



Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāte
Latvia University of Agriculture
Faculty of Economics and Social Development



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



EUROPAS SAVIENĪBA

Mg.oec. Sandija Zēverte-Rivža

RISKU IZVĒRTĒJUMS ATJAUNOJAMĀS ENERĢIJAS RAŽOŠANĀ LAUKU SAIMNIECĪBĀS LATVIJĀ

RISK EVALUATION IN PRODUCTION OF RENEWABLE ENERGY IN RURAL ENTERPRISES IN LATVIA

Promocijas darba
KOPSAVILKUMS
ekonomikas doktora (*Dr.oec.*) zinātniskā grāda iegūšanai

SUMMARY
of the doctoral thesis for the scientific degree of *Dr.oec.*

/autores paraksts/

Jelgava 2014

INFORMĀCIJA

Promocijas darbs izpildīts Latvijas Lauksaimniecības universitātes Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes Ekonomikas un reģionālās attīstības institūtā.

Doktora studiju programma - Agrārā un reģionālā ekonomika, apakšnozare – Agrārā ekonomika

Promocijas darba zinātniskā vadītāja – LLU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes profesore *Dr.oec.* Irina Pilvere.

Promocijas darba zinātniskā aprobācija noslēguma posmā

- Aprobēts LLU Ekonomikas fakultātes Ekonomikas katedras akadēmiskā personāla sēdē 2013. gada 11. jūnijā.
- Apspriests un aprobēts LLU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes un Informācijas tehnoloģiju fakultātes starpinstitūtu akadēmiskā personāla sēdē 2013. gada 15. novembrī.
- Atzīts par pilnībā sagatavotu un pieņemts LLU Ekonomikas nozares Agrārās ekonomikas apakšnozares un Reģionālās ekonomikas apakšnozares Promocijas padomē 2014. gada 17. janvārī.

Oficiālie recenzenti

- *Dr.oec.* Ingrīda Jakušonoka – promocijas padomes eksperte, Latvijas Lauksaimniecības universitātes Finanšu un grāmatvedības institūta direktore, profesore.
- *Dr.habil.oec.* Remigis Počs – Rīgas Tehniskās universitātes Inženierekonomikas un vadības fakultātes dekāns, profesors.
- *Dr.habil.oec.* Maria Parlinska – Varšavas Dzīvības zinātnu universitātes Ekonomikas zinātnu fakultātes Lauksaimniecības ekonomikas un starptautisko ekonomisko attiecību katedras vadītāja, profesore.

Promocijas darba aizstāvēšana notiks LLU Ekonomikas nozares Agrārās ekonomikas apakšnozares Promocijas padomes atklātā sēdē 2014. gada 10. maijā, Svētes ielā 18, Jelgavā, Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes 212. auditorijā, plkst. 10:00.

Ar promocijas darbu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Lielā ielā 2, Jelgavā un sekojot saitei: http://llufb.llu.lv/promoc_darbi.html

Atsauksmes sūtīt Promocijas padomes sekretārei – Svētes iela 18, Jelgava, LV-3001, tālrunis: 63025170; e-pasts: anita.auzina@llu.lv. Atsauksmes vēlams sūtīt skenētā veidā ar parakstu.

Promocijas padomes sekretāre – LLU asoc. profesore *Dr.oec.* Anita Auziņa.

INFORMATION

The doctoral thesis has been elaborated at the Institute of Economics and Regional Development, Faculty of Economics and Social Development, Latvia University of Agriculture (LLU).

Doctoral Study Programme – Agrarian and Regional Economics, sub-sector – Agrarian Economics

Scientific advisor of the doctoral thesis – professor of Faculty of Economics and Social Development, LLU, *Dr.oec.* Irina Pilvere.

Scientific approbation of the doctoral thesis at the final stage

- Approbated at the meeting of academic staff of the Department of Economics, Faculty of Economics, LLU on June 11th, 2013.
- Discussed and approbated at the interdepartmental meeting of academic staff of the Faculty of Economics and Social Development and Faculty of Information Technologies, LLU on November 15th, 2013.
- Recognised as fully prepared and accepted by the LLU Promotion Council for Economics, sub-sector – Agrarian and Regional Economics on January 17th, 2014.

Official reviewers

- *Dr.oec.* Ingrīda Jakušonoka – expert of the Promotion Council, head of the Institute of Finance and Accounting, Faculty of Economics and Social Development of Latvia University of Agriculture, professor.
- *Dr.habil.oec.* Remigījs Počs – dean of the Faculty of Engineering Economics and Management of Riga Technical University, professor.
- *Dr.habil.oec.* Maria Parlinska – head of the Department of Agricultural Economics and International Economic Relations, Faculty of Economic Sciences of Warsaw University of Life Sciences, professor.

The defence of the doctoral thesis will be held at the open meeting of the LLU Promotion Council for Economics, sub-sector – Agrarian and Regional Economics, on May 10th, 2014 in Jelgava, Svētes street 18, Faculty of Economics and Social Development, Room 212, at 10:00

The doctoral thesis is available at the LLU Fundamental Library in Lielā street 2, Jelgava and following the link: http://llufb.llu.lv/promoc_darbi.html

You are welcome to send your comments to the Secretary of the Promotion Council – Svētes street 18, Jelgava, LV-3001, phone: +371 63025170; e-mail: anita.auzina@llu.lv. It is advised to send your comments in a scanned form and undersigned.

Secretary of the Promotion Council – LLU assoc. professor *Dr.oec.* Anita Auziņa.

SATURS

INFORMĀCIJA PAR PUBLIKĀCIJĀM UN ZINĀTNISKI PĒTNIECISKO DARBU	6
IEVADS	11
1. RISKU VADĪBAS TEORĒTISKIE ASPEKTI LAUKSAIMNIECĪBĀ	15
1.1. Jēdziena „risks” definēšana sociālajās zinātnēs.....	15
1.2. Risku klasifikācija.....	17
1.3. Risku vadības process	17
2. ATJAUNOJAMĀS ENERĢIJAS IZMANTOŠANAS RAKSTUROJUMS UN TIESISKĀ BĀZE.....	19
2.1. Atjaunojamās enerģijas ražošanas resursi.....	19
2.2. Atjaunojamās enerģijas izmantošanas tendences Eiropas Savienībā	20
2.3. Atjaunojamās enerģijas izmantošanas tiesiskais pamatojums Eiropas Savienībā un Latvijā	21
2.4. Atbalsta instrumenti atjaunojamās enerģijas ražošanas veicināšanai.....	22
3. BIOGĀZES IEGUVE UN IZMANTOŠANA ATJAUNOJAMĀS ENERĢIJAS RAŽOŠANAI	23
3.1. Biogāzes ieguve un izmantošanas priekšrocības.....	24
3.2. Biogāzes ražošanas attīstība Eiropas Savienībā	25
3.3. Biogāzes ražošanas attīstība Latvijā	26
4. RISKU IZVĒRTĒJUMS UN VADĪBAS ALTERNATĪVAS BIOGĀZES RAŽOŠANĀ.....	30
4.1. Risku novērtējums biogāzes ražošanā Latvijā	30
4.2. Nestriktu lielumu lietojums risku novērtējuma skaitlisko vērtību aprēķinā	42
5. DINAMISKĀS MODELĒŠANAS LIETOJUMS RISKU IETEKMES NOVĒRTĒSANAI BIOGĀZES RAŽOŠANĀ LAUKU SAIMNIECĪBĀS	42
5.1. Dinamiskā modelēšana un tās lietojums risku vadībā.....	42
5.2. Biogāzes ražošanas LLU MPS „Vecauce” dinamiskā modeļa izstrāde.	43
5.3. Dinamiskajā modelēšanā iegūtie rezultāti un to analīze	47
5.4. Biogāzes ražošanas attīstības perspektīvas un riski Latvijā	49
GALVENIE SECINĀJUMI	53
PROBLĒMAS UN TO RISINĀJUMI.....	55
KOPSAVILKUMĀ IZMANTOTIE INFORMĀCIJAS AVOTI.....	110

CONTENTS

INFORMATION ON PUBLICATIONS AND SCIENTIFIC WORK	57
INTRODUCTION	62
1. THEORETICAL ASPECTS OF RISK MANAGEMENT IN AGRICULTURE	66
1.1. Defining the term “risk” in social sciences	66
1.2. Classification of risks	68
1.3. Risk management process	69
2. CHARACTERISTICS AND LEGAL FRAMEWORK OF THE USE OF RENEWABLE ENERGY	70
2.1. Renewable energy production resources	71
2.2. Trends in the use of renewable energy in the European Union	71
2.3. Legal framework for the use of renewable energy in the European Union and Latvia	73
2.4. Support instruments for stimulating renewable energy production.....	74
3. PRODUCTION AND USE OF BIOGAS FOR GENERATION OF RENEWABLE ENERGY	75
3.1. Advantages of biogas production	75
3.2. Development of biogas production in the European Union	77
3.3. Development of biogas production in Latvia	78
4. ASSESSMENT OF RISKS AND RISK MANAGEMENT ALTERNATIVES IN BIOGAS PRODUCTION	82
4.1. Assessment of risks in biogas production in Latvia	82
4.2. Use of fuzzy variables in the estimation of numerical values of risk assessment	94
5. THE USE OF DYNAMIC MODELLING IN THE ESTIMATION OF RISK INFLUENCE IN THE BIOGAS PRODUCTION IN RURAL ENTERPRISES	94
5.1. Dynamic modelling and its application in risk management	94
5.2. Development of a dynamic model for biogas production on the LLU training and research farm “Vecauce”	96
5.3. Results obtained in the dynamic modelling and their analysis.....	99
5.4. Biogas production development prospects and risks in Latvia	101
MAIN CONCLUSIONS.....	106
PROBLEMS AND PROPOSALS FOR SOULUTIONS	107
REFERENCES USED IN THE SUMMARY	110

INFORMĀCIJA PAR PUBLIKĀCIJĀM UN ZINĀTNISKI PĒTNIECISKO DARBU

Promocijas darba rezultāti prezentēti Latvijas Zinātņu akadēmijas (LZA) Lauksaimniecības un meža zinātņu nodaļas (LMZN) un Latvijas Lauksaimniecības un meža zinātņu akadēmijas (LLMZA) prezidija kopsēdē, 2013. gada 25. martā.

Pētījuma rezultātu publicēšana

Pētījuma rezultāti publicēti **desmit** publikācijās – deviņās publikācijās starptautiskos zinātniskos izdevumos, vienā publikācijā vietējā zinātniskā izdevumā un **vienā** nodaļā monogrāfijā, t.sk. **trīs publikācijas indeksētas SCOPUS datubāzē**.

1. **Zeverte-Rivza S.** (2013) Biogas production in Latvia: current state and future forecasts. In: *Rural development, innovations and sustainability 2013*: Proceedings of the 6th International Scientific Conference, Kaunas, Lithuania, pp. 472 – 477 (Indeksēta ISI Web of Science (Conference Proceedings Citation Index), EBSCO)
2. **Zeverte-Rivza S.**, Rivza P. (2013) Fuzzy-ANP based research on the risk assessment of biogas production from agriculture biomass. In: *12th International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP)*: Online proceedings. AHP Academy, Kuala Lumpur, Malaysia [tiešsaiste]. Pieejams: http://malaysia2013.isahp.org/2013_Proceedings/papers/38.pdf
3. **Zeverte-Rivža S.** (2013) Riski biogāzes ražošanā: novērtējuma rezultāti. No: Ražas svētki „Vecauce 2013” zinātniskā semināra rakstu krājums, LLU, 69. – 72. lpp.
4. **Rivža S.**, Rivža P. (2012) Risku vadība atjaunojamās enerģijas ražošanā. No: *Atjaunojamā enerģija un tās efektīva izmantošana Latvijā*: Monogrāfija. Galvenais redaktors: Rivža P, Jelgava, Latvija, Latvijas Lauksaimniecības universitāte: Jelgavas Tipogrāfija, 365. – 379. lpp.
5. **Rivža S.**, Rivža P. (2012) Conceptual Applications of the Risk Management Measures in Dynamic Models for the Farms Producing Biogas from Agriculture Biomass. In: *AASRI Conference on Power and Energy Systems*: Proceedings, Hong Kong, pp. 235 – 240 (Indeksēta Elsevier)
6. **Rivža B.**, Rivža S., Rivža P. (2012) Risk assessment in renewable energy production from agricultural biomass in Latvia. In: *Latvia Academy of Sciences, Section B*: Proceedings, vol. 66, no. 1/2 (676/677), pp. 54 – 58 (Indeksēta SCOPUS)
7. **Rivža S.**, Pilvere I. (2012) Historical and theoretical aspects of the term "Risk". In: *Economics Science for Rural Development*: Proceedings of the

- International Scientific Conference, № 27 (Integrated and Sustainable Development). Jelgava: LLU, pp. 210 – 215. (Indeksēta ISI Web of Knowledge, AGRIS, EBSCO)
8. **Rivža S.**, Rivža P. (2012) Risk management in renewable energy production". In: *Renewable Energy and Energy Efficiency*: Proceedings of the International Scientific Conference, Jelgava: LLU, pp. 249 – 254 (Indeksēta EBSCO)
 9. **Rivža S.**, Rivža P., Pilvere I., Rivža B. (2012) Dynamic model of the farm producing biogas from agriculture biomass. In: *16th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics – WMSCI 2012*: Proceedings. Orlando, Florida, ASV, pp. 81 – 84 (Indeksēta SCOPUS)
 10. **Rivža S.**, Pilvere I., Rivža P., Rivža B. (2011) Conceptual Models of Risk Assessment in Renewable Energy Production in Latvia. In: *15th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics – WMSCI 2011*: proceedings. Orlando, Florida, ASV, pp. 118 – 122 (Indeksēta SCOPUS)
 11. **Rivža S.**, Rivža P. (2011) Risk assessment in renewable energy production using ANP. In: *Analytic Hierarchy Process (ISAHP)*: Online proceedings of the International Symposium. AHP Academy, Cassino [tiešsaiste]. Pieejams: http://204.202.238.22/isahp2011/dati/pdf/135_0176_Rivza.pdf

Citi ar risku vadības problemātiku un lēmumu pieņemšanas metožu lietojumu saistīti pētījumi publicēti **septiņās** autorei publikācijās un nodaļās **divās** monogrāfijās:

1. Krūzmētra M., Rivža B., **Rivža S.** (2013) Lauku sieviešu uzņēmējdarbību veicinošie sociālie faktori. Monogrāfija, Rēzeknes tipogrāfija, 139 lpp.
2. Bikse V., Rivža B., **Rivža S.** (2011) Possibilities for evolution and reduction of social and economic risks in micro enterprises. In: *Economics and management: current issues and perspectives*: Scientific Journal, Nr. 4(24) Šiaulių Universitetas, pp. 70 – 78 (Indeksēta Copernicus)
3. Krūzmētra M., Rivža B., **Rivža S.** (2011) Role of Social Factors Generating Business Environment In: *Economic Science for Rural Development*: Proceedings of the International Scientific Conference, No. 25. Jelgava: LLU, pp. 206 – 213 (Indeksēta AGRIS, EBSCO)
4. Krūzmētra M., Rivža B., **Rivža S.** (2010) Grupu mikrokredīts kā uzņēmējdarbības uzsākšanas modelis lauku sievietēm. No: *LZP Ekonomikas, juridiskās un vēstures zinātnes galvenie pētījumu virzieni 2009. gadā*: rakstu krājums, Nr. 15. Rīga: LZP, 64. – 69. lpp.
5. Krūzmētra M., Rivža B., **Rivža S.** (2010) Risk Reduction as the Precondition for Sustainable Development. In: *Human Resources – the Main Factor of Regional Development*: Journal of Social Sciences, No. 3. Klaipēda, Lietuva, pp. 115 – 122

6. Krūzmētra M., Rivža B., **Rivža S.** (2010) Microcredit Movement as One of the Partnership Patterns. In: *Economic Science for Rural Development*: Proceedings of the International Scientific Conference, No. 23. Jelgava: LLU, pp. 70 – 75 (Indeksēta AGRIS, EBSCO)
7. Bikse V., Rivža P., Rivža B., **Rivža S.** (2009) Using AHP for the evaluation of the economic stabilisation program in Latvia. In: International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP): Online proceedings, Pittsburgh, ASV [tiešsaiste]. Pieejams: <http://www.isahp.org/2009Proceedings/>
Final_Abstracts/72_Rivža_Economic_stabilisation_for_Latvia_REV_FIN-a.pdf
8. Rivža P., Rivža B., **Rivža S.** (2009) Milk Production Risks in Latvia: Challenges and Solutions. In: *Economic Science for Rural Development*: Proceedings of the International Scientific Conference. Jelgava: LLU, pp. 44. – 50 (Indeksēta AGRIS, EBSCO)
9. Šantare D., Rivža P., **Rivža S.** (2007) Risku un krīžu vadīšanas teorijas, iespējas un metode. No: *Lauksaimniecības un pārtikas risku vadīšana*: monogrāfijā. Jelgava: LLU, Rīga: RTU, PVD, 44. – 70. lpp.

