slaukšanai, piena dzesēšanai, barības sagatavošanai un transportam. Pētījumi liecina, ka elektrības un degvielas izmaksas veido nozīmīgu daļu tiešo izmaksu, tāpēc enerģijas cenu kāpums būtiski palielina piena pašizmaksu un tieši ietekmē saimniecību rentabilitāti (Shine et al., 2020; Parzonko et al., 2019).

Pie ekonomiskajiem faktoriem ir būtiski minēt arī ataudzēšanas izmaksas, kas aptver visus izdevumus, kas ir nepieciešami jaunlopam no dzimšanas līdz pirmajai atslaukšanai. Tās iekļauj barību, darbaspēku, veselības aprūpi un infrastruktūras izmaksas (Tozer & Heinrichs, 2001).

Vēl pie ekonomiskajiem faktoriem var pieskaitīt lauksaimniecības zemes cenas, kas atspoguļo lauksaimniecības, tostarp piena lopkopības, rentabilitāti. Augstas lauksaimniecības zemes cenas var ierobežot jauno ražotāju ienākšanu tirgū un mazināt iespējas esošajiem saimniekiem paplašināt saimniecības, kas ir būtiski piena lopkopības restrukturizācijā (Angus et al., 2009; Eistrup et al., 2019).

Tāpat arī darbinieku atalgojums un darba nosacījumi ir būtiski faktori, kas ietekmē piena lopkopības attīstību. Ņemot vērā pieaugošo konkurenci ar citām nozarēm, kur darba samaksa ir augstākā, piena saimniecību īpašniekiem jānodrošina konkurētspējīgs atalgojums un atbilstoši darba apstākļi, lai spētu saglabāt kvalificētu darbaspēku. Piena lopkopībā strādājošo darbinieku algas bieži vien atpaliek no citu ekonomikas sektoru vidējā atalgojuma, kas rada papildu izaicinājumus darbinieku piesaistei un saglabāšanai (Stup, 2021; Mizik et al., 2025). Attiecīgi darbinieku atalgojums un darba apstākļi ir būtiski faktori, kas ietekmē piena lopkopības darbaspēka pieejamību, ražošanas efektivitāti un ilgtspējīgu attīstību.

Vēl viens būtisks ekonomiskais faktors, kas spēj ietekmēt piena lopkopības darbību ir pieprasījuma cenas elastība. Tā mēra, par cik procentiem mainās pieprasītais daudzums, ja mainās (palielinās vai samazinās) produkta cena, pieņemot, ka citi faktori nemainās. Šķidrās piens pārsvarā tiek klasificēts kā prece ar mēreni neelastīgu pieprasījumu – tas nozīmē, ka, piemēram, straujš cenu lēciens izraisīs tikai daļēju pieprasījuma samazinājumu, jo piens ir ikdienā izmantots produkts ar ierobežotiem aizstājējiem (Femenia, 2019; Dong & Stewart, 2013). Sieram un citiem fermentētajiem piena produktiem ir augstāka pieprasījuma elastība nekā šķidrājam pienam, kas norāda uz to, ka šo produktu patēriņu ir iespējams vieglāk

samazināt vai aizstāt, reaģējot uz cenu izmaiņām (Bouamra-Mechemache et al., 2007; Bouyssou et al., 2024). Savukārt sviestam pieprasījuma elastība ir vidēji neelastīga – patērētāji salīdzinoši maz reaģē uz cenu izmaiņām. Tas var būt skaidrojams ar to, ka sviestam ir būtiska nozīme ēdiena gatavošanā, kā arī ar ierobežotu pilnvērtīgu aizstājēju pieejamību (Bouamra-Mechemache et al., 2007; Marioni et al., 2022). Tas nozīme, ka piena produktu pieprasījuma cenas elastība atšķiras atkarībā no produkta veida, – šķidrās piens ir mēreni neelastīgs, fermentētajiem produktiem ir lielāka elastība, bet sviestam ir raksturīga zema jutība pret cenu izmaiņām, kas norāda uz šo produktu atšķirīgo aizstājamību un vietu patēriņa struktūrā.

Nākamais nozīmīgais faktors, kas tika izdalīts, ir tehnoloģiskais faktors. Tehnoloģisko inovāciju ieviešana ir kļuvusi par neatņemamu piena lopkopības attīstības daļu, kas ietekmē šīs nozares attīstību un konkurētspēju. Jaunu ražošanas tehnoloģiju, piemēram, robotizēto slaukšanas sistēmu, digitālās uzraudzības rīku un dzīvnieku veselības uzraudzības, izmantošana un integrēšana saimniecībās būtiski paaugstina ražīgumu un samazina darbaspēka izmaksas. Šādas tehnoloģijas ļauj pilnveidot ganāmpulku pārvaldību un veicina efektīvāku resursu izmantošanu, kā arī paaugstina dzīvnieku produktivitāti (Naglova et al., 2017; Lovarelli, 2020). Šādas tehnoloģijas nodrošina iespēju laikus identificēt problēmas ražošanas procesā un nekavējoties reaģēt, lai novērstu riskus, pirms tie būtiski ietekmē dzīvnieku veselību vai ražošanas efektivitāti. Piemēram, biometriskie sensori uzrauga produktīvo dzīvnieku uzvedību un fizioloģiskos parametrus, ļaujot novērtēt dzīvnieku veselību un labturību laika gaitā. Lopkopība arvien plašāk izmanto biometrisku sensoru tehnoloģijas, kas ļauj efektīvāk uzraudzīt dzīvniekus, nepalielinot tiešās saskares laiku, darbinieku skaitu un attiecīgi darbaspēka izmaksas (Lovarelli, 2020; Neethirajan & Kemp, 2021; Norton & Berckmans, 2017). Šīs sistēmas samazināja nepieciešamību pēc fiziska darba, mazinot izmaksas un padarot saimniecību pārvaldību precīzāku, efektīvāku un elastīgāku.

Tehnoloģiskie faktori iekļauj dažādus risinājumus, kuri kopumā spēj ietekmēt saimniecības darbību.

1.5. tabula / Table 1.5.

Tehnoloģiskie risinājumi / Technological solutions

Tehnoloģiskais risinājums	Ietekmes mehānisms
Slaukšanas tehnoloģijas	Automatizē slaukšanas procesu, nodrošina datu vākšanu par govju veselību
Barības izēdināšanas un automatizācijas tehnoloģijas	Nodrošina precīzāku barības devas sadali, kā arī veidojas mazāki barības zudumi
Turēšanas sistēmas un kūts aprīkojums	Nodrošina slaucamo govju labturību
Veselības sensori	Slimību noteikšana reāllaikā
Ģenētiskās un reprodukcijas tehnoloģijas	Paātrina selekciju, mazina slimību risku
Kūtsmēslu un biogāzes tehnoloģijas	Mazina SEG emisijas, vienlaikus ļauj ražot enerģiju
Digitālā saimniecības vadība	Integrē barības, veselības un produktivitātes datus vienotā sistēmā

Avots: autores veidots pēc Schulte et al., 2018; Svennersten-Sjaunja & Pettersson, 2007; Da Borso et al., 2017; Cook et al., 2005; Rutten et al., 2013; Wiggans et al., 2016; Luostarinen et al., 2011; Eastwood et al., 2017; Muck et al., 2018; Siliņa & Jonkus, 2023.

1.5. tabulā norādītie risinājumi papildina cits citu, lai kopumā nodrošinātu piena lopkopības efektivitāti, ilgtspējīgu ražošanu un konkurētspējas paaugstināšanu (piemēram, barības sagatavošanas automatizācija un ēdināšanas roboti bez kvalitatīvas barības nevar sasniegt savu potenciālu).

Pie sociāliem faktoriem, kas būtiski ietekmē piena lopkopības attīstību, var minēt lauku reģionu demogrāfiskās izmaiņas. Esošie lauksaimnieki noveco, savukārt jaunajai paaudzei ir salīdzinoši zema interese par konvencionālo lauksaimniecību, kas izraisa darbaspēka

mazināšanos lauku apvidos (Ryan, 2023; Pilvere et al., 2020). Neņemot vērā tehnoloģisko attīstību, kas ļauj lauksaimniekiem nodarbināt mazāku darbinieku skaitu, pilnībā iztikt bez darbiniekiem saimniecības tomēr nespēj.

Vēl viens sociālais faktors, ka būtiski ietekmē piena lopkopību ir tas, ka sabiedrība un patērētāji arvien vairāk interesējas par dzīvnieku labturību un attiecīgi viņiem pieaug prasības pēc augstākiem dzīvnieku labturības standartiem. Tas nozīmē, ka saimniecībām jāpielāgojas arvien stingrākām prasībām, kas var palielināt izmaksas, bet vienlaikus arī nodrošināt tirgus priekšrocības, ja tiek panākta patērētāju uzticība (Grandin, 2014; Yeates, 2024).

Vēl viens sociālais faktors ir globālais iedzīvotāju skaita pieaugums, kas nosaka piena lopkopības attīstības dinamiku visā pasaulē. Palielinoties iedzīvotāju skaitam, pieaug arī pieprasījums pēc piena produktiem un to patēriņš. Šāda tendence veicina ražošanas kapacitātes palielināšanu, it īpaši tajos reģionos, kur novērojams straujāks demogrāfiskais pieaugums. Neņemot vērā, ka ražošanas palielināšana var veicināt nodrošināšanu ar pārtiku, tas tomēr arī palielina slogu uz vidi (Grout, 2020). Turklāt, ņemot vērā, ka iedzīvotāju skaits palielinās reģionos, kur šobrīd lielā mērā intensīva piena lopkopība vēl nav plaši izplatīta, piemēram, Āfrikas valstīs, palielinās pieprasījums pēc viegli transportējamiem produktiem ar ilgu uzglabāšanas termiņu, piemēram, pēc piena pulvera (OECD, 2023).

Pieaugošā sabiedrības interese par vides aizsardzību būtiski ietekmē piena lopkopības attīstības virzienus. Piena lopkopība ir saistīta ar ievērojamu siltumnīcefekta gāzu emisiju apjomu, lielu ūdens un barības resursu patēriņu, kā arī ar augsnes kvalitātes un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas problēmām. Papildus tam būtisku ietekmi rada kūtsmēsļu apsaimniekošana un ar to saistītais piesārņojums, kas izraisa arī nepieciešamību efektīvi izmantot zemes resursus. Līdz ar to arvien vairāk tiek uzsvērti ilgtspējīgu risinājumu nozīme, lai mazinātu nozares radīto ietekmi uz klimata pārmaiņām. Arī piena pārstrādes procesi, tostarp siera, sviesta un citu produktu ražošana, rada ievērojamu daudzumu notekūdeņu un blakusproduktu, kuru apsaimniekošanai nepieciešami novatoriski tehnoloģiskie risinājumi, lai mazinātu noslodzi uz vidi (Chandra et al., 2018; Gerber et al., 2013; Nardone et al., 2010). Šo faktoru esība veicina vides ilgtspējas jautājumu integrāciju piena ražošanas un pārstrādes procesos.

Politiskie faktori un regulatīvā vide veido nozīmīgu piena lopkopības attīstību ietekmējošo nosacījumu kopumu, nosakot gan ražošanas, gan tirdzniecības struktūru globālā un reģionālā mērogā. Lai risinātu vides un klimata problēmas, ir būtiski izstrādāt tādas vides regulējumus, kuros tiktu noteikti mērķi, prasības to izpildei, kā arī rādītāji, kuri ir jāsasniedz. Tādi plānošanas dokumenti kā, piemēram, ES “zaļais kurss” un “No lauka līdz galdam”, nosaka prasības SEG emisiju mazināšanai, nitrātu direktīvas ievērošanai un dzīvnieku labturībai (Eiropas Komisija, 2020a; Gerber et al., 2013). Vienlaikus ir būtiski izdalīt finansiālā atbalsta mehānismus, piemēram, subsīdijas, nodokļu atvieglojumus un tiešos maksājumus, kas kalpo kā būtiski instrumenti, lai palīdzētu lauksaimniekiem pielāgoties jauniem normatīvajiem nosacījumiem, veicinātu jaunu tehnoloģisko risinājumu ieviešanu saimniecībās un jaunu zināšanu iegūšanu lauksaimnieku vidū (Eiropas Parlaments, n.d.).

Ņemot vērā, ka piena lopkopības pamatā ir produktīvie dzīvnieki, dzīvnieku bioloģiskie faktori spēj būtiski ietekmēt šo nozari. Pastāv vairāki faktori, kas ietekmē govju produktivitāti un kurus ir svarīgi identificēt. Viens no tādiem apakšfaktoriem ir govju šķirne, kas nosaka izslaukuma potenciālu, piena sastāvu un govju ilgmūžību. Piemēram, Holšteinas govīm ir raksturīgs augsta piena izslaukuma (Siliņa & Jonkus, 2023; Brito et al., 2021).

Vēl viens būtisks faktors ir slaucamo govju produktīvais mūžs, un to var definēt kā laikposmu no pirmās atnešanās līdz dzīvnieka nāvei vai izslēgšanai no ganāmpulka, un šajā laikā tās ražo aptuveni 80–90% piena, bet atlikušo daļu veido cietstāves periods, kas ir nepieciešams nākamās laktācijas sagatavošanai. Attīstīto valstu lopkopībās govju produktīvais mūžs parasti ir vien 2,5–4 gadi, kas kopā ar pirmo atnešanos ap divu gadu vecumā nozīmē, ka to kopējais dzīves ilgums nepārsniedz 4,5–6 gadus. Tomēr dabiskais piena liellopu dzīves

ilgums var sasniegt aptuveni 20 gadus, kas norāda uz ievērojamu atšķirību starp bioloģisko potenciālu un reālo izmantošanas laiku (De Vries & Marcondes, 2020; Cielava et al., 2016).

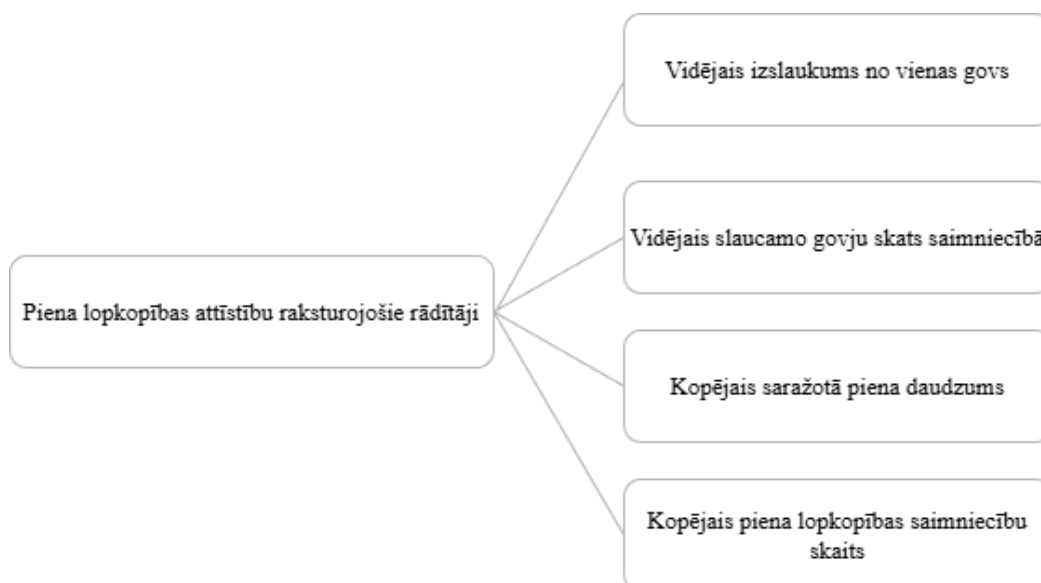
Tāds faktors kā slaukšanas biežums nosaka gan saražotā piena apjomu, gan tā sastāvu, gan arī dzīvnieku veselības stāvokli. Piena sintēzes process ir nepārtraukts, taču to ierobežo tesmenī uzkrātā piena radītais spiediens un ar to saistītie inhibējošie mehānismi. Regulāra slaukšana mazina šo ietekmi, uzturot aktīvu piena sekrēciju un labvēlīgi ietekmējot dzīvnieku vielmaiņu (Stockdale, 2006; Wall, 2011). Tāpat pētījumi liecina, ka biežāka slaukšana (optimālais slaukšanas biežums ir divreiz dienā, ar iespēju agrīnā laktācijā vai automatizētās sistēmās palielināt biežumu līdz trim reizēm dienā) ne tikai veicina lielāku un noturīgāku izslaukumu, bet arī uzlabo tesmeņa veselību un mazina mastīta risku ar nosacījumu, ka tiek ievēroti atbilstoši higiēnas nosacījumi (Stockdale, 2006; Hart et al., 2013; Hovinen & Pyörälä, 2011). Savukārt biežāka slaukšana var īslaicīgi palielināt izslaukumu, taču pārāk īsi intervāli mazina tesmeņa audu atjaunošanās spēju un var negatīvi ietekmēt govju veselību (Hovinen & Pyörälä, 2011).

Izmantojot automatizētās slaukšanas sistēmas, saimniecībām ir iespēja paaugstināt izslaukumu, kā arī samazināt somatisko šūnu skaitu, jo modernizētie turēšanas apstākļi ļauj sabalansēt barību, kontrolēt spēkbarības patēriņu un ikdienā sekot izslaukuma un piena sastāva rādītājiem, laikus reaģējot uz izmaiņām (Jonkus et al., 2018).

Slaucamo govju veselība ir vēl viens būtiskāks piena ražošanas priekšnoteikums. Slaucamās govju ir pakļautas dažādām slimībām (piemēram, mastītam, brucelozei), un to sekas spēj ietekmēt arī cilvēkus, jo slimību dēļ var pasliktināties piena kvalitāte, kas ietekmē pārtikas drošumu. Pārmērīga antibiotiku lietošana govju slimību ārstēšanā var arī veicināt rezistentu baktēriju attīstību (Kappes et al., 2023). Dažādi tehnoloģiskie risinājumi ļauj gan nodrošināt labākus dzīvnieku turēšanas apstākļus, gan laikus diagnosticēt slimības un novērst to sekas.

Analizējot faktoru mijiedarbību, ir redzams, ka to savstarpējā ietekme ir cieša un daudzvirzienu. Ekonomiskie faktori nosaka saimniecību finansiālās iespējas attīstīties un attiecīgi šis faktors (piemēram, augstas ražošanas izmaksas un cenu svārstības) spēj mazināt investīciju iespējas, tādējādi ierobežojot saimniecību tehnoloģisko attīstību. Savukārt pietiekams ienākumu līmenis un pieejams finansējums veicina saimniecību modernizāciju un inovāciju ieviešanu. Tehnoloģiskie faktori mijiedarbojas ar bioloģiskiem faktoriem, jo, piemēram, slaukšanas un uzraudzības sistēmas spēj mazināt slimību risku un paaugstināt dzīvnieku produktivitāti. Sociālie faktori, tostarp darbaspēka pieejamība un kvalifikācija, ietekmē spēju ieviest un uzturēt jaunās tehnoloģijas praksē, savukārt politikas un normatīvie faktori nosaka šo procesu ārējos nosacījumus – investīciju pieejamību, to apmērus un birokrātisko slogu. Šāda mijiedarbība nozīmē, ka nelabvēlīgas izmaiņas vienā dimensijā, piemēram, politiskajā vai ekonomiskajā, var aizkavēt tehnoloģiju ieviešanas tempus, savukārt stabila politiskā vide var kļūt par priekšnoteikumu nozares efektivitātes kāpumam un ilgtermiņa konkurētspējai.

Nemot vērā, ka piena lopkopības nozare ir dinamiska un to ietekmē vairāku faktoru kopums, tās attīstības tendences var būtiski atšķirties ne vien dažādās valstīs, bet arī valsts reģionālā līmenī. Iepriekš aplūkoto faktori veido nosacījumus, kas tieši atspoguļojas piena lopkopības darbības rezultātos. Vidējais piena izslaukums no vienas govju, kopējais slaucamo govju skaits, saražotais piena daudzums un kopējais lopkopības saimniecību skaits ir fundamentāli rādītāji, kas nosaka nozares ražošanas potenciālu un konkurētspējas līmeni. Tie ļauj objektīvi novērtēt ražošanas jaudas attīstību, resursu izmantošanas efektivitāti un tehnoloģisko progresu nozarē.



Avots: autores veidots pēc Olini et al., 2020; Jacobs & Siegford, 2012; Bianchi et al., 2022; Trapanese et al., 2025; Oleggini et al., 2001; Dallago et al., 2021; Gonzalez-Mejia et al., 2018; Brito et al., 2021; Egger-Danner et al., 2020; Bórawski et al., 2020b.

1.8. att. / Fig. 1.8. Piena lopkopības attīstību raksturojošie rādītāji / Indicators characterizing the development of the dairy farming

Vidējais izslaukums no vienas slaucamās govjs ir visizplatītākais piena lopkopības produktivitātes rādītājs, kas nosaka ražošanas efektivitāti neatkarīgi no ganāmpulka lieluma (Viira et al., 2015; Olini et al., 2020; Song et al., 2024). Šis rādītājs atspoguļo saimniecībā lietotās stratēģijas attiecībā uz attīstību, kā arī ģenētiskā potenciāla izmantošanu saimniecībās. Piemēram, augsts vidējais izslaukums ļauj sasniegt lielāku kopējo ražošanas apjomu pat ar mazāku slaucamo govju skaitu, tādējādi veicinot ražošanas resursu efektīvāku izmantošanu (Olini et al., 2020). Tāpat vidējais izslaukums kalpo kā rādītājs saimniecību modernizācijas un tehnoloģiskā progresa līmeņa novērtēšanai. Dažādu tehnoloģiju integrēšana saimniecībās, piemēram, automatizētās slaukšanas sistēmas un precīzās lopkopības risinājumi, spēj pozitīvi ietekmēt vidējo izslaukumu no govjs, nodrošinot biežāku un elastīgāku slaukšanas ritmu, uzlabojot barības un veselības vadību, kā arī ļaujot laikus konstatēt ražību ierobežojošus faktorus (Jacobs & Siegford, 2012; Bianchi et al., 2022; Trapanese et al., 2025).

Vēl viens būtisks rādītājs ir vidējais slaucamo govju skaits, kas ir viens no fundamentālajiem rādītājiem, kurš nosaka piena ražošanas iespējas saimniecībā (Oleggini et al., 2001). Turklāt saimniecību spēja ilgtspējīgi ražot pienu ir cieši saistīta ar slaucamo govju ilgmūžību, t. i., produktīvā mūža ilgumu (Dallago et al., 2021). Tas atspoguļo dzīvnieku veselību, labturības apstākļus un selekcijas efektivitāti. Jo ilgāks ir govju produktīvais mūžs, jo mazāks ir nepieciešamais aizstāšanas apjoms un līdz ar to arī mazāka vides noslodze.

Slaucamo govju skaits un vidējais izslaukums no vienas govjs ir rādītāji, kas ļauj diferencēt intensīvas un ekstensīvas saimniecības, jo augstāks izslaukums uz vienu govī kompensē mazāku ganāmpulka lielumu (Gonzalez-Mejia et al., 2018). Ilgtermiņā izslaukuma pieaugumu spēj nodrošināt ģenētiskā selekcija, kas kopā ar uzlabotu barošanu un dzīvnieku veselības vadību ļauj saglabāt vai pat palielināt ražošanas apjomu, neņemot vērā govju skaita mazināšanos. Tāpat arī saimniecību modernizācija, ieviešot jaunās tehnoloģijas, spēj sekmēt produktivitātes kāpumu (Brito et al., 2021; Egger-Danner et al., 2020).

Kopējais saražotā piena daudzums tiek rēķināts kā slaucamo govju skaita un vidējā izslaukuma no vienas govjs reizinājums. Tādēļ slaucamo govju skaits un izslaukums ir pamatrādītāji, bet kopējais saražotais piena daudzums ir atvasināts, bet tāpat būtisks rādītājs, jo kopumā atspoguļo nozares ražošanas kapacitāti.

Vēl viens būtisks rādītājs ir kopējais lopkopības saimniecību skaits, kas raksturo piena lopkopības struktūru un tās attīstības tendences. Viena no piena ražošanas raksturīgajām iezīmēm ir mēroga ekonomija, kas nosaka būtiskas atšķirības starp dažādu lielumu saimniecībām. Šis ir iemesls, kādēļ mazās piena lopkopības saimniecības ir mazāk konkurētspējīgas salīdzinājumā ar lielākām saimniecībām, jo to ražošanas izmaksas uz vienu produkcijas vienību ir augstākas, kas mazina to efektivitāti un ilgtermiņa dzīvotspēju tirgū. Vienlaikus mazākām saimniecībām ir arī priekšrocības, piemēram, iespēja pievērst lielāku uzmanību katram dzīvniekam (Bórawski et al., 2020b).

Apkopojot iepriekšminēto, ir secināms, ka tie ir savstarpēji saistīti rādītāji, kas kopumā raksturo piena lopkopības ražošanas kapacitāti, strukturālās pārmaiņas un ilgspējas potenciālu. Arī AGMEMOD modelis iekļauj šos rādītājus piena sektora moduļa ietvaros, tādējādi nodrošinot to izmantošanu scenāriju izstrādē un politikas ietekmes novērtēšanā.

Pirmās nodaļas satura kopsavilkums / *Summary of the contents of the first chapter*

Promocijas darba pirmajā nodaļā darba autore veica lauksaimniecības prognozēšanas teorētisko pamatu izpēti. Tika analizēta prognozēšanas jēdziena attīstība vēsturiskā griezumā, kā arī tika izskatīti piena lopkopību ietekmējošie faktori.

1. Prognozēšana ir būtisks plānošanas un lēmumu pieņemšanas instruments, kas ļauj sagatavoties nākotnes nenoteiktībai, kura iekļauj gan potenciālas iespējas, gan būtiskus izaicinājumus.
2. Džona Skota Armstronga noteiktais četru posmu cikls (mērķa definēšana, atbilstošu datu vākšana, metodes piemērošana un kalibrēšana, rezultāta interpretācija) ļauj nodrošināt sistēmisku pieeju prognožu izstrādei un precizitātei. Pirmajā posmā ir skaidri jādefinē prognozes mērķi, kas tostarp iekļauj prognozes izmantošanas lietojumu. Otrajā posmā ir jāsavāc dati saistībā ar prognozējamo mainīgo, īpaši pievērsot uzmanību datu kvalitātei. Trešajā posmā tiek izvēlēta piemērotākā prognozēšanas metode, kā arī, ja nepieciešams, tiek pielāgota metode. Pēdējā posmā tiek veikta iegūtās prognozes interpretācija, sniedzot to mērķa lietotājam saprotamā veidā.
3. Prognozēšana attīstījās no pakāpeniskas pārejas no vienkāršotiem aprēķiniem uz daudzdimensiju un ar datiem pamatotiem modeļiem, kuriem piemīt augsta pielāgojamība un interpretācijas kapacitāte. Attīstot prognozēšanas modeļus, radās iespēja integrēt tajos nozari ietekmējošos faktorus (piemēram, ekonomiskos, klimatiskos un bioloģiskos), kas būtiski uzlaboja prognožu precizitāti un attiecīgi to lietojamību politikas veidošanā.
4. Lauksaimniecības nozares prognozēšanas attīstību būtiski ietekmēja šīs nozares specifika, proti, augsta atkarība no ārējiem, grūti prognozējamiem un bieži nejaušiem faktoriem, piemēram, meteoroloģiskajiem apstākļiem vai slimībām. Šādu faktoru esība būtiski apgrūtina iespēju veikt precīzas īstermiņa prognozes, un tādēļ tradicionālās ekonometriskās pieejas bieži nesniedz ticamus rezultātus lauksaimniecībā. Tas bija iemesls, kādēļ tika attīstīti lauksaimniecības prognozēšanas modeļi, kuru mērķis ir analizēt nozares reakciju uz dažādām izmaiņām, īpašu uzmanību pievērsot iespējai simulēt procesus un pielāgot scenārijus. Tāpat tādu lauksaimniecības modeļu attīstība ļāva novērtēt atsevišķu rādītāju izmaiņu ietekmi uz konkrētiem lauksaimniecības sektoriem, piemēram, graudkopību vai lopkopību.
5. Lauksaimniecības modeļi ir kļuvuši par būtiskiem instrumentiem scenāriju izstrādē, politikas efektu novērtēšanā un stratēģiskās plānošanas atbalstā valsts un starptautiskā līmenī. Lauksaimniecības modelēšanā tiek izmantoti dažādi līdzsvara modeļi, piemēram, MAGNET, CAPRI, AGLINK-COSIMO, GEM-E3 un AGMEMOD, kas atšķiras ar pielietojuma mērogu, datu struktūru un analītisko pieeju. Šie modeļi ļauj

analizēt politikas, tirgus un vides faktoru ietekmi uz lauksaimniecības attīstību dažādos līmeņos – no globālā līdz saimniecību līmenim.

6. Viens no modeļiem, kas tiek pielietots lauksaimniecības nozarē, ir AGMEMOD. Tas ir ekonometrisks, dinamisks, daļējā līdzsvara modelis, kas ir paredzēts ES un arī atsevišķu dalībvalstu lauksaimniecības politikas un tirgus analīzei. Modelis pamatojas uz vienotu, bet valstīm pielāgojamu struktūru, integrējot eksogēnos un endogēnos mainīgos, un sniedz iespēju izstrādāt sīkas prognozes piena, graudaugu un citu produktu tirgiem. AGMEMOD tiek plaši izmantots Eiropas Komisijas oficiālajās vidēja termiņa prognozēs, nodrošinot ar pierādījumiem pamatotu lēmumu atbalstu lauksaimniecības politikas veidotājiem.
7. LASAM ir ekonometrisks modelis, kas tika izstrādāts specifiski Latvijas lauksaimniecības nozarei un aptver gan nozares attīstības virzienus, gan iespējamo politikas ietekmi. Modelis iekļauj tādus aspektus kā zemes izmantošana, ražošanas struktūra, sociālekonomiskie rādītāji un emisiju apjomi, kā arī pamatojas uz nacionālajiem statistikas datiem. Salīdzinājumā ar LASAM modelis AGMEMOD tiek pielietots ES līmenī un nodrošina plašāku analītisko kontekstu, integrējot starptautisko cenu, tirdzniecības un politikas ietekmi uz lauksaimniecības sektoru. Tas ļauj analizēt, kā ES politikas lēmumi var ietekmēt arī Latvijas lauksaimniecības attīstību, kas ir cieši saistīta ar globālajiem tirgiem. Tādējādi AGMEMOD sniedz sīkāku ieskatu par ārējo faktoru ietekmi, kamēr LASAM nodrošina dziļāku izpratni par iekšzemes norisēm.
8. Piena lopkopības attīstību nosaka kompleksa un savstarpēji saistītu faktoru sistēma, kurā nozīmīga loma ir ekonomiskajiem, tehnoloģiskajiem, sociālajiem, vides un dzīvnieku bioloģiskajiem aspektiem. Šo faktoru mijiedarbība ietekmē ražošanas attīstību, konkurētspēju un pielāgošanās spējas mainīgajiem tirgus un politikas apstākļiem gan nacionālā, gan globālā mērogā.
9. Nozīmīgākie piena lopkopību raksturojošie rādītāji ir vidējais izslaukums uz vienu govī, ganāmpulka lielums, kopējais saimniecību skaits un kopējais saražotais piena daudzums, kas kopumā atspoguļo nozares ražošanas kapacitāti un attīstības tendences.

2. PIENA LOPKOPĪBAS POLITIKAS UN NORMATĪVĀ REGULĒJUMA IETVARĀS / *DAIRY FARMING POLICY AND REGULATORY FRAMEWORK*

Šajā nodaļā autores veiktais darbs iekļauj sīku un strukturētu ES un Latvijas politikas un normatīvā regulējuma analīzi, kas ir attiecināma uz piena ražošanas, pārstrādes un tirgus organizācijas jomu. Raksturojot starptautiskā un nacionālā līmeņa tiesisko ietvaru, uzmanība tiek pievērsta gan vispārējiem lauksaimniecības politikas principiem, gan specifiskām prasībām piena lopkopības dalībniekiem.

2.1. ES politikas un normatīvā regulējuma principi piena lopkopībā / *Principles of EU dairy farming policy and regulation*

Lauksaimniecība, tostarp piena lopkopība, vēsturiski ir pakļauta būtiskām svārstībām un tirgus nepilnībām, kas ierobežo tās ilgtspējīgu attīstību bez ES un tās dalībvalsts iejaukšanās dažādu politisku mehānismu veidā (Bouamra-Mechemache et al., 2007). Lai veicinātu nozares ilgtspējīgu attīstību un taisnīgu konkurenci, ir nepieciešams atbilstošs regulējums, kas spēj novērst tirgus kropļošanu un nodrošināt adaptācijas mehānismus katras valsts nozares specifikai.

Piena lopkopība ES jau ilgstoši ieņem nozīmīgu lomu KLP, jo tā vienlaikus iekļauj gan ekonomisko segmentu, gan pilda būtiskas sabiedrības funkcijas, piemēram, lauku teritoriju saglabāšanu, nodrošinājumu ar pārtiku un vides ilgtspēju. ES politika šajā nozarē nepamatojas tikai uz tirgus konkurētspējas un attīstības veicināšanu, tās pamatā ir arī nepieciešamība nodrošināt vienlīdzīgu attīstību visās ES dalībvalstīs (Clay et al., n.d.). Līdz 2015. gadam piena tirgu būtiski ietekmēja kvotu sistēma, kas tika ieviesta 1984. gadā, reaģējot uz ilgstošu pārprodukciju, tomēr līdz ar KLP reformu un globalizēta tirgus attīstību, kvotu režīms kļuva par šķērslī konkurētspējai, īpaši valstīs ar augstu produktivitāti (Jongeneel & Gonzalez-Martinez, 2022; Läßle et al., 2021), piemēram, Vācijā un Nīderlandē (Philippot et al., 2011).

Vienlaikus piena lopkopības politika arvien ciešāk tiek saistīta ar ES vides un klimata mērķiem. Kvotu atcelšanas rezultātā pieauga ražošanas apjomi, kas dažās valstīs radīja ievērojamu emisiju pieaugumu, un ES bija jāreaģē un jāizstrādā regulējums, kas vērsts uz ES klimatneitralitāti (Läßle et al., 2021). Tādējādi piena politika vairs nav tikai tirgus regulēšanas instruments, tā kļuva par mehānismu, kurā tiek integrēti arī sociālie un vides ilgtspējas aspekti. Šādi daudzpusīgai politikai ir nepieciešams elastīgs un skaidri definēts regulējums, lai tā spētu vienlaikus sasniegt gan ekonomiskos, gan sabiedrībai nozīmīgos mērķus mainīgajos apstākļos.

Tā kā lauksaimniecība iekļauj arī piena lopkopību, mērķi, kuri ir noteikti starptautiskajos un nacionālajos plānošanas dokumentos attiecībā uz lauksaimniecības nozari, ir attiecināmi arī uz lopkopību. ES kopējās piena politikas sākumi radās 1960. gados, kad tā tika ieviesta, lai nodrošinātu stabilitāti ES piena ražotājiem un pārstrādātājiem. Laika gaitā attiecīgā politika ir vairākkārt pārskatīta un atjaunota, lai tā atbilstu mainīgajiem tirgus apstākļiem, sabiedrības un vides prasībām, kā arī lauksaimnieku vajadzībām (Vinci, 2024).

Ņemot vērā, ka Latvija ir ES dalībvalsts, tās lauksaimniecības nozares attīstību regulē vairāki nacionālie un nozares plānošanas dokumenti, kuri tiek izstrādāti, pamatojoties uz ES izdotajām regulām un direktīvām, kā arī plānošanas dokumentiem. Viens no svarīgākajiem plānošanas dokumentiem lauksaimniecības nozarē ir **KLP**. Tā ir ES stratēģiskā politika, kas nosaka lauksaimniecības nozares regulējumu un atbalsta mehānismus, lai nodrošinātu stabilu pārtikas piegādi, aizsargātu lauksaimnieku ienākumus, veicinātu vides ilgtspēju un sekmētu lauku teritoriju attīstību. KLP pamatprincipi tika noteikti 1957. gada Romas līgumā, un tās galvenie mērķi ir:

1. kāpināt lauksaimniecisko ražošanu, veicinot tehnisko progresu un resursu efektīvu izmantošanu;

2. nodrošināt lauksaimniekiem pieņemamu dzīves līmeni, īpaši palielinot viņu ienākumus;
3. stabilizēt lauksaimniecības tirgu;
4. garantēt pārtikas un izejvielu pieejamību;
5. piedāvāt patērētājiem pārtiku par pieņemamām cenām (Eiropas Parlaments, n. d.; European Commission, n.d.-e.; Hill, 2023).

KLP pamatojas uz diviem galvenajiem pīlāriem, kas aptver atbalstu lauksaimniecības nozarei un lauku teritorijām, vienlaikus akcentējot ilgtspēju un pielāgošanos mūsdienu izaicinājumiem (Eiropas Parlaments, n. d.).

Pirmais pīlārs (*tiešie maksājumi un tirgus pasākumi*) koncentrējas uz tiešu ienākumu atbalstu lauksaimniekiem un tirgus regulēšanu, lai nodrošinātu stabilu un ilgtspējīgu pārtikas ražošanu. Tiešie maksājumi nodrošina lauksaimniekiem regulāru finansiālu atbalstu. Tas ir galvenais mehānisms, kas nodrošina lauksaimnieku ienākumu stabilitāti un līdzsvaru starp ražošanas izmaksām un pārtikas tirgus cenām. Pirmais pīlārs iekļauj arī mehānismus tirgus regulēšanai, lai palīdzētu stabilizēt situāciju krīzes gadījumos un veicinātu efektīvu vienotā tirgus darbību.

Otrais pīlārs (*lauku attīstības pasākumi*) koncentrējas uz ilgtspējīgu lauku teritoriju attīstību un lauksaimniecības pielāgošanu mūsdienu vides, ekonomikas un sociālajiem izaicinājumiem (Eiropas Parlaments, n.d.).

KLP veido plašu instrumentu kopumu, kura uzdevums ir politikas ietvaros izvirzīto mērķu sasniegšana. Ņemot vērā piena lopkopības ekonomisko nozīmīgumu, kā arī strukturālās problēmas un augsto atkarību no tirgus svārstībām, tā ir viena no nozarēm, kuru ietekmē KLP instrumenti.

Tiešo maksājumu shēmas regulē Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (ES) Nr. 2021/2115 (2021. gada 2. decembris) un viens no tiešo maksājumu instrumentiem ir saistītais ienākumu atbalsts, kura galvenais mērķis ir palīdzēt nozarēm un ražošanas veidiem, kuriem ir raksturīgas strukturālas grūtības, bet kuri vienlaikus ir nozīmīgi sociālekonomisko vai vides apsvērumu dēļ. Atbalsts tiek piešķirts kā ikgadējs maksājums par hektāru vai dzīvnieku, un tā uzdevums ir stiprināt attiecīgās nozares konkurētspēju, nodrošināt ilgtspējīgu attīstību un uzlabot produkcijas kvalitāti. Viena no nozarēm, kurai šis instruments tiek piemērots, ir piena lopkopība (Eiropas Parlaments, n.d.; Eiropas Komisija, n.d.-a).

Vēl viens būtisks instruments ir tirgus pasākumi, un to galvenais uzdevums ir nodrošināt lauksaimniecības tirgu līdzsvaru, mazināt iespējamo krīžu ietekmi, stimulēt pieprasījuma attīstību un veicināt nozares spēju pielāgoties tirgus apstākļu izmaiņām ES. Šie pasākumi ir daļa Tirgus kopīgās organizācijas regulas. Šī instrumenta ietvaros ir paredzēta lauksaimniecības produkcijas iedalīšana vairākās nozarēs, starp kurām ir arī piena lopkopības un piena produktu nozare (Eiropas Parlaments, n.d.; Eiropas Komisija, n.d.-b.). Tirgus pasākumu ietvaros ir paredzētas vairākās darbības, piemēram, valsts intervence, kuras mērķis ir nepieļaut cenu pazemināšanos līdz ilgtespējīgam līmenim. Valsts intervence tiek īstenota vairākās nozarēs, kurām ir tendence uz cenu svārstībām, tostarp ir attiecināma uz piena nozarē saražotajiem produktiem: sviestu un vājpiena pulveri (Eiropas Komisija, n.d.-b.).

Privātās uzglabāšanas atbalsts ir vēl viens KLP tirgus regulēšanas instruments, kas paredz ražotājiem vai pārstrādātājiem finansiālu kompensāciju par lauksaimniecības produktu uzglabāšanu noteiktu laiku, kad tirgū rodas pārprodukcija vai cenas būtiski krītas. Piena nozarē atbalsts īpaši attiecināms uz piena pārstrādes produktiem: sviestu, sieru un vājpiena pulveri (Eiropas Komisija, n.d.-b.).

Ir būtiski atzīmēt, ka KLP arvien vairāk tiek veidota kā instruments pārejas nodrošināšanai uz ilgtspējīgu pārtikas sistēmu, kas integrē vides aizsardzības, sabiedrības veselības un sociālās kohēzijas mērķus (Pe'er et al., 2020). Ņemot vērā būtiskas strukturālās pārmaiņas lauksaimniecības nozarē, saimniekiem rodas ievērojamas izmaksas, tādējādi tās potenciāli spēj negatīvi ietekmēt lauksaimnieku ekonomisko situāciju. Subsīdijas šādā situācijā

var veicināt saimniecību spēju pielāgoties jaunajiem nosacījumiem (Malang & Holzinger, 2020).

Ekoshēmas ir viens no jaunajiem KLP elementiem, kura uzdevums ir palīdzēt lauksaimniekiem ieviest praksi, kas līdz minimumam samazina lauksaimniecības negatīvo ietekmi uz vidi un klimatu un ļauj viņiem pāriet uz ilgtspējīgākiem lauksaimniecības modeļiem. Piena lopkopībai tās ir īpaši nozīmīgas, jo lielākā daļa saimniecību apsaimnieko zālājus, tur slaucamās govīs un rada būtisku emisiju apjomu (Eiropas Komisija, n.d.-c.).

Otrā pīlāra ietvaros ir arī paredzamas darbības, kas ir vērstas uz vides ilgtspēju, piemēram, atbalsts vides un klimata pasākumiem. Atsevišķos gadījumos to var izmantot arī dzīvnieku labturības un ģenētisko resursu atbalstam, kas ir nozīmīgi piena lopkopībā (Eiropas Parlaments, n.d.).

Katrai ES dalībvalstij KLP ietvaros tiek noteikts nacionālais finansējuma apjoms, kas atspoguļo valsts lauksaimniecības struktūru, vēsturiskos maksājumu līmeņus un ekonomiskās atšķirības. Latvijā 2023.–2027. gada plānošanas periodā KLP kopējais finansējums sasniedz aptuveni 2,5 miljardus eiro, tostarp:

- tiešajiem maksājumiem (I pīlārs) ir paredzēts aptuveni 1,71 miljards EUR;
- lauku attīstības pasākumiem (II pīlārs) paredzēts 790 467 361 EUR.

Salīdzinot ar iepriekšējo periodu (2014–2020), ES finansējuma proporcija II pīlārā ir pieaugusi no 68 līdz 85%, bet nacionālais līdzfinansējums samazināts no 32 līdz 15%, kas mazina valsts elastības iespējas finansējuma novirzīšanā (Ministru kabinets, 2022).

Tāpat KLP ietvarā arvien lielāka uzmanība tiek pievērsta zināšanu, inovāciju un konsultāciju sistēmu integrācijai AKIS (*Agricultural Knowledge and Innovation Systems*), kas paredz ciešāku sadarbību starp politikas veidotājiem, maksājumu aģentūrām, konsultāciju dienestiem, pētniecības institūcijām un lauksaimniekiem, lai nodrošinātu mērķtiecīgāku zināšanu nodošanu un efektīvāku atbalsta instrumentu izmantošanu saimniecību attīstībā (European Commission, n.d.-i.).

Tomēr KLP ir arī savas nepilnības, piemēram, pastāv liela atšķirība starp mērķiem un to īstenošanu. Viena no KLP problēmām ir tā, ka tā nav vērsta uz rezultātiem. Piemēram, attiecībā uz vides prasību ievērošanu ir grūti novērtēt to, cik lielā mērā attiecīgo pasākumu īstenošana ir uzlabojuši vides rādītājus, jo pārsvarā novērtējums tiek veikts *ex-post* un iegūto datu interpretācijas līmenis ES dalībvalstīs atšķiras (Salois, 2016; Pe'er et al., 2020). Tas savukārt nerada vienotu pieeju ES līmenī. Tāpat arī pastāv problēmas ar lauksaimniecības subsīdiu uzraudzību, jo programmu klāsts ir plašs, saņēmēju loks ir liels un attiecīgi ir sarežģīti uzraudzīt visus atbilstoši noteikumiem. Tas savukārt mazina subsīdiu kontroli.

Tomēr, tā kā klimata pārmaiņas ir viens no lielākajiem globālajiem draudiem visā pasaulē, kas izraisa dabas katastrofas, bioloģiskās daudzveidības mazināšanos un sociālās nevienlīdzības pieaugumu, lauksaimnieki ne tikai ir jāatbalsta ar maksājumiem, bet arī jāveicina vides aizsardzība un ilgtspējīgas lauksaimniecības prakses ieviešana, kas ļautu mazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas, saglabāt dabas resursus un nodrošināt lauku attīstību ilgtermiņā. Šim mērķim ir izstrādāta ES stratēģiskā rīcības programma “**Eiropas zaļais kurss**”, kas ir vērsta uz ilgtspējīgas ekonomikas izveidi, klimata neitralitātes sasniegšanu līdz 2050. gadam un resursu efektīvu izmantošanu (European Commission, n.d.-g).

2.1. tabula / Table 2.1.

Eiropas zaļā kursa mērķi un to ietekme uz piena lopkopību / European Green Deal objectives and their impact on the dairy farming

Mērķis	Apraksts	Piemēri	Ietekmē uz piena lopkopību
Klimata neitralitāte	Panākt nulles siltumnīcefekta gāzu emisijas līdz 2050. gadam	Samazināt emisijas par 55% līdz 2030. gadam	Veicina labāko tehnoloģiju, barošanas un selekcijas prakses ieviešanu metāna emisiju mazināšanai.

2.1.tabulas turpinājums / continuation of Table 2.1.

Mērķis	Apraksts	Piemēri	Ietekmē uz piena lopkopību
Ilgtspējīga ekonomika	Veicināt aprites ekonomiku, mazinot resursu izšķērdēšanu un atkritumus	Jaunā aprites ekonomikas stratēģija (2020)	Veicina barības vielu apriti un resursu efektivitāti piena ražošanā, mazinot atkritumus un vides noslodzi.
Bioloģiskās daudzveidības aizsardzība	Aizsargāt dabu un atjaunot ekosistēmas	Bioloģiskās daudzveidības stratēģija līdz 2030. gadam	Veicina dabisko zālāju saglabāšanu, mazina pesticīdu lietošanu un ierobežo intensīvo lopbarības ražošanu.
Tīra enerģija	Palielināt atjaunojamās enerģijas izmantošanu un energoefektivitāti	Vēja, saules, hidroenerģijas un citu atjaunojamo resursu attīstība (Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva (ES) Nr. 2023/2413)	Veicina pāreju uz atjaunojamajām enerģijām (biogāzi, sauli, vēju), palielina prasības energoefektivitātei un mazina fosilās enerģijas izmantošanu.
Ilgtspējīga pārtikas sistēma	Mazināt pesticīdu un mēslojuma izmantošanu, veicināt bioloģisko lauksaimniecību	Stratēģija "No lauka līdz galdam"	Veicina ilgtspējīgu darbības praksi: mazāk pesticīdu un antibiotiku, ilgtspējīgāka lopbarība un augstāki dzīvnieku labturības standarti.
Taisnīga pāreja	Atbalstīt reģionus un kopienas, kurus visvairāk ietekmē zaļā pāreja	Taisnīgas pārkārtošanās fonds	Sniedz atbalstu saimniecībām, lai tās varētu pielāgoties zaļā kursa prasībām, mazinot izmaksu pieauguma riskus un nodrošinot sociāli taisnīgu pāreju uz ilgtspējīgām praksēm.
Piesārņojuma mazināšana	Mazināt piesārņojumu ūdenī, gaisā un augsnē	Gaisa kvalitāte (Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva Nr. 2016/2284; ūdens kvalitāte (Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva Nr. 2000/60/EK); gaisa piesārņojuma emisiju mazināšana (Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva (ES) Nr. 2016/2284)	Stingrākas prasības amonjaka, nitrātu un piesārņojuma mazināšanai, kas ietekmē kūtsmēsļu apsaimniekošanu, barības plānošanu un lopbarības audzēšanu.

Avots: autores veidots pēc Eiropadome, n.d.; European Commission, 2020a; European Union, 2020.

Eiropas zaļais kurss nosaka pāreju uz klimatneitrālu un videi draudzīgu lauksaimniecības sistēmu līdz 2050. gadam, tieši ietekmējot emisiju politiku, energoefektivitāti un resursu izmantošanu piena ražošanā. ES dalībvalstu (tostarp arī Latvijas) piena lopkopībai tas nozīmē nepieciešamību mazināt liellopu radītās metāna emisijas un palielināt oglekļa piesaisti zālajos, kam savukārt ir nepieciešamas jaunas tehnoloģijas un ieguldījumi precīzajā lopkopībā. Šādas investīcijas īstermiņā palielina ražošanas izmaksas, bet ilgtermiņā uzlabo resursu efektivitāti un ļauj mazināt atkarību no darbaspēka, veicinot produktivitātes kāpumu.

Ņemot vērā vides izaicinājumus, arī mūsdienu pārtikas sistēmas saskaras ar kompleksiem izaicinājumiem, kuros iekļaujas vēl arī sociālie un veselības aspekti. Klimata pārmaiņas, uzturvērtības problēmas un sociālā nevienlīdzība liek pārtikas politikai novirzīties no sektorālām pieejām, ieviešot holistiskus risinājumus visā piegādes ķēdē, – no ražošanas līdz patēriņam. Ilgtspējīga pārtikas sistēma prasa integrētu pieeju, kas nodrošina gan vides

noslodzes samazinājumu, gan uztura kvalitāti, gan arī ne mazāk svarīgu taisnīgu piekļuvi pārtikai (Niu et al., 2024). Stratēģija “**No lauka līdz galdam**” (F2F) – viena no zaļā kursa pamatiniciatīvām – ir cieši sasaistīta ar KLP reformu 2023.–2027. gada plānošanas periodā. Tās mērķis ir veicināt integrētu pārtikas politiku, kas aptver visus posmus no ražošanas līdz patēriņam, vienlaikus nodrošinot vides, veselības un ekonomiskos ieguvumus. Attiecīgi šī stratēģija ne tikai papildina KLP, bet arī paplašina tās funkciju (proti, tā neaprobežojas ar lauksaimniecības atbalsta sistēmu). Tāpat svarīgi, ka nacionālie KLP stratēģiskie plāni kalpo kā galvenais instruments šīs stratēģijas mērķu sasniegšanā dalībvalstu līmenī (Wessler, 2022).

Stratēģijai ir noteikti vairāki konkrēti kvantitatīvi un kvalitatīvi mērķi, kuru ieviešana paredz pārveidot visu Eiropas pārtikas sistēmu, lai tā kļūtu taisnīgāka, veselīgāka un videi nekaitīgāka.

Lai sasniegtu mērķu izpildi, ir svarīgi vērsties pret *pārtikas zudumiem un izšķērdēšanu*. Mazinot pārtikas izšķērdēšanu, patērētājiem un arī uzņēmējiem rodas ietaupījumi, turklāt tam, ka tiek atgūti un pārdalīti pārtikas pārpalikumi, kas citādi ietu zudumā, ir nozīmīga arī sociālā dimensija. Turklāt tas ļauj mazināt resursu izšķērdēšanu un negatīvo ietekmi uz vidi, veicinot aprites ekonomikas pieejas ieviešanu (European Commission, n.d.-b.).

Ilgspējīgas pārtikas ražošanas mērķa galvenais fokuss ir lauksaimniecības un pārtikas ražošanas metodes, kurās tiek samazināta pesticīdu, mēslojuma un citu ķīmisko vielu lietošana. Šis mērķis ir ļoti svarīgs, lai aizsargātu augsni, ūdeni un bioloģisko daudzveidību. Tāpat stratēģijas mērķis ir uzlabot dzīvnieku labturību, aizsargāt augus, kā arī nodrošināt pāreju uz ilgtspējīgu zivsaimniecības un akvakultūras ražošanu (European Commission, n.d.-c.).

Ilgspējīgas pārtikas pārstrādes un izplatīšanas posms aptver pārtikas pārstrādi, iepakojšanu un piegādi, lai mazinātu oglekļa piesārņojumu un veicinātu resursu efektīvu izmantošanu. Tāpat mērķis ir integrēt pārtikas nozares ilgtspēju uzņēmumu stratēģijās, kā arī izstrādāt uzraudzības mehānismus atbildīgai uzņēmējdarbībai un tirgvedībai pārtikas piegādes ķēdē (European Commission, n.d.-d.).

Ilgspējīgs pārtikas patēriņš veicina veselīga un ilgtspējīga uztura izvēli. Mērķis ir mainīt patērētāju ieradumus, lai tie atbalstītu videi draudzīgas un veselīgas pārtikas ražošanu. Pieņemot, ka ir būtiski pāriet uz uzturu, kura pamatā būtu mazāk sarkanās gaļas un pārstrādātas gaļas un vairāk augļu un dārzeņu (t. i., aizstājot dzīvnieku izcelsmes pārtiku ar augu izcelsmes pārtiku (Eiropas Komisija, 2020a; Friedmann, 2022).

Stratēģija “No lauka līdz galdam” iezīmē konceptuālu pavērsieni Eiropas pārtikas politikā, pārceļot uzmanību no ražošanas subsīdiu atbalsta uz ilgtspējīgas un sistēmiski pārvaldītas pārtikas ķēdes veidošanu. Lai gan stratēģijas mērķi attiecas uz visu lauksaimniecības nozari kopumā, to īstenošana skar arī piena lopkopību un piena pārstrādi, jo pastāv cieša saistīte ar dzīvnieku veselību, barības vielu apriti, pārtikas pārstrādi un patēriņa paradumiem.

2.2. tabula / Table 2.2.

**Stratēģijas “No lauka līdz galdam” pasākumi un tiem atbilstošie normatīvie akti /
“From farm to fork” strategy measures and corresponding regulatory acts**

Stratēģijas mērķis	Pasākums	Saistītais normatīvais akts
Ilgspējīgas pārtikas ražošana	Antibiotiku lietošanas samazināšana par 50% līdz 2030. gadam	<ul style="list-style-type: none"> Regula (ES) Nr. 2016/429 (<i>Dzīvnieku veselības regula</i>) Regula (ES) Nr. 2019/6 (<i>Regula par veterinārajām zālēm</i>)

2.2.tabulas turpinājums / continuation of Table 2.2.

Stratēģijas mērķis	Pasākums	Saistītais normatīvais akts
Ilgospējīgas pārtikas ražošana	Barības vielu (īpaši slāpekļa un fosfora) zudumu samazināšana par 50% līdz 2030. gadam	<ul style="list-style-type: none"> Padomes Direktīva Nr. 91/676/EEK (<i>ūdeņu aizsardzība pret piesārņojumu, ko rada lauksaimnieciskās izcelsmes nitrāti</i>) Regula (EK) Nr. 1831/2003 (<i>par barības piedevām</i>)
Ilgospējīga pārtikas pārstrāde un izplatīšana	Ilgospējīgas marķēšanas sistēmas ieviešana	Regula (ES) Nr. 1169/2011 (<i>marķēšana un patērētāju informēšana</i>)
	Pārtikas atkritumu mazināšana ražošanas un tirdzniecības ķēdē	Direktīva Nr. 2008/98/EK (<i>par atkritumu apsaimniekošanu</i>)
	Taisnīgākas un īsākas piegādes ķēdes veicināšana	Regula (ES) Nr. 2019/633 (<i>par negodīgu tirdzniecības praksi</i>)
Ilgospējīgs pārtikas patēriņš	Uzturvērtības un ilgtspējas marķējuma ieviešana	Regula (ES) Nr. 931/2011 (<i>pārtikas izsekojamība</i>)

Avots: autores veidots.

Kā ir redzams 2.2. tabulā, stratēģijas “No lauka līdz galdam” mērķi piena lopkopības kontekstā aptver plašu risinājumu loku – sākot no antibiotiku un barības vielu lietošanas ierobežojumiem līdz atkritumu mazināšanai. Normatīvie akti, kas regulē šīs jomas, veido tiesisko pamatu, kura mērķis ir nodrošināt gan nozares konkurētspēju, gan pāreju uz ilgtspējīgāku un videi draudzīgāku ražošanu. Šāda pieeja ļauj vienlaikus risināt vairākas, tostarp vides un sabiedrības veselības, problēmas, kā arī veidot uzticamas attiecības starp ražotājiem un patērētājiem.

ES līmenī stratēģijas “No lauka līdz galdam” īstenošana nozīmē pakāpenisku pāreju uz integrētu pārtikas sistēmas pārvaldību, kurā vides, veselības un ekonomiskie aspekti tiek aplūkoti vienotā politikas ietvarā. Tā tieši ietekmē piena lopkopību, nosakot stingrākas prasības dzīvnieku labturībai, antibiotiku lietošanas kontrolei, barības vielu aprites efektivitātei un emisiju mazināšanai.

Zemes un cilvēces ilgtspējīga nākotne pilnībā būs atkarīga no tā, cik labi tiks izmantoti dabas resursi, piemēram, ūdens, lauksaimniecības zeme, derīgo izrakteņu krājumi, fosilie kurināmie un citi. Iedzīvotāju skaita pieaugums un urbanizācija prasa lielu dabas resursu daudzumu, kas ir strauji pieejams dažādām aktivitātēm, radot milzīgus daudzumus atkritumu, kas ir bagāti ar sekundārajiem resursiem, kurus varētu atkārtoti izmantot un pārstrādāt ilgtspējīgai attīstībai (Jegatheesan et al., 2021).

Piena lopkopībai ir raksturīgas salīdzinoši augstas siltumnīcefekta gāzu un amonjaka emisijas, kas ietekmē klimata pārmaiņas un rada vides piesārņojumu (Leimane et al., 2021). Tā kā Eiropas zaļā kursa viens no mērķiem ir klimata neitralitāte, tiek izstrādāti plāni, stratēģijas un normatīvais regulējums, kas sekmētu mērķa sasniegšanu. Vairāki plānošanas dokumenti iekļauj vides prasības, piemēram, Eiropas zaļais kurss, bet pastāv arī specifiskāki plānošanas dokumenti, kas attiecas uz konkrētās nozares regulēšanu.

2015. gada decembrī Parīzē tika pieņemts ilgtermiņa dokuments – Parīzes nolīgums (*Paris Agreement*), kuru ES un visas tās dalībvalstis ir parakstījušas un ratificējušas, un ir apņēmušas to īstenot (Eiropas Savienības Padome, n.d.). Šī nolīguma mērķis ir stiprināt globālo rīcību klimata pārmaiņu novēršanai un panākt, ka globālās sasilšanas līmenis ir būtiski zemāks nekā 2 °C robežvērtība, salīdzinot ar pirmsindustriālo līmeni, un censties ierobežot

temperatūras pieaugumu līdz 1,5 °C (Ministru kabinets, 2020a). Lai panāktu nolīguma mērķus, ES cita starpā ir uzsākusi Eiropas zaļo kursu, ar ko ievieš pasākumus un noteikumus dramatiskai emisiju mazināšanai un ekonomikas pārveidošanai nolūkā līdz 2050. gadam sasniegt klimatneitralitāti (Eiropas Savienības Padome, n.d.).

Attiecīgi turpmāk visās stratēģijās, plānošanas dokumentos un citos regulējumos tika pārņemti mērķi no Parīzes nolīguma. Piemēram, viens no galvenajiem normatīvajiem aktiem, kas nosaka klimata stratēģiju līdz 2050. gadam ir Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (EK) Nr. 2021/1119 jeb **Eiropas Klimata akts**. Šis regulējums nosaka, ka ES valstīs līdz 2050. gadam ir jāpanāk klimatneitralitāte (stāvoklis, kurā cilvēka darbība rada “nulles” ietekmi uz klimata sistēmu), panākot, ka siltumnīcefekta gāzu neto emisijas ir nulles līmenī. Šim mērķim ir arī noteikts starpmērķis, kas paredz, ka līdz 2030. gadam emisijas ir jāsamazina vismaz par 55% (salīdzinājumā ar 1990. gada līmeni). Tāpat minētais akts paredz, ka ES dalībvalstīm jāizstrādā ilgtermiņa stratēģijas vismaz 30 gadu periodam, lai veicinātu klimatneitralitātes mērķa sasniegšanu (Eiropas Parlaments un Padome, 2021; Ministru kabinets, 2020a).

Metāna emisijas rada lauksaimniecības dzīvnieki, lielākoties atgremotāji (tās rodas fermentācijas procesā gremošanas traktā), un kūtsmēsļu apsaimniekošana. Tomēr panākt metāna emisiju samazinājumu lauksaimniecībā ir sarežģīti, tāpat kā precīzi uzraudzīt, verificēt un ziņot par šīs nozares emisijām (Eiropas Parlaments, 2021a). No **ES metāna emisiju mazināšanas stratēģijas (2021)** izriet, ka ir pieejamas dažādas mitigācijas tehnoloģijas, kam ir potenciāls nodrošināt no ražošanas atsaistītus emisiju samazinājumus. Galvenokārt tās ir tehnoloģijas, kuras skar dzīvnieku uztura uzlabošanu, ganāmpulku pārvaldību, kūtsmēsļu apsaimniekošanu, pieeju audzēšanai, ganāmpulku veselību un dzīvnieku labturību. Viens no emisiju ietekmes mazināšanas potenciālajiem risinājumiem piemīt jaunām ēdināšanas pieejām, kas ir norādīts tostarp arī stratēģijā “No lauka līdz galdam” (Eiropas Parlaments, 2021b). Piemēram, 2015. gada *in vitro* pētījumā tika konstatēts, ka produktīvo dzīvnieku barības modifikācija ir dzīvotspējīga metode metāna emisiju mazināšanai, un tieši jūraszāļu iestrādāšana liellopu barībā ir veids kā mazināt metāna rašanos (Kinley et al., 2015). Tāpat izmaiņas barošanā var ne tikai mazināt metāna rašanos, bet arī kopumā labvēlīgi ietekmēt šo nozari, jo ēdināšanas tehnoloģiju attīstība kopumā uzlabo produktīvo dzīvnieku labturību un ražīgumu.

Tāpat, ņemot vērā, ka lauksaimniecība atmosfērā izdala ievērojamu daudzumu oglekļa dioksīda (CO₂), metāna (CH₄) un slāpekļa oksīda (N₂O), šo gāzu plūsmu var mazināt, efektīvāk pārvaldot oglekļa un slāpekļa apriti lauksaimniecības ekosistēmās (piemēram, efektīva lopbarības izmantošana dzīvnieku audzēšanā parasti mazina saražotā metāna (CH₄) daudzumu) (Palangi et al., 2022).

Lai mazinātu lopkopības metāna emisijas, ir iespējams aizstāt rupjo lopbarību ar koncentrātiem vai barībai pievienot eļļu, kā arī ir būtiski veicināt ilgtermiņa pārvaldību un selekciju (piemēram, audzēšanas procesā). Tāpat kūtsmēsļu pārvaldība (anaerobā fermentācija vai kompostēšana) ļauj mazināt emisijas (Palangi et al., 2022).

Vēl viens mērķis, kas ir minēts šajā stratēģijā, ir neregistrējami cilvēka izvadproduktu un lauksaimniecības atkritumu (t. i., kūtsmēsļu) un atlikumu plūsmu izmantošana biogāzes ražošanai anaerobajā fermentācijā vai biomateriālu un bioķīmikāliju starpproduktu ražošanai biorafinērijās. Ja šādi izejmateriāli tiek izmantoti biogāzes ražošanai, tie var ievērojami mazināt metāna emisijas no anaerobiskajiem sadalīšanās procesiem (Eiropas Parlaments, 2021b).

Arī iepriekšminētā stratēģijā “No lauka līdz galdam” tostarp izvirza tādas mērķus kā lauksaimniecības radīto emisiju mazināšana. Šī mērķa īstenošanai tiek sagaidīts, ka valstis ievieš digitālos risinājumus, piemēram, precīzās mēslošanas tehnoloģijas, kas ļauj mazināt pārmērīgu mēslojuma izmantošanu, vienlaikus saglabājot augstu ražīgumu (Heyl et al., 2023).

Papildus iepriekšminētajiem plānošanas dokumentiem ir svarīgi minēt arī dokumentu **“Rīcības plāns antimikrobiālās rezistences (AMR) apkarošanai 2021.–2025. gadam”**, kas tika izstrādāts, lai risinātu pieaugošo AMR draudu pārtikas un lauksaimniecības sektorā. AMR nozīmē mikroorganismu spēju izdzīvot un vairoties pat antimikrobiālo vielu klātbūtnē, kas

iepriekš bija efektīvas infekcijas ārstēšanā. Lauksaimniecībā plaši izmantotās antibiotikas ir veicinājušas rezistentu baktēriju izplatību dzīvnieku audzēšanas vidē. Šīs baktērijas var tikt pārnestas uz cilvēkiem tiešā saskarsmē, ar pārtikas produktiem vai vides piesārņojumu, radot apdraudējumu sabiedrības veselībai, jo infekcijas kļūst grūtāk ārstējamas vai pat neārstējamas (Economou & Gousia, 2015).

Šī plāna galvenie mērķi ir *mazināt AMR izplatību* un palēnināt rezistences veidošanos pārtikas ķēdē un visos pārtikas un lauksaimniecības sektoros, kā arī *saglabāt spēju ārstēt infekcijas* ar efektīviem un drošiem antimikrobiālajiem līdzekļiem, lai nodrošinātu pārtikas un lauksaimniecības ražošanu (Food and Agriculture Organization of the United Nations, n.d.).

Tā kā plānošanas dokumenti, stratēģijas un regulas vides nozarē ir cieši saistīti, jo tas kopā veido savstarpēji papildinošu tiesisko un stratēģisko ietvaru, ir svarīgi apskatīt arī normatīvus, kas regulē vides jautājumus ES un tiešā veidā attiecas uz Latviju.

2.3. tabula / Table 2.3.

ES tiesiskais regulējums klimata pārmaiņu mazināšanai un tā ietekme uz piena lopkopību / EU legal framework for climate change mitigation and its impact on dairy farming

Regula/direktīva	Galvenais mērķis	Ietekme
Padomes Direktīva Nr. 91/676/EEK	Mazināt ūdens piesārņojumu, ko rada vai izraisa lauksaimnieciskas izcelsmes nitrāti, un nepieļaut turpmāku šādu piesārņojumu	Nosaka stingrākas prasības kūtsmēsļu uzglabāšanai un izkliedei, ierobežo nitrātu noplūdi ūdeņos, nosaka mēslojuma normas
Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (EK) Nr. 2018/841	Noteikt CO ₂ piesaistes prasības mežiem un lauksaimniecības zemēm	Veicina oglekļa piesaistes palielināšanu zālajos un lauksaimniecības zemēs, ierobežo augšņu degradāciju un veicina ilgtspējīgu zemes apsaimniekošanas praksi
Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (EK) Nr. 2018/842	Noteikt nacionālos SEG emisiju mazināšanas mērķus nozarēm, kas nav iekļautas ES emisiju tirdzniecības sistēmā	Nosaka SEG emisiju samazināšanas mērķus lauksaimniecībā, netieši ietekmējot ražošanas prakses

Avots: autores veidots pēc Eiropas Kopienu Padome, 1991; Eiropas Parlaments un Padome, 2018a; Eiropas Parlaments un Padome, 2018b.

Šajā tabulā norādītās regulas un direktīva nav vienīgais regulējums, kas attiecas uz klimata pārmaiņu mazināšanu, bet tās tiešā veidā ir attiecināmas uz Latviju. Piemēram, saskaņā ar Eiropas Parlamenta un Padomes Regulā (EK) Nr. 2023/857 noteikto Latvijā siltumnīcefekta gāzu emisiju samazinājumam 2030. gadā salīdzinājumā ar 2005. gada līmeni ir jābūt 17% (Eiropas Parlaments un Padome, 2023).

Papildus visiem iepriekšminētajiem plānošanas dokumentiem ES ir pieņemti vairāki normatīvie akti, kas regulē lauksaimniecības nozari kopumā, kā arī attiecas uz šaurāko piena lopkopību. Šie tiesību akti tika pieņemti, pamatojoties uz iepriekšminēto plānošanas dokumentos izvirzīto mērķu sasniegšanas nepieciešamību un nosaka vienotas prasības un standartus, veidojot visaptverošu tiesisko regulējumu, kas nodrošina ilgtspējīgu un kvalitatīvu lauksaimniecības nozares darbību. 2.4. tabulā ir apkopoti būtiskākie normatīvie akti, kas regulē lauksaimniecības nozari, tostarp piena ražošanas un pārstrādes procesus ES.

ES piena ražošanas nozares normatīvajos aktos noteiktie mērķi / Objectives set by EU dairy legislation

Nozare/joma	Dokuments	Mērķis	Ietekme
Pārtikas drošība un vispārīgie principi	Regula (EK) Nr. 178/2002	Nosaka vispārīgos pārtikas likumdošanas principus; izveido Eiropas Pārtikas nekaitīguma iestādi	Prasa izsekojamību, nekaitīguma nodrošināšanu un dokumentēšanu visā piena ražošanas ķēdē
Pārtikas higiēna	Regula (EK) Nr. 852/2004	Definē pārtikas higiēnas prasības	Prasa uzturēt augstu higiēnas līmeni slaukšanā, piena savākšanā, uzglabāšanā un pirmapstrādē; nosaka prasības telpām, aprīkojumam, ūdens kvalitātei un cilvēkresursu higiēnai
Dzīvnieku izcelsmes pārtika	Regula (EK) Nr. 853/2004	Nosaka īpašus higiēnas noteikumus attiecībā uz dzīvnieku izcelsmes pārtiku	Nosaka prasības neapstrādāta piena kvalitātei (šūnu un baktēriju skaits, temperatūra)
Oficiālā kontrole	Regula (EK) Nr. 2017/625	Nosaka oficiālās kontroles pārtikas un dzīvnieku veselības jomā	Pastiprina valsts oficiālo kontroli pārtikas ķēdē, tostarp dzīvnieku veselības, veterinārās uzraudzības, pārtikas higiēnas, piena kvalitātes un barības drošuma jomās
Tirgus organizācija	Regula (EK) Nr. 1308/2013	Nosaka lauksaimniecības produktu tirgus kopīgo organizāciju un iekļauj prasības piena un piena produktu tirgus regulēšanai	Regulē ienākumu stabilizācijas mehānismus, tirgus intervenci un piena cenu atbalsta instrumentus
Pārtikas piedevas	Regula (EK) Nr. 1333/2008	Regulē pārtikas piedevu lietošanu un to drošību	Nosaka atļautās piedevas, drošības kritērijus un marķēšanas prasības

Avots: autores veidots pēc Eiropas Parlaments un Padome, 2002, 2004a, 2004b, 2008a, 2013, 2017; Čapla et al., 2023.

Regulu un direktīvu izdošana, kā arī saskaņošana nodrošina to, ka visās dalībvalstīs tiek piemērotas vienādas prasības attiecībā uz piena un piena produktu ražošanu, uzglabāšanu un ieviešanu, kā arī nepieļauj risku, ka pienā un piena produktos, kuri tiek ievesti ES teritorijā, var pārvadāt infekcijas slimības, kas ir bīstamas mājlopiem vai cilvēkiem.

ES normatīvie akti, kas regulē lauksaimniecības un tostarp arī piena lopkopību, atspoguļo daudzfunkcionālu politiku, kuras mērķi pārsniedz ekonomiskās efektivitātes robežas. Tie aptver tirgus stabilizēšanu, ražotāju ienākumu atbalstu, pārtikas drošuma nodrošināšanu, patērētāju informētību, dzīvnieku labturību un ilgtspējīgu resursu izmantošanu. Šī normatīvā sistēma veido pamatu saskaņotai un ilgtspējīgai piena lopkopības un arī piena pārstrādes pārvaldībai visā ES.

Kopumā lauksaimniecības sektors ES tiek regulēts vairākos virzienos: ilgtspējīgas resursu izmantošanas nepieciešamība, klimata neitralitātes mērķi, emisiju mazināšana un sabiedrības veselības aizsardzība. Šie mērķi ir nostiprināti gan starptautiskos dokumentos, piemēram, Parīzes nolīgumā, gan ES stratēģijās un regulās. Vienlaikus Klimata akts, zaļais kurss, stratēģija “No lauka līdz galdam” norāda uz sistemātisku un daudzslāņainu pieeju emisiju mazināšanai un vides kvalitātes uzlabošanai, savukārt atsevišķi politikas dokumenti, piemēram,

Rīcības plāns antimikrobiālās rezistences apkarošanai, norāda uz apdraudējumiem, kurus rada pārmērīga antibiotiku lietošana dzīvnieku audzēšanā. Tas nozīmē, ka ir nepieciešama koordinēta, starpsektoru pieeja, kurā ES vides un lauksaimniecības politika tiek īstenota kā vienots, savstarpēji papildinošs regulatīvais ietvars.

2.2. Latvijas piena lopkopības plānošanas dokumenti un normatīvais ietvars / *Latvian dairy farming planning documents and regulatory framework*

Latvijā pastāv vairākas iestādes, kas nodrošina lauksaimniecības nozares ilgtspēju, attīstību un atbilstību gan nacionālajām, gan ES prasībām, tostarp uzraugot vides aizsardzības normu ievērošanu, pārtikas nekaitīgumu, dzīvnieku veselību, lauku attīstības atbalsta pasākumu īstenošanu un datu aprites caurredzamību lauksaimniecības sektorā. Atbilstoši Ministru kabineta 2019. gada 20. aprīļa noteikumiem Nr. 187 “Zemkopības ministrijas nolikums” Zemkopības ministrija ir vadošā valsts pārvaldes iestāde lauksaimniecības, meža un zivsaimniecības nozarē. Ministrijas galvenās funkcijas ir izstrādāt lauksaimniecības, meža nozares un zivsaimniecības politiku; organizēt un koordinēt politikas īstenošanu attiecīgajās jomās un organizēt, koordinēt likumu un citu normatīvo aktu īstenošanu lauksaimniecības, meža nozares un zivsaimniecības politikas jomā (Ministru kabinets, 2019a).

Vēl viena no nozīmīgākajām institūcijām, kas darbojas lauksaimniecības nozares ietvaros, ir Lauku atbalsta dienests (LAD). Dienests ir ZM pakļautībā esoša tiešās pārvaldes iestāde, kas ir atbildīga par vienotu valsts un ES atbalsta politikas īstenošanu Latvijā, uzrauga normatīvo aktu ievērošanu lauksaimniecības jomā un pilda citas ar lauksaimniecības un lauku atbalsta politikas īstenošanu saistītas funkcijas. Atbilstoši savai kompetencei LAD administrē valsts atbalstu un ES atbalstu laukiem, lauksaimniecībai, mežsaimniecībai un zivsaimniecībai: pieņem un izvērtē iesniegumus atbalsta saņemšanai, pieņem lēmumu par finansējuma piešķiršanu vai atteikumu to piešķirt, lemj par atbalsta izmaksu vai atteikumu to izmaksāt un veic izmaksātā atbalsta uzskaiti un izlietošanas kontroli (Lauku atbalsta dienests, 2022).

Pārtikas un veterinārais dienests (PVD) ir ZM pārraudzībā esoša tiešās pārvaldes iestāde. Dienesta darbības mērķis ir nodrošināt patērētājiem nekaitīgas un drošas pārtikas (tostarp materiālu un izstrādājumu, kas ir paredzēti saskarei ar pārtiku), dzīvnieku barības, dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu un veterināro zāļu aprites kvalificētu un efektīvu valsts uzraudzību, kā arī dzīvnieku veselības un labturības, ciltsdarba prasību ievērošanu un pārtikas un nepārtikas preču drošumu un fitosanitāro robežkontroli (Pārtikas un veterinārais dienests, 2021).

Būtiska loma lauksaimniecības nozares attīstībā ir arī izglītības un pētniecības institūcijām. Šādas iestādes nodrošina nepieciešamās zināšanas, jauninājumus un prasmju pārnesi. Viena no tādām institūcijām ir SIA “Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs” (LLKC), kura dalībnieki ir ZM un biedrība “Latvijas Zemnieku federācija”. LLKC mērķis ir būt par neatkarīgu, profesionālu un visiem pieejamu konsultāciju un izglītības centru, kas sniedz atbalstu lauksaimniekiem, mežsaimniekiem, zivsaimniekiem un lauku uzņēmējiem. Centrs sniedz grāmatvedības konsultācijas, kā arī konsultācijas attiecībā uz dažādu pārskatu vai pieteikumu sagatavošanas procesiem, tādējādi atbalstot lauksaimniekus. Papildus LLKC nodrošina mācību iespējas dažādās jomās, piemēram, par ES atbalstu, dzīvnieku pārraudzību, augu aizsardzību un bioloģisko lauksaimniecību (Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs, n.d.-a, b). Šīs mācības galvenokārt aptver nozares tehniskos aspektus, taču mazāk skar tirgus risku vadību, cenu svārstību analīzi un stratēģisko lēmumu pieņemšanu, kas kļūst arvien nozīmīgāki piena lopkopībā. Tāpat LLKC savā tīmekļvietnē publicē aktuālo informāciju par nozares jaunumiem un aktualitātes, kuras ir būtiskas saimniecībām.

Vienlaikus attiecībā uz mācībām ir būtiski pieminēt, ka Latvijā pastāv demonstrējuma prakse, ko koordinē LLKC sadarbībā ar saimniecībām un zinātniskajām institūcijām. Šādu iniciatīvu ietvaros tiek rīkoti demonstrējumi saimniecībās, kas nodrošina zināšanu pārnesi (Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs, n.d.-b). Demonstrējumi ir nozīmīgi, jo tie sniedz lauksaimniekiem iespēju praksē novērtēt, piemēram, jaunu tehnoloģiju efektivitāti reālos

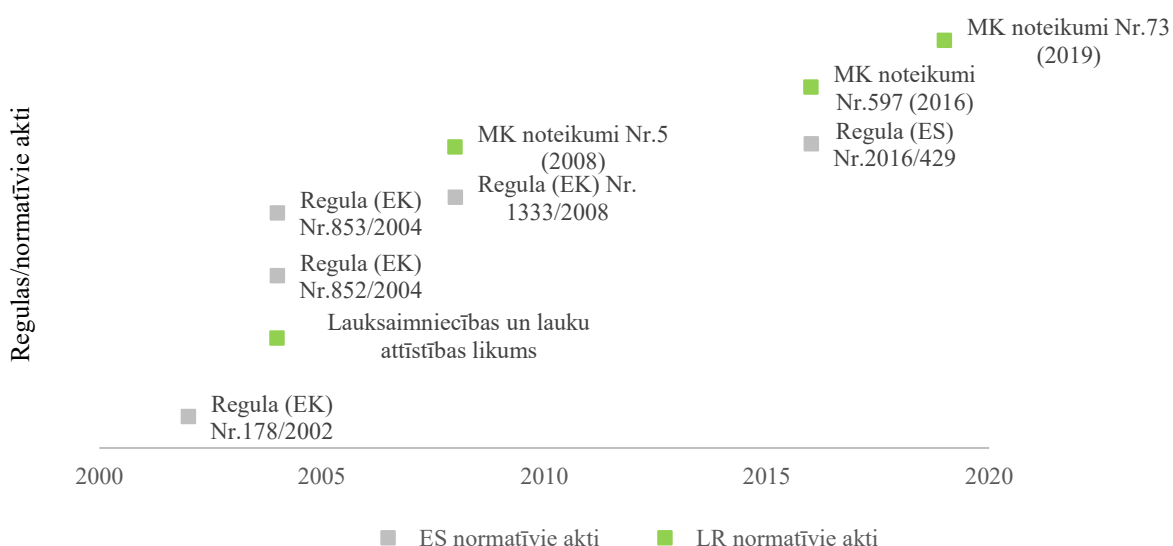
apstākļos. Turklāt šāda sadarbība sekmē savstarpējo mācīšanos un sadarbības tīklu veidošanos starp zemniekiem un zinātniskajām institūcijām, kas atbilst ES AKIS principam par zināšanu plūsmu starp pētniecību, konsultācijām un praksi (European Commission, n.d.-i.).

Vēl viena iestāde, kurai ir būtisks ieguldījums lauksaimniecības nozares pētniecībā un jaunu speciālistu sagatavošanā, ir Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte (LBTU), kas specializējas lauksaimniecībā, mežsaimniecībā, pārtikas tehnoloģijā, inženierzinātnēs un bioekonomikā. Universitāte nodrošina gan kvalificētu speciālistu sagatavošanu, gan pētniecību un dalību starptautiskajās programmās. Universitātes pētījumu jomas ir plašas: biozinātnes (piemēram, pētījumi zemes, augsnes un ūdens ilgtspējīgas izmantošanas nodrošināšanai un piesārņojuma mazināšanai), inženierzinātnes (piemēram, tehnoloģijas ilgtspējīgai attīstībai) un sociālās zinātnes (piemēram, ilgtspējīgas un gudras teritoriālās attīstības iespēju izpēte) (Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte, n. d.). Kopumā LBTU ir stratēģiski nozīmīga loma zināšanu un jauninājumu attīstībā Latvijas lauksaimniecības nozarē.

Vienlaikus būtiskā iestāde, kura tiek iesaistīta lauksaimniecības nozarē, ir Nodarbinātības valsts aģentūra (NVA), kura uztur tīmekļvietni ar aktuālajām vakancēm visas valsts teritorijā, kas ļauj saimniecībām atrast darbiniekus (uz sezonu vai pastāvīgi). Tāpat NVA rīko mācības bezdarbniekiem, tādējādi mācot speciālistus, kuri tostarp var strādāt arī lauksaimniecības nozarē, kā arī nodrošina pasākumus, kuru ietvaros uzņēmumiem ir iespēja saņemt pabalstus ilgstošu bezdarbnieku nodarbināšanai (Nodarbinātības valsts aģentūra, 2024).

Tāpat Latvijā pastāv lauksaimniekus pārstāvošas nevalstiskās organizācijas, kas veicina zināšanu apmaiņu, nozares interešu pārstāvību un saimniecību attīstības jautājumu koordinēšanu. Kā piemēru var minēt biedrību “Zemnieku saeima”, kuras mērķis ir lauksaimnieku interešu pārstāvniecība (Zemnieku saeima, n.d). Arī specializētajam selekcijas un ciltsdarba organizācijam, kas nodrošina govju ģenētiskās kvalitātes uzlabošanu, ciltsdarba pakalpojumu īstenošanu un praktisku atbalstu saimniecībām selekcijas lēmumu pieņemšanā, ir būtiskā nozīme Latvijas piena lopkopībā.

Latvijai kā ES dalībvalstij saistoši ir ES plānošanas dokumentos un normatīvajos aktos noteiktie mērķi, uzdevumi un pasākumi, kas ir piemērojami arī valsts līmenī. Pamatojoties uz šiem dokumentiem, Latvija izstrādā un pielāgo nacionālā līmeņa plānošanas dokumentus un normatīvos aktus, nodrošinot atbilstību ES prasībām.



Avots: autores veidots.

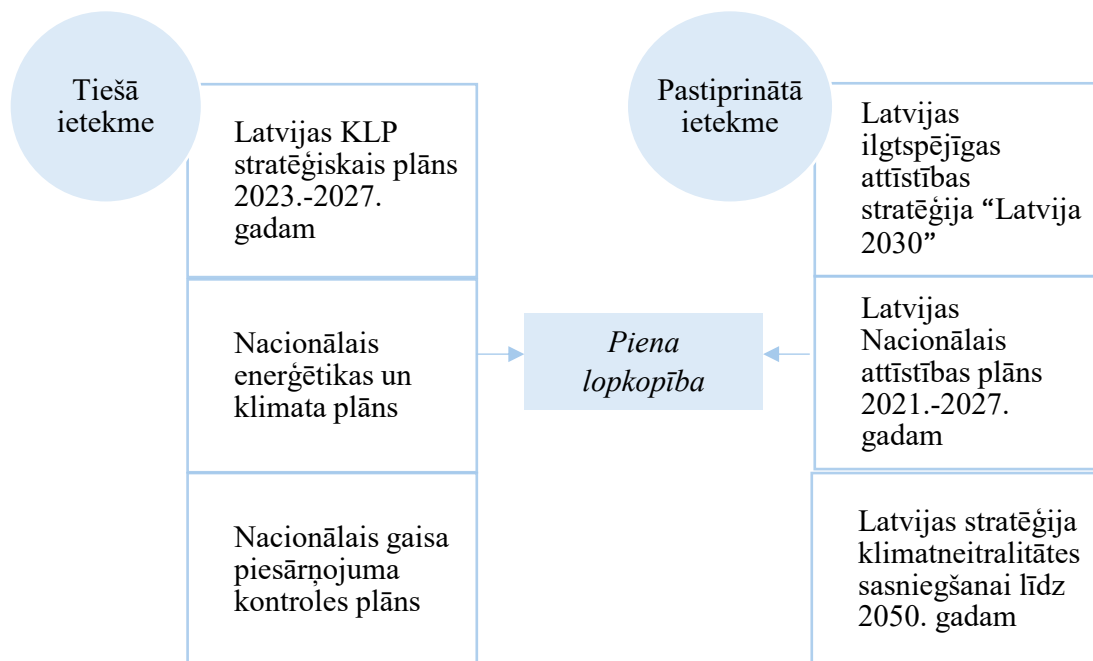
2.1. att. / Fig. 2.1. ES un Latvijas normatīvo aktu attīstības hronoloģija 2002.–2019. gads / *Chronology of the development of EU and Latvian legislation, 2002–2019*

2.1. attēla ir redzama laikrinda, kura norāda uz Latvijas normatīvo aktu integrāciju ES regulējumā attiecībā uz lauksaimniecības nozari. Attiecīgi ir redzams, ka Latvijas nacionālais

regulējums tika pieņemts un ieviests, ņemot vērā ES regulējumu, kas nosaka vispārējo tiesisko ietvaru. Šāda pieeja norāda uz to, ka ES normatīviem aktiem ir ietekme uz Latvijas likumdošanu.

Šāda tendence ir attiecināma arī uz piena lopkopību, kura kopš Latvijas pievienošanās ES 2004. gadā ir pakļauta KLP regulējuma prasībām. Piena lopkopībā normatīvo regulējumu lielākoties nosaka tieši piemērojamie ES regulējumi, līdz ar to Latvijas likumdevējam ir ierobežotas iespējas patstāvīgi noteikt politiku šajā sektorā un nacionālais regulējums galvenokārt darbojas kā ES prasību īstenošanas instruments.

Līdzīgi kā visās ES valstīs, arī Latvijā ir vairāki nozīmīgākie valsts plānošanas dokumenti, kas tiešā veidā ir saistīti ar lauksaimniecības nozari vai arī kuros ir iestrādātas prioritātes, kuras tostarp ir attiecināmas uz šo nozari (2.2. attēls).



Avots: autores veidots.

2.2. att. / Fig. 2.2. Plānošanas dokumentu ietekme uz piena lopkopību Latvijā: tiešā un pastarpinātā ietekme / Planning documents affecting dairy farming in Latvia: direct and indirect impact

Viens no svarīgākajiem plānošanas dokumentiem ir **Latvijas KLP stratēģiskais plāns 2023.–2027. gadam (KLP 2023–2027)**. Tas ir vidēja termiņa politikas plānošanas dokuments, kas nosaka atbalsta prioritātes un atbalsta instrumentus lauksaimniecības, kā arī lauku attīstības jomā. Latvijas KLP stratēģiskā plāna mērķis ir turpināt sniegt pietiekamu atbalstu lauksaimniekiem, lai tie spētu nodrošināt iedzīvotājiem pieejamu Latvijā ražotu pārtiku, kas ir droša, kvalitatīva un par pieejamu cenu. Šis stratēģiskais plāns ietekmē piena lopkopību kā savstarpēji sasaistītu instrumentu kopums. Tiešie maksājumi (piemēram, saistīto ienākumu atbalsts par slaucamām govīm un atbalsts jauniem lauksaimniekiem) nodrošina naudas plūsmas stabilitāti, kas ir būtiski nozarē, kura tiek pakļauta dažādu veidu riskiem (Zemkopības ministrija, 2024a).

Ekoshēmu pasākumu kopums ir paredzēts, lai palīdzētu lauksaimniekiem attīstīt ilgtspējīgas, klimatam un videi draudzīgas lauksaimniecības prakses, kas ir būtiski klimatisko mērķu sasniegšanā. Piemēram, Latvijā noteiktā pasākuma EKO5 "Ekoshēmas atbalsts par slāpekļa un amonjaka emisiju un piesārņojumu mazinošu lauksaimniecības praksi" mērķis ir mazināt slāpekļa un amonjaka emisiju un piesārņojumu, savukārt EKO6 "Ekoshēmas atbalsts par zālāju saglabāšanas veicināšanu" mērķis ir zālāju saglabāšana un apsaimniekošana, kur

atbalsts saistīts ar ganību izmantošanu un minimālo dzīvnieku blīvumu uz zālāju platībām (Zemkopības ministrija, 2024a).

Saistībā ar piena lopkopību ir būtiski minēt arī tādus pasākumus KLP 2023–2027 ietvaros, kuri ir mērķēti uz dzīvnieku labturību. Tāds pasākums kā “Paaugstinātu labturības prasību un emisijas mazinošā lopkopība” paredz pasākumus piena liellopiem, un tā mērķis ir paaugstināt liellopu labturību virs obligātā minimuma. Šī mērķa īstenošanai ir paredzētas tādas darbības kā papildzināta ganīšana, barības devu plānošana, labāku turēšanas apstākļu nodrošināšana utt. (Zemkopības ministrija, 2024a; Lauku atbalsta dienests, 2023).

Tāpat būtiski ir minēt riska pārvaldības mehānismus, kuri pastāv Latvijā KLP 2023–2027 ietvaros. Tāds mehānisms ir līdzfinansēta lauksaimniecības apdrošināšanas sistēma, un viena no tādām sistēmām ir ražas, dzīvnieku, sējumu un stādījumu apdrošināšanas prēmija, kuras mērķis ir veicināt lauksaimnieku iesaistīšanos lauksaimniecības nozaru riska mazināšanā, daļēji sedzot izdevumus par apdrošināšanas prēmiju. Minētā prēmija ir attiecināma arī uz piena lopkopību, jo tā paredz segt zaudējumus dzīvnieku slimību gadījumā. Minētā pasākuma īstenošanai Latvijā tika izstrādāti LR Ministru kabineta 2023. gada 23. maija noteikumi Nr. 259 “Valsts un Eiropas Savienības atbalsta piešķiršanas kārtība dzīvnieku, sējumu un stādījumu apdrošināšanai 2023.–2027. gada plānošanas periodā” (Lauku atbalsta centrs, 2025a). Tomēr šāda veida apdrošināšana nesniedz aizsardzību pret būtiskajām ienākumu svārstībām, kas var rasties, piemēram, pasaules tirgus cenu ietekmē.

KLP 2023–2027 II pīlāra ietvaros pastāv tāds instruments kā “Atbalsts ieguldījumiem mazajās lauku saimniecībās”, kas tostarp veicina piena lopkopības attīstību. Šī instrumenta mērķis ir atbalstīt mazo lauku saimniecību attīstību, lai veicinātu to konkurētspēju, palielinot to ražošanas produktivitāti un efektivitāti. Tādējādi arī mazās saimniecības spēj sasniegt būtiskus Eiropas zaļā kursa mērķus – veicināt klimata pārmaiņu mazināšanu un uzlabot lauksaimniecības dzīvnieku labturību (Zemkopības ministrija, 2024a; Lauku atbalsta centrs, 2025b).

Lai īstenotu KLP 2023–2027 noteikto, Latvijā ir izdoti LR Ministru kabineta 2023. gada 18. aprīļa noteikumi Nr. 198 “Tiešo maksājumu piešķiršanas kārtība lauksaimniekiem”, kuri nosaka kārtību, kādā piešķir valsts un ES atbalstu lauksaimniecībai tiešā atbalsta shēmu ietvaros, kontrolē tiešo maksājumu saņemšanas nosacījumu izpildi, nosaka un piemēro tiešo maksājumu samazinājumu par saņemšanas nosacījumu neizpildi, kā arī tiešo maksājumu samazinājuma likmes un tiešo maksājumu samazinājuma piemērošanas izņēmumus, kā arī atsaka tiešo maksājumu piešķiršanu un tos atmaksā (Ministru kabinets, 2023). Par šo maksājumu pārdalīšanu ir atbildīgs LAD, kurš pieņem lauksaimnieku pieteikumus finansējuma saņemšanai un uzrauga finansējuma piešķiršanas kārtību, kā arī tās īstenošanu.

Vēl viens Latvijas plānošanas dokuments ir **Nacionālais enerģētikas un klimata plāns 2021.–2030. gadam**, ar kuru tiek noteikti Latvijas mērķi un to izpildes pasākumi tādās nozarēs un darbībās kā siltumnīcefekta gāzu emisiju samazinājums un oglekļa dioksīda piesaistes palielinājums, atjaunojamo energoresursu īpatsvara palielinājums, energoefektivitātes uzlabošana, enerģētiskās drošības nodrošināšana, enerģijas tirgu infrastruktūras uzturēšana un uzlabošana, kā arī inovāciju, pētniecības un konkurētspējas uzlabošana. Galvenās rīcības attiecībā uz lauksaimniecību šajā plānā ir efektīva mēslojuma lietošana un kūstmēslu apsaimniekošanas sistēmas uzlabošana (1), augsnes auglības uzlabošana (2), dzīvnieku ēdināšanas uzlabošana (3) un mežsaimniecisko zemju augsnes kvalitātes uzlabošana (4). Attiecībā uz lopkopību tiešā veidā ir attiecināma (1.) un (3.) rīcība, kuras sasaucas gan ar Latvijas stratēģiju klimatneitralitātes sasniegšanai līdz 2050. gadam, gan ar ES normatīvo regulējumu (Klimata un enerģētikas ministrija, 2025).

Uz piena lopkopību tiešā veidā var attiecināt arī tādu vidēja termiņa politikas plānošanas dokumentu kā “**Gaisa piesārņojuma samazināšanas rīcības plāns 2020.–2030. gadam**”. Šis plāns nosaka, ka lauksaimniecības nozarē (īpaši liellopu turēšanā) ir jāmazina amonjaka emisijas. Plāns ir sīki izstrādāts un ir noteikti konkrēti apakšuzdevumi, darbības to īstenošanai, kā arī izpildes termiņi. Piemēram, apakšuzdevuma “Videi draudzīga kūstmēslu

apsaimniekošana ārpus novietnes” ietvaros ir paredzēts veicināt lagūnas tipa krātuvju aizstāšanu ar cilindriskajām krātuvēm un ir noteikts, ka 2030. gadā 29% slaucamo govju šķidrmēslu apsaimniekošanai tiks izmantotas cilindriskās krātuves (Ministru kabinets, 2020b).

Latvijā pastāv arī citi svarīgi plānošanas dokumenti, kuri pastiprināti var ietekmēt piena lopkopību. Viens no tādiem ir **Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam (“Latvija 2030”)**, un viens no paredzētajiem attīstības virzieniem ir stiprināt tradicionālo lauksaimniecības nozaru efektivitāti un konkurētspēju, nodrošinot valsts apgādi ar kvalitatīviem un konkurētspējīgiem pārtikas produktiem. Viens no šī mērķa sasniegšanai paredzētajiem risinājumiem ir zināšanu un inovāciju jauninājumu pārneses lauksaimniecībā un mežsaimniecībā sekmēšana; lauksaimniecības produkcijas pārstrādes uzņēmumu modernizācijas atbalstīšana, konsolidācija un Latvijā ražoto izejvielu izmantošana (Ministru kabinets, 2024). No iepriekšminēta ir secināms, ka viena no prioritātēm ne tikai piena lopkopībā, bet lauksaimniecības nozarē kopumā ir veicināt inovāciju ieviešanu un attīstību tajā, lai stiprinātu lauksaimniecības nozari kopumā. Tas veicinātu gan esošo uzņēmumu modernizāciju, gan arī jaunu, novatorisku uzņēmumu izveidi, efektīvāku un racionālāku resursu izmantošanu un konkurētspējas paaugstināšanu. Vienlaikus, ņemot vērā, ka pasaulē pieaug pieprasījums pēc ekoloģiski sertificētiem un veselīgiem produktiem, Latvijas ilgtspējīgas stratēģijā līdz 2030. gadam papildus ir noteikts, ka ir jāveicina bioloģiskās lauksaimniecības attīstība.

Latvijas Nacionālais attīstības plāns 2021.–2027. gadam (NAP2027) ir Latvijas augstākā līmeņa vidēja termiņa plānošanas dokuments, kas nosaka valsts attīstības prioritātes un mērķus septiņu gadu periodam. NAP2027 ietvaru veido četri stratēģiskie mērķi, kuri ievirza politiku nākamajiem septiņiem gadiem, un sešas prioritātes, kurās ir sagrupēti astoņpadsmit rīcības virzieni. Katra rīcības virziena sasniegšanai ir noteikti politikas rezultātu rādītāji jeb indikatori, veicamie uzdevumi, kā arī vismaz viena atbildīgā institūcija (Saeima, 2020).

Saistība ar lauksaimniecības nozari NAP2027 īpaši akcentē nepieciešamību attīstīt ilgtspējīgu un videi draudzīgu lauksaimniecību. Lauksaimniecības nozarei nozīmīgas tēmas NAP2027 ietvaros ir minētas turpmāk.

- Pāreja uz zaļu un ilgtspējīgu lauksaimniecības praksi, kas ļauj sasniegt klimata mērķus.
- Viedās tehnoloģijas un jauninājumu ieviešana tautsaimniecībā.
- Lauku teritoriju attīstība un dzīves kvalitātes uzlabošana laukos.
- Atbalsts vietējiem ražotājiem un ekoloģiskajai pārtikai (Saeima, 2020).

Vēl viens būtisks plānošanas dokuments, kas ir attiecināms uz lauksaimniecības nozari ir **“Latvijas stratēģija klimatneitralitātes sasniegšanai līdz 2050. gadam”**, kas ir ilgtermiņa politikas plānošanas dokuments un ir izstrādāts, lai vienlaicīgi ar klimata pārmaiņu ierobežošanu un mazināšanu vairotu Latvijas tautsaimniecības ekonomisko konkurētspēju, kā arī lai Latvijas iedzīvotājiem tiktu nodrošināta droša dzīves vide. Šis stratēģijas virsmērķis ir Latvijas klimatneitralitāte 2050. gadā, kas izriet arī no Parīzes nolīguma un citiem ES normatīvajiem dokumentiem. Tad vēl ir divi stratēģiski mērķi: SEG emisiju mazināšana visos tautsaimniecības sektoros un CO₂ piesaistes palielināšana. Mērķa sasniegšana īstenojama trijos SEG emisiju mazināšanas posmos (desmitgadēs) (Ministru kabinets, 2020a).

2.5. tabula / Table 2.5.

Stratēģijas rezultatīvie rādītāji (virsmērķis un starpposmu mērķi) / Strategy performance indicators (overall objective and intermediate targets)

	Bāzes gads 1990	Prognoze 2020	Mērķi		
			2030	2040	2050
SEG emisijas (bez ZIZIMM** sektora)	26 299 ktCO ₂ ekv.**	-55%	-65%	-85%	Klimatneitralitāte

2.5. tabulas turpinājums / continuation of Table 2.5.

	Bāzes gads 1990	Prognoze 2020	Mērķi		
			2030	2040	2050
CO2 piesaiste un SEG emisijas ZIZIMM sektorā	-9828 ktCO ₂ ekv. (piesaiste)	2094 ktCO ₂ ekv.	≤1047 ktCO ₂ ekv.	Neto "0" emisijas (sektora piesaiste kompensē sektora emisijas)	Klimatneitralitāte
Virzība uz klimatneitralitāti (kopējās SEG emisijas, iekļaujot ZIZIMM sektoru)	16 471 ktCO ₂ ekv.	-16%	-38%*	-76%*	

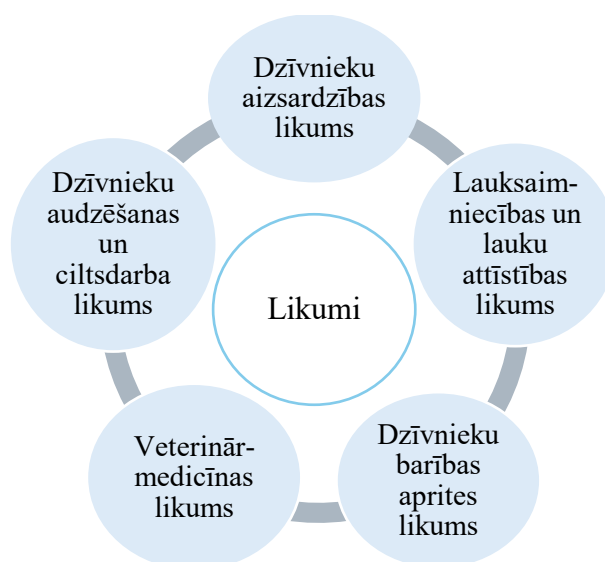
* Mērķis tiek uzskatīts par izpildītu, ja novirze ir ±5%

** ZIZIMM – zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības sektors

Avots: Ministru kabinets, 2020a.

Lai sasniegtu noteiktus mērķus, tiek izstrādāti risinājumi, kas veicinās mērķu sasniegšanu noteiktajā apjomā. Piemēram, viens no vispārīgiem risinājumiem ir pētniecība un jauninājumi oglekļa mazietilpīgās tehnoloģijās, kas nodrošina tehnoloģisku risinājumu meklēšanu. Savukārt attiecībā uz lopkopības nozari tiek plānots, ka tiks lietota tāda barība, kas nodrošina optimālus dzīvnieku gremošanas procesus, nekaitējot to veselībai; tiks izveidotas kūsmēsļu krātuves, kā arī tiks efektīvi kontrolēta to izmantošana. Saimniecībās, kur tas ir ekonomiski pamatoti, pārstrādājot kūsmēsļus un citus organiskos atkritumus, tiks iegūta biogāze. Un, protams, ka tiks nodrošināta lauksaimniecības dzīvnieku veselība un labturība (Ministru kabinets, 2020a).

Lai sasniegtu kā starptautiskajos, tā nacionālajos politikas plānošanas dokumentos noteiktos mērķus piena lopkopības attīstībai, ir nepieciešama sakārtota tiesību sistēma, kas veicina noteiktu pasākumu ieviešanu un uzraudzību izvirzīto mērķu sasniegšanai. Liela ietekme uz Latvijas tiesību sistēmu ir ES, it īpaši kopš brīža, kad 2004. gada 1. maijā Latvija kļuva par ES dalībvalsti.



Avots: autores veidots.

2.3. att. / Fig. 2.3. Uz Latvijas piena lopkopību attiecināmie likumi / *Laws applicable to the Latvian dairy farming*

Latvijā lauksaimniecības nozari kopumā regulē 2004. gada 7. aprīlī pieņemtais *Lauksaimniecības un lauku attīstības likums*. Likuma mērķis ir radīt tiesisku pamatu lauksaimniecības attīstībai un noteikt ilglaicīgu lauksaimniecības un lauku attīstības politiku saskaņā ar Eiropas Savienības kopējo lauksaimniecības politiku un kopējo zivsaimniecības politiku. Šis likums nosaka lauksaimniecības un lauku attīstības politikas īstenošanu, uzraudzību un novērtēšanu, lai sekmētu šīs politikas ilglaicīgu attīstību (Saeima, 2004).

Veterinārmedicīnas likums veido dzīvnieku veselības aizsardzības ietvaru, nosakot kārtību infekcijas slimību profilaksei un apkarošanai, veterinārpraksi, dzīvnieku izcelsmes produktu aprīti un importa/tranzīta kontrolei, kā arī valsts, pašvaldību un personu tiesības un pienākumus (Saeima, 2001). Vēl viens nozīmīgs likums ir *Dzīvnieku audzēšanas un ciltsdarba likums*, kura mērķis ir nodrošināt lauksaimniecības dzīvnieku ģenētisko potenciālu. Attiecīgais likums nosaka kārtību, kādā tiek veikta lauksaimniecības dzīvnieku selekcija, pārraudzība un ciltsdarbs, tostarp šķirņu saglabāšana un attīstība (Saeima, 2018). Savukārt *Dzīvnieku aizsardzības likums* nosaka lauksaimniecības dzīvnieku turēšanas un izmantošanas kārtību, labturības prasības, kā arī lauksaimniecības dzīvnieku turētāja tiesības un pienākumus (Saeima, 1999).

Lauksaimniecības nozares likumiskais regulējums ir kalpojies par pamatu Ministru Kabineta noteikumu izstrādei, kuri nosaka prasības un kārtību piena lopkopībā (skat. 2.6. tabulu).

2.6. tabula / Table 2.6.

Ministru kabineta noteikumi piena lopkopībā atbilstoši piemērošanas jomām/ *Cabinet of Ministers regulations in the dairy farming by scope of application*

Joma	Normatīvais akts	Būtiskākā ietekme uz nozari
Piena ieguve, higiēna un aprīte	LR Ministru kabineta 2016. gada 6. septembra noteikumi Nr. 597 "Veterinārās, higiēnas un nekaitīguma prasības svaigpiena aprītei"	Nosaka higiēnas un nekaitīguma prasības svaigpiena ieguvei, uzglabāšanai un transportēšanai

2.6. tabulas turpinājums / continuation of Table 2.6

Joma	Normatīvais akts	Būtiskākā ietekme uz nozari
Piena ieguve, higiēna un aprīte	LR Ministru kabineta 2019. gada 19. februāra noteikumi Nr. 73 “Prasības govus un kazas svaigpiena aprītei nelielā apjomā”	Regulē nelielā apjomā iegūta piena realizācijas kārtību un higiēnas prasības mazajām saimniecībām
Dzīvnieku labturība un ciltsdarbs	LR Ministru kabineta 2008. gada 2. janvāra noteikumi Nr. 5 “Lauksaimniecības dzīvnieku vispārīgās labturības prasības”	Nosaka vispārīgās labturības prasības govju turēšanai un izmantošanai
	LR Ministru kabineta 2019. gada 28. maija noteikumi Nr. 228 “Slaucamo govju un slaucamo kazu pārraudzības un snieguma pārbaudes kārtība”	Regulē slaucamo govju ciltsdarbu, snieguma pārbaudi un datu reģistrāciju
	LR Ministru kabineta 2025. gada 25. februāra noteikumi Nr. 116 “Lauksaimniecības dzīvnieku un akvakultūras dzīvnieku, to ganāmpulku un novietņu reģistrēšanas kārtība un lauksaimniecības dzīvnieku apzīmēšanas kārtība”	Nosaka dzīvnieku, ganāmpulku un novietņu reģistrēšanas un apzīmēšanas kārtību
Vides prasības	LR Ministru kabineta 2014. gada 23. decembra noteikumi Nr. 834 “Prasības ūdens, augsnes un gaisa aizsardzībai no lauksaimnieciskās darbības izraisīta piesārņojuma”	Regulē ūdens, augsnes un gaisa aizsardzību pret nitrātiem un amonjaku
	LR Ministru kabineta 2014. gada 23. decembra noteikumi Nr. 829 “Īpašās prasības piesārņojošo darbību veikšanai dzīvnieku novietnēs”	Nosaka īpašās prasības piesārņojošo darbību veikšanai dzīvnieku novietnēs

Avots: autores veidots.

Uz piena lopkopību Latvijā tieši attiecas spēkā esošie LR Ministru kabineta 2019. gada 28. maija noteikumi Nr. 228 “Slaucamo govju un slaucamo kazu pārraudzības un snieguma pārbaudes kārtība”, kuros ir noteikta kārtība, kādā tiek veikta slaucamo govju un kazu pārraudzība (pārraudzības uzsākšana, kontroles datu iegūšana un reģistrēšanas kārtība, piena paraugu nosūtīšana un analīze utt.) (Ministru kabinets, 2019b). Tāpat piena lopkopība tiek regulēta ar LR Ministru kabineta 2019. gada 19. februāra noteikumiem Nr. 73 “Prasības govus un kazas svaigpiena aprītei nelielā apjomā”. Minētie noteikumi nosaka higiēnas un obligātās nekaitīguma prasības govus un kazas svaigpiena ieguvei, pirmapstrādei, uzglabāšanai, transportēšanai un tiešai piegādei nelielā apjomā galapatērētājam vai mazumtirdzniecības uzņēmumiem, kas tieši apgādā galapatērētājus Latvijas teritorijā, kā arī piena realizācijas atļaujas izsniegšanas, apturēšanas un atjaunošanas kārtību (Ministru kabinets, 2019c). Papildus iepriekšminētajiem MK noteikumiem Latvijā ir spēkā esošie LR Ministru kabineta 2016. gada 6. septembra noteikumi Nr. 597 “Veterinārās, higiēnas un nekaitīguma prasības svaigpiena aprītei”, kuros ir noteiktas veterinārās, higiēnas un nekaitīguma prasības svaigpiena aprītei, kā arī svaigpiena kontroles kārtība saskaņā ar Eiropas Parlamenta un Padomes 2004. gada 29. aprīļa Regulu (EK) Nr. 852/2004 par pārtikas produktu higiēnu, Eiropas Parlamenta un Padomes 2004. gada 29. aprīļa Regulu (EK) Nr. 853/2004, ar ko nosaka īpašus higiēnas noteikumus attiecībā uz dzīvnieku izcelsmes pārtiku, un Eiropas Parlamenta un Padomes

2004. gada 29. aprīļa Regulu (EK) Nr. 854/2004, ar ko paredz īpašus noteikumus par lietošanai pārtikā paredzētu dzīvnieku izcelsmes produktu oficiālās kontroles organizēšanu (Ministru kabinets, 2016). LR Ministru kabineta 2008. gada 2. janvāra noteikumi Nr. 5 “Lauksaimniecības dzīvnieku vispārīgās labturības prasības” nosaka vispārīgās labturības prasības lauksaimniecības dzīvnieku (izņemot bezmugurkaulniekus) turēšanai un izmantošanai; noteikumu izpildi kontrolē PVD (Ministru kabinets, 2008).

Tā kā lauksaimniecība tostarp ir atkarīga no dzīvnieku veselības, kuri ir pakļauti dažādām slimībām (piemēram, infekciozajam katarālajam drudzim jeb zilās mēles slimībai vai sūkļveida encefalopātijai), saimniekiem rodas zaudējumi, likvidējot slimos dzīvniekus. Attiecībā uz zaudējumiem, kas ir radušies infekcijas slimības laikā, kompensācijas Latvijā reglamentē LR Ministru kabineta 2021. gada 1. aprīļa noteikumi Nr. 199 “Valsts uzraudzībā esošās dzīvnieku infekcijas slimības vai epizootijas uzliesmojuma laikā radušos zaudējumu kompensācijas noteikumi”. Šo noteikumu mērķis ir noteikt epizootijas, pēc kuru uzliesmojuma ir tiesības saņemt zaudējumu kompensāciju, kā arī kārtību kompensācijas saņemšanai (Ministru kabinets, 2021). Šie ir vieni no nozīmīgākajiem normatīvajiem aktiem, kas nosaka lauksaimniecības, tostarp piena lopkopības, regulējumu Latvijā.

Tā kā attiecībā uz lauksaimniecības nozari ir noteikti arī vairāki ar vidi un klimatu saistītie plānošanas dokumenti un mērķi, tika izstrādāti MK noteikumi, kuri regulē vides jautājumus Latvijā un ir attiecināmi tieši uz piena lopkopību.

LR Ministru kabineta 2014. gada 23. decembra noteikumi Nr. 834 “Prasības ūdens, augsnes un gaisa aizsardzībai, ierobežojot piesārņojumu no lauksaimnieciskās darbības” ir normatīvais akts, kas tiešā veidā regulē vides aizsardzības prasības un pasargā apkārtējo vidi no lauksaimniecības darbības. Attiecīgie Ministru kabineta noteikumi nosaka prasības, lai mazinātu lauksaimniecības radīto ūdens, augsnes un gaisa piesārņojumu. Tie paredz, ka saimniecībām kūtsmēsli jāuzglabā atbilstošās krātuvēs, to izmantošana jāierobežo noteiktos periodos un apstākļos, kā arī jāievēro maksimālais slāpekļa daudzums uz hektāru. Noteikumi nosaka arī mēslošanas plānu sagatavošanu, uzskaiti un ātru kūtsmēsļu iestrādi augsnē, lai mazinātu nitrātu un amonjaka emisijas (Ministru kabinets, 2014a).

LR Ministru kabineta 2014. gada 23. decembra noteikumi Nr. 829 “Īpašās prasības piesārņojošo darbību veikšanai dzīvnieku novietnēs” nosaka vides un tehnoloģisko prasību minimālo līmeni dzīvnieku novietnēs, lai tās neizraisītu piesārņojumu vai emisijas, kas var kaitēt apkārtējai videi. Latvijas piena lopkopības darbību nosaka vairāki Ministru kabineta noteikumi, kas aptver vides aizsardzību, dzīvnieku labturību un pārtikas drošumu (Ministru kabinets, 2014b).

2.3. Starptautiskais konteksts un tā ietekme uz Latvijas piena lopkopību / *International context and its impact on Latvian dairy farming*

Latvijas piena lopkopība ir saistīta ar starptautisko tirgu un regulatīvo vidi, kas būtiski ietekmē tās darbību un attīstību. Šī iemesla dēļ nozare ir pakļauta starptautisko notikumu norisei, kas ietekmē tirgus dinamiku un konkurētspēju.

Viens no notikumiem, kas būtiski ietekmēja lauksaimniecības nozari kopumā ir *Latvijas pievienošanās Eiropas Savienībai (2004)*, kas radīja jaunas eksporta iespējas Latvijai, sniedzot piekļuvi ES vienotajam tirgum, kas tostarp arī raisīja konkurenci. Līdz ar Latvijas pievienošanos ES valstī bija jāievieš ES standarti piena ražošanā (tostarp uzglabāšanā), kas prasīja investīcijas no ražotājiem. Šim nolūkam nozare saņēma ES atbalstu, kas veicināja modernizāciju un konkurētspēju.

Krievijas importa embargo (2014) lielā mērā ietekmēja nozari visās ES valstīs, tostarp Latvijā. Kopš 2014. gada sākuma politiskās un ekonomiskās attiecības starp Krievijas Federāciju un Rietumvalstīm pakāpeniski pasliktinājās, un 2014. gada augustā Krievija aizliedza daudzu pārtikas produktu importu no lielākās daļas Rietumvalstu, tostarp no ES

valstīm. Aizliegums aptvēra lielāko daļu augļu un dārzeņu, gaļas, zivju un piena produktu (Chaptea & Caigne, 2018).

Krievijas importa embargo radīja būtisku satricinājumu Latvijas lauksaimniecības, zivsaimniecības un pārtikas nozarei, jo īpaši pirmajos divos gados pēc importa embargo noteikšanas. Krievija bija lielākais Latvijas tirdzniecības partneris trešās valstīs lauksaimniecības un pārtikas produktu jomā: 2013. gadā apmēram 11% piena pārstrādes produktu tika eksportēti uz Krieviju. Krievijas importa embargo dēļ Latvijas lauksaimniecības un pārtikas nozares ražotāji zaudēja nozīmīgu eksporta tirgu, turklāt aizliegumam bija negatīva ietekme uz ekonomiku kopumā. Vienlaikus piena produktiem tika meklēti jauni eksporta tirgi (Pelēce, 2016). Lai mazinātu embargo radīto ietekmi uz piena nozari pēc Krievijas importa embargo ieviešanas, 2014. gadā bija pieejams privātās uzglabāšanas atbalsts piena produktiem (Zemkopības ministrija, 2015).

Lai gan *piena kvotu atcelšana (2015)* bija ES regulējums, tam bija arī ģeopolitiska ietekme, kas izraisīja piena cenu strauju mazināšanos visā Eiropā, tostarp Latvijā. Piena kvotas bija maksimālais piena daudzums, ko lauksaimnieks varēja ražot un tirgot bez nodokļa piemērošanas; šī sistēma tika uzskatīta par galveno piedāvājuma regulēšanas instrumentu vairāk nekā trīsdesmit gadus. Pirmo reizi tā tika ieviesta 1984. gadā, kad ES ražošana pārsniedza pieprasījumu (HM Revenue & Customs, n.d.; Jongeneel & Gonzalez-Martinez, 2022). 2015. gada 31. martā ES atcēla piena kvotu sistēmu un atvēra brīvo tirgu. Kvotu atcelšana skaidri iezīmēja dalībvalstu atšķirības piena nozares konkurētspējā.

Brexit (2021) (Apvienotās Karalistes izstāšanās no ES) izraisīja ES likumdošanas pārvaldības pārtraukšanu, kas ietekmēja tostarp arī Latvijas piena tirgu. Jaunie normatīvie akti attiecībā uz tirdzniecību starp abām valstīm noteica sarežģītākus noteikumus, kas attiecīgi padarīja eksportu dārgāku un laikietilpīgāku (attiecīgi pārtikas piegādes ķēdes kļuva sarežģītākas, un bija jāaplicina savas produkcijas izcelsme) (Brooks et al., 2021). Tas arī Latvijas lauksaimniekiem lika meklēt citus eksporta tirgus ES un trešās valstīs.

Vēl viens notikums, kas būtiski ietekmēja piena lopkopību ne tikai Latvijā, bet visā pasaulē, ir *Covid-19 pandēmija (2020–2021)*, kad nozare sastapās ar pandēmijas izraisīto krīzi. Pasaulē noteiktie ierobežojumi izraisīja nozaru slēgšanu visā pasaulē, kas ietekmēja kopējo piegādes ķēdi no lauksaimnieka līdz patērētājam. Piegādes ķēžu pārrāvumu un pieprasījuma sarukšanas rezultātā lauksaimnieku ieņēmumi samazinājās, ražošanas apjomi kritās un pieauga saražotās produkcijas krājumi (Sridhar et al., 2022).

Tāpat Covid-19 krīze vēlreiz apstiprināja piena lopkopības atkarību no darbaspēka fiziskas klātbūtnes uzņēmumos un saasināja tā pieejamības problēmu, kā arī radīja grūtības plānot turpmāko saimniecisko darbību pastāvošās tirgus nenoteiktības apstākļos (Pilvere & Kaufmane, 2021).

2021. gada beigās un 2022. gada sākumā valdība ievērojams optimisms par ekonomikas izaugsmi pēc Covid-19 pandēmijas, un daudzas valstis atsāka kontrolēt Covid-19 izraisīto inflāciju un stimulēt ekonomisko izaugsmi, tostarp lauksaimniecības nozarē. Tomēr *Krievijas pilna mēroga iebrukums Ukrainā 2022. gadā* izraisīja ģeopolitisko spriedzi starp Rietumiem un Krieviju, radot neskaidrību par globālās izaugsmes prognozēm saistībā ar bažām par konflikta eskalācijas ietekmi uz pasaules piegādes ķēdēm (Ozili, 2022). Reaģējot uz Krievijas un Ukrainas karu, ASV, Eiropa un vairākas citas Rietumvalstis (piemēram, Kanāda un Austrālija) arvien vairāk ieviesa plašas sankcijas, kas bija vērstas pret privātpersonām, bankām, korporācijām, lieliem valsts uzņēmumiem un eksportu (Hassen & Bilali, 2022; Filho et al., 2023). Sadarbība starp Krieviju un ES ir bijusi abpusēji izdevīga, it īpaši ekonomikas nozarē. Un, tā kā ES bija cieši saistīta ar Krievijas enerģētikas sektoru, sankciju un piegādes ķēžu traucējumu dēļ paaugstinājās enerģijas cenas. Pēc Krievijas uzbrukuma Ukrainai ES ir saskārusies ar pieaugošām gāzes un naftas izmaksām, kas ietekmē gan rūpniecības nozares, gan patērētājus. Tas attiecīgi veicināja piena ražošanas un pārstrādes izmaksu pieaugumu visā ES, tostarp arī Latvijā. Tāpat arī – tā kā Ukraina bija viena no lielākajiem kviešu, saulespuķu eļļas un arī minerālmēslu un lopbarības piegādātājiem, pēc kara sākuma Latvijas lauksaimnieki bija

spiesti meklēt citus piegādātājus (Darmayadi & Megits, 2023; Chepeliev et al., 2023). Attiecīgi lauksaimniekiem bija ātri jāpārorientējas, meklējot jaunus piegādātājus, kā arī bija jāreķinās ar cenu pieaugumu. Tāpat karš ietekmēja eksportu uz Krieviju – kaut gan normatīva aizlieguma eksportēt preces uz Krieviju nav, tomēr reputācijas riski veicināja uzņēmumus atturēties no Krievijas tirgus. Piemēram, Ekonomikas ministrija savā tīmekļvietnē publicē sarakstu ar eksportētājiem uz Krieviju un Baltkrieviju (Ekonomikas ministrija, 2025). Šī iemesla dēļ atsevišķas saimniecības bija spiestas meklēt jaunus eksporta tirgus, kas prasīja papildu laiku un resursus.

Ir secināms, ka pēdējos desmit gados Latvijas piena lopkopība ir piedzīvojusi būtiskas pārmaiņas, kuras izraisīja starptautiski notikumi. Šie notikumi ietekmēja tirgus pieprasījumu, ražošanas apstākļus un eksporta iespējas, liekot nozarei meklēt risinājumus jauniem izaicinājumiem. Tomēr, neņemot vērā sākotnējās grūtības, nozare ir spējusi pielāgoties globālajām tendencēm, piemēram, pieaugošajam pieprasījumam pēc bioloģiskiem produktiem un ilgtspējīgas lauksaimniecības prakšu ieviešanai saimniecībās.

Tāpat tika aktīvi meklētas jaunas eksporta iespējas un ieviesti jauninājumi un tehnoloģijas ražošanā, kas uzlaboja saimniecību efektivitāti un konkurētspēju. Šīs pārmaiņas ne tikai ļāva pārvarēt ekonomiskos un sociālos izaicinājumus, bet arī stiprināja nozares ilgtspēju un spēju pielāgoties mainīgajiem apstākļiem.

Ņemot vērā iepriekšminēto, ka lauksaimniecības nozare ir cieši saistīta ar starptautiskajiem tirgiem un globālajiem notikumiem, ir būtiski mehānismi, kas sistemātiski apkopo un analizē galvenos riska indikatorus un attiecīgi nodrošina savlaicīgu informāciju par iespējamajiem tirgus satricinājumiem. Pasaules līmenī šādu funkciju pilda, piemēram, FAO izveidotā Globālā informācijas un agrīnās brīdināšanas sistēma par pārtiku un lauksaimniecību (*Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture (GIEWS)*), kas regulāri analizē graudu un pārtikas tirgus svārstības, kuras ļauj identificēt potenciālos pārtikas cenu riskus. Savukārt atsevišķās ES valstīs darbojas nacionālā līmeņa tirgus uzraudzības sistēmas. Piemēram, Vācijā aģentūra *BLE Agrarmarkt Informations-Gesellschaft (AMI)* uztur tiešsaistes datu platformu, kurā tiek publicēti tostarp dati par piena iepirkuma cenām, barības indeksiem, tirgus bilancēm un eksporta datiem. Šī sistēma sadarbojas ar Vācijas piensaimnieku asociāciju un pētniecības centriem, nodrošinot regulāras tirgus brīdinājuma publikācijas (AMI, n.d.). Latvijā šobrīd nepastāv vienota valsts līmeņa lauksaimniecības tirgus prognozēšanas un cenu uzraudzības sistēma. Datu apkopošana ir sadalīta starp dažādām institūcijām (CSP, ZM, LAD, LLKC), un netiek nodrošināta automatizēta riska indikatoru analīze vai agrīnās brīdināšanas mehānismi.

Otrās nodaļas satura kopsavilkums / *Summary of the content of second chapter*

Promocijas darba otrajā nodaļā darba autore veica piena lopkopības tiesiskā un institucionālā regulējuma analīzi, īpašu uzmanību pievēršot ES un Latvijas normatīvajam ietvaram. Tika izpētītas politikas reformas un starptautiskie notikumi, kas ir ietekmējuši nozares attīstības dinamiku pēdējās divās desmitgadēs.

1. Piena lopkopība atrodas KLP regulējuma ietvaros, kas nosaka gan ražošanas atbalsta pasākumus, gan tirgus stabilizācijas mehānismus. Laika gaitā KLP arvien vairāk tiek veidota kā instruments pārejas nodrošināšanai uz ilgtspējīgu pārtikas sistēmu, kas integrē vides aizsardzības, sabiedrības veselības un sociālās kohēzijas mērķus.
2. Lai sasniegtu izvirzītos mērķus, ES ir izstrādātas vairākas stratēģiskas rīcības programmas, kuru īstenošana ir jāintegrē dalībvalstu nacionālajos normatīvajos un politikas regulējumos. *Eiropas zaļais kurss* paredz pāreju uz ilgtspējīgu ekonomikas modeli, kura pamatā ir klimatneitralitātes sasniegšana līdz 2050. gadam, kā arī resursu efektīva un videi draudzīga izmantošana. Savukārt stratēģijas “*No lauka līdz galdam*” mērķis ir veidot integrētu pārtikas politiku, kas aptver visus pārtikas sistēmas posmus – no primārās ražošanas līdz galapatēriņam, vienlaikus nodrošinot vides,

veselības un ekonomiskos ieguvumus. ES lauksaimniecības un arī piena lopkopības regulējums pamatojas uz stratēģiskās plānošanas dokumentos definētajiem mērķiem un tiek īstenots, izmantojot normatīvos aktus: regulas, direktīvas un citus tiesību aktus. Šie dokumenti nosaka standartus un prasības visām dalībvalstīm, nodrošinot pārtikas drošumu, dzīvnieku veselību un vides ilgtspēju.