Dalība starptautiskās zinātniskās konferencēs

Pētījuma rezultātus autore prezentējusi **desmit** starptautiskās zinātniskās konferencēs:

1. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*The 6th Jonas Pranas Alekса International Scientific Conference “Contemporary rural vision”*”, Šauļos, Lietuvā, 27. – 28. septembrī (2013) ar referātu „Risk evaluation results in biogas production in Latvia”
2. Simpozijā „*12th International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*” (ISAHP), Kuala Lumpurā, Malaizijā, 23. – 26. jūnijā (2013) ar referātu „Fuzzy-ANP based research on the risk assessment of biogas production from agriculture biomass”
3. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*AASRI Conference on Power and Energy Systems*” Hong Kongā 4. – 5. septembrī (2012) ar referātu „Conceptual Applications of the Risk Management Measures in Dynamic Models for the Farms Producing Biogas from Agriculture Biomass”
4. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*Economic Science For Rural Development*”, LLU EF, 26. – 27. aprīlī (2012) ar referātu „Historical and theoretical aspects of the term ”risk””
5. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*Renewable Energy and Energy Efficiency*”, LLU, 28. – 30. maijā (2012), ar stenda referātu „Risk management in renewable energy production”

6. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*16th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics – WMSCI 2012*”, Orlando, Floridā, ASV, 17. – 20. jūlijā (2012) ar referātu „Dynamic model of the farm producing biogas from agriculture biomass”
7. *Apvienotā pasaules latviešu zinātnieku 3. kongresa* sekcijā: Lauksaimniecības un meža zinātnes: Iespējas un izaicinājumi sabiedrības attīstībai, LLU, Jelgavā, 25. oktobrī (2011), ar stenda referātu „Risks and opportunities in renewable energy production in Latvia”
8. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*The 15th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics – WMSCI 2011*”, Orlando, Floridā, ASV, 19. – 21. jūlijā (2011), ar referātu „Conceptual Models of Risk Assessment in Renewable Energy Production in Latvia”
9. Starptautiskā simpozijā „*The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP)*”, Sorento, Itālijā, 15. – 18. jūnijā (2011), ar referātu „Risk assessment in renewable energy production using ANP”
10. Kongresā „*24th NJF Congress: Food, Feed, Fuel and Fun*”, sesijā: Biofuel and Biomass. Uppsala, Zviedrijā, 14. – 16. jūnijā (2011), ar referātu „Risk assessment in biogas production”

Citi ar risku vadības problemātiku un lēmumu pieņemšanas metožu lietojumu saistīti pētījumi prezentēti **vienpadsmīt** starptautiskās zinātniskās konferencēs:

1. *Latvijas Universitātes 69. konferencē*, sekcijā: Organizāciju vadības aktualitātes. Rīgā, 1. februārī (2011) ar referātu „Mikro uzņēmumu darbības sociālo un ekonomisko risku izvērtējums, to mazināšanas iespējas”
2. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*Eiropas integrācijas sociālā un ekonomiskā dimensija: problēmas, risinājumi, perspektīvas*”. Daugavpilī, 3. – 5. novembrī (2011) ar referātu „Izaicinājumi ES valstīm un ekonomistu loma to risināšanā”
3. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*6th International Scientific Conference The Application of Sustainable Development: Critical Assessment*”. Klaipēdā, Lietuvā, 30. septembrī – 1. oktobrī (2010), ar referātu „Risk Reduction as the Precondition for Sustainable Development”
4. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*The 4th Jonas Pranas Alekса international scientific conference "Contemporary Rural Vision"*”, Šauļos, Lietuvā, 23. – 24. septembrī (2011), ar referātu „Possibilities for evaluation and reduction of social and economic risks in micro enterprises”
5. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*11th International Scientific Conference Economic Science for Rural Development 2010*”. Jelgavā, 22. – 23. aprīlī (2010), ar referātu „Microcredit Movement as One of the Partnership Patterns”

6. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*International Scientific Conference Business, Management and Education 2010*”, Vilnius, Lietuvā, 18. novembrī, (2010), ar referātu „The Role of Social Factors to Generate the Environment for Business”
7. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*The International scientific conference “Latvia University of Agriculture – 70”*”, Jelgavā (2009), ar referātu „Application of the Analytic Hierarchy Process in Education and Research in Latvia University of Agriculture”
8. Starptautiskā simpozijā „*The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP)*”, Pittsburgh, ASV, 29. jūlijā – 1. augustā (2009), ar referātu „Using AHP for the evaluation of the economic stabilisation program in Latvia”
9. *Latvijas Universitātes 67. konferencē*, sekcija: Organizāciju vadības aktualitātes. Rīgā, 5. februārī (2009), ar referātu „Pienas ražošanas riski Latvijā”
10. Starptautiskā zinātniskā konferencē „*10th International Scientific Conference Economic Science for Rural Development*”. Jelgavā, 23. – 24. aprīlī (2009), ar referātu „Milk Production Risks in Latvia: Challenges and Solutions”
11. Simpozijā „*NJF Symposium Risk Assessment of Global Agrifood Production Chains*”, Helsinkos, Somijā, 5. – 6. novembrī (2008), ar referātu „Milk production risks in Latvia”

Promocijas darba rezultāti prezentēti **četros** semināros:

1. Zinātniskā seminārā *Ražas svētki „Vecauce 2013”*, LLU MPS „Vecauce”, 7. novembrī (2013), ar stenda referātu „Riski biogāzes ražošanā: novērtējuma rezultāti”
2. Seminārā „*Kukurūza biogāzei un lopbarības ražošanai, 2011*” LLU MPS „Vecauce”, 19. augustā (2011), ar stenda referātu „Risku novērtējuma konceptuālais modelis bioenerģijas ražošanā”
3. Seminārā „*Energy Futures: A BUP workshop on local energy solutions*”, Uppsala, Zviedrijā, 17. – 21. oktobrī (2010), ar stenda referātu „Energy resources in Latvia”
4. NJF seminārā nr. 435 „*Risk and Crisis management in Nordic Agriculture*”, Ultuna, Zviedrijā, 16. – 17. septembrī (2010), ar stenda referātu „Implementation of the Risk assessment system for agricultural enterprises in Latvia”

IEVADS

Atjaunojamo energoresursu izmantošanu enerģijas ražošanai, pretstatā ierobežotiem fosilo energoresursu krājumiem, aktualizējis pieaugošais pieprasījums pēc enerģijas, kā arī centieni samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas un veicināt energoneatkarību no teritorijām, kurās pieejami fosilie energoresursi. Atbalsts atjaunojamo energoresursu izmantošanai ir kļuvis par svarīgu Eiropas Savienības (ES) politikas sastāvdaļu un konkretilizēts ES politiskajās nostādnēs. ES arvien tiek palielināti izvirzītie politiskie mērķi enerģētikas sektorā: oglekļa dioksīda emisiju samazināšanai, atjaunojamās enerģijas ražošanas īpatsvara kopējā bruto enerģijas gala patēriņa palielināšanai, kā arī pašnodrošinājuma un enerģijas drošības palielināšanai. Latvijas enerģētikas politikas plānošanas dokumentos iestrādātas nostādnes saskaņā ar ES noteiktajiem mērķiem. Pateicoties Latvijā pieejamiem atbalsta mehānismiem biogāzes ražošanai, 2013. gadā Latvijā darbojas 38 biogāzes ražotnes ar kopējo jaudu 42.93 MW_{el}, 32 no tām ražo biogāzi no lauksaimniecības biomases. Biogāzes ražošana no lauksaimniecības biomases Latvijā tika uzsākta 2008. gadā un šo piecu gadu laikā ir mainījusies kā visas ES, tā Latvijas atbalsta politika. Ir uzsvērtā nepieciešamība izvērtēt atbalsta apjomu atjaunojamās enerģijas ražošanai un veicināt tādas enerģijas ieguvi, kas ir ne tikai ražota no atjaunojamiem energoresursiem, bet arī ražota, ievērojot bioekonomikas principus – tās ražošana ir resursefektīva, konkurētspējīga, inovatīva, nesamazina nodrošinājumu ar pārtiku un ir savienojama ar vides aizsardzību (Inovācijas ilgtspējīgai izaugsmei..., 2012), turklāt ražošanai jābūt ilgtspējīgai, un efektīvi jāizmanto gan koģenerācijā saražotā elektroenerģija, gan siltumenerģija.

Attīstoties un izplatoties biogāzes ražošanas tehnoloģijām no lauksaimniecības biomases, nepieciešama kļūst risku analīze un vadība lauku saimniecībās, kas ražo šāda veida atjaunojamo enerģiju. Īpaši nepieciešamība pēc risku novērtējuma ir aktualizējusies laikā, kad notiek diskusijas par biogāzes izmantošanas atbalsta politikas izmaiņām ES un t.sk. Latvijā, kas perspektīvā var ietekmēt sektora attīstību, esošo biogāzes ražotņu darbību un to gūto ienākumu līmeni.

Risku definēšanas, novērtēšanas un vadības pētījumi ir aktuāli plašā zinātņu un praktiskās pētniecības virzienu lokā gan ārvalstu (*A. Giddens, U. Beck, O. Renn, S. Lash, F. Knight, N. Lhumann, T. Merna, F. Al-Thani, J. Zinn, N. Rescher, W. D. Rowe, F. Wharton, S. Trigilio, R. Flanagan, G. Norman, A. Froggatt, G. Lhan, R. Tusler, D. Jarvis, D. Matten, A. Sparrow, P. Caplan, U. Chinbat, M. Crouhy, R. Mark, D. Galai, K. Heldmain, B.C. Preston, J. Hardaker, R.B. M. Huirne, D. Hillson, R. Murray-Webster, B. Z. Kedar, V. Mazareanu, T. Olivier, R. Skjøng, И.Т. Балабанов, М.А. Рогов, Д. Синки, В. Шахов*), gan Latvijas pētnieku (*I. Arhipova, S. Arhipovs,*

J.Kaktiņš, M. Kudinska, G. Pettere, I. Voronova, P. Rivža, A. Stanka, D. Šantare, K. Špoģis, J. Šuškeviča, S. Zēverte-Rivža) darbos.

Cilvēku darbība vienmēr ir bijusi pakļauta risku ietekmei, bet riska būtības izpratne un nozīme sabiedrībā un uzņēmējdarbībā tieši 20./21. gadsimta mijā ir kļuvusi par teorētisku un praktisku aktualitāti un vistiešāk ir saistīta ar divu sociologu – Entonija Gidensa (*Anthony Giddens*) un Ulriha Beka (*Ulrich Beck*) idejām. Mūsdienu sabiedrībā riska reālo un šķietamo ietekmi pastiprina arī globalizācija, tehnoloģiskais progress, informācijas pieejamība un dzīves veida izmaiņas. Apzinoties šos procesus, riska vadībai tiek pievērsta arvien lielāka loma tādās uzņēmējdarbības jomās, kā investīciju un finanšu sektors, transports un logistika, enerģētika un pārtikas rūpniecība. Arī lauksaimniecība ir viena no nozarēm, kas tiek pakļauta riskam gan laika apstākļu, gan slimību un kaitēkļu, gan resursu un saražotās produkcijas tirgus cenu izmaiņu dēļ. Tomēr risku novērtēšanas metodikas lietojums lauksaimniecībā nav bieži sastopams, tāpēc autores pētījums dos ieguldījumu risku novērtēšanas un vadības pilnveidošanā agrārajā ekonomikā.

Pētījuma **objekts** ir lauku saimniecības, kas ražo biogāzi no lauksaimniecības biomasas. Pētījuma priekšmets ir risku vadības process atjaunojamās energijas ražošanā no lauksaimniecības biomasas.

Promocijas darbam ir izvirzīta **hipotēze**: apzinot, novērtējot un kontrolējot riskus, kas ietekmē atjaunojamās energijas ražošanu lauku saimniecībās, iespējams precīzāk prognozēt saimnieciskās darbības rezultātus.

Promocijas darba **mērķis** ir identificēt un novērtēt riskus biogāzes ražošanā lauku saimniecībās Latvijā, kā arī izveidot biogāzes ražošanas dinamisko modeli ar integrētiem risku faktoriem.

Promocijas darba mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi darba **uzdevumi**:

1. analizēt risku teorētiskos aspektus, risku novērtēšanas un vadības metodes un procesu;
2. veikt reglamentējošās tiesiskās, institucionālās un normatīvās bāzes izvērtējumu atjaunojamās energijas ražošanai ES un tai skaitā Latvijā;
3. analizēt atjaunojamo energoresursu, t.sk. biogāzes teorētiskos aspektus un ražošanas tendences ES un tai skaitā Latvijā;
4. noteikt riskus, kas ietekmē biogāzes ražošanu lauku saimniecībās, un novērtēt to būtiskuma līmeni un vadības alternatīvas;
5. izveidot un aprobēt optimizācijas modeli un dinamisko modeli biogāzes ražošanai lauku saimniecībā ar integrētiem risku novērtējuma rezultātiem.

Pētījuma uzdevumu risināšanai izmantotas šādas metodes: risku teorētisko aspektu analīzei, kā arī tiesiskās, institucionālās un normatīvās bāzes izvērtējumam un biogāzes ražošanas teorētisko aspektu izpētei – monogrāfiskā un dokumentu analīzes un sintēzes metode. Biogāzes ražošanas tendenču analīzei ES un Latvijā izmantotas matemātiskās statistikas metodes

(aprakstošās statistikas metodes, laikrindu un korelācijas analīze). Biogāzes ražošanas sektora attīstības prognozēšanai izmantots trenda modelis ar tīcamības intervāla aprēķinu. Savukārt risku līmeņa un tā ietekmes uz saimniecisko darbību noteikšanai izmantots semi-kvantitatīvais risku novērtējums un matemātiskās modelēšanas metodes (optimizācija un dinamiskā modelēšana).

Pētījuma izstrādei izmantoti Latvijas un ES normatīvie dokumenti, speciālā zinātniskā literatūra, *Eurostat* datu bāzes un citās datu bāzēs apkopotā informācija, LR ministriju, īpaši Ekonomikas ministrijas (EM), kā arī Eiropas Komisijas mājas lapā pieejamā informācija, aktuālie pētījumi un publikācijas latviešu, angļu un krievu valodās, kā arī ekspertu risku novērtējuma rezultāti.

Pētījuma ierobežojumi

Promocijas darba empīriskajā pētījumā tiek novērtēts risku būtiskuma līmenis lauku saimniecībās, kas, biogāzes pārstrādes rezultātā, ražo elektroenerģiju no lauksaimniecības biomasas. Atbilstoši Eiropas Parlamenta un padomes definīcijai lauku saimniecība ir gan tehniski, gan saimnieciski atsevišķa vienība, kam ir vienota vadība un kas veic lauksaimnieciskās darbības kā primārās vai sekundārās darbības ES saimnieciskajā teritorijā. (Eiropas Parlamenta un padomes regula Nr. 1166/2008, 2008) 2013. gadā Latvijā no lauksaimniecības biomasas biogāzi ražoja 32 lauku saimniecībās (ieskaitot tikai stacijas, kas realizē elektroenerģiju obligātā iepirkuma (OI) ietvaros). Papildus risku novērtējumam minētajās lauku saimniecībās, promocijas darbā tiek izvērtēts visu atjaunojamo resursu izmantošanas teorētiskais un tiesiskais pamatojums. Tika salīdzināti biogāzes izmantošanas kvantitatīvie rādītāji ražojot biogāzi gan no lauksaimniecības biomasām, gan atkritumiem un notekūdeņu dūņām, tādējādi kopumā raksturojot biogāzes ražošanas sektoru un tam raksturīgos riskus.

Nemot vērā dažādās risku ietekmes jomas, risku definēšanas, klasifikācijas un novērtēšanas pieejas speciālajā zinātniskajā literatūrā ir atšķirīgas. Promocijas darba kontekstā risks tiek definēts kā notikuma iestāšanās varbūtības un tā potenciāli nelabvēlīgo seku būtiskuma līmeņa kombinācija, kā arī tiek izveidota risku klasifikācija un risku novērtēšanas metodoloģija konkrētajam pētījuma objektam.

Pētījuma aprēķinu valūta

Promocijas darbs ir izstrādāts laika periodā no 2010. gada septembra līdz 2013. gada jūnijam, kad Latvijas nacionālā valūta ir lats (LVL), tādēļ aprēķini pētījumā ir veikti nacionālajā valūtā, un var tikt pārrēķināti eiro valūtā pēc Latvijas Bankas noteiktā un ES valstu neatsaucami fiksētā kursa:

1 EUR = 0.702804 LVL.

Pētījuma zinātniskais nozīmīgums

Promocijas darba ietvaros veiktais pētījums papildina risku vadības un agrārās ekonomikas pētījumu bāzi Latvijā, apkopojot zinātniskās atziņas par

risku vadības iespējām saimniecību līmenī, risku definēšanas un klasifikācijas pieejām, kā arī risku novērtēšanas un vadības metodēm. Pirmo reizi Latvijā veikts biogāzes ražošanas risku novērtējums, kura rezultāti izmantojami tālākajos pētījumos šajā sektorā. Turklat autores izveidotajā dinamiskajā modelī lietoto pieeju, integrējot risku novērtējuma rezultātus saimnieciskās darbības modelēšanā, iespējams izmantot turpmākos pētījumos kā ekonomikā, tā citās zinātņu nozarēs.

Pētījuma tautsaimnieciskā nozīme

Promocijas darbā publicēto pētījumu rezultāti ir praktiski izmantojami biogāzes ražošanas procesa optimizācijai un risku vadībai biogāzes ražošanā. Autores izveidotā risku klasifikācija un novērtēšanas metodika izmantojama praktiskai un regulārai risku novērtēšanai biogāzes ražotnēs, un ir adaptējama lietošanai citos lauksaimniecības sektorus. Izveidotais un aprobētais dinamiskais modelis, kā arī autores veiktie aprēķini izmantojami biogāzes staciju darbības un ieņēmumu plānošanā.

Pētījuma novitātes:

- veikta elektroenerģijas ražošanas no biogāzes dinamikas, izmantotās biogāzes ieguves izejvielu izcelsmes struktūras, atbalsta mehānismu un to intensitātes analīze ES un tai skaitā Latvijā;
- noteikta sezonalitātes ietekme uz saražotās elektroenerģijas apjomu Latvijas biogāzes ražotnēs;
- izstrādātas prognozes elektroenerģijas ražošanai no biogāzes Latvijā no 2011. līdz 2014. gadam;
- definēti riski biogāzes ražošanai no lauksaimniecības biomassas, veikts risku novērtējums un analizētas risku vadības alternatīvas;
- izveidots optimizācijas modelis un dinamiskais modelis biogāzes ražošanai lauku saimniecībā ar integrētiem risku novērtējuma rezultātiem.

Aizstāvamās tēzes

1. Lauksaimniecības nozari ietekmē daudzveidīgi riski un to ietekme mūsdienās ir palielinājusies.
2. ES un Latvijā lietotie atbalsta mehānismi atjaunojamo energoresursu izmantošanas veicināšanai pozitīvi ietekmē saražotās enerģijas apjomu.
3. Atjaunojamās enerģijas ieguve no biogāzes Latvijā ir novatoriska, galvenokārt tā tiek ražota nelielos apjomos, izmantojot lauksaimniecības izejvielas.
4. Atjaunojamās enerģijas ražošanu no biogāzes ietekmē plaša spektra riski, tai skaitā Latvijā īstenotās atjaunojamo energoresursu izmantošanas atbalsta politikas izmaiņas.
5. Risku ietekmes integrēšana biogāzes ražošanas dinamiskajā modelī tuvina modelēšanas gaitā iegūto rezultātu atbilstību reālās sistēmas darbībai, tādējādi uzlabojot modeļa izmantošanu prognozēšanā.

1. RISKU VADĪBAS TEORĒTISKIE ASPEKTI LAUKSAIMNIECĪBĀ

Nodaļas saturs darbā aizņem 18 lpp., kurās ietilpst 10 tabulas un 3 attēli.

Nodaļā izpētīti risku definēšanas, klasifikācijas un novērtēšanas teorētiskie aspekti, risku novērtēšana lauksaimniecībā un atjaunojamās enerģijas ražošanā.

Nodaļā izvirzīta tēze: lauksaimniecības nozari ietekmē daudzveidīgi riski un to ietekme mūsdienās ir palielinājusies.

1.1. Jēdziena „risks” definēšana sociālajās zinātnēs

Mūsdienu zinātniskajā literatūrā vārds „risks” tiek lietots, lai apzīmētu notikuma iestāšanās varbūtību, notikuma seku apmēru vai abu minēto parametru kombināciju. (Merna, Al-Thani, 2005) Sastopamas vairākas riska definīcijas, kas ietver gan dažādus riska cēloņus, gan arī iespējamās sekas. Izvērtējot literatūras avotos minētās definīcijas, autore ir izveidojusi risku definīciju iedalījumu 3 grupās: definīcijas, kas koncentrējas uz nenoteiktību un nekonkretizē iespējamās sekas; definīcijas, kas apskata riska sekas (šajā grupā autore ir izveidojusi trīs apakšgrupas atkarībā no seku pozitīvā vai negatīvā rakstura) un definīcijas, kurās tiek ietverta varbūtības un seku (pozitīvu vai negatīvu) kombinācija.

Analizējot riska jēdzienu zinātniskajā literatūrā (Hardaker et al., 2004, Renn, 2008, Pettere, Voronova, 2004, Arhipova, 2002, Šuškeviča, 2005, Boading, 2011, Definitions of Risk, b.g., u.c.) un vācu sociologa Orvina Rena (*Ortwin Renn*) (Renn, 2008) izvirzītos principus risku definēšanā, autore risku promocijas darba kontekstā definē šādi: *risks ir notikuma iestāšanās varbūtības un tā potenciāli nelabvēlīgo seku būtiskuma līmeņa kombinācija.*

Hronoloģiski riska jēdziena attīstība ir veidojusies 3 pamatposmos – pirmsmodernisma, industriālā modernisma un pēcmodernisma periodos. Lai gan personas darbības vienmēr ir bijušas pakļautas risku ietekmei, riska būtības izpratne un loma sabiedrības dzīvē tieši 20./21. gadsimta mijā ir kļuvusi par teorētisku un praktisku aktualitāti un vistiešāk saistīta ar divu sociologu – Entonija Gidensa (*Anthony Giddens*) un Ulriha Beka (*Ulrich Beck*) idejām.

Risku definēšanas kontekstā dominē vairākas konceptuālas pieejas, bet risku vadības kontekstā lauksaimnieciskajā ražošanā saistošas ir refleksīvā modernisma (Beck, 1992, Giddens, 1999, Lash, 1996), racionālās izvēles teorijas (Jaeger et al., 2001, Renn et al., 2000) un sistēmu teorijas. (Luhmann, 1993)

Refleksīvā modernisma jēdziens tiek lietots, lai apzīmētu mūsdienu laikmetu un tā transformāciju no modernisma, ar tam raksturīgo industrializāciju, uz globalizācijas paplašināšanos un individuālisma lomas pieaugumu. Palielinoties tādiem transnacionāliem spēkiem kā kooperācija un nevalstisko organizāciju (NVO) ietekme, samazinās valsts loma, un sabiedrība saskaras ar riskiem, kurus nav iespējams kontrolēt un vadīt. (Beck, Giddens,

Lash, 1994) Šī teorija saistās ar jēdziena „risku sabiedrība” veidošanos, apzīmējot mūsdienu sabiedrību un tās ciešo saskarsmi ar dažāda veida draudiem salīdzinājumā ar iepriekšējo tās attīstības posmu. (Giddens, 1999, Beck, 1992, Caplan, 2000) Risku vadības kontekstā teorija fokusējas uz to, kā nenoteiktība varētu tikt vadīta vai kāds būtu labākais veids tās vadīšanai (ne galējai transformācijai no nenoteiktības uz noteiktību, bet kā vadības procesam nenovēršamām nenoteiktībām). (Zinn, 2005) Autoresprāt, risku sabiedrība ir ļoti precīzs mūsdienu sabiedrības raksturojums, ne vien tādēļ, ka palielinās dažādu risku ietekme, bet arī tādēļ, ka ir pieejama ātra un visaptveroša informācijas plūsma un zināšanas par negatīviem notikumiem kā lokāli tā globāli. Līdz ar to rodas priekšstats, ka sabiedrība ir nepārtraukti pakļauta riskiem, lai gan lielākā daļa notikumu neatstāj tiešu ietekmi uz visiem individujiem, kam ir pieejama informācija par šiem notikumiem.

Racionālās izvēles teorija veidojas no pieņēmuma, ka cilvēku rīcību motivē iespēja gūt peļņu jeb vispārinot – visas cilvēku darbības pamatā ir racionālas dabas apsvērumi un, pieņemot lēnumu, pirms tam tiek izsvērti iespējamie ieguvumi un zaudējumi. (Scott, 2000) Līdz ar to, var secināt, ka cilvēki ir spējīgi rīkoties stratēģiski, saistot lēnumus ar sekām, tādējādi uzkrājot pieredzi specifiskā riska novērtēšanai. Racionālās izvēles teorija ir viena no plašāk lietotajām risku vadībai ekonomikā. (Renn, 2008) Tomēr šī teorija ir saskārusies ar kritiku par to, ka racionālās izvēles teorijā individu dzīves pieredze tiek uztverta kā izvēlu kopa, kas nesummējas ne īslaicīgā, ne vēsturiskā kontekstā. Līdz ar to izvēles var būt racionālas tikai tajos ierobežotajos gadījumos, kad izvēles konteksts ir stabils. Vispārinot – gan racionalitātē, gan izvēle atkāpjelas empiriskas realitātes priekšā. (Smelser, 1998) Racionālās izvēles teorija neietver emocijas un situācijas, kad individu rīkojas neracionāli iepriekšējas pieredzes vai noteiktu ietekmju rezultātā. Līdz ar to autore pievienojas sociologa Nīla Smelsera (*Neil Smelser*) viedoklim un uzskata, ka individu, novērtējot risku ietekmi, ne vienmēr saglabā racionalitāti un vērtējumus pielāgo kā personīgajām emocionālajām preferencēm, tā sabiedrības un mediju paustajiem uzskatiem; tādēļ, veicot risku novērtējumu, ir vēlams vairāku ekspertu neatkarīgs viedoklis un racionāla vērtējuma skala, kas palīdz saglabāt objektivitāti.

Trešā teorija, kas konceptuāli ir saistīta ar risku vadību un risku novērtēšanas metožu attīstību, ir **sistēmu teorija**. Risku problemātiku sistēmu teorijas ietvaros visplašāk ir apskatījis vācu sociologs Niklass Lūmans (*Niklas Luhmann*), veicot sistēmu specifisku risku eksternalizāciju un internalizāciju sociālu sistēmu ietvaros: ārējie apdraudējumi sistēmai tiek definēti kā draudi (*danger*), bet iekšējie (līdz ar to vadāmie) kā riski. (Luhmann, 1993) Ar šo iedalījumu viņš skaidro sabiedrības pieaugošās bažas par risku ietekmes palielināšanos jeb jau minētās „risku sabiedrības” rašanos: mūsdienās nevadāmie riski jeb draudi tiek bieži uztverti kā riski, kas ir pakļauti cilvēka

ietekmei vai ir cilvēces radīti, līdz ar to pārnesti no ārējā uz iekšējo līmeni, piemēram, klimata izmaiņas, kas vēsturiski tika saistītas ar augstāku varu, šobrīd tiek bieži interpretētas kā cilvēka darbības rezultāts. (Renn, 2008)

1.2. Risku klasifikācija

Zinātniskajā literatūrā pastāv atšķirīgs risku definējums un arī dažāda pieeja risku klasificēšanā. Risku ciešo savstarpējo saišu un aizstāšanās dēļ tos ir samērā grūti klasificēt. Analizējot zinātnisko literatūru, autore sastapās ar risku pretrunīgu klasifikāciju un dažādu autoru atšķirīgu pieeju to klasifikācijai.

Tā kā lauksaimniecības uzņēmējdarbībā risku izcelsmes avoti ir dažādi un salīdzinoši plašāk izkliedēti dažādās saimnieciskās darbības jomās nekā citās nozarēs, tad lauksaimniecības uzņēmējdarbībā, t.sk. biogāzes ražošanā, ieteicama ir sākotnēja risku klasifikācija pēc riska cēloņa un, konkrētāk, saimnieciskās darbības jomas un tālāka risku klasifikācija pēc risku būtiskuma līmeņa.

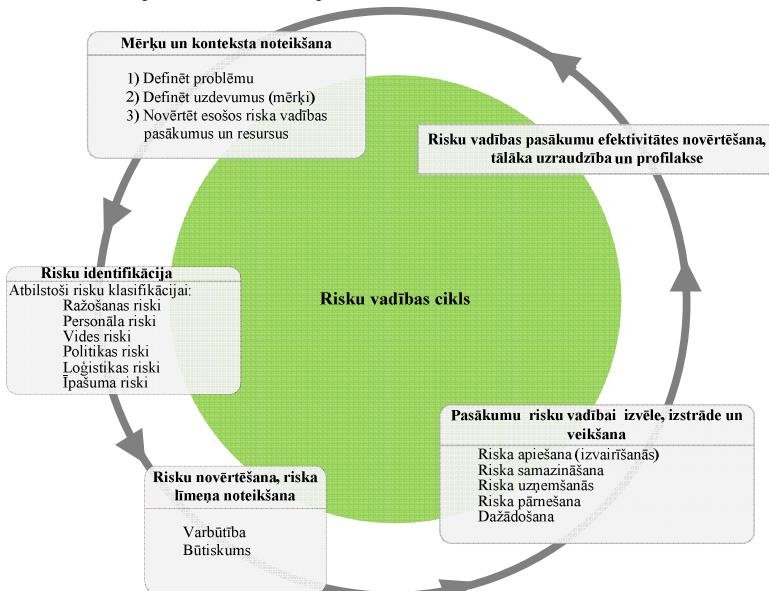
Analizējot risku vadības pētījumus atjaunojamās enerģijas ražošanas jomā, vērojamas vairākas dominējošās risku grupas. Dominē tehnoloģiskie, vides, likumdošanas, finanšu un investīciju riski, (Olivier, b.g., Financial Risk Management, 2004, Froggatt, Lhan, 2010., Ferraris, b.g.).

Nemot vērā augstāminēto un salīdzinot risku klasifikācijas piejas zinātniskajā literatūrā (Hardaker et al. 2004; USDA, Economic Research Service, 1999, European Commission, 2001, Šantare, Rivža, 2007, Rivža, Pilvere, 2012), autore izveidoja risku novērtēšanas sistēmu risku novērtēšanai biogāzes ražošanā. Tajā riski tiek dalīti 6 pamatgrupās – ražošanas, personāla, vides, politikas, loģistikas un īpašuma riski. Šajās pamatgrupās izveidots detalizētāks dalījums specifiskajos ražošanas procesu ietekmējošajos riskos analizējot biogāzes ražošanas procesu.

1.3. Risku vadības process

Ar risku vadību saprot tādu metožu, paņēmienu un pasākumu kopu, ar kuru palīdzību var līdz noteiktai pakāpei prognozēt riskus un izstrādāt pasākumus to novēršanai vai to negatīvo seklu samazināšanai. (Rurāne, 2001) Ideālā gadījumā riska vadība uzņēmumā būtu jāveic kā nepārtraukts process jeb tā sauktais risku vadības cikls (1. attēls). Risku vadības cikls sastāv no 4 pamatelementiem: mērķu un konteksta noteikšanas; risku identifikācijas; risku novērtēšanas (riska līmeņa noteikšanas) un pasākumu veikšanas risku tālākai vadībai. Risku vadību uzsāk ar mērķu un konteksta noteikšanu. Tālāk veic risku identifikāciju – riska avotu, kas apdraud uzņēmuma darbību vai atsevišķus procesus uzņēmumā un var radīt zaudējumus, noskaidrošanu. Identificējot riskus, tiek izmantota informācija, kas iegūta, analizējot uzņēmējdarbības vidi un uzņēmuma finanšu pārskatus. Ja statistiski uzkrāta informācija nav pieejama, bieži risku identifikācijā tiek lietotas ekspertu novērtējuma metodes. Pēc risku

identifikācijas tiek veikta risku novērtēšana jeb riska līmeņa – riska iestāšanās varbūtības un tā nesto seku būtiskuma – noteikšana. Risku novērtēšana nepieciešama, lai pieņemtu objektīvu lēmumu par tālākajām identificēto risku vadības iespējām. Nemot vērā pētījuma objekta un informācijas pieejas specifiku, promocijas darba pētījumam izmantota semi-kvantitatīva pieeja risku novērtēšanā – kvalitatīvo (ekspertu vērtējumu) izsaka ar kvantitatīviem lielumiem – izmantojot risku analīzes matricu, nosaka riska līmeni. Riska līmenis veidojas kā ekspertu novērtēta riska iespējamības un riska iestāšanās seku nesto zaudējumu kombinācija.



Avots: autors veidots pēc Rivža, 2012, Trigilio, 2006, Olivier, b.g., Guide to Risk Management, 2004, European Commission, 2001, Špoģis, 2005

1. att. Risku vadības cikls.

Pēc riska līmeņa noteikšanas tiek izstrādāti un veikti pasākumi identificēto un novērtēto risku tālākai vadībai. Speciālās zinātniskās literatūras avotos (Sparrow, 2000, Trigilio, 2006, Olivier, b.g., Guide to Risk Management, 2004, Špoģis, 2005, Pettere, Voronova, 2003, European Commission, 2001, Šantare, Rivža, 2007) tiek uzskaitītas 5 alternatīvas (metodes) risku tālākai vadībai: risku apiešana, risku samazināšana, risku uzņemšanās, risku pārnešana un saimnieciskās darbības dažādošana.

2. ATJAUNOJAMĀS ENERĢIJAS IZMANTOŠANAS RAKSTUROJUMS UN TIESISKĀ BĀZE

Nodaļas saturs darbā aizņem 22 lpp., kurās ietilpst 8 tabulas un 9 attēli.

Nodaļā definēti atjaunojamie enerģijas resursi un veikta to klasifikācija. Veikts reglamentējošās tiesiskās, institucionālās un normatīvās bāzes izvērtējums atjaunojamās enerģijas ražošanai ES un tai skaitā Latvijā, analizēti atbalsta instrumenti atjaunojamās enerģijas ražošanai un salīdzinātā atbalsta intensitāte atšķirīgiem atjaunojamās enerģijas veidiem ES valstīs.

Nodaļā izvirzīta tēze: ES un Latvijā lietotie atbalsta mehānismi atjaunojamo energoresursu izmantošanas veicināšanai pozitīvi ietekmē saražotās enerģijas apjomu.

2.1. Atjaunojamās enerģijas ražošanas resursi

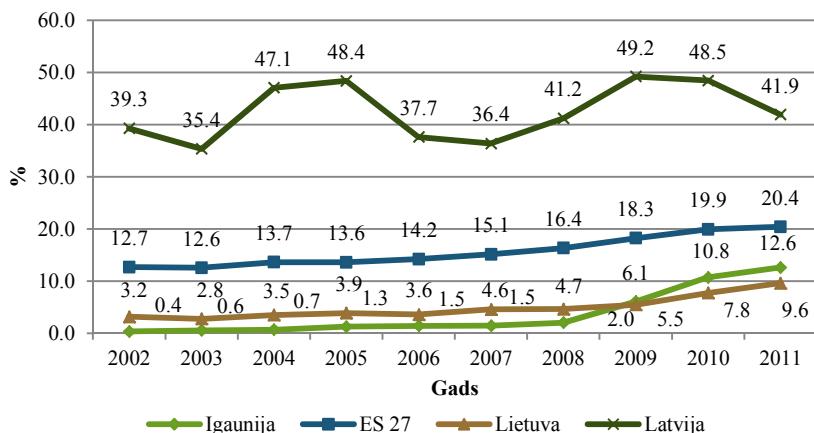
Ar terminu **atjaunojamā enerģija** tiek saprasta enerģija, kas iegūta veidos, kuri neizsmel dabas resursus vai nenodara kaitējumu videi. Atjaunojamās enerģijas jēdziens vērsts uz ieguves un izmantošanas īpašībām, tātad: atjaunojamā enerģija ir enerģija, kas iegūta, izmantojot resursus, kuri spēj atjaunoties, tādēļ nekad pilnīgi nebeidzas. Ar atjaunojamo enerģiju visbiežāk saprot plūsmas enerģijas veidus, tā ir enerģija, kas nav atkarīga no resursu krājumiem uz zemes – vēja enerģija, saules enerģija, viļņu enerģija, paisuma-bēguma, hidroenerģija, ģeotermālā enerģija, kā arī atkritumu poligonu un noteķudeņu attīrišanas iekārtu gāzes un biogāzes, biomasa (bioloģiski noārdāmā frakcija produktos, rūpniecības un sadzīves atkritumos, lauksaimniecības, ieskaitot augu un dzīvnieku izcelsmes vielas, kā arī mežsaimniecības un līdzīgu nozaru ražošanas atlikumos). (Atjaunojamās enerģijas izmantošanas...2012, Atjaunojamo energoresursu..., 2006)

Vēsturiski ekonomikas attīstība allaž ir bijusi cieši saistīta ar enerģijas resursu pieejamību un cenu. Sākot no 20. gadsimta beigām līdz šim brīdim, aktualizēta ir arī enerģijas resursu ilgtspēja – izsīkstošo enerģijas resursu pakāpeniska aizvietošana ar atjaunojamiem un enerģijas izmantošanas efektivitātes paaugstināšana. ES un t.sk. Latvijā nepieciešamību plašāk izmantot vietējos atjaunojamos energoresursus ietekmē arī vēlme iegūt lielāku energoneatkarību. Šo, ar atjaunojamās enerģijas plašāku izmantošanu saistīto, problēmu risināšana ietverta ES un arī Latvijas politiskajos un tiesiskajos dokumentos, ieviešot finansiālu atbalstu no atjaunojamās enerģijas resursiem saražotās elektroenerģijas realizācijai paaugstinātu iepirkuma tarifu veidā un līdzfinansējot investīcijas enerģijas ražotņu būvniecībai. Minētie atbalsta instrumenti ir samērā strauji veicinājuši atjaunojamo energoresursu, t.sk. biogāzes, izmantošanu enerģijas ieguvei Latvijā. Tomēr, analizējot šādas enerģijas ieguves ražotņu attīstību Latvijā, var secināt, ka atjaunojamās enerģijas ražotāji saskārušies kā ar institucionālām, tā ražošanas un saražotās

enerģijas realizācijas problēmām, kas radījušas riskus visam enerģijas ražošanas procesam.