3. Eiropas vides politika piena ražošanas nozarē tiek īstenota kā daļa plašākas ilgtspējas stratēģijas, kas pamatojas uz vairākiem savstarpēji saistītiem normatīvajiem un politikas instrumentiem. Piena lopkopības ietvaros vides regulējums iekļauj prasības attiecībā uz mēslu apsaimniekošanu, barības vielu pārvaldību, emisiju uzraudzību, kā arī dzīvnieku turēšanas un ārstēšanas standartiem. Metāna emisijas tiek uzskatītas par būtisku piena lopkopības vides ietekmi, tāpēc uzsvars tiek likts uz ilgtspējīgu barību un efektīvām tehnoloģijām, kas ļauj mazināt emisijas, ko rada liellopu turēšana un kūtsmēslu apsaimniekošana. Politikas un normatīvo aktu ietvaros ir iekļautas arī prasības attiecībā uz AMR mazināšanu, paredzot antibiotiku lietošanas ierobežošanu dzīvnieku ārstēšanā, veicinot profilaksi, higiēnu un pārvaldības uzlabošanu. Tādējādi vides politika vairs netiek uztverta kā ierobežojoša, bet kā attīstības virziens, kurā tiek līdzsvarotas ekonomiskās, ekoloģiskās un sabiedriskās intereses.
4. Latvijas lauksaimniecības politikas un atbalsta instrumentu īstenošanu nodrošina vairākas institūcijas: ZM veido un koordinē lauksaimniecības politiku, LAD administrē valsts un ES finansējumu, savukārt PVD nodrošina pārtikas, dzīvnieku veselības un labturības uzraudzību. Šo iestāžu darbība kopumā nodrošina ilgtspējīgu nozares pārvaldību.
5. Ņemot vērā, ka Latvija ir ES dalībvalsts, tā pielāgo savu normatīvo sistēmu ES tiesību aktiem un stratēģiskajiem mērķiem. *Latvijas KLP stratēģiskais plāns 2023.–2027. gadam* ir vidēja termiņa politikas plānošanas dokuments, kas nosaka atbalsta prioritātes un atbalsta instrumentus lauksaimniecības, kā arī lauku attīstības jomā. Plāna mērķis ir turpināt sniegt pietiekamu atbalstu lauksaimniekiem, lai tie spētu nodrošināt iedzīvotājiem pieejamu Latvijā ražotu pārtiku, kas ir droša, kvalitatīva un par pieejamu cenu. *Nacionālais enerģētikas un klimata plāns 2021.–2030. gadam* nosaka mērķus un to izpildes pasākumus tādās darbībās kā, piemēram, siltumnīcefekta gāzu emisiju samazinājums un oglekļa dioksīda piesaistes palielinājums, savukārt *Gaisa piesārņojuma samazināšanas rīcības plāns 2020.–2030. gadam* nosaka, ka lauksaimniecības nozarē (īpaši liellopu turēšanā) ir jāmazina amonjaka emisijas. Būtiskākie normatīvie akti piena lopkopībā iekļauj Lauksaimniecības un lauku attīstības likumu, kā arī vairākus Ministru kabineta noteikumus, kas regulē pārraudzības kārtību, svaigpiena apriti, higiēnas prasības, veterināro uzraudzību un dzīvnieku labturību. Šie tiesību akti ne tikai nodrošina pārtikas drošumu un kvalitāti, bet arī veido pamatu Latvijas piena lopkopības ilgtspējīgai attīstībai, vienlaikus nodrošinot atbilstību ES tiesību aktiem un politikas virzieniem.
6. Latvijas piena lopkopību ir būtiski ietekmējuši vairāki starptautiski notikumi, kas ir mainījuši pieprasījumu, eksporta iespējas un ražošanas nosacījumus. Latvijas pievienošanās ES pavēra jaunas eksporta iespējas, taču vienlaikus noteica nepieciešamību pielāgoties stingrākiem ražošanas standartiem. Krievijas importa embargo (2014) radīja nopietnu satricinājumu piena sektoram, liekot meklēt jaunus noieta tirgus; piena kvotu atcelšana (2015) veicināja ražošanas pieaugumu un cenu kritumu, savukārt Covid-19 pandēmija izjauca piegādes ķēdes un saasināja darbaspēka pieejamību. Tāpat Krievijas iebrukums Ukrainā (2022) vēl vairāk palielināja ražošanas izmaksas un energoresursu cenas, ietekmējot arī barības un izejvielu piegādes. Neņemot vērā šos izaicinājumus, Latvijas piena lopkopība ir demonstrējusi pielāgošanās spējas, attīstot jauninājumus, pārstrukturējot eksportu un stiprinot savu konkurētspēju un ilgtspēju ilgtermiņā.

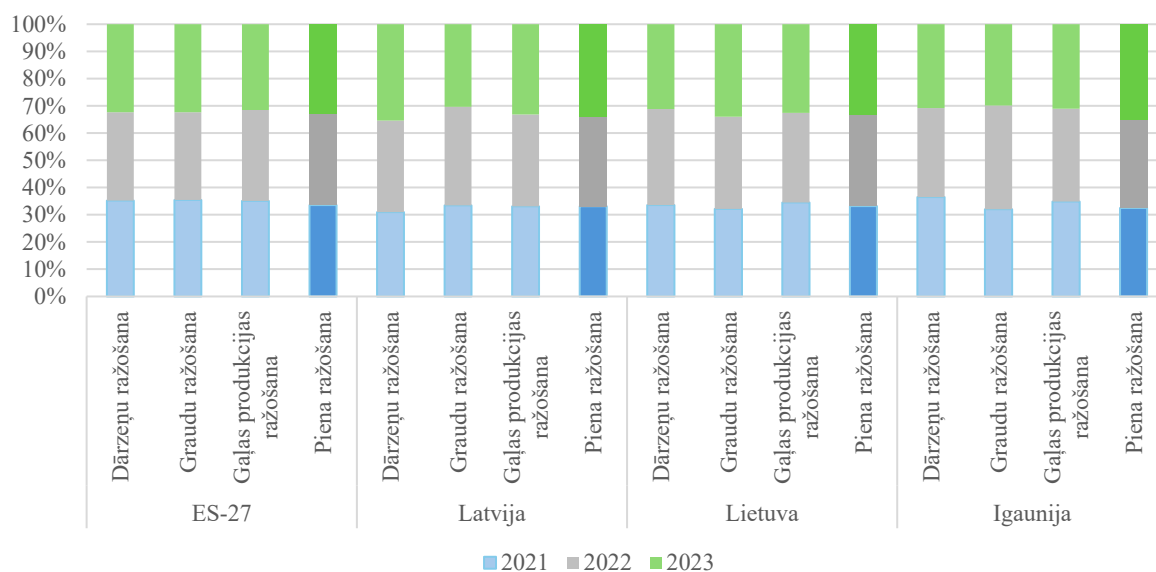
3. LATVIJAS PIENA LOPKOPĪBAS STRUKTŪRA UN ATTĪSTĪBAS TENDENCES BALTIJAS UN ES KONTEKSTĀ / *STRUCTURE AND DEVELOPMENT TRENDS OF LATVIAN DAIRY FARMING IN THE BALTIC AND EU CONTEXT*

Veicot piena lopkopības analīzi Latvijā, ir svarīgi arī salīdzināt visas Baltijas valstis (Latviju, Lietuvu un Igauniju), jo šīs valstis ir savstarpēji integrētas ekonomiski. Šo valstu piena lopkopības darbojas līdzīgā ģeogrāfiskajā atrašanās vietā, klimata un regulējuma vidē, kā arī tirgu bieži ietekmē kopīgi faktori, piemēram, ES politika un globālās cenu tendences. Tāpat, salīdzinot piena lopkopību Baltijas mērogā, ir iespējams noteikt un arī novērtēt, cik konkurētspējīga ir Latvija salīdzinājumā ar pārējām Baltijas valstīm.

Ir būtiski saprast, ka piens ir viens no galvenajiem pārtikas produktiem, ko cilvēki patērē daudzās pasaules valstīs. Iedzīvotāju skaita pieaugums izraisa piena produktu patēriņa pieaugumu. Attiecīgi piens ir viens no svarīgākajiem lauksaimniecības tirgus produktiem (Popescu et al., 2019; Poczta et al., 2020).

Pasaules piena ražošana kopumā attīstās, un kopējais saražotais piena apjoms ar katru gadu pieaug. Lielākais pieaugums tika novērots Āzijas valstīs (Ķīnā un Indijā). Arī Pakistāna, Turcija un Kazahstāna uzrādīja nozīmīgu izaugsmi, savukārt Japāna un Korejas Republika piedzīvoja ražošanas samazinājumu. Globālā piena tirgus attīstība atspoguļo tirgus pielāgošanos šajā nozarē esošajiem triecieniem un pieprasījuma svārstībām (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023).

Tāpat arī ES ir nozīmīgs dalībnieks pasaules piena ražošanā, un piena lopkopība un pārstrāde ir svarīga nozare ES lauksaimniecības un pārtikas rūpniecībā (Popescu et al., 2019). Piena ražošana notiek visās ES valstīs, un tā veido ievērojamu daļu ES lauksaimniecības produkcijas vērtības (European Commission, n.d.-a).



Avots: autores veidots pēc EUROSTAT datiem.

3.1. att. / Fig. 3.1. Lauksaimniecības produkcijas struktūra Baltijas valstīs un ES-27, 2021.–2023. gadā, % / *Agricultural production structure in the Baltic states and the EU-27, 2021–2023, %*

3.1. attēlā ir redzams četru galveno lauksaimniecības produkcijas veidu – dārzeņu, graudu, gaļas un piena – relatīvais īpatsvars kopējā lauksaimniecības produkcijā ES-27, Latvijā, Lietuvā un Igaunijā 2021.–2023. gadā. Šāds griezumam ļauj novērtēt nozares strukturālo līdzsvaru un tendences dažādās valstīs, nevis absolūtos apjomus. Baltijas valstīs piena ražošana ir galvenais lauksaimniecības produkcijas virziens, kas nodrošina stabilu īpatsvaru, savukārt

ES-27 lielāko daļu veido graudu ražošana. Latvijā visos trīs aplūkotajos gados ir vērojams izteikts piena ražošanas īpatsvars. Arī Lietuvas lauksaimniecības struktūra ir līdzīga – piena ražošana ieņem dominējošo lomu, bet gaļas un dārzeņu ražošana ieņem nedaudz nozīmīgāku vietu nekā Latvijā, savukārt Igaunijā piena ražošana dominē, ievērojami pārsniedzot pārējo kategoriju apjomus.

Kopumā gan ES-27, gan Baltijas valstīs ir vērojama tendence, ka piena un graudu ražošana ieņem dominējošo pozīciju kopējā lauksaimniecības struktūrā, taču šo kategoriju attiecības valstīs būtiski atšķiras. Latvijā un Igaunijā ir vērojama skaidri izteikta specializācija piena ražošanā, savukārt Lietuvā, lai arī piens saglabā nozīmīgu lomu, strukturālais sadalījums ir līdzsvarotāks.

2021.–2023. gadā ES-27 un Baltijas valstīs piena ražošanas īpatsvars veidoja ap 30–35% kopējās lauksaimniecības produkcijas, graudu ražošana 25–40%, savukārt dārzeņu ražošana nepārsniedza 15%.

3.1. Piena lopkopības attīstību raksturojošo rādītāju analīze / *Analysis of indicators of dairy farming development*

Ņemot vērā, ka piena ražošana ieņem būtisku vietu Baltijas valstu lauksaimniecības struktūrā un šo nozari ietekmē vairāki faktori, kuri tika aplūkoti darba 1. nodaļā, turpinājumā ir atspoguļota piena lopkopības attīstību raksturojošo rādītāju analīze Baltijas valstīs, koncentrējoties uz saimnieciskajiem un tirgus aspektiem, kas veido nozares konkurētspēju, ilgtspēju un attīstības potenciālu. Šāda analīze ļauj izvērtēt nozares attīstības tendences.

Piena lopkopību raksturo vairāki rādītāji: kopējais saražotā piena daudzums, slaucamo govju skaits, vidējais izslaukums no vienas govus un kopējais lopkopības saimniecību skaits. Lai padziļināti analizētu tendences piena lopkopībā Baltijas valstīs, darba autore izvēlējās vienu no nozīmīgākajiem nozares attīstību raksturojošajiem rādītājiem – slaucamo govju skaitu – un veica tā dinamiskās attīstības novērtējumu, aprēķinot bāzes un ķēdes pieauguma tempus.

Lai novērtētu izmaiņas rādītāja attīstībā salīdzinājumā ar sākotnējo periodu, darba autore aprēķināja bāzes pieauguma tempu (3.1.).

$$T_{m(b)} = \frac{(100 \cdot y_m)}{y_1}, \quad (3.1.)$$

kur $T_{m(b)}$ – bāzes augšanas temps;
 Y_m – dinamikas rindas līmenis;
 Y_1 – rindas sākuma līmenis.

Tā kā ķēdes pieauguma temps raksturo izmaiņas divos secīgos periodos, darba autore to rēķināja kā analizētā gada vērtības un iepriekšējā gada rādītāja attiecību (3.2.).

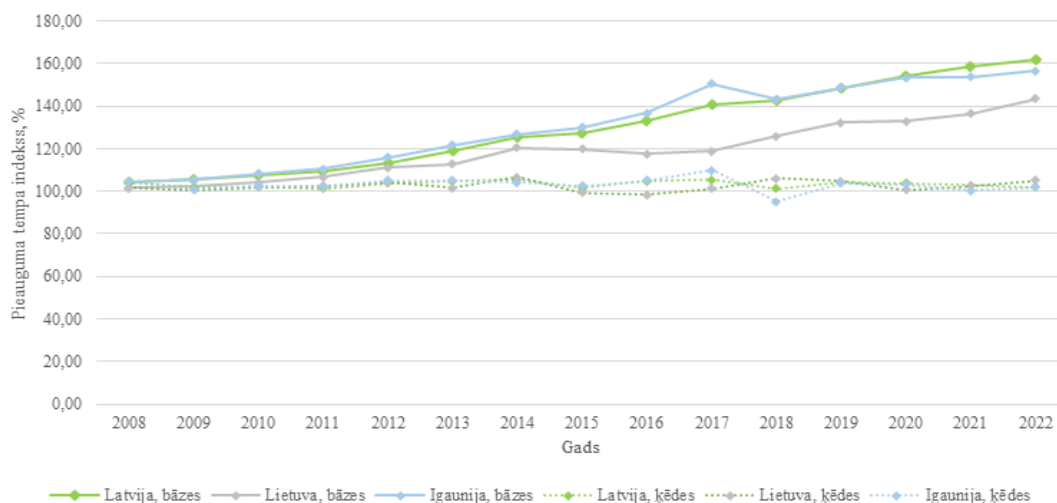
$$T_{m(k)} = \frac{(100 \cdot y_m)}{y_{m-1}}, \quad (3.2.)$$

kur $T_{m(k)}$ – ķēdes augšanas temps;
 Y_m – dinamikas rindas līmenis;
 Y_{m-1} – iepriekšējais rindas līmenis.

Pamatojoties uz aprēķiniem, tika izveidots 3.2. attēls, kurā ir atspoguļoti bāzes un ķēdes pieauguma tempi Baltijas valstīs.

Attēlā var redzēt, ka Latvijā, Lietuvā un Igaunijā slaucamo govju skaits pastāvīgi mazinās, kas izpaužas kā vienmērīgi dilstošas bāzes pieauguma līknes. Lielākais samazinājums tika novērots Lietuvā, kas norāda uz straujāku slaucamo govju skaita samazinājumu no 2007. līdz 2022. gadam.

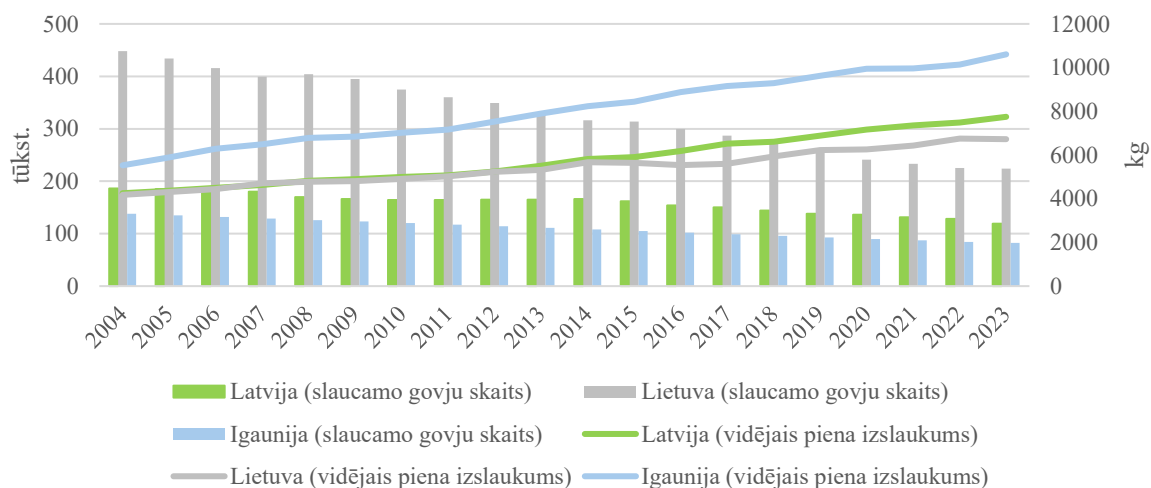
Savukārt ķēdes pieauguma rādītāji liecina par atšķirīgu dinamiku pa gadiem – Latvijā tie ir svārstīgāki un atsevišķos gados sasniedz vērtības tuvu 100 %, kamēr Lietuvā un Igaunijā ķēdes indeksi pārsvarā saglabājas zem attiecīgā rādītāja, norādot uz vienmērīgu slaucamo govju skaita samazinājumu.



Avots: autoreis veidots.

3.2. att. / Fig. 3.2. Bāzes un ķēdes pieauguma tempi, %, slaucamo govju skaitam Latvijā, Lietuvā un Igaunijā 2007.–2022. gadā / Base and chain growth rates (%) of the number of dairy cows in Latvia, Lithuania, and Estonia, 2007–2022

Ņemot vērā, ka pēdējos gados visās Baltijas valstīs tiek novērota slaucamo govju skaita mazināšanās tendence, ir būtiski izvērtēt vai tas kopumā ietekmē piena ražošanas efektivitāti. Šī iemesla dēļ ir jāpievērš uzmanība vidējā izslaukuma dinamikai, proti, vai slaucamo govju skaita samazinājums visās Baltijas valstīs ir bijis saistīts arī ar kopējo saražotās produkcijas apjoma mazināšanos. Tā kā kopējais slaucamo govju skaits un vidējais piena izslaukums no vienas govs ir pamatrādītāji, kuri sniedz visaptverošu priekšstatu par piena lopkopības efektivitāti un produktivitāti, šo rādītāju savstarpēja salīdzināšana ir būtiska, lai saprastu tendence nozarē.



Avots: autoreis veidots pēc Centrālās statistikas pārvaldes n.d.-a, b; Statistics Lithuania n.d.; Statistics Estonia n.d.-a, b datiem.

3.3. att. / Fig. 3.3. Slaucamo govju skaits (tūkst.) un vidējais izslaukums Baltijas valstīs (kg), 2004.–2023. gadā / Number of dairy cows (thousand) and average milk yield (kg) in the Baltic States, 2004–2023

Šajā attēlā ir redzams, ka kopumā izslaukums ir pieaudzis visās Baltijas valstīs laikposmā no 2004. līdz 2023. gadam.

No 2020. līdz 2023. gadam Latvijā kopējais slaucamo govju skaits ir būtiski samazinājies, savukārt vidējais piena izslaukums no vienas govys konsekventi pieaug. Kopš 2000. gada, kad vidējais piena izslaukums no vienas govys bija 3898 kg, šis rādītājs ir būtiski pieaudzis, sasniedzot 7748 kg 2023. gadā.

Lietuvā ir novērojama līdzīga tendence – kopējais slaucamo govju skaits mazinās, savukārt vidējais piena izslaukums no vienas govys kopumā pieaug. Kopējais slaucamo govju skaits visā aplūkojamajā periodā Lietuvā samazinājās no 494 tūkst. 2000. gadā līdz 224 tūkst. 2023. gadā. Savukārt vidējais piena izslaukums no vienas govys ievērojami pieauga, 2022. gadā sasniedzot 6724 kg.

Igaunijā tendence ir līdzīga kā Latvijā un Lietuvā – kopējais slaucamo govju skaits mazinās, bet vidējais piena izslaukums no vienas govys palielinās. Kopš 2020. gada, kad slaucamo govju skaits Igaunijā bija 150 tūkst., tas samazinājās, 2023. gadā sasniedzot 82,5 tūkst. Vienlaikus vidējais piena izslaukums no vienas govys pieauga – no 4660 kg 2020. gadā līdz 10 608 kg 2023. gadā. Kopumā visā aplūkojamajā periodā izslaukuma pieaugums bija stabils un mērens.

Latvijā, Lietuvā un Igaunijā novērojama kopējā slaucamo govju skaita mazināšanās, tomēr intensitāte un sākotnējais līmenis ir atšķirīgs: Lietuvā ganāmpulku samazinājums ir izteikti straujāks, Latvijā – mērenāks, bet Igaunijā – samērā stabils, saglabājoties zemākajā sākuma līmenī. Savukārt vidējais izslaukums no vienas govys visās valstīs uzrāda vienmērīgu pieaugumu, tomēr ar atšķirīgu intensitāti. Attiecīgi visās trijās valstīs vienlaikus novērojama tendence, ka slaucamo govju skaita mazināšanās norisinās paralēli vidējās ražības pieaugumam.

Kā vienu iemeslu šādai tendencei var minēt struktūrfondu finansējuma pieejamību, Baltijas valstīm iestājoties ES. Lauksaimniekiem ir pieejami dažādi atbalsta veidi, piemēram, tiešie maksājumi lauksaimniekiem (tostarp jauno lauksaimnieku un mazo lauksaimnieku atbalsts), investīcijas lauksaimnieciskajā ražošanā un pārstrādē, kā arī dažāda veida apmācības. Izmantojot kāds no ES finansējuma veidiem, lauksaimniekiem ir iespēja modernizēt savas saimniecības, ieviešot tajās jaunas un modernas tehnoloģijas vai metodes, tāda veidā attīstot savu saimniecību (Svoboda et al., 2016; Czubak, 2021). Līdz ar jaunām finansiālajām spējām lauksaimnieki sāka precīzāk vadīt saimniecības un atlasīt govys ar augstāko ģenētisko potenciālu, kas laktācijas periodā var saražot vairāk piena. Ģenētiskā selekcija ir veicinājusi ievērojamu izslaukuma pieaugumu, kas savukārt bija iemesls piena lopkopības produktivitātes palielināšanai (Hansen, 2000; Berry et al., 2003). Viens iemesls, kādēļ Lietuvā vidējais piena izslaukums katru gadu palielinājās, ir saistīts ar to, ka Lietuvā salīdzinoši agri tika sākta ražošanas tehnoloģiju uzlabošana, investēšana ražošanas metožu uzlabošanā (Augustyńska-Grzymek et al., 2015). Šie faktori kopumā ietekmē slaucamo govju produktivitāti un dzīvnieku veselības stāvokli, kas ir būtiski rādītāji izslaukuma veidošanā.

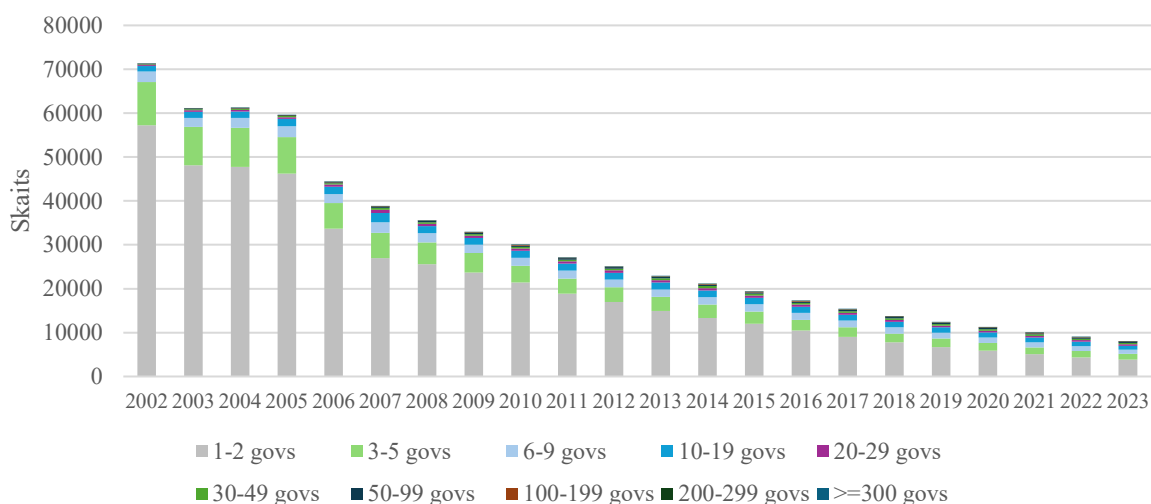
Tāpat vidējā piena izslaukuma palielināšanu var saistīt ar saimniecību struktūru maiņu, proti, ar laiku arvien mazāk paliek mazo saimniecību ar mazāku izslaukumu, līdz ar to vidējās un lielās saimniecībās ar tehnoloģiski attīstītu un intensīvu saimniecības darbības veidu palielinās vidējā produktivitāte (skat. 3.4. attēlu). Tieši lielākās saimniecības, īpaši pēc KLP reformām, ir guvušas priekšrocības atbalsta saņemšanā, kas ļāva attīstīt modernākas dzīvnieku turēšanas sistēmas, uzlabot barības kvalitāti un ieviest precīzo lopkopību (Bórawski et al., 2020a; European Commission, n.d.-h).

Pēc Igaunijas ekspertu domām, viens no skaidrojumiem lielākam vidējam piena izslaukumam no vienas govys ir tas, ka Igaunijas valdība nozares krīzes laikā sniedza zemāku papildu finansiālo atbalstu lauksaimniekiem, salīdzinot ar Latviju un Lietuvu. Tā, piemēram, Igaunijas valdība samazināja subsīdijas par slaucamu govju un tas veicināja to, ka Igaunijas piena ražotāji stingrāk kontrolēja savas izmaksas, pilnveidoja savu darbību, kā arī kontrolēja ganāmpulka veselību, nepaļaujoties uz valdības līdzfinansējumu (Dairy Global, 2017; Viira et al., 2015). Tāpat ir būtiski atzīmēt, ka pēc Igaunijas iestāšanās ES notika būtiskas strukturālas

pārmaiņas, tostarp strauja saimniecību skaita mazināšanās un vidējā ganāmpulka lieluma pieaugums. Savukārt valdības atbalsta politika, tostarp subsīdiu apmērs, ietekmēja saimniecību rīcību un pielāgošanos tirgus apstākļiem (Luik & Lindsaar, 2014).

Līdzīgi kā Latvijā, arī Lietuvā un Igaunijā piena ražotāji, attīstot savu darbību, uzlaboja ganāmpulka ģenētiku, ganāmpulka veselību un labturību, kā arī ēdināšanu. Šo darbību rezultātā palielinājās saimniecību produktivitāte. Turpretī mazo saimniecību skaits sāka mazināties, jo tām nebija pietiekami daudz līdzekļu attīstībai, saimniecībās bija zemāka produktivitāte, liela roku darba nepieciešamība, bez iespējām ieguldīt līdzekļus saimniecības attīstībā. Tas nozīmē, ka vidējās un lielās saimniecības ar lielāku investīciju kapacitāti, kuras var ieguldīt saimniecību attīstībā, tostarp jaunajās un digitālajās tehnoloģijās, turpināja augt un palielināt savu produktivitāti. Tāpat ir jāņem vērā, ka mazām saimniecībām grūtības sagādā līdzekļu investēšana saimniecībā tāda veidā, lai izpildītu visas normatīvās prasības attiecībā uz kūstsmēslu uzglabāšanu, sanitārajām slaukšanas prasībām, dzīvnieku labturības un citām prasībām saistībā ar vides aizsardzības pasākumiem (Hazell et al., 2010).

Vēl viens no rādītājiem, kas kopumā norāda uz nozares tendencēm un attīstības dinamiku, ir saimniecību skaits atbilstoši to grupām un slaucamo govju skaitam. 3.4. attēlā ir redzams saimniecību skaits pa saimniecību lieluma grupām atbilstoši slaucamo govju skaitam Latvijā.

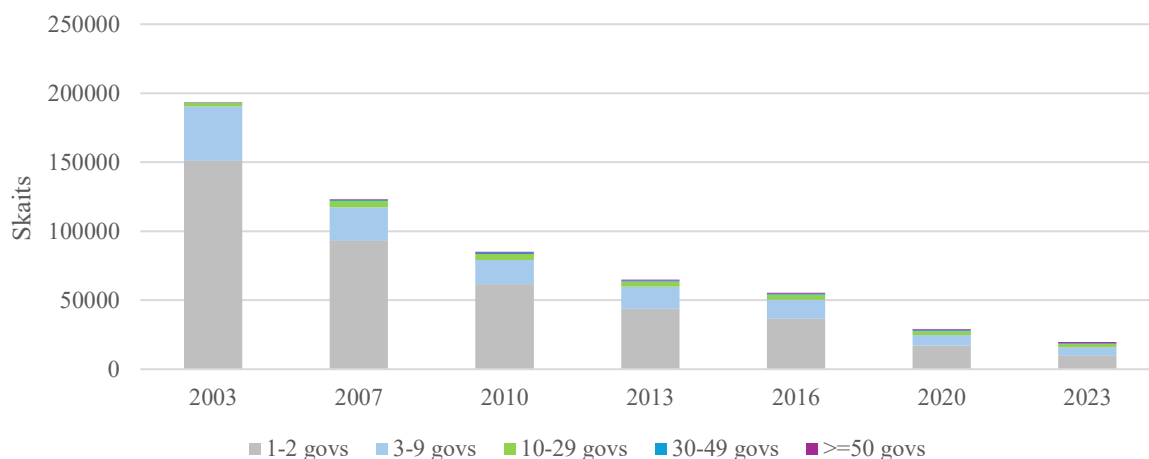


Avots: autores veidots pēc Centrālās statistikas pārvaldes n.d.-c datiem.

3.4. att. / Fig. 3.4. Saimniecību skaits pa saimniecību lieluma grupām atbilstoši slaucamo govju skaitam un kopā Latvijā 2002.–2023. gadā / Number of farms by size group according to number of dairy cows and total number in Latvia, 2002–2023

2002. līdz 2023. gadam Latvijā ir notikusi piena lopkopības sektora pārstrukturēšana: kopumā Latvijā ir būtiski samazinājies kopējais piena lopkopības saimniecību skaits; – no 71,3 tūkst. 2002. gadā līdz 8,5 tūkst. 2023. gadā, kas liecina par izmaiņām piena lopkopības struktūrā. Būtiskākais samazinājums tika novērots mazajās saimniecībās: saimniecību skaits ar 1–2 un 3–5 govīm no 2002. līdz 2023. gadam samazinājies attiecīgi par 93,28% un 87,01%. Savukārt vidējā lieluma saimniecību un lielizmēra saimniecību skaits pieauga. Stabilākais pieaugums 21 gados ir bijis saimniecībās ar 300 un vairāk govīm (no 28 tūkst. 2002. gadā līdz 52 tūkst. 2023. gadā), kas liecina par to, ka tieši lielās saimniecības izteikti ir kļuvušas par galveno piena ražošanas struktūru. Tas varētu būt saistīts ar to, ka lielas saimniecības izmanto jaunas tehnoloģijas un ražošanas mēroga priekšrocības, lai panāktu augstāku produktivitāti, līdz ar to tās kopumā ir konkurētspējīgākas. Mazo saimniecību likvidāciju ir veicinājuši arī Latvijas iestāšanās ES ar no tā izrietošo piena slaukšanas higiēnas, govju labturības un kūstsmēslu apsaimniekošanas prasību ieviešanu Latvijā, tam ir bijuši nepieciešami ieguldījumi saimniecību modernizācijā, kam mazajām saimniecībām nepietiek kapacitātes. Līdz ar to piena ražošana ir koncentrējusies vidējās un lielās saimniecībās, kas ļauj uzlabot gan govju produktivitāti, gan sarāžotā piena kvalitāti un atbilstību higiēnas prasībām.

Lietuvā dati par saimniecību skaitu ir pieejami fragmentāri – par 2003., 2007., 2010., 2013., 2020. un 2023. gadu –, bet ar šo informāciju pietiek, lai redzētu kopējās tendences valstī.

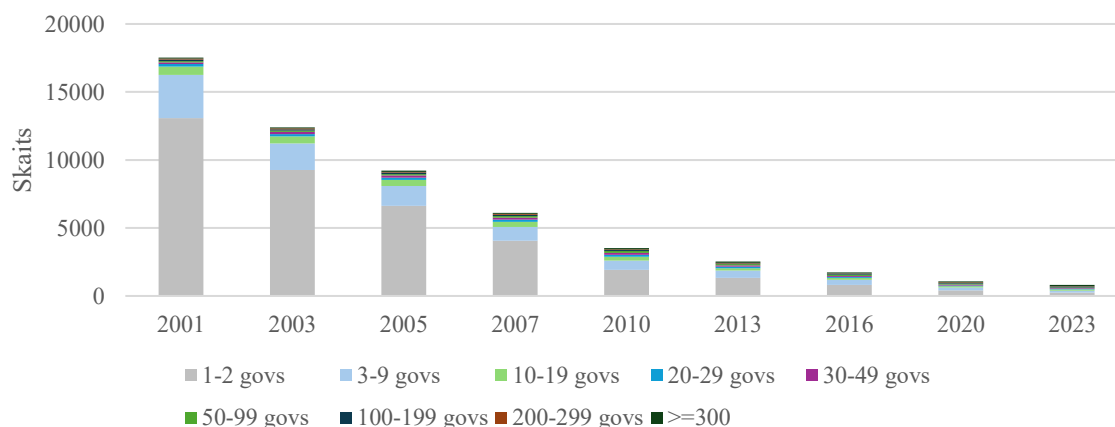


Avots: autores veidots pēc Statistics Lithuania n.d datiem.

3.5. att. / Fig. 3.5. Saimniecību skaits pa saimniecību lieluma grupām atbilstoši slaucamo govju skaitam Lietuvā 2003., 2007., 2010., 2013., 2016., 2020. un 2023. gadā / Number of farms by size group according to the number of dairy cows in Lithuania in 2003, 2007, 2010, 2013, 2016, 2020, and 2023

Arī Lietuvā, līdzīgi kā Latvijā, mazo un vidējo saimniecību skaits mazinājās, savukārt lielo saimniecību skaits pieauga. Tā 2003. gadā 190 tūkst. saimniecību ar 1–9 govīm, savukārt 2023. gadā šo saimniecību skaits samazinājās līdz 10 tūkst., tādējādi no 2002. gada līdz 2023. gadam saimniecības ar 1–9 govīm samazinājās par 94,74%. Atšķirīga situācija tika novērota saimniecībās ar 30–49 govīm un saimniecībās, kur ir 50 un vairāk govju. Šajās saimniecībās tika novērots pieaugums, piemēram, no 197 tūkst. 2003. gadā līdz 592 tūkst. 2023. gadā pieauga saimniecības ar 30–49 govīm. Kopumā 3.5. attēls norāda uz strukturālo maiņu piena lopkopības nozarē Lietuvā, pārejot no mazām saimniecībām uz lielām saimniecībām, kaut arī to skaits ir mazāks.

Lai gan arī Igaunijas dati par saimniecību skaitu pa saimniecību lieluma grupām atbilstoši slaucamo govju skaitam ir fragmentāri un pieejami tikai par 2001., 2003., 2005., 2007., 2010., 2013., 2016., 2020. un 2023. gadu, tendenci ir iespējams saskatīt. Igaunijā situācija ir bijusi līdzīga kā Latvijā un Lietuvā (skat. 3.6. att.).



Avots: autores veidots pēc Statistics Estonia n.d.-c datiem.

3.6. att. / Fig. 3.6. Saimniecību skaits pa saimniecību lieluma grupām atbilstoši slaucamo govju skaitam Igaunijā 2001., 2003., 2005., 2007., 2010., 2013., 2016., 2020. un 2023. gadā / Number of farms per size group according to the number of dairy cows in Estonia in 2001, 2003, 2005, 2007, 2010, 2013, 2016, 2020, and 2023

Mazo saimniecību skaits kopš 2001. gada mazinājās, savukārt izmaiņas vidējo un lielo saimniecību skaitā bija nestabilas, atsevišķos gados bija gan saimniecību skaita pieaugumi, gan arī samazinājumi, bet kopumā, salīdzinot saimniecību skaitu no 2001. gada līdz 2023. gadam, skaits ir samazinājies, izņemot saimniecības grupā ar 300 un vairāk govīm.

Vislielākais samazinājums no 2001. gada līdz 2023. gadam tika novērots saimniecībās ar 1–2 govīm (samazinājās par 98,02%) un saimniecībās ar 3–9 govīm (samazinājās par 95,63%). Savukārt stabils pieaugums tika novērots tikai saimniecībās ar 300 un vairāk govīm – no 76 tūkst. 2001. gadā līdz 84 tūkst. 2023. gadā.

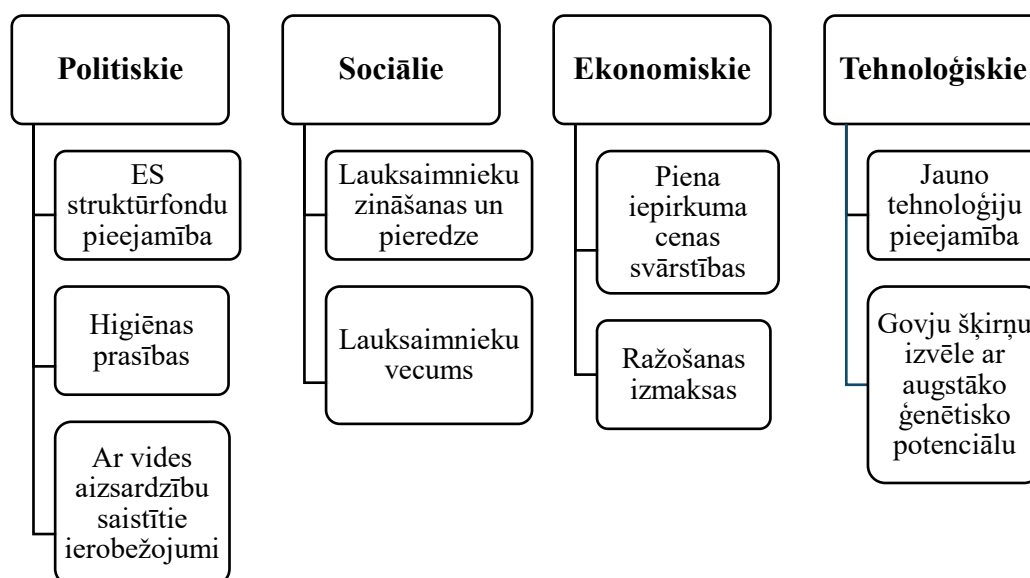
Visās Baltijas valstīs tiek novērota tendence, ka visstraujāk mazinās tieši mazo saimniecību skaits. Galvenais iemesls ir tāds, ka mazām saimniecībām kļūst sarežģītāk konkurēt ar vidējām un lielām saimniecībām un tās ir spiestas pamest tirgu. Tas ir saistīts gan ar tehnoloģiskajiem, gan arī ar sociālajiem un ekonomiskajiem faktoriem, kas ietekmē piena lopkopību kopumā. Viens no būtiskākajiem tehnoloģiskajiem faktoriem ir tehnikas novecošana un mazo saimniecību nespēja piesaistīt investīcijas, lai iegādātos jaunu (Czekaj et al., 2020). Mazajām saimniecībām, salīdzinot ar lielajām, ir sarežģītāk piesaistīt investīcijas attīstības veicināšanai, bet lielās saimniecības turpina piesaistīt investīcijas saimniecību modernizēšanā un paplašināšanā, kas rada iespēju attīstīties arī piena sektoram kopumā. Piemēram, atsevišķas KLP programmas paredz, ka samaksa projekta ietvaros tiek veikta tikai pēc attiecīgās iekārtas iegādes, kas nozīmē, ka saimniecībai sākotnēji pašai tā ir jāiegādājas. Lielajām saimniecībām pārsvarā nav šķēršļu iegādāties jaunu iekārtu uzreiz, savukārt mazās saimniecības ir spiestas ņemt aizdevumus (piemēram, bankā), lai to iegādātos (Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs, n.d.-d). Līdz ar to lielas saimniecības attīstās un to skaits pieaug, bet mazās saimniecības ar laiku ir spiestas pārtraukt savu darbību (Heikkilä et al., 2012).

Vēl viens ietekmējošais faktors ir zināšanu trūkums vai to nepilnība. Mazo saimniecību saimniekiem bieži vien trūkst zināšanu par tādiem jaunumiem piena lopkopībā, kuri varētu atvieglot viņiem darbu, kā arī ļautu efektīvāk pārvaldīt savu saimniecību. Tādiem saimniekiem pārsvarā nav lauksaimniecības izglītības, bet zināšanu pamatā ir praktiskā pieredze (Tisenkopfs, 2015). Nozīmīga daļa mazo saimniecību ir ģimenes saimniecības, līdz ar to brīdī, kad saimnieki noveco un jaunā paaudze nevēlas turpināt vadīt saimniecību, tiek pieņemts lēmums pārtraukt darbību vai arī pārdod saimniecību ārpus ģimenes (Plana-Farran & Gallizo, 2021). Lai veicinātu jauno lauksaimnieku vēlmi turpināt darbību, ir pieejami finansējuma avoti jaunajiem lauksaimniekiem (piemēram, saimniecības dibināšanai pieejamais finansējums).

Vienlaikus pētījumā “Stratēģijas izstrāde noturīgas un multifunkcionālas piena nozares attīstībai Latvijā” tika konstatēts, ka ģimenes saimniecību vadītājiem būtu jānodrošina kompetences paaugstināšana par saimniecības vadību. Šādas mācības iekļautu gan saimniecību vadīšanas ekonomisko dimensiju, gan vides aspektus, gan digitālos rīkus darbības plānošanai (Leimane et al., 2021).

Apkopojot iepriekšminēto, var novērot tendenci, ka mazās saimniecības izzūd, bet lielo saimniecību produktivitāte palielinās. Ir vairāki faktori, kuri ietekmē konkrēti šo tendenci.

Darba autore, izmantojot PEST analīzes pieeju, sagrupēja būtiskākos faktoros, kuri ietekmē mazo saimniecību izzušanu (3.7. attēls). PEST ir akronīms, kas apzīmē četru veidu pārmaiņas: politiskās (P), ekonomiskās (E), sociālās (S) un tehnoloģiskās (T). PEST analīze ir plaši izmantots instruments stratēģiskā riska izpratnei un ļauj identificēt izmaiņas un ārējās makrovides ietekmi uz uzņēmuma konkurētspēju (Sammut-Bonnici & Galea, 2021). Jāatzīmē, ka šādas analīzes ierobežojums saistīts ar tās kvalitatīvo raksturu un ierobežotu iespēju kvantitatīvi novērtēt identificēto faktoru relatīvo ietekmi.



Avots: autores veidots.

3.7. att. / Fig. 3.7. **Faktori, kuri ietekmē mazo saimniecību likvidāciju / Factors influencing the liquidation of small farms**

Daudzi no minētajiem faktoriem ir savstarpēji saistīti, piemēram, bez ES struktūrfondiem mazās saimniecības nevar iegādāties jaunās tehnoloģijas, savukārt, ja saimniecība neievēro noteiktas vides vai higiēnas prasības, ES finansējums tai var būt liegts. Lielām saimniecībām ir vieglāk piesaistīt ES struktūrfondu finansējumu, jo tās izpilda kritērijus finansējuma saņemšanai un līdz ar to, tām ir pieejamas jaunās tehnoloģijas, govju ar augstāku ģenētisko potenciālu, kas palielina saimniecības produktivitāti. Mazām saimniecībām ir grūti konkurēt ar lielām saimniecībām un rezultātā tās izzūd, kamēr lielo saimniecību skaits tikai pieaug.

Lauksaimniecības nozares strukturālās pārmaiņas Baltijas valstīs ir būtiski ietekmējušas piena ražošanas dinamiku. Iepriekš tika konstatēts, ka gan Latvijā, gan Lietuvā un Igaunijā pakāpeniski mazinās slaucamo govju kopskaits, vienlaikus pieaugot vidējam izslaukumam no vienas govjs. Tāpat nozīmīga tendence ir mazo saimniecību skaita sarukums.

Nemot vērā minētos apstākļus, ir būtiski analizēt, kā šīs strukturālās izmaiņas atspoguļojas kopējā piena ražošanas apjomā. 3.1. tabulā ir norādīts Latvijā, Lietuvā un Igaunijā saražotā piena daudzums (tūkstošos tonnu) no 2004. līdz 2023. gadam. Dati sniedz iespēju novērtēt ražošanas apjomu attīstības virzienus un salīdzināt to starp valstīm, kā arī identificēt, vai pieaugošais izslaukums kompensē ganāmpulku samazinājumu un izmaiņas saimniecību struktūrā.

3.1. tabula / Table 3.1.

Piena ražošanas apjoms un gada pieauguma tempi Baltijas valstīs, tūkst. tonnu / Milk production and annual growth rates in the Baltic states, thous. tonnes

Gads	Latvija	Pieauguma temps (%)	Lietuva	Pieauguma temps (%)	Igaunija	Pieauguma temps (%)
2004	786,4		1848,7		652,4	
2005	810,3	3,04	1861,6	0,69	670,4	2,75
2006	815,1	0,59	1891,3	1,59	691,7	3,17
2007	841,6	3,25	1936,6	2,39	692,4	0,10
2008	835,5	-0,72	1883,7	-2,73	694,2	2,59
2009	831,5	-0,47	1791	-4,92	671	-3,34
2010	834,5	0,36	1736,5	-3,04	671	0,00
2011	845,2	1,28	1786,4	2,87	692,9	3,26
2012	873,8	3,38	1778,1	-0,46	721,2	4,08

3.1.tabulas turpinājums / continuation of Table 3.1.

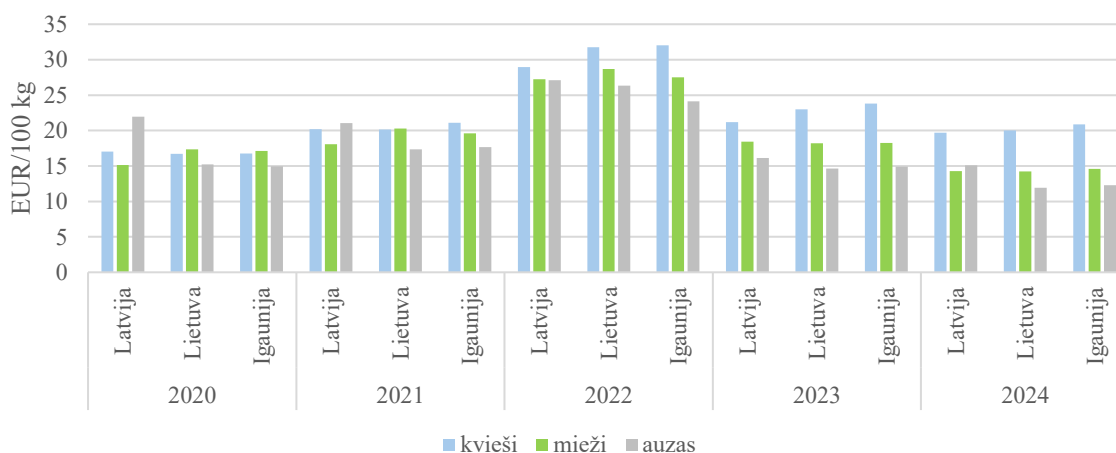
Gads	Latvija	Pieauguma temps (%)	Lietuva	Pieauguma temps (%)	Igaunija	Pieauguma temps (%)
2013	915,1	4,72	1723,1	-3,09	772	7,04
2014	971,8	6,19	1795,1	4,17	805,2	4,30
2015	978,1	0,64	1738,5	-3,15	783,2	-2,73
2016	986,2	0,82	1627,7	-6,37	783,1	-0,01
2017	1000,1	1,40	1570,7	-3,50	790,6	0,95
2018	982,9	-1,71	1571,8	0,07	797,6	0,88
2019	978,9	-0,40	1551,1	-1,31	821,47	2,99
2020	988,2	0,95	1491,7	-3,82	848,06	3,23
2021	990,3	0,21	1476,9	-0,99	839,39	-1,02
2022	973,8	-1,66	1521,9	3,04	848,63	1,10
2023	962,2	-1,19	1472,9	-3,21	894,71	5,42

Avots: autores veidots pēc Centrālās statistikas pārvaldes n.d.-d; Statistics Lithuania n.d; Statistics Estonia n.d.-d datiem.

Latvijā ir novērojams stabils piena ražošanas apjoms ar nelielu pieauguma tendenci visā aplūkojamajā periodā, sākot no 786 tūkst. tonnām 2004. gadā. 2023. gadā saražotā piena daudzums sasniedza 962 tūkst. tonnu. 2007. gadā tika novērots augstākais saražotā piena apjoms (1000 tūkst. tonnu), kas 2018. gadā samazinājās (1,83%), bet kopējais apjoms tāpat saglabājās augstāks nekā Igaunijā.

Igaunijā ir novērojama līdzīga dinamika kā Latvijā – salīdzinoši stabils un mēreni pieaugošs piena ražošanas apjoms. 2004. gadā Igaunijas piena ražošanas apjoms bija 652 tūkst. tonnu un 2023. gadā tas pieaudzis līdz 895 tūkst. tonnu, kas ir tuvu Latvijas rādītājam attiecīgajā gadā. Salīdzinot ar Latvijas un Igaunijas rādītājiem, Lietuva dominē piena ražošanas apjomā ziņā. Visā aplūkojamajā periodā Lietuvā ir novērojams augstākais piena ražošanas apjoms, kurā tika novērotas lejupslīdes, taču tāpat saglabājās būtiski augstākais rādītājs Baltijas valstīs. 2004. gadā Lietuvā saražoja 1849 tūkst. tonnu piena, bet 2023. gadā – 1473 tūkst. tonnu. Neņemot vērā mēreno samazinājumu, kopējais saražotā piena apjoms joprojām ir būtiski lielāks nekā kaimiņvalstīs. Kopumā var secināt, ka, neņemot vērā ganāmpulku apjoma, kā arī mazo saimniecību skaita samazinājumu, produktivitāte nav mazinājusies un atsevišķās valstīs ir pat pieaugusi.

Viens no būtiskiem faktoriem, kas ietekmē piena ražošanu, ir barības pieejamība, tās kvalitāte un cenas.



Avots: autores veidots pēc EUROSTAT n.d.-a datiem.

3.8. att. / Fig. 3.8. Graudaugu cenu izmaiņas Baltijas valstīs 2020.–2024. gadā / Grain price changes in the Baltic States, 2020–2024

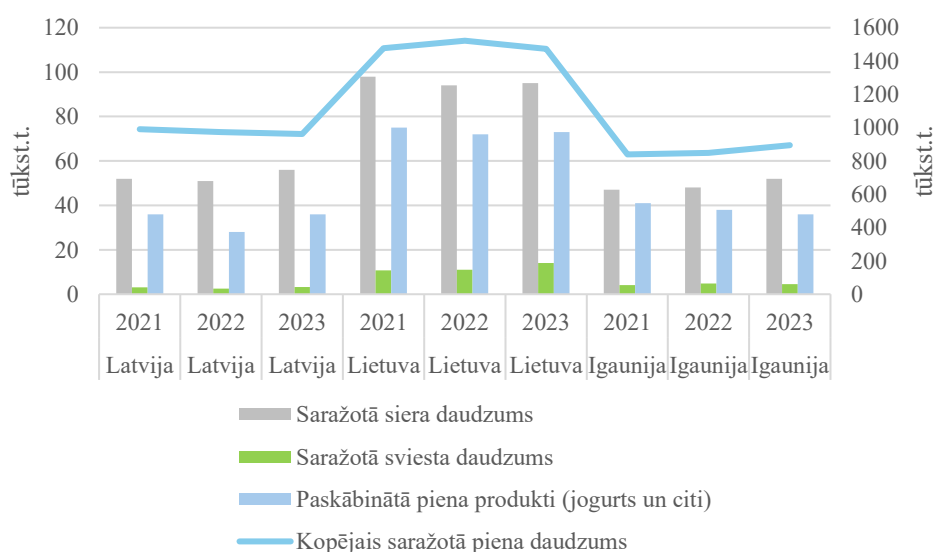
Attēlā ir redzamas graudaugu cenu izmaiņas Baltijas valstīs pēdējos piecos gados, atspoguļojot tirgus dinamiku, kas ir nozīmīgi piena lopkopībā. 2022. gadā visās trijās valstīs tika novērots straujš cenu kāpums, kad kviešu cenas vidēji sasniedza 30 EUR/100 kg, miežu 27,90 EUR/100 kg un auzu 25,85 EUR/100 kg. Attiecīgajā gadā piena cenu kāpums bija cieši saistīts ar globālajām ekonomiskajām un ģeopolitiskajām norisēm, jo īpaši Krievijas iebrukumu Ukrainā, energoresursu cenu strauju pieaugumu un piegādes ķēžu traucējumiem. 2023. un 2024. gadā vērojama cenu mazināšanās tendence, tām stabilizējoties un tuvojoties pirmskrīzes līmenim. No graudaugiem augstākā cena visā periodā bija kviešiem, tad sekoja mieži, savukārt auzu cena bija zemākā.

Piena lopkopība tradicionāli tiek uzskatīta par primārā produkta – piena – ražošanas nozari, tomēr, lai iegūtu pilnvērtīgu priekšstatu par piena nozares attīstības virzieniem, ir būtiski izvērtēt arī piena pārstrādes segmentu, kas aptver dažādu piena produktu, piemēram, siera, sviesta, skābpiena produktu un citu izstrādājumu, ražošanu.

Tātad piena nozare aptver gan svaigpiena ražošanu, gan tā pārstrādi, kā rezultātā tiek iegūts plašs piena produktu klāsts, piemēram, siers, jogurts, sviests, krējums, kefīrs un biezpiens. Arī blakusproduktus ir iespējams izmantot tālāk, nevis utilizēt, tādējādi veicinot aprites ekonomikas principu ieviešanu.

Piemēram, paniņas (kas ir sviesta ražošanas blakusprodukts) ir iespējams izmantot jaunu piena produktu izstrādē, jo paniņas satur olbaltumvielas, taukus, laktozi un polāros lipīdus. Viens no tādiem produktiem, ko var ražot no paniņām, ir siers (Skryplonek et al., 2019). Vēl viens bieži izmantojams blakusprodukts ir sūkalas, kas satur daudz vērtīgu sastāvdaļu, īpaši šķīstošās olbaltumvielas. Tāpēc šis produkts bieži tiek izmantots, lai ražotu sporta uztura un funkcionālos pārtikas produktus (Ramos et al., 2015).

Sīki dati par siera, sviesta un paskābināto piena produktu ražošanu ir pieejami kopš 2021. gada, tādēļ pārstrādes segmenta analīze tiek veikta par 2021.–2023. gadu, kamēr primārās ražošanas rādītāji tika analizēti par periodu no 2004. līdz 2023. gadam.



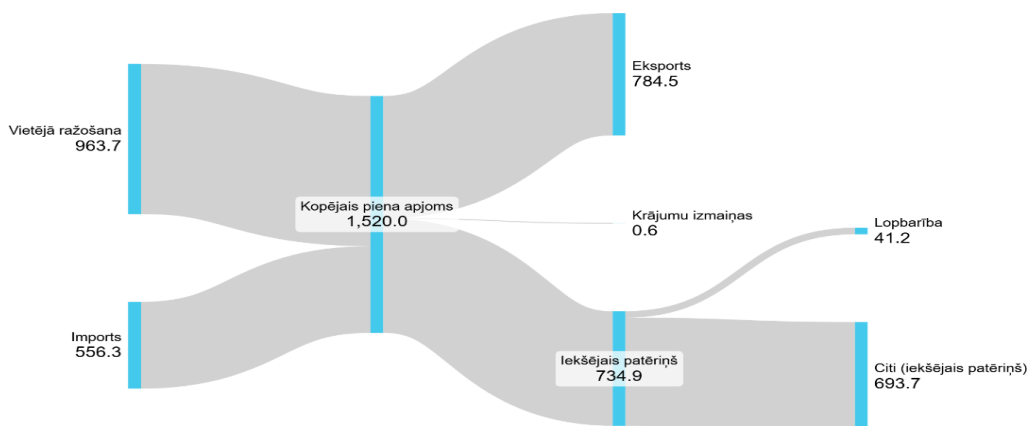
Avots: autores veidots pēc EUROSTAT n.d.-b, c un CLAL n.d.-a,b,c datiem.

3.9. att. / Fig. 3.9. Piena pārstrādes produktu apjomi un kopējais saražotā piena daudzums Baltijas valstīs 2021.–2023. gadā, tūkst. t / Production of dairy processing products and total milk output in the Baltic states, 2021–2023, thousand t

3.9. attēlā ir iekļauti dati par piena galaproduktu, piemēram, siera, sviesta un paskābināto produktu, ražošanu Baltijas valstīs pēdējos trijos gados (attiecīgais periods tika izvēlēts, lai redzētu aktuālos datus), kā arī kopējo saražotā piena daudzumu. Attēlā ir redzams, ka Lietuva attiecīgajā laika periodā ir līderis šo produktu ražošanā, kamēr Latvija un Igaunija saglabā stabili, bet ievērojami mazāku ražošanas apjomu.

Kopumā dati norāda, ka Lietuva dominē piena pārstrādē Baltijā, piena pārstrāde ir viena no galvenajām Lietuvas pārtikas rūpniecības nozarēm un šajā valstī tiek ražots plašs piena produktu klāsts. Apmēram puse saražotas produkcijas tiek eksportēta, tomēr Lietuva vienlaicīgi spēj apmierināt arī iekšzemes pieprasījumu (Mikelionytė & Eičaite, 2023).

Lai ilustrētu, kā Latvijā noteiktajā laikposmā piena un piena produktu kopējie resursi tiek sadalīti starp eksportu, krājumu izmaiņām un iekšzemes patēriņu, 3.10. attēlā ir parādīta piena ekvivalenta masas plūsma.



Avots: autores veidots pēc Centrālās statistikas pārvaldes n.d.-e datiem.

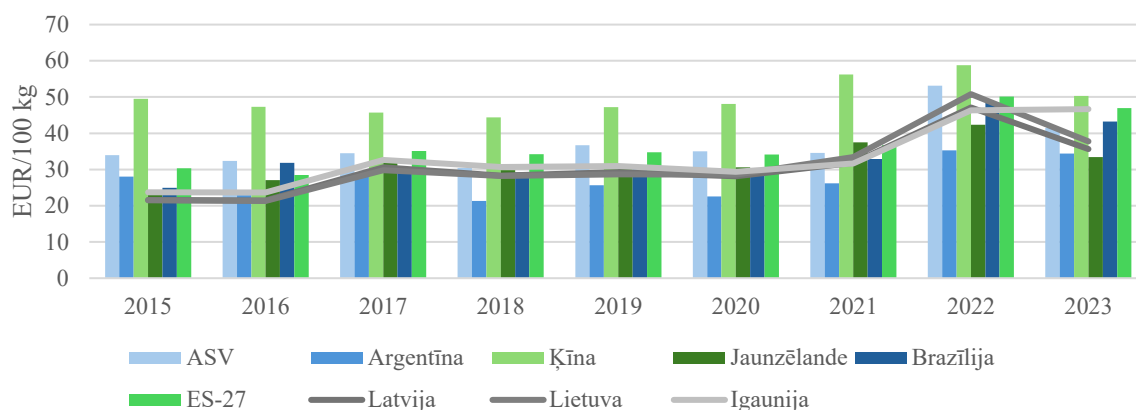
3.10. att. / Fig. 3.10. **Piena un piena produktu plūsma Latvijā 2023. gadā, tūkst. t (Sankija diagramma) / Flow of milk and dairy products in Latvia in 2023, thousand t (Sankey diagram)**

Analizējot CSP 2023. gada piena un piena produktu bilances datus, redzams, ka Latvijas kopējie pieejamie resursi bija 1520,0 tūkst. tonnu. Vietējā ražošana veidoja 63,4% kopējo resursu (963,7 tūkst. t), savukārt imports – 36,6% (556,3 tūkst. t). Eksports sasniedza 784,5 tūkst. tonnu jeb 51,6% kopējo resursu, kas liecina par augstu nozares orientāciju uz ārējo tirgu.

Iekšējais patēriņš kopumā sasniedza 734,9 tūkst. tonnu, tostarp 41,2 tūkst. tonnu jeb 5,6% tika izmantoti lopbarībai, bet pārējie 693,7 tūkst. tonnu – pārtikai un citiem iekšējiem lietojumiem. Šāda struktūra norāda uz nozīmīgu importa lomu iekšējā tirgū un nozares atkarību no eksporta tirgu pieprasījuma un cenu svārstībām.

3.2. Piena cenas Baltijas valstīs: analīze un tendences / Milk prices in the Baltic states: analysis and trends

Ražošanas apjomi un piena cenas ir savstarpēji saistīti faktori, kas atspoguļo tirgus piedāvājuma un pieprasījuma mijiedarbību. Piena cenas dažādās pasaules valstīs ir atšķirīgas, un to ietekmē vairāki ekonomiskie, sociālie un vides, kā arī dažādi politiskie apstākļi (Popescu et al., 2019). 3.11. attēlā ir atspoguļota piena vidējā svērtā iepirkuma cena valstīs, kuras ir dominējošās piena ražotājas pasaulē, kā arī ES-27 valstis kopumā un Baltijas valstīs. Piena ražošanas nozare ir samērā nestabila nozare, kurai ir raksturīgas ir straujas “krīzes”, kad piena iepirkuma cena samazinās zem piena ražošanas pašizmaksas, kā arī to ietekmē dažādi faktori, sākot ar laikapstākļiem (ietekmējot barības sagatavošanu un dzīvnieku labbūtību) līdz globālajām izmaiņām pasaulē (Augustyńska-Grzymek et al., 2015). Līdz ar to arī piena iepirkuma cena Latvijā ir nestabila un bieži mainās, jo piena iepirkuma cena Baltijas valstīs ir cieši saistīta ar piena cenu pasaulē un ES

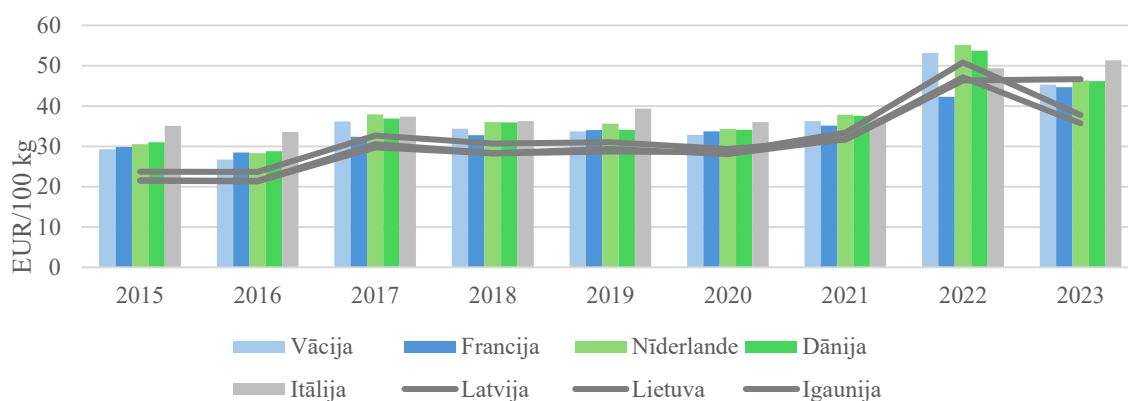


Avots: autores veidots pēc CLAL n.d.- d,e,f,g,h, EUROSTAT n.d.-b datiem.