2.2. Atjaunojamās enerģijas izmantošanas tendences Eiropas Savienībā

Analizējot atjaunojamo energoresursu izmantošanas tendences ES 27 un atsevišķas tās dalībvalstis (2. attēls), var secināt, ka kopumā ES palielinās no atjaunojamiem energoresursiem saražotās elektroenerģijas īpatsvars kopējā elektroenerģijas patēriņā. No 2002. līdz 2011. gadam tā ir palielinājusies par aptuveni 8% ar 61% bāzes augšanas tempu salīdzinājumā ar bāzes (2002.) gadu.



Avots: autore veidots pēc Eurostat, 2013

2. att. ES 27, Igaunijā, Lietuvā un Latvijā saražotā elektroenerģija no atjaunojamiem enerģijas resursiem 2002.–2011. gadā, % no kopējā elektroenerģijas patēriņa.

Latvijā nav vērojama šāda stabila pieauguma tendence un no atjaunojamiem energoresursiem saražotās elektroenerģijas daļa kopējā elektroenerģijas patēriņā ir samērā mainīga. Salīdzinot ar abām pārējām Baltijas valstīm – Lietuvu un Igauniju, Latvijā ievērojami vairāk tiek izmantoti atjaunojami energoresursi elektroenerģijas kopējā patēriņā – Latvijā vidēji 42% elektroenerģijas tiek iegūta no atjaunojamiem enerģijas resursiem, bet Igaunijā un Lietuvā tie ir attiecīgi tikai 3.7 un 5%, savukārt ES 27 – 15.7%. Tā kā Latvijā no atjaunojamiem enerģijas resursiem saražotā elektroenerģija veido gandrīz pusi no visas saražotās elektroenerģijas, tās procentuālā apjoma svārstības kopējā saražotās elektroenerģijas struktūrā atspoguļo ekonomiskās aktivitātes izmaiņas – Latvijā lielākā daļa no atjaunojamiem enerģijas resursiem saražotās elektroenerģijas tiek ražota lielajās HES, tās apjoms ir samērā nemainīgs un nevar tikt strauji palielināts virs maksimālās ražošanas jaudas.

Tādēļ, palielinoties pieprasījumam pēc elektroenerģijas ekonomiskās aktivitātes tempa palielināšanās rezultātā, elektroenerģiju nepieciešams vai nu ražot no fosilajiem enerģijas resursiem, vai importēt.

Analizējot bruto elektroenerģijas patēriņa struktūru Latvijā no 1990. līdz 2011. gadam, pašnodrošinājumu un atjaunojamo enerģijas resursu daļu bruto nacionālajā elektroenerģijas patēriņā, autore secina: tā kā gandrīz puse elektroenerģijas Latvijā tiek saražota lielajās HES Daugavas kaskādē – Rīgas HES, Pļaviņu HES un Ķeguma HES, Latvijai ir augsti gan pašnodrošinājuma, gan atjaunojamo energoresursu daļas kopējā elektroenerģijas patēriņā rādītāji. No kopējā bruto nacionālā elektroenerģijas patēriņa 2010. gadā importēti tiek tikai 11%, bet 2011. gadā 17%.

Biogāzes ražošana ietilpst izkliedētās ģenerācijas grupā līdz ar vēja elektrostacijās, mazajos HES u.c. alternatīvās elektroenerģijas un koģenerācijas ražotnēs iegūtu elektroenerģiju. Lai gan izkliedētās ģenerācijas apjoms kopējā elektroenerģijas patēriņa struktūrā Latvijā ir neliels, pēdējos gados tas ir vienmērīgi palielinājies – no 1.1% 1990. gadā līdz 11.5% 2011. gadā.

2.3. Atjaunojamās enerģijas izmantošanas tiesiskais pamatojums Eiropas Savienībā un Latvijā

Pieaugošais pieprasījums pēc enerģijas, ierobežotie fosilā kurināmā krājumi, kā arī vides piesārņojums un globālās klimata pārmaiņas pēdējos gados pasaule radījis pastiprinātu interesi par atjaunojamiem resursiem. (Atjaunojamo energoresursu..., 2006) Atbalsts atjaunojamo resursu izmantošanai ir kļuvis par svarīgu ES politikas sastāvdaļu un konkretizēts ES politiskajās nostādnēs.

Ari resursu ilgtspējīgas un sabalansētas izmantošanas problemātika ir aktualizēta ES politiskā līmenī, ko apliecinā arī 2012. gadā izstrādātā Eiropas Komisijas (EK) stratēģija un rīcības plāns „Inovācijas ilgtspējīgai izaugsmei: Eiropas bioekonomika”. (Inovācijas ilgtspējīgai izaugsmei..., 2012) Stratēģijas mērķis ir rast līdzsvaru starp tādiem faktoriem, kā ilgtspējīga lauksaimniecība un zivsaimniecība, nodrošinātība ar pārtiku un atjaunojamo bioloģisko resursu izmantošana rūpniecībā, vienlaikus saudzējot bioloģisko daudzveidību un vidi.

Kopējām ES politikas nostādnēm seko tās dalībvalstis, iestrādājot ES politikas plānošanas dokumentos minētos rezultatīvos rādītājus un to sasniegšanas atbalsta instrumentus nacionālā līmeņa politikas plānošanas un normatīvajos dokumentos.

Nacionālā līmenī pamata dokuments, kurā iezīmēti LR mērķi atjaunojamās enerģijas izmantošanā, ir „Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007.–2016. gadam”. (Enerģētikas attīstības..., 2006)

Līdz 2013. gadam Latvijas normatīvajos aktos nav izveidots vienots regulējums atjaunojamo energoresursu izmantošanai, sadalot to starp elektroenerģijas ražošanas un biodegvielas ražošanas normatīvajiem aktiem.

Pēdējos gados tika plānots izveidot vienotu likumu atjaunojamo energoresursu izmantošanai – Atjaunojamās energijas likuma projekts tika izstrādāts 2010. gadā, bet šobrīd tā tālāka virzība ir apturēta. Minētā likuma vietā EM piedāvā veidot jaunu atbalsta sistēmu atjaunojamās energijas ražošanai. Uzskatot esošo atbalsta sistēmu par pārāk lielu slogu patēriņajiem, no 2012. gada 10. septembra līdz 2016. gada 1. janvārim ir pārtraukta iespēja komersantiem kvalificēties tiesību iegūšanai pārdot saražoto elektroenerģiju obligātā iepirkuma (OI) ietvaros un tiesību iegūšanai saņemt garantētu maksu par koģenerācijas elektrostacijās uzstādīto elektrisko jaudu atbilstoši 2009. gada 10. marta MK noteikumiem Nr. 221. Kā arī no 2011. gada 26. maija līdz 2016. gada 1. janvārim EM neorganizē konkursus par tiesību iegūšanu pārdot biomasas, biogāzes, saules vai vēja elektrostacijas saražoto elektroenerģiju OI ietvaros pēc 2010. gada 16. marta MK noteikumiem Nr. 262. (Valsts politikas..., 2013) Paralēli jaunam atjaunojamās energijas likumam EM strādā arī pie nozares politikas plānošanas dokumenta projekta „Enerģētikas stratēģijas 2030” (Enerģētikas stratēģija 2030, 2011), bet, tā kā šobrīd nav apstiprināti tālākie sektora politiskie plānošanas dokumenti, atjaunojamās energijas ražošanas nacionālie mērķi ilgākā periodā nav definēti.

2.4. Atbalsta instrumenti atjaunojamās energijas ražošanas veicināšanai

Lai sasnietgtu kā starptautiskajos, tā nacionālos politikas plānošanas dokumentos noteiktos mērķus atjaunojamās energijas ražošanā un izmantošanā, visās ES dalībvalstīs tiek lietoti atbalsta instrumenti šo mērķu sasniegšanas veicināšanai. Savukārt pasaulē vismaz 83 valstīs (41 attīstītajā/ pārejas ekonomikas valstī un 42 attīstības valstīs) pastāv atjaunojamās energijas ražošanas veicināšanas politika. (Taxes and Incentives..., 2011)

Latvijā tiek lietoti četri atbalsta mehānismi atjaunojamās energijas ražošanas veicināšanai: jau minētā garantētā OI cena (Noteikumi par elektroenerģijas..., 2010), atbrīvošana no elektroenerģijas nodokļa elektroenerģijai, kas ražota no atjaunojamiem energoresursiem (Elektroenerģijas nodokļa likums, 2009), publiskais (ES) līdzfinansējums investīcijām un publiskais iepirkuma konkurss jaunu elektroenerģijas jaudu uzstādīšanai vai rekonstrukcijai (Noteikumi par elektroenerģijas..., 2010). Salīdzinot ar citām ES dalībvalstīm (pēc tarifa maksimālās robežas), Latvijā ir noteikti salīdzinoši augsti OI tarifi elektroenerģijai, kas ražota no biomasas un biogāzes, kā arī elektroenerģijai, kas ražota HES – attiecīgi ceturtie un trešie augstākie tarifi ES dalībvalstīs.

Vistiešāk elektroenerģijas patēriņajus skar OI komponentis (OIK) jeb tā sauktais „zaļais komponents”, par tā apjomu un noteikšanas kārtību plaši diskutēts kā politiskā, tā sabiedrības līmenī. OIK apmēru nosaka OI ietvaros iepirktais elektroenerģijas cenas, kas ir atkarīgas no izmantotā energoresursa veida, uzstādītās jaudas, stacijas nostrādāto stundu skaita, kā arī dabasgāzes

tirdzniecības cenas. Kompensēta jeb subsidēta tiek starpība starp saražotās elektroenerģijas obligātā iepirkuma cenu un tirgus cenu. Tas nodrošina elektroenerģijas ražotājam konkrētu iepirkuma cenu neatkarīgi no tirgus cenas. (Par elektroenerģijas..., 2012) Problēmas šajā atbalsta mehānisma darbībā rada EM izsniegt elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanas atlauju vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanas atlauju skaits, kas gadījumā, ja visi plānotie projekti tiktū īstenoti, uzliktu lielu slogu elektroenerģijas patērētājiem OIK veidā un būtiski palielinātu elektroenerģijas cenu, kas savukārt mazinātu ražojošo, īpaši energoītilpīgo, uzņēmumu konkurētspēju un samazinātu mājsaimniecību pirkstspēju.

Lai risinātu šo problēmu, 2013. gada 17. septembrī MK atbalstīja subsidētās elektroenerģijas nodokļa (SEN) izveidi, ar kuru tiktū aplikts atbalsts, kas subsidētās elektroenerģijas ražotājiem tiek maksāts OI ietvaros. Nodokļa apmērs atjaunojamās enerģijas ražotājiem plānots 10% no atbalsta, kas izmaksāts OI ietvaros, elektroenerģijas ražotājiem no dabasgāzes tas plānots 15% apmērā, savukārt siltuma ražotājiem, kas siltumu nodod centralizētajā apkures sistēmā, likme plānota 5%. (Subsidētās elektroenerģijas..., 2013) Biogāzes ražošanai SEN likme ir diferencēta – 5% vai 10% – atkarībā no ražotnē uzstādītās elektriskās jaudas, izmantotās biomassas veida un izcelsmes, kā arī siltuma izmantošanas apjoma.

Šāda nodokļa izveide samazina OIK slogu elektroenerģijas patērētājiem, bet līdz ar to samazina ienākumus arī atjaunojamās enerģijas ražotājiem, un tā kā nodoklis būtībā maina OI tarifa apmēru, autoresprāt, šāds pasākums neatbilst tiesiskās pašāvības principam un veicina neuzticību politiskajiem lēmumiem un iniciatīvām, tomēr pozitīva ir likumā ietvertā likmes diferencēšana par labu ražotnēm, kas ražošanas procesā izmanto pāša saimniecībā radušos blakusproduktus un lietderīgi izmanto siltumenerģiju.

3. BIOGĀZES IEGUVE UN IZMANTOŠANA ATJAUNOJAMĀS ENERĢIJAS RAŽOŠANAI

Nodaļas saturs darbā aizņem 24 lpp., kurās ietilpst 7 tabulas un 15 attēli.

Nodaļā izpētīti biogāzes ražošanas teorētiskie aspekti un analizētas biogāzes ražošanas tendences ES un Latvijā. Noteiktas biogāzes ražošanas prognozes Latvijā 2012. – 2014. gadam, sezonalitātes ietekme uz biogāzes ražošanu un aprēķināti biogāzes ražošanas rezultatīvie rādītāji biogāzes ražotnēs Latvijā.

Nodaļā izvirzīta tēze: atjaunojamās enerģijas ieguve no biogāzes Latvijā ir novatoriska, galvenokārt tā tiek ražota nelielos apjomos, izmantojot lauksaimniecības izejvielas.

3.1. Biogāzes ieguve un izmantošanas priekšrocības

Gāzveida bioenerģijas resursi (biogāze) veidojas biomasas konversijas rezultātā. To ražošana var notikt mikrobioloģiskos procesos – anaerobā jeb metānrūgšanas fermentācijā. Piemērotas izejvielas biogāzes ražošanai ir kūtsmēsli, sadzīves organiskie atkritumi un lielo lauksaimniecības produktu ražošanas un pārstrādes uzņēmumu atkritumi. (Adamovičs, 2012, Dubrovskis, Adamovičs, 2012, Dubrovskis, 2012, Atjaunojamo energoresursu izmantošana, 2010, Biogas Handbook, 2008, Naglis-Liepa, 2013, Abbasi et al., 2012)

Biogāzes izmantošanas veicināšana energēlijas ražošanai saistās ar vairākām ES politikas iniciatīvām, tādām, kā atjaunojamo energoresursu izmantošanas apjomu palielināšanu elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanai, energoneatkarību un SEG emisiju samazināšanu. Turklāt viena no mūsdienu sabiedrības problēmām ir arvien pieaugošais organisko atkritumu un atlīkumu apjoms lauksaimniecībā, rūpniecībā un mājsaimniecībās, padarot atkritumu apsaimniekošanu, pārstrādi un to apjoma samazināšanu par vienu no politikas aktualitātēm. Līdz ar to energēlijas ražošana no biogāzes, kas veidojusies dažādas izcelsmes rezultātā, t.sk. lauksaimniecības atkritumu fermentācijā, sniedz vides, sociālus un ekonomiskus ieguvumus, tai ir būtiska nozīme gan no bioekonomikas (Inovācijas ilgtspējīgai izaugsmei..., 2012), gan no energēlijas politikas viedokļa.

Lielākoties **mikro līmeņa ieguvumi** saistās ar ekonomiskiem faktoriem – ieņēmumi no saražotās elektroenerģijas pārdošanas; ieņēmumi no koģenerācijas procesā saražotā un bioreaktora darbības nodrošināšanai neizmantotā siltuma realizācijas vai izmantošanas saimniecības darbības nodrošināšanā, tādējādi aizstājot fosilos energoresursus vai gūstot ieņēmumus no siltumenerģijas realizācijas; biogāzes ražošanas procesā iegūtā digestāta izmantošana lauku mēslošanai, samazinot atkarību no mākslīgā mēslojuma iepirkšanas un uzlabojot augsnies kvalitāti. Vērā ņemams faktors ir arī iespēja dažādot saimniecībā gūtos ienākumus un samazināt to darbības sezonālo raksturu, realizējot saražoto elektroenerģiju visa gada garumā. Kopumā var secināt, ka biogāzes ražošanas integrācija daudznozaru saimniecības ražošanas un pārstrādes procesos sniedz pozitīvus efektus kā tiešā (tiešie ienākumi, fosilā kurināmā, mēslojuma, atkritumu pārstrādes izdevumu samazināšanās), tā pastarpinātā veidā (LIZ kvalitātes uzlabošana; ienākumu dažādošana, sezonālitātes samazināšana u.c.).

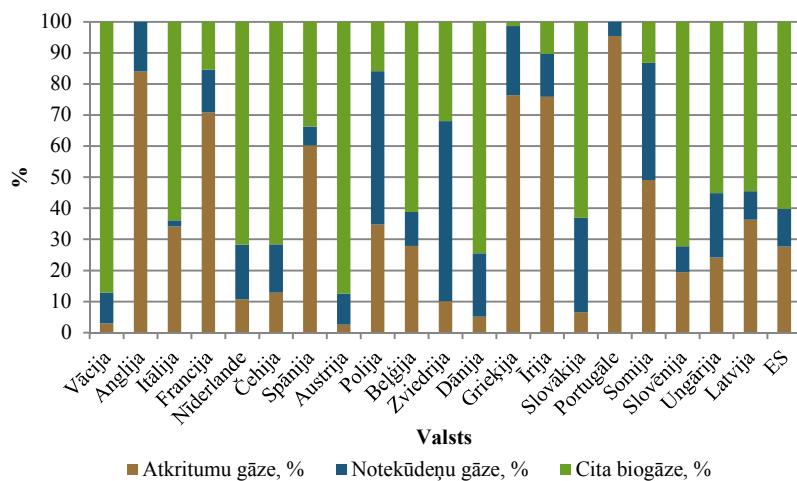
Būtiskākie **makrolīmeņa ieguvumi** no biogāzes izmantošanas ir saistīti ar ES noteikto mērķu īstenošanu atjaunojamo energoresursu izmantošanā, kā arī ekonomiskiem faktoriem – biogāzes ražošana un pārstrāde rada papildu darbavietas un nodokļus valsts un pašvaldību budžetā (iedzīvotāju ienākuma nodoklis, PVN, nekustamā īpašuma nodoklis u.c.). Būtiski, ka minētie ekonomiskie efekti iedarbojas reģionāli, tādējādi tiek attīstīta kliedētā jeb decentralizētā saimnieciskā darbība, veicināta lauku teritoriju ilgtspējīga

attīstība. Savukārt vides ieguvumi saistās ar ekoloģiskajiem efektiem vides aizsardzības un klimata izmaiņu kontroles jomā.

Biogāzes ražošanas kritika visbiežāk tiek saistīta ar augsto iegūtās elektroenerģijas cenu, ko šobrīd kompensē patēriņi, maksājot OIK. Tas atstāj ietekmi uz Latvijas tautsaimniecības konkurētspēju, tajā skaitā pievienotās vērtības radīšanu un īpaši būtiski ietekmē energoītilpīgās ražošanas nozares. Elektroenerģijas cena ietekmē arī mājsaimniecības, palielinot enerģētiskās nabadzības riska grupu. (Rīcības plāns..., 2013, Par elektroenerģijas cenu..., 2013) Kritiski tiek vērtēts tas, ka biogāzes ražošana konkurē ar pārtikas un lopbarības ražošanu (Granoszewski et al., 2011), līdz ar to svarīgi ir ne tikai ražot enerģiju no atjaunojamiem resursiem, bet darīt to pēc ilgtspējīguma principiem un politiskā līmenī atbalstīt tādas enerģijas ražošanu, kas ražota, lielākoties izmantojot vietējas izcelmes lauksaimniecības un mežsaimniecības pārpalikumus, saistīto un pārstrādes nozaru blakusproduktais, kā arī organiskos atkritumus, turklāt izmantojot augsti efektīvas pārveides tehnoloģijas. (Krug, 2012)

3.2. Biogāzes ražošanas attīstība Eiropas Savienībā

Lai gan biogāzes veidošanās principi tikuši pētīti vairāku gadsimtu garumā, anaerobās fermentācijas izmantošana industriālai noteikūdeņu attīrišanai aizsākās tikai 20. gadsimta 70. gados. To lielākoties veicināja straujais fosilo energoresursu cenu palielinājums 70. gadu sākumā un pieaugošie piesārņojuma kontroles normatīvi. (Abbas et al., 2012)



Avots: autore veidots pēc EurObserv'ER datiem, 2013

3. att. ES saražotās biogāzes primārajā energijas ražošanā struktūra pēc biogāzes izcelmes, 2011. gadā, %.

Mūsdienās biogāzes ražošanai tiek izmantota dažāda veida biomasa un tās attīstības perspektīvas galvenokārt tiek saistītas ar pārtikas, pārstrādes industrijas un lauksaimniecības atkritumu utilizāciju.

Analizējot kopā saražoto biogāzi primārās enerģijas ražošanā ES valstīs no 2006. līdz 2011. gadam, vērojams biogāzes apjoma palielinājums līdz 2010. gadam, bet 2011. gadā saražotās biogāzes apjoms ir samazinājies par 0.741 Mtoe (miljonu tonnu naftas ekvivalenta) jeb 7%. ES valstīs kopējais saražotais elektroenerģijas apjoms no biogāzes 2006. – 2011. gadā ir vienmērīgi palielinājies, vidēji par 3–5% gadā. Savukārt analizējot ES saražotās biogāzes primārajā enerģijas ražošanā struktūru %, pēc biogāzes izcelsmes 2011. gadā (3. attēls), var secināt, ka biogāzes izcelsme pa valstīm būtiski atšķiras. Autore šīs atšķirības saražotās biogāzes izcelsmes struktūrā vistiešāk saista ar konkrētajā valstī īstenoto biogāzes ražošanas atbalsta politiku un piemērotajiem atbalsta mehānismiem.

3.3. Biogāzes ražošanas attīstība Latvijā

Latvijā 2013. gadā biogāze tiek ražota 38 biogāzes ražotnēs (ietverot tikai tās ražotnes, kas 2012. gadā ir realizējušas saražoto elektroenerģiju OI ietvaros), 6 no tām ražo biogāzi no sadzīves atkritumiem vai noteikūdeņu dūņām, bet 32 izmanto lauksaimniecības izcelsmes biomasu, dažkārt to kombinējot ar lauksaimniecības vai pārstrādes atkritumiem (autores apkopotā informācija pēc Vides pārraudzības valsts biroja datiem par izsniegtais atļaujām A un B kategorijas piesārņojošām darbībām).



Avots: autores veidota pēc EM Vides pārraudzības valsts biroja datiem, 2013

4. att. Biogāzes staciju izvietojums Latvijā 2012. gadā.

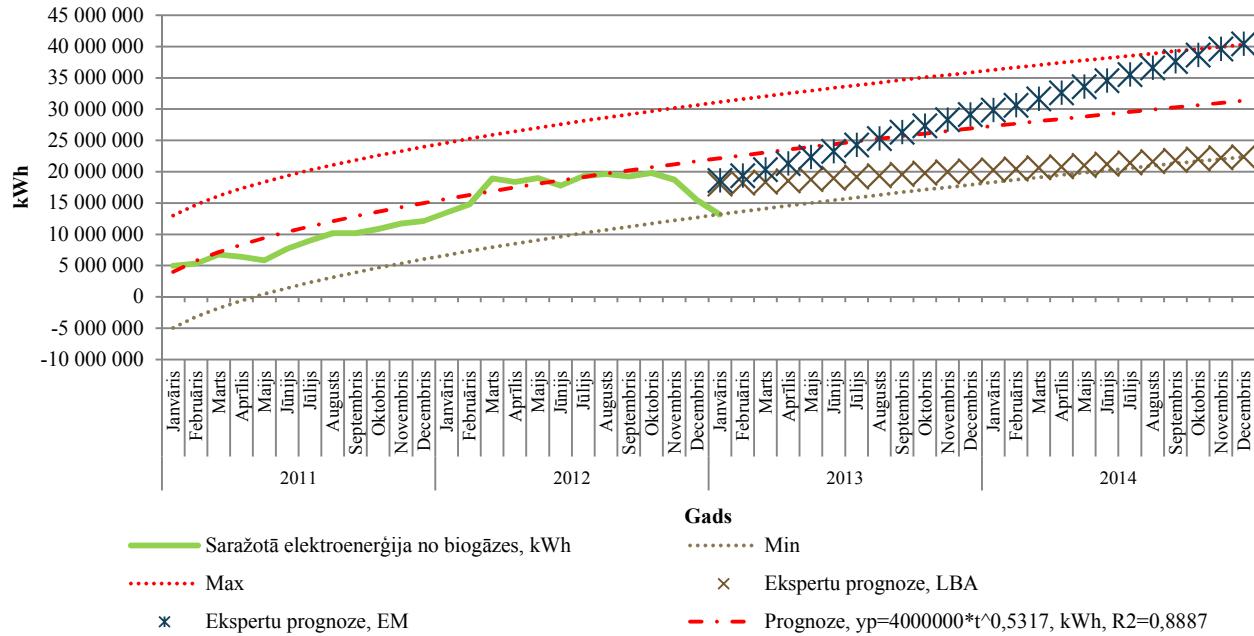
Aplūkojot biogāzes ražotņu ģeogrāfisko novietojumu (4. attēls), Latvijā vērojama biogāzes ražotņu, kas izmanto lauksaimniecības izcelsmes biomasu, koncentrācija Zemgales reģionā un Pierīgā. Atkritumus un noteķudeņu dūņas izmantojošās biogāzes stacijas pārsvarā izvietotas republikas nozīmes pilsētu – Rīgas, Liepajas, Valmieras – tuvumā. Pirmā biogāzes stacija, kas ražo biogāzi no lauksaimniecības izcelsmes biomasām, tika izveidota LLU MPS „Vecauce” 2008. gadā (uzstādītā elektroauda – 260 kW).

Veidojot saražotās elektroenerģijas no biogāzes prognozi Latvijā 2013. un 2014. gadam, tika izmantota obligātā iepirkuma ietvaros realizētās elektroenerģijas apjoma (kWh) laika rinda par 2011. un 2012. gadu pa mēnešiem, kā arī EM un Latvijas Biogāzes asociācijas (LBA) prognozes.

Lietots trenda modelis un aprēķināts ticamības intervāls, piemeklēts grafiski piemērots trenda modelis ar augstāko determinācijas koeficienta vērtību – pakāpes trenda modelis, kam $R^2=0.888$, aprēķinātas ticamības intervāla robežas. (Vasermanis, Šķiltēre, Krasts, 2004; Šķiltēre, Krasts, 2005). Prognozes tika aprēķinātas pēc EM prognozētās izsniegtā lēmumu par tiesību piešķiršanu pārdot saražoto elektroenerģiju OI ietvaros (turpmāk – lēmumu) biogāzes stacijām realizācijas pakāpes. Saskaņā ar EM prognozēm tiks realizēti 70% no biogāzes un biomasas stacijām izsniegtajiem lēmumiem (Atjaunojamie energoresursi Latvijā, 2013). Savukārt saskaņā ar LBA valdes priekšsēdētāja A. Kārkliņa prognozi (Risinājums prognozējamai elektroenerģijas..., 2013) turpmāk varētu tikt īstenoti ne vairāk, kā 8% no kopējā izsniegtā lēmumu skaita.

Iegūtie rezultāti (5. attēls) iezīmē biogāzes tālākās attīstības iespējas – EM prognozētajam ražošanas pieaugumam tuvojoties un pārsniedzot maksimālo trenda modeļa robežu, bet LBA prognozei šķērsojot minimālo trenda modeļa robežu. Iegūtā prognoze attēlo situāciju nozarē gadījumā, ja netiktu apturēta garantētās elektroenerģijas iepirkuma cenas noteikšana OI ietvaros pārdotajai elektroenerģijai, kā arī veikts publiskais iepirkuma konkursss jaunu elektroenerģijas jaudu uzstādīšanai vai rekonstrukcijai.

Autore aprēķinājusi (Zerverte-Rivza, 2013), ka gadījumā, ja piepildītos LBA prognoze par saražotās un OI ietvaros pārdotās elektroenerģijas apjoma no biogāzes palielinājumu, atbalsts virs tirgus cenas par saražoto elektroenerģiju palielinātos par 1.4 milj. latu pret bāzes (2012.) gadu 2013. gadā un 4.3 milj. latu 2014. gadā. Savukārt ja piepildītos EM prognozes, tad tas palielinātos par 7.4 milj. latu. 2013. gadā un 21.5 milj. latu 2014. gadā, pieņemot, ka atbalsta apmērs par 1 kWh tiek saglabāts 2012. gada līmenī.

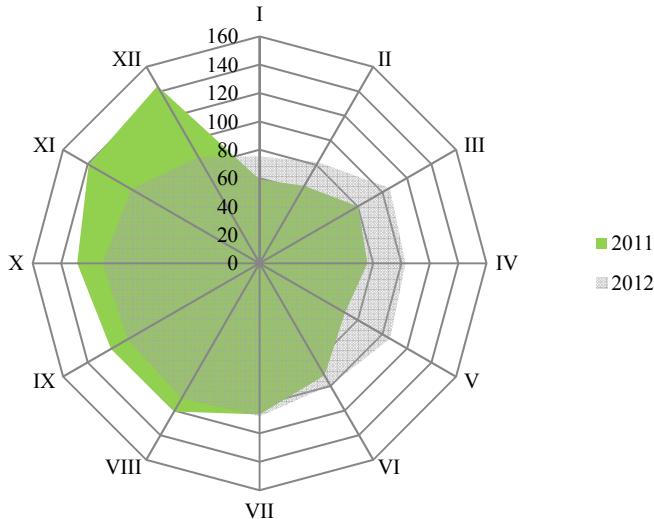


Avots: autores veidots pēc EM un LBA datiem, 2013

5. att. **Saražotā elektroenerģija no biogāzes Latvijā 2011.– 2012. gadā un prognozētais ražošanas apjoms, kWh.**

Latvijā lielākais saražotās elektroenerģijas apjoms kWh no biogāzes gan 2011., gan 2012. gadā sasniegts SIA „Getliņi EKO”, bet lauku saimniecībās, kas rāžo biogāzi no lauksaimniecības izejvielām, augstākie saražotās biogāzes rādītāji kWh sasniegti SIA „Agro Iecava”. Savukārt aprēķinot biogāzes ražotnēs saražoto elektroenerģiju MWh/gadā pret ražotnē uzstādīto jaudu (aprēķinā izmantots 8000 h/gadā ražošanas limits saskaņā ar 2010. gada 16. marta MK noteikumiem Nr. 262 „Par elektroenerģijas...”) 100% no uzstādītās jaudas 2012. gadā sasniegusi ZS „Līgo” un 99% SIA RZS ENERGO. Savukārt 2012. gadā biogāzes ražotnēs sasniegto jaudu mediāna ir 71%, līdz ar to var secināt, ka puse no biogāzes ražotnēm 2012. gadā sasniedza jaudu, kas bija lielāka par 71%, t.i. augstāku nekā vidējā sasniegta jauda biogāzes ražotnēs, kas ir salīdzinoši augsts sasnietgās jaudas rādītājs.

Nosakot no biogāzes saražotās elektroenerģijas ražošanas sezonalitāti (6. attēls) un aprēķinot sezonalitātes indeksus, autore secina, ka būtiskākā sezonalitātes ietekme uz elektroenerģijas ražošanu no biogāzes ir gada sākuma mēnešos – janvārī un februārī, bet līdz pat jūnijam ir negatīva novirze no vidējiem mēneša datiem, savukārt sākot no jūlija līdz decembrim saražotās elektroenerģijas apjoms ir virs vidēji mēnesī saražotā apjoma. Tas, autoresprāt, saistīts ar biogāzes ražošanai izmantotās biomassas pieejamību un kvalitati. Biogāzes stacijās, kas biogāzes ražošanai izmanto lauksaimniecības izcelsmes biomasu, mazāk pieejama un zemākā kvalitātē tā ir pavasara mēnešos, bet vairāk pieejama un labākā kvalitātē – rudens mēnešos.



Avots: autores veidots pēc EM datiem, 2013

6. att. **Biogāzes stacijās saražotās un OI ietvaros realizētās elektroenerģijas Latvijā sezonalitātes novērtējums 2011. un 2012. gadā, %.**

Aprēķinot standartnovirzi elektroenerģijas ražošanas sezonalitātes indeksiem 2011. un 2012. gadam, vērojama standartnovirzes samazināšanās attiecīgi no 30.6% uz 11.9%, kas liecina, ka ražošanas procesa svārstības samazinās. Svārstību un sezonalitātes samazināšanās ir pozitīvs rādītājs, jo liecina par biogāzes ražošanas procesa stabilizāciju, kas savukārt samazina ar ražošanas procesu saistītos riskus, tādus, kā, piemēram, mikrobioloģisko procesu nestabilitāti bioreaktorā.

4. RISKU IZVĒRTĒJUMS UN VADĪBAS ALTERNATĪVAS BIOGĀZES RAŽOŠANĀ

Nodaļas saturs darbā aizņem 29 lpp., kurās ietilpst 9 tabulas un 21 attēls.

Nodaļā raksturots biogāzes ražošanas sektors Latvijā, atbilstoši ekspertu veiktajam risku novērtējumam, atspoguļoti risku novērtējuma rezultāti, izvērtēti būtiskākie saimnieciskās darbības ietekmes faktori un apkopotas ekspertu ieteiktās risku vadības alternatīvas.

Nodaļā izvirzīta tēze: atjaunojamās enerģijas ražošanu no biogāzes ietekmē plaša spektra riski, tai skaitā Latvijā īstenotās atjaunojamo energoresursu izmantošanas atbalsta politikas izmaiņas.

4.1. Risku novērtējums biogāzes ražošanā Latvijā

Promocijas darba autore riskus biogāzes ražošanā noteica, balstoties uz zinātniskās literatūras analīzi (Olivier, b.g., Financial Risk Management, 2004, Froggatt, Lhan, 2010., Ferraris, b.g.) un konsultējoties ar ekspertiem – diviem biogāzes ražotājiem un vienu LBA pārstāvi. Risku novērtējuma datu ieguvei autore izveidoja ekspertu aptauju, kas ietvēra 4 jautājumu blokus – kopējo informāciju par saimniecību; biogāzes ražošanas bloku; risku novērtējumu un sociāldemogrāfiskās informācijas bloku.

Aptaujā piedalījās 15 eksperti no saimniecībām, kas ražo biogāzi no lauksaimniecības izejvielām. Balstoties uz biogāzes ražošanas tehnoloģisko specifiku un atšķirībām, netika ietverti pārstāvji no saimniecībām, kas ražo biogāzi no notekūdeņiem vai sadzīves atkritumiem. Līdz ar to ģenerālkopa ir 32 saimniecības (skaft 3. nodaļu) un risku novērtējuma aptauja aptvēra 47% no tām. Aptauja tika veikta no 2013. gada februāra līdz aprīlim.

Kopējās informācijas par saimniecību blokā eksperti norādīja pārstāvētās saimniecības struktūru, saimnieciskās darbības nozares, LIZ platības un produktīvo dzīvnieku skaitu. Rezultātu analīze atspoguļo saimnieciskās darbības virzienu sadalījumu saimniecībās. Lielākā daļa saimniecību, kas ražo biogāzi, nodarbojas arī ar piena lopkopību (67%) un graudkopību (80%).

Kopējā LIZ platība lielākajai daļai saimniecību ir virs 1 000 ha – 10 biogāzes ražošanas saimniecībām un 6 saistītajām saimniecībām. Kopējais

dzīvnieku skaits saimniecībās lielākajai daļai biogāzes ražošanas saimniecību un saistīto saimniecību ir robežas no 501 līdz 1 000 attiecīgi 4 un 3 saimniecībās un virs 1 000 – 3 saimniecībās katrā no grupām. Var secināt, ka saimniecības, kas ražo biogāzi, ir lielākas nekā vidēji saimniecības Latvijā, salīdzinot LR Zemkopības ministrijas (ZM) publicētos LIZ izmantojuma platību rādītājus par 2012. gadu (Latvijas Lauksaimniecība, 2012). Tas liecina, ka tām ir pieejami resursi, lai nodrošinātu biogāzes ražotni ar biomasu.