3.11. att. / Fig. 3.11. Vidējā svērtā piena iepirkuma cena ASV, Argentīnā, Jaunzēlandē, Brazīlijā, Ķīnā, ES-27, Latvijā, Lietuvā un Igaunijā 2015.–2023. gadā / Average weighted milk purchase price in the USA, Argentina, China, New Zealand, Brazil, China, EU-27, Latvia, Lithuania and Estonia in 2015–2023

Ķīnas piena iepirkuma cenas ir ievērojami augstākās visā laika periodā, salīdzinot ar pārējām 3.14. attēlā attēlotajām valstīm, pārsniedzot 45 EUR/100 kg. Vienlaikus var novērot, ka ASV un ES-27 ir līdzīgas, salīdzinoši augstas piena iepirkuma cenas, ar svārstībām, tomēr ar stabilu pieauguma tendenci no 2015. līdz 2023. gadam. Jaunzēlande un Brazīlija uzrāda zemākas piena cenas, salīdzinot ar ASV un Eiropu, savukārt Argentīnā piena iepirkuma cenas ir vienas no zemākajām. Attiecīgi Argentīnā augstākā cena 2022. gadā bija 34,26 EUR/100 kg, kas ir zemākā cena no visām (salīdzinājumā ar Ķīnas cenu, kas bija augstākā attiecīgajā gadā, Argentīnas cena bija par 40% zemāka). Attēlā var arī redzēt, ka līdz 2021. gadam Baltijas valstīs piena cenas ir bijušas ievērojami zemākas nekā ES-27 vidējais cenu līmenis, bet 2022. gadā Baltijas valstu cenas būtiski pieauga, sasniedzot gandrīz ES vidējo līmeni.

Ir būtiski ņemt vērā, ka piena ražošana notiek visās ES valstīs, un tā veido ievērojamu daļu ES lauksaimniecības produkcijas vērtības, tomēr galvenās ražotājvalstis ir Vācija, Francija, Polija, Nīderlande, Dānija un Itālija (Vinci, 2024). Šīs valstis nosaka piena cenu līmeni parējās ES valstīs, tostarp arī Latvijā, Lietuvā un Igaunijā (Rizojeva-Silava et al., 2018). Līdz ar to Baltijas valstu piena ražotājiem ir jāņem vērā ne tikai vietējā ražošanas efektivitāte, bet arī lielāko Eiropas dalībvalstu tirgus apstākļi.



Avots: autores veidots pēc EUROSTAT n.d.-b datiem.

3.12. att. / Fig. 3.12. Vidējā svērtā piena iepirkuma cena, EUR/100 kg, Vācijā, Francijā, Nīderlandē, Dānijā, Itālijā, Latvijā, Lietuvā un Igaunijā 2015.–2023. gadā / Average weighted raw milk purchase price in EUR/100 kg in Germany, France, the Netherlands, Denmark, Italy, Latvia, Lithuania, and Estonia in 2015–2023

Piena cenu salīdzinājumā var redzēt, ka aplūkojamā laika periodā Baltijas valstīs piena iepirkuma cenas ir bijušas zemākas nekā lielākajās piena ražotājvalstīs. Vislielākā starpība ir bijusi Lietuvā (tas ir saistīts ar to, ka Baltijas valstu vidū Lietuvā ir bijusi zemākā piena iepirkuma cena), savukārt Igaunijā ir bijusi mazāka starpība cenā, salīdzinot ar 3.12. attēla norādītajām valstīm. Minētais norāda uz to, ka Baltijas valstu cenas ir saistītas ar pasaules cenām, tostarp ar tādām lielām ražotājvalstīm kā Vācija, Francija, Nīderlande, Dānija un Itālija. Tāpat attēla ir redzams, ka visās valstīs 2022. gadā ir bijis būtisks piena iepirkumu cenu kāpums, pēc kura ir sekojis samazinājums, tomēr arī 2023. gada cena bija augstāka nekā iepriekšējo gadu cenas.

Viena no lielākajām piena ražotājām un tirgus dalībniecēm ES ir Vācija, kas spēj būtiski ietekmēt piena produktu cenu veidošanos visā ES (Vinci, 2024), savukārt iepriekšējie pētījumi liecina, ka Polija ir cieši integrēta Baltijas valstu piena cenu veidošanās mehānismos (Jurkēnaitē & Mikelionytė, 2021). Attiecīgi darba autore izvēlējās pārbaudīt cenu korelāciju ar šīm divām valstīm.

Lai kvantitatīvi noteiktu piena iepirkuma cenu lineāro saistību starp Baltijas valstīm un Vāciju un Poliju, tika izmantots Pīrsona korelācijas koeficients (r). Korelācijas koeficients var svārstīties no -1 līdz $+1$, kur vērtība $+1$ norāda uz pozitīvu lineāru saistību, savukārt -1 uz negatīvu saistību, bet 0 uz lineārās saistības neesību (Pearson's Correlation Coefficient, 2008). Iegūtie rezultāti ir atspoguļoti 3.2. tabulā.

3.2. tabula / Table 3.2.

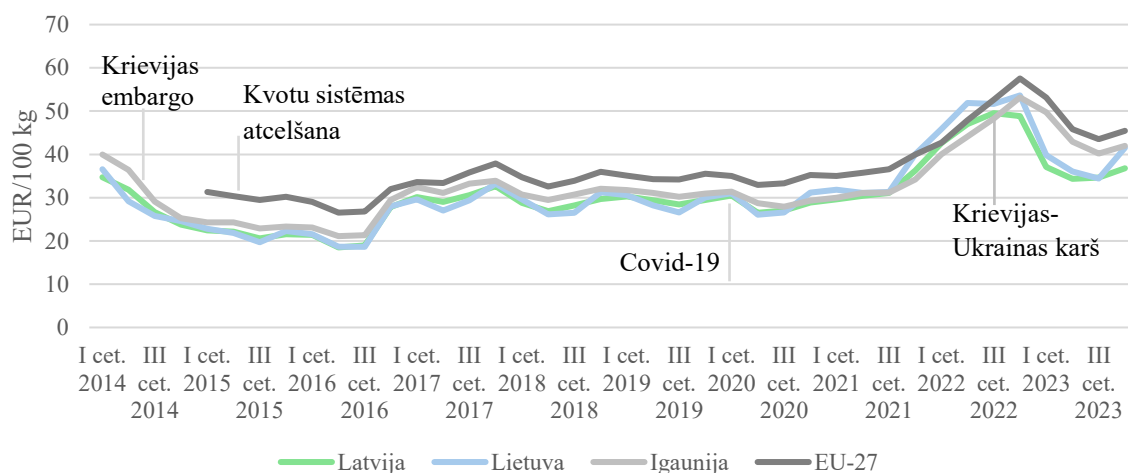
Piena iepirkuma cenu korelācija starp Baltijas valstīm, Vāciju un Poliju / Correlation of raw milk purchase prices between the Baltic states, Germany and Poland

Valsts	Korelācija ar Vāciju	Korelācija ar Poliju
Latvija	0,98	0,95
Lietuva	0,98	0,96
Igaunija	0,96	0,98

Avots: autores veidots.

Tabulā ir redzams, ka 2015.–2020. gadā Baltijas valstis uzrāda stipru pozitīvu korelāciju ar Vācijas un Polijas piena iepirkuma cenām, kas liecina par ciešu tirgus cenu sasaisti. Visām trim Baltijas valstīm korelācijas koeficienti pārsniedz $0,95$ – Latvijai un Lietuvai korelācija ar Vāciju ir nedaudz augstāka nekā ar Poliju, savukārt Igaunijai tieši ar Poliju ir augstākā korelācija. Kopumā var secināt, ka jebkuras būtiskas cenu svārstības Vācijas vai Polijas tirgos var atspoguļoties Baltijas valstu piena cenu līmeņos.

ES piena tirgu skāra piena krīze, kad 2014.–2016. gadā piena cena tika reģistrēta zemākajā līmenī. Šī cenu krīze ietekmēja arī cenas Baltijas valstīs un šajā periodā būtiski samazinājās piena iepirkuma cena. Šo cenu samazinājumu izraisīja Krievijas valdības noteiktais importa embargo ES lauksaimniecības produktiem, kas stājās spēkā 2014. gada 7. augustā, kā arī pasaules piena tirgus nestabilitāte un it īpaši straujš pieprasījuma samazinājums Āzijas tirgū, īpaši Ķīnā 2014. gada beigās (Salois, 2016). Ņemot vērā, ka Ķīna ir viena no lielākajām piena ražotājām pasaulē, tās ietekme uz pasaules tirgu, tostarp Baltijas valstīm, ir vērā ņemama (Bai et al., 2018). Šajā periodā Eiropas Komisija veica noteiktus pasākumus, lai jau laikus novērstu piena cenas krīzes sekas, – tika palielinātas investīcijas piena saimniecību modernizācijā, lai neatpaliktu no tehnoloģiskā progresā, tika stimulēta augstas produktivitātes govju audzēšana, lai varētu intensīvi ražot augstas kvalitātes pienu (Popescu et al., 2019).



Avots: autores veidots pēc CLAL n.d.-a,b,c datiem.

3.13. att. / Fig. 3.13. Pasaules notikumu ietekme uz vidējo svērto piena iepirkuma cenu Latvijā, Lietuvā, Igaunijā un ES-27, EUR/100 kg / Impact of world events on the weighted average milk purchase price in EUR/100 kg in Latvia, Lithuania, Estonia, and the EU-27

Tomēr vislielākais cenu kāpums tika novērots 2022. gada otrajā pusē. Šo straujo pieaugumu ietekmēja Krievijas-Ukrainas karš, kas izjauc ražošanas un piegādes ķēdes, tādējādi būtiski pieauga mēslojuma, graudu un enerģijas resursu cenas, kas savukārt sadārdzināja piena pārstrādes izmaksas, kuras atspoguļojās piena produktu cenu kāpumā. Eksporta un importa ierobežojumi būtiski ietekmēja arī piena cenas, jo valstis bija spiestas pārskatīt savus tirdzniecības partnerus (Hassen & Bilali, 2022). Tāpat 3.13. attēla var redzēt, ka līdz ar straujo inflāciju šajā periodā kopumā Baltijas valstīs cenas kļuva līdzīgākas ES vidējam rādītājam.

Vēl jāņem vērā, ka viens no faktoriem, kas ietekmē piena lopkopību, ir govju laktācijas periods un barības pieejamība (Paura & Arhipova, 2016). Tas nozīmē, ka vasarā, pavasarī un rudenī (kad ir pieejama svaiga lopbarība ar augstāku proteīna saturu) un govīs ir pēc atnešanās palielinās piena ražošana, un līdz ar to piena cena mazinās, bet ziemā, kad piena ražošana mazinās jo ir caurmērā zemāka barības kvalitāte un govīs ir cietstāvošas, tirgū ir mazāk piena, piena cena palielinās. Darba autore ir izpētījusi sezonālātes ietekmi uz piena cenām Baltijas valstīs un ES-27 (skat. 3.14. att.).

Lai noteiktu vai sezonālāte ietekmē piena cenas, tika veikts sezonālātes indeksa aprēķins (Lopes et al., 2020) saskaņā ar šādu formulu:

$$S_i = \frac{\bar{X}_i}{\bar{X}}, \quad (3.3.)$$

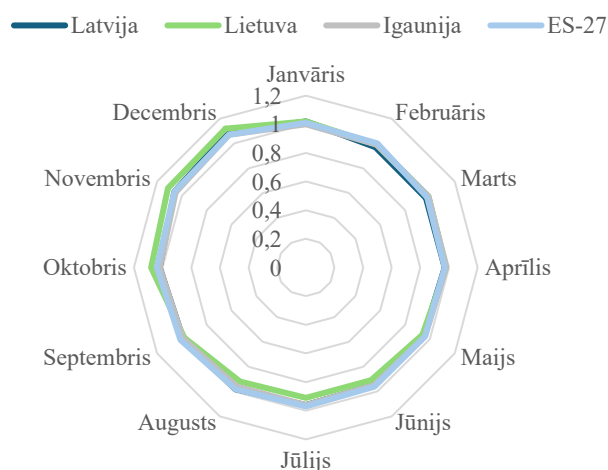
kur S_i – sezonālais indekss konkrētam periodam;

\bar{X}_i – vidējā vērtība konkrētam periodam;

\bar{X} – kopējā vidējā vērtība (visu periodu vidējā vērtība).

Pēc iegūtajiem rezultātiem ir iespējams izvērtēt sezonālātes ietekmi:

- $S_i > 1$: periods ir virs vidējā līmeņa (pozitīva sezonālā ietekme).
- $S_i < 1$: periods ir zem vidējā līmeņa (negatīva sezonālā ietekme).
- $S_i = 1$: periods atbilst vidējam līmenim.



Avots: autores veidots.

3.14. att. / Fig. 3.14. Piena cenu sezonālātes indekss Latvijā, Lietuvā, Igaunijā un ES-27 2015.–2023. gadā / Milk price seasonality index in Latvia, Lithuania, Estonia, and the EU-27 in 2015–2023

3.14. attēls norāda uz to, ka ziemas mēnešos, kad saražo mazāk piena, piena cenas ir augstākas nekā piena iepirkuma vidējā cena (sezonālātes indekss ir lielāks nekā 1). It īpaši šī tendence vērojama Latvijā un analizējot kopējo ES-27 rādītāju. Savukārt vasaras mēnešos cenas ir zemākas nekā vidējā cena (sezonālātes indekss ir mazāks nekā 1), kas var būt saistīts ar to, ka vasara periodā ražošana palielinās, veidojas piedāvājuma pārpalikumi un piena iepirkuma cenas mazinās. Baltijas valstīs cenu izmaiņas ir ļoti līdzīgas, kas norāda uz līdzīgo sezonālātes ietekmes tendenci.

Atsevišķi izpētot sezonālāti tikai 2023. gadā, var konstatēt, ka Baltijas valstīs un ES-27 tā saglabājās izteikta, ar skaidri novērojamiem cenu maksimumiem gada sākumā un beigās, kā arī zemākajām vērtībām vasaras mēnešos. Latvijā augstākais indekss bija janvārī (1,20), savukārt zemākais jūlijā (0,94); Lietuvā augstākais indekss bija janvārī (1,18), savukārt zemākais jūnijā (0,93); Igaunijā augstākais indekss bija janvārī (1,19), savukārt zemākais jūlijā (0,90). Turklāt Igaunijā sezonālāte bija viena no izteiktākajām Baltijas valstīs – gada sākumā cenas bija apmēram par 18% augstākas nekā vidēji gadā, savukārt jūlijā tās samazinājās līdz 10% zem vidējās. Salīdzinot Baltijas valstis, sezonālāte bija izteiktāka Latvijā un Igaunijā, kas liecina par to, ka šo valstu piena tirgi ir jutīgāki pret sezonālajām izmaiņām.

3.3. tabula / Table 3.3.

Amplitūdas (max–min) salīdzinājums 2015. un 2023. gadā / Comparison of amplitude (max–min) between 2015 and 2023

Valsts	2015. gada amplitūda	2023. gada amplitūda	Izmaiņas
Latvijas	0,113	0,194	+0,081
Lietuva	0,585	0,606	+0,021
Igaunija	0,128	0,244	+0,116

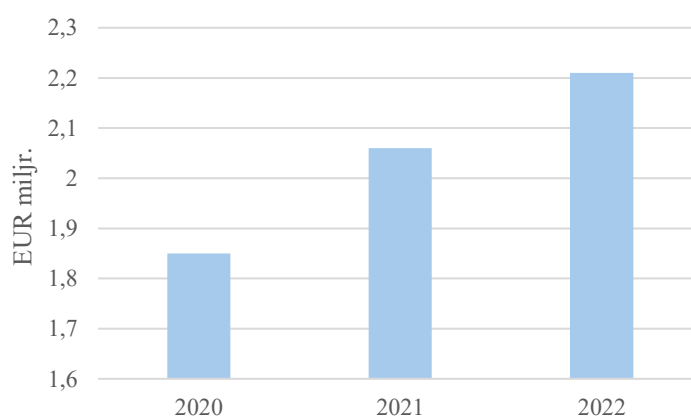
Avots: autores veidots.

3.3.tabulā ir atspoguļota amplitūda, kura rāda, cik lielā mērā cenas gada laikā atšķiras no vidējā līmeņa: jo lielāka amplitūda, jo izteiktāka sezonālāte. Visām Baltijas valstīm 2023. gadā sezonālātes svārstību amplitūda ir lielāka nekā 2015. gadā, un attiecīgi sezonālāte nav mazinājusies, bet tieši otrādi, tā ir kļuvusi izteiktāka, kas var liecināt par lielāku tirgus svārstību.

3.3. Augu izcelsmes piena alternatīvas / *Plant-based milk alternatives*

Analizējot tradicionālo piena lopkopību un tās tendences, ir būtiski ņemt vērā arī augu izcelsmes piena alternatīvu sektora pieaugošo nozīmi. Augu piena nozare ir piedzīvojusi strauju izaugsmi visā pasaulē, un šo tendenci sekmē patērētāju pieprasījums pēc laktozi nesaturošiem produktiem. Tāpat šo tendenci ir veicinājis vegānisms un tā paveidi, cilvēkiem izvēloties nelietot uzturā dzīvnieku izcelsmes produktus vai mazinot to lietošanu, tādējādi dažādojot uzturu un dzīvnieku izcelsmes produktus pilnībā vai daļēji aizstājot ar augu izcelsmes produktiem. Straujāks pieprasījums liek pārtikas uzņēmumiem attīstīt piena alternatīvu ražošanu uz augu bāzes (Park, 2020; Pontonio & Rizzello, 2021). Augu piens tiek iegūts no dažādām augu izcelsmes sastāvdaļām, piemēram, graudaugiem, pākšaugiem, riekstiem un augļiem (Pontonio & Rizzello, 2021). Sojas piens, kokosriekstu piens, mandeļu piens, rīsu piens un auzu piens ir populārākie augu izcelsmes piena veidi (Shori & Al Zahrani, 2022).

Ņemot vērā pieprasījuma pieaugumu, arī šāda piena pārdošanas apjomi ir auguši – no 2020. līdz 2022. gadam atsevišķās Eiropas valstīs ir novērojama šo produktu pārdošanas pieauguma tendence.



Avots: autores veidots pēc Good Food Institute Europe, n.d. datiem.

3.15. att. / Fig. 3.15. Augu izcelsmes piena alternatīvu pārdošanas apjomi ES 2020.–2022. gadā / *Plant-based milk alternatives sales volumes in the EU, 2020–2022*

Attēlā redzamais pieaugums atspoguļo patērētāju augošo interesi par dzērieniem, kas tiek ražoti no augu valsts izejvielām. Īpaši nozīmīgi ir tas, ka pārdošanas apjomu kāpums ir vērojams pēc Covid-19, kas norāda uz šī sektora izaugsmes potenciālu. Šī dinamika liecina, ka augu valsts piena alternatīvas kļūst par arvien nozīmīgāku daļu Eiropas pārtikas mazumtirdzniecībā. 2022. gadā Vācija bija valsts ar visaugstāko augu izcelsmes piena pārdošanas apjomu, pārsniedzot 500 miljonus EUR, kamēr Polija attiecīgajā gadā sasniedza 82,5 miljonus EUR. Vienlaikus Polijā augu izcelsmes produktu (piena, jogurta un siera) kategorijas pārdošanas apjomu pieaugums 2022. gadā pārsniedza dzīvnieku izcelsmes produktu kategoriju pieaugumu (Good Food Institute Europe, n.d.).

Attiecīgi augu izcelsmes piens un piena produkti (jogurts, biezpiens, siers u. c.) vairs netiek uztverti tikai kā nišas produkti vegāniem vai personām ar laktozes nepanesību, un šī tendence liecina par strukturālām pārmaiņām pārtikas patēriņa modeļos un liek tradicionālās nozares uzņēmumiem meklēt jaunas pielāgošanās stratēģijas, tostarp dažādojot savu produktu piedāvājumu ar augu izcelsmes produktu piedāvājumu (Haas et al., 2019). Jāpiebilst, ka ES un Baltijas valstīs ir vairāki piena pārstrādes uzņēmumi, kam ir izdevies veiksmīgi pielāgot tradicionālo uzņēmuma darbību piena produktu pārstrādē un papildināt uzņēmuma piedāvājumu ar augu valsts piena aizstājējproduktu ražošanu, piemēram, “Valio” Somijā, kas piedāvā plašu “Oddlygood” auzu dzērienu un desertu klāstu, un “Tere” Igaunijā. Latvijā “Food Union” grupas uzņēmums “Rīgas piena kombināts” ir ieviesis tirgū augu valsts dzērienus un desertus ar zīmolu “Lakto Oat”, bet šobrīd ar šo zīmolu tiek ražots tikai viens produkts, līdz ar

to šo produktu sortiments nav plašs un pārsvarā Latvijā pieejamās piena produktu augu piena alternatīvas tiek importētas.

Augu izcelsmes piena alternatīvu ražošanas pieaugums saistās arī ar vides ieguvumiem. Proti, dzīvnieku izcelsmes pārtikas ražošana, tostarp tradicionālā piena lopkopība, rada ievērojamu slogu ekosistēmām, jo tai ir raksturīgas augstas siltumnīcefekta gāzu emisijas, intensīva zemes izmantošana un ievērojams saldūdens resursu patēriņš (Geburt et al., 2022). Līdz ar to globāli piena produktu daļēja aizstāšana ar augu valsts alternatīvām var ievērojami mazināt pārtikas sistēmas radīto ietekmi uz vidi, vienlaikus veicinot ilgtspējīgāku un klimatam draudzīgāku pārtikas ražošanu.

3.4. tabulā sniegtie dati ļauj salīdzināt dažādu piena veidu (gan govju piena, gan augu izcelsmes piena) ietekmi uz trijām vides kategorijām: oglekļa emisijām, zemes izmantošanu un ūdens patēriņu.

3.4. tabula / Table 3.4.

Govs piena un augu izcelsmes piena ietekmes uz vidi salīdzinājums uz 1 kg / Comparison of the environmental impact of cow's milk and plant-based milk per 1 kg

	Oglekļa emisija, kg CO ₂ eq	Zemes izmantošana, m ²	Ūdens patēriņš, l
Govs piens	3,2	8,95	628,2
Auzu piens	0,9	0,76	48,2
Sojas piens	1,0	0,66	27,8
Mandelu piens	0,7	0,50	371,5
Rīsu piens	1,2	0,34	269,8

Avots: autores veidots pēc Ritchie, 2022; Geburt et al., 2022.

Ir redzamas būtiskas atšķirības starp tradicionālā govju piena un augu izcelsmes piena alternatīvu ietekmi uz vidi. Govs piens uzrāda visaugstāko vides slogu visās kategorijās: tā oglekļa emisija sasniedz 3,2 kg CO₂ uz litru, zemes izmantošana ir 8,95 m², bet ūdens patēriņš pārsniedz 628 litrus uz litru produkta. Šādi augsti rādītāji galvenokārt saistīti ar lopkopības procesa specifiku, kurā ir nepieciešama intensīva barības audzēšana, liela ūdens resursu izmantošana un atgremotāju izdalītās metāna emisijas (Ritchie, 2022; Geburt et al., 2022). Kopumā dati liecina, ka augu izcelsmes piena alternatīvas var ievērojami samazināt pārtikas ražošanas slogu uz vidi, piedāvājot patērētājiem ilgtspējīgāku izvēli.

Kaut gan pieprasījums pēc augu izcelsmes piena alternatīvām pieaug un tam ir salīdzinoši mazāka ietekme uz vidi, tomēr ir jāņem vērā, ka šī nozare sastopas ar atsevišķiem izaicinājumiem – gan ES normatīvā regulējuma, gan šāda piena sastāva dēļ – un arī niansēm saistībā ar piena ražošanu. Piemēram, šobrīd ES tiesību akti pieļauj tikai dzīvnieku izcelsmes produktiem lietot nosaukumus “piens”, “siers” vai “sviests” (Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (ES) Nr. 1308/2013 nosaka, ka termins “piens” apzīmē vienīgi parastu piena dziedzeru sekrētu) (Eiropas Parlaments un Padome, 2013). Šāda pieeja ierobežo augu piena ražotāju nosaukumu “piens”, tā vietā ražotāji izvēlas “augu dzēriens”. Tas nereti rada neizpratni patērētājos vai arī rada neuzticību produktam (Lähteenmäki-Uutela et al., 2021). Šāda prakse rada nevienlīdzīgus apstākļus konkurencei, jo tradicionālajai piena nozarei tiek saglabāta terminoloģiskā dominance, bet alternatīvo produktu ražotājiem jāsasaskaras ar informācijas ierobežojumiem un zemu zīmola atpazīstamību. No otras puses, patērētājiem ir iespēja izdarīt apzinātu izvēli un, iegādājoties dzīvnieku vai augu izcelsmes produktus, nesaskarties ar iespējami maldinošiem produktu nosaukumiem (Zeltzer et al., 2022).

Attiecībā uz šāda augu izcelsmes piena alternatīvu ražošanu izaicinājumi ir saistīti ar to, ka tas ir sarežģīts tehnoloģisks process, kas iekļauj vairākus būtiskus posmus, kuri ir nepieciešami, lai nodrošinātu produkta uzturvērtību un garšas īpašības.

Tradicionālākā metode ir mitrā malšana, kurā izejvielas tiek sasmalcinātas ūdenī, veidojot suspensiju, kas pēc tam tiek filtrēta, lai iegūtu šķidru konsistenci ar pēc iespējas augstāku

proteīnu, tauku un ogļhidrātu koncentrāciju. Šī procesa pamatā ir nepieciešamība maksimāli saglabāt vēlamās uzturvielas, vienlaikus minimizējot nevēlamās fizikālās un ķīmiskās izmaiņas. Viens no būtiskākajiem izaicinājumiem augu piena aizstājēju ražošanā ir nodrošināt produktu koloidālo stabilitāti. Kopumā augu izcelsmes piena alternatīvu ražošanas tehnoloģiskie aspekti iekļauj kompleksu inženiertehnisko un bioķīmisko procesu kopumu, kas ir nepieciešams, lai nodrošinātu augstas kvalitātes un uzturvielām bagātus produktus (Silva et al., 2020).

Tāpat, neņemot vērā to, ka šāda veida produkti iegūst arvien lielāku popularitāti un pieprasījums pēc tiem aug, to uzturvērtība būtiski atšķiras no govs piena. Vairums augu izcelsmes dzērienu satur mazāk pilnvērtīgu olbaltumvielu, taukskābju un bioaktīvo komponentu, kā arī nesatur bioloģiski aktīvas vielas, piemēram, laktoferīnu, imūnglobulīnus, fosfolipīdus un nukleotīdus, kuri ir pieejami govs pienā (Park, 2020). Tādējādi to bioloģiskā vērtība ir zemāka, jo trūkst optimālas neaizstājamās aminoskābju kombinācijas, salīdzinot ar govs pienu, kura proteīniem ir raksturīga augsta sagremojamība un pilnvērtīgs aminoskābju saturs (Karoui & Bouaicha, 2024). Tomēr jāatzīmē, ka augu izcelsmes dzērieni satur citus bioaktīvos savienojumus, piemēram, polifenolus un antioksidantus, kas var sniegt atšķirīgu fizioloģisko labumu, taču tie nav tieši salīdzināmi ar piena specifiskajām bioloģiski aktīvajām vielām (Aydar et al., 2020; Vashisht et al., 2024). Attiecīgi augu alternatīvas nevar uzskatīt par uzturvērtības ziņā ekvivalentām govs pienam.

Tāpat daudzi patērētāji uzskata, ka govs piena produktu priekšrocības ir garša un dažādība (līdzās augļiem un dārzeņiem piena produkti ir viena no daudzveidīgākajām pārtikas kategorijām) (Adamczyk, 2022). Tādējādi augu izcelsmes piena alternatīvas tomēr nebūtu jāuztver par pilnvērtīgu dzīvnieku izcelsmes piena aizstājēju. Tāpat arī šobrīd ir diezgan šaurs piedāvājumu klāsts, galvenokārt tirgū tiek piedāvāts augu izcelsmes piens, bet tādu produktu ražošana kā siers, krējums vai jogurts ir mazāk attīstīta. Tas var būt saistīts ar tehnoloģiskiem ierobežojumiem saistībā ar sarežģītāku šādu produktu ražošanu. Šāds relatīvi ierobežotais produktu klāsts iezīmē tirgus izaugsmes potenciālu ilgtermiņā, jo pieprasījuma dažādība patērētāju vidū turpina pieaugt, radot nepieciešamību pēc plašākas augu izcelsmes piena produktu izvēles (Pingali et al., 2023).

Kopsavilkumā: augu izcelsmes piena produktu alternatīvu attīstība Eiropā norāda uz būtiskām pārmaiņām pārtikas patēriņa struktūrā, ko nosaka gan patērētāju ieradumu maiņa, gan vides ilgtspējas faktori. Lai gan tradicionālā piena lopkopība joprojām ieņem dominējošu lomu, augu izcelsmes piena alternatīvu tirgus strauji pieaug. Šāda tendence ļauj ražotājiem izvērtēt iespēju meklēt jaunas pielāgošanās stratēģijas. Viena no šādām iespējām ir produktu klāsta dažādošana, iekļaujot tajā arī augu izcelsmes dzērienus, kas ļautu uzņēmumiem saglabāt konkurētspēju mainīgajos tirgus apstākļos, kā arī reaģēt uz pieaugošo pieprasījumu pēc alternatīviem augu izcelsmes piena produktiem.

3.4. Klasteru identificēšana piena lopkopībā ES / *Identifying clusters in dairy farming in the EU*

Lai labāk izprastu un analizētu piena lopkopības atšķirības ES, tika lietota klasteranalīze – datu izpētes metode, kuras mērķis ir identificēt līdzīgu objektu grupas, pamatojoties uz vairākiem raksturlielumiem. Šāda pieeja ļauj atklāt vēl nezināmas objektu grupas un klasificēt valstis pēc to līdzības piena lopkopības attīstības rādītājos, nepamatojoties uz iepriekš definētām grupām (Landau & Ster, 2010).

Pirmajā posmā tika veikta faktoru analīze, kuras vispārējais mērķis ir strukturēt un apkopot datus tā, lai mainīgo savstarpējās attiecības un likumsakarības būtu vieglāk interpretējamās un izprotamas. Šī metode parasti tiek izmantota, lai, pamatojoties uz kopīgo dispersiju, apvienotu mainīgos ierobežotā skaitā savstarpēji saistītu grupu (Young & Pearce, 2013). Otrajā posmā tika veikta klasteru analīze, kuras pamatā ir elementu izlases grupēšana tā, lai statistiskā dispersija starp vienā grupā iekļautajiem elementiem būtu minimāla, bet atšķirības

starp grupām maksimālas, kas ļauj pārvarēt minēto ierobežojumu. Šī metode nodrošina iespēju konfigurāciju noteikšanā iekļaut vairākus mainīgos vienlaicīgi (Ketchen & Shook, 1996).

Analīzes veikšanai tika izmantoti gan šajā darba nodaļā jau analizēti rādītāji (piemēram, slaucamo govju skaits, vidējais izslaukums no gov), gan arī tika apkopoti un analizēti citi rādītāji, tostarp piena lopkopību ietekmējošie ekonomiskie, demogrāfiskie un tirgus dati (piemēram, IKP uz vienu iedzīvotāju, piena iepirkuma cenas, iedzīvotāju skaita izmaiņas). Attiecīgais rādītāju paplašinājums bija nepieciešams, lai veiktu piena lopkopības padziļinātu analīzi un identificētu līdzības un atšķirības starp valstīm. Lai veiktu ES valstu klasterizāciju, tika izmantoti EUROSTAT dati par 2023. gadu un, lai neaizkavētu turpmāko aprēķinu veikšanu, atsevišķos gadījumos valstīm, kurām dati par attiecīgo gadu nav pieejami, tie tika aizstāti ar tās pašas valsts un rādītāja iepriekšējo gadu datiem vai, ja tas bija statistiski pamatoti, ņemot vērā kontekstu un vēsturiskās līdzības, ar kaimiņvalsts datiem.

Iegūtie rādītāji tika sagrupēti trijās grupās: piena ražošanas kapacitātes rādītāji, tirgus dinamikas rādītāji un ekonomiskie un demogrāfiskie rādītāji (skat. 3.5. tabulu).

3.5. tabula / Table 3.5.

Klasteranalīzei apkopoto datu klasifikācija rādītāju grupās un rādītājos / Classification of data collected for cluster analysis into groups and indicators

Grupa	Rādītājs
Piena ražošanas kapacitāte	Slaucamo govju skaits, savāktā govju piena apjoms, apstrādātā piena izplatīšana, siera ražošana, sviesta ražošana, paskābinātā piena produktu ražošana, vājpiena pulveris, sūkalas
Tirgus dinamikas rādītāji	Piena pārdošanas cenas, augkopības produktu pārdošanas cenas, svaigpiena eksports, svaigpiena imports, darbinieku atlīdzība, lauksaimniecības zemes cenas, bioloģiskā govju piena cenas
Ekonomiskie un demogrāfiskie rādītāji	IKP uz vienu iedzīvotāju, IKP pieaugums, nodarbinātības līmenis, bezdarba līmenis, lauksaimniecības daļa IKP, iedzīvotāju skaita izmaiņas, iedzīvotāju skaits, teritorijas platība, lauksaimniecībā nodarbināto īpatsvars

Avots: autores veidots.

Lai veiktu piena lopkopības analīzi, tika apkopots plašs kvantitatīvo rādītāju kopums, aptverot trīs galvenās tematiskās dimensijas: ražošanas kapacitāti, tirgus dinamiku un makroekonomiskos un demogrāfiskos faktorus.

Ražošanas kapacitātes grupā tika iekļauti rādītāji, kas raksturo gan primāro resursu apjomu, gan gala produktu ražošanu. Tie iekļāva slaucamo govju skaitu, iegūtā piena apjomu, apstrādātā piena izplatīšanas apjomus, kā arī dažādu piena produktu – siera, sviesta, paskābināto piena produktu, vājpiena pulvera un sūkalu – ražošanu. Šie rādītāji ļauj izvērtēt nozares tehnoloģisko un materiālo potenciālu, kā arī ražošanas struktūras īpatnības.

Tirgus dinamiku raksturojošie rādītāji atspoguļoja cenu, tirdzniecības un resursu izmaksu aspektus. Tajos tika iekļautas piena un augkopības produktu pārdošanas cenas, svaigpiena importa un eksporta apjomi, darbinieku atlīdzība, lauksaimniecības zemes cenas, kā arī bioloģiskā govju piena cenas. Šo rādītāju analīze sniedz ieskatu pieprasījuma un piedāvājuma līdzsvarā, konkurences apstākļos un tirgus struktūrā.

Ekonomiskie un demogrāfiskie rādītāji aptvēra plašāku makroekonomisko un sociālo kontekstu, kurā pastāv nozare. Tajos tika iekļauts IKP uz vienu iedzīvotāju, IKP pieauguma temps, nodarbinātības un bezdarba līmenis, lauksaimniecības daļa IKP, lauksaimniecībā nodarbināto īpatsvars, iedzīvotāju skaita izmaiņas, kopējais iedzīvotāju skaits un valsts

teritorijas platība. Šie rādītāji ir būtiski, lai novērtētu gan nozares ieguldījumu tautsaimniecībā, gan iedzīvotāju struktūras un darba resursu potenciāla ietekmi uz tās attīstību.

Attiecīgie rādītāji tālāk tika izmantoti faktoranalīzē un klasteranalīzē, analīze tika veikta, izmantojot programmatūru IBM SPSS Statistics v. 30.0.0.0 (172).

Lai veiktu klasteranalīzi, vispirms tika veikta faktoranalīze, kuras rezultātā tika izveidoti kompleksie faktori (skat. 1. pielikumu). Pastāv divi statistiskie rādītāji, kas tiek izmantoti, lai novērtētu datu piemērotību faktoru analīzei: Kaiser–Meyer–Olkin (*Kaiser-Meyer-Olkin*) (KMO) tests un Bartleta sfēriskuma tests. KMO testa mērķis ir novērtēt datu piemērotību faktoru analīzei, proti, tas pārbauda izlases apjoma pietiekamību. Šis tests novērtē izlases piemērotību gan katram modeļa mainīgajam atsevišķi, gan modelim kopumā. Bartleta sfēriskuma tests pārbauda nulles hipotēzi (H_0), ka mainīgie ir ortogonāli, t. i., sākotnējā korelācijas matrica ir vienības matrica, kas nozīmē, ka mainīgie nav savstarpēji saistīti un līdz ar to nav piemēroti struktūras noteikšanai. Savukārt alternatīvā hipotēze (H_1) paredz, ka mainīgie nav ortogonāli, proti, tie ir pietiekami savstarpēji korelēti, lai korelācijas matrica būtiski atšķirtos no vienības matricas. Ja iegūtā p vērtība ir mazāka nekā 0,05, tas norāda, ka faktoru analīzes veikšana šai datu kopai ir pamatota (Shrestha, 2021).

Attiecīgi izejas datu matricas piemērotība faktoru analīzes veikšanai tika novērtēta, izmantojot KMO testu un Bartleta sfēriskuma testu. KMO rādītājs bija 0,632, kas pārsniedz minimālo pieļaujamo robežvērtību 0,5, apliecinot, ka datu kopa ir pietiekami piemērota turpmākai analīzei. Savukārt Bartleta tests uzrādīja p vērtību 0,000, kas ir mazāka nekā 0,05, norādot, ka mainīgo dispersijas būtiski atšķiras un dati ir statistiski pamatoti izmantošanai faktoru analīzē.

Lai optimizētu analīzes rezultātus, tika veikta korelācijas analīze, lai identificētu un izslēgtu tos rādītājus, kuru savstarpējā korelācija ar pārējiem datu kopas mainīgajiem bija nepietiekama. Korelācija norāda tikai to, ka pastāv saistība, nevis to, ka tā ir cēloņsakarība; pārāk zemas korelācijas vērtības norāda, ka attiecīgie mainīgie nepiedalās kopīgu faktoru struktūras veidošanā, tādējādi to iekļaušana var mazināt modeļa stabilitāti un apgrūtināt interpretāciju. Šādos gadījumos tiek apsvērti nepietiekami korelēti mainīgo izslēgšana, lai nodrošinātu, ka gala faktoru struktūra ir statistiski pamatota un interpretējama (Swanson & Holton, 2005; Young & Pearce, 2013). Analīzes gaitā tika konstatēti un no turpmākās apstrādes tika izslēgti vairāki rādītāji, kas uzrādīja vāju savstarpējo korelāciju, tie bija: sūkalas, augkopības produktu pārdošanas cenas, lauksaimniecības zemes cenas, bioloģiskā govs piena cenas, IKP pieaugums un bezdarba līmenis. Lai korelācija liecinātu par stipru saistību starp mainīgajiem, tai ir jābūt 0,30 vai lielākai (Young & Pearce, 2013). Iepriekšminētajiem rādītājiem maksimālā korelācija ar citiem mainīgajiem nepārsniedza 0,3, turklāt atsevišķos gadījumos tās bija negatīva. Šāds rezultāts norāda uz vāju dispersiju ar pārējo datu kopu un ierobežotām iespējām veidot stabilu latentās struktūras aprakstu.

Lai labāk izprastu rādītāju savstarpējās attiecības, tika izveidota korelācijas matrica, kas vizuāli attēlo katra mainīgā pāru korelācijas koeficientus. Šīs matricas interpretācija ļāva identificēt mainīgo grupas ar augstu pozitīvu vai negatīvu savstarpējo korelāciju (skat. 3.16. attēlu).

Sluacamo govju skaits	1	0.171	0.190	0.969	0.168	-0.109	0.925	0.874	0.798	0.173	0.945	0.927	0.087	0.819	0.863	-0.223	0.011	-0.019	-0.146	-0.228	-0.086	-0.123	0.887	0.613
Piena pārdošanas cenas	0.171	1	-0.020	0.085	0.461	0.069	0.117	-0.059	0.310	0.997	-0.034	0.315	-0.192	-0.134	0.146	-0.135	0.511	0.048	-0.084	-0.217	-0.049	0.226	-0.094	-0.093
Augkopības produkcijas pārdošanas cenas	0.190	-0.020	1	0.244	0.106	-0.065	0.288	0.289	0.117	-0.027	0.282	0.173	0.206	0.249	0.069	-0.077	-0.061	-0.090	0.366	-0.084	-0.090	0.137	0.335	0.361
Savāktā govju piena apjoms	0.969	0.085	0.244	1	0.189	-0.088	0.961	0.942	0.791	0.087	0.979	0.93	0.125	0.864	0.819	-0.214	-0.065	0.075	-0.121	-0.296	-0.251	-0.066	0.899	0.588
IKP uz vienu iedzīvotāju	0.168	0.461	0.106	0.189	1	0.169	0.175	0.130	0.177	0.453	0.111	0.326	-0.421	-0.004	0.160	-0.101	-0.072	0.286	-0.208	-0.712	-0.491	0.454	-0.019	-0.067
Lauksaimniecības zemes cenas	-0.109	0.069	-0.065	-0.088	0.169	1	-0.142	-0.117	-0.088	0.032	-0.100	-0.066	0.048	-0.163	-0.095	-0.140	0.373	0.328	-0.290	-0.362	-0.236	0.585	-0.172	-0.245
Piena apstrāde un izplatīšana	0.925	0.117	0.288	0.961	0.175	-0.142	1	0.974	0.811	0.115	0.941	0.882	0.105	0.905	0.81	-0.194	-0.071	-0.031	-0.010	-0.300	-0.247	-0.050	0.924	0.638
Darbinieku atfīdība	0.874	-0.059	0.289	0.942	0.130	-0.117	0.974	1	0.728	-0.062	0.941	0.802	0.132	0.927	0.758	-0.158	-0.162	-0.009	0.031	-0.294	-0.281	-0.057	0.932	0.646
Svaiga piena eksports	0.798	0.310	0.117	0.791	0.177	-0.088	0.811	0.728	1	0.316	0.709	0.82	0.048	0.696	0.722	-0.163	0.098	0.125	-0.267	-0.252	-0.111	-0.004	0.66	0.339
Svaiga piena imports	0.173	0.997	-0.027	0.087	0.453	0.032	0.115	-0.062	0.316	1	-0.037	0.321	-0.197	-0.136	0.163	-0.102	0.491	0.063	-0.101	-0.192	-0.039	0.215	-0.102	-0.103
Siera ražošana	0.945	-0.034	0.282	0.979	0.111	-0.100	0.941	0.941	0.709	-0.037	1	0.862	0.161	0.852	0.752	-0.253	-0.094	-0.018	-0.043	-0.226	-0.202	-0.135	0.93	0.606
Sviesta ražošana	0.927	0.315	0.173	0.93	0.326	-0.066	0.882	0.802	0.82	0.321	0.862	1	0.037	0.739	0.864	-0.180	0.028	0.172	-0.224	-0.356	-0.250	-0.021	0.725	0.483
Bioloģiskā govju piena cenas	0.087	-0.192	0.206	0.125	-0.421	0.048	0.105	0.132	0.048	-0.197	0.161	0.037	1	0.161	-0.007	-0.015	0.257	0.071	0.075	-0.002	0.036	-0.070	0.179	0.083
Paskābinātā piena produktu ražošana	0.819	-0.134	0.249	0.864	-0.004	-0.163	0.905	0.927	0.696	-0.136	0.852	0.739	0.161	1	0.76	-0.133	-0.116	-0.092	0.139	-0.166	-0.144	-0.120	0.914	0.754
Vājpiena pulveris	0.863	0.146	0.069	0.819	0.160	-0.095	0.81	0.758	0.722	0.163	0.752	0.864	-0.007	0.76	1	0.013	-0.063	-0.024	-0.176	-0.238	-0.012	-0.066	0.705	0.527
Sūkalas	-0.223	-0.135	-0.077	-0.214	-0.101	-0.140	-0.194	-0.158	-0.163	-0.102	-0.253	-0.180	-0.015	-0.133	0.013	1	-0.207	0.017	0.031	0.152	0.057	-0.071	-0.204	-0.036
IKP pieaugums, %	0.011	0.511	-0.061	-0.065	-0.072	0.373	-0.071	-0.162	0.098	0.491	-0.094	0.028	0.257	-0.116	-0.063	-0.207	1	-0.216	0.073	-0.003	0.195	0.056	-0.068	-0.141
Nodarbinātības līmenis, %	-0.019	0.048	-0.090	0.075	0.286	0.328	-0.031	-0.009	0.125	0.063	-0.018	0.172	0.071	-0.092	-0.024	0.017	-0.216	1	-0.646	-0.327	-0.466	0.499	-0.242	-0.254
Bezdarba līmenis, %	-0.146	-0.084	0.366	-0.121	-0.208	-0.290	-0.010	0.031	-0.267	-0.101	-0.043	-0.224	0.075	0.139	-0.176	0.031	0.073	-0.646	1	0.304	0.115	-0.326	0.144	0.401
Lauksaimniecības daļa IKP (%)	-0.228	-0.217	-0.084	-0.296	-0.712	-0.362	-0.300	-0.294	-0.252	-0.192	-0.226	-0.356	-0.002	-0.166	-0.238	0.152	-0.003	-0.327	0.304	1	0.663	-0.547	-0.151	0.025
Lauksaimniecībā nodarbināto īpatsvars (%)	-0.086	-0.049	-0.090	-0.251	-0.491	-0.236	-0.247	-0.281	-0.111	-0.039	-0.202	-0.250	0.036	-0.144	-0.012	0.057	0.195	-0.466	0.115	0.663	1	-0.505	-0.098	0.013
Iedzīvotāju skaita izmaiņas	-0.123	0.226	0.137	-0.066	0.454	0.585	-0.050	-0.057	-0.004	0.215	-0.135	-0.021	-0.070	-0.120	-0.066	-0.071	0.056	0.499	-0.326	-0.547	-0.505	1	-0.202	-0.319
Iedzīvotāju skaits, milj.	0.887	-0.094	0.335	0.899	-0.019	-0.172	0.924	0.932	0.66	-0.102	0.93	0.725	0.179	0.914	0.705	-0.204	-0.068	-0.242	0.144	-0.151	-0.098	-0.202	1	0.757
Teritorijas platība, 1000 km ²	0.613	-0.093	0.361	0.588	-0.067	-0.245	0.638	0.646	0.339	-0.103	0.606	0.483	0.083	0.754	0.527	-0.036	-0.141	-0.254	0.401	0.025	0.013	-0.319	0.757	1
Sluac. govju skaits		Piena pārdošanas cenas	Augko. pi.prod. ā pārdoš. cenas	Savākt. govju piena apjoms	IKP uz vienu iedz.	L/s zemes cenas	Piena apstrāde un izplatīšana	Darb. atfīd.	Svaiga piena eksports	Svaiga piena imports	Siera raž.	Sviesta raž.	Bioloģ. govju piena cenas	Paskābi. .piena prod. raž.	Vājpiena pulveris	Sūkalas	IKP pieaug. , %	Nodarb. in. līmenis , %	Bezdarb. līmenis , %	L/s daļa (%)	L/s nodarb. īpatsv. (%)	Iedz. skaita izm.	Iedz. skaits, milj.	Teritor. platība, 1000 km ²

Avots: autores veidots

3.16. att. / Fig. 3.16. Kritēriju savstarpējās korelācijas korelogramma / *Criteria intercorrelation correlogram*

Saskaņā ar iegūto korelogrammu pozitīvas korelācijas (tumšzaļā krāsā) norāda uz spēcīgu saistību starp diviem mainīgajiem, negatīvā korelācija (zaļā krāsā) norāda uz apgrieztu saistību starp mainīgajiem, savukārt pelēkā krāsā norāda, ka nav būtiskas korelācijas. Datu struktūras reducēšanai un latentās dimensijas identificēšanai tika lietots Kaizera kritērijs, kas paredz faktoru izvēli, pamatojoties uz īpašvērtību (*eigenvalue*) lielumu, interpretācijai saglabājot tikai tos faktorus, kuru īpašvērtība pārsniedz 1 (Braeken & van Assen, 2017; Hooper, 2012).

Analīzes rezultāti atklāj triju kompleksu faktoru struktūru, kas kopumā skaidro 68,19% kopējās datu dispersijas, nodrošinot pietiekamu modeļa interpretējamību. Vidējā pēc

ekstrakcijas aprēķināto kopību vērtība (**0,632**) pārsniedz 0,60, kas atbilst literatūrā noteiktajam kritērijam Kaizera metodes lietojuma uzticamības izvērtēšanai (Hooper, 2012).

Komplekso faktoru rotācija tika veikta ar Varimax (*Varimax*) metodi, kas izlīdzināja slodzi uz faktoriem. Šī pieeja mazina to mainīgo skaitu, kuriem ir liela slodze uz katru faktoru, vienlaikus vēl vairāk samazinot nelielās slodzes (Young & Pearce, 2013). Tādējādi tiek panākta skaidrāka faktoru struktūra, kur katrs mainīgais ir ciešāk saistīts ar noteiktu faktoru, tādējādi atvieglojot latentās dimensijas interpretāciju un mazinot pārklāšanos starp faktoriem.

Atbilstoši faktoru matricas pēc rotācijas aprēķināšanas rezultātiem ir iespējams secināt, kuri no rādītājiem pieder pie attiecīgā kompleksā faktora un kā šo komplekso faktoru interpretēt (skat. 3.6. tab.)

3.6. tabula / Table 3.6.

Rotētā komponentu slodžu matrica / Rotated component loadings matrix

Rādītājs	F1	F2	F3
Slaucamo govju skaits	0,959	0,006	0,169
Iegūtā govs piena apjoms	0,972	0,136	0,052
IKP uz vienu iedzīvotāju	0,097	0,677	0,440
Apstrādātā piena izplatīšana	0,976	0,104	0,069
Darbinieku atlīdzība	0,959	0,131	-0,117
Svaigpiena eksports	0,789	0,092	0,325
Svaigpiena imports	0,025	0,100	0,976
Siera ražošana	0,960	0,061	-0,065
Sviesta ražošana	0,886	0,190	0,306
Paskābinātā piena produktu ražošana	0,933	-0,012	-0,178
Vājpiena pulveris	0,849	0,002	0,189
Iedzīvotāju skaita izmaiņas	-0,162	0,778	0,131
Iedzīvotāju skaits	0,951	-0,097	-0,138
Nodarbinātības līmenis	-0,071	0,687	-0,009
Lauksaimniecības daļa no IKP	-0,222	-0,816	-0,135
Lauksaimniecībā nodarbināto īpatsvars	-0,148	-0,838	0,113
Teritorijas platība	0,711	-0,245	-0,153
Piena pārdošanas cenas	0,025	0,110	0,972

F1 – piena ražošanas faktors, F2 – tirgus aspekti, F3 – makroekonomiskā un ārējā tirdzniecības vide
Avots: autores aprēķini.

Galveno komponentu analīze tika izmantota kā faktoru ekstrakcijas metode, savukārt komponentu tika rotācija veikta, izmantojot Varimax (*Varimax*) metodi. Rotēto komponentu matricas rezultāti norāda uz triju būtisku komplekso faktoru esību:

Pirmais kompleksais faktors (F1), vērtējot pēc lielāko slodžu mainīgajiem, raksturo piena ražošanas mērogu un ražošanas jaudu izmantošanu, un to var interpretēt kā *piena ražošanas faktoru*. Tas demonstrē ļoti augstas pozitīvas korelācijas ar apstrādātā piena izplatīšanas apjomu (0,976), iegūtā piena daudzumu (0,972), siera ražošanu (0,960), slaucamo govju skaitu (0,959), darbinieku atlīdzību (0,959), paskābināto piena produktu ražošanu (0,933), sviesta ražošanu (0,886) un vājpiena pulvera ražošanu (0,849). Šie rādītāji kopumā atspoguļo nozares ražošanas potenciālu un iekšējo ražošanas struktūru.

Otrais kompleksais faktors (F2) galvenokārt raksturo nozares pieprasījumu, un to var interpretēt kā *tirgus aspektu*. Tas ir cieši saistīts ar iedzīvotāju skaita izmaiņām (0,778), nodarbinātības līmeni (0,687) un iekšzemes kopproduktu uz vienu iedzīvotāju (0,677), kas norāda uz ekonomiskās labklājības un demogrāfisko faktoru nozīmīgo lomu tirgus pieprasījuma veidošanā.

Trešais kompleksais faktors (F3) raksturo makroekonomisko un ārējās tirdzniecības vidi. Tas uzrāda ļoti augstas pozitīvas korelācijas ar svaigpiena importu (0,976) un piena pārdošanas cenām (0,972), atspoguļojot ārējā tirgus dinamiku un ietekmi.

Pamatojoties uz faktoranalīzes rezultātiem, nākamajā posmā tika veikta klasteru analīze ar mērķi grupēt analizētās vienības pēc to līdzības identificētajos faktoros (skat. 2. pielikumu). Dispersijas analīze (ANOVA) tika izmantota, lai pārbaudītu katra faktora nozīmību klasteru veidošanas procesā. Šī analīze salīdzina grupu vidējos lielumus, nevis tieši tos savstarpēji salīdzinot, bet gan analizējot dispersiju starp grupām un dispersiju grupu iekšienē. Nozīmības vērtība Sig. (p vērtība) tiek izmantota, lai noteiktu, vai atšķirības starp grupām ir statistiski nozīmīgas: Sig. < 0,05 noraida nulles hipotēzi, ka grupu vidējie lielumi ir vienādi, un secina, ka starp grupām ir būtiskas atšķirības (Henson, 2015).

Iegūtie rezultāti apliecina, ka visi trīs faktori ir statistiski nozīmīgi (skat. 3.7. tabulu), jo visos gadījumos aprēķinātās nozīmības vērtības (Sig.) ir mazākas nekā 0,05, kas norāda uz būtiskām atšķirībām starp klasteriem.

Dispersijas analīzes (ANOVA) rezultāti apliecina, ka visi faktori ir statistiski nozīmīgi klasteru izveidē (skat. 3.7. tabulu), jo iegūtās nozīmības vērtības (Sig.) ir mazākas nekā 0,05.

3.7. tabula / Table 3.7.

Dispersionālā analīze (ANOVA) / Analysis of Variance (ANOVA)

Finālā kompleksie faktori	Klasteris		Kļūda		F	Sig.
	Vidējā kvadrātiskā novirze	df	Vidējais kvadrātiskais novirzes rādītājs	df		
REGR faktora vērtējums 1 (piena ražošanas faktors)	4,451	5	,178	21	24,940	,000
REGR faktora vērtējums 2 (tirgus aspekti)	4,501	5	,166	21	27,035	,000
REGR faktora vērtējums 3 (makroekonomiskā vide)	5,034	5	,039	21	127,685	,000

REGR – Regression factor score estimates (faktoru vērtējumi, aprēķināti ar regresijas metodi), df – Degrees of freedom (brīvības pakāpes), Sig. – Significance level (statistiskās nozīmības līmenis)

Avots: autores aprēķini.

Iegūtie rezultāti liecina, ka katram no identificētajiem faktoriem ir būtiska un statistiski nozīmīga ietekme uz klasteru veidošanos, kā arī augsta diskriminējošā spēja grupējuma ietvaros. Pamatojoties uz klasifikācijas analīzes rezultātiem, Eiropas valstis tika iedalītas sešās savstarpēji atšķirīgās grupās. Optimālais klasteru skaits tika noteikts, izmantojot Elbova (Elbow) metodi (Elbow rule), kas pamatojas uz izkliedes samazinājuma un pieauguma attiecību analīzi, identificējot punktu, kur papildu klasteru pievienošana vairs nenodrošina būtisku izkliedes samazinājumu (Thorndike, 1953).

3.8. tabula / Table 3.8.

Galīgie klasteru centri / Final cluster centers

	Klasteris					
	1	2	3	4	5	6
REGR faktora vērtējums – piena ražošana	1,30707	-,42551	-,43863	-,36611	3,42190	,13288
REGR faktora vērtējums – tirgus aspekti	-,56052	-1,53199	,19556	1,26530	,90221	,52220
REGR faktora vērtējums – makroekonomiskā vide	-,29574	,05319	-,24288	-,21530	-,22136	4,88655

REGR – Regression factor score estimates (faktoru vērtējumi, aprēķināti ar regresijas metodi)

Avots: autores aprēķini.

Galīgo klasteru centru analīze ļauj sīki raksturot katru no sešiem izveidotajiem klasteriem, identificējot tiem visraksturīgākos faktoros.

1. klasterim ir raksturīgs izteikts piena ražošanas faktors (1,307), kas liecina par ražošanas jaudas dominanci, bet ar ierobežotu tirgus un makroekonomisko faktoru stimulējošo efektu. Šajā klasterī iekļaujas Spānija, Francija, Itālija un Polija. Vistuvāk klastera centram atrodas Itālija (0,422), kura visvairāk atbilst attiecīgā klastera aprakstam.

Šajā klasterī esošās valstis izceļas ar augstu piena ražošanas kapacitāti un labi attīstītu pārstrādes nozari. Šīm valstīm ir raksturīgs liels slaucamo govju skaits (2023. gadā Spānijā bija 785 tūkst., Francijā 3164 tūkst., Itālijā 1808 tūkst. un Polijā 2243 tūkst.) un saražotā piena daudzums (kopā 2023. gadā šīs valstis ražoja 56718,61 tūkst. tonnu piena), kas veido ievērojamu daļu ES kopējā saražotā piena daudzuma. Savukārt makroekonomiskie rādītāji šajās valstīs ir mērenāki salīdzinājumā ar valstīm, kurām ir augstāks ienākumu līmenis.

2. klasterī ir salīdzinoši zemāki rādītāji visos trijos faktoros, īpaši tirgus aspektos (-1,531). Šis klasteris raksturo valstis ar ierobežotu nozares kapacitāti un zemāku pieprasījumu. Šajā klasterī atrodas Bulgārija, Grieķija, Horvātija, Rumānija un Latvija. No visām valstīm vistuvāk klastera centram atrodas Bulgārija ar distanci 0,087, savukārt Latvija ar distanci 0,624 ir salīdzinoši tālu no 2. klastera centra.

Otrajā klasterī ietilpstošās valstis raksturo zemāka piena ražošanas intensitāte un vājāka tirgus attīstība. Kopīgās iezīmes šīm valstīm ir neliels slaucamo govju skaits, mazāks saražotā piena daudzums un mazāk koncentrēta pārstrādes un tirdzniecības struktūra, kas ierobežo šo valstu konkurētspēju ES tirgū. Dati par 2023. gadu liecina, ka šajās valstīs piena ražošana ir būtiski mazāka nekā Eiropas vadošajos piena tirgos. Bulgārijā saražotais govs piena apjoms bija 652 tūkst. tonnu, Grieķijā 636 tūkst. tonnu, Horvātijā 377 tūkst. tonnu, Latvijā 962 tūkst. tonnu un Rumānijā 1217 tūkst. tonnu. Lielākajā daļā šo valstu arī piena iepirkuma cenas ir zemākas nekā vidējā ES (kas 2023. gadā bija 47 EUR/100 kg), piemēram, Latvijā 2023. gadā cena bija 35 EUR/100 kg un Rumānijā 45 EUR/100 kg.

Bulgārija atrodas vistuvāk klastera centram un precīzi atbilst 2. klastera profilam. 2023. gadā šajā valstī saglabājās samērā mazs saražotā piena daudzums (652 tūkst. tonnu), kas ir būtiski zemāks nekā vidēji ES (5323 tūkst. tonnu). Tāpat attiecīgajā gadā šī valsts uzrādīja ierobežotu pārstrādes jaudu (ar 240 pārstrādes uzņēmumiem, no tiem tikai 10 bija vadošie uzņēmumi). Šie rādītāji nozīmē, ka Bulgārija nav izteikti zemas produktivitātes valsts, bet gan valsts ar modernizācijas pazīmēm (USDA Foreign Agricultural Service, 2024).

Pēc piena ražošanas faktora (-0,438) 3. klasteris ir līdzīgs 2. klasterim, tomēr šajā klasterī atrodas valstis ar labvēlīgākiem tirgus apstākļiem. Šajā klasterī atrodas visvairāk valstu – 11 –, un vistuvāk centram atrodas Somija. Pārējās valstis ir Beļģija, Igaunija, Kipra, Lietuva, Ungārija, Austrija, Portugāle, Slovēnija, Slovākija, un Zviedrija. Tipiskākie šī klastera pārstāvji ir Slovākija, Portugāle un Austrija, savukārt Beļģija un Ungārija ir vistālāk no centra (mazāk tipiskas, bet pēc kopējā profila tomēr pieder 3. klasterim).

Šajā klasterī apvienotas valstis ar vidēju piena ražošanas intensitāti, līdzsvarotu tirgus struktūru un stabilu makroekonomisko vidi, kas kopumā nodrošina efektīvu un noturīgu piena ražošanas modeli. Kopumā šajā valstīs piena ražošanas apjomi ir mēreni, tomēr to kompensē labi organizēts piena tirgus. Ziemeļvalstis (Somija un Zviedrija), kā arī Austrija uzrāda augstu ražošanas efektivitāti (attiecīgi 2023. gadā saražotā piena daudzums šajās valstīs bija 2195, 2818 un 3242 tūkst. tonnu) un stabilu iepirkuma cenu (vairāk nekā 50 EUR/100 kg). Makroekonomiskajā dimensijā šī klastera valstīm ir stabila, bet ne dominējoša ekonomiskā vide, kas nodrošina labvēlīgus apstākļus nozares ilgtspējai un investīciju piesaistei. Tādējādi 3. klastera valstis pārstāv vidēji augstas efektivitātes un stabilas piena ekonomikas grupu, kuras priekšrocība ir tirgus līdzsvars, nevis ražošanas apjoma dominance.