Saimniecības gada apgrozījumu trīs no aptaujātajiem ekspertiem izpaust nevēlējās, bet 12 saimniecībās, par kurām tika iegūta informācija, gada apgrozījums ir robežās no 850 tūkstošiem līdz 4.5 miljoniem. 3.6 miljonu apgrozījuma amplitūda skaidrojama ar to, ka pastāv saimniecības, kas biogāzi ražo vienā saimniecībā ar citām, pamatdarbībām, bet ir saimniecības, kam biogāzes ražošana tiek atdalīta no citiem saimnieciskās darbības virzieniem, veidojot jaunu SIA. Ľoti liels izmaiņu diapazons vērojams arī strādājošo skaita ziņā: sākot no 2 līdz 320 strādājošajiem.

No aptaujātajiem 15 ekspertiem 14 apliecināja, ka saimniecības ir izmantojušas ES līdzfinansējumu uzņēmēdarbības attīstībai. Novērtējot, kā līdzfinansējuma izmantošana ir ietekmējusi saimniecisko darbību, saimniecības, kurās tika izmantots ES līdzfinansējums, tā ietekmi lielākoties ir vērtējušas kā ļoti būtisku (40%) un būtisku (40%), bet 20% saimniecību pārstāvju atzinuši, ka ES līdzfinansējums darbību ir ietekmējis vidēji būtiski. Šāda ES fondu izmantošanas intensitāte un radītā efekta novērtējums norāda, ka biogāzes ražotāji ir atvērti jaunām iespējām, pietiekami zinoši un gatavi uzņemties riskus. Investīcijas lielās zemnieku saimniecībās visbiežāk saistās ar saistību uzņemšanos, kas var radīt finanšu riskus saimniecībai. Tādi atbalsta instrumenti, kā ES līdzfinansējums vai garantētie elektroenerģijas iepirkuma tarifi samazina šos riskus un tiem ir nozīmīga loma uzņēmumu tālākā attīstībā.

Savukārt **biogāzes ražošanas blokā** eksperti atbildēja uz jautājumiem par biogāzes ražošanas pieredzi, sezonalitātes ietekmi, izmantotajām izejvielām biogāzes ražošanai un to izcelsmi, kā arī siltuma izmantošanu. Atbildot uz jautājumu par pieredzi biogāzes ražošanā, lielākā daļa no aptaujātajām saimniecībām biogāzi ražo vienu gadu (aprēķinātā modālā vērtība), ilgākais ražošanas stāzs ir 4 gadi, bet 3 no aptaujātajām saimniecībām biogāzi ražo mazāk nekā gadu. Tas ir īss laiks, līdz ar to arī zināšanas par šo nozari un ar to saistītajiem riskiem dažkārt ir nepietiekamas un nav iespējams objektīvi balstīties uz citu ražotāju kļūdām, mēģinot vadīt riskus saimniecībā.

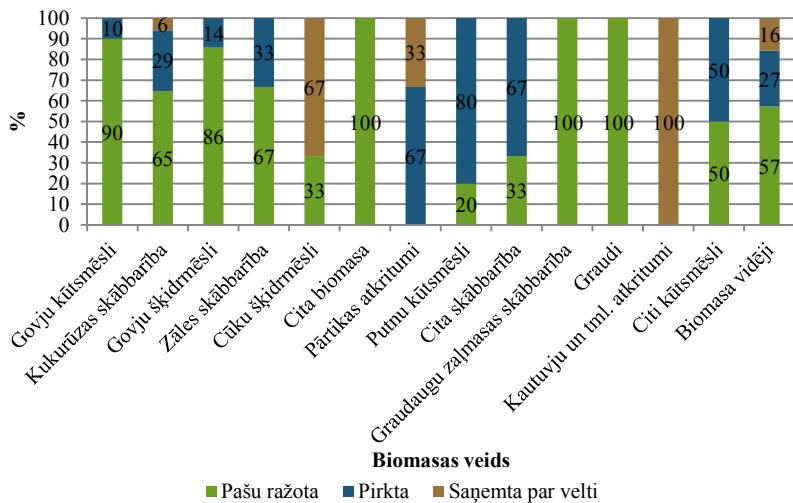
Izvērtējot biogāzes ražošanai izmantotās biomases izcelsmes struktūru, vērojama lopkopības atlikumu izmantošanas dominance – 61% no biomases, ir lopkopības sektora blakusprodukti, gandrīz uz pusi mazāk – 36% tiek izmantota augkopības izcelsmes biomasa, bet dažāda veida atritumi tiek izmantoti tikai 2% no kopējā izmantotā biomases apjoma. Šāds izmantoto

biomasu struktūras sadalījums ir skaidrojams ar nepieciešamību nodrošināt optimālu biomasu kombināciju biogāzes ieguvei, kas, saskaņā ar analizēto literatūru, ir 60% lopkopības izcelsmes biomasas un 40% augkopības izcelsmes biomasas un cita veida biomasas. (Kalniņš, 2009) Tādas biomasas izmantošana nodrošina gan augstu gāzes iznākumu, gan lielu metāna saturu iegūtajā biogāzē, kas ļauj maksimizēt elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanu no iegūtās biogāzes. Tomēr kukurūzas vai cita veida skābbarības, zaļmasas vai labas kvalitātes graudu izmantošana neatbilst bioekonomikas un „zaļās” enerģijas principiem, jo biomasa tiek mērķtiecīgi ražota tālākai izmantošanai biogāzes ražošanā, nevis iegūta no atkritumproduktiem citu saimniecisko darbību rezultātā.

Tā kā uzsākot biogāzes ražošanu un veidojot ražošanas atbalsta sistēmu, netika izveidots tiesību aktu regulējums, kas noteiktu, kādas biogāzes ražošana tiek atbalstīta, bet gan noteikts atbalsts saražotās elektroenerģijas apjomam, likumsakarīgi, ka peļņas maksimizācijas nolūkā ražotāji izmanto tieši šāda veida biomasu. Šos apsvērumus būtu ieteicams ņemt vērā plānojot turpmāko biogāzes izmantošanas atbalsta politiku un, gadījumā, ja tiks atsākta atlauju izsniegšana biogāzes staciju celtniecībai, diferencēt atbalsta mehānismu apmērus atkarībā no izmantotās biomasas biogāzes ražošanai un saražotā siltuma lietderīgas izmantošanas iespējām.

Analizējot biomasas izcelsmi (7. attēls), autore secina, ka pārsvarā izmantotā biomasa tiek ražota saimniecībā – 11 no aptaujātajām saimniecībām tiek audzēta un iegūta kukurūzas skābbarība un 9 no aptaujātajām saimniecībām govju kūtsmēslī, pozitīvi vērtējams, ka biogāzes ražotnes tiek izveidotas lopkopības saimniecību tuvumā, kas ļauj pārstrādāt iegūtos kūtsmēslus.

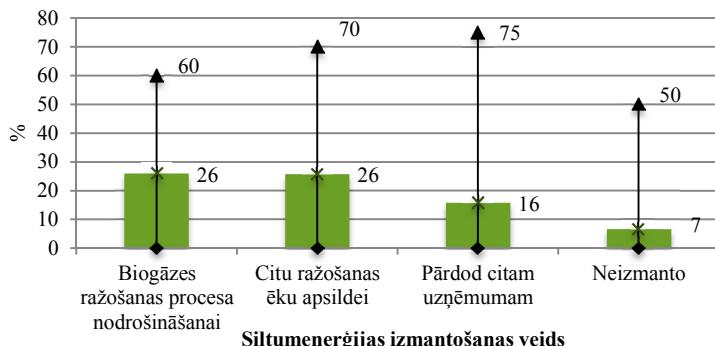
Parādās arī tendence diferencēt biomasas ieguvi – viena veida biomasa, piemēram, kukurūzas skābbarība dažās saimniecībās tiek gan ražota uz vietas, gan pirkta, gan saņemta par velti no citiem lauksaimniecības produkcijas ražotājiem, parasti par velti saimniecībās tiek saņemti atkritumprodukti, ko nepieciešams utilizēt – pārtikas un lauksaimniecības atkritumi, pārtikas pārstrādes atkritumi, zemas kvalitātes skābbarība vai graudi. Bieži ražotājiem, kam rodas šāda veida blakusprodukti un atkritumprodukti, tos ir izdevīgāk transportēt līdz biomasas ražotnei, nekā utilizēt citos veidos. Šāda sadarbība nodrošina ražošanas tuvināšanu bioekonomikas principiem un dod ekonomiskos un vides ieguvumus kā biogāzes ražotājiem, tā saimniecībām, kas šādā veidā utilizē radušos atkritumproduktus, līdz ar to būtu īpaši atbalstāma subsidējot enerģijas ražošanu.



Avots: autores veidots pēc 2013. gadā autores veiktā risku novērtējuma rezultātiem

7. att. Biomassas veidi iedalījums pēc ieguves veida biogāzes ražošanai saimniecībā, %, 2013. gadā apsekotajās biogāzi ražojošajās saimniecībās Latvijā.

Vērtējot siltuma izmantošanas struktūru (8. attēls), var secināt, ka vidēji vienāds siltuma apjoms tiek izmantots biogāzes ražošanas procesa nodrošināšanai un citu ražošanas ēku apsildei – 26%.



Avots: autores veidots pēc 2013. gadā autores veiktā risku novērtējuma rezultātiem

8. att. Koģenerācijas procesā saražotās siltumenerģijas izmantošanas struktūra, %, 2013. gadā apsekotajās biogāzi ražojošajās saimniecībās Latvijā.

Mazāku apjomu jeb vidēji 16% siltuma pārdod citam uzņēmumam, bet vidēji 7% siltuma netiek izmantoti. Tomēr analizējot rādītāju izkliedi un maksimālās vērtības, lielākā izkliede saražotā siltuma izmantojuma sadalījumā ir vērojama sadalā „pārdod citam uzņēmumam” – 75%, turklāt vidēji šajā pozīcijā tiek izmantoti tikai 16% saražotā siltuma. Tas skaidrojams ar to, ka vairākas biogāzes ražotnes saražoto siltumu nerealizē vispār, kamēr citas pārdod visu saražoto siltumu, kas nav nepieciešams biogāzes ražošanas procesa nodrošināšanai. Kopumā var secināt, ka lielākā daļa saražotā siltuma tiek lietderīgi izmantota un biogāzes ražotnes, kurās iepriekš nav bijušas iespējas saražoto siltumu pārdot vai izmantot citu saimniecisko darbību nodrošināšanai, cenes šādas iespējas veidot.

Risku novērtējuma blokā eksperti novērtēja 24 riskus (1. tabula), kas sadalīti 6 grupās: personāla, ražošanas, īpašuma, logistikas, vides un politiskie jeb likumdošanas riski.

1. tabula

Risku klasifikācija risku novērtēšanai biogāzes ražošanā no lauksaimniecības izcelsmes biomasa

Riska kods	Riska raksturojums	Riska grupa
P1	Personāla atbildības trūkums	Personāla riski
P2	Personāla zemā kvalifikācija un pieredzes trūkums	
P3	Darba drošības noteikumu pārkāpumi	
R1	Zema biomasa kvalitāte	Ražošanas riski
R2	Mikrobioloģisko procesu nestabilitāte bioreaktorā	
R3	Biogāzes ražotni apkalpojošo tehnikas vienību darbības problēmas	
R4	Kogenerācijas iekārtu darbības problēmas	
R5	Saražotās gāzes izmantošanas traucējumi	
R6	Savienojuma ar valsts elektrības sadales tīklu traucējumi	
R7	Saražotā siltuma izmantošanas traucējumi	
R8	Kavēta iekārtu servisa un rezerves daļu pieejamība	
I1	Zema bioreaktora un citu ražošanas iekārtu ārējā drošība	Īpašuma riski
I2	Ugunsdrošības un zibensaizsardzības risks	
I3	Finanšu resursu, t.sk. kredītu pieejamības risks investīcijām saimniecībā	
I4	Kredītsaistību risks (esošo saistību segšanas problēmas)	Loģistikas riski
L1	Neregulāra biomasa piegāde	
L2	Digestāta uzglabāšanas problēmas	
L3	Biomasa uzglabāšanas problēmas	
L4	Negadjumi veicot biomasa transportēšanu	
L5	Negadjumi veicot digestāta transportēšanu	Vides riski
V1	Problēmas izmantojot digestātu lauku mēslošanai (laika apstākļu ietekme, apkārtējo iedzīvotāju sūdzības u.c.)	
V2	Vides riski, izmantojot digestātu lauku mēslošanai	Politikas riski
Pol1	Izmaiņas enerģētikas politikā	
Pol2	Siltumenerģijas vai elektroenerģijas iepirkuma tarifu izmaiņas	

Avots: autores veidota

Riski tika definēti, balstoties uz autores veikto zinātniskās literatūras apskatu 1.2. apakšnodalā un risku iedalījumu atjaunojamās energijas ražošanā. Tāpat kā pārējā aptauja arī risku novērtējuma dala pirms ekspertu novērtējuma uzsākšanas tika saskaņota ar diviem biogāzes ražotājiem un LBA pārstāvi. Risku iestāšanās iespējamība (2. tabula) tika definēta piecu ballu skalā un, lai palielinātu novērtējuma objektivitāti un salīdzināmību, katrai skalas iedaļai tika dots raksturojums no 1 – ļoti maza iespējamība, ka risks varētu iestāties un tas varētu notikt tikai pie īpašiem apstākļiem, līdz 5 – novērtējuma, kas nosaka, ka risks gandrīz noteikti iestāsies vairumā gadījumu vismaz vienu reizi mēnesī.

2. tabula

Risku iespējamības vērtējuma skala un tās raksturojums

IESPEJAMĪBA	SKALA	IESPEJAMĪBAS RAKSTUROJUMS
Gandrīz noteikti	5	Paredzams, ka notiks vairumā gadījumu, vismaz vienu reizi mēnesī
Āoti iespējams	4	Āoti iespējams, ka mēneša laikā notiks
Iespējams	3	Varētu notikt gada laikā
Maza iespējamība	2	Varētu notikt, bet tas ir apšaubāmi
Āoti maza iespējamība	1	Varētu notikt, bet tikai pie īpašiem apstākļiem
Neattiecas uz konkrēto uzņēmumu	0	Uzņēmumā netiek veiktas darbības, kas saistās ar šī riska iestāšanos

Avots: autores veidota

Arī risku būtiskums (3. tabula) tika vērtēts pēc skalas no 1 līdz 5 un arī būtiskuma vērtējuma iedaļām tika dots raksturojums. Šajā gadījumā visus iespējamos zaudējumu veidus paredzēts novērtējumā pārrēķināt finansiālos zaudējumos, kas arī, līdzīgi kā raksturojuma piešķiršana, palīdz iegūt savstarpēji salīdzināmus datus un mazināt ekspertu vērtējuma subjektivitāti. Saskaņā ar risku definīciju, risku būtiskuma līmenis tika iegūts reizinot abus noteiktos parametrus – riska iestāšanās iespējamību un riska būtiskumu.

3. tabula

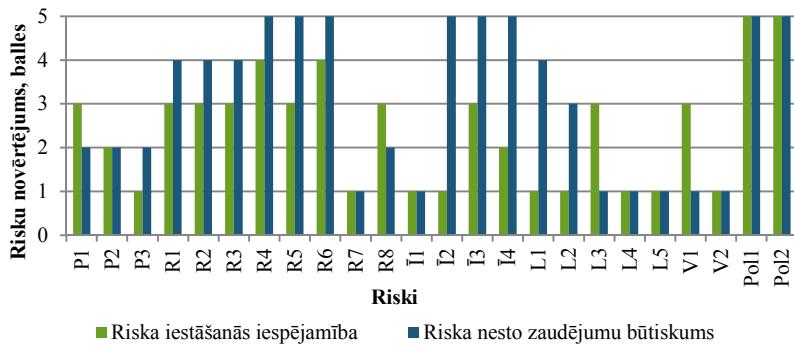
Risku būtiskuma vērtējuma skala un tās raksturojums

ZAUDEJUMI	SKALA	FINANSIĀLO ZAUDEJUMU RAKSTUROJUMS
Āoti būtiski zaudējumi	5	Virs 25% no kopējā budžeta
Lieli zaudējumi	4	10–25% no kopējā budžeta
Vidēji lieli zaudējumi	3	5–10% no kopējā budžeta
Nelieli zaudējumi	2	1–5% no kopējā budžeta
Nebūtiski zaudējumi	1	Līdz 1% no kopējā budžeta
Neattiecas uz konkrēto uzņēmumu	0	Uzņēmumā netiek veiktas darbības, kas saistās ar šī riska iestāšanos

Avots: autores veidota

Analizējot iegūtos rezultātus, var secināt, ka kopējais visu risku būtiskuma modālais lielums ir 5 jeb visbiežāk izvēlētā risku ietekmes pakāpe ir ļoti būtiski zaudējumi virs 25% no uzņēmuma kopējā budžeta, bet vidējā vērtība, kas izteikta no visu risku būtiskuma vērtējuma modālajām vērtībām, ir 3 jeb vidēji riski biogāzes ražotnēs nes 5–10% uzņēmuma kopējā budžeta zaudējumus.

Savukārt risku iestāšanās iespējamības modālais un vidējais līmenis ir homogēni, attiecīgi 3 un 2.4 jeb risku iestāšanās ir iespējama, tie varētu iestāties gada laikā.



Avots: autores veidots pēc 2013. gadā autores veiktā risku novērtējuma rezultātiem

9. att. Biogāzes ražošanas risku būtiskuma un riska iestāšanās iespējamības vērtējums, skalā no 1 līdz 5, 2013. gadā apsekotajās biogāzi ražojošajās saimniecībās Latvijā.

Ekspertuprāt būtiskākie (9. attēls) bijuši trīs ražošanas, lielākā daļa jeb trīs īpašuma un divi politisko risku grupas riski. No ražošanas risku grupas: koģenerācijas iekārtu darbības problēmas (R4); saražotās gāzes izmantošanas traucējumi (R5) un savienojuma ar valsts elektrības sadales tīklu traucējumi (R6). No īpašuma risku grupas: ugunsdrošības un zibensaizsardzības risks (I2); finanšu resursu, t.sk. kredītu pieejamības risks investīcijām saimniecībā (I3) un kredītsaistību risks (esošo saistību segšanas problēmas) (I4). Bet no politisko risku grupas par ļoti būtiskiem atzīti abi šajā grupā esošie riski: izmaiņas enerģētikas politikā (Pol1) un siltumenerģijas vai elektroenerģijas iepirkuma tarifu izmaiņas (Pol2).