Baltijas valstis iezīmē skaidru strukturālu atšķirību piena nozares attīstības līmenī, kas atspoguļojas arī klasteru analīzes rezultātos. Igaunija un Lietuva atrodas 3. klasterī, savukārt Latvija 2. klasterī, ko atšķirībā no 3. klastera raksturo vājāks tirgus. Attiecīgi Lietuva un Igaunija atrodas klasterī, kur valstis spēj saglabāt stabilu iepirkuma cenu līmeni, kas nodrošina

augstāku ienākumu un konkurētspēju. Savukārt Latvijā saglabājās zemāks iepirkuma cenu līmenis, kas kopā ar mazāku pārstrādes sektoru un vājāku eksporta pozīciju nosaka tās piederību 2. klasterim.

4. klasteris izceļas ar augstu tirgus aspektu vērtību (1,265), vidējiem rādītājiem piena ražošanā (-0,366) un nedaudz negatīvu makroekonomisko vidi (-0,215). Tas ir raksturīgs valstīm ar spēcīgu pieprasījumu (augstāka pirktspēja, iedzīvotāju skaita dinamika), kā arī stabilizētu ražošanas līmeni. Šajā klasterī atrodas Čehija, Dānija, Luksemburga, Malta un Nīderlande; tipiskākā valsts šajā klasterī ir Dānija (0,372), bet vismazāk tipiska – Nīderlande (0,703).

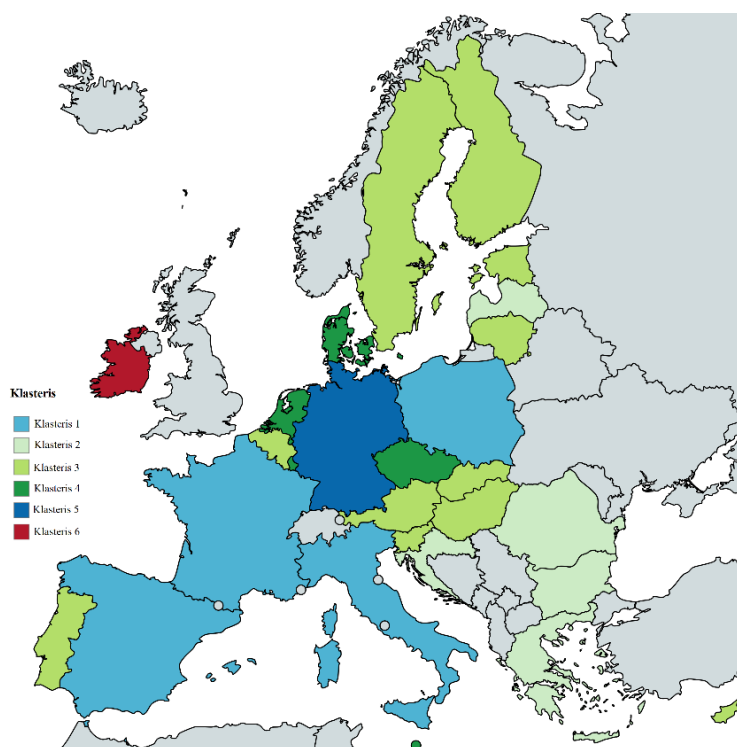
Šajā klasterī piena ražošanas apjomi nav dominējošais aspekts, taču tirgus efektivitāte, cenu stabilitāte un pārstrādes spēja ievērojami pārsniedz ES vidējo līmeni. Tādējādi šo valstu priekšrocība nav ražošanas apjoma palielināšana, bet gan efektīvāka ražošana, lielāka pievienotā vērtība pārstrādē un līdzsvarots tirgus. Dānijā un Luksemburgā piena nozare darbojas ar augstu ražošanas efektivitāti un spēcīgu kooperatīvu sistēmu (piemēram, *Arla Foods*), kas nodrošina gan ražotāju ienākumu stabilitāti, gan tirgus pozīciju ES līmenī (*Arla Foods*, n.d.). Luksemburga ir neliela ražotājvalsts, bet ar ļoti augstu izslaukumu un stabilu cenu līmeni. Malta ir šī klastera strukturāli atšķirīgākā valsts – tās piena nozare ir maza (2023. gadā saražotā piena daudzums sasniedza vien 37 tūkst. tonnu) un ir vērsta uz vietējo tirgu, taču tai ir ļoti augsts cenu līmenis un stabila ekonomiskā vide, kas statistiski pietuvina to citām šī klastera valstīm.

Vēl viena netipiska valsts, kura tika iekļauta šajā klasterī, ir Nīderlande, kurai 2023. gadā bija augsts saražotā govs piena rādītājs, – 13895 tūkst. tonnu. Šis valsts piena nozares attīstība pēdējos gados pamatojas nevis uz apjoma palielināšanu, bet uz tirgus struktūras stabilizāciju, kvalitātes uzlabošanu un eksportspējīgu produktu (piemēram, siera) ražošanu. Nīderlandes tirgus atspoguļo izteikti uz eksportu vērstu ekonomiku. 2023. gadā 70% saražotā piena tiek eksportēti, tostarp lielākā daļa uz ES valstīm (kaimiņvalstīm Beļģiju un Vāciju, kā arī Franciju vairāk nekā 52% kopējā Nīderlandes piena produktu eksporta apjoma). Šāda ģeogrāfiski tuva un stabila tirgus orientācija nodrošina cenu noturību un līdzsvarotu tirdzniecības struktūru, kas klastera modelī atspoguļojas kā augstāka tirgus efektivitāte (ZuivelNL, 2023).

5. klasterim piemīt augsts ražošanas faktors (3,421) un ievērojami tirgus aspekti (0,902). Tas norāda uz valsti ar izteiktu ražošanu, un klasterī ir tikai viena valsts, kura ir tipiskākā klastera pārstāve, – Vācija –, kurai piemīt ievērojami augstāks ražošanas līmenis ar 31 423 tūkst. tonnu saražotā govs piena daudzuma 2023. gadā, kas veido gandrīz piekto daļu kopējā ES piena ražošanas apjoma. Tomēr Vācijas atrašanās atsevišķajā klasterī nav tikai lielā saražotā piena daudzuma dēļ, bet arī tādēļ, ka valsti raksturo augsta pārstrādes sektora koncentrācija un integrācija starp piena kooperatīviem, rūpniecību un eksportu (Wehner et al., 2022).

Tādējādi 5. klasteris atspoguļo Eiropas piena tirgus līdera pozīciju, kas ne tikai nosaka kopējo tirgus dinamiku, bet arī būtiski ietekmē politikas mehānismu un cenu signālu veidošanos visā ES piena nozarē.

Un pēdējā, 6. klasterī, dominē makroekonomiskās vides faktors (4,886), bet piena ražošanas (0,132) un tirgus aspekti (0,522) ir mēreni pozitīvi. Arī šajā klasterī atrodas tika viena valsts, tā ir Īrija. Īrijā ir viens no augstākajiem IKP uz iedzīvotāju (96 290 EUR 2023. gadā) un augsts eksporta īpatsvars (158 656 tonnu 2023. gadā). Tas nozīmē, ka piena lopkopība darbojas valsts kopējās ekonomiskās stabilitātes ietvarā, un attiecīgi saimniecībām ir pieejams finansējums attīstībai un eksporta infrastruktūra. Tāpat Īrijas piena lopkopība ir nozīmīgākais ienākumu avots ģimenes saimniecībām valstī, proti, šī nozare nodrošina visaugstāko saimniecību ienākumu līmeni starp visām lauksaimniecības nozarēm, un tās turpmākā attīstība tiek pamatota ar ganību ražīguma paaugstināšanu, lopu auglības uzlabošanu un barības izmaksu samazināšanu, kas stiprina Īrijas piena lopkopības noturību un ilgtspēju (Teagasc, 2023).



Avots: autores veidots.

3.17. att. / Fig. 3.17. **Eiropas valstu iedalījums piena lopkopības klasteros / Clustering of European countries by dairy s farming characteristics**

Kopumā klasteru analīzes rezultāti norāda uz būtiskām atšķirībām Eiropas valstu piena lopkopībā. 3.17. attēlā ir redzams, ka valstis tiek iedalītas četros raksturīgajos reģionos ar atšķirīgām ražošanas un tirgus attīstības iezīmēm. Vidusjūras un Centrāleiropas valstis izceļas ar vidēji attīstītu piena ražošanu un tirgus rādītājiem, savukārt Austrumeiropas un Balkānu reģiona valstīm ir raksturīgi vājāki rādītāji gan piena ražošanā, gan tirgus attīstībā. Ziemeļeiropas un Rietumeiropas valstis uzrāda mēreni attīstītu piena ražošanu un līdzīgu tirgus attīstības līmeni. Tikmēr Centrāleiropas valstis izceļas ar vidēji attīstītu piena ražošanu, taču ar augsti attīstītu un konkurētspējīgu piena tirgu.

Šādā veidā ir iespējams konstatēt, kā valstis grupējas pēc kopīgajām iezīmēm, kā arī izprast atšķirības starp tām, kas var noderēt politikas veidošanas un stratēģisko lēmumu pieņemšanā.

Klasteranalīzes rezultāti sniedz arī būtisku pamatu turpmākajai scenāriju izstrādei, jo tie skaidri parāda Latvijas piena lopkopības atšķirīgo pozicionējumu salīdzinājumā ar Lietuvu un Igauniju. Latvijas piederība klasterim ar vājākiem strukturālajiem un tirgus rādītājiem ļauj identificēt konkrētās attīstības vājas vietas, kuras ir jāmodelē turpmākajos AGMEMOD scenārijos. Tādējādi klasteranalīze ne tikai raksturo reģionālās atšķirības, bet arī var veidot pamatojumu scenārijiem, kas pamatojas uz Latvijas iespējamajām attīstības trajektorijām un potenciālu tuvināties attīstītākiem klasteriem.

Trešās nodaļas satura kopsavilkums / Summary of the content of the third chapter

Promocijas darba trešajā nodaļā darba autore veica Baltijas valstu piena lopkopības attīstības tendenču analīzi, īpašu uzmanību pievēršot strukturālajām pārmaiņām, ražošanas dinamikai, cenu svārstībām un patēriņa izmaiņām.

1. Piena ražošana ir viens no galvenajiem lauksaimniecības sektoriem un globālā līmenī piena ražošanas apjoms turpina pieaugt. ES kopumā saglabā būtisku lomu pasaules piena tirgū, un piena ražošana veido nozīmīgu daļu ES lauksaimniecības produkcijas vērtības. Strukturālā analīze liecina, ka Baltijas valstīs piena lopkopība ieņem būtisku

- pozīciju lauksaimniecības struktūrā atšķirībā no ES-27, kur dominē graudkopība. Latvijā un Igaunijā piena ražošanas īpatsvars ir īpaši izteikts, kamēr Lietuvā novērojams līdzsvarotāks sadalījums starp pienu, graudiem, gaļu un dārzeņiem.
2. Pamatojoties uz bāzes un ķēdes pieaugumu tempu aprēķināšanu, tika secināts, ka kopš 2000. gada Baltijas valstīs novērojama tendence mazināties slaucamo govju skaitam. Šāda analīze ļāva kvantitatīvi novērtēt izmaiņu intensitāti ilgtermiņā un starpvalstu salīdzinājumā. Piemēram, Lietuvā šī dinamika ir vizizteiktākā, savukārt Igaunijā ķēdes pieauguma tempi liecina par salīdzinoši noturīgu situāciju, neņemot vērā slaucamo govju skaita lejupslīdi (2022. gadā Igaunijā slaucamo govju skaita ķēdes pieauguma temps bija 96,55%).
 3. Ņemot vērā, ka pēdējos gados visās Baltijas valstīs tiek novērota slaucamo govju skaita mazināšanās tendence, visās valstīs ir vērojams būtisks izslaukuma pieaugums no vienas govs. Latvijā no 2020. gada līdz 2022. gadam kopējais slaucamo govju skaits ir būtiski samazinājies, savukārt vidējais piena izslaukums no vienas govs konsekventi pieaug. Lietuvā un Igaunijā ir novērojama līdzīga tendence – kopējais slaucamo govju skaits mazinās, savukārt vidējais piena izslaukums no vienas govs kopumā pieaug. Kā vienu iemeslu šādai tendencei var minēt struktūrfondu finansējuma pieejamību, Baltijas valstīm iestājoties ES, kas nodrošināja iespējas modernizēt saimniecības, iegādāties tehnoloģijas un uzlabot pārvaldību. Īpaši Lietuvā, kur jau salīdzinoši agrīni tika veiktas investīcijas tehnoloģiju attīstībā, novērots konsekventi augstāks izslaukuma līmenis nekā Latvijā un Igaunijā. Tāpat vidējā izslaukuma pieaugumu ir ietekmējusi arī saimniecību struktūras maiņa – mazo un attiecīgi mazāk produktīvo saimniecību skaits pakāpeniski mazinās, kamēr lielās, modernizētās saimniecības kļūst dominējošas un nosaka kopējos nozares efektivitātes rādītāju.
 4. Ņemot vērā iepriekšminēto, piena lopkopības struktūra Baltijas valstīs pēdējās divās desmitgadēs ir piedzīvojusi būtiskas pārmaiņas, kurās vērojams mazo saimniecību skaita samazinājums, bet vidējo un īpaši lielo saimniecību īpatsvara pieaugums. No 2002. līdz 2023. gadam Latvijā kopējais piena lopkopības saimniecību skaits saruka un vizizteiktākais samazinājums bija saimniecību grupās ar 1–5 govīm. Tajā pašā laikā stabils pieaugums vērojams saimniecībās ar 300 un vairāk govīm. Līdzīga tendence konstatēta Lietuvā un Igaunijā, kur mazo saimniecību skaits ir būtiski samazinājies, savukārt lielās saimniecības turpina attīstīties. Šīs izmaiņas skaidrojamas ar vairākiem faktoriem, tostarp ar tehnoloģiskām priekšrocībām un attiecīgi investīciju pieejamību lielajās saimniecībās, kā arī mazajām saimniecībām raksturīgiem ierobežojumiem, piemēram, zināšanu trūkumu, novecojušu tehniku, grūtībām piesaistīt jauno paaudzi un nepietiekamu piekļuvi modernizācijas finansējumam. Šādi strukturālie procesi veido gan nozares ilgtermiņa konkurētspējas pamatus, gan arī rada izaicinājumus saistībā ar lauku reģionu attīstību.
 5. Lai gan visās Baltijas valstīs vērojams slaucamo govju skaita un mazo saimniecību samazinājums, piena ražošanas apjoms kopumā ir saglabājies stabils vai pat pieaudzis. Tas liecina, ka produktivitātes pieaugums un saimniecību strukturālās pārmaiņas spēj daļēji vai pilnībā kompensēt ganāmpulka skaita samazināšanos. 2004.–2023. gadā Latvijā piena ražošanas apjoms pieauga no 786 tūkst. līdz 962 tūkst. tonnu, Igaunijā šajā pašā periodā tika novērota līdzīga tendence – no 652 tūkst. līdz 895 tūkst. tonnu, saglabājot stabilu ražošanas līmeni. Savukārt Lietuvā ir novērota mērena lejupslīde (no 1849 tūkst. tonnu 2004. gadā līdz 1473 tūkst. tonnu 2023. gadā), vienlaikus saglabājot vadošo pozīciju pēc saražotā piena apjoma Baltijas valstīs.
 6. Neņemot vērā to, ka piena nozare tradicionāli tiek saistīta ar primārā produkta – piena – ražošanu, tomēr arī pārstrādes segments (piemēram, siers, sviests un paskābinātā piena produkti) ir būtiska nozares daļa. Dati par 2021.–2023. gadu

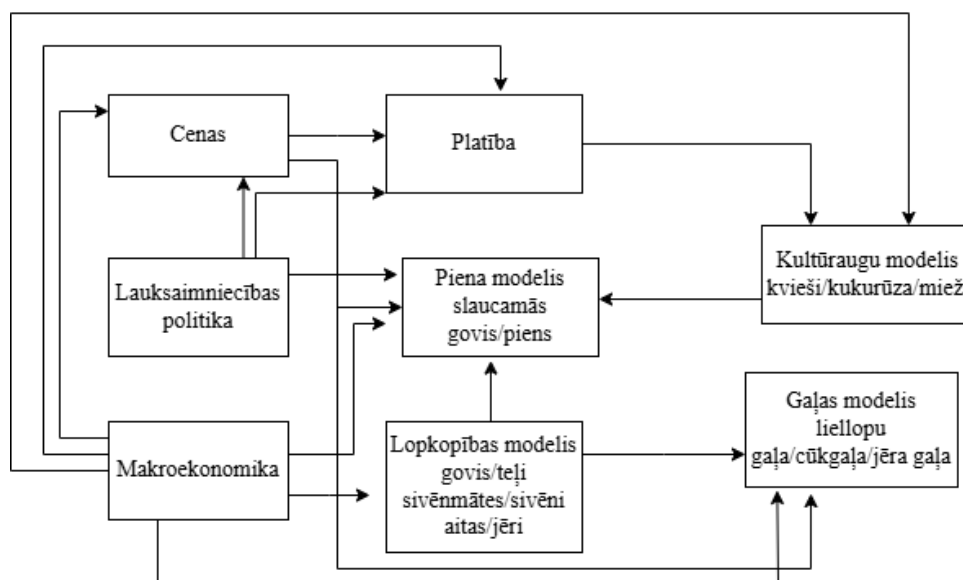
liecina, ka Lietuva ir nepārprotams līderis šo produktu ražošanā Baltijas valstīs. Šo dominanci var skaidrot ar attīstītu pārstrādes infrastruktūru Lietuvā un augstu eksportspēju – aptuveni puse saražoto piena produktu tiek eksportēta. Tikmēr Latvija un Igaunija saglabā stabilus, bet mazākus pārstrādes apjomus.

7. Vēl viens būtisks faktors, kas ietekmē tradicionālo piena ražošanu ES, ir augu izcelsmes piena alternatīvu tirgus, kurā pieaug pieprasījums. Tādi faktori kā laktozes nepanesība, vegānisma izplatība, kā arī vides apsvērumi veicina strauju šīs produktu grupas attīstību, kas vienlaikus piena nozares uzņēmumiem liek pārskatīt savas stratēģijas, un viena no iespējām ir produktu klāsta dažādošana, iekļaujot arī augu izcelsmes produktus.
8. Ražošanas apjomi un piena cenas ir savstarpēji saistīti faktori, kuri atspoguļo tirgus piedāvājuma un pieprasījuma mijiedarbību. Piena lopkopībai ir raksturīga augsta cenu svārstīguma pakāpe, ko ietekmē dažādi faktori, sākot no laikapstākļiem un ražošanas pašizmaksas līdz globālajiem ģeopolitiskajiem notikumiem. Dati liecina, ka piena cenas Baltijas valstīs vēsturiski bijušas zemākas nekā ES-27 vidēji, tomēr 2022. gadā tās ievērojami pieauga, pietuvojoties ES līmenim. Piena cenu noteikšanā būtiska nozīme ir arī vadošajām ES ražotājvalstīm Vācijai, Francijai, Nīderlandei, Dānijai, Polijai un Itālijai, kuru tirgus dinamika būtiski ietekmē arī Baltijas reģiona cenas. 2015.–2023. gadā visās aplūkotajās valstīs novērota kopējā pieauguma tendence ar īpaši izteiktu cenu lēcieni 2022. gadā. Šo straujo pieaugumu ietekmēja Krievijas-Ukrainas karš, kas izjauca ražošanas un piegādes ķēdes, tādējādi būtiski pieauga graudu, mēslojuma un enerģijas resursu cenas, kas sadārdzināja lopbarības un piena pārstrādes izmaksas, kuras savukārt atspoguļojās piena produktu cenu kāpumā, pēc kura sekoja mērenāks cenu samazinājums. Tas norāda uz to, ka Baltijas valstu nozares ir integrēta globālajā tirgū un pakļauta tā svārstībām.
9. Klasteranalīzes izmantošana ļāva labāk izprast ES valstu atšķirības piena lopkopības attīstībā, atklājot, ka Eiropas nozare ir strukturāli daudzveidīga un sadalāma vairākās valstu grupās, kuras atšķiras pēc ražošanas kapacitātes, tirgus dinamikas un makroekonomiskajiem nosacījumiem. Iegūtā informācija ļāva noteikt būtiskākos aspektus, kas nosaka piena lopkopības attīstības virzienus dažādās valstīs. Piemēram, Vācija ir valsts ar attīstītu piena ražošanu (3,421) un attīstītu tirgu (0,902, kura atrodas 5. klasterī.
10. Jāatzīmē, ka Baltijas valstis neatrodas vienā klasterī, – Latvija demonstrē zemu ražošanas rādītājus (0,425) un vāju tirgus dinamiku (-1,531) un atrodas 2. klasterī. Šajā klasterī kopumā atrodas piecas valstis un Latvija ir vistālāk no centra (0,624), tas nozīmē, ka tā nav tipiskākā šī klastera pārstāve, bet tomēr tai pastāv attiecīgā klastera iezīmes. Lietuva un Igaunija atrodas 3. klasterī un uzrāda augstākus rezultātus, īpaši tirgus aspektos (1,265). Attiecīgie rezultāti ne vien atspoguļo pašreizējo situāciju, bet arī kalpo kā indikators nepieciešamībai identificēt un attīstīt nozares vājās vietas.

4. METODOLOĢIJA UN REZULTĀTI LATVIJAS PIENA LOPKOPIBAS SCENĀRIJU MODELĒŠANĀ / *METHODOLOGY AND RESULTS OF LATVIAN DAIRY FARMING SCENARIO MODELLING*

Kā jau tika minēts 1. nodaļā, AGMEMOD ir ekonometrisks, dinamisks un daļēja līdzsvara modelis un tā datorstruktūra tika izstrādāta, izmantojot *General Algebraic Modelling System (GAMS)* programmēšanas valodu (Van Leeuwen et al., 2011).

Modeļa dinamisko uzvedību nosaka tā rekursīvā struktūra, tas nozīmē, ka iepriekšējo periodu endogēnie mainīgie tiek izmantoti kā eksogēnie noteicošie faktori, lai noteiktu kārtējā perioda līdzsvaru starp piedāvājumu un/vai pieprasījumu (Listorti & Esposti, 2008). Pamatojoties uz noteiktu lauksaimniecības produktu specifiskām modeļu veidnēm, tiek izstrādāti valstij specifiski modeļi, kas ļauj atspoguļot lauksaimniecības īpatnības dalībvalstu līmenī, vienlaikus nodrošinot iespēju tos apvienot vienotā ES modelī. Valstu modeļos ir iekļautas vienādojumu sistēmas tiem lauksaimniecības produktiem, kas pārstāv nozīmīgāko lauksaimniecības produkciju, – piena sektorā tiek analizēts gan neapstrādātais piens, gan pārstrādātie produkti (dzeramais piens, krējums, piena produkti, sviests, vājpiena pulveris, pilnpiena pulveris, kā arī citi piena produkti) (Salamon et al., 2019; Hamulczuk & Hertel, 2009).



Avots: autores veidots pēc Kotevska et al., 2013.

4.1. att. / Fig. 4.1. AGMEMOD apakšmodeļu savstarpējās attiecības / *Interrelationships between AGMEMOD sub-models*

No visiem AGMEMOD modeļiem tieši piena modelis ir viens no sarežģītākajiem, jo to veido vairāki komponenti. Piemēram, piena izslaukums no vienas govīs var tikt modelēts kā atkarība no tehnoloģiskajām tendencēm, piena cenām, kvotu līmeņa un citiem eksogēniem faktoriem, kas var ietekmēt ražību. Savukārt kopējais slaucamo govīs skaits izriet no kopējā piena ražošanas apjoma un vidējā izslaukuma uz vienu govī (Hamulczuk & Hertel, 2009).

Darbam ar AGMEMOD modeli ir nepieciešams datu kopums, tādēļ katram valsts modelim ir sava datubāze, kas pamatojas uz kopīgu veidni ar vēsturisko datu laika rindām sadalījumā pa gadiem. Lielāko daļu AGMEMOD datubāzes veido informācija par ražošanu, kā arī piegādes un izmantošanas bilances attiecīgajiem valsts produktiem (aptverot ražošanu, krājumus, importu, dažādus izmantošanas veidus un eksportu). Kopā ar preču cenām šie rādītāji tiek noteikti kā endogēnie mainīgie (Salamon et al., 2019; Hamulczuk & Hertel, 2009).

AGMEMOD galvenokārt tiek izmantots, lai izveidotu bāzes scenāriju “Baseline”, kas ir lauksaimniecības tirgus turpmākās attīstības scenārijs, pamatojoties uz vēsturisko attīstību. Šāds scenārijs pamatojas uz pieņēmumiem par eksogēniem mainīgajiem, kas tiek noteikti ārpus

modeļa. Bāzes scenārijā tiek iekļauti tipiski biofizikālie un klimatiskie apstākļi, stabilas pieprasījuma un ražības tendences, kā arī netiek paredzēti tirgus traucējumi. Tādējādi, ja netiek iekļauti ārkārtēji nākotnes notikumi, tiek prognozēta salīdzinoši vienmērīga tirgus attīstība (Salamon et al., 2019). Ir būtiski ņemt vērā, ka bāzes scenārijs un arī alternatīvi veidotie scenāriji netiek uzskatīti par nākotnes prognozēm, bet par iespējamiem tirgus attīstības scenārijiem.

Ņemot vērā modeļa mērķi un darbības principus, darbā tika veiktas vairākas metodoloģiskās darbības, kas ļautu nodrošināt scenāriju identificēšanu, izstrādi un arī analīzi.

Lai nodrošinātu kvalitatīvu un ticamu scenāriju izstrādi, izmantojot AGMEMOD modeli, tika veikts vairāku sagatavošanas darbību kopums, kas kalpo kā pamats modeļa korektai pielāgošanai un rezultātu interpretācijai.



Avots: autores veidots.

4.2. att. / Fig. 4.2. **Scenārija izstrādes posmi AGMEMOD modelī / Scenario development stages in the AGMEMOD model**

Šāda daudzpakāpju pieeja nodrošināja to, ka scenārijs ir metodoloģiski pamatots, strukturēts un pielāgots Latvijas piena lopkopības specifikai.

Kā jau iepriekš minēts, lai izstrādātu pamatotu un nozares specifikai atbilstošu scenāriju, darba autore tostarp veica intervijas ar četriem nozares ekspertiem. Interviju mērķis bija identificēt aktuālās strukturālās pārmaiņas piena lopkopībā, kā arī apzināt galvenos

izaicinājumus un iespējamus attīstības virzienus. Iegūtā informācija kalpoja par pamatu scenāriju strukturēšanai un modelēšanas virzienu izvēlei.

Intervijas tika rīkotas laikposmā no 2025. gada 6. maija līdz 13. jūnijam. Tika intervēti šādi eksperti:

- **Raimonds Jakovickis** – Zemnieku saeimas lopkopības eksperts;
- **Ieva Krustiņa** – biedrības “Latvijas Holšteinas šķirnes lopu audzētāju asociācija” izpilddirektore;
- **Dr. agr. Daina Jonkus** – Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes profesore, vadošā pētniece;
- **Aldis Kļaviņš** – ZS “Ceriņi” saimnieks.

Izvēlētie eksperti pārstāv atšķirīgus piena lopkopības līmeņus – institucionālo, akadēmisko un praktisko, tādējādi nodrošinot ražošanas, selekcijas, politikas un pētniecības dimensiju pārklājumu. Šāda daudzpusīga pārstāvība ļāva analizēt nozares strukturālās pārmaiņas gan no stratēģiskā un politikas veidošanas skatpunkta, gan no saimnieciskās darbības un produktivitātes perspektīvas. Ekspertu profesionālā kompetence nodrošināja aktuālo nozares problēmu un attīstības tendenču padziļinātu izvērtējumu.

Lai nodrošinātu sistemātisku pieeju, tika izstrādātas interviju vadlīnijas, kas aptvēra šādus tematiskos blokus: saimniecību struktūras dinamika, tehnoloģiju ieviešana un darbaspēka efektivitāte, piena kvalitātes un selekcijas prioritātes, piena pārstrādes kapacitāte un tirgus izaicinājumi, kā arī klimata politikas ietekme uz nozari.

Ekspertu sniegtās atziņas liecina par skaidri iezīmētām strukturālām pārmaiņām Latvijā, proti, turpinās mazāku un mazāk efektīvu saimniecību skaita mazināšanās, savukārt lielās, modernizētās saimniecības kļūst produktīvākas un konkurētspējīgākas. Šajās saimniecībās tiek aktīvi ieviestas modernas tehnoloģijas, piemēram, robotizētas slaušanas sistēmas, kas būtiski uzlabo darbaspēka efektivitāti, savukārt mazām saimniecībām bieži trūkt zināšanu par šādu tehnoloģiju ieviešanas potenciālu.

Attiecībā uz pārstrādes sektoru eksperti norādīja uz tā sadrumstalotību un neefektivitāti. Ņemot vērā to, ka pārstrādes uzņēmumu skaits ir salīdzinoši liels, pārsvarā tie ir mazi un to ražošanas jaudas ir ierobežotas – aptuveni 50% saražotā piena tiek eksportēti. Šī tendence ietekmē arī Latvijas lauksaimnieku selekcijas mērķus, proti, orientēšanos uz lielu izslaukumu, nevis uz kvalitatīvu un sabalansētu piena sastāvu.

Eksperti ir arī norādījuši uz nepieciešamību pārorientēties no maksimāla izslaukuma no vienas govs uz kvalitatīvu un sabalansētu ražošanu. Optimālais sasniežamais izslaukums no vienas govs, ekspertuprāt, Latvijā ir ap 12 000 kg gadā, vienlaikus nodrošinot arī saimniecības ilgtspējīgu ražošanu, dzīvnieku veselību un atražošanu. Tika arī norādīts, ka tieši lielās saimniecības aktīvāk iesaistās ciltsdarbā, kas arī ir saistīts ar modernāku tehnoloģiju lietošanu.

Saistībā ar ES politiku attiecībā uz emisiju mazināšanu eksperti atzīmēja, ka Latvijā trūkst konkrēta rīcības plāna. Šī iemesla dēļ klimata politikas jautājumi netiek aktīvi integrēti saimniecību attīstības stratēģijās un attiecīgi šīs politikas ietekme netiek izjusta pilnā mērā. Tomēr šāda nenoteiktība lauksaimniekus ietekmē negatīvi, jo rada ilgstošu neskaidrību par turpmākajām prasībām un atbalsta nosacījumiem. Vienlaikus eksperti norādīja, ka Latvijā kopumā pastāv būtisks administratīvais slogs, kas apgrūtina gan normatīvo aktu ievērošanu, gan ārvalstu finansējuma piesaisti.

Ekspertu interviju rezultāti netika izmantoti modelēšanas rezultātu pārbaudei, bet kalpoja kā kvalitatīvs pamats aktuālo nozares pārmaiņu identificēšanai. Iegūtās atziņas tika integrētas PESTEL (*Political, Economic, Sociological, Technological, Environment and Legal*) analizē, strukturējot būtiskākos ārējās vides aspektus un nosakot scenāriju izstrādes konceptuālo ietvaru. Tādējādi intervijas nodrošināja metodoloģisku sasaisti starp kvalitatīvo nozares situācijas izvērtējumu un kvantitatīvo scenāriju modelēšanu.

PESTEL ir strukturēta metode strukturētai ārējās vides analīzei, lai izvērtētu, kā tā var ietekmēt nozari, uzņēmumu vai projektu (Mihailova, 2020). Šī metode ļauj sistemātiski novērtēt politiskos, ekonomiskos, sociālos, tehnoloģiskos, vides un tiesiskos aspektus.

PESTEL analīze / PESTEL analysis

Faktori	Raksturojums	Ietekme uz nozari
P – Politiskie	<ul style="list-style-type: none"> Latvijā nav izstrādāts konkrēts plāns SEG emisiju mazināšanai piena sektorā. Pastāv administratīvais slogs normatīvo aktu ievērošanā un finansējuma piesaistē. 	<ul style="list-style-type: none"> Rada nenoteiktību un kavē ilgtermiņa investīcijas.
E – Ekonomiskie	<ul style="list-style-type: none"> Pārstrādes sektors ir sadrumstalots, ar zemu efektivitāti. Turpinās saimniecību konsolidācija – mazo saimniecību skaits mazinās, savukārt lielās saimniecības kļūst konkurētspējīgākas. 	<ul style="list-style-type: none"> Mazinās pievienotās vērtības radīšana valstī. Mazās saimniecības kļūst mazāk konkurētspējīgas.
S – Sociālie	<ul style="list-style-type: none"> Pieaug sabiedrības pieprasījums pēc dzīvnieku labturības. Robotizācija maina darbaspēka struktūru – pieaug vajadzība pēc digitālām prasmēm. 	<ul style="list-style-type: none"> Jāveic ražošanas stratēģijas pārorientācija. Pieaug pieprasījums pēc darbinieku mācībām.
T – Tehnoloģiskie	<ul style="list-style-type: none"> Robotizētās slaukšanas sistēmas un precīzā lauksaimniecība uzlabo produktivitāti. 	<ul style="list-style-type: none"> Paaugstina ražošanas efektivitāti un pārorientē darbaspēku.
E – Vides	<ul style="list-style-type: none"> Iespējamās stingrākas prasības attiecībā uz metāna emisijām. 	<ul style="list-style-type: none"> Papildu ieguldījumi emisiju pārvaldībā.
L – Tiesiskie	<ul style="list-style-type: none"> Nenoteiktība klimata regulējumā. 	<ul style="list-style-type: none"> Finansējuma iespēju aizkavēšanās.

Avots: autores veidots, pamatojoties uz ekspertu intervijām.

Veiktā PESTEL analīze ļauj izdarīt būtiskus secinājumus par Latvijas piena lopkopības attīstības tendencēm un ārējās vides ietekmi. Piemēram, politiskā un tiesiskā nenoteiktība rada ievērojamus riskus nozares ilgtspējai, savukārt tehnoloģiskās pārmaiņas paātrina saimniecību strukturālās atšķirības, proti, lielās un modernizētās saimniecības kļūst konkurētspējīgākas, kamēr mazo saimniecību skaits mazinās. Kopumā PESTEL analīze norāda, ka nozares konkurētspējas un ilgtspējas nodrošināšanai ir nepieciešama koordinēta pieeja.

Vienlaikus arī klasteranalīzes rezultāti kalpoja kā pamatojums scenāriju izstrādei, jo tie parādīja, ka Latvijas atrodas 2. klasterī kopā ar valstīm, kurām ir raksturīgi zemāki ražošanas un tirgus rādītāji. Attiecīgi ir jāizstrādā un jāizvērtē tāds scenārijs, kur Latvijas piena lopkopība tiecas uz attīstītāku klasteri (piemēram, 1. klasteri), kā arī tādu, kur nozare saglabā esošo attīstības līmeni un attiecīgi arī klasteri.

Ņemot vērā iepriekšminēto, tika identificēti divi scenāriji.

- A scenārijs “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” atspoguļo situāciju, kurā tiek saglabāts stabils atbalsts saimniecību modernizācijai un lielākā daļa saimniecību spēj īstenot pakāpenisku tehnoloģiju ieviešanu. Modernizācijas process rada priekšnoteikumus ilgtspējas mērķu sasniegšanai, īpaši resursu izmantošanas pilnveidošanas un vides prasību ievērošanas jomā.
- A2 scenārijs “Ierobežota saimniecību modernizācija” paredz situāciju, kad ilgtspējas mērķu īstenošanu kavē neskaidrs un mainīgs normatīvais ietvars, kas ierobežo

saimniecību investīciju piesaisti. Rezultātā modernizācija notiek lēnāk un ierobežotāk.

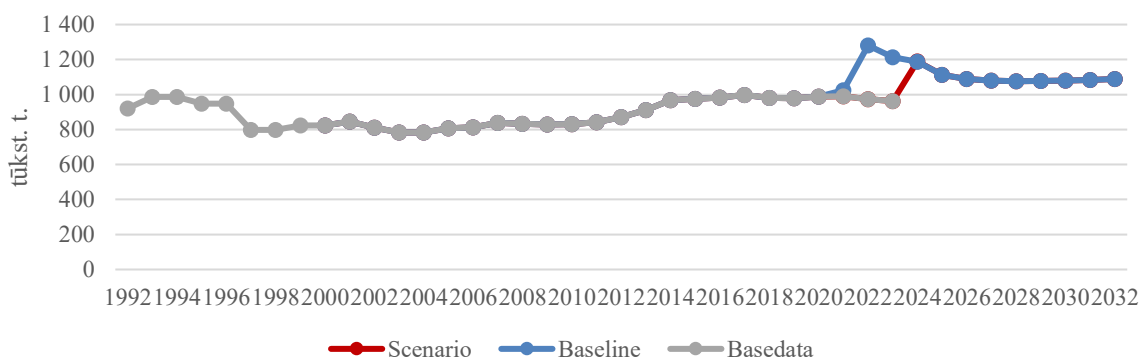
Ņemot vērā izstrādāto scenāriju būtību un to ietekmes raksturu, tika identificēti rādītāji, kuriem ir nepieciešama papildināšana vai precizēšana, lai nodrošinātu pilnvērtīgu scenāriju izvērtējumu, – kopējais saražotā piena daudzums, vidējais izslaukums no vienas govys un kopējais slaucamo govju skaits. Izvēlētie trīs rādītāji kopumā atspoguļo galvenos piena lopkopības aspektus – tās ekonomisko nozīmi, ražošanas efektivitāti un ietekmi uz struktūru un vidi. Tie ļauj skaidri kvantificēt, kā pakāpeniska modernizācija vai stagnācija regulatīvās nenoteiktības dēļ ietekmēs piena ražošanu, efektivitāti un ganāmpulka dinamiku.

4.1. AGMEMOD datubāzes papildināšana, vienādojumu pielāgošana un scenāriju izveide / *AGMEMOD database update, equation adjustment, and scenario development*

AGMEMOD modelis pamatojas uz valsts datubāzēm (*country databases*), kurās tiek ievadīti vēsturiskie dati par attiecīgās nozares rādītājiem, tostarp ražošanas apjomiem, cenām, importa un eksporta plūsmām, kā arī citiem būtiskiem indikatoriem. Lai “Baseline” scenārijs tiktu veidots, iekļaujot arī vēsturiskos datus un tendences, ir būtiski aktualizēt datubāzi (papildināt ar trūkstošiem datiem vai aktualizēt esošos datus).

Latvijas piena lopkopības datubāze tika papildināta ar aktuālajiem datiem attiecībā uz kopējo piena ražošanas apjomu, slaucamo govju skaitu, vidējo izslaukumu no vienas govys un piena iepirkumu cenām. Minētie rādītāji tika atjaunoti un papildināti, aptverot 2021.–2023. gadu, lai nodrošinātu modeļa saskaņotību ar jaunākajām nozares tendencēm. Datu pilnveide tika veikta, izmantojot CSP publicēto informāciju.

Dati tika atjaunoti iepriekšminētajiem rādītājiem, jo tie ir būtiskākie piena ražošanas procesus raksturojošie indikatori, kā arī tie veido savstarpēji saistītu sistēmu modeli, kurā, piemēram, kopējais slaucamo govju skaits ir tieši atkarīgs no to produktivitātes līmeņa (izslaukuma uz vienu govju) un kopēja saražota piena apjoma. Līdz ar to kļūdas vai neatbilstības jebkurā no šiem elementiem tieši ietekmē modeļa galarezultātus.



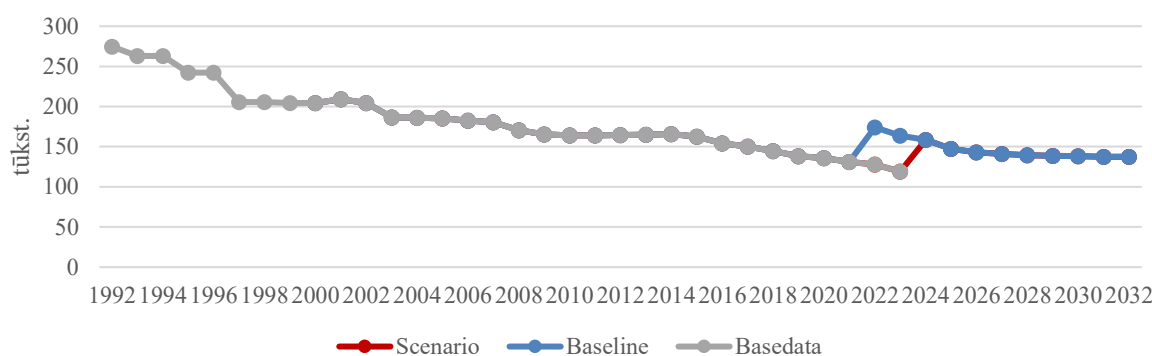
Avots: AGMEMOD rezultāti.

4.3. att. / Fig. 4.3. Saražotā piena daudzums Latvijā – “Baseline” un atjaunoto datu scenārijs, 1992.–2032. gads, tūkst. t. / *Milk production in Latvia – ‘Baseline’ and updated data scenario, 1992–2032, thousand t*

Attēlā ir redzami dati no AGMEMOD par Latvijā saražotā piena apjomu laikposmā no 1992. līdz 2032. gadam. Pelēkā līkne (“Basedata”) uzrāda vēsturiskos datus, savukārt zilā līkne (“Baseline”) attēlo modelī aprēķināto piena ražošanas attīstības tendenci, pamatojoties uz vēsturiskajiem datiem. Sarkanā līkne (“Scenario”) rāda rezultātus pēc tam, kad modeļa ievaddati tika papildināti ar aktuālo informāciju par 2021.–2023. gadu.

Pēc datu atjaunošanas “Scenario” ir redzama būtiska korekcija uz leju, salīdzinot ar “Baseline”, kas norāda uz sākotnēji pārvērtētiem piena ražošanas apjomiem modelī. Tas liecina,

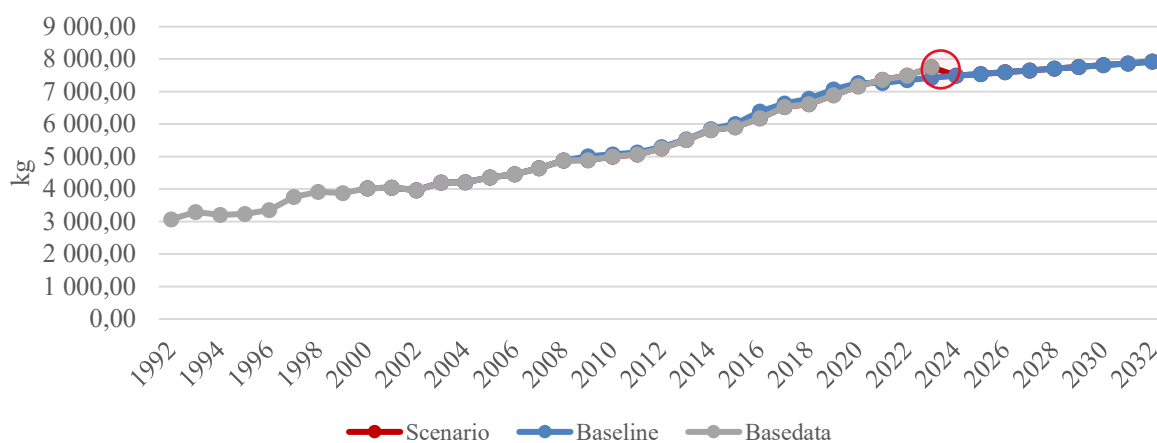
ka datu precizitātei ir nozīmīga loma, lai iegūtie rezultāti atbilstu faktiskajai situācijai un ļautu labāk atspoguļot reālās izmaiņas nozarē un uzlabot modelēšanas uzticamību.



Avots: AGMEMOD rezultāti.

4.4. att. / Fig. 4.4. **Slaucamo govju skaits Latvijā – “Baseline” un atjaunoto datu scenārijs, 1992.–2032. gads, tūkst. / Number of dairy cows in Latvia – ‘Baseline’ and updated data scenario, 1992–2032, thousand head**

Attēlā ir redzama slaucamo govju skaita attīstība Latvijā laikposmā no 1992. līdz 2032. gadam un pēc datu atjaunošanas (sarkanā līkne) ir redzams, ka tiek iegūta atšķirīga attīstības trajektorija, īpaši sākotnējos prognozes gados, salīdzinot ar sākotnējo “Baseline” versiju (attiecībā uz 2024. gadu “Baseline” paredzēja 174 tūkst. slaucamo govju skaitu Latvijā, savukārt “Scenario” gadījumā tie ir 158 tūkst.).

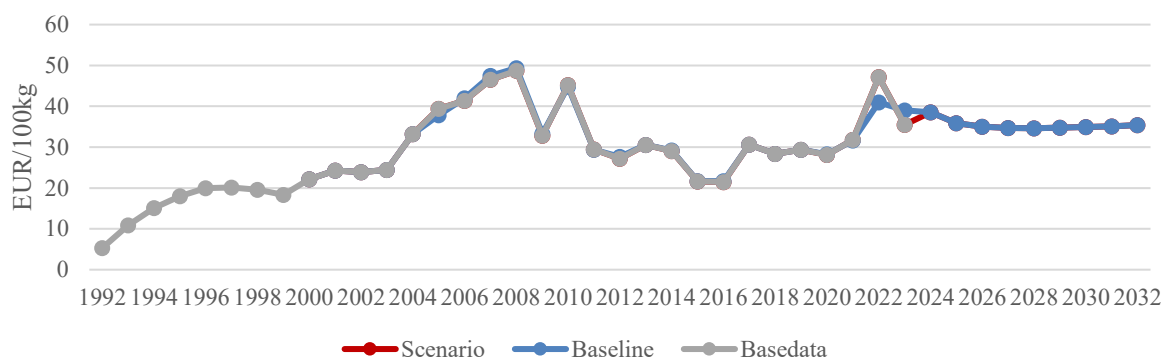


Avots: AGMEMOD rezultāti.

4.5. att. / Fig. 4.5. **Vidējais piena izslaukums no vienas govys Latvijā – “Baseline” un atjaunoto datu scenārijs, 1992.–2032. gads, kg / Average milk yield per cow in Latvia – ‘Baseline’ and updated data scenario, 1992–2032, kg**

Šajā gadījumā ir redzams, ka pelēkā (vēsturisko datu) un zilā (“Baseline”) līkne pilnībā pārklājas, norādot, ka modelī sākotnējā kalibrēšanā vēsturiskie dati tika pieņemti kā nemainīgi un netika pārbaudīti. Tādēļ sākotnēji vēsturiskie izslaukuma dati nav ietekmējuši prognozēšanas rezultātus. Tikai pēc scenārija datu aktualizēšanas ar reālo 2021.–2023. gada informāciju ir iespējams novērtēt atšķirības starp automātiski aprēķinātu un faktiski novērotu izslaukuma līmeni (prognoze sāka veidoties no 2024. gada).

Vēl viens rādītājs, kura dati tika pārskatīti un aktualizēti, ir piena iepirkuma cena. Sākotnēji modelī izmantotie dati neatbilda CSP oficiālajiem rādītājiem, sākot no 2000. gada, līdz ar to tika veikta datu precizēšana. Tāpat datubāze tika papildināta ar trūkstošajiem datiem par 2021.–2023. gadu. Vienlaikus tika konstatēts, ka vienādojums neiekļāva vēsturiskos datus un tāpēc pelēkā un zilā līkne pilnībā pārklājās. Pēc datubāzes atjaunošanas prognoze sāka veidoties no 2024. gada



Avots: AGMEMOD rezultāti.

4.6. att. / Fig. 4.6. Piena iepirkuma cenas Latvijā – “Baseline” un atjaunoto datu scenārijs, 1992.–2032. gads, EUR/100 kg / Milk procurement prices in Latvia – ‘Baseline’ and updated data scenario, 1992–2032, EUR/100 kg

Datu atjaunošana bija būtisks posms, lai atjaunotu vēsturisko datu nepārtrauktību. Pēc datu papildināšanas “Baseline” un “Basedata” līknes tika nošķirtas, nodrošinot to, ka prognoze sāka veidoties no 2024. gada. Kopumā šāda datu precizēšana ļāva nodrošināt modeļa atbilstību faktiskajiem apstākļiem.

Lai nodrošinātu atbilstošu Latvijas piena lopkopības attīstības atspoguļojumu un kvalitatīvu scenārija izstrādi, tika veikta atsevišķu AGMEMOD modeļa vienādojumu pārkalibrēšana un pielāgošana. Ņemot vērā konstatētās neatbilstības starp sākotnējo modeļa datubāzi un aktuālajiem datiem, kā arī Latvijas nozares specifiku, tika veikti korekcijas pasākumi gan vienādojumu struktūrā, gan parametru līmenī. AGMEMOD modelī tiek izmantoti dažādi vienādojumu veidi, kas nosaka, kā mainīgie tiek aprēķināti un kāda veida informācija tiek ņemta vērā. Vienādojumu struktūra tiek definēta *Excel* formātā (*ModelEquations* datnēs) un pēc tam automātiski pārveidota uz GAMS kodu ar rīku *Agmemod2Gams (A2G)* (Bouma, 2022). Turpinājumā ir sniegti galvenie vienādojumu veidi.

4.2. tabula / Table 4.2.

AGMEMOD galvenie vienādojumu veidi / AGMEMOD main equation types

Vienādojuma veids	Raksturojums
1. EQ	Pamatvienādojums, kas atspoguļo modelī empīriski noteiktas attiecības. GAMS kodā tiek pārvērsts kā vienādojums ar koeficientiem un mainīgajiem.
1.1.EQ_HFX	Apvieno empīrisko vienādojumu ar fiksētiem vēsturiskajiem datiem.
1.2.EQ_SHFX	Apvieno HFX un <i>shifter</i> (ārējā ietekmējošā koeficienta) funkcionalitāti.
1.3.EQ_HFXC LI	Tiek lietots, lai izmantotu HFX vēsturiskos datus.
2. FX	Tiek izmantots, lai izveidotu fiksētu vienādojumu modelī; pamatojas uz vēsturiskajām vērtībām datubāzē, un pēc pēdējā pieejamā gada modelis turpina izmantot šo pēdējo vērtību arī nākamajos gados.
2.1.FX_CREL	Tiek izmantots, ja ir nepieciešams GAMS vienādojums ar krusteniskajām elastībām.

Vienādojuma veids	Raksturojums
3. IDEN	Nav ekonometriski novērtēts vienādojums, bet gan definēta matemātiska sakarība starp mainīgajiem.
3.1.ID_HFX	Apvienots ar HFX funkcionalitāti, lai noteiktā periodā izmantotu vēsturiskos datus. Tas nozīmē, ka līdz noteiktam gadam tiek izmantotas faktiskās vērtības no datubāzes, bet pēc tam tiek lietota identitāte kā aprēķina vienādojums.

EQ – Estimated Equation (novērtēts vienādojums), *EQ_HFX* – Hard Fix Equation (fiksēts vienādojums), *EQ_SHFX* – Soft Fix Equation (daļēji fiksēts vienādojums), *EQ_HFXCLI* – Hard Fix Climatic Equation (klimatisko faktoru fiksēts vienādojums), *FX* – Fixed Equation (fiksēts vienādojums), *FX_CREL* – Fixed Coefficient Relationship (fiksētu koeficientu attiecība), *IDEN* – Identity Equation (identitātes vienādojums), *ID_HFX* – Hard Fixed Identity Equation (fiksēta identitāte)

Avots: autores veidots pēc Bouma, 2022.

Attiecībā uz vienādojumu pārskatīšanu ir būtiski ņemt vērā, ka katrā valstī vienādojumi var atšķirties, ņemot vērā konkrētās valsts specifiku. Latvijas vienādojumi attiecībā uz tādiem rādītājiem kā kopējais saražotā piena daudzums, slaucamo govju skaits un vidējais izslaukums no vienas govs visdrīzāk netika pārskatīti kopš 2017. gada, jo AGMEMOD datnē *ModelEquations* nav iekļauta informācija par aktuālo datumu, kad vienādojums tika pārskatīts.

Analizējot “Baseline” rezultātus (skat. 4.2. un 4.3. attēlu) tika konstatēts būtisks lēcienis bāzes scenārija sākumposmā, t. i., pirmajos prognozes gados. Šādas straujas izmaiņas slaucamo govju skaitā un kopējā piena izslaukumā nav pamatotas ar reāliem tirgus vai politikas notikumiem, bet drīzāk norāda uz neatbilstību starp izmantoto vēsturisko informāciju un prognozēšanas mehānismu modeļa struktūrā.

Savukārt attiecībā uz vidējo piena izslaukumu no vienas govs un cenām (skat. 4.4. un 4.5. attēlu) sākotnēji netika ņemti vērā vēsturiskie dati, uz ko norāda fakts, ka pelēkā (vēsturiskie dati) un zilā (“Baseline”) līkne pārklājas, neņemot vērā datu dinamiku. Tāpat tika konstatēts, ka “Baseline” prognoze neatspoguļo faktiskās tendences Latvijā, jo modelī 2024. gadā tika paredzēts izslaukuma samazinājums, savukārt reālajos datos novērojams pakāpenisks izslaukuma pieaugums.

Tādēļ tika veikts vienādojumu pārskatīšanas process ar mērķi uzlabot modeļa atbildes reakciju uz izmaiņām vēsturiskajos datos un nodrošināt nepārtrauktu, loģisku pāreju no vēsturiskās novērošanas daļas uz prognozēšanas periodu.

Darba autore sāka ar vienādojumu, kas ir attiecināms uz piena izslaukumu uz vienu govī, jo šis rādītājs atspoguļo ražošanas efektivitāti un kalpo kā viens no indikatoriem, lai izvērtētu produktivitātes izmaiņas piena lopkopībā. Piena izslaukumu uz vienu govī modelī var izteikt kā tehnoloģisko tendenču, piena cenu, kvotu līmeņa un citu eksogēno mainīgo funkciju, kas varētu ietekmēt piena izslaukumu uz vienu govī (Hamulczuk&Hertel, 2009; Hanrahan, n.d.).

Lai izveidotu “Baseline” scenāriju **vidējam piena izslaukumam uz vienu govī** Latvijā, modelī tika izmantots šāds *EQ_HFX* vienādojums:

$$\text{CMYPCLV} = 2691,324 + 18,92803 * (\text{WMPWNLV} + \text{CMPRCLV}(-1) * \text{EXERLV})/\text{WMICILV} + 76,76658 * \text{TREND70} + 500 - 20 * \text{trend19} \quad (4.1.)$$

Avots: AGMEMOD “Baseline” *ModelEquations*.

kur *CMYPCLV* – Dairy cows milk production per cow (vidējais piena izslaukums no vienas govs);

WMPWNLV – Cows milk – 3,7% fat price (govs piena (3,7% tauku) iepirkuma cena);

CMPRCLV – Milk reaction price component (piena cenas reakcijas komponents);

EXRELV – Exchange rate (valūtas maiņas kurss (nacionālā valūta/eiro));

WMICILV – Dairy input cost index (piena ražošanas izmaksu indekss).

Šajā vienādojumā TREND70 ir lineārais laika mainīgais, kas sākas no 1970. gada un atspoguļo tehnoloģisko progresu (Hanrahan, n.d.).

Nemot vērā šī vienādojuma sarežģītību, kā arī novērojamo neatbilstību faktiskajām tendencēm, tika pieņemts lēmums šo vienādojumu aizstāt ar vienkāršāku struktūru. Būtiskākās izmaiņas ir attiecināmas uz mainīgā EXRELV izslēgšanu no vienādojuma. Šāds lēmums tika pieņemts, jo darba autores ieskatā pēc Latvijas pievienošanās Eirozonai 2014. gadā valūtas kursa svārstību tiešā ietekme uz piena izslaukumu Latvijā ir ierobežota. Atbilstoši izmaiņām jaunais vienādojums tika formulēts šādi:

$$\text{CMYPCLV} = (\text{WMPWNLV} + \text{CMPRCLV})/\text{WMICILV} + \text{TREND70} \quad (4.2.)$$

Avots: autores veidots.

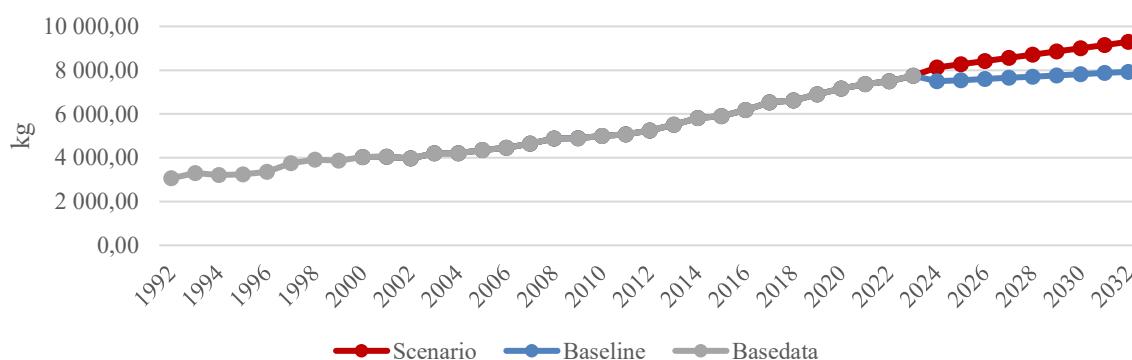
Lai iegūtu atbilstošus koeficientus un brīvo locekli, vienādojums tika novērtēts, izmantojot statistisko programmēšanas vidi R, kas ir integrēta *Agmemod2Gams* sistēmā. R izmantošana AGMEMOD sistēmā nodrošina iespēju novērtēt vienādojumus no *Excel* datnēs esošās informācijas, pārvēršot rezultātus atbilstošā GAMS formā. Turklāt šī pieeja ļauj novērst kļūdas, nodrošina elastību vienādojumu korekcijā un atvieglo rezultātu integrēšanu modelī (Laquai, 2023c).

Rezultāts:

$$\text{CMYPCLV} = 127,83 + 3,9187 * (\text{WMPWNLV} + \text{CMPRCLV})/\text{WMICILV} + 147 * \text{TREND70} \quad (4.3.)$$

Avots: AGMEMOD ModelEquations.

Lai pārliecinātos par šī vienādojuma atbilstību faktiskajām nozares attīstības tendencēm, tika veikta rezultātu verifikācija, salīdzinot modeļa prognozētās vērtības ar oficiālajiem statistikas datiem.



Avots: AGMEMOD rezultāti.

4.7. att. / Fig. 4.7. Vidējā piena izslaukuma no govīm prognoze pēc vienādojuma novērtēšanas, kg / Forecast of average milk yield per cow based on equation estimation, kg

Veicot scenārija modelēšanu ar koriģēto vienādojumu, tika salīdzināti “Baseline” un “Scenario” rezultāti, lai novērtētu izmaiņu ietekmi uz vidējā izslaukuma dinamiku. Kā redzams attēlā, “Baseline” attēlo sākotnējā vienādojuma prognozi, savukārt “Scenario” – prognozi, kurā ir ieviestas izmaiņas TREND70 koeficientā un veikta brīvā locekļa kalibrēšana. Scenārija prognoze tiek uzsākta ar 2024. gadu, kur modelī aprēķinātais izslaukuma rādītājs sasniedz 8124 kg uz vienu govī un šī vērtība ir tuva faktiskajai CSP reģistrētajai vērtībai attiecīgajā gadā – 8239 kg, tādējādi norādot uz augstu atbilstību starp modelēto un reālo situāciju. Līdz ar to var secināt, ka koriģētais vienādojums ir piemērots iekļaušanai AGMEMOD modelī un nodrošina pietiekamu prognožu ticamību turpmākai scenāriju analīzei.

Nemot vērā minēto, 4.3. vienādojums tika iekļauts “Baseline” vienādojumu datnē.

Vēl viens rādītājs, kas raksturo piena lopkopības attīstību, ir **kopējais saražotā piena daudzums**. Parasti šis rādītājs tiek modelēts kā funkcija, kas ir atkarīga no kvotas līmeņa un attiecības starp piena cenu un ražošanas izmaksām. Lai atspoguļotu situāciju kvotu režīmā un pēc kvotu atcelšanas, tiek izmantotas atšķirīgas vienādojumu formas, jo saikne starp cenu un ražošanas līmeni abos periodos būtiski atšķiras (Hamulczuk&Hertel, 2009).

Lai izveidotu “Baseline” scenāriju saražotā piena daudzumam Latvijā, modelī tika izmantots šāds vienādojums:

$$\text{CMSPRLV} = \text{CMSPR1} * \text{MKQUPE} + \min(\text{CMSPR1}, \text{CMSPR2}) * \text{MQPHOUT} + \text{CMSPR2} * (1 - \text{MKQUPE} - \text{MQPHOUT}) + 90 + 10 * \text{trend16}(-1) \quad (4.4.)$$

Avots: AGMEMOD “Baseline” Model Equations.

kur CMSPRLV – *Cows milk collected* (saražotā piena daudzums);

CMSPR1 – *Cows milk collected quota period* (saražotā piena daudzums kvotu režīmā);

CMSPR2 – *Cows milk collected non-quota period* (saražotā piena daudzums bezkvotu režīmā);

MKQUPE – *Milk production with quota* (piena ražošana ar kvotām);

MQPHOUT – *Dummy milk quota phasing out years* (kvotu atcelšanas perioda indikators).

Šajā vienādojumā “+90 + 10 × trend16(-1)” veido nemainīgu vērtību un pielāgo kopējo apjomu, ņemot vērā iepriekšējā gada strukturālo izmaiņu tendenci. Lai nepieļautu strauju lēcieni, kas veidojas “Baseline” pirmajā prognozēšanas gadā pēc datubāzes aktualizēšanas, tika veikta vienādojuma korekcija, izslēdzot “+90 + 10 × trend16(-1)”. Tas ļāva iegūt prognozēšanas rezultātus, kas pamatojas vienīgi uz faktiskajiem ražošanas komponentiem.

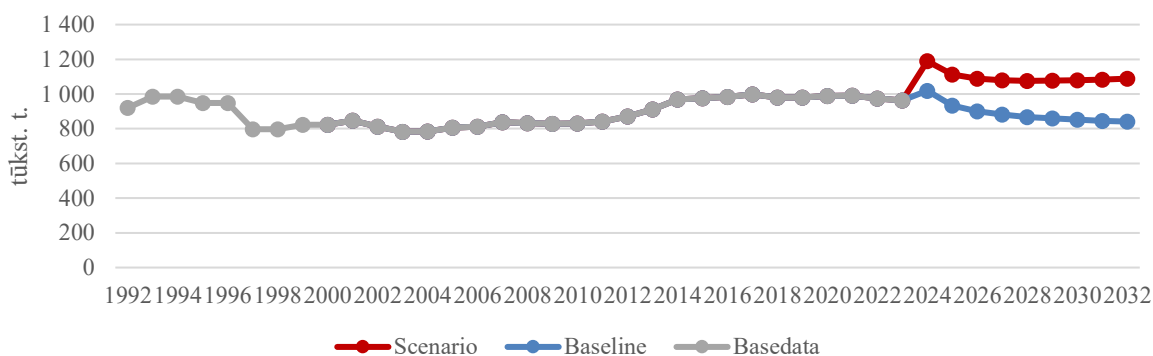
Atjaunotā vienādojuma versija:

$$\text{CMSPRLV} = \text{CMSPR1} * \text{MKQUPE} + \min(\text{CMSPR1}, \text{CMSPR2}) * \text{MQPHOUT} + \text{CMSPR2} * (1 - \text{MKQUPE} - \text{MQPHOUT}) \quad (4.5.)$$

Avots: autores veidots.