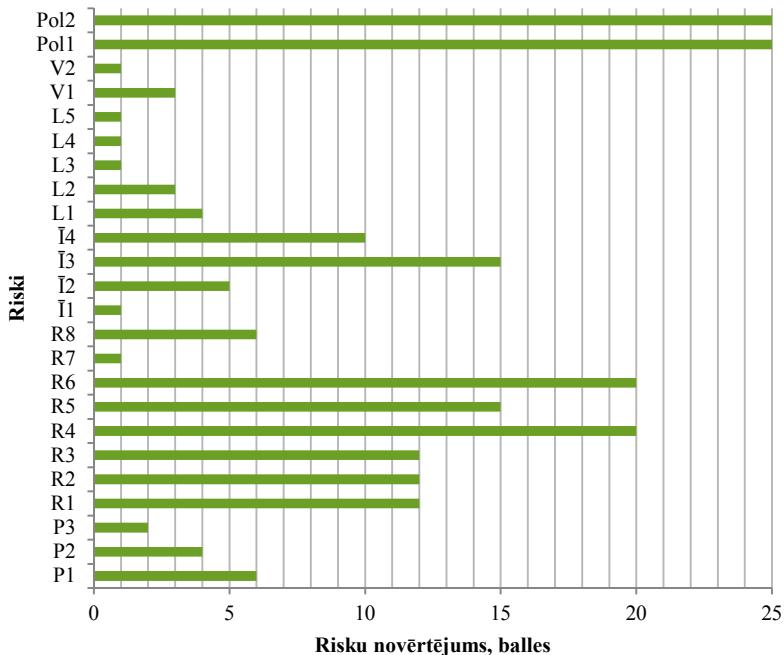
Kopumā var secināt, ka šāds vērtējums ir objektīvi pamatots un minētie riski sliktākajā to iestāšanās scenārijā varētu nest tik būtiskus zaudējumus. Tā kā biogāzes ražošanā vēl nav uzkrāta ilggadēja pieredze, pastāv iespēja, ka ražotāji koncentrējas uz ikdienā aktuālām problēmām, bet nav saskarušies ar vides un logistikas riskiem, kas varētu iestāties tālākā nākotnē, līdz ar to neapzinās šo risku ietekmes būtiskumu. Nosakot risku iestāšanās iespējamību, par riskiem ar vislielāko iestāšanās iespējamību tika atzīti abi politisko risku grupas riski: izmaiņas enerģētikas politikā un siltumenerģijas vai elektroenerģijas iepirkuma tarifu izmaiņas. Tas ir negatīvs rādītājs, jo atspoguļo politisko lēmumu un likumdošanas procesa nestabilitāti Latvijā. Objektīvi novērtējot biogāzes ražotnēm saistošie normatīvie akti un politiskie lēmumi tik bieži riskus nerada, tomēr biogāzes ražošanas jomā iesaistītajiem augstākā

līmeņa vadītājiem un speciālistiem ir šāds viedoklis. Šis vērtējums parāda risku novērtēšanas teorijā atspoguļoto risku subjektivitāti ekspertu vērtējumos – ja tiek izmantotas semi-kvantitatīvās un kvalitatīvās risku novērtēšanas pieejas, kurās dati tiek iegūti no ekspertu vērtējuma, jārēķinās, ka eksperti izmanto racionālās izvēles pieeju risku vērtējumam – racionālās izvēles teorija veidojas no pienēmuma, ka cilvēki ir spējīgi rīkoties stratēgiski, saistot lēmumus ar sekām. (Jaeger et al., 2001, Renn et al., 2000) Tādējādi tiek uzkrāta pieredze specifiskā riska novērtēšanai, tomēr negatīvie aspekti šādā vērtējumā ir subjektivitātes un stereotipu ietekme ekspertu viedoklī, uz specifisko risku vērtējumu pārnesot uzkrāto negatīvo pieredzi citās jomās.

Likumsakarīgi būtiskuma un risku iestāšanās iespējamības vērtējumā risku līmenis (10. attēls) augstākais bija politisko risku grupas riskiem, sasniedzot vērtību 25 – šādi riski tiek uzskatīti par ekstrēmiem riskiem un nekavējoties būtu nepieciešams veikt darbības to vadībai. Tomēr, kā autore iepriekš minēja, šajā gadījumā konkrētās grupas riski vairāk liecina par subjektivitāti ekspertu vērtējumos un norāda uz nestabilitāti un neuzticību politiskiem lēmumiem Latvijā. Lai gan risku novērtējuma brīdī (2013. gada februāris – aprīlis) atjaunojamās enerģijas ražošanas tālākā atbalsta politika bija neskaidra, promocijas darba autore nesaskatīja tiesiski pamatotas iespējas ietekmēt saražotās elektroenerģijas iepirkuma tarifu biogāzes ražotnēm, kam jau noslēgts līgums par elektroenerģijas realizāciju OI ietvaros. 2013. gada otrajā pusē politiskā retorika tika koncentrēta uz jauna nodokļa izveidei, ar kuru tiktu aplikts atbalsts, kas subsidētās elektroenerģijas ražotājiem tiek maksāts OI ietvaros. (Subsidētās elektroenerģijas, 2013) Šāda nodokļa ieviešana samazina ražotāju reālos ienākumus par saražoto elektroenerģiju un apstiprina ražotāju bažas par izmaiņām atbalsta politikā un atbalsta apmērā. Politiskie riski ir saistīti arī ar sabiedrības un mediju pausto viedokli, kas atjaunojamās enerģijas ražotājiem ir bijis krasi mainīgs un lielā mērā rezonē politiskās diskusijās, tādējādi palielinot bažas par iespējamām atbalsta politikas izmaiņām. Politisko risku ietekme šajā saimnieciskās darbības virzienā tik būtiska ir arī tādēļ, ka praktiski visi ienākumi no biogāzes ražošanas ir atkarīgi no noteiktā OI tarifa un biogāzes ražotņu papildu ienākumu daļa ir salīdzinoši neliela.

Nākamais lielākais risku līmeņa vērtējums ir ražošanas risku grupai – 12.25, kas atbilst būtiskiem riskiem, kam būtu jāveic steidzami pasākumi risku vadībai. Arī īpašuma, personāla un loģistikas risku grupām, kuru riska līmenis ir robežās no 3.6 līdz 7.75 un atbilst vidēji būtiskiem riskiem, būtu jāpievērš uzmanība. Savukārt vides risku grupai kopējais vērtējuma līmenis ir 2, ierindojoš šīs grupas riskus pieļaujamo risku grupā, šādiem riskiem nav nepieciešama aktīva rīcība to vadībai, jāveic risku līmeņa novērošana un, ja nepieciešams, profilakse. Šo riska grupu zemie riska līmeņa vērtējumi varētu būt saistīti arī ar biogāzes ražotņu neilgo darba pieredzi, tā kā šajā laikā

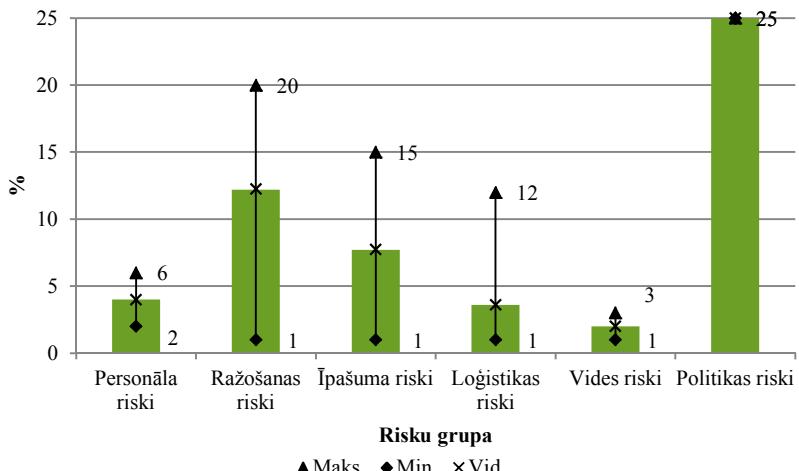
negadījumi konkrētajās risku grupās nav notikuši, netiek apzināts šo risku potenciālais būtiskums. Tādēļ risku novērtējumu būtu nepieciešams veikt atkārtoti, pēc ilgāka biogāzes ražotņu darbības laika posma.



Avots: autores veidots pēc 2013. gadā autores veiktā risku novērtējuma rezultātiem

10. att. Biogāzes ražošanas risku būtiskuma līmeņa vērtējums skalā no 1 līdz 25, 2013. gadā apsekotajās biogāzi ražojošajās saimniecībās Latvijā.

Lai analizētu ekspertu vērtējumu viendabību, autore aprēķināja ekspertu sniegtos risku līmeņa vērtējumu vidējās, maksimālās un minimālās vērtības (11. attēls), kas atspoguļo ekspertu vērtējumu izkliei risku līmeņa vērtējumam. Lielākā izkliede vērojama ražošanas risku grupā, šajā grupā ir risks – saražotā siltuma izmantošanas traucējumi, kas ir pieļaujams un tā līmeņa vērtējums ir 1, bet ir arī divi riski, kas ir novērtēti kā ekstrēmi ar riska līmeņa vērtējumu 20 – koģenerācijas iekārtu darbības problēmas un savienojuma ar valsts elektrības sadales tīklu traucējumi. Šāds vērtējums parāda ekspertu iedzīlināšanos katrā konkrētā riska novērtēšanā un dod pārliecību par reālās situācijas objektīvu atspoguļojumu risku vērtējumā.



Avots: autores veidots pēc 2013. gadā autores veiktā risku novērtējuma rezultātiem

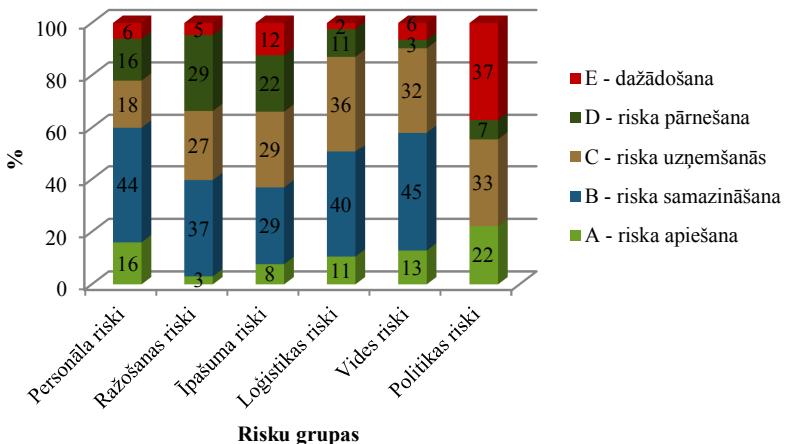
11. att. Biogāzes ražošanas riska grupu būtiskuma līmeņa vērtējuma izkļiede skalā no 1 līdz 25, 2013. gadā apsekotajās biogāzi ražojošajās saimniecībās Latvijā.

Noslēdošajā risku bloka jautājumā eksperti katram riskam piemeklēja vispiemērotāko risku vadības instrumentu, izvēloties vienu no 5 piedāvātiem: A – riska apiešana (izvairīšanās), B – riska samazināšana, C – riska uzņemšanās, D – riska pārnešana un E – dažādošana.

Iegūtie rezultāti (12. attēls) parāda, ka ir vērojamas samērā būtiskas atšķirības starp ekspertu ieteiktajām risku vadības alternatīvām katrai no risku grupām, piemēram, vides, personāla un ražošanas riskus lielākoties ir ieteikts samazināt, jo šo risku samazināšana bieži ir samērā vienkārši veicama un ir ekonomiski izdevīga.

Savukārt pilnīgi pretējs vērtējums ir politikas risku grupai, jo šos riskus no biogāzes ražotāja perspektīvas nav iespējas ietekmēt un līdz ar to arī samazināt. Trešā daļa no respondentiem iesaka riska uzņemšanos, vienlīdz daudz respondentu iesaka saimniecības aktivitāšu dažādošanu, līdz ar to, pat ja ir negatīvas izmaiņas enerģētikas politikā, kas rada riskus biogāzes ražošanai, citas saimniecības darbības nozares palīdzētu kompensēt un amortizēt radušos zaudējumus.

Autoresprāt, šāds ekspertu viedoklis labi atspoguļo praktiskās risku vadības iespējas un parāda, ka eksperti katrai risku grupai piemēro atšķirīgus risku vadības paņēmienus, izvērtējot to potenciālo efektivitāti un izmantošanas iespējas specifisko risku vadībai.



Avots: autores veidots pēc 2013. gadā autores veiktā risku novērtējuma rezultātiem

12. att. Biogāzes ražošanas riska vadības alternatīvu vērtējuma struktūra dalījumā pa riska grupām, %, 2013. gadā apsekotajās biogāzi ražojošajās saimniecībās Latvijā.

Risku novērtējuma aptaujā tika novērtēti arī faktori, kas kavē uzņēmējdarbības tālāku attīstību, šie faktori tika apkopoti 3 grupās – ekonomiskie, politiskie un sociālie jeb personības ietekmes faktori:

- ekonomiskie ietekmes faktori ietver gan mikroekonomiskos, gan makroekonomiskos faktorus, tādus kā cena, pieprasījums, telpu, iekārtu un darbinieku pieejamību;
- politisko faktoru grupa ietver tādus faktorus, kā garantēto iepirkuma tarifu apjomu un stabilitāti, likumdošanas izmaņas, elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanas vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanas atlauju pieejamību, valsts un ES atbalsta pieejamību;
- sociālo faktoru grupa ietver tādus faktorus kā uzņēmības, zināšanu un informācijas trūkumu. Sociālie riski ir viena no vismazāk pētītajām risku grupām. Tie lielā mērā ir atkarīgi no individuāla pieejas zināšanām. Tā kā pašu darbības rezultātā radītie (iekšējie) riski bieži paliek nemanāmi, sociālā riska pozīcija jāveido, radot zināšanu tīklus (*networks of knowledge*) ar citiem individujiem, kam ir plašāka pieeja nepieciešamai informācijai par riskiem. (Beck, 1992.)

Izvērtējot faktorus, kas traucē uzņēmējdarbības attīstību (4. tabula), autore secina, ka būtiskāko ietekmi uz uzņēmējdarbības tālāko attīstību, ekspertuprāt,

atstāj politiskie faktori. Tas apstiprina autores iepriekš uzsvērto normatīvo aktu izmaiņu gaidu un nestabilitātes problemātiku, kā arī uzņēmēju mazo ticību politiskajiem lēmumiem un to stabilitātei.

4. tabula

**Uzņēmējdarbības tālāko attīstību traucējošo faktoru apkopojums,
iedalijums un vidējais vērtējums skalā no 0 līdz 5, 2013. gadā apsekotajās
biogāzi ražojošajās saimniecībās Latvija**

Faktori, kas traucē attīstīties uzņēmējdarbībai	Faktoru grupa	Vērtējums
Finanšu resursu trūkums	Ekonomiskie	5
Telpu/ iekārtu trūkums		2
Pieprasījuma trūkums pēc saražotās siltumenerģijas		2
Saražotās siltumenerģijas cena		3
Pieprasījuma trūkums pēc citas saražotās produkcijas (ja tāda tiek ražota)		2
Citas saražotās produkcijas cena (ja tāda tiek ražota)		2
Darbinieku trūkums		3
Vidējais ekonomisko faktoru vērtējums:		2,7
Garantēto iepirkuma tarifu apmērs	Politiskie	5
Garantēto iepirkuma tarifu izmaiņas (nestabilitāte)		5
Likumdošanas izmaiņas		5
Atļauju pieejamība		5
ES atbalsta pieejamība investīcijām saimniecībā		5
Valsts atbalsts saimnieciskajai darbībai (subsīdijas u.c.)		5
Vidējais politisko faktoru vērtējums:		5
Uzņēmības trūkums	Sociālie	3
Zināšanu un informācijas trūkums par uzņēmējdarbības attīstības iespējām		2
Vidējais sociālo faktoru vērtējums:		2,5

Avots: autores veidota pēc 2013. gada autores veiktā risku novērtējuma rezultātiem

Risku novērtēšanas aptaujā iegūtie rezultāti atspoguļo likumdošanas un politisko risku un ietekmes faktoru nozīmi uzņēmējdarbībā un tās tālākā attīstībā. Neradot stabilu, sakārtotu un paredzamu nozares politiku, uzņēmējdarbība, ekspertuprāt, ir pakļauta ļoti būtiskiem riskiem.

Šāds vērtējums parāda arī sektora atkarību no politiskiem lēmumiem, jo šī nozare saņem valsts un starptautisku atbalstu divu atbalsta mehānismu veidā – ES atbalstu investīcijām un paaugstinātus elektroenerģijas iepirkuma tarifus par saražoto elektroenerģiju OI ietvaros, turklāt sektorā var uzsākt darbību, tikai saņemot Ekonomikas ministrijas izsniegtās elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanas atļaujas vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanas atļaujas (2009. gada 11. augusta MK noteikumi Nr. 883), līdz ar to arī biogāzes ražošanas sektora uzņēmumu darbība ir būtiski atkarīga no politiskajām nostādnēm, kas šobrīd ir neskaidras.

4.2. Nestriktu lielumu lietojums risku novērtējuma skaitlisko vērtību aprēķinā

Autore izmanto nestriktko kopu teoriju (*fuzzy set theory*), lai iegūtu lingvistisko risku novērtējumu pēc divām pazīmēm – iespējamības un būtiskuma, izteiku ar nestriktiem lielumiem, tādā veidā iegūtās risku novērtējuma vērtības tiek skaitliski formulētas ar nestriktu lielumu vērtībām un var tikt izmantotas tālākajā dinamiskajā modelēšanā. Par piemērotāko nestriktās funkcijas veidu ir izvēlēta triangulārā nestriktā funkcija. Šī funkcija izvēlēta tādēļ, ka ir piemērota konkrēto piecu pakāpu lingvistisko mainīgo attēlošanai un veiksmīgi izmantojama vienkāršu lingvistisko mainīgo interpretāciju veidošanai. (Torfi et al., 2010) Tā kā defazifikācijas skaitli tiek aprēķināti no risku iespējamības un būtiskuma vērtībām, atbilstoši ekspertu veiktajam risku novērtējumam tie atspogulo iepriekš raksturoto risku vērtējumu. Iegūtās risku līmeņa skaitliskās vērtības tālāk tiek izmantotas dinamiskajā modelēšanā, integrējot tās modelētajā biogāzes ražošanas procesā kā stohastiskus mainīgos ar normālu sadalījumu.