Atjaunotā vienādojuma versija tika ievietota AGMEMOD modeļa “Baseline” scenārijā, lai būtu iespēja salīdzināt “Baseline” ar “Scenario” (scenāriju, kurš kalpo kā salīdzinājuma bāze) un redzēt, vai attiecīgās izteiksmes izslēgšana mainīja modeļa izejas datus.

4.8. attēlā ir redzams, ka izteiksmes izslēgšana ir būtiski ietekmējusi modeļa izejas datus. Pēc korekcijas modelis prognozē zemāku piena ražošanas likni, kas ir tuvāka vēsturisko datu dinamikai un loģiskāk atspoguļo faktiskās nozares tendences.



Avots: AGMEMOD rezultāti.

4.8. att. / Fig. 4.8. **Saražotā piena daudzums Latvijā ar atjaunoto vienādojumu, tūkst. t. / Milk production in Latvia with the updated equation, thousand t**

Ņemot vērā iegūtos rezultātus, var pieņemt, ka sarkanās līknes veidotais lēciens prognozēšanas sākumposmā norāda uz mākslīgu paaugstinājumu, ko ir radījusi konstante. Zilās līknes rezultāti norāda uz to, ka mazinājās neatbilstības starp vēsturisko informāciju un simulācijas sākumposma rezultātiem, – saskaņā ar CSP datiem Latvijā 2024. gadā saražotā piena daudzums bija 961 tūkst. t., savukārt modelētā jaunā scenārija prognoze attiecīgajā gadā paredz 1019 tūkst. t. Starpība ir 58 tūkst. t., savukārt iepriekšējā vienādojumā starpība bija būtiskāka – 228 tūkst. t.

Attiecībā uz slaucamo govju skaitu Latvijā “Baseline” scenārijā tiek izmantots šāds IDEN vienādojums:

$$DCCCTLV = CMSPRLV * 1000 / CMYPCLV \quad (4.6.)$$

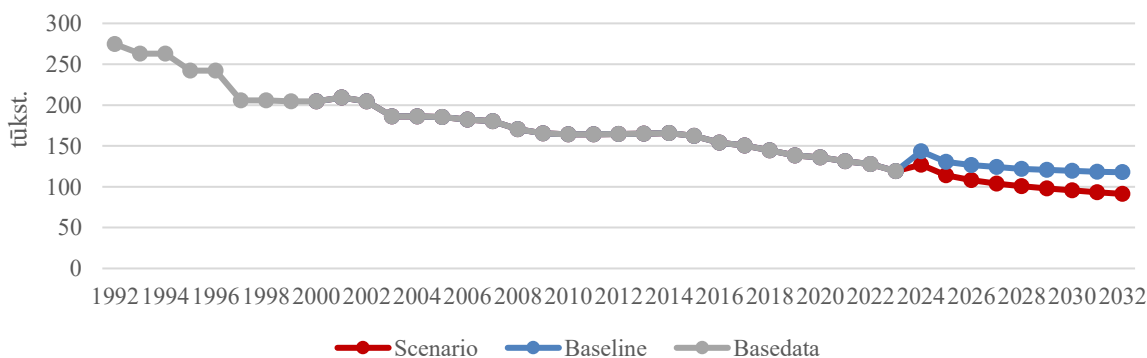
Avots: AGMEMOD “Baseline” ModelEquations

kur DCCCTLV – Total cows number (slaucamo govju skaits saimniecībā);

CMSPRLV – Cows milk collected (saražotā piena daudzums);

CMYPCLV – Cow Milk Yield per Cow (piena izslaukums no vienas gov).

Attiecīgais vienādojums netika pārskatīts, jo tā pamatā ir saražotā piena daudzums un vidējais piena izslaukums no vienas gov un abi vienādojumi tika iepriekš pārskatīti. Pēc attiecīgo vienādojumu precizēšanas AGMEMOD automātiski pārrēķināja rezultātus attiecīgajam rādītājam.



Avots: AGMEMOD rezultāti.

4.9. att. / Fig. 4.9. **Slaucamo govju skaits Latvijā ar atjaunoto vienādojumu, tūkst. / Number of dairy cows in Latvia with the updated equation, thousand**

“Baseline” attēlo sākotnējā vienādojuma prognozi, savukārt “Scenario” – prognozi, un ir redzams, ka sākotnēji 2024. gadā prognozējamais slaucamo govju skaits bija 143,53 tūkst.,

savukārt atjaunotajā scenārijā ir 127,13 tūkst., kas ir par 14 tūkst. vairāk nekā CSP bija norādīts attiecīgajā gadā.

Tikai pēc AGMEMOD datubāzes papildināšanas un vienādojumu pārskatīšanas tika uzsākta scenāriju izstrāde, jo šie iepriekšējie posmi nodrošina atbilstošu bāzi un metodoloģisko konsekvenci turpmākai modelēšanai.

Scenārija A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” izstrāde

Lauksaimniecības attīstība arvien vairāk pamatojas uz produktivitātes celšanu, izmantojot modernās tehnoloģijas. Šī pieeja tostarp attiecas uz piena lopkopību, kur piena izslaukuma pieaugums ir cieši saistīts ar precīzākām barošanas metodēm, dzīvnieku veselības pārraudzības risinājumiem, automatizāciju un digitalizāciju. Tehnoloģiju integrācija piena ražošanas un pārstrādes procesos, iekļaujot tādus elementus kā automatizētas slaukšanas sistēmas, dzīvnieku veselības un barības uzraudzības algoritmus, kā arī platformas, kas sniedz iespējas veikt nepārtrauktu ražošanas uzraudzību un datplūsmu analīzi (Hassoun et al., 2023; Abiri et al., 2023; Méndez-Zambrano et al., 2023). Viena no galvenajām automatizētās slaukšanas sistēmas priekšrocībām ir spēja kontrolēt slaukšanas biežumu katrai govij individuāli, pielāgojot to dzīvnieka ražības līmenim vai laktācijas posmam. Tāpat šādas sistēmas nodrošina biežāku govju slaukšanu, kas mazina tesmeņa pārpildījumu, un līdz ar to uzlabojas tesmeņa veselība un mazinās audu bojājuma risks (Jacobs & Siegford, 2012). Demonstrējumu rezultāti norāda uz to, ka, piemēram, robotizētā slaukšanas sistēma *Lely Astronaut* spēj savākt, apstrādāt un informēt par 120 pozīcijām un šie dati kalpo vienam mērķim, – izslaukuma kāpināšanai un govju labturībai. Tāpat šādas sistēmas ieviešana saimniecībā spēj mazināt slaukšanas biežumu un, nomainot novecojušas iekārtas ar vienādiem automatiski noņemamiem slaukšanas aparātiem, ir iespēja mazināt klīniskā mastīta gadījumu skaitu (Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs, 2022).

Ģenētiskā selekcija ir vēl viens ilgtermiņa produktivitātes virzītājs piena lopkopībā. Pētījumos tika konstatēts, ka izslaukumam ir vidēji augsta mantojuma pakāpe, kas nodrošina efektīvu atlasīšanu un noturīgu ražīguma pieaugumu vairākās paaudzēs (Lee et al., 2019). Ilgtermiņā tieši ģenētiskā selekcija tiek uzskatīta par galveno faktoru, kas nodrošina vidējā izslaukuma pieaugumu vienai govij (Gonzalez-Mejia et al., 2018). Attiecīgi var secināt, ka ģenētiskā selekcija ir tehnoloģiskā progresa komponents. Tāpat liela nozīme ir datu analītikas un pārvaldības inovācijām, kas ļauj reāllaikā mērīt dzīvnieku aktivitāti, turēšanas apstākļus, barības uzņemšanu un veselību (Neethirajan & Kemp, 2021).

Šādu tehnoloģiju lietošana ļauj gan mazināt darbaspēka vienības izmaksas, gan uzlabot dzīvnieku labturības rādītājus, laikus identificējot novirzes veselības stāvoklī un pielāgojot vadības lēmumus reāllaikā. Vienlaikus šie risinājumi veicina ilgtspējīgu lauksaimniecību un mazina nozares ietekmi uz vidi (Hassoun et al., 2023; Abiri et al., 2023; Méndez-Zambrano et al., 2023). Turklāt inovāciju attīstība un iekļaušana piena lopkopībā joprojām turpinās, bet vairāk jau kā papildināšana, nevis revolūcija nozarē (Hill, 2024). Tāpat, kā ir norādīts dažādos ES pārskatos, turpmākā izaugsme piena nozarē parasti tiks sasniegta, nevis palielinot ganāmpulku skaitu, bet uzlabojot esošo dzīvnieku produktivitāti, kas ir cieši saistīta ar tehnoloģiju ieviešanu saimniecībās (European Commission, 2024; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2025).

Tāpat klasteranalīzes rezultāti parādīja, ka Latvija šobrīd atrodas klasterī ar zemāku produktivitāti un vājāku tirgu, salīdzinot ar kaimiņvalstīm. Saimniecību modernizācija ļautu palielināt produktivitāti un tādējādi iekļauties konkurētspējīgākā klasterī, kurā dominē valstis ar augstāku tehnoloģisko nodrošinājumu, efektīvākām ražošanas sistēmām un stabilāku pozīciju starptautiskajos tirgos.

Vienlaikus Latvijā ir pieejamas dažādas finansēšanas iespējas, lai veicinātu pieredzes apmaiņu un zināšanu pilnveidošanu. Piemēram, ir paredzēts sniegt atbalstu lauksaimnieku un zinātnieku sadarbībai jaunu risinājumu, produktu, tehnoloģiju, inovāciju izstrādē un veicināt digitālo rīku izmantošanu (Ministru kabinets, 2022). Piemēram, Eiropas Lauksaimniecības fonds lauku attīstībai investīcijām materiālajos aktīvos 2023.–2027. gada plānošanas periodā

paredz atbalstu investīcijām lauku saimniecībās, lauksaimniecības produkcijas pārstrādes uzņēmumos, kā arī valsts nozīmes un pašvaldību meliorācijas sistēmu pārbūvei un atjaunošanai (LV portāls, 2024). Attiecīgi šādu programmu esība ļauj saimniecībās ieviest modernas tehnoloģijas.

Tāpat valstī pastāv garantijas instrumenti lauksaimniecībai, kuru pārvalda AS "Attīstības finanšu institūcija Altum" (ALTUM). Šo instrumentu mērķis ir veicināt finanšu resursu pieejamību lauksaimniecības un lauku uzņēmumiem, īpaši, ja tiem trūkst pietiekama nodrošinājuma banku kredītu saņemšanai (ALTUM, n.d.). Tomēr mazajām un vidējām saimniecībām Latvijā kredītu pieejamība joprojām ir būtiski ierobežota. Galvenie šķēršļi ir nepietiekams nodrošinājums, ierobežots pašu kapitāls un nelielais zemnieku saimniecību finanšu apgrozījums, kas bieži neatbilst komercbanku prasībām (Grivins et al., 2021). Turklāt lauksaimniecības sektorā joprojām dominē individuālās garantijas, savukārt portfeļgarantijas, kas ir elastīgākas un mazajām un vidējām saimniecībām piemērotāks finanšu instruments, Latvijā netiek pilnvertīgi izmantotas (European Commission, 2020b).

Būtiski ir minēt arī prakses pārņemšanu saimniecībās, kas ļauj iepazīties ar jaunajām tehnoloģijām un redzēt, kā tās darbojas praksē. Šāda prakse ļauj saimniecībām ne tikai iepazīties ar jaunajām tehnoloģijām un to darbības principiem reālos apstākļos, bet arī novērtēt to ekonomisko un praktisko lietderību pirms ieviešanas savā ražošanā (Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs, n.d.-c).

Lai gan Latvijā notiek dažādi lauksaimniecības tehnoloģiju demonstrējumu projekti, to rezultāti parasti ir pieejami tikai projektu īstenotājiem vai publicēti fragmentāri. Tas apgrūtina tehnoloģiju salīdzināšanu un inovāciju izplatību lauksaimnieku vidū.

Ņemot vērā līdz šim novērotās attīstības tendences, kā arī ekspertu intervijās pausto par to, ka Latvijā tiek novērota tehnoloģiju attīstības tendence piena lopkopībā, tiek pieņemts, ka saimniecību modernizācija un tehnoloģiju ieviešana un attīstība Latvijas piena ražošanas nozarē turpināsies arī nākotnē. Šī virzība visdrīzāk būs izteiktāka lielajās un modernizētajās saimniecībās, kur jau šobrīd vērojama augstāka tehnoloģiskās kapacitātes pakāpe un kur saimniecības ir spējīgas piesaistīt finansējumu un veikt līdzieguldījumus, kas ļauj būtiski uzlabot ražošanas efektivitāti (Czubak et al., 2021; Czubak et al., 2024).

Scenārija A "Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija" ietvaros tiek modelēta mērķtiecīga un strukturēta saimniecību modernizācija, kas tostarp iekļauj tehnoloģiju integrāciju ražošanas procesos, paredzot šo pārmaiņu īstenošanos kā būtisku faktoru produktivitātes pieauguma nodrošināšanā ilgtermiņā.

Attiecīgais scenārijs tiks modelēts, izmantojot vidējā izslaukuma no vienas govju vienādojumu (CMYPCLV). Tas tiks darīts, jo gan ekspertu viedokļi, gan ES nozares plānošanas dokumenti liecina, ka turpmākā piena lopkopības attīstība visdrīzāk pamatosies uz ražīguma kāpumu, nevis uz ganāmpulku palielināšanu. Tāpat ir būtiski, ka vidējā izslaukuma vienādojums modelī ir funkcionāli saistīts ar govju skaita vienādojumu (DCCCTLV) un attiecīgi jebkuras izmaiņas vidējā izslaukumā ietekmēs arī prognozēto govju skaitu. Šāda sasaiste var būt izskaidrojama ar tirgus lielumu un pieprasījumu, jo, pieaugot ražīguma līmenim, kopējo tirgus vajadzību iespējams nodrošināt ar mazāku ganāmpulku. Turklāt šāda dinamika atspoguļo arī strukturālās pārmaiņas nozarē, proti, lielākās saimniecības spēj uzturēt vai palielināt ražošanas apjomus, vienlaikus mazinot dzīvnieku skaitu.

Attiecīgi saistība starp produktivitāti un dzīvnieku skaitu ļauj ar vienu modelēšanas posmu aptvert tehnoloģiju ietekmi uz ražīgumu un ganāmpulka lielumu.

Viena no AGMEMOD metodoloģiskajām praksēm ir trenda komponentes korekcija (Hanrahan, n.d.). AGMEMOD izslaukuma vienādojumā modernizācijas un tehnoloģiju ietekmi laika gaitā atspoguļo TREND70, kura koeficients atspoguļo kumulatīvo produktivitātes ieguldījumu. Līdz ar to izmaiņas koeficientā faktiski ir scenārija pieņēmums par to, cik strauji vai lēni turpināsies produktivitātes pieaugums, ja citas struktūras (ganāmpulka apjoms, barības cenas u. tml.) nemainās.

Ņemot vērā, ka saimniecību modernizācija un attiecīgi tehnoloģiju ieviešana nenotiek vienlaicīgi visās saimniecībās (arī ņemot vērā to, ka mazām un vidējām saimniecībām rodas grūtības ar finansējuma piesaisti šim mērķim) un attiecīgi neizraisa pēkšņu lēcienu produktivitātē, modelējamā scenārija ietvaros ir izvēlēta līdzsvarota pieeja, proti, TREND70 koeficienta palielinājums. Attiecīgajā vienādojumā TREND70 koeficients tika palielināts no 147 līdz 150 (2,04%). Šis pieaugums tika izvēlēts, lai parādītu pakāpenisku, bet pastāvīgu tehnoloģiju (piemēram, robotizētās slaukšanas) ieviešanu saimniecībās.

Lai kompensētu šīs strukturālās izmaiņas un saglabātu atbilstību pēdējo novēroto gadu vērtībām, tika veikta brīvā locekļa kalibrēšana, izmantojot AGMEMOD esošo *Intercept Calibration Tool*. Brīvā locekļa kalibrēšana tiek izmantota, ja ir jāpielāgo vienādojuma sākuma līmenis, saglabājot nemainīgu tā funkcionālo struktūru. Šāda kalibrēšana ir īpaši svarīga situācijās, kad tiek mainīts kāds no vienādojuma koeficientiem vai atjaunoti bāzes dati, jo bez šīs korekcijas modelis var zaudēt sasaisti ar vēsturiskajām vērtībām. Kalibrēšanas rīks šo uzdevumu automatizē, aprēķinot jaunu brīvo locekli, pamatojoties uz izvēlēta perioda novērojumiem, tādējādi nodrošinot vienmērīgu pāreju no vēsturiskajiem datiem uz prognozēto periodu (Bouma, 2019).

Kalibrēšana tika veikta, pamatojoties uz pēdējo triju gadu (2021., 2022. un 2023.) vidējiem datiem, pielāgojot vienādojuma sākuma līmeni tā, lai modelēšanas periods organiski turpinātu vēsturiskās tendences, nepieļaujot mākslīgu lēcienu prognozētajā vērtībā. Lai veiktu attiecīgo darbību, bija jānomaina vienādojuma veids no EQ_HFX uz EQ_HFXCLI, jo kalibrēšanas rīks darbojas tikai ar tāda veida vienādojumiem (Bouma, 2019). Bez šī veida maiņas vienādojums netiks parādīts rīkā un nebūs iespējas to kalibrēt ne manuāli, ne automātiski.

Rezultātā tika iegūts vienādojuma brīvai loceklis.

Equation Coefficients (Current and New)		
	Old Equation	New Equation
(Intercept)	127.83	519.537592

Avots: AGMEMOD Intercept Calibration Tool.

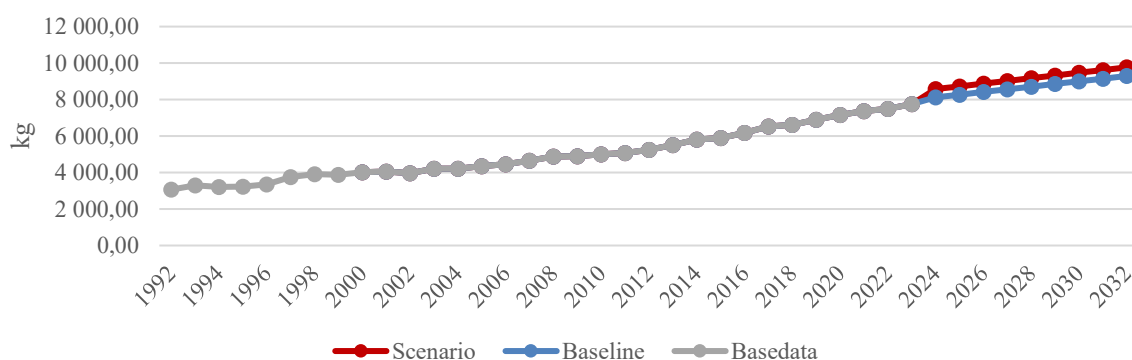
4.10. att. / Fig. 4.10. Kalibrētais brīvais loceklis / *Calibrated intercept*

Iekļaujot kalibrētu brīvo locekli un palielinot trenda koeficientu, tika iegūts šāds EQ_HFXCLI vienādojums:

$$\text{CMYPCLV} = 415,537592 + 3,9187 * (\text{WMPWNLV} + \text{CMPRCLV})/\text{WMICILV} + 150 * \text{TREND70} \quad (4.7.)$$

Avots: AGMEMOD ModelEquations.

Attiecīgais vienādojums tika iekļauts modelī un rezultāti pārbaudīti. Scenārija A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” rezultāti, kuros tika modelēta tehnoloģiju pakāpeniska ieviešana Latvijas piena lopkopības saimniecībās, norāda uz pozitīvu ietekmi uz vidējo izslaukumu no vienas govīs ilgtermiņā.



Avots: AGMEMOD rezultāti.

4.11. att. / Fig. 4.11. Scenārija A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” rezultāti, kg / Results of Scenario A “Targeted and Intensive Modernisation of Farms”, kg

“Baseline” scenārijs 2032. gadā paredzēja izslaukumu 9295 kg, savukārt saskaņā ar pakāpenisku saimniecību modernizācijas scenāriju šī vērtība pieauga līdz 9769 kg. Tas nozīmē, ka, salīdzinot ar sākotnējo attīstības trajektoriju, prognoze pieaug par 474 kg jeb aptuveni 5,1%. Šāda atšķirība norāda uz mērķtiecīgu tehnoloģisko potenciālu piena ražošanas efektivitātes paaugstināšanā.

Minētā scenārija ietvaros tika ietekmēti arī citi būtiski piena ražošanas parametri – slaucamo govju skaits un kopējais saražotā piena daudzums.

4.3. tabula / Table 4.3.

Relatīvā atšķirība starp scenāriju A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” un scenāriju “Baseline”, % / Relative difference between scenario A “Targeted and Intensive Modernisation of Farms” and the “Baseline” scenario, %

Rādītājs	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Slaucamo govju skaits	-5,24	-5,38	-5,33	-5,28	-5,23	-5,18	-5,13	-5,08	-5,03
Kopējais saražotā piena daudzums	0,00	-0,20	-0,20	-0,21	-0,20	-0,20	-0,19	-0,19	-0,19

Avots: AGMEMOD rezultāti.

Tabulā ir redzams, ka pēc tehnoloģiju ieviešanas scenārija modelēšanas slaucamo govju skaits visā prognozes periodā ir par apmēram 5,0–5,4% mazāks nekā “Baseline” un starpība pakāpeniski sarūk (no –5,24% 2024. gadā līdz –5,03% 2032. gadā). Tas nozīmē, ka ganāmpulks mazinās nedaudz straujāk nekā bāzes trajektorijā, bet samazinājuma temps laika gaitā kļūst lēnāks. Šāda tendence ir saskaņā ar pieņēmumu, ka produktivitātes pieaugums izslaukuma līmenī ļauj saglabāt kopējo piena ieguvu arī ar mazāku ganāmpulku, tādējādi sekmējot strukturālu pārmaiņu turpināšanos nozarē.

Savukārt kopējais saražotā piena daudzums atšķiras vidēji par 0,19%, tātad praktiski saglabājas “Baseline” līmenī. Šī nelielā negatīvā novirze liecina, ka ražošanas apjomu iespējams uzturēt gandrīz nemainīgu, neņemot vērā mazāku govju skaitu, jo produktivitātes pieaugums (izslaukums uz vienu govi) kompensē ganāmpulka samazinājumu.

Ņemot vērā scenārijā A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” modelēto pakāpenisko tehnoloģiju ieviešanu Latvijas piena lopkopībā, tika modelēts arī alternatīvs attīstības ceļš, kas paredz lēnāku modernizācijas tempu un ierobežotu tehnoloģiju ieviešanu saimniecībās, ko ietekmē institucionālie un arī strukturālie šķēršļi.

Scenārija A2 “Ierobežota saimniecību modernizācija” izstrāde

Lauksaimniecības nozare ES un Latvijā arvien vairāk nonāk vides un klimata politikas uzmanības centrā. To apliecina vairāki stratēģiskie dokumenti un normatīvie akti, tostarp Eiropas zaļais kurss, ES metāna emisiju mazināšanas stratēģija un Latvijas KLP 2023.–2027. gadam, kas nosaka stingrākas prasības emisiju mazināšanai, barības vielu pārvaldībai un dzīvnieku labturībai. Šie pasākumi ir vērsti uz ilgtspējīgāku ražošanu, bet vienlaikus var palielināt izmaksu slogu saimniecībām un radīt nenoteiktību tām saimniecībām, kuras plāno investēt tehnoloģijās.

Lai gan intensīvas ražošanas sistēmas nodrošina augstu produktivitāti, tomēr tās ir saistītas ar augstāku emisijas līmeni, īpaši attiecībā uz zarnu fermentāciju un kūstmēslu apsaimniekošanu. Šī iemesla dēļ tādi pasākumi kā uzlabota barības izmantošana un ganību apsaimniekošana spēj sekmēt emisiju intensitātes samazinājumu (Guzmán-Luna et al., 2022). Atbilstoši ESAO-PLO (FAO) lauksaimniecības attīstības prognozei 2024.–2033. gadam (*OECD-FAO Agricultural Outlook 2024–2033*) emisiju intensitāte lauksaimniecībā turpina sarukt, jo nozares izaugsme pamatojas uz produktivitātes uzlabojumiem, nevis ganāmpulku paplašināšanu (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2025). Vienlaikus ES un tās dalībvalstis pastiprina prasības attiecībā uz emisiju mazināšanu un vides normu ievērošanu. Piemēram, Eiropas zaļais kurss paredz klimatneitralitātes mērķi līdz 2050. gadam, savukārt ES metāna stratēģija akcentē tehnoloģiju izmantošanu, kas ļauj mazināt emisijas, neatsakoties no ražošanas. Šādas politiskās tendences rada iespējamību, ka saimniecībām, kuras darbojas atbilstoši intensīvas ražošanas principiem, nāksies saskarties ar ierobežojumiem, piemēram, attiecībā uz dzīvnieku blīvumu, barības sastāvu un mēslojuma pārvaldību. Attiecīgi mērenas un stimulējošas regulatīvās prasības var sekmēt tehnoloģiju ieviešanu, savukārt stingras vai sodošas politikas bez attiecīga atbalsta mehānisma vai nekonsekventa politika var apgrūtināt vai aizkavēt inovāciju ieviešanu (Long et al., 2015; Sun, 2022; Dibbern et al., 2024).

Ir būtiski ņemt vērā, ka attiecīgo normatīvo aktu ievērošana prasa nozīmīgas investīcijas, tomēr pastāv normatīvais risks, kas var likt stagnēt modernizācijai. Saskaņā ar 2024. gada 12. jūlija Ministru kabineta rīkojumā Nr. 573 “Aktualizētais Nacionālais enerģētikas un klimata plāns 2021.–2030. gadam” minēto lielākā daļa ne ETS emisiju rodas transporta sektorā (37%), tad seko lauksaimniecības (27%) un enerģētikas sektors (26%), kā arī aprēķinātās SEG emisiju prognozes liecina par to, ka ne ETS darbību SEG emisiju apjoms 2030. gadā samazināsies par 20,5% attiecībā pret 2005. gadu (Klimata un enerģētikas ministrija, 2025). Vienlaikus saskaņā ar Eiropas Revīzijas palātas 2024. gada ziņojumu KLP neatbilst ES klimatiskajām un vides iecerēm un tajā trūkst svarīgu elementu, ar kuriem varētu novērtēt zaļo veikspēju, kā arī mērķi nav pietiekami skaidri un rādītāji nav vērsti uz rezultātiem. Šajā ziņojumā ir norādīts, ka attiecībā uz lauksaimniecības SEG emisijām Latvijā KLP stratēģiskajā plānā nav noteikta ne valsts mērķvērtība, ne arī aprakstīts paredzamais ieguldījums šo emisiju mazināšanā (Eiropas Revīzijas palāta, 2024). Tas nozīmē, ka ES nav arī instrumentu, ar ko stimulēt zaļo kursu un tostarp SEG emisiju samazinājumu, un tas rada politikas nenoteiktību (Changing Markets Foundation, 2023). Vienlaikus arī pētījums par Latvijas lauksaimniecības dekarbonizāciju liecina, ka politikas plānošanā netiek piedāvāti jauni, sektoram specifiski SEG emisiju samazināšanas pasākumi (Popluga, 2025).

Latvijā tostarp pastāv laika nobīde starp politikas pieņemšanu un investīciju ciklu, piemēram, Atveseļošanas fonda (*The Recovery and Resilience Facility*) finansējums beidzas 2026. gadā, savukārt metāna regulējuma diskusijas turpinās arī pēc tā spēkā stāšanās, jo dalībvalstis un nozares pārstāvji apspriež uzraudzības mehānismus un iespējamo administratīvo slogu (Finanšu ministrija, 2025a,b). Tāpat arī augstais administratīvais slogs finansējuma saņemšanai kavē lauksaimnieku spēju piesaistīt to, un atsevišķos gadījumos izraisa to, ka pieejamie līdzekļi vispār netiek apgūti (Zemkopības ministrija, 2024b).

Vienlaikus saimniecību modernizācijas tempus ietekmē arī strukturālie faktori, kas nosaka saimniecību spēju pielāgoties pārmaiņām un investēt modernizācijā. Mazām saimniecībām ir raksturīga zema ekonomiskā aktivitāte, ierobežota pieeja kapitālam un

nepietiekama ražošanas resursu izmantošana, kā rezultātā strukturālās pārmaiņas notiek lēni. Vienlaikus saimniecības ir vērsušas uzmanību uz to, ka ir spiestas meklēt informāciju dažādos publiskajos avotos (piemēram, LAD, LLKC) un tāpat rodas vajadzība sazināties ar kontaktpersonu, lai precizētu interesējošus jautājumus. Šī iemesla dēļ mazām saimniecībām ir nepieciešama īpaša politika un mērķtiecīgas investīcijas, kuru mērķis ir stimulēt to attīstību un saglabāšanu (Veveris & Puzulis, 2018; TVNET, 2024; Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs, n.d.-d).

Ņemot vērā iepriekšminēto, kā arī ekspertu pausto, ka nenoteiktība klimata regulējumā un nozares strukturālās izmaiņas kavē ilgtermiņa investīcijas saimniecībās, tiek izstrādāts alternatīvs scenārijs A2 “Ierobežota saimniecību modernizācija”. Scenārijs paredz, ka saimniecību modernizācijas temps palēnināsies dažādu faktoru ietekmē (regulatīvā nenoteiktība, investīciju aizkavēšanās, strukturālie ierobežojumi). Modelī šī ietekme tiek atspoguļota kā samazināts tehniskā progresa temps, proti, TREND70 koeficienta samazinājums.

Ņemot vērā pieaugumu scenārijā A (no 147 līdz 152), scenārijā A2 TREND70 tiek samazināts par tādu pašu lielumu (2,04%) kā tas tika palielināts scenārijā A. Pēc šīs izmaiņas vienādojums tika kalibrēts, koriģējot brīvo locekli, izmantojot AGMEMOD *Intercept Calibration Tool*, lai saglabātu atbilstību pēdējo novēroto gadu datiem. Rezultātā iegūtais vienādojums CMYPCLV nodrošina vienmērīgu pāreju no vēsturiskajiem datiem uz prognožu periodu un atspoguļo stagnējošu tehnoloģiju ieviešanas scenāriju.

Equation Coefficients (Current and New)		
	Old Equation	New Equation
(Intercept)	127.83	-103.537592

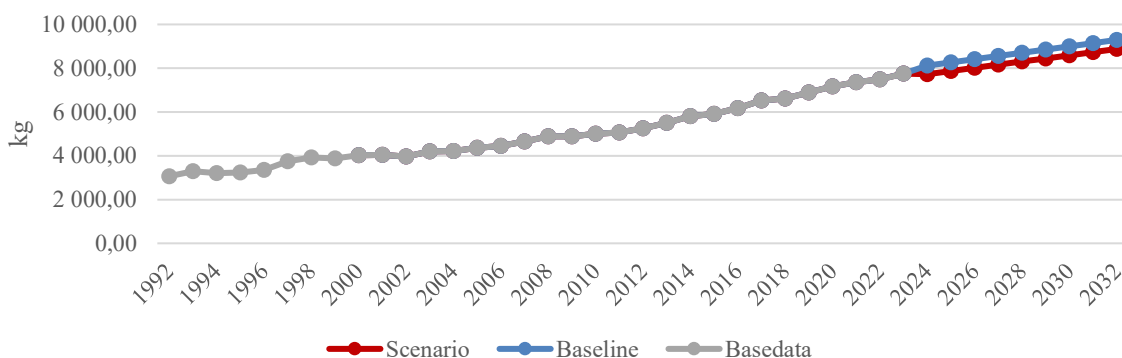
Avots: AGMEMOD *Intercept Calibration Tool*.

4.12. att. / Fig. 4.12. Kalibrētais brīvais loceklis / *Calibrated intercept*

Iekļaujot kalibrētu brīvo locekli un samazinot trenda koeficientu, tika iegūts šāds EQ_HFXCLI vienādojums:

$$\text{CMYPCLV} = -103,537592 + 3,9187 * (\text{WMPWNLV} + \text{CMPRCLV})/\text{WMICILV} + 144 * \text{TREND70} \quad (4.8.)$$

Attiecīgais vienādojums tika iekļauts modelī un rezultāti pārbaudīti.



Avots: AGMEMOD rezultāti.

4.13. att. / Fig. 4.13. Scenārija A2 “Ierobežota saimniecību modernizācija” rezultāti, kg / *Results of Scenario A2 “Limited Modernisation of Farms”, kg*

Attēlā ir redzams, ka, pieņemot tehnoloģiju ieviešanas stagnāciju vides prasību un regulatīvās nenoteiktības dēļ, vidējais izslaukums no vienas govīs pieaug lēnāk nekā bāzes

attīstības gadījumā. Līknes forma saglabā vēsturisko augšupejošo virzienu, tomēr slīpums ir mazāks – pieauguma temps izlīdzinās un attiecīgajos gados starpība starp scenāriju un bāzes līniju pakāpeniski palielinās.

Nemot vērā slaucamo govju skaita vienādojumu un tā atkarību no vidējā izslaukuma, attiecīgajā scenārijā tika ietekmēts arī šis rādītājs.

4.4. tabula / Table 4.4.

Relatīvā atšķirība starp scenāriju A2 “Ierobežota saimniecību modernizācija” un scenāriju “Baseline”, % / Relative difference between scenario A2 “Limited Modernisation of Farms” and the “Baseline” scenario, %

Rādītājs	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Slaucamo govju skaits	5,09	5,24	5,19	5,14	5,09	5,04	4,99	4,94	4,89
Kopējais saražotā piena daudzums	0,00	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19

Avots: AGMEMOD rezultāti.

Tabulā ir redzams, ka līdz 2029. gadam ganāmpulks ir par vismaz 5% lielāks nekā “Baseline” scenārijā, savukārt 2032. gadā tas saruka līdz 4,89%. Tas liecina par to, ka pie lēnāka produktivitātes kāpuma nozare saglabā lielāku ganāmpulku, lai nezaudētu ražošanas apjomu (ar nosacījumu, ka ES vai valstī netiek ieviesti papildpasākumi, kas var veicināt straujāku mazu saimniecību samazināšanu).

Attiecībā uz kopējo saražotā piena daudzumu ir redzams, ka relatīvā atšķirība nepārsniedz 0,20 % visā periodā.

Tā kā abos scenārijos TREND70 koeficients tika mainīts atbilstoši paredzamajai tehnoloģiskajai attīstībai vidējā izslaukuma no vienas govju vienādojumā, šis rādītājs tika salīdzināts abos scenārijos un “Baseline” scenārijā.

4.5. tabula / Table 4.5.

Vidējā izslaukuma salīdzināšana scenārijos, kg / Comparison of average milk yield across scenarios, kg

Gads	Scenārijs		
	Baseline	A	A2
2030	9002	9470	8591
2031	9149	9619	8735
2032	9295	9769	8878

Avots: autores veidots pēc AGMEMOD rezultātiem.

Triju modelēto scenāriju salīdzinājums parāda, kā atšķirīgs tehnoloģiju ieviešanas temps var ietekmēt produktivitāti. A scenārijs 2032. gadā paredz vidējo izslaukumu uz govju 9769 kg, kas ir par 4,85% vairāk nekā “Baseline” un par 9,12% vairāk nekā A2 scenārijā, kur tehnoloģiju ieviešana tiek bremsēta. Šī starpība neveidojas pēkšņi, bet gan pakāpeniski vairākos gados. Saimniecības, kuras saglabā investīciju aktivitāti un ievieš automatizētos risinājumus, spēj palielināt piena ieguvu uz dzīvnieku, vienlaikus mazinot atkarību no ganāmpulka lieluma.

4.2. Cenas dinamika un korekcijas AGMEMOD modelī / *Price dynamics and adjustments of AGMEMOD model*

Vēl viens būtisks rādītājs piena lopkopībā ir piena iepirkuma cena. Tā reaģē uz dažādiem ārējiem faktoriem un būtiski ietekmē saimniecību rīcībspēju, investīciju lēmumus un ražošanas stratēģiju. Cenas tostarp arī veido patērētāju pieprasījumu (Bórawski et al., 2020a).

Piena iepirkuma cenas AGMEMOD modelī tiek noteiktas, izmantojot ekonometriskus vienādojumus, kas atspoguļo cenu veidošanās mehānismus. Tie var pamatoties vai nu uz citu piena produktu (piemēram, vājpiena pulvera, sviesta, siera) cenām, vai arī uz piena cenām citās valstīs. Šādas sasaistes izvēle spēj ietekmēt arī scenāriju rezultātus piena lopkopībā.

Lai izprastu piena iepirkuma cenu veidošanās mehānismus Latvijā, būtiski ir analizēt arī Lietuvas un Igaunijas cenu veidošanas vienādojumus. Darba 3. nodaļā veiktā klasteranalīze parādīja, ka Baltijas valstis neveido vienotu klasteri, kas norāda uz strukturālām atšķirībām piena lopkopībā un iespējamu atšķirīgu cenu veidošanās mehānismu. Šis novērojums liek pieņemt, ka Latvijā piena cenas var būt atkarīgas no citiem faktoriem nekā Lietuvā un Igaunijā.

Lai pārbaudītu šo hipotēzi, tika izvērtēti vienādojumi, kas tiek izmantoti AGMEMOD katrai no Baltijas valstīm. Šāda salīdzinoša pieeja ļauj identificēt, vai Latvijas piena cenu veidošanās ir līdzīga kaimiņvalstīs izmantotajām pieejām.

Pirmā valsts, kuras vienādojums tika izvērtēts, ir Lietuva. AGMEMOD *Excel* datnē *ModelEquations* attiecībā uz konkrētās valsts piena cenas veidošanas mehānismu ir iekļauts šāds EQ_HFXC vienādojums:

$$\text{WMPWNLT} = -4,919920 + 0,027471 * \text{BUPWN} + 0,056075 * \text{CDPWN} \quad (4.9.)$$

Avots: AGMEMOD “Baseline” ModelEquations

kur WMPWNLT – *Cows milk – 3,7% fat price* (govs piena (3,7% tauku) iepirkuma cena);

BUPWNLT – *Butter price* (sviesta cena);

CDPWNLT – *Emmenthal cheese price* (Emmentāles siera cena).

Šis vienādojums norāda uz to, ka Lietuvas piena iepirkuma cenas modelī ir atkarīgas no citu produktu cenām, – šajā gadījumā tā ir sviesta un siera cena. Atkarības no citas valsts cenām šajā vienādojumā nav iekļautas.

Igaunijas AGMEMOD *Excel* datnē *ModelEquations* piena cenas veidošanai ir iekļauts šāds EQ_HFXC vienādojums:

$$\text{WMPWNEE} = -0,22074 + 0,1138 * \text{BUPWNEE} + 0,00915 * \text{CDPWNEE} - 0,03367 * \text{NFPWNE} \quad (4.10.)$$

Avots: AGMEMOD “Baseline” ModelEquations

kur WMPWNEE – *Cows milk – 3,7% fat price* (govs piena (3,7% tauku) iepirkuma cena);

BUPWNEE – *Butter price* (sviesta cena);

CDPWNEE – *Emmenthal cheese price* (Emmentāles siera cena);

NFPWNEE – *Skim Milk Powder price* (vājpiena pulvera cena).

Igaunijā piena cena veidojas līdzīgi kā Lietuvā, proti, tā ir atkarīga no citu produktu cenām. Igaunijas gadījumā vienādojumā papildu sviesta un siera cenai vēl ir arī iekļauta vājpiena pulvera cena. Atkarības no citas valsts cenām šajā vienādojumā arī nav iekļautas.

Latvijas AGMEMOD *Excel* datnē *ModelEquations* piena cenas veidošanai ir iekļauts šāds EQ_HFXC vienādojums:

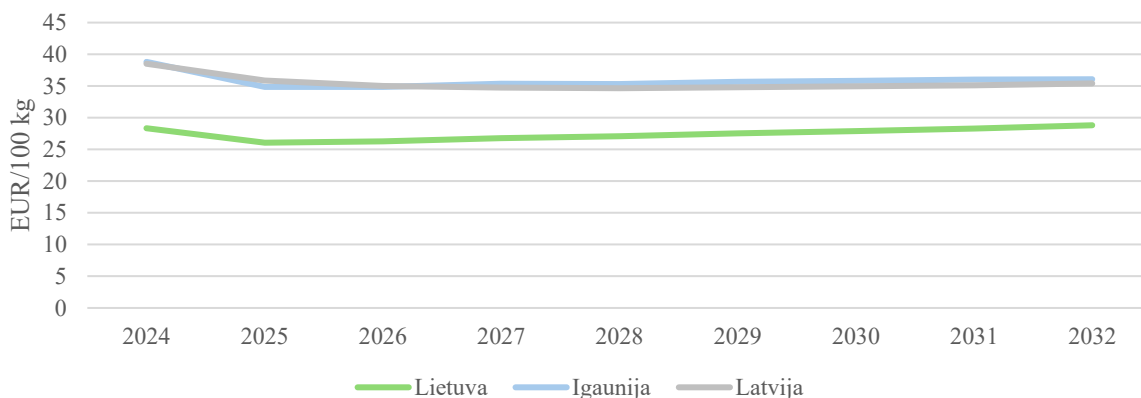
$$\text{WMPWNLV} = \text{WMPWNDE} * (0,756491) + 4 \quad (4.11.)$$

Avots: AGMEMOD “Baseline” ModelEquations

kur WMPWNLV – *Cows milk – 3,7% fat price* (govs piena (3,7% tauku) iepirkuma cena);
 WMPWNDE – *Cows milk – 3,7% fat price Germany* (govs piena (3,7% tauku) iepirkuma cena Vācijā).

Latvijas piena cenas vienādojums būtiski atšķiras no Lietuvas un Igaunijas, jo cena neveidojas no citu produktu cenām (piemēram, sviesta vai siera), bet gan ir atkarīga no Vācijas piena iepirkuma cenas.

Pamatojoties uz rakstā *Raw Milk Price Transmission in the Selected EU Countries* minēto Grendžera (*Granger*) cēloņsakarību, tika pieņemts, ka Latvijas piena iepirkuma cena ir atkarīga no Vācijas un Polijas piena cenām. Pētījuma rezultāti liecina, ka Latvijas piena iepirkuma cenas reaģē uz cenu izmaiņām šajās valstīs, bet Latvijas piena iepirkuma cenas nevar ietekmēt šo valstu cenas. Attiecīgi kopumā Latvijas cenas seko vadošajām tirgus tendencēm. Savukārt Lietuvas piena iepirkuma cenas neuzrāda būtisku atkarību no citu valstu cenām – tas ir saistīts ar iekšējo tirgus specifiku (Jurkēnaitē & Mikelionytė, 2021). Arī Igaunijas piena iepirkuma cenas pārsvarā ir atkarīgas no citu produktu cenām (piemēram, sviesta un siera) (Pöldaru et al., 2010). Attiecīgi tikai Latvijas piena cenas būtiski ietekmē ārējais tirgus.



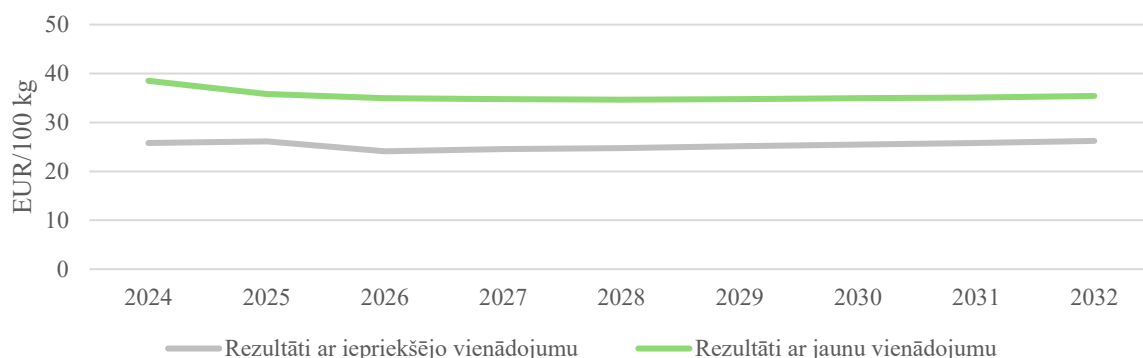
Avots: autores veidots pēc AGMEMOD rezultātiem.

4.14. att. / Fig. 4.14. Piena iepirkuma cenas Baltijas valstīs, “Baseline” scenārijs, EUR/100 kg / Milk procurement prices in the Baltic States, “Baseline” scenario, EUR/100kg

Attēlā redzams “Baseline” piena iepirkuma cenu prognozētais attīstības scenārijs. Saskaņā ar modeļa rezultātiem augstākās cenas saglabājas Latvijā, savukārt Igaunijā cena sākotnēji ir zemāka nekā Latvijā, bet tomēr augstāka nekā Lietuvā. Arī turpmākajos gados Igaunijas piena cena pakāpeniski aug, pārsniedzot Latvijas cenas. Savukārt Lietuvā piena cena visā prognozētajā periodā ir zemākā Baltijas valstīs.

Attiecīgi šobrīd Latvijas “Baseline” cena 2024. gadā ir tuvu reālajai cenai attiecīgajā gadā – atbilstoši scenārijam paredzamā cena ir 38,51 EUR/100 kg, savukārt atbilstoši CSP datiem 2024. gadā piena iepirkuma cena bija 40,63 EUR/100 kg.

Ir būtiski atzīmēt to, ka iepriekšējā AGMEMOD versijā piena iepirkuma cenas vienādojums tika veidots, pamatojoties uz sviesta un siera cenām, bet vēlāk tika pārveidots kā atkarība no Vācijas cenām.



Avots: autores veidots pēc AGMEMOD rezultātiem.

4.15. att. / Fig. 4.15. Piena iepirkuma cenas ar atšķirīgiem vienādojumiem, EUR/100 kg / Milk procurement prices with different equations, EUR/100 kg

Attēlā ir redzams Latvijas piena iepirkuma cenas scenārijs ar iepriekšējo vienādojumu, kas iekļāva sviesta un siera cenu, un cena ar vienādojumu, kas iekļauj tikai Vācijas piena iepirkuma cenu. Scenārijā ar iepriekšējo vienādojumu cena saglabājas salīdzinoši zemā līmenī, nepārsniedzot 30 EUR/100 kg, savukārt scenārijā ar jauno vienādojumu cena ir būtiski augstāka un 2024. gada sasniedz 38 EUR/100 kg. Vienlaikus cena šajā scenārijā ir stabilāka un ar mazāk izteiktām svārstībām.

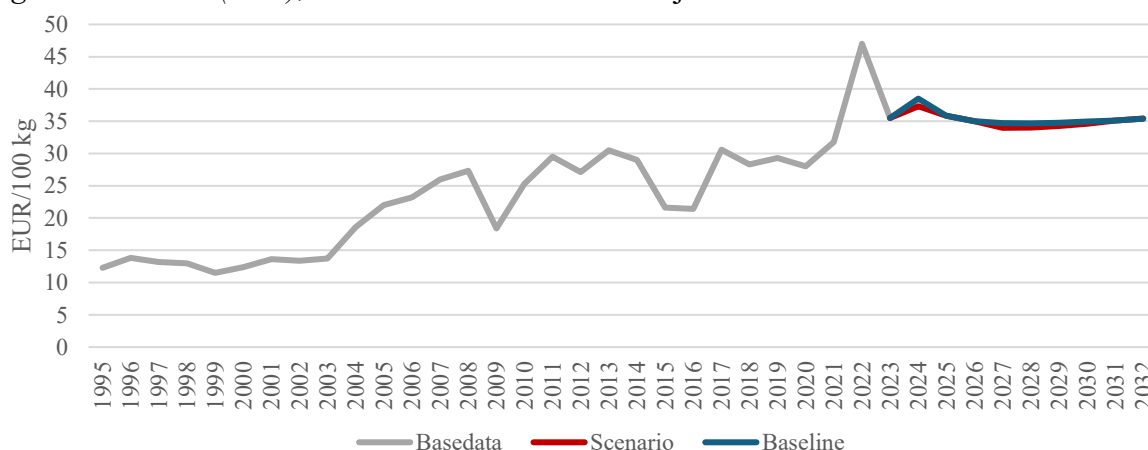
Šāds salīdzinājums parāda būtiskas atšķirības starp abu vienādojumu ietekmi uz prognozētajām cenām. Vienādojums ar Vācijas cenu sniedz augstāku cenu līmeni, kas labāk atspoguļo tirgus realitāti un ir tuvāk vēsturiskajiem datiem par 2024. gadu. Attiecīgi ir secināms, ka vienādojums AGMEMOD modelī tika mainīts pamatoti.

Tā kā Latvijas piena cena var reaģēt arī uz Polijas piena iepirkuma cenām, darba autore veica WMPWNLV vienādojuma pielāgošanu Polijas cenām, salīdzinot rezultātus ar "Baseline", kur cenas ir atkarīgas no Vācijas cenām.

Piena iepirkuma cenas vienādojums tika veidots kā $WMPWNL = WMPWNPL$ un, izmantojot R programmu, tika aprēķināts koeficients, iegūstot šādu rezultātu:

$$WMPWNLV = +0,206120282450605 * WMPWNPL \quad (4.12.)$$

Attiecīgais vienādojums tika ievietots *Excel ModelEquations* un palaists ar *Agmemo2Gams (A2G)*, lai salīdzinātu 4.12. vienādojumu ar "Baseline".



Avots: autores veidots pēc AGMEMOD rezultātiem.

4.16. att. / Fig. 4.16. Piena iepirkuma cenas atkarībā no Vācijas un Polijas cenām, EUR/100 kg / Milk purchase prices in relation to German and Polish prices, EUR/100 kg

Attēlā ar sarkano līkni ("Scenario") ir redzama Latvijas iepirkuma cenas dinamika, ja tā tiek modelēta kā atkarīga no Polijas cenu līmeņa, savukārt ar zilo līkni ("Baseline") redzama

dinamika, ja cena ir atkarīga no Vācijas piena cenām. Attiecīgais grafiks norāda uz to, ka starpība starp cenām nav būtiska, – 2024. gadā ar atkarību no Vācijas cena ir prognozēti 38,50 EUR/100 kg, savukārt ar atkarību no Polijas cenas – 37,28 EUR/100 kg, bet 2032. gadā Latvijas piena cena sasniedz vienādu vērtību ar abiem vienādojumiem, 35,40 EUR/100 kg. Šī dinamika liecina, ka Latvijas piena iepirkuma cenas cieši korelē ar ārējo tirgu attīstību un tām piemīt spēja pielāgoties gan Vācijas, gan Polijas tirgus izmaiņām, atspoguļojot tirgus integrācijas efektu.

Lai pilnīgāk analizētu iepirkuma cenu atšķirības Baltijas valstīs, ir būtiski ņemt vērā arī patērētāju reakciju uz cenu izmaiņām, ko raksturo pieprasījuma cenas elastība. Saskaņā ar metaanalīzi, kas tika veikta pētījumā “Demand for dairy products in the EU”, šķidrajam pienam vidējā pašu cenas elastība ir $-0,53$, sviestam $-0,47$, sieram $-0,60$ un svaigiem fermentētajiem produktiem, piemēram, jogurtiem, $-0,74$ (Bouamra-Mechemache et al., 2008). Tas nozīmē, ka siera un jogurta patēriņš ir ievērojami jutīgāks pret cenu izmaiņām, jo šos produktus var viegli aizstāt un no tiem ir iespējams īslaicīgi atteikties.

Lietuvas un Igaunijas piena cena AGMEMOD modelī tiek modelēta, pamatojoties uz sviesta un siera tirgus cenām, savukārt Igaunijas gadījumā – vēl arī vājpiena pulvera cenām. Ņemot vērā šo produktu pieprasījuma cenu elastību kā arī attiecīgo cenu veidošanās mehānismu, var secināt, ka šo valstu piena cenas ir potenciāli jutīgākas pret izmaiņām tirgus pieprasījumā.

Savukārt Latvijas piena iepirkuma cena tiek noteikta, sasaistot to ar ārējām iepirkuma (Vācijas) cenām, un šādā pieejā netiek ņemta vērā vietējā pieprasījuma struktūra, tādējādi modeļa ietvaros netiek atspoguļota Latvijas patērētāju jutība pret piena produktu cenu izmaiņām, kas var ietekmēt iekšējo tirgus līdzsvaru un politikas novērtēšanas rezultātus.

Kopumā, ņemot vērā iepriekšminēto, scenāriju izstrādes rezultāti liecina par to, ka AGMEMOD modelis ir piemērots rīks Latvijas piena lopotības analīzei, jo ļauj izstrādāt dažādu veidu scenārijus un kvantitatīvi izvērtēt, kā, piemēram, politikas lēmumi vai tirgus izmaiņas var ietekmēt nozaru attīstības rādītājus.

4.3. Iegūto scenāriju validācija, piemērojot TOPSIS metodi / *Validation of the resulting scenarios using the TOPSIS method*

Pēdējais posms, pēc scenāriju rezultātu iegūšanas ir attiecīgo scenāriju validācija. Lēmumu pieņemšana bieži notiek situācijās, kurās ir jāizvērtē vairākas alternatīvas, ņemot vērā vairākus, dažreiz savstarpēji pretrunīgus, kritērijus. Šādos gadījumos tiek izmantotas daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metodes (*Multi-Criteria Decision Analysis*) (MCDA), kas nodrošina strukturētu pieeju alternatīvu vērtēšanai un salīdzināšanai. Šai pieejai ir vairākas nozīmīgas priekšrocības. Pirmkārt, tā nodrošina iespēju vienlaikus analizēt un izvērtēt vairākus kritērijus, tostarp arī tādus, kas savstarpēji var būt pretrunīgi. Otrkārt, šī pieeja veicina problēmas strukturēšanu, tādējādi nodrošinot, ka analīzes process ir skaidrāks un pārskatāmāks. Treškārt, šī pieeja neizslēdz intuitīvās pieejas izmantošanu, bet gan papildina to ar matemātisku pārbaudi, kas nodrošina loģisku intuitīvi izvirzīto risinājumu pamatojumu (Belton & Stewart, 2002). MCDA mērķis ir palīdzēt lēmumu pieņēmējiem izvēlēties vispiemērotāko risinājumu, pamatojoties uz kvantitatīviem un/vai kvalitatīviem kritērijiem, vienlaikus nodrošinot caurredzamību un racionālu izvēles pamatojumu (Greco et al., 2016).

MCDA metodes var iedalīt vairākās grupās, piemēram: vērtēšanas un punktu piešķiršanas metodes (piemēram, *Weighted Sum Model*), pāru salīdzināšanas metodes (piemēram, AHP – *Analytic Hierarchy Process*), dominances un attāluma metodes (piemēram, *TOPSIS*) un pārkārtošanas un klasifikācijas metodes (piemēram, *ELECTRE*). Katrai no šīm metodēm ir savas priekšrocības un ierobežojumi, un piemērotākās izvēle ir atkarīga no problēmas rakstura, datu pieejamības un vērtētāja mērķiem (Greco et al., 2016).

TOPSIS metode, ko 1981. gadā izstrādāja Hvangs (*Hwang*) un Jūns (*Yoon*), ir viena no MCDA metodēm. Tā ir īpaši piemērota situācijām, kurās jānovērtē vairākas alternatīvas,

pamatojoties uz dažādiem kvantitatīviem vai kvalitatīviem kritērijiem. Metodes pamatideja nosaka, ka optimālais risinājums ir tāds, kas ir vismazākā attālumā no *ideāli pozitīvās alternatīvas* un vislielākajā attālumā no *ideāli negatīvās alternatīvas* (Tzeng & Huang, 2011; Durbach & Stewart, 2012; Zavadskas et al., 2016). TOPSIS piemīt salīdzinoši vienkārša aprēķinu metode, rezultāti ir viegli interpretējami un metode neprasa lielu datu apjomu (Roszkowska, 2011).

TOPSIS lietojums ir plašs: loģistika, piegādes ķēžu pārvaldība, inženierzinātnes, biznesa administrācija, vides politika, cilvēkresursu vadība, enerģētikas un ūdens resursu pārvaldība (Behzadian et al., 2012). Lauksaimniecības un pārtikas nozares kontekstā šī metode tiek izmantota retāk, tomēr vairāki autori to ir veiksmīgi piemērojuši saimniecību efektivitātes novērtēšanai, agrovides pasākumu prioritizēšanai un politikas izvērtēšanai (Gbegbelegbe et al., 2024; Namiotko et al., 2021; Līcīte, 2024).

Darba autore ir izmantojusi TOPSIS metodi, lai veiktu piena lopkopības attīstības scenāriju novērtējumu, pamatojoties uz AGMEMOD modeļa rezultātiem. Novērtējuma ietvaros tika analizēti trīs kritēriji:

1. vidējais piena izslaukums no vienas govīs;
2. slaucamo govju skaits;
3. kopējais saražotā piena daudzums.

TOPSIS aprēķinos izmantotas scenāriju punktvērtības 2032. gadam (prognozes perioda noslēguma gadam), lai salīdzinājums atspoguļotu katra scenārija ilgtermiņa stāvokli. Kā alternatīvas tika definēti trīs scenāriji: “**Baseline**”, **A** un **A2**. Darba autore izmanto TOPSIS metodes klasisko versiju (Roszkowska, 2011), aprēķinus veicot septiņos posmos.

1. Tika izveidota darba matrica D , kuras rindas veido alternatīvas m_x (pētījumā izstrādātie scenāriji), savukārt kolonnas veido atribūti un atribūti n_x (kritēriji scenāriju novērtēšanai). Katras alternatīvas un atribūta krustpunkts x_{mn} atspoguļo konkrētā kritērija vērtību attiecīgajā scenārijā.

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} X_1 & X_2 & X_3 & \dots & X_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2n} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & \dots & X_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & X_{m3} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (4.13.)$$

2. Tika veikta darba matricas normalizācija, veidojot matricu $R = (r_{ij})_{m \times n}$, izmantojot vektoru normalizācijas metodi, kura ir atzīta par vienu no piemērotām metodēm TOPSIS analīzei (Krishnan et al., 2023). Normalizācijas formula ir šāda:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (4.14.)$$

kur:

- x_{ij} atribūts (kritērijs) pirms normalizācijas;
- r_{ij} atribūts (kritērijs) pēc normalizācijas jeb bezdimensiju atribūts.

Šī pieeja nodrošina, ka katrs kritērijs tiek izteikts bez mērvienības, saglabājot relatīvās atšķirības starp alternatīvām.

3. Tika piešķirti svāri – bāzes gadījumā tika izmantoti vienādi svāri (1/3), ņemot vērā, ka svāri nevar būt negatīvi un summā jāsasniedz 1. Vienādu svāru piešķiršana tiek uzskatīta par metodoloģiski pamatotu un plaši pieņemtu risinājumu, kas nodrošina neitrālu atskaites punktu turpmākai jutīguma analīzei (Zhou, 2006).

Lēmumu matrica ar reālajiem izejas datiem (pirms normalizācijas) / Decision matrix with real outputs (before normalisation)

Alternatīva	Vidējais izslaukums	Kopējais piena apjoms	Slaucamo govju skaits
Baseline	9295,7	836,6	90
A	9769	835,9	85,5
A2	8878	838,2	94,4

Avots: autores veidots.

Lai uzsāktu TOPSIS metodes piemērošanu, tika izveidota lēmumu matrica, kas satur sākotnējos (nenormalizētos) datus par izvēlētajām alternatīvām. Tajā ir atspoguļoti trīs kritēriji: vidējais izslaukums, kopējais piena apjoms un slaucamo govju skaits. Šie rādītāji tika izvēlēti ar mērķi nodrošināt daudzdimensionālu un sistēmisku skatījumu uz Latvijas piena lopkopības attīstības scenārijiem. Lai gan kopējais piena apjoms matemātiski ir atvasināms no vidējā izslaukuma un slaucamo govju skaita, šajā pētījumā tas tiek interpretēts kā makroekonomiskais iznākuma indikators, kas raksturo nozares kopējo rezultativitāti un resursu izmantošanas efektivitāti. Neņemot vērā, ka MCDA metode tradicionāli pieņem kritēriju neatkarību, tomēr praksē kritēriji bieži vien mijiedarbojas, un šādas mijiedarbības var būt gan pozitīvas (rādītāji viens otru pastiprina), gan negatīvas (rādītāji daļēji pārklājas). Tādēļ MCDA pieejās kritēriju savstarpējā saistība nav uzskatāma par metodoloģisku trūkumu, ja tā ir konceptuāli pamatota (Greco et al., 2016; Cinelli et al., 2020).

Šajā gadījumā izvēlētos rādītājus var attiecināt uz trim analīzes līmeņiem:

- vidējais izslaukums raksturo mikrolīmeni – ražošanas intensitāti, tehnoloģisko attīstību un efektivitāti saimniecību līmenī;
- slaucamo govju skaits raksturo mezolīmeni – nozares struktūru un mērogu;
- kopējais saražotā piena apjoms raksturo makrolīmeni – kopējo nozares piena ieguvu un produktivitāti.

Šāda rādītāju kombinācija nodrošina, ka TOPSIS metode aptver gan ražošanas struktūras, gan iznākuma dimensijas, ļaujot iegūt līdzsvarotu priekšstatu par scenāriju relatīvo efektivitāti. Turklāt kopējais saražotā piena apjoms kalpo arī kā validācijas rādītājs, kas ļauj pārbaudīt, vai alternatīvu (scenāriju) sniegums atbilst ekonomiski nozīmīgam rezultātam. Šādi veidota TOPSIS metode nodrošina vertikālu sasaisti starp mikroekonomiskajiem ražošanas rādītājiem un makroekonomisko iznākumu, nodrošinot holistisku un daudzdimensiju skatījumu uz nozares attīstības tendencēm (Gbegbelegbe et al., 2024).

Šāda pieeja nodrošina konsekventu vertikālo loģiku starp mikroekonomiskajiem rādītājiem un nozares kopējo piena ieguvu, tomēr turpmākajos pētījumos metode būtu pilnveidojama ar papildu neatkarīgiem rādītājiem (piemēram, investīciju intensitāti vai emisiju efektivitāti).

4.6. tabulas matrica kalpo par pamatu turpmākajai normalizācijai un kritēriju svēršanai.

4.7. tabula / Table 4.7.

TOPSIS analīzes kritēriju svara rādītāju apkopojums bāzes scenārijā / Aggregation of TOPSIS Analysis Criterion Weight Indices in the Baseline Scenario

Kritērijs	Svars w_j
Vidējais izslaukums (K1)	0,333
Kopējais piena apjoms (K2)	0,333
Slaucamo govju skaits (K3)	0,334
Kopā:	1,00 (100%)

Avots: autores veidots.

Piezīme: aprēķinos izmantots $w_j = \frac{1}{n}$; tabulā vērtības noapaļotas līdz trim decimāldaļām, pēdējā vērtība koriģēta, lai $\sum w_j = 1$ pie triju decimāldaļu precizitātes.

4. Tika konstruēta svērtā normalizēta lēmuma matrica V , reizinot normalizētās vērtības ar atbilstošajiem kritēriju svāriem:

$$V = (v_{ij})_{m \times n} = (w_j r_{ij})_{m \times n}, \quad R = (r_{ij})_{m \times n} \quad (4.15.)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, \quad w_j \geq 0,$$

5. Tika noteikts ideāli negatīvais risinājums (sliktākā alternatīva) A^- un ideālais pozitīvais risinājums (labākā alternatīva) A^+ :

$$\begin{aligned} A^+ &= \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} = \{ v_1^+, \dots, v_n^+ \} \\ A^- &= \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} = \{ v_1^-, \dots, v_n^- \} \end{aligned} \quad (4.16.)$$

6. Tika aprēķināta distance s starp ideāli pozitīvo un ideāli negatīvo risinājumu:

$$\begin{aligned} S_i^+ &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \\ S_i^- &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \end{aligned} \quad (4.17.)$$

7. Tika aprēķināts relatīvais attālums c līdz ideāli pozitīvajam risinājumam:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad (4.18.)$$

Pēc šo darbību veikšanas tika veikta kritēriju normalizācija un aprēķināti svērtie normalizētie kritēriji, tika noteiktas ideāli pozitīvās un ideāli negatīvās alternatīvas A^+ un A^- , kam sekoja attālumu starp katras alternatīvas un ideāli pozitīvā un ideāli negatīvā risinājuma (S_i^+ un S_i^-) aprēķins. Pēdējā posmā, izmantojot 4.18. formulu, tika noteikts katras alternatīvas relatīvais tuvums ideāli pozitīvajam risinājumam (C_i^*). TOPSIS analīzes aprēķinu starprezultāti ir pievienoti darba 3. pielikumā, savukārt 4.8. tabulā ir apkopoti galvenie aprēķinu posmu rezultāti.

4.8. tabula / Table 4.8.

TOPSIS metodes aprēķinu starprezultāti atbilstoši scenārijiem / Intermediate results of TOPSIS method calculations according to the scenarios

Alternatīva	V_{k1}	V_{k2}	V_{k3}	S_i^+	S_i^-	C_i^*
Baseline	0,192	0,192	0,192	0,014	0,013	0,482
A	0,202	0,192	0,183	0,001	0,026	0,980
A2	0,183	0,193	0,202	0,026	0,001	0,020

Avots: autores veidots.

Darba autores veikto aprēķinu rezultāti, izmantojot TOPSIS metodi, norāda uz to, ka visaugstāko tuvuma koeficientu ieguva scenārijs A (0,980), kas norāda uz tā maksimālo līdzību ideālajam risinājumam un dominējošo pozīciju starp aplūkotajām alternatīvām. Scenārijs "Baseline" ieguva vidēju vērtību (0,482), savukārt scenārijam A2 tika konstatēts viszemākais tuvuma koeficients (0,020), kas norāda uz būtisku attālumu no ideālā risinājuma.

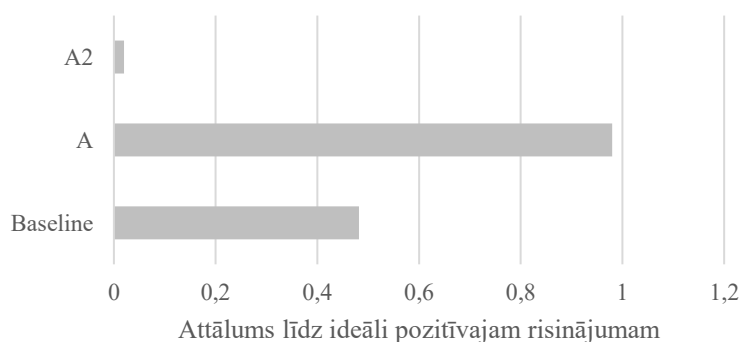
Vienlaikus attiecībā uz TOPSIS analīzi ir būtiski ņemt vērā, ka izvēlēto kritēriju svaru izmaiņas var ietekmēt rezultātu izvietojumu, tomēr vairāki pētījumi liecina, ka pat nozīmīgas svāra sadalījuma korekcijas ne vienmēr būtiski maina galīgo ranžējumu, saglabājot rezultātu

stabilitāti un piemērotību lēmumu pieņemšanā (Triantaphyllou & Sánchez, 1997; Wang & Elhag, 2006; Chen, 2000).

Ņemot vērā iepriekšminēto, darba autore veica svaru jutīgumu analīzi (*weight sensitivity analysis*). Tas ir svarīgs posms, kas parāda, cik noturīgi ir rezultāti, ja mainās ievades pieņēmumi (t. i., tiek pārbaudīts, kā mainās alternatīvu vērtējums, variējot svarus un citus parametrus). Šāda pārbaude ir nozīmīga, lai pārbaudītu, vai izvēlētais risinājums ir ne tikai optimāls vienas parametru kombinācijas gadījumā, bet arī noturīgs (robusts) plašākā to pieļaujamo izmaiņu diapazonā (Demir, 2024; Triantaphyllou & Sánchez, 1997).

Jutīguma analīze tika veikta, nejauši izvēloties 5000 kritēriju svaru kombināciju no vienmērīgas sadales svaru simpleksā ($w_1, w_2, w_3 \geq 0$; $w_1 + w_2 + w_3 = 1$) (Tervonen & Lahdelma, 2006). Katram paraugam TOPSIS aprēķins tika atkārtots, saglabājot bāzes normalizāciju un kritēriju orientāciju. Rezultātu noturība pret svaru variācijām tika vērtēta pēc tā, kādā īpatsvarā no svaru telpas katrs scenārijs ieņem pirmo vietu (līdera īpatsvaru), kas nodrošina caurredzamu spriedumu par secinājumu stabilitāti. Aprēķinu starprezultāti ir pievienoti darba 4. pielikumā.

Pārbaude rāda, ka A scenārijs saglabā 1. vietu 99,86% gadījumu, tādējādi apstiprinot iepriekš izdarīto secinājumu par A scenārija priekšrocību.



Avots: autores veidots.

4.17. att. / Fig. 4.17. **Scenāriju ranžējums pēc TOPSIS metodes aprēķinu rezultātiem / Ranking of scenarios by TOPSIS results**

TOPSIS metodes izmantošana ļāva ne tikai noteikt scenāriju secību pēc to atbilstības izvēlētajiem kritērijiem, bet arī kvantitatīvi novērtēt katra scenārija relatīvo tuvumu ideālajam un negatīvi ideālajam risinājumam. Rezultātā scenārijs A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” atrodas vistuvāk ideālajam risinājumam, kas norāda uz tā līdzsvarotu sniegumu visos vērtēšanas kritērijos un dominējošo pozīciju starp aplūkotajām alternatīvām. **Tas nozīmē, ka šī scenārija izvēle nodrošinātu optimālāko kompromisu starp atsevišķu rādītāju pozitīvajām un negatīvajām vērtībām.**

Rezultāti norāda uz to, ka A scenārijs “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija”, kas paredz pakāpenisku un strukturētu tehnoloģiju integrāciju ražošanas procesos, ir uzskatāms par perspektīvu attīstības virzienu. Tas ļauj saimniecībām pakāpeniski pielāgoties izmaiņām, vienlaikus plānveidīga tehnoloģisko risinājumu ieviešana nodrošina stabilāku pāreju, ļaujot efektīvāk izmantot pieejamus resursus. Tādējādi šis scenārijs var tikt uzskatīts par piemērotāko, jo tas apvieno jauninājumu potenciālu ar praktiski īstenojamu pielāgošanās procesu.

Ceturtais nodaļas saturs / Summary of the content of fourth chapter

Promocijas darba ceturtajā nodaļā darba autore, izmantojot AGMEMOD modeli, izstrādāja divus scenārijus: A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” un A2 “Ierobežota saimniecību modernizācija”. Pirms tam tika veikti sagatavošanas darbi, papildinot modeļa datubāzi ar aktuālajiem rādītājiem, kā arī pārskatot un pielāgojot atsevišķus vienādojumus.

1. Intervijas ar nozares ekspertiem, kuras tika veiktas no 2025. gada 6. maija līdz 13. jūnijam, ļāva apstiprināt jau iepriekš konstatētās tendences Latvijas piena lopkopībā: mazāku saimniecību skaita kritumu, tehnoloģiju paātrinātu ieviešanu lielajās saimniecībās un pārstrādes sektora sadrumstalotību. Vienlaikus saskaņā ar ekspertu vērtējumu tiek novērotas regulatīvas nenoteiktības.
2. Veiktā PESTEL analīze identificēja politiski tiesisko nenoteiktību, savukārt tehnoloģisko progresu kā būtisku iespēju. Uz šī pamata tika definēti divi pretēji scenāriji: A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” un A2 “Ierobežota saimniecību modernizācija”.
3. AGMEMOD datubāzes papildināšana ar CSP oficiālajiem datiem būtiski uzlaboja modeļa spēju atspoguļot Latvijas piena lopkopības vēsturisko attīstību. Trūkstošo datu par 2021.–2023. gadu integrēšana (piena ražošana, govju skaits, izslaukums uz govi, iepirkuma cena) ļāva novērst neatbilstības starp vēsturiskajiem un modelētajiem rezultātiem.
4. Tika veikta vidējā izslaukuma no vienas govys vienādojuma pārskatīšana un pārveidošana: sarežģītais EQ_HFX vienādojums tika aizstāts ar strukturāli caurredzamāku izteiksmi (izslēdzot valūtas maiņas kursu). Izmantojot statistisko programmēšanas vidi R, kas ir integrēta *Agmemod2Gams* sistēmā, tika iegūts jauns vienādojums ar jauniem koeficientiem un brīvo locekli. Rezultātā 2024. gada modelētais izslaukums (8124 kg) ir tuvu faktiskajai CSP reģistrētajai vērtībai (8239 kg).
5. Izņemot konstanti “+90 + 10·trend16(-1)” no saražotā piena vienādojuma, tiek novērsti mākslīgs lēcienis prognozes sākumā – pēc korekcijas 2024. gadā starpība attiecībā pret CSP samazinās līdz 58 tūkst. tonnu (attiecībā pret 228 tūkst. tonnu iepriekš) un prognozes trajektorija kļūst saskaņotāka ar vēsturisko dinamiku.
6. Scenārijs A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” paredz vienmērīgu tehnoloģiju attīstību un ieviešanu saimniecības (attiecīgi arī investīciju piesaisti šim mērķim). Scenārija ietvaros TREND70 koeficients tika palielināts par 2,04% un vēlāk tika pārkalibrēts vienādojuma brīvais loceklis. Rezultātā līdz 2032. gadam ir novērota vidējā izslaukuma no vienas govys palielināšana, salīdzinot ar “Baseline” scenāriju (par 5,1%), vienlaikus ir novērots slaucamo govju skaita samazinājums.
7. Scenārijs A2 “Ierobežota saimniecību modernizācija” paredz, ka regulatīvā nenoteiktība un prasību pieaugums bremzē investīcijas modernizācijā, tādēļ tiek samazināts tehnoloģiskā progresa temps. Lai atspoguļotu šo tendenci modelī, tika veikta simetriska TREND70 mazināšana (2,04%). Šī scenārija ietvaros tika novērots lēnāks produktivitātes kāpums (2032. gadā vidējais izslaukums no vienas govys sasniedza 8878 kg).
8. Latvijas piena iepirkuma cenas ir atkarīgas no Vācijas un Polijas piena cenām, nevis no citu piena produktu cenām (atšķirībā no Lietuvas un Igaunijas piena cenām). Šādā pieejā netiek ņemta vērā vietējā pieprasījuma struktūra, tādējādi modeļa ietvaros netiek atspoguļota Latvijas patērētāju jutība pret piena produktu cenu izmaiņām, kas var ietekmēt iekšējo tirgus līdzsvaru un politikas novērtēšanas rezultātus.
9. TOPSIS metode ļāva noteikt, ka paredzamais regulējums kopā ar mērķētu tehnoloģiju stimulu, kas tika paredzēts scenārijā A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija”, sniedz augstāku “tuvumu ideālam” nekā stagnācijas ceļš. Rezultāti norāda uz to, ka šim scenārijam ir visaugstākais tuvuma koeficients (0,980), savukārt scenārijs “Baseline” ieguva vidējo vērtību (0,482) un A2 “Ierobežota saimniecību modernizācija” ieguva zemāko vērtību (0,020), norādot uz būtisku attālumu no ideālā risinājuma.

GALVENIE SECINĀJUMI / MAIN CONCLUSIONS

1. Prognozēšana ir būtisks plānošanas un lēmumu pieņemšanas instruments, kas, pamatojoties uz sistemātisku pieeju daudzdimensiju datu analīzei, ļauj sagatavoties nākotnes nenoteiktībai un pieņemt ar pierādījumiem pamatotus lēmumus. Četru posmu cikls (mērķa definēšana, kvalitatīvu datu vākšana, metodes piemērošana un rezultāta interpretācija) nodrošina prognožu precizitāti un to praktisko lietojamību.
2. Prognozēšanas modeļiem ir nozīmīga loma lauksaimniecības nozares regulatīvās un tirgus vides izpētē, jo tie nodrošina iespēju prognozēt iespējamās sistēmas darbības traucējumus un laikus novērst potenciāli destruktīvas sekas. Lauksaimniecības nozares analīzē tiek izmantoti dažādu veidu modeļi, un pārsvarā tie ir vispārējā vai daļējā līdzsvara modeļi. Šāda veida modeļi, piemēram, MAGNET, CAPRI, AGLINK, AGMEMOD, LASAM, sniedz iespēju izvērtēt gan tirgus, gan politikas attīstības scenārijus.
3. Piena lopkopība ieņem stratēģisku lomu lauksaimniecības un pārtikas ražošanas sistēmā kā primārās ražošanas posms, kas veido pamatu piena pārstrādes industrijas un tirgus attīstībai. Vienlaikus nozare saskaras ar dažādiem vides, ekonomiskajiem un sociālajiem izaicinājumiem. Šo faktoru mijiedarbība ietekmē ražošanas attīstību, konkurētspēju un pielāgošanās spējas mainīgajiem tirgus un politikas apstākļiem gan nacionālā, gan globālā mērogā.
4. Piena lopkopība ir viena no visintensīvāk regulētajām lauksaimniecības nozarēm, un ir cieši saistīta ar ES normatīvo regulējumu, kas nosaka gan vides/klimata mērķus, gan tirgus atbalsta mehānismus, gan citus noteikumus, kas ir jāievēro dalībvalstīm. Ņemot vērā minēto, ES noteikumi un stratēģiskie mērķi tieši ietekmē Latvijas nozares attīstības iespējas, nosakot nepieciešamību integrēt tos nacionālajos normatīvajos aktos un pielāgot politikas instrumentus atbilstoši ES noteiktajām prioritātēm. Vides prasības ir kļuvušas par būtisku regulējuma daļu ES un Latvijas lauksaimniecības nozarē. Normatīvie akti un stratēģijas, piemēram, Eiropas zaļais kurss, “No lauka līdz galdam” un Latvijas klimatneitralitātes stratēģija līdz 2050. gadam, nosaka mērķus attiecībā uz vides prasībām, bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu un pārtikas ilgtspējību. Vienlaikus, ņemot vērā to, ka piena lopkopība ir viena no nozarēm ar augstu metāna un amonjaka emisiju līmeni, īpaša uzmanība tiek pievērsta inovācijām tehnoloģijās, kūtsmēslu apsaimniekošanā un biogāzes ražošanā, kas ļautu mazināt emisijas.
5. Piena lopkopība Latvijā ir būtiska lauksaimniecības sektora daļa, kas veicina nodarbinātību, nodrošina saimniecību ienākumus, lauku teritoriju attīstību, kā arī nodrošina iedzīvotājus ar piena produktiem. Tomēr šī nozare ir pakļauta ārējiem satricinājumiem, piemēram, Covid-19 pandēmija un Krievijas-Ukrainas karš, kas rada būtisku ietekmi uz nozares stabilitāti (piemēram, var tikt ietekmētas piegādes ķēdes, pieprasījuma dinamika) un attiecīgi apgrūtina ilgtermiņa saimniecību attīstības plānošanu.
6. Baltijas valstīs ir novērojamas līdzīgas tendences piena lopkopībā – slaucamo govju skaita mazināšana, būtisks izslaukuma pieaugums no vienas govjs, kā arī mazo saimniecību skaita samazinājums un vidējo un lielo saimniecību īpatsvara pieaugums. Lai gan visās Baltijas valstīs ir vērojams slaucamo govju skaita un mazo saimniecību skaita samazinājums, piena ražošanas apjoms kopumā ir saglabājies stabils vai pat pieaudzis. Latvijā 2004.–2023. gadā piena ražošanas apjoms pieauga no 786 tūkst. līdz 962 tūkst. tonnu (vienlaikus pēdējos trijos gados tika novērots samazinājums), Igaunijā šajā pašā periodā tika novērota līdzīga tendence – no 652 tūkst. līdz 895 tūkst. tonnu, savukārt Lietuvā ir novērota mērena lejupslīde – no 1849 tūkst. 2004. gadā līdz 1473 tūkst. tonnu 2023. gadā.

7. Sezonalitātes ietekmes uz piena cenām izpēte Baltijas valstīs atklāja, ka ziemas mēnešos, kad tiek saražots mazāks piena apjoms, piena cenas ir augstākas nekā piena iepirkuma vidējā cena (sezonalitātes indekss ir lielāks nekā 1), savukārt vasarā cenas ir zemākas nekā vidējā cena (sezonalitātes indekss ir mazāks nekā 1). Tas norāda uz to, ka govju laktācijas periods un barības pieejamība ietekmē piena lopkopību un attiecīgi vasaras mēnešos ražošanas palielinās, veidojas piedāvājuma pārpalikumi un piena iepirkuma cenas mazinās.
8. Tradicionāli piena lopkopība nodrošina primāro piena ražošanu, savukārt piena pārstrādes segments (piemēram, siera, sviesta un paskābināto piena produktu ražošana) veido nākamo posmu piena vērtību ķēdē. Dati par 2021.–2023. gadu liecina, ka Lietuva ir nepārprotams līderis šo produktu ražošanā Baltijas valstīs, ko var skaidrot ar attīstītu pārstrādes infrastruktūru Lietuvā un augstu eksportspēju, jo aptuveni puse saražoto piena produktu tiek eksportēta.
9. Lai identificētu nozares atšķirības ES līmenī, tika veikta klasteranalīze, kuras sākotnējo posmu veidoja faktoranalīze. Tādējādi tika noteikti trīs kompleksie faktori: piena ražošanas faktors (F1), tirgus aspekti (F2) un faktors, kas raksturo makroekonomisko un ārējās tirdzniecības vidi (F3). F1 faktors iekļāva rādītājus, kuri atspoguļo nozares ražošanas potenciālu, piemēram, tam bija augstas pozitīvas korelācijas ar apstrādātā piena izplatīšanas apjomu (0,976), iegūtā piena daudzumu (0,972), siera ražošanu (0,960). F2 faktors raksturo pieprasījumu, un tas ir cieši saistīts ar iedzīvotāju skaita izmaiņām (0,778) un iekšzemes kopproduktu uz vienu iedzīvotāju (0,6771). F3 faktors atspoguļo ārējo tirgus dinamiku un uzrādīja augstas pozitīvas korelācijas ar svaigpiena importu (0,976) un piena pārdošanas cenām (0,972).
10. Klasteranalīze atklāja būtiskas strukturālas atšķirības ES dalībvalstu piena lopkopībā, norādot uz dažādu valstu piederību atšķirīgām attīstības grupām. Attiecīgi tika noteikti seši klasteri: 1. un 5. klasterim ir izteikta labāka ražošana un pozitīvie tirgus aspekti, savukārt 2. un 3. klasterim ir izteikta vājāka ražošana, 4. klasterim ir augsts tirgus aspekts, savukārt 6. klasterī dominē makroekonomiskās vides faktors. Vienlaikus analīze ļāva noteikt, ka atšķirības pastāv arī Baltijas valstu vidū – Lietuva un Igaunija iekļaujas vienā klasterī, savukārt Latvijā – citā. Visas valstis atrodas klasteros ar vāju ražošanu, tomēr Lietuva un Igaunija atrodas klasterī ar salīdzinoši labāku tirgus aspektu.
11. Tehnoloģiju ieviešana piena lopkopībā kļūst par vienu no galvenajiem nosacījumiem konkurētspējas un ilgtspējas nodrošināšanai, taču Latvijā to ieviešanu saimniecībās kavē politikas nenoteiktība un atbalsta mehānismu ieviešanas aizkavēšanās. Tas īpaši ietekmē mazās un vidējās saimniecības, kurām ir nepieciešams stabils un skaidrs atbalsta regulējums, lai uzņemtos risku saistībā ar modernizāciju.
12. AGMEMOD modeļa precīzai darbībai ir nepieciešams vēsturisko datu kopums, kas kalpo par pamatu vienādojumam izmantošanai, veidojot gan bāzes scenāriju, gan alternatīvus attīstības scenārijus. AGMEMOD datubāzes aktualizēšana novērsa mākslīgu lēcienu rašanos prognožu sākumposmā, nodrošinot, ka aprēķinātās trajektorijas ir ciešāk saskaņotas ar vēsturisko attīstības dinamiku. Vienlaikus pārskatītie vienādojumi būtiski uzlaboja prognozes atbilstību faktiskajiem CSP 2024. gada datiem (vidējā izslaukuma no vienas govs atšķirība samazinājās līdz 115 kg, bet kopējā saražotā piena apjoma starpība līdz 58 tūkst. tonnu).
13. Scenārija A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” rezultāti uzrāda nozares pakāpeniskas attīstības iespējas, kurās saimniecību modernizācija un tehnoloģiju izmantošana veicina izslaukuma pieaugumu un mazina ganāmpulka krituma ietekmi uz kopējo ražošanu. Savukārt scenārijs A2 “Ierobežota saimniecību modernizācija” atklāj riskus, kas rodas vides regulējuma un politiskās nenoteiktības dēļ, kad inovāciju ieviešanas temps mazinās. Kopumā abu scenāriju analīze liecina,

ka nozares konkurētspēja ir saistīta ar stabilu politikas un tehnoloģisko risinājumu ieviešanas intensitāti.

14. Latvijas piena iepirkuma cenas AGMEMOD modelī galvenokārt korelē ar Vācijas piena cenām, nevis ar citu piena produktu cenu dinamiku, kas atšķiras no Lietuvas un Igaunijas gadījuma. Šāda pieeja neņem vērā vietējā pieprasījuma struktūras īpatnības, tādējādi ierobežojot modeļa spēju atspoguļot Latvijas patērētāju jutību pret piena produktu cenu svārstībām, kas savukārt var ietekmēt iekšējā tirgus līdzsvara novērtējumu un politikas pasākumu efektivitātes analīzi.
15. TOPSIS analīze ļāva salīdzināt un izvērtēt izstrādātos scenārijus, nosakot to relatīvo piemērotību dažādos kritērijos. Rezultāti parādīja, ka tehnoloģiju ieviešanas scenārijs ieguva augstāko novērtējumu, savukārt stagnācijas un ierobežojošo prasību gadījumā nozare demonstrē zemāku attīstības potenciālu. Rezultātā scenāriju A “Mērķtiecīga un intensīva saimniecību modernizācija” var uzskatīt par piemērotāko.
16. Promocijas darbā izvirzītā hipotēze “Latvijas piena lopkopības specifikai pielāgota modeļa izmantošana ļauj izstrādāt un izvērtēt iespējamās nozares attīstības scenārijus, kas atspoguļo modernizācijas un politikas pasākumu ietekmi piena ražošanas struktūrā un produktivitātē” ir apstiprinājusies, bet ar ierobežojumiem saistībā ar datu kvalitāti un ārējo tirgus faktoru ietekmi. Attiecīgi var secināt, ka scenāriju rezultāti atspoguļo tendences un dod iespēju salīdzināt dažādus attīstības scenārijus.

PROBLĒMAS UN TO RISINĀJUMI / *PROBLEMS AND THEIR SOLUTIONS*

Pirmā problēma: Latvijas piena lopkopībā pastāv augsta atkarība no izejvielu cenu svārstībām globālā mērogā, tirgus nestabilitātes un ģeopolitiskiem satricinājumiem. Tomēr valstī nav izveidota sistemātiska tirgus risku pārvaldības sistēma, kas apvienotu regulāru tirgus prognozēšanu un savlaicīgu risku identificēšanu, kā arī zināšanu pārnesi, kas stiprinātu saimniecību noturību un spēju pieņemt uz pierādījumiem balstītus lēmumus.

Priekšlikumi problēmas risināšanai:

- atbildīgajai ministrijai (ZM) kopā ar nozares ekspertiem un pētniecības institūcijām izstrādāt valsts līmeņa lauksaimniecības tirgus prognozēšanas un cenu uzraudzības sistēmu, kas regulāri apkopo un analizē galvenos riska indikatorus (piemēram, barības un energoresursu cenu indeksus, piena iepirkuma cenu svārstības, eksporta un importa ierobežojumus utt.) un nodrošina savlaicīgu un analītiski pamatotu informāciju iespējamās ietekmes samazināšanai;
- paplašināt LLKC esošo mācību tematisko piedāvājumu, papildinot tās ar regulāriem semināriem par globālajām tirgus tendencēm, cenu svārstību ietekmi, riska vadības instrumentiem un stratēģisko plānošanu saimniecību līmenī. Šāds paplašinājums papildinātu LLKC esošās apmācības, nodrošinot lauksaimniekiem plašāku redzējumu par tirgus signāliem un pielāgošanās iespējām. Iegūtās zināšanas ļautu saimniecībām izstrādāt ilgtspējīgas attīstības stratēģijas un izvēlēties piemērotākus riska vadības instrumentus;
- LBTU turpināt pētniecību, kas vērsta uz lauksaimniecības un pārtikas ražošanas noturības pret krīzēm stiprināšanu, veidojot zinātnisko bāzi, izstrādājot izglītojošus izglītības materiālus, kā arī e-riskus risku prognozēšanai un novērtēšanai;
- atbildīgajai ministrijai (ZM) kopā ar LAD pilnveidot un paplašināt piena lopkopībai piemērotus riska apdrošināšanas pakalpojumus, iekļaujot ienākumu stabilizācijas un klimata risku segumu, paredzot elastīgākus valsts līdzfinansējumu mehānismus prēmijām, kas ļautu saimniecībām efektīvāk pārvaldīt ārējos riskus.

Otrā problēma: Latvijas piena lopkopības attīstības plānošanā netiek pilnvērtīgi izmantoti starptautiski prognozēšanas modeļi, kas ļautu modelēt Latvijas piena lopkopības attīstību ES tirgus kontekstā, novērtējot ES politikas un tirgus izmaiņu ietekmi. Tāpat nav ieviesti mehānismi, kas veicinātu šādu prognozēšanas modeļu iekļaušanu politikas plānošanā.

Priekšlikumi problēmas risināšanai:

- veicināt starpinstitucionālu sadarbību, kurā tiek iesaistītas pētniecības institūcijas, nozares eksperti un politikas veidotāji (ZM), paredzot tam ilgtermiņa finansējumu ārpus atsevišķiem projektiem, lai nodrošinātu pastāvīgu cilvēkresursu piesaisti un sadarbības stabilitāti (piemēram, ar LBTU, Agrolesursu un ekonomikas institūta u. c. institūciju starpniecību). Šādas sadarbības ietvaros rīkot kopīgas darba grupas, kurās tiktu modelēti dažādi nozares attīstības scenāriji, tādējādi nodrošinot sistemātisku prognozēšanas rezultātu integrāciju politikas plānošanā;
- atbildīgajai ministrijai (ZM) izstrādāt metodisko ietvaru un vadlīnijas, kas apraksta, kā prognozēšanas modeļu rezultāti var tikt izmantoti un interpretēti politikas dokumentu un nozares stratēģiju sagatavošanā, kā arī atbalsta programmu izvērtējumos;
- LBTU pievienoties AGMEMOD konsorcijam un kļūt par tā oficiālu partneri, tādējādi nodrošinot pieeju galvenajam modelim, un sadarboties ar Vāgeningenas universitātes Sociālo un ekonomisko pētījumu centra (*Wageningen Social & Economic Research*) un Tīnena institūta (*Thünen Institute*) pētniekiem.

Trešā problēma: Latvijas piena lopkopību raksturo salīdzinoši zemāki ražošanas un tirgus attīstības rādītāji ES kontekstā, kā arī izteikta saimniecību strukturālā sadrumstalotība. Tas rada nepieciešamību pēc tādas atbalsta un konsultāciju pieejas, kas ļautu mērķtiecīgāk

sasaistīt saimniecību strukturālos raksturlielumus ar to attīstības iespējām un pieejamajiem valsts un ES instrumentiem.

Priekšlikumi problēmas risināšanai:

- LAD sadarbībā ar ZM un LLKC ieviest mērķtiecīgu saimniecību attīstības pieeju (piemēram, “Saimniecību attīstības virzības ceļa karte”), kuras ietvaros, balstoties uz saimniecības strukturālajiem rādītājiem (piemēram, slaucamo govju skaits, izslaukums, apgrozījums un investīciju vēsture), saimniecībai tiek piedāvāts tai atbilstošs attīstības virziens, ar kuru tiek sasaistītas piemērotākās konsultāciju aktivitātes un valsts un ES finansējuma instrumenti, tādējādi nodrošinot konsekventu, kapacitātei atbilstošu un ekonomiski pamatotu saimniecības attīstību;
- piena lopkopības nevalstiskajām organizācijām sadarbībā ar piena ražošanas saimniecību vadītājiem, LLKC un nozares selekcijas un konsultāciju institūcijām veicināt saimniecību orientāciju uz ražošanas efektivitātes paaugstināšanu, nodrošinot mērķtiecīgus ieteikumus govju ģenētikas uzlabošanai, dzīvnieku veselības vadībai un piena kvalitātes rādītāju (piemēram, proteīna un tauku satura) uzlabošanai, balstoties uz saimniecību individuālajiem ražošanas un strukturālajiem rādītājiem;
- LAD sadarbībā ar ZM, LLKC un ALTUM izveidot vienotu digitālu platformu, kas nodrošinātu personalizētu atbalsta un finansējuma iespēju meklēšanu, pamatojoties uz mērķiem un saimniecības profilu (piemēram, platība, apgrozījums, dzīvnieku skaits utt.). Platformā būtu apvienota informācija par pieejamajiem valsts un ES atbalsta instrumentiem, ļaujot lietotājam ātri iegūt informāciju par piemērotāku programmu, tās prasībām, pieteikšanās termiņiem un, ja nepieciešams, kontaktinformāciju saziņai.

BIBLIOGRĀFISKO UN INFORMĀCIJAS AVOTU SARAKSTS / LIST OF BIBLIOGRAPHICAL AND INFORMATION SOURCES

1. Abiri, R., Rizan, N., Balasundram, S. K., Shahbazi, A. B., & Abdul-Hamid, H. (2023). Application of digital technologies for ensuring agricultural productivity. *Heliyon*, 9(12), e22601. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22601>.
2. Adamczyk, D., Jaworska, D., Affeltowicz, D., & Maison, D. (2022). Plant-Based Dairy Alternatives: Consumers' Perceptions, Motivations, and Barriers—Results from a Qualitative Study in Poland, Germany, and France. *Nutrients*, 14(10), 2171. <https://doi.org/10.3390/nu14102171>.
3. Adenauer, M. (2008). CAPRI versus AGLINK-COSIMO: Two partial equilibrium models – Two baseline approaches. *2008 International Congress, August 26-29, 2008, Ghent, Belgium*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.44120>.
4. AGMEMOD Agree-Food Projections. (n.d.). *Model*. Pieejams tiešsaistē: <http://www.agmemod.eu/>.
5. AgriPoliS Project. (n.d.). *AgriPoliS – an agent-based model of regional agricultural structures*. Pieejams tiešsaistē: <http://www.agrifood.se/engmodel.aspx?fKeyID=91>.
6. Allen, P. (1994). Economic forecasting in agriculture. *International Journal of Forecasting*, 10(1), 81–135. [https://doi.org/10.1016/0169-2070\(94\)90052-3](https://doi.org/10.1016/0169-2070(94)90052-3).
7. ALTUM. (n.d.). *Lauksaimnieku garantijas*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.altum.lv/pakalpojumi/lauksaimniekiem/lauksaimnieku-garantijas?tab=3>.
8. Angus, A., Burgess, P., Morris, J., & Lingard, J. (2009). Agriculture and land use: Demand for and supply of agricultural commodities, characteristics of the farming and food industries, and implications for land use in the UK. *Land Use Policy*, 26, S230–S242. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.09.020>.
9. Antle, J. M., Jones, J. W., & Rosenzweig, C. E. (2017). Next generation agricultural system data, models and knowledge products: Introduction. *Agricultural Systems*, 155, 186–190. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.09.003>.
10. AMI. (n.d.). *The AMI*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.ami-informiert.de/ueber-die-ami>.
11. Araujo Enciso, S. R., Pérez Domínguez, I., Santini, F., & Hélaine, S. (2015). *Documentation of the European Commission's EU module of the Aglink-Cosimo modelling system* (JRC Scientific and Policy Reports). European Commission, Joint Research Centre. Pieejams tiešsaistē: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC92618/jrc92618%20online.pdf>.
12. Arla Foods (n.d.). *About Us*. Pieejams tiešsaistē: <https://mea.arla.com/company/about-us/>.
13. Armstrong, J. S. (Ed.). (2001). *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners* (International Series in Operations Research & Management Science, vol. 30). Springer.
14. Augustyńska-Grzymek, I., Czulowska, M., Skarżyńska, A., Żekało, M., & Stalgiene, A. (2015). *The view of dairy sector and the economic situation of milk producers in Poland and in Lithuania after accession to the EU*. In *Proceedings of the Eleventh International Conference: "Challenges of Europe: Growth, competitiveness and inequality"* (pp. 307–323). University of Split, Faculty of Economics. Pieejams tiešsaistē: https://app.ekvi.lt/uploads/Stalgiene_307_323_fd3fcd4f1.pdf.
15. Aydar, E. F., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 103975. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>.
16. Bai, Z., Lee, M. R. F., Ma, L., Ledgard, S., Oenema, O., Velthof, G. L.,...Zhang, F. (2018). Global environmental costs of China's thirst for milk. *Global Change Biology*, 24(5), 2198–2211. <https://doi.org/10.1111/gcb.14047>.

17. Banse, M., van Leeuwen, M., Tabeau, A., & others. (2011). Agricultural market performance in the EU after the 2000 and 2003 CAP reform: An ex-post evaluation based on AGMEMOD. Paper presented at the 122nd EAAE Seminar, February 17–18, 2011, Ancona, Italy. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.99366>.
18. Barkema, H., Von Keyserlingk, M., Kastelic, J., Lam, T., Luby, C., Roy, J.,...Kelton, D. (2015). Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 7426–7445. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9377>.
19. Bartova, L., M'Barek, R., & Tabeau, A. (2008). Impact analysis of the CAP reform on main agricultural commodities: Report II AGMEMOD – Member States Results. Pieejams tiešsaistē: <https://hal.science/hal-01462497v1/document>.
20. Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051–13069. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.056>.
21. Bełdycka-Bórawska, A., Bórawski, P., Guth, M., Parzonko, A., Rokicki, T., Klepacki, B., ...Dunn, J. W. (2021). Price changes of dairy products in the European Union. *Agricultural Economics (Zemědělská Ekonomika)*, 67(9), 373–381. <https://doi.org/10.17221/61/2021-agricecon>.
22. Belton, V., & Stewart, T. J. (2002). *Multiple criteria decision analysis: An integrated approach*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
23. Berger, T. (2001). Agricultural economics. *Journal of the International Association of Agricultural Economists*, 25(3), 245–260.
24. Berry, D., Buckley, F., Dillon, P., Evans, R., Rath, M., & Veerkamp, R. (2003). Genetic Relationships among Body Condition Score, Body Weight, Milk Yield, and Fertility in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2193–2204. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(03\)73809-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(03)73809-0).
25. Bianchi, M., Bava, L., Sandrucci, A., Tangorra, F., Tamburini, A., Gislou, G., & Zucali, M. (2022). Diffusion of precision livestock farming technologies in dairy cattle farms. *Animal*, 16(11), 100650. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100650>.
26. Bouamra-Mechemache, Z., Jongeneel, R., & Réquillart, V. (2007). *The dairy industry in an expanding European Union: Policies and strategies* (IDEI Working Paper No. 478). Institut d'Économie Industrielle (IDEI).
27. Bouma, F. (2019). *How to use the Intercept Calibration Tool* [PDF dokumentācija]. AGMEMOD model documentation.
28. Bouma, F. (2022). *Types of Equations in ModelEquation files* [PDF dokumentācija]. AGMEMOD model documentation.
29. Bórawski, P., Pawlewicz, A., Parzonko, A., Jayson, K. H., & Holden, L. (2020). Factors shaping cow's milk production in the EU. *Sustainability*, 12(1), 420. <https://doi.org/10.3390/su12010420>.
30. Bórawski, P., Guth, M., Truszkowski, W., Zuzek, D., Bełdycka-Borawska, A., Mickiewicz, B.,...Dunn, J. W. (2020a). Milk price changes in Poland in the context of the Common Agricultural Policy. *Agricultural Economics (Zemědělská Ekonomika)*, 66(1), 19–26. <https://doi.org/10.17221/178/2019-agricecon>.
31. Bórawski, P., Pawlewicz, A., Parzonko, A., Jayson, K. H., & Holden, L. (2020b). Factors shaping cow's milk production in the EU. *Sustainability*, 12(1), 420. <https://doi.org/10.3390/su12010420>.
32. Bouamra-Mechemache, Z., Réquillart, V., Soregaroli, C., & Trévisiol, A. (2008). Demand for dairy products in the EU. *Food Policy*, 33(6), 644–656. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2008.05.001>.
33. Bouyssou, C. G., Dejgård Jensen, J., & Yu, W. (2024). Food for thought: A meta-analysis of animal food demand elasticities across world regions. *Food Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2023.102581>.

34. Braeken, J., & van Assen, M. A. L. M. (2017). An empirical Kaiser criterion. *Psychological Methods*, 22(3), 450–466. <https://doi.org/10.1037/met0000074>.
35. Brito, L., Bedere, N., Douhard, F., Oliveira, H., Arnal, M., Peñagaricano, F.,... Miglior, F. (2021). Review: Genetic selection of high-yielding dairy cattle toward sustainable farming systems in a rapidly changing world. *Animal*, 15, 100292. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100292>.
36. Britz, W., & Witzke, H. P. (2014). *CAPRI Model Documentation 2014*. University of Bonn. Pieejams tiešsaistē: http://www.capri-model.org/docs/capri_documentation.pdf.
37. Brooks, C., Parr, L., Smith, J. M., Buchanan, D., Snioch, D., & Hebishy, E. (2021). A review of food fraud and food authenticity across the food supply chain, with an examination of the impact of the COVID-19 pandemic and Brexit on food industry. *Food Control*, 130, 108171. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108171>.
38. Bryant, W. D. A. (2010). *General equilibrium: Theory and evidence*. London, England: World Scientific Publishing Company. Pieejams tiešsaistē: https://books.google.lv/books?hl=en&lr=&id=uCLp8Q_B24QC.
39. Čapla, J., Zajác, P., Ševcová, K., Čurlej, J., & Fikselová, M. (2023). Overview of the milk and dairy products legislation in the European Union. *Legestic*, 1, 1–16. <https://doi.org/10.5219/legestic.1>.
40. Capros, P., Van Regemorter, D., Paroussos, L., Karkatsoulis, P., Fragkiadakis, C., Tsani, S., Charalampidis, I., & Revesz, T. (2013). *GEM-E3 Model Documentation (JRC-IPTS Working Paper No. JRC83177)*. Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. Pieejams tiešsaistē: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC83177/jrc83177%20\(3\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC83177/jrc83177%20(3).pdf).
41. Centrālā statistikas pārvalde. (n.d.-a). *Lauksaimniecības dzīvnieku produktivitāte 1940 – 2024*. Pieejams tiešsaistē: https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_NOZ_LA_LAL/LAL070.
42. Centrālā statistikas pārvalde. (n.d.-b). *Lauksaimniecības dzīvnieku skaits reģionos gada beigās 1990 – 2024*. Pieejams tiešsaistē: https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_NOZ_LA_LAL/LAL100.
43. Centrālā statistikas pārvalde. (n.d.-c). *Visu veidu saimniecību grupējums pēc liellopu un slaucamo govju skaita gada beigās 1996 – 2024*. Pieejams tiešsaistē: https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_NOZ_LA_LAL/LAL110.
44. Centrālā statistikas pārvalde. (n.d.-d). *Lopkopības produkcijas ražošana 1938 – 2024*. Pieejams tiešsaistē: https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_NOZ_LA_LAL/LAL010.
45. Centrālā statistikas pārvalde. (n.d.-e). *Piena un piena produktu ražošanas un patēriņa bilance (tūkst. t) 2004–2024*. Pieejams tiešsaistē: https://data.stat.gov.lv/pxweb/lv/OSP_PUB/START_NOZ_LA_LAB/LAB030.
46. Cielava, L., Jonkus, D. & Paura, L. (2016). THE AFFECT OF FIRST CALVIN AGE ON HOLSTEIN BREED COW LONGEVITY AND LIFETIME MILK PRODUCTIVITY. Zinātniski praktiskā konference „LĪDZSVAROTA LAUKSAIMNIECĪBA”, 25.–26.02.2016., LLU, Jelgava, Latvija.
47. Cinelli, M., Kadziński, M., Gonzalez, M., & Słowiński, R. (2020). How to support the application of multiple criteria decision analysis? Let us start with a comprehensive taxonomy. *Omega*, 96, 102261. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102261>.
48. Chantreuil, F., Salputra, G., & Erjavec, E. (2013). Market analysis of direct payment options for new EU member states using the AGMEMOD Partial Equilibrium Modelling Tool. *Outlook on Agriculture*, 42(1), 33–40. <https://doi.org/10.5367/oa.2013.0111>.
49. Chantreuil, F., Levert, F., & Hanrahan, K. (2005). *The Luxembourg Agreement reform of the CAP: An analysis using the AGMEMOD composite model*. Modelling Agricultural

- Policies: State of the Art and New Challenges, Proceedings of the 89th EAAE Seminar, Parma, Italy, February 3–5, 2005.
50. Chandra, R., Castillo-Zacarias, C., Delgado, P., & Parra-Saldívar, R. (2018). A biorefinery approach for dairy wastewater treatment and product recovery towards establishing a biorefinery complexity index. *Journal of Cleaner Production*, 183, 1184–1196. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.124>.
 51. Chaptea, A., & Caigne, C. (2018). *Russian food embargo and the lost trade* [Working Paper, No. wp18-05]. IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis). Pieejams tiešsaistē: <https://ageconsearch.umn.edu/record/276238/files/wp18-05.pdf>.
 52. Chantreuil, F., Donnellan, T., & van Leeuwen, M. (2008, August 26–29). EU dairy quota reform – AGMEMOD scenario analysis. Paper presented at the International Congress of the European Association of Agricultural Economists (EAAE), Ghent, Belgium. <https://ageconsearch.umn.edu/record/43655>.
 53. Chantreuil, F., & Hanrahan, K. (2007). AGMEMOD EU agricultural markets outlook. In *4. konferenca DAES: Slovensko kmetijstvo in podeželje v Evropi, ki se širi in spreminja* (pp. 13–27). Moravske Toplice, Slovenia, 8–9 November 2007.
 54. Changing Markets Foundation. (2023). *Annual Report 2023*. Pieejams tiešsaistē: <https://changingmarkets.org/wp-content/uploads/2024/06/Changing-Markets-Annual-report-2023-1.pdf>.
 55. Chen, C.-T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1–9. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1).
 56. Chepeliev, M., Maliszewska, M., & Pereira, M. F. S. E. (2023). The war in Ukraine, food security and the role for Europe. *EuroChoices*, 22(1), 4–13. <https://doi.org/10.1111/1746-692x.12389>.
 57. CLAL. (n.d.-a). *Estonia dairy sector*. Pieejams tiešsaistē: https://www.clal.it/en/index.php?section=quadro_europa&country=EE.
 58. CLAL. (n.d.-b). *Latvia dairy sector*. Pieejams tiešsaistē: https://www.clal.it/en/index.php?section=quadro_europa&country=LV.
 59. CLAL. (n.d.-c). *Lithuania dairy sector*. Pieejams tiešsaistē: https://www.clal.it/en/index.php?section=quadro_europa&country=LT.
 60. CLAL. (n.d.-d). *Milk production: United States*. Pieejams tiešsaistē: https://www.clal.it/en/index.php?section=latte_usa.
 61. CLAL. (n.d.-e). *Milk production: New Zealand*. Pieejams tiešsaistē: https://www.clal.it/en/index.php?section=stat_newzealand.
 62. CLAL. (n.d.-f). *Milk production: Argentina*. Pieejams tiešsaistē: https://www.clal.it/en/index.php?section=stat_argentina.
 63. CLAL. (n.d.-g). *Milk production: Brazil*. Pieejams tiešsaistē: https://www.clal.it/en/index.php?section=stat_brasile.
 64. CLAL. (n.d.-h). *Milk production: China*. Pieejams tiešsaistē: https://www.clal.it/en/index.php?section=stat_cina.
 65. Clay, N., Lorimer, J., & Garnett, T. (n.d.). Political ecologies of dairy system transitions. *LEAP (Leverhulme Centre for Climate Change Mitigation)*, University of Oxford. Pieejams tiešsaistē: <https://www.leap.ox.ac.uk/article/political-ecologies-of-dairy-system-transitions?>
 66. Cook, N., Bennett, T., & Nordlund, K. (2005). Monitoring indices of cow comfort in Free-Stall-Housed dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 88(11), 3876–3885. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(05\)73073-3](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(05)73073-3).
 67. Czekaj, M., Adamsone-Fiskovica, A., Tyran, E., & Kilis, E. (2020). Small farms' resilience strategies to face economic, social, and environmental disturbances in selected regions in Poland and Latvia. *Global Food Security*, 26, 100416. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100416>.

68. Czubak, W., Pawłowski, K. P., & Sadowski, A. (2021). Outcomes of farm investment in Central and Eastern Europe: The role of financial public support and investment scale. *Land Use Policy*, 108, 105655. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105655>.
69. Czubak, W., & Pawłowski, K. P. (2024). The impact of agricultural investments on the economic efficiency of production factors: an empirical study of the Wielkopolska Voivodeship. *Agriculture*, 14(12), 2217. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122217>.
70. Da Borso, F., Chiumenti, A., Sigura, M., & Pezzuolo, A. (2017). Influence of automatic feeding systems on design and management of dairy farms. *Journal of Agricultural Engineering*, 48–52. <https://doi.org/10.4081/jae.2017.642>.
71. Dairy Global. (2017). *Estonia's ambitious plans for dairy*. Skatīts 2020. gada 10. martā, no <https://www.dairyglobal.net/Market-trends/Articles/2017/9/Estonias-ambitious-plans-for-dairy-190137E/>.
72. Dallago, G. M., Wade, K. M., Cue, R. I., McClure, J. T., Lacroix, R., Pellerin, D., & Vasseur, E. (2021). Keeping Dairy Cows for longer: A Critical Literature Review on Dairy cow Longevity in High Milk-Producing Countries. *Animals*, 11(3), 808. <https://doi.org/10.3390/ani11030808>.
73. Darmayadi, A., & Megits, N. (2023). The impact of the Russia-Ukraine war on the European Union economy. *Journal of Eastern European and Central Asian Research (JEECAR)*, 10(1), 46–55. <https://doi.org/10.15549/jeeecar.v10i1.1079>.
74. Demir, G., Chatterjee, P., & Pamucar, D. (2024). Sensitivity analysis in multi-criteria decision making: A state-of-the-art research perspective using bibliometric analysis. *Expert Systems with Applications*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121660>.
75. De Vries, A., & Marcondes, M. (2020). Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal*, 14, s155–s164. <https://doi.org/10.1017/s1751731119003264>.
76. Dibbern, T., Romani, L. a. S., & Massruhá, S. M. F. S. (2024). Main drivers and barriers to the adoption of Digital Agriculture technologies. *Smart Agricultural Technology*, 8, 100459. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100459>.
77. Dong, D., & Stewart, H. (2013). *Households' choices among fluid milk products: What happens when income and prices change?* (Economic Research Report No. 146). United States Department of Agriculture, Economic Research Service. Pieejams tiešsaistē: https://ers.usda.gov/sites/default/files/_laserfiche/publications/45052/36802_err146.pdf.
78. Durbach, I. N., & Stewart, T. J. (2012). Modeling uncertainty in multi-criteria decision analysis. *European Journal of Operational Research*, 223(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.04.038>.
79. Economou, V., & Gousia, P. (2015). Agriculture and food animals as a source of antimicrobial-resistant bacteria. *Infection and Drug Resistance*, 49. <https://doi.org/10.2147/idr.s55778>.
80. Egger-Danner, C., Köck, A., Fuchs, K., Grassauer, B., Fuerst-Waltl, B., & Obritzhauser, W. (2020). Use of benchmarking to monitor and analyze effects of herd size and herd milk yield on cattle health and welfare in Austrian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 7598–7610. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16745>.
81. Eistrup, M., Sanches, A. R., Muñoz-Rojas, J., & Correia, T. P. (2019). A “Young Farmer Problem”? Opportunities and Constraints for Generational Renewal in Farm Management: An Example from Southern Europe. *Land*, 8(4), 70. <https://doi.org/10.3390/land8040070>.
82. Eiropadome. (n.d.). Eiropas zaļais kurss. Pieejams tiešsaistē: <https://www.consilium.europa.eu/lv/policies/european-green-deal/#what>.
83. Eiropas Savienības Padome. (n.d.). *Parīzes nolīgums klimata pārmaiņu jomā*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.consilium.europa.eu/lv/policies/paris-agreement-climate/>.

84. Eiropas Kopienu Padome. (1991). *Padomes direktīva attiecībā uz ūdeņu aizsardzību pret piesārņojumu, ko rada lauksaimnieciskas izcelsmes nitrāti*. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1991/676/oj/?locale=LV>.
85. Eiropas Parlaments un Padome. (2002). *Regula (EK) Nr. 178/2002, ar ko nosaka vispārīgos pārtikas likumdošanas principus un prasības, izveido Eiropas Pārtikas nekaitīguma iestādi un nosaka pārtikas nekaitīguma jautājumu procedūras* [Regula]. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 31, 01.02.2002. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=CELEX:32002R0178>.
86. Eiropas Parlaments. (n.d.). *Kopējā lauksaimniecības politika (KLP)*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/lv/section/196/kopeja-lauksaimniecibas-politika-klp->.
87. Eiropas Parlaments un Padome. (2004a). *Regula (EK) Nr. 852/2004 par pārtikas produktu higiēnu* [Regula]. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 139, 30.04.2004. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=CELEX:32004R0852>.
88. Eiropas Parlaments un Padome. (2004b). *Regula (EK) Nr. 853/2004, ar ko nosaka īpašas higiēnas prasības attiecībā uz dzīvnieku izcelsmes pārtiku* [Regula]. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 139, 30.04.2004. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=CELEX:32004R0853>.
89. Eiropas Parlaments un Padome. (2008a). *Regula (EK) Nr. 1333/2008 par pārtikas piedevām* [Regula]. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 354, 31.12.2008. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=CELEX:32008R1333>.
90. Eiropas Parlaments un Padome. (2013). *Regula (ES) Nr. 1308/2013, ar ko izveido lauksaimniecības produktu tirgus kopīgo organizāciju* [Regula]. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 347, 20.12.2013. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=CELEX:32013R1308>.
91. Eiropas Parlaments un Padome. (2017). *Regula (ES) 2017/625 par oficiālo kontroli un citām oficiālajām darbībām pārtikas un dzīvnieku veselības jomā* [Regula]. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 95, 07.04.2017. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=CELEX:32017R0625>.
92. Eiropas Parlaments un Padome. (2018a). *Regula (ES) 2018/841 par siltumnīcefekta gāzu emisiju un piesaistes iekļaušanu, kas rodas no zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības, klimata un enerģētikas politikas satvarā laikposmam līdz 2030. gadam un ar ko groza Regulu (ES) Nr. 525/2013 un Lēmumu Nr. 529/2013/ES* [Regula]. *Oficiālais Vēstnesis*, L 156, 19.6.2018, 1–25. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/841/oj/>.
93. Eiropas Parlaments un Padome. (2018b). *Regula (ES) 2018/842 par saistošiem ikgadējiem siltumnīcefekta gāzu emisiju samazinājumiem, ko dalībvalstīm jāpanāk no 2021. līdz 2030. gadam, lai veicinātu rīcību klimata politikas jomā un izpildītu saistības Parīzes nolīgumā, un ar ko groza Regulu (ES) Nr. 525/2013* [Regula]. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 156, 19.6.2018. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/842/oj/>.
94. Eiropas Parlaments un Padome. (2021a). *Regula (ES) 2021/1119, ar ko noteikts klimata nekaitīguma sasniegšanas ietvars un grozījumi regulās (EK) Nr. 401/2009 un (ES) 2018/1999 (“Eiropas klimata likums”)* [Regula]. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 243, 9.7.2021. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1119/oj/>.
95. Eiropas Parlaments un Padome. (2021b). *ES metāna emisiju mazināšanas stratēģija*. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, C 184/107. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021IP0436>.
96. Eiropas Parlaments un Padome. (2023). *Regula (ES) 2023/857, ar ko groza Regulu (ES) 2018/842 par saistošiem ikgadējiem siltumnīcefekta gāzu emisiju samazinājumiem, kas dalībvalstīm jāpanāk no 2021. līdz 2030. gadam un kas dod ieguldījumu rīcībā klimata politikas jomā, lai izpildītu Parīzes nolīgumā paredzētās saistības, un Regulu (ES) 2018/1999* [Regula]. *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*, L 111, 26.4.2023.

- Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=CELEX:32023R0857>.
97. Eiropas Revīzijas palāta. (2024). *Īpašais ziņojums 20/2024: Kopējās lauksaimniecības politikas plāni*. Pieejams tiešsaistē: https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2024-20/SR-2024-20_LV.pdf.
 98. Eiropas Komisija. (2020a). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system* (COM(2020) 381 final). Pieejams tiešsaistē: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:ea0f9f73-9ab2-11ea-9d2d-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&format=PDF.
 99. Eiropas Komisija. (n.d.-a). *Saistītais ienākumu atbalsts*. Pieejams tiešsaistē: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/income-support/additional-schemes/coupled-income-support_lv.
 100. Eiropas Komisija. (n.d.-b). *Kas ir tirgus pasākumi*. Pieejams tiešsaistē: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/market-measures/market-measures-explained_lv.
 101. Eiropas Komisija. (n.d.-c). *Ekoshēmas*. Pieejams tiešsaistē: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/income-support/eco-schemes_lv.
 102. Ekonomikas ministrija. (2025). *Saraksts ar eksportētājiem uz Krieviju un Baltkrieviju*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.em.gov.lv/lv/saraksts-ar-eksportetajiem-uz-krieviju-un-baltkrieviju>.
 103. European Commission. (2020a). *EU Methane Strategy* (COM(2020) 663 final). Brussels: European Commission. Pieejams tiešsaistē: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/e2bb6dc6-0f01-11eb-bc07-01aa75ed71a1>.
 104. European Commission. (2020b). *Financial needs in the agriculture and agri-food sectors in Latvia*. Pieejams tiešsaistē: https://www.fi-compass.eu/sites/default/files/2020-07/financial_needs_agriculture_agrifood_sectors_Latvia_executive_summary.pdf?
 105. European Commission. (n.d.-a.). *Milk and dairy products*. Overview. Pieejams tiešsaistē: https://agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products/milk-and-dairy-products_en#market-monitoring.
 106. European Commission. (n.d.-b.). *Food loss and waste prevention*. Pieejams tiešsaistē: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy/food-loss-and-waste-prevention_en.
 107. European Commission. (n.d.-c.). *Sustainable food production*. Pieejams tiešsaistē: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy/sustainable-food-production_en.
 108. European Commission. (n.d.-d.). *Sustainable food processing*. Pieejams tiešsaistē: from https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy/sustainable-food-processing_en.
 109. European Commission. (n.d.-e.). *Common agricultural policy*. Pieejams tiešsaistē: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy_en.
 110. European Commission (n.d.-g). *The European Green Deal*. Pieejams tiešsaistē: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.
 111. European Commission. (n.d.-h). *Is the CAP supporting both big industrial farms and small farmers alike?* In *Answers to your questions: EU's common agricultural policy*. Pieejams tiešsaistē: agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/answers-questions-cap/cap-support_en.

112. European Commission. (n.d.-i). *Agricultural Knowledge and Innovation Systems (AKIS)*. Pieejams tiešsaistē: https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/eip-agri_agricultural_knowledge_and_innovation_systems_akis_2021_en_web.pdf.
113. European Commission (2024). EU agricultural outlook, 2024-2035. Pieejams tiešsaistē: https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/48b04248-de6c-4608-bbcf-f2c9e0ed9d2b_en?filename=agricultural-outlook-2024-report_en.pdf.
114. European Union. (2020). *Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee of the regions. A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe*. Pieejams tiešsaistē: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>.
115. Eurostat. (n.d.-a). *Selling prices of crop products (absolute prices) [apri_ap_crpouta]*. Pieejams tiešsaistē: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/apri_ap_crpouta.
116. Eurostat. (n.d.-b). *Selling prices of raw cow's milk*. Pieejams tiešsaistē: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00070/default/table?lang=en&category=t_agr.t_apri.
117. Eurostat. (n.d.-b). *Production of butter*. Pieejams tiešsaistē: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00038/default/table?lang=en&category=t_agr.t_apro.t_apro_mk.
118. Eurostat. (n.d.-c). *Production of cheese*. Pieejams tiešsaistē: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00040/default/table?lang=en&category=t_agr.t_apro.t_apro_mk.
119. Femenia, F. (2019). A meta-analysis of the price and income elasticities of food demand. *German Journal of Agricultural Economics*, 68(2), 77–98. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.319809>.
120. Filho, W. L., Fedoruk, M., Eustachio, J. H. P. P., Barbir, J., Lisovska, T., Lingos, A., & Baars, C. (2023). How the War in Ukraine Affects Food Security. *Foods*, 12(21), 3996. <https://doi.org/10.3390/foods12213996>.
121. Finanšu ministrija. (2025a). *Latvija ar EK pārrunā Atveseļošanas fonda plāna ieviešanu mērķu sasniegšanai*. Pieejams: <https://www.fm.gov.lv/lv/jaunums/latvija-ar-ek-parruna-atveselosanas-fonda-plana-ieviesanu-merku-sasniesganai>.
122. Finanšu ministrija. (2025b). *FM īsteno rīcības plānu administratīvā sloga mazināšanai ES fondu projektos*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.fm.gov.lv/lv/jaunums/fm-isteno-ricibas-planu-administrativa-sloga-mazinasanai-es-fondu-projektos>.
123. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (n.d.). *The FAO action plan on antimicrobial resistance 2021–2025*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.fao.org/3/cb5545en/cb5545en.pdf>.
124. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *Dairy market review*. Pieejams tiešsaistē: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/10d58506-df7b-467d-b5f6-c868b2ee6fa3/content>.
125. Frank, S., Witzke, H. P., Zimmermann, A., & Havlík, P. (2014). *Climate change impacts on European agriculture: A multi-model perspective*. In *Proceedings of the 14th EAAE Congress “Agri-Food and Rural Innovations for Healthier Societies”*, Ljubljana, Slovenia. Pieejams tiešsaistē: https://www.researchgate.net/publication/281777526_Climate_Change_Impacts_on_European_Agriculture_A_Multi_Model_Perspective.
126. Frank, S., Forsell, N., Gusti, M., & Havlík, P. (2016). *Methodology for estimation and modelling of EU LULUCF greenhouse gas emissions and removals until 2050 in GLOBIOM and G4M*. Pieejams tiešsaistē: https://www.researchgate.net/publication/305488343_Methodology_for_estimation_and_modelling_of_EU_LULUCF_greenhouse_gas_emissions_and_removals_until_2050_in_GLOBIOM_and_G4M.

127. Friedmann, D. (2022). *Adding ethicality to the menu of the Farm to Fork Strategy* (Peking University School of Transnational Law Research Paper). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4203544>.
128. Gbegbelegbe, S., Alene, A., Swamikannu, N., & Frija, A. (2024). Multi-dimensional impact assessment for priority setting of agricultural technologies: An application of TOPSIS for the drylands of sub-Saharan Africa and South Asia. *PLoS ONE*, *19*(11), e0314007. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314007>.
129. Geburt, K., Albrecht, E. H., Pointke, M., Pawelzik, E., Gerken, M., & Traulsen, I. (2022). A Comparative Analysis of Plant-Based Milk Alternatives Part 2: Environmental Impacts. *Sustainability*, *14*(14), 8424. <https://doi.org/10.3390/su14148424>.
130. Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., ... & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Rome: FAO.
131. Gilbert, N., Ahrweiler, P., Barbrook-Johnson, P., Narasimhan, K. P., & Wilkinson, H. (2018). Computational Modelling of Public Policy: Reflections on practice. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, *21*(1). <https://doi.org/10.18564/jasss.3669>.
132. Golas, Z. (2017). Determinants of milk production profitability of dairy farms in the EU member states. *Problems of Agricultural Economics*, *3*(352), 19–40. DOI: 10.5604/00441600.1245843.
133. Goetsch, A., Zeng, S., & Gipson, T. (2011). Factors affecting goat milk production and quality. *Small Ruminant Research*, *101*(1–3), 55–63. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.025>.
134. Gonzalez-Mejia, A., Styles, D., Wilson, P., & Gibbons, J. (2018). Metrics and methods for characterizing dairy farm intensification using farm survey data. *PLoS ONE*, *13*(5), e0195286. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195286>.
135. Good Food Institute Europe. (n.d.). *Market insights on European plant-based sales 2020–2022*. Pieejams tiešsaistē: <https://gfiurope.org/market-insights-on-european-plant-based-sales-2020-2022>.
136. Goti, A. (2010). *Discrete event simulations*. InTech. Pieejams tiešsaistē: <https://books.google.lv/books?id=kAehDwAAQBAJ>.
137. Grandin, T. (2014). Animal welfare and society concerns finding the missing link. *Meat Science*, *98*(3), 461–469. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.011>.
138. Greco, S., Ehr Gott, M., & Figueira, J. R. (2016). *Multiple criteria decision analysis*. New York, NY: Springer.
139. Grethe, H. (ed.). (2012). *European Simulation Model (ESIM): Documentation (Model Code, Parameterization, Database)*. Institute of Agricultural Policy and Markets, University of Hohenheim. Pieejams tiešsaistē: <https://apo.uni-hohenheim.de/en/organization/publication/european-simulation-model-esim-documentation-model-code-parameterization-database-version-of-december-11-2012>.
140. Grivins, M., Thorsøe, M. H., & Maye, D. (2021). Financial subjectivities in the agricultural sector: A comparative analysis of relations between farmers and banks in Latvia, Denmark and the UK. *Journal of Rural Studies*, *86*, 117–126. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.06.006>.
141. Grout, L., Baker, M. G., French, N., & Hales, S. (2020). A review of potential public health impacts associated with the global dairy sector. *GeoHealth*, *4*(2). <https://doi.org/10.1029/2019gh000213>.
142. Guzmán-Luna, P., Mauricio-Iglesias, M., Flysjö, A., & Hospido, A. (2021). Analysing the interaction between the dairy sector and climate change from a life cycle perspective: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *126*, 168–179. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.09.001>.

143. Haas, R., Schnepps, A., Pichler, A., & Meixner, O. (2019). Cow Milk versus Plant-Based Milk Substitutes: A Comparison of Product Image and Motivational Structure of Consumption. *Sustainability*, *11*(18), 5046. <https://doi.org/10.3390/su11185046>.
144. Hassen, T. B., & Bilali, H. E. (2022). Impacts of the Russia-Ukraine war on global food security: Towards more sustainable and resilient food systems? *Foods*, *11*(15), 2301. <https://doi.org/10.3390/foods11152301>.
145. Hanrahan, K.F. (n.d). *The EU Gold Model 2.1. An introductory manual*. [PDF dokumentācija]. AGMEMOD model documentation.
146. Hamulczuk, M., & Hertel, K. (2009). AGMEMOD model – Structure and application for analysis and simulation of Polish agricultural sector. *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych*, *10*, 88–98. Pieejams tiešsaistē: <https://qme.sggw.edu.pl/article/view/3026/2662>.
147. Hansen, L. (2000). Consequences of Selection for Milk Yield from a Geneticist's Viewpoint. *Journal of Dairy Science*, *83*(5), 1145–1150. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(00\)74980-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(00)74980-0).
148. Hart, K., McBride, B., Duffield, T., & DeVries, T. (2013). Effect of milking frequency on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *96*(11), 6973–6985. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6764>.
149. Hassoun, A., Boukid, F., Ozogul, F., Aït-Kaddour, A., Soriano, J. M., Lorenzo, J. M., ..., Câmara, J. S. (2023). Creating new opportunities for sustainable food packaging through dimensions of industry 4.0: New insights into the food waste perspective. *Trends in Food Science & Technology*, *142*, 104238. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.104238>.
150. Hazell, P., Poulton, C., Wiggins, S., & Dorward, A. (2010). The future of Small farms: trajectories and policy priorities. *World Development*, *38*(10), 1349–1361. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.06.012>.
151. Happe, K., Kellermann, and A. Balmann 2006. Agent-based analysis of agricultural policies: an illustration of the agricultural policy simulator AgriPoliS, its adaptation, and behavior. *Ecology and Society* *11*(1). Pieejams tiešsaistē: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art49/>.
152. Hendry, D. F., & Ericsson, N. R. (2003). *Understanding economic forecasts*. MIT Press.
153. Henson, R. N. (2015). Analysis of variance (ANOVA). In A. W. Toga (Ed.), *Brain mapping: An encyclopedic reference* (Vol. 1, pp. 477–481). San Diego, CA: Academic Press/Elsevier.
154. Heyl, K., Ekardt, F., Roos, P., & Garske, B. (2023). Achieving the nutrient reduction objective of the Farm to Fork Strategy. An assessment of CAP subsidies for precision fertilization and sustainable agricultural practices in Germany. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *7*. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1088640>.
155. Heikkilä, A. M., Myyrä, S., & Pietola, K. (2012). *Effects of economic factors on adoption of robotics and consequences of automation for productivity growth of dairy farms* (Factor Markets Working Paper No. 32). Centre for European Policy Studies. Pieejams tiešsaistē: <https://cdn.ceps.eu/wp-content/uploads/2012/12/FM%20No%2032%20Dairy%20Farming%20Keikkilaetal%20et%20al.pdf>.
156. Hill, B. E. (2023). *The Common Agricultural Policy*. <https://doi.org/10.4324/9781003383215>.
157. Hill, J. (2024). Science, technology, and innovation in the dairy sector. *International Journal of Food Science & Technology*, *59*(9), 6717–6723. <https://doi.org/10.1111/ijfs.17385>.
158. Hooper, D. (2012). Exploratory factor analysis. In H. Chen (Ed.), *Approaches to quantitative research – Theory and its practical application: A guide for dissertation students* (pp. 1-32). Cork, Ireland: Oak Tree Press.

159. Holden K., Peel D., & Thompson J.L. (1990). *Economic Forecasting: An Introduction*. Cambridge: University Press, 213 p.
160. Hovinen, M., & Pyörälä, S. (2011). Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *Journal of Dairy Science*, *94*(2), 547–562. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3556>.
161. HM Revenue & Customs. (n.d.). *Milk quotas*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.gov.uk/hmrc-internal-manuals/vat-food/vfood9950#Top>.
162. Huber, R., Bakker, M., Balmann, A., Berger, T., Bithell, M., Brown, C., ... Zimmermann, A. (2018). Representation of decision-making in European agricultural agent-based models. *Agricultural Systems*, *167*, 143–160. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.09.007>.
163. International Institute for Applied Systems Analysis. (n.d.). *GLOBIOM – Global Biosphere Management Model*. Pieejams tiešsaistē: <https://globiom.org/index.html>.
164. Jacobs, J., & Siegford, J. (2012). Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, *95*(5), 2227–2247. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4943>.
165. Jones, J. W., Antle, J. M., Basso, B., Boote, K. J., Conant, R. T., Foster, I., ... Wheeler, T. R. (2016). Brief history of agricultural systems modeling. *Agricultural Systems*, *155*, 240–254. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.014>.
166. Jones, J. W., Antle, J. M., & Basso, B. (2017). Toward a new generation of agricultural system data, models, and knowledge products: State of agricultural systems science. *Agricultural Systems*, *155*, 269–288. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.09.021>.
167. Jongeneel, R., & Gonzalez-Martinez, A. (2022). EU Dairy after the Quota Abolition: Inelastic Asymmetric Price Responsiveness and Adverse Milk Supply during Crisis Time. *Agriculture*, *12*(12), 1985. <https://doi.org/10.3390/agriculture12121985>.
168. Jonkus, D., Cielava, L., Ruska, D. (2018). Analysis of Dairy Cow Milk Productivity and Quality in the Automatic Milking System. Ražas svētki “Vecauce – 2018”: Latvijai – 100, Lauksaimniecības izglītībai – 155.
169. Joosse, S., & Grubbström, A. (2017). Continuity in farming - Not just family business. *Journal of Rural Studies*, *50*, 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.11.018>.
170. Jegatheesan, V., Shu, L., Rene, E. R., & Lin, T. (2021). Challenges in environmental science/engineering and innovations in pollution prevention and resource recovery for a sustainable future. *Chemosphere*, *276*, 130148. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130148>.
171. Jurkēnaitē, N., & Mikelionytē, A. (2021). Raw milk price transmission in the selected Eu countries. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, *21*(3), 391–400.
172. Kappes, A., Tozoneyi, T., Shakil, G., Railey, A. F., McIntyre, K. M., Mayberry, D. E., ... Marsh, T. L. (2023). Livestock health and disease economics: a scoping review of selected literature. *Frontiers in Veterinary Science*, *10*. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1168649>.
173. Karoui, R., & Bouaicha, I. (2024). A review on nutritional quality of animal and plant-based milk alternatives: a focus on protein. *Frontiers in Nutrition*, *11*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1378556>.
174. Ketchen, D. J., & Shook, C. L. (1996). The application of cluster analysis in strategic management research: An analysis and critique. *Strategic Management Journal*, *17*(6), 441–458.
175. Klimata un enerģētikas ministrija. (2025). *Nacionālais enerģētikas un klimata plāns 2021.–2030. gadam*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.kem.gov.lv/lv/nacionalais-energetikas-un-klimata-plans-2021-2030-gadam>.
176. Kinley, R. D., De Nys, R., Vucko, M. J., Machado, L., & Tomkins, N. W. (2016). The red macroalgae *Asparagopsis taxiformis* is a potent natural antimethanogenic that reduces

- methane production during in vitro fermentation with rumen fluid. *Animal Production Science*, 56(3), 282. <https://doi.org/10.1071/an15576>.
177. Knips, V. (2005). Developing Countries and the Global Dairy Sector Part I Global Overview. *RePEc: Research Papers in Economics*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.23768>.
 178. Kotevska, A., Dimitrievski, D., & Erjavec, E. (2013). Partial equilibrium model as a tool for policy analysis in agriculture: An empirical evidence of Macedonia. *Conference paper*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.161772>.
 179. Koutouzidou, G., Ragkos, A., & Melfou, K. (2022). Evolution of the structure and economic management of the dairy cow sector. *Sustainability*, 14(18), 11602. <https://doi.org/10.3390/su141811602>.
 180. Krishnan, A. R., Hamid, M. R., Tanakinjal, G. H., Asli, M. F., Boniface, B., & Ghazali, M. F. (2023). An investigation to offer conclusive recommendations on suitable benefit/cost criteria-based normalization methods for TOPSIS. *MethodsX*, 10, 102227. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102227>.
 181. Kyryzyuk, S., Krupin, V., Borodina, O., & Waş, A. (2020). Crop residue removal: Assessment of future bioenergy generation potential and Agro-Environmental limitations based on a case study of Ukraine. *Energies*, 13(20), 5343. <https://doi.org/10.3390/en13205343>.
 182. Landau, S., & Ster, I. C. (2010). Cluster Analysis: Overview. In *Elsevier eBooks* (pp. 72–83). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-044894-7.01315-4>.
 183. Läßle, D., Carter, C. A., & Buckley, C. (2021). EU milk quota abolition, dairy expansion, and greenhouse gas emissions. *Agricultural Economics*, 53(1), 125–142. <https://doi.org/10.1111/agec.12666>.
 184. Latvijas lauku konsultāciju un izglītības centrs. (n.d.). *Idejas un mērķi*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.piens.eu/lv/par-mums/idejas-un-merki>.
 185. Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs. (n.d.-a). *LLKC konsultāciju sistēma kā bagāta augsne klientu gudrai augsmei*. Pieejams tiešsaistē: <https://llkc.lv>.
 186. Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs. (n.d.-b). *Lopkopība*. Pieejams tiešsaistē: <https://llkc.lv/lopkopiba/>.
 187. Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs. (n.d.-c). *Lopkopības iekārtu testēšana*. Pieejams tiešsaistē: <https://llkc.lv/lopkopiba/praktiski-pakalpojumi-lopkopiba/>.
 188. Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs. (n.d.-d). *Atbalsts ieguldījumiem mazajās lauku saimniecībās*. Pieejams tiešsaistē: <https://llkc.lv/aktualitates/atbalsts-ieguldijumiem-mazajas-lauku-saimniecibas/>.
 189. Latvijas lauku konsultāciju un izglītības centrs. (2022). *Izmēģinājumi augkopībā un lopkopībā*. Pieejams tiešsaistē: https://arhivs.llkc.lv/sites/default/files/baskik_p/pielikumi/demo_2022_internetam.pdf?_gl=1*1ddv0c3*_ga*MTM5MTU2OTc1OS4xNzYxNDc2OTkx*_ga_S8BBR7LDKE*czE3NjE0OTY3NTUkbzYkZzAkdDE3NjE0OTY3NTUkajYwJGwwJGgw.
 190. Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte. (n.d.). *Pētījumu virzieni*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.lbtu.lv/lv/petijumu-virzieni>.
 191. Lauku atbalsta dienests. (2022). *Par mums*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.lad.gov.lv/lv/par-mums>.
 192. Lauku atbalsta dienests. (2023). *Lauku attīstības (Agrovides) pasākumi (intervences) 2025.g.* Pieejams tiešsaistē: <https://www.lad.gov.lv/lv/katalogs/lauku-attistibas-agrovides-pasakumi-intervences-2025g>.
 193. Lauku atbalsta centrs. (2025a). *Ražas, dzīvnieku, sējumu un stādījumu apdrošināšanas prēmija*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.lad.gov.lv/lv/katalogs/la-17-razas-dzivnieku-sejumu-un-stadijumu-apdrosinanas-premija>.

194. Lauku atbalsta dienests. (2025b). Atbalsts ieguldījumiem mazajās lauku saimniecībās. Pieejams tiešsaistē: <https://www.lad.gov.lv/lv/katalogs/la-5-atbalsts-ieguldijumiem-mazajas-lauku-saimniecibas>.
195. Laquai, V. (2023a). Getting started with AGMEMOD. Interface and folder structure [semināra prezentācija]. AGMEMOD training, Braunschweig, Germany.
196. Laquai, V. (2023b). AGMEMOD database [semināra prezentācija]. AGMEMOD training, Braunschweig, Germany.
197. Laquai, V. (2023c). Estimating equations with R [semināra prezentācija]. AGMEMOD training, Braunschweig, Germany.
198. Lähteenmäki-Uutela, A., Rahikainen, M., Lonkila, A., & Yang, B. (2021). Alternative proteins and EU food law. *Food Control*, *130*, 108336. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108336>.
199. Lee, Y., Dang, C., Alam, M. Z., Kim, Y., Cho, K., Park, K., & Kim, J. (2019). The effectiveness of genomic selection for milk production traits of Holstein dairy cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *33*(3), 382–389. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0546>.
200. Leialohilani, A., & De Boer, A. (2020). EU food legislation impacts innovation in the area of plant-based dairy alternatives. *Trends in Food Science & Technology*, *104*, 262–267. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.021>.
201. Leffelaar, P. A. (Ed.). (1993). *On systems analysis and simulation of ecological processes, with examples in CSMP and FORTRAN* (Current Issues in Production Ecology, Vol. 1). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
202. Leimane, I., Krieviņa, A., Ceriņa, S., Auziņš, A., Lakovskis, P., Drejere, S., Gulbe, I., & Osīte, I. (2021). *Stratēģijas izstrāde noturīgas un multifunkcionālas piena nozares attīstībai Latvijā: Pielikums – Situācijas izpētes rezultāti* [Pētījuma pielikums]. Agroresursu un ekonomikas institūts. Pieejams tiešsaistē: https://www.arei.lv/sites/arei/files/files/projects/Situācijas_izpetes_rezultati_Pielikums_pētījumam%20_QVL_30112021.pdf.
203. Listorti, G., & Esposti, R. (2008). *Making the world market price endogenous within the AGMEMOD modelling framework*. Paper presented at the 107th EAAE Seminar “Modelling of Agricultural and Rural Development Policies,” Seville, Spain, 29 January – 1 February 2008.
204. Līcīte, I. (2024). *Klimta pārmaiņu samazināšana lauksaimniecības organiskās augsnes apsaimniekošanā Latvijā*. (Promocijas darbs, Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte). Pieejams tiešsaistē: <https://www.silava.lv/images/Produkti/Promocijas-darbi/2024-Licite-Ieva-Promocijas-darbs.pdf>.
205. Lofgren, H., Harris, R. L., & Robinson, S. (2002). *A standard general equilibrium model (CGE) in GAMS*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
206. Long, T. B., Blok, V., & Coninx, I. (2015). Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy. *Journal of Cleaner Production*, *112*, 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.044>.
207. Lopes, L. B., Michetti, M., Reis, J. C., & Kamoi, M. Y. (2020). Seasonal variation of price and milk production in Mato Grosso. *Scientific Electronic Archives*, *13*(7), 67. <https://doi.org/10.36560/13720201124>.
208. Lovarelli, D., Bacenetti, J., & Guarino, M. (2020). A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production? *Journal of Cleaner Production*, *262*, 121409. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121409>.
209. Luik, H., & Lindsaar, A. (2014). Dairy sector in Estonia: Development and the impact of the EU membership. *Research for Rural Development*, *2*, 66–71.

210. Luostarinen, S., Normak, A. & Edström, M. (2011). Overview of Biogas Technology. Pieejams tiešsaistē: <https://core.ac.uk/download/pdf/52210286.pdf>.
211. LV portāls. (2024). *Atbalstis investīcijas lauku saimniecībās, lauksaimniecības produktu pārstrādē un meliorācijā*. Pieejams tiešsaistē: <https://lvportals.lv/dienaskartiba/363713-atbalstis-investicijas-lauku-saimniecibas-lauksaimniecibas-produktu-parstrade-un-melioracija-2024>.
212. Malang, T., & Holzinger, K. (2020). The political economy of differentiated integration: The case of common agricultural policy. *The Review of International Organizations*, 15(3), 741–766. <https://doi.org/10.1007/s11558-020-09384-z>.
213. Makridakis, S., & Bakas, N. (2016). Forecasting and uncertainty: A survey. *Research Data Journal for the Humanities and Social Sciences*, 6(1), 1–25. <https://doi.org/10.3233/RDA-150114>.
214. Marioni, L. S., Rincon-Aznar, A., Aitken, A., Kapur, S., Smith, R., & Beckert, W. (2022). *Estimating food and drink demand elasticities*. London, England: National Institute of Economic and Social Research.
215. Matthews, A. (2013). Greening agricultural payments in the EU's Common Agricultural Policy. *Bio-based and Applied Economics*, 2(1), 1–27.
216. Martin, L. A. (1997). The first step. *System Dynamics in Education Project*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.
217. Maidstone, R. (2012). Discrete event simulation, system dynamics and agent based simulation: Discussion and comparison. Pieejams tiešsaistē: <https://personalpages.manchester.ac.uk/staff/robert.maidstone/pdf/MresSimulation.pdf>
218. M'barek, R., & Bartová, L. (2008). *Impact analysis of CAP reform on the main agricultural commodities: Report III – AGMEMOD model description* (JRC-IPTS Scientific and Technical Report). European Commission, Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies. *Catalogue Number LF-NC-22940-EN-C*, ISSN 1018-5593. Pieejams tiešsaistē: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/76490773-bc84-4f92-8971-36d5a6e94b1a/language-en>.
219. Méndez-Zambrano, P. V., Pérez, L. P. T., Valdez, R. E. U., & Orozco, Á. P. F. (2023). Technological Innovations for Agricultural Production from an Environmental Perspective: A Review. *Sustainability*, 15(22), 16100. <https://doi.org/10.3390/su152216100>.
220. Mihailova, M. (2020). The state of agriculture in Bulgaria – PESTLE analysis. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 26(5), 935–943.
221. Ministru kabinets. (2008). *Lauksaimniecības dzīvnieku vispārīgās labturības prasības* (Noteikumi Nr. 5) [Noteikumi]. *Latvijas Vēstnesis*, 2, 4.01.2008. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/168773-lauksaimniecibas-dzivnieku-visparigas-labturibas-prasibas>.
222. Ministru kabinets. (2014a). *Prasības ūdens, augsnes un gaisa aizsardzībai no lauksaimnieciskās darbības izraisīta piesārņojuma* (Noteikumi Nr. 834) [Noteikumi]. *Latvijas Vēstnesis*, 3, 07.01.2015. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/271376-prasibas-udens-augsnes-un-gaisa-aizsardzibai-no-lauksaimnieciskas-darbibas-izraisita-piesarnojuma>.
223. Ministru kabinets. (2014b). *Īpašās prasības piesārņojošo darbību veikšanai dzīvnieku novietnēs* (Noteikumi Nr. 829) [Noteikumi]. *Latvijas Vēstnesis*, 2, 06.01.2015. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/271374-ipasas-prasibas-piesarnojoso-darbibu-veiksanai-dzivnieku-novietnes>.
224. Ministru kabinets. (2016). *Veterinārās, higiēnas un nekaitīguma prasības svaigpiena aprītei* (Noteikumi Nr. 597) [Noteikumi]. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 174, 08.09.2016. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/284603-veterinaras-higienas-un-nekaitiguma-prasibas-svaigpiena-apritei>.
225. Ministru kabinets. (2019a). *Zemkopības ministrijas nolikums* (Noteikumi Nr. 187) [Noteikumi]. *Latvijas Vēstnesis*, 99, 20.05.2019. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/306912-zemkopibas-ministrijas-nolikums>.

226. Ministru kabinets. (2019b). *Slaucamo govju un slaucamo kazu pārraudzības un snieguma pārbaudes kārtība* (Noteikumi Nr. 228) [Noteikumi]. *Latvijas Vēstnesis*, 108, 30.05.2019. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/307173-slaucamo-govju-un-slaucamo-kazu-parraudzibas-un-snieguma-parbaudes-kartiba>.
227. Ministru kabinets. (2019c). *Prasības govju un kazas svaigpiena aprītei neliela apjoma saimniecībās* (Noteikumi Nr. 222) [Noteikumi]. *Latvijas Vēstnesis*, 37, 21.02.2019. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/305006-prasibas-govs-un-kazas-svaigpiena-apritei-neliela-apjoma>.
228. Ministru kabinets. (2020a). *Latvijas stratēģija klimatneitralitātes sasniegšanai līdz 2050. gadam* [Informatīvais ziņojums]. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/342214>.
229. Ministru kabinets. (2020b). *Par Gaisa piesārņojuma samazināšanas rīcības plānu 2020.-2030. gadam* (Noteikumi Nr. 197) [Noteikumi]. *Latvijas Vēstnesis*, 77, 21.04.2020. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/314078-par-gaisa-piesarnojuma-samazinanas-ricibas-planu-2020-2030-gadam>.
230. Ministru kabinets. (2021). *Valsts uzraudzībā esošās dzīvnieku infekcijas slimības vai epizootijas uzliesmojuma laikā radušos zaudējumu kompensācijas noteikumi* (Noteikumi Nr. 199, 2021. gada 1. aprīlis). *Latvijas Vēstnesis*, 66, 02.04.2021. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/322169>.
231. Ministru kabinets. (2022). *Informatīvais ziņojums "Par Latvijas Kopējās lauksaimniecības politikas stratēģisko plānu 2023.-2027.gadam"* [Informatīvais ziņojums]. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/342211-par-latvijas-kopejas-lauksaimniecibas-politikas-strategisko-planu-2023-2027-gadam>.
232. Ministru kabinets. (2023). *Tiešo maksājumu piešķiršanas kārtība lauksaimniekiem* (Noteikumi Nr. 126) [Noteikumi]. *Latvijas Vēstnesis*, 77, 20.04.2023. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/341260-tieso-maksajumu-pieskirsanas-kartiba-lauksaimniekiem>.
233. Ministru kabinets. (2024). *Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.mk.gov.lv/lv/latvijas-ilgtspejigas-attistibas-strategija>.
234. Mikelionytė, D., & Eičaitė, O. (2023). *Developments in the Lithuanian dairy sector in 2004–2021 and the main factors affecting them*. Scientific Papers Series "Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development", 23(1), 395–408. Pieejams tiešsaistē: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.23_1/Art45.pdf.
235. Mizik, T., Nagy, J., Molnár, E. M., & Maró, Z. M. (2025). Challenges of employment in the agrifood sector of developing countries—a systematic literature review. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04308-3>
236. Morgan, M. S. (1991). *The history of econometric ideas*. Cambridge: Cambridge University Press. Pieejams tiešsaistē: <https://books.google.lv/books?id=iUpDzJM9lq0C>.
237. Muck, R., Nadeau, E., McAllister, T., Contreras-Govea, F., Santos, M., & Kung, L. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3980–4000. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13839>.
238. Naglova, Z., Boberova, B., Horakova, T., & Smutka, L. (2017). Statistical analysis of factors influencing the results of enterprises in dairy industry. *Agricultural Economics (Zemědělská Ekonomika)*, 63(6), 259–270. <https://doi.org/10.17221/353/2015-agricecon>.
239. Namiotko, V., Galnaityte, A., Krisciukaitiene, I., & Balezentis, T. (2021). Assessment of agri-environmental situation in selected EU countries: A multi-criteria decision-making approach for sustainable agricultural development. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(18), 25556–25567. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17062-4>.
240. Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, & Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 130(1–3), 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>.
241. NASA Earth Observatory. (2002). *Weather forecasting through the ages*. Pieejams tiešsaistē: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/WxForecasting/wx2.php>.

242. Nipers, A., Krievina, A., & Pilvere, I. (2018). Projecting productivity in agriculture in Latvia. *Research for Rural Development/Research for Rural Development (Online)*, 130–137. <https://doi.org/10.22616/rrd.24.2018.063>.
243. Nehrey, M., Kaminskyi, A., & Komar, M. (2019). Agro-economic models: a review and directions for research. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN)*, 7(2), 702. <https://doi.org/10.21533/pen.v7i2.579>.
244. Neethirajan, S., & Kemp, B. (2021). Digital livestock farming. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 32, 100408. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2021.100408>.
245. Niu, H., Li, Z., Zhang, C., & Li, M. (2024). Sustainable food systems under environmental footprints: The delicate balance from farm to table. *The Science of the Total Environment*, 954, 176761. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176761>.
246. Norton, T., & Berckmans, D. (2017). Developing precision livestock farming tools for precision dairy farming. *Animal Frontiers*, 7(1), 18–23. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0104>.
247. Nodarbinātības valsts aģentūra. (2024). *Stratēģija*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.nva.gov.lv/lv/strategija>.
248. OECD. (2023). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032*. Pieejams tiešsaistē: OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032 | OECD.
249. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2025). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2024-2033*. Pieejams tiešsaistē: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-fao-agricultural-outlook-2025-2034_601276cd-en.html.
250. O'Connor, D., Bergmann, D., & Keane, M. (2014). *The challenges posed by price volatility in the EU dairy sector*. Conference: Agrarian Perspectives XXIV and 25th Annual Conference of the Austrian Society of Agricultural Economics
251. Oleggini, G., Ely, L., & Smith, J. (2001). Effect of region and herd size on dairy herd performance parameters. *Journal of Dairy Science*, 84(5), 1044–1050. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(01\)74564-x](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(01)74564-x).
252. Olini, L. M. G., Donadia, A. B., Da Silva, H. M., Alessi, K. C., Abreu, D. C., & De Oliveira, A. S. (2020). Factors affecting the profitability of dairy farming. *Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais*, 8(2), 295–301. Pieejams tiešsaistē: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203187090>.
253. Ozili, P. K. (2022). Global economic consequence of Russian invasion of Ukraine. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4064770>.
254. Ossendrijver, M. (2021). Weather prediction in Babylonia. *Journal of Ancient Near Eastern History*, 8(1–2), 223–258. <https://doi.org/10.1515/janeh-2020-0009>.
255. Otte, J., & Chilonda, P. (2006). *Indicators to monitor trends in livestock production at national, regional and international levels*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pieejams tiešsaistē: <https://www.researchgate.net/publication/286826159>
256. Patel, D., Ponnusamy, K., & Sendhil, R. (2019). Development and testing of potential indicators for evaluation of dairy production systems. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 89(11). <https://doi.org/10.56093/ijans.v89i11.95890>.
257. Palangi, V., Taghizadeh, A., Abachi, S., & Lackner, M. (2022). Strategies to Mitigate enteric methane emissions in ruminants: A review. *Sustainability*, 14(20), 13229. <https://doi.org/10.3390/su142013229>.
258. Park, Y. W. (2020). The impact of Plant-Based Non-Dairy alternative milk on the dairy industry. *Food Science of Animal Resources*, 41(1), 8–15. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e82>.
259. Parzonko, A., Hornowski, A., & Kotyza, P. (2019). ENERGY COSTS IN DAIRY FARMS – ASSESSMENT IN THE YEARS 2005-2016. *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists*, XXI(2), 225–234. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.2075>.

260. Pārtikas un veterinārais dienests. (2021). *Darbības jomas*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.pvd.gov.lv/lv/darbibas-jomas>.
261. Paura, L., & Arhipova, I. (2016). Analysis of the milk production and milk price in Latvia. *Procedia Economics and Finance*, 39, 39–43. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(16\)30238-6](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(16)30238-6).
262. Pearson's correlation coefficient. (2008). In *Encyclopedia of public health* (pp. 1090–1091). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5614-7_2569.
263. Pe'er, G., Bonn, A., Bruelheide, H., Dieker, P., Eisenhauer, N., Feindt, P. H.,...Lakner, S. (2020). Action needed for the EU Common Agricultural Policy to address sustainability challenges. *People and Nature*, 2(2), 305–316. <https://doi.org/10.1002/pan3.10080>.
264. Petropoulos, F., Apiletti, D., Assimakopoulos, V., Babai, M. Z., Barrow, D., Ben Taieb, S.,...Zhang, Y. (2022). Forecasting: Theory and practice. *International Journal of Forecasting*, 38(3), 705–871. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.11.001>.
265. Pelēce, D. (2016). *Krievijas ēna preču eksportā pamazām sarūk*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.makroekonomika.lv/raksti/krievijas-ena-precu-eksporta-pamazam-saruk>.
266. Pilvere, I. (red.). (2016). *Lauksaimniecības attīstības prognozēšana un politikas scenāriju izstrāde līdz 2050. gadam: projekta atskaite* [Zinātniskais pētījums]. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Pieejams tiešsaistē: https://www.lbtu.lv/sites/default/files/2018-07/LLU_petijums.pdf.
267. Pilvere, I., Nipers, A., Krievina, A., & Upite, I. (2020). Development prospects of milk production in various size farm groups in Latvia. *Engineering for Rural Development*, 19. <https://doi.org/10.22616/erdev.2020.19.tfl172>,
268. Pilvere, I., & Kaufmane, E. (2021). Vietējās pārtikas ķēdes un to noturības stiprināšana krīzes un pēckrīzes situācijā Latvijā. In *LU Akadēmiskais apgāds eBooks* (pp. 227–253). <https://doi.org/10.22364/ltpepii.11>.
269. Pilvere, I., Nipers, A., Krievina, A., Upite, I., & Kotovs, D. (2022). LASAM model: an important tool in the decision support system for policymakers and farmers. *Agriculture*, 12(5), 705. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050705>.
270. Peterson, C. B., & Mitloehner, F. M. (2021). Sustainability of the Dairy Industry: Emissions and mitigation opportunities. *Frontiers in Animal Science*, 2. <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.760310>.
271. Pingali, P., Boiteau, J., Choudhry, A., & Hall, A. (2023). Making meat and milk from plants: A review of plant-based food for human and planetary health. *World Development*, 170, 106316. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106316>.
272. Plana-Farran, M., & Gallizo, J. L. (2021). The survival of family farms: socioemotional wealth (SEW) and factors affecting intention to continue the business. *Agriculture*, 11(6), 520. <https://doi.org/10.3390/agriculture11060520>.
273. Philippot, A., Aguilar, F., Zou, L., Gupta, N., & Liu, Z. (2011). Competitiveness analysis of the Netherlands and the Dutch dairy cluster. *Microeconomics of Competitiveness*. Pieejams tiešsaistē: https://www.isc.hbs.edu/Documents/resources/courses/moc-course-at-harvard/pdf/student-projects/Netherlands_Dairy_2011.pdf.
274. Phemelo, T., Ouassou, E., Onyeaka, H., Bakwena, M., Happonen, A., & Molala, M. (2023). Forecasting disruptions in global food value chains to tackle food insecurity: The role of AI and big data analytics – A bibliometric and scientometric analysis. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100819. Pieejams tiešsaistē: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100819>.
275. Poczta, W., Średzińska, J., & Chenczke, M. (2020). Economic Situation of Dairy Farms in Identified Clusters of European Union Countries. *Agriculture*, 10(4), 92. <https://doi.org/10.3390/agriculture10040092>.
276. Pope, D. H., Karlsson, J. O., Baker, P., & McCoy, D. (2021). Examining the environmental impacts of the dairy and baby food industries: Are First-Food Systems a crucial missing part of the Healthy and Sustainable Food Systems agenda now underway? *International*

- Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23), 12678. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312678>.
277. Popescu, A., Stoian, E., & Șerban, V. (2019). The EU-28 milk sector trends in the period 2009-2018. *Scientific Papers Series - Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 19(4), 249–263. Pieejams tiešsaistē: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20203183854>.
278. Popluga, D. (2025). *Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) aktualizēšana lauksaimniecības virzībai uz dekarbonizāciju*. Zinātniskā projekta Nr. 25-00-S0INZ03-000034 atskaite. Latvija. Pieejams tiešsaistē: https://www.lbtu.lv/sites/default/files/files/projects/S523_Dina%20Popluga_25-00-S0INZ03-000034.pdf.
279. Pontonio, E., & Rizzello, C. G. (2021). Milk Alternatives and Non-Dairy Fermented Products: Trends and challenges. *Foods*, 10(2), 222. <https://doi.org/10.3390/foods10020222>.
280. Pöldaru, R., Roosma, T., & Roots, J. (2010). Modelling of milk purchase price in Estonia. *Agraarteadus*, 21(1), 47–53. Pieejams tiešsaistē: http://agrt.emu.ee/pdf/2010_1_poldaru.pdf.
281. Ramos, O., Pereira, R., Rodrigues, R., Teixeira, J., Vicente, A., & Malcata, F. (2015). Whey and whey powders: production and uses. In *Elsevier eBooks* (pp. 498–505). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00747-9>.
282. Reidsma, P., Janssen, B., Jansen, J., & van Ittersum, M. K. (2018). On the development and use of farm models for policy impact assessment in the European Union: A review. *Agricultural Systems*, 159, 111–125. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.10.012>.
283. Ren, C., Liu, S., Van Grinsven, H., Reis, S., Jin, S., Liu, H., & Gu, B. (2019). The impact of farm size on agricultural sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 220, 357–367. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.151>.
284. Ritchie, H. (2022, January 19). Dairy vs. plant-based milk: what are the environmental impacts? Pieejams tiešsaistē: <https://ourworldindata.org/environmental-impact-milks>.
285. Rizojeva-Silava, A. (2018). TRENDS IN THE DAIRY SECTOR IN LATVIA. *SGEM International Multidisciplinary Scientific Conferences on Social Sciences and Arts*. <https://doi.org/10.5593/sgemsocial2018/1.4/s04.122>.
286. Roszkowska, E. (2011). Multi-criteria decision making models by applying the TOPSIS method to crisp and interval data. *Multiple Criteria Decision Making*, 6, 200–230.
287. Rosenzweig, C., Jones, J. W., Hatfield, J. L., Antle, J. M., Ruane, A. C., Mutter, C. Z., ... Rosenthal, W. (2013). The Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project (AgMIP): Protocols and pilot studies. *Agricultural and Forest Meteorology*, 170, 166–182. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.09.011>.
288. Rutten, C., Velthuis, A., Steeneveld, W., & Hogeveen, H. (2013). Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 96(4), 1928–1952. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6107>.
289. Rytkönen, P., Hernandez, L. a. G., & Jonsson, U. (2015). *From local champions to global players: Essays on the history of the dairy sector*. Pieejams tiešsaistē: <http://sh.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:628928>.
290. Ryan, M. (2023). *Labour and skills shortages in the agro-food sector* (OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 189). OECD Publishing. Pieejams tiešsaistē: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/01/labour-and-skills-shortages-in-the-agro-food-sector_c9915f4e/ed758aab-en.pdf.
291. Salamon, P., Chantreuil, F., Donnellan, T., van Leeuwen, M., Tabeau, A., Bartova, L., ... Hanrahan, K. (2008a). Linking large numbers of individual national models: The case of the AGMEMOD partnership. *Paper presented at the 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists*, Ghent, Belgium. <https://ageconsearch.umn.edu/record/43539/>.

292. Salamon, P., Chantreuil, F., & Salputra, G. (2008b). How to deal with the challenges of linking a large number of individual national models: The case of the AGMEMOD partnership. *German Journal of Agricultural Economics* 57(8). DOI:10.52825/gjae.v57i8.1725.
293. Salamon, P., Bense, M., Barreiro-Hurlé, J., Banse, M., Donnellan, T., Erjavec, E., ... van Leeuwen, M. (2017). Unveiling diversity in agricultural markets projections: From EU to member states. *Joint Research Centre Technical Report: A medium-term outlook with the AGMEMOD model*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/363389>.
294. Salamon, P., Banse, M., Donnellan, T., Haß, M., Jongeneel, R., Laquai, V., van Leeuwen, M., Reziti, I., Salputra, G., & Zirngibl, M. (2019). *AGMEMOD outlook for agricultural and food markets in EU member states 2018–2030* (Thünen Working Paper No. 114). Braunschweig, Germany: Thünen Institute of Market Analysis. Pieejams tiešsaistē: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.281305>.
295. Salois, M. (2016). Global dairy trade Situation and outlook. *The International Food and Agribusiness Management Review*, 19, 11–26. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.244610>.
296. Sammut-Bonnici, T., & Galea, D. (2015). PEST analysis. *Wiley Encyclopedia of Management*, 1. <https://doi.org/10.1002/9781118785317.weom120113>.
297. Saeima. (1999). *Dzīvnieku aizsardzības likums* [Likums]. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 444/445, 29.12.1999. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/doc.php?id=14940>.
298. Saeima. (2001). *Veterinārmedicīnas likums* [Likums]. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 75, 16.05.2001. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/doc.php?id=20436>.
299. Saeima. (2004). *Lauksaimniecības un lauku attīstības likums* [Likums]. *Latvijas Vēstnesis*, 64, 23.04.2004. Skatīts 2025. gada 17. augustā, no <https://likumi.lv/doc.php?id=87480>.
300. Saeima. (2008). *Dzīvnieku barības aprites likums* [Likums]. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 177, 13.11.2008. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/183720-dzivnieku-baribas-aprites-likums>.
301. Saeima. (2018). *Dzīvnieku audzēšanas un ciltsdarba likums* [Likums]. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 210, 24.10.2018. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/302457-dzivnieku-audzšanas-un-ciltsdarba-likums>.
302. Saeima. (2020). *Latvijas Nacionālais attīstības plāns 2021.–2027. gadam* [Valsts attīstības plāns]. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/wwwraksti/LIKUMI/NAP/NAP2027.PDF>.
303. Schulte, H., Musshoff, O., & Meuwissen, M. (2018). Considering milk price volatility for investment decisions on the farm level after European milk quota abolition. *Journal of Dairy Science*, 101(8), 7531–7539. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14305>.
304. Sepp, M. (2011). Food prices analysis for the Baltic States on the background of AGMEMOD 2020 modelling framework. *Agricultural and Food Science*, 22(2), 53–64.
305. Sharma, M. (2015). Discrete-event simulation. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 4(1), 136–140.
306. Shine, P., Upton, J., Sefeedpari, P., & Murphy, M. D. (2020). Energy Consumption on Dairy Farms: A review of monitoring, prediction modelling, and analyses. *Energies*, 13(5), 1288. <https://doi.org/10.3390/en13051288>.
307. Shori, A. B., & Zahrani, A. J. A. (2021). Non-dairy plant-based milk products as alternatives to conventional dairy products for delivering probiotics. *Food Science and Technology*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.101321>.
308. Shrestha, N. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 9(1), 4–11.
309. Siliņa, A., & Jonkus, D. (2023). *Slaucamo govju genotipa un ēdināšanas kvalitātes ietekme uz govju piena produktivitātes un atražošanas rādītājiem* (Demonstrējuma ziņojums, LAD līguma Nr. 10.2.1-2.36/23/P6). Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs (LLKC) un Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte (LBTU).

310. Silva, A. R., Silva, M. M., & Ribeiro, B. D. (2020). Health issues and technological aspects of plant-based alternative milk. *Food Research International*, 131, 108972. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108972>.
311. Skryplonek, K., Dmytrów, I., & Mituniewicz-Małek, A. (2019). The use of buttermilk as a raw material for cheese production. *International Journal of Dairy Technology*, 72(4), 610–616. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12614>.
312. Stillman, R., Haley, M. M., & Mathews, K. H. (2009). Grain prices impact entire livestock production cycle. *Amber Waves*, 7(1), 24–27. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.124051>.
313. Stockdale, C. R. (2006). Influence of milking frequency on the productivity of dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46(7), 965. <https://doi.org/10.1071/ea05308>.
314. Stup, R. (2021). *Employee compensation: Are you in the ballpark?* Cornell University (eCommons). Pieejams tiešsaistē: <https://ecommons.cornell.edu/server/api/core/bitstreams/69cff639-32b8-4a4d-a11f-80071e67340c/content>.
315. Sridhar, A., Balakrishnan, A., Jacob, M. M., Sillanpää, M., & Dayanandan, N. (2022). Global impact of COVID-19 on agriculture: role of sustainable agriculture and digital farming. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(15), 42509–42525. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19358-w>.
316. Statistics Estonia. (n.d.-a). *Livestock and Poultry by County (Quarterly)*. Pieejams tiešsaistē: https://andmed.stat.ee/en/stat/majandus__pellumajandus__pellumajandussaaduste-tootmine__loomakasvatussaaduste-tootmine/PM09.
317. Statistics Estonia. (n.d.-b). *Productivity of livestock and poultry by country*. Pieejams tiešsaistē: https://andmed.stat.ee/en/stat/majandus__pellumajandus__pellumajandussaaduste-tootmine__loomakasvatussaaduste-tootmine/PM120.
318. Statistics Estonia. (n.d.-c). *Cattle and dairy cows by size class of herd*. Pieejams tiešsaistē: https://andmed.stat.ee/en/stat/majandus__pellumajandus__pellumajanduslike-majapidamiste-struktuur__loomakasvatus/PMS043.
319. Statistics Estonia. (n.d.-d). *Production of animal products by indicator, country and reference period*. Pieejams tiešsaistē: https://andmed.stat.ee/en/stat/majandus__pellumajandus__pellumajandussaaduste-tootmine__loomakasvatussaaduste-tootmine/PM100/table/tableViewLayout2.
320. Statistics Lithuania. (n.d.-a). *Agriculture*. Pieejams tiešsaistē: https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize#.
321. Song, J., Lee, M., Cho, H., Lee, D., Seo, S., & Lee, W. (2024). Development of individual models for predicting cow milk production for real-time monitoring. *Computers and Electronics in Agriculture*, 228, 109698. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109698>.
322. Sun, Y. (2022). Environmental regulation, agricultural green technology innovation, and agricultural green total factor productivity. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.955954>.
323. Svennersten-Sjaunja, K. M., & Pettersson, G. (2007). Pros and cons of automatic milking in Europe. *Journal of Animal Science*, 86(suppl_13), 37–46. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0527>.
324. Svoboda, J., Lososová, J., & Zdeněk, R. (2016). Subsidies on Investments in the EU Member States. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, 8(4), 153–162. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.254034>.
325. Swanson, R. A., & Holton, E. F. (2005). *Research in organizations: Foundations and methods of inquiry*. San Francisco, CA: Berrett-Koehler.
326. Štreimikienė, D., Bathaei, A., & Streimikis, J. (2024). Evaluating agri-environmental indicators for land use impact in Baltic countries using multi-criteria decision-making and Eurostat data. *Land*, 13(12), 2238. <https://doi.org/10.3390/land13122238>.

327. Tamasiga, P., Ouassou, E. H., Onyeaka, H., Bakwena, M., Happonen, A., & Molala, M. (2023). Forecasting disruptions in global food value chains to tackle food insecurity: The role of AI and big data analytics – A bibliometric and scientometric analysis. *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, 100819. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100819>.
328. Teagasc. (2023). *Irish dairying — Innovating for the future*. Oak Park, Carlow: Teagasc. Pieejams tiešsaistē: <https://teagasc.ie/wp-content/uploads/uploads/Irish-Dairying-Innovating-for-the-future.pdf>.
329. Tervonen, T., & Lahdelma, R. (2007). Implementing stochastic multicriteria acceptability analysis. *European Journal of Operational Research*, 178(2), 500–513. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.12.037>.
330. Thorndike, R. L. (1953). Who belongs in the family? *Psychometrika*, 18(4), 267–276.
331. Tisenkopfs, T. (2015). *Latvijas mazo saimniecību dzīvotspēja*. SIA Jelgavas tipogrāfija. Pieejams tiešsaistē: https://www.bscresearch.lv/content/projects_files/gramata_latvijas_mazo_saimniecibu_dzivotspēja.pdf.
332. Trapanese, L., Bifulco, G., Macchio, A. C., Aragona, F., Purrone, S., Campanile, G., & Salzano, A. (2025). Precision Livestock Farming applied to the dairy sector: 50 years of history with a text mining and topic analysis approach. *Smart Agricultural Technology*, 100827. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100827>.
333. Triantaphyllou, E., & Sánchez, A. (1997). A sensitivity analysis approach for some deterministic multi-criteria decision making methods. *Decision Sciences*, 28(1), 151–194. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1997.tb01306.x>.
334. Tozer, P., & Heinrichs, A. (2001). What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A Multiple-Component Analysis. *Journal of Dairy Science*, 84(8), 1836–1844. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(01\)74623-1](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(01)74623-1).
335. TVNET. (2024). *Eksperts: mazajiem lauksaimniekiem ir nepieciešams lielāks finansiālais atbalsts*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.tvnet.lv/8003352/eksperts-mazajiem-lauksaimniekiem-ir-nepieciešams-lielāks-finansiālais-atbalsts>.
336. Tzeng, G., & Huang, J.-J. (2011). *Multiple attribute decision making: Methods and applications*. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC. Pieejams tiešsaistē: https://books.google.lv/books?id=_C7n1ar4f8IC.
337. USDA Foreign Agricultural Service (2024). *Dairy and Products Market Update: Bulgaria (BU2024-0004)*. Sofia, Bulgaria. April 19, 2024. Pieejams tiešsaistē: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Dairy+and+Products+Market+Update_Sofia_Bulgaria_BU2024-0004.
338. Van Keulen, H., van Laar, H. H., & Rabbinge, R. (Eds.). (2008). *40 years theory and model at Wageningen UR*. Wageningen University and Research Centre. Pieejams tiešsaistē: <https://edepot.wur.nl/194601>.
339. Van Leeuwen, M., Bouma, F., Chantreuil, F., Dol, W., Erjavec, E., Hanrahan, K. F., ...Salputra, G. (2011). AGMEMOD Model. In *Springer eBooks* (pp. 45–74). https://doi.org/10.1007/978-94-007-2291-0_3.
340. Vashisht, P., Sharma, A., Awasti, N., Wason, S., Singh, L., Sharma, S.,... Khattrra, A. K. (2024). Comparative review of nutri-functional and sensorial properties, health benefits and environmental impact of dairy (bovine milk) and plant-based milk (soy, almond, and oat milk). *Food and Humanity*, 2, 100301. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100301>.
341. Veveris, A., & Puzulis, A. (2018). Small agricultural farms in Latvia and Baltic sea countries and their possibilities. *Proceedings of the International Scientific Conference “Economic Science for Rural Development”/Economic Science for Rural Development*, 47, 351–358. <https://doi.org/10.22616/esrd.2018.041>.
342. Vinci, C. (2024). *The EU dairy sector: Main features, challenges and prospects* (EPRS Briefing, PE 630.345). European Parliamentary Research Service, European Parliament. Pieejams tiešsaistē:

- [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/630345/EPRS_BRI\(2018\)630345_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2018/630345/EPRS_BRI(2018)630345_EN.pdf).
343. Viira, A., Omel, R., Värnik, R., Luik, H., Maasing, B., & Põldaru, R. (2015). Competitiveness of the Estonian dairy sector, 1994–2014. *DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals)*. Pieejams tiešsaistē: from <https://doaj.org/article/d6db6ff726674547a90bf63d553985cf>.
 344. Wall, E. H. (2011). A local affair: How the mammary gland adapts to changes in milking frequency. *Journal of Animal Science*, 89(7), 1957–1964.
 345. Wang, Y.-M., & Elhag, T. M. S. (2006). Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment. *Expert Systems with Applications*, 31(2), 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2005.09.040>.
 346. Wattiaux, M. A. (2023). Sustainability of dairy systems through the lenses of the sustainable development goals. *Frontiers in Animal Science*, 4. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1135381>.
 347. Wesseler, J. (2022). The EU's farm-to-fork strategy: An assessment from the perspective of agricultural economics. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 44(4), 1826–1843. <https://doi.org/10.1002/aep.13239>.
 348. Wehner, S., Grau, A., & Hockmann, H. (2022). *Investigating market power in the German dairy industry*. IAMO Discussion Paper No. 207. Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies (IAMO). Pieejams tiešsaistē: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/306272/1/1907335803.pdf>.
 349. Witzke, P., Kempen, M., Pérez Domínguez, I., Jansson, T., Sckokai, P., Helming, J., Heckelei, T., Moro, D., Tonini, A., & Fellmann, T. (2009). *Regional economic analysis of milk quota reform in the EU* (EUR 23 961 EN). Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. Pieejams tiešsaistē: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC53116/jrc53116.pdf>.
 350. Wiggans, G. R., Cole, J. B., Hubbard, S. M., & Sonstegard, T. S. (2016). Genomic selection in dairy cattle: the USDA Experience. *Annual Review of Animal Biosciences*, 5(1), 309–327. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021815-111422>.
 351. Woltjer, G. B., & Kuiper, M. H. (2014). *The MAGNET model: Module description* (LEI Report 14-057). LEI Wageningen UR. Pieejams tiešsaistē: <http://ledsgp.org/wp-content/uploads/2015/10/MagnetModuleDescription.pdf>.
 352. Yeates, J. W. (2024). A human right to healthy animals. *Frontiers in Animal Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fanim.2024.1339572>.
 353. Young, A. G., & Pearce, S. (2013). A beginner's guide to factor analysis: Focusing on exploratory factor analysis. *Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, 9(2), 79–94.
 354. Zavadskas, E. K., Govindan, K., Antucheviciene, J., & Turskis, Z. (2016). Hybrid multiple criteria decision-making methods: A review of applications for sustainability issues. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 29(1), 857–887. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2016.1237302>.
 355. Zeverte-Rivza, S., Nipers, A., & Pilvere, I. (2017). Agricultural production and market modelling approaches. *Economic Science for Rural Development*, 45, 267–274.
 356. Zemkopības ministrija. (n.d.). *Brexit ietekme uz Latvijas lauksaimniecību, zivsaimniecību, pārtikas ražošanu un meža nozari*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.zm.gov.lv/lv/jaunums/brexit-ietekme-uz-latvijas-lauksaimniecibu-zivsaimniecibu-partikas-razosanu-un-meza-nozari>.
 357. Zemkopības ministrija (2015). *2014. gada publiskais pārskats*. <https://www.zm.gov.lv/lv/media/80/download?attachment>.
 358. Zemkopības ministrija. (2020). *Rokasgrāmata par labu lauksaimniecības praksi amonjaka emisijas samazināšanai Latvijā* [rokasgrāmata]. Pieejams tiešsaistē: <https://www.zm.gov.lv/lv/media/9846/download?attachment>.

359. Zemkopības ministrija. (2024a). *Latvijas Kopējās lauksaimniecības politikas stratēģiskais plāns 2023.-2027.gadam*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.zm.gov.lv/lv/latvijas-kopejas-lauksaimniecibas-politikas-strategiskais-plans-2023-2027gadam>.
360. Zemkopības ministrija. (2024b). *Zemkopības ministrs Armands Krauze: jāturpina vienkāršošana un administratīvā sloga mazināšana lauksaimniecības un pārtikas nozaru stiprināšanai*. Pieejams tiešsaistē: <https://www.zm.gov.lv/lv/jaunums/zemkopibas-ministrs-armands-krauze-jaturpina-vienkarsosana-un-administrativa-sloga-mazinasana-lauksaimniecibas-un-partikas-nozaru-stiprinasanai>.
361. Zemnieku saeima. (n.d.). *Par zemnieku saeimu*. Pieejams tiešsaistē: <https://zemniekusaeima.lv/par-mums/>.
362. Zeltzer, P., Moyer, D., & Philibeck, T. (2022). Graduate Student Literature Review: Labeling challenges of plant-based dairy-like products for consumers and dairy manufacturers. *Journal of Dairy Science*, *105*(12), 9488–9495. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-21924>.
363. Zhou, P., Ang, B. W., & Poh, K. L. (2006). Comparing aggregating methods for constructing the composite environmental index: An objective measure. *Ecological Economics*, *59*(3), 305–311. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.10.018>.
364. Zrakić, M. Z. (2015). Potential impact of EU Common Agriculture Policy on Croatian dairy sector - modelling results. *Mljekarstvo/Mljekarstvo.com*, *65*(3), 195–202. <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2015.0306>
365. ZuivelNL. (2023). *Dutch Dairy in Figures 2023*. Pieejams tiešsaistē: <https://zuivel-nl.files.svdcdn.com/production/images/ZuivelNL-Dutch-Dairy-in-Figures-2023-spread.pdf>.

PIELIKUMI

Faktoru analīze / Factor analysis

KMO and Bartlett's Test										Rotated Component Matrix ^a			Component Matrix ^a				
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of		0,632															
Bartlett's Test of Sphericity		Approx. 823,991															
Chi-Square																	
df		153															
Sig.		0,000															
Total Variance Explained																	
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of			Rotation Sums of			Component			Component				
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	1	2	3	1	2	3		
1	9,284	51,576	51,576	9,284	51,576	51,576	9,183	51,019	51,019	Number of dairy cows	0,959	0,006	0,169	Number of dairy cows	0,964	-0,027	0,129
2	3,505	19,472	71,048	3,505	19,472	71,048	3,091	17,171	68,190	Collection of cow's milk	0,973	0,136	0,052	Collection of cow's milk	0,982	0,013	-0,041
3	1,989	11,051	82,099	1,989	11,051	82,099	2,504	13,909	82,099	GDP per capita	0,097	0,677	0,441	GDP per capita	0,202	0,788	-0,016
4	0,901	5,004	87,102							Milk treated-distribution	0,976	0,104	0,069	Milk treated-distribution	0,984	-0,005	-0,009
5	0,519	2,882	89,985							Compensation of employees	0,959	0,132	-0,117	Compensation of employees	0,955	-0,083	-0,178
6	0,500	2,778	92,763							Fresh milk export	0,789	0,092	0,325	Fresh milk export	0,817	0,153	0,211
7	0,436	2,422	95,185							Fresh milk import	0,025	0,100	0,976	Fresh milk import	0,113	0,621	0,752
8	0,266	1,480	96,665							Production of cheese	0,960	0,061	-0,065	Production of cheese	0,953	-0,112	-0,096
9	0,239	1,327	97,993							Production of butter	0,886	0,190	0,306	Production of butter	0,923	0,210	0,139
10	0,181	1,006	98,998							Production of Acidified milk	0,933	-0,012	-0,178	Production of Acidified milk	0,910	-0,232	-0,148
11	0,090	0,502	99,500							Skimmed milk powder	0,849	0,002	0,190	Skimmed milk powder	0,858	-0,005	0,149
12	0,049	0,272	99,772							Employment rate,%	-0,071	0,687	-0,009	Employment rate,%	0,001	0,568	-0,392
13	0,026	0,144	99,915							Share of GV , Agriculture (%)	-0,222	-0,816	-0,135	Share of GV , Agriculture (%)	-0,316	-0,716	0,347
14	0,008	0,046	99,962							Share of employment,Agriculture (%)	-0,148	-0,838	0,113	Share of employment,Agriculture (%)	-0,225	-0,606	0,565
15	0,004	0,019	99,981							Population change	-0,162	0,778	0,131	Population change	-0,069	0,733	-0,327
16	0,002	0,011	99,992							Population. milj.	0,951	-0,097	-0,138	Population. milj.	0,921	-0,281	-0,067
17	0,001	0,005	99,997							Area,1000 km2	0,711	-0,245	-0,153	Area,1000 km2	0,667	-0,380	0,005
18	0,000	0,003	100,000							Selling prices of milk	0,025	0,110	0,972	Selling prices of milk	0,114	0,627	0,742
Extraction Method: Principal Component Analysis.										Extraction Method: Principal Component Analysis.			Extraction Method: Principal Component Analysis.				
a. Rotation converged in 4 iterations.										a. Rotation converged in 4 iterations.			a. 3 components extracted.				
Component Transformation Matrix																	
Component	1	2	3														
1	0,991	0,104	0,080														
2	-0,131	0,821	0,555														
3	-0,008	-0,561	0,828														
Extraction Method: Principal Component Analysis.																	

Klasterizācijas rezultāti / Clustering results

Number of Cases in each Cluster		
Cluster	1	4,000
	2	5,000
	3	11,000
	4	5,000
	5	1,000
	6	1,000
Valid		27,000
Missing		0,000

ANOVA						
	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Square	df	Mean Square	df		
REGR factor score 1 for analysis 1	4,451	5	,178	21	24,940	,000
REGR factor score 2 for analysis 1	4,501	5	,166	21	27,035	,000
REGR factor score 3 for analysis 1	5,034	5	,039	21	127,685	,000

The F tests should be used only for descriptive purposes because the clusters have been

Distances between Final Cluster Centers						
Cluster	1	2	3	4	5	6
1		2,017	1,903	2,478	2,572	5,423
2	2,017		1,753	2,811	4,561	5,281
3	1,903	1,753		1,073	3,925	5,171
4	2,478	2,811	1,073		3,805	5,180
5	2,572	4,561	3,925	3,805		6,087
6	5,423	5,281	5,171	5,180	6,087	

Final Cluster Centers						
	Cluster					
	1	2	3	4	5	6
REGR factor score 1 for analysis 1	1,30707	-,42551	-,43863	-,36611	3,42190	,13288
REGR factor score 2 for analysis 1	-,56052	-1,53199	,19556	1,26530	,90221	,52220
REGR factor score 3 for analysis 1	-,29574	,05319	-,24288	-,21530	-,22136	4,88655

Cluster Membership			
Case Number	Country	Cluster	Distance
1	Belgium	3	,602
2	Bulgaria	2	,087
3	Czechia	4	,486
4	Denmark	4	,372
5	Germany	5	0,000
6	Estonia	3	,557
7	Ireland	6	0,000
8	Greece	2	,118
9	Spain	1	,706
10	France	1	1,302
11	Croatia	2	,414
12	Italy	1	,422
13	Cyprus	3	,431
14	Latvia	2	,624
15	Lithuania	3	,376
16	Luxembourg	4	,637
17	Hungary	3	,576
18	Malta	4	,618
19	Netherlands	4	,703
20	Austria	3	,496
21	Poland	1	,656
22	Portugal	3	,380
23	Romania	2	,899
24	Slovenia	3	,302
25	Slovakia	3	,390
26	Finland	3	,174
27	Sweden	3	,479

TOPSIS analīzes aprēķinu starprezultāti / *Intermediate results of TOPSIS analysis calculations*

Lēmumu matrica (ar svaru norādi)

	K1	K2	K3
Svars	0,333000	0,333000	0,333000
Alternatīva	K1	K2	K3
Baseline	9295,700000	836,600000	90,000000
A	9769,000000	835,900000	85,500000
A2	8878,000000	838,200000	94,400000

Normalizētā matrica (vektoru normalizācija)

Alternatīva	K1	K2	K3
Baseline	0,575762	0,577143	0,577094
A	0,605078	0,576660	0,548239
A2	0,549890	0,578247	0,605307

Svērtā normalizētā matrica

Alternatīva	K1	K2	K3
Baseline	0,191921	0,192381	0,192365
A	0,201693	0,192220	0,182746
A2	0,183297	0,192749	0,201769

Ideāli pozitīvais (A^+) un negatīvais (A^-) risinājums

Komponents	A^+	A^-
K1	0,201693	0,183297
K2	0,192749	0,192220
K3	0,182746	0,201769

Attālums no ideālā (A^+) – pa kritērijiem (kvadrētās atšķirības)

Alternatīva	K1	K2	K3
Baseline	0,000093	0,000000	0,000093
A	0,000000	0,000000	0,000000
A2	0,000338	0,000000	0,000362

Attālums no negatīvā (A^-) – pa kritērijiem (kvadrētās atšķirības)

Alternatīva	K1	K2	K3
Baseline	0,000074	0,000000	0,000088
A	0,000338	0,000000	0,000362
A2	0,000000	0,000000	0,000000

Kopsavilkums: sum, Eiklīda attālumi un relatīvais tuvums

Alternatīva	$\Sigma \text{ dist}^2$ līdz A^+	$\Sigma \text{ dist}^2$ līdz A^-	S_{i^+} (Eiklīda)	S_{i^-} (Eiklīda)	C_{i^*}	Vieta
A	0,000000	0,000700	0,000529	0,026463	0,980405	1,000000
Baseline	0,000188	0,000163	0,013716	0,012761	0,481961	2,000000
A2	0,000700	0,000000	0,026463	0,000529	0,019595	3,000000

Piezīme par noapaļošanu: visi skaitļi tabulās noapaļoti līdz sešām zīmēm aiz komata (formāts: 0,000000). Niecīgas vērtības, kuru absolūtā vērtība ir mazāka nekā 0,0000005, tiek attēlotas kā 0,000000.

Svaru jutīguma testa aprēķini (TOPSIS) / *Weight Sensitivity Test Calculations (TOPSIS)*

1. tabula. Tehniskie iestatījumi

Parametrs	Vērtība
Svara telpa	Dirichlet(1,1,1), $\sum w=1$
Paraugu skaits	5000
Sēkla	123
Normalizācija	Vektora (Eiklīda)
Kritēriju orientācija	K1, K2 – ieguvuma tipa; K3 – izmaksu tipa
Datu griezumums	2032. gads

2. tabula. Paraugi no jauni ģenerētām svaru kombinācijām (25 rindas) un attiecīgais līderis

Parauga Nr.	w ₁ (K1)	w ₂ (K2)	w ₃ (K3)	C* (A)	C* (A2)	C* (bāze)	Līderis
1	0,618113	0,121175	0,260711	0,994860	0,005140	0,472893	A
2	0,111931	0,033366	0,854703	0,998924	0,001076	0,493978	A
3	0,867967	0,031297	0,100736	0,998972	0,001028	0,469163	A
4	0,397177	0,427499	0,175323	0,972619	0,027381	0,473089	A
5	0,570377	0,163814	0,265809	0,992616	0,007384	0,473622	A
6	0,376937	0,554933	0,068130	0,960055	0,039945	0,469385	A
7	0,434812	0,238923	0,326265	0,987672	0,012328	0,478400	A
8	0,179326	0,474214	0,346460	0,967089	0,032911	0,489049	A
9	0,187668	0,018200	0,794132	0,999379	0,000621	0,493113	A
10	0,451158	0,325144	0,223698	0,981896	0,018104	0,474079	A
11	0,832400	0,146630	0,020970	0,994963	0,005037	0,468812	A
12	0,455606	0,536630	0,007764	0,967250	0,032750	0,468623	A
13	0,263621	0,635041	0,101337	0,939531	0,060469	0,471619	A
14	0,257570	0,140406	0,602024	0,994044	0,005956	0,490639	A
15	0,046361	0,882753	0,070886	0,773620	0,226380	0,472937	A
16	0,741980	0,101207	0,156813	0,996183	0,003817	0,469966	A
17	0,303287	0,504949	0,191763	0,961479	0,038521	0,476202	A
18	0,265660	0,000876	0,733464	0,999969	0,000031	0,491589	A
19	0,146681	0,190304	0,663014	0,992257	0,007743	0,493252	A
20	0,577207	0,043235	0,379558	0,998222	0,001778	0,476901	A
21	0,249707	0,547521	0,202772	0,953946	0,046054	0,478991	A
22	0,467936	0,526572	0,005493	0,968662	0,031338	0,468634	A
23	0,068583	0,198877	0,732541	0,992539	0,007461	0,494163	A
24	0,403873	0,267014	0,329113	0,985673	0,014327	0,479399	A
25	0,053696	0,393261	0,553042	0,980696	0,019304	0,494085	A