5. DINAMISKĀS MODELĒŠANAS LIETOJUMS RISKU IETEKMES NOVĒRTĒŠANAI BIOGĀZES RAŽOŠANĀ LAUKU SAIMNIECĪBĀ

Nodaļas saturs darbā aizņem 26 lpp., kurās ietilpst 6 tabulas un 17 attēli.

Nodaļā izklāstīta dinamisko modeli ar integrētiem biogāzes ražošanas procesu ietekmējošiem risku faktoriem izveide un aprobācija, kā arī biogāzes ražošanas ienākumu izmaiņu aprēķins pēc SEN ieviešanas.

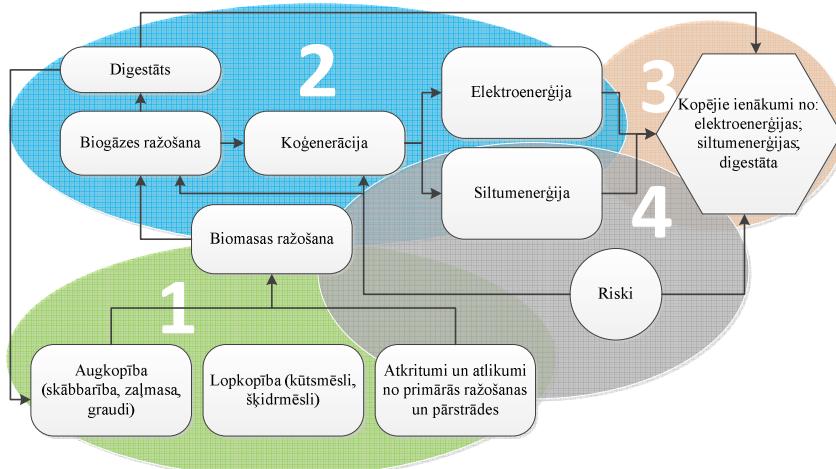
Nodaļā izvirzīta tēze: risku ietekmes integrēšana biogāzes ražošanas dinamiskajā modelī tuvina modelēšanas gaitā iegūto rezultātu atbilstību reālās sistēmas darbībai, tādējādi uzlabojot modeļa izmantošanu prognozēšanā.

5.1. Dinamiskā modelēšana un tās lietojums risku vadībā

Autores skaņumā biogāzes ražošana uztverama kā integrēta saimniecības ražošanas cikla daļa, tādēļ saimniecība, kas ražo biogāzi, tiek apskatīta no sistēmu teorijas perspektīvas (Blumberga et al., 2010, Skyttner, 2001, Von Bertalanffy, 1972, Ackoff, 1981), sistēmisko pieju un saimniecības darbības procesu saistību autore ir attēlojusi ar dinamisko modelēšanu, izveidojot lauku saimniecības, kas ražo biogāzi, darbības modeli.

Autores veidotajā dinamiskajā modelī tiek atainots biogāzes ražošanas process lauku saimniecībā, ietverot riskus, kas rodas biogāzes ražošanas procesā. Hipotētiski biogāzes ražošanas sistēma tiek definēta atbilstoši ekspertu aptauju rezultātiem un grafiski attēloti biogāzes ražošanas no lauksaimniecības biomassas modeļa struktūrshēmā 13. attēlā. Tajā redzams biogāzes ražošanas

procesa dalījums 4 blokos: pirmais bloks ietver biomasas ražošanu no augkopības un lopkopības izcelsmes produktiem, kā arī atkritumiem. Otrais bloks ietver biogāzes ražošanu un koģenerāciju, kuras rezultātā rodas siltumenerģija un elektroenerģija, kas tālāk pāriet trešajā – kopējo ienākumu blokā. Papildu elektroenerģijai un siltumenerģijai ienākumus dod arī digestāts, kas veidojas biogāzes ražošanas procesā. Bet ceturtais bloks ietver visus biogāzes procesu ietekmējošos riskus un iespaido atsevišķus procesus visos pārējos blokos.



Avots: autore veidots

13. att. Biogāzes ražošanas no lauksaimniecības biomasas modeļa struktūrhēma.

Biogāzes ražošanas struktūrhēma sniedz priekšstatu par analizējamās sistēmas uzbūvi un nosacījumiem, pēc kādiem sistēmas darbojas, kas ļauj noslēgt modeļa formulēšanu, izvirzot modeļa mērķi un dinamisko hipotēzi.

Modeļa mērķis ir atainot sistēmu, kas pakļauta dažāda veida risku ietekmei, un noteikt šīs ietekmes būtiskumu kopumā un atsevišķām risku grupām.

Hipotēze: risku iekļaušana dinamiskajā modelī palielina tā stohastiskumu un modeli tuvina reālam biogāzes ražošanas procesam.

5.2. Biogāzes ražošanas LLU MPS „Vecauce” dinamiskā modeļa izstrāde

Autore modelēšanai izmantojusi vairākus datu ieguves avotus. Galvenokārt izmantoti LLU MPS „Vecauce” biogāzes ražošanas procesa kvantitatīvie rādītāji: sākot no biomasas sagatavošanas – augkopības biomasas audzēšanas un lopkopības biomasas, aprēķinot šķidrmēslu daudzumu. Vairākas no

teorētiskajām vērtībām, kas nosaka biogāzes ražošanas procesu, piemēram, biogāzes iznākums no konkrēta biomasa veida, enerģijas iznākums, kā arī elektroenerģijas un siltuma enerģijas ražošanas struktūra iegūta, apkopojoj teorētisko informāciju par šiem procesiem. Risku līmeņa vērtības ir aprēķinātas balstoties uz ekspertu aptaujā iegūtajiem rezultātiem. Papildus LLU MPS „Vecauce” izmantotajām biomāsām, modeli ietvera arī atkritumu izmantošana biogāzes ieguvei. Biogāzes ražotnes elektriskā jauda ir $260 \text{ kW}_{\text{el}}$ un siltuma jauda – $310 \text{ kW}_{\text{silt}}$. Izveidotais modelis (14. attēls) sastāv no divām plūsmām – biogāzes ražošanas, kas tiek uzkrāta kā biogāze, un koģenerācijas, kas tiek uzkrāta kā enerģija. Biogāzes ražošanas plūsma ir saistīta ar modeļi izmantoto biomasu mainīgajiem, to likmēm un digestātu iznākumu, kā arī ar personāla, ražošanas un vides riskiem. Savukārt koģenerācijas plūsma ir saistīta ar biomāsu iznākumu un nosaka elektroenerģijas un siltumenerģijas iznākumu, pārdošanas cenu un kopējos ienākumus, tāpat kā iepriekšējā, arī šī plūsma ir saistīta ar personāla, ražošanas un politikas riskiem.

Augkopības izcelsmes biomāsu aprēķinam veikta lineārā optimizācija. Nemts vērā, ka augkopības nozare vispirms nodrošina lopkopības nozari ar lopbarību, t.i., ar biomāsu skābbarībai un skābsienam. Tāpat augkopība nodrošina biogāzes ražošanas iekārtu ar biomāsu no kukurūzas un zālājiem. Pārējā brīvā arāmzemes platība tiek izmantota graudu un rapša audzēšanai. Arāmzemes izmatošanas optimizāciju veic ar lineārās optimizācijas uzdevumu: atrast tādas binārā mainīgā x_{ijt} vērtības, ja ir zināmas t -ajā gadā i -nogabalā j -tās kultūras ražība a_{ijt} , produkcijas vienības cena c_{ijt} , nogabala platība l_{ijt} , lai kopējie ienākumi z no augkopības būtu maksimāli

$$z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{t=1}^T c_{ijt} a_{ijt} l_{ijt} x_{ijt} \rightarrow \max$$

Pie nosacījumiem

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ijt} l_{ijt} x_{ijt} \geq A_{jt}, \quad t=1,2,3,\dots,T, \text{ tiek nodrošināts minimālais pieprasījums}$$

pēc augkopības produkcijas;

$$\sum_{i=1}^n l_{ijt} x_{ijt} \leq L_t, \text{ arāmzemes ierobežojums } t\text{-ajā gadā, kur } L_t \text{ – arāmzemes}$$

kopplatība t -ajā gadā;

$$\sum_{t=1}^T x_{ijt} \leq 2 * (T/3), \text{ ierobežojums uz augkopības kultūras maiņu } i\text{-ajā nogabalā}$$

vismaz ik pēc 3 gadiem;

$$x_{ijt} = \begin{cases} 1, \text{ ja } t - \text{ajā gadā, } i - \text{ajā nogabalā iesēs } j - \text{to kultūru} \\ 0 - \text{pretējā gadījumā} \end{cases}$$

Vajadzību pēc j -tās augkopības produkcijas t -ajā gadā – A_{jt} nosaka nepieciešamība pēc lopbarības un biogāzes ražošana, kas tiek modelēta dinamiskajā modelī. Biomasas daudzums, kas nepieciešams biogāzes ražošanai, var tikt piegādāts pēc vajadzības, palielinot vai nu kukurūzas sējplatības vai zālāju sējplatības, tomēr prioritārs ir slaucamo govju nodrošinājums ar nepieciešamo barību.

Mēslu daudzumu determinē govju skaits slaucamo govju kompleksā, MPS „Vecauce” tās ir 500 slaucamās govvis, ņemot vērā LLU MPS „Vecauce” datus, biogāzes ražošanai gadā tiek izmantotas 14 600 t šķidrmēslu un 300 t kūtsmēslu.

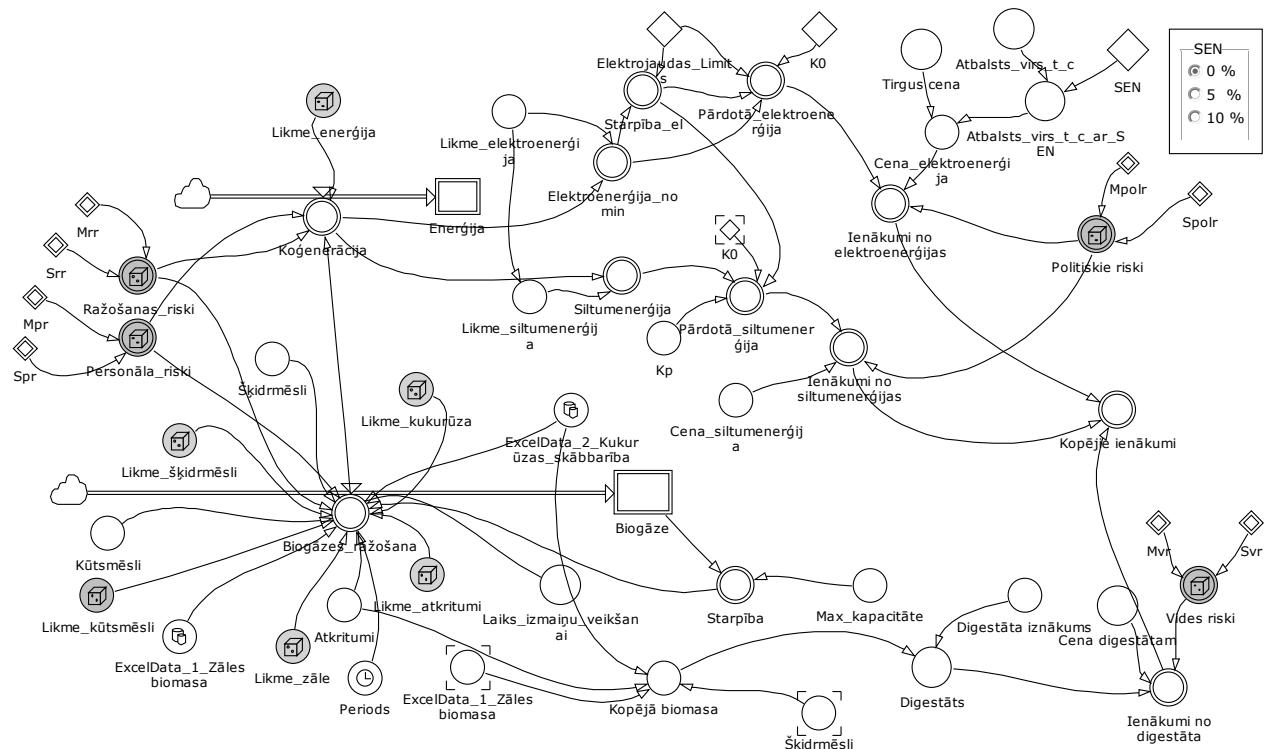
Biomasas sadalījums biogāzes ražošanai modelī ir ietverts atbilstoši LLU MPS „Vecauce” vidēji gadā izmantotajam biomasas apjomam un struktūrai, autore to ir salīdzinājusi ar A. Kalniņa (2009) un K. Nagla-Liepas (2013) ieteikto biomasas apjomu un struktūru, secinot, ka praktiski izmantotais biomasas sadalījums ir tuvs optimālajam. Katrai no izmantotajām biomasām tiek piešķirta biogāzes iznākuma likme ar normālo sadalījumu, kas tiek aprēķināta kā videjā vērtība no vairākām literatūrā sastopamām likmēm (Kalniņš, 2009, Dubrovskis, 212, Bioenerģijas tehnoloģijas, 2011), bet normālo sadalījumu nosaka no biogāzes iznākuma iegūtajām vērtībām aprēķinātā standartnovirze.

Biogāzes ražošanas procesam seko koģenerācijas process, ko ietekmē biogāzes ražošanas apjoms un enerģētiskā vērtība, kuru savukārt nosaka metāna saturs biogāzē. Zinātniskajā literatūrā (Kalniņš, 2009, Bioenerģijas tehnoloģijas, 2011) atspoguļotais metāna saturs modelī izmantotajām biomasām svārstās no 52 līdz 60%, līdz ar to no viena kubikmetra biogāzes iespējams saražot vidēji 5.5 kWh energējjas. Tā kā energējijas iznākums var būt mainīgs atkarībā no izmantotās biomasas un metāna saturā tajā, modelī energējijas iznākuma likmei ir piešķirts normālais sadalījums ar standartnovirzi 0.2 kWh/m³.

Risku integrēšanai kopējā dinamiskajā modelī imitētajā biogāzes ražošanas procesā izveidoti trīs scenāriji:

- A0 – iekļauta visu risku ietekme;
- A1 – iekļauta tikai politisko risku ietekme;
- A2 – nav iekļauta risku ietekme.

Šādu scenāriju paredzēšana un modelēšana atspoguļo kopējo risku un atsevišķu risku grupu ietekmi uz saimnieciskās darbības rezultātiem, ļaujot novērtēt potenciālo risku ietekmi un racionālāk izvēlēties risku vadības alternatīvas. Papildus risku ietekmes scenārijiem, modelī pievienoti divi SEN likmes apmēra scenāriji 5 un 10 procentu SEN likmei. Šos scenārijus, pretēji risku ietekmes scenārijiem ir iespējams pārslēgt, katrā simulācijā izvēloties vienu no likmes apmēriem.



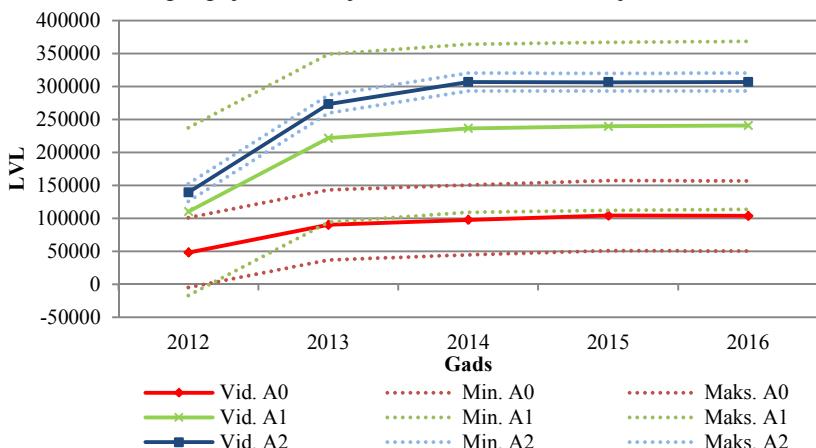
Avots: autore veidots

14. att. Biogāzes rāzošanas dinamiskā modeļa plūsmas diagramma.

Veicot modeļa validāciju salīdzināti modeļa rezultāti ar diviem reālās sistēmas rādītājiem – saražoto un OI ietvaros realizēto elektroenerģiju 2012. gadā, kWh/gadā un ienākumus no tās. Šie rādītāji validācijai izvēlēti, jo tie tiek visprecīzāk uzskaitīti, pārdodot elektroenerģiju OI ietvaros. Analizējot iegūtos rezultātus, var secināt, ka pirmajā modelēšanas gadā visprecīzākie rezultāti iegūti no A2 scenārija, kas neietver risku ietekmi, šī scenārija nobīde no reālās sistēmas rezultātiem ir tikai par 2%, analizējot abus parametrus, bet tālākā modelēšanas procesā, atbilstoši dinamiskajai hipotēzei, šis scenārijs dod pārāk optimistiskus rezultātus, kas būtiski atšķiras no bāzes rezultātiem. Savukārt scenārijiem, kuros ietverti riski, sākotnēji ietekme šķiet liela, bet tā ir ietverta kā mainīgais ar normālu sadalījumu, tādēļ to izmaiņas jāanalizē ilgākā periodā. Līdz ar to var secināt, ka modelis ir izmantojams prognozēšanā un kopumā dod ticamus rezultātus, kas, īpaši ievērtējot atsevišķu risku ietekmi, var tikt maksimāli pietuvināti reālajai sistēmai

5.3. Dinamiskajā modelēšanā iegūtie rezultāti un to analīze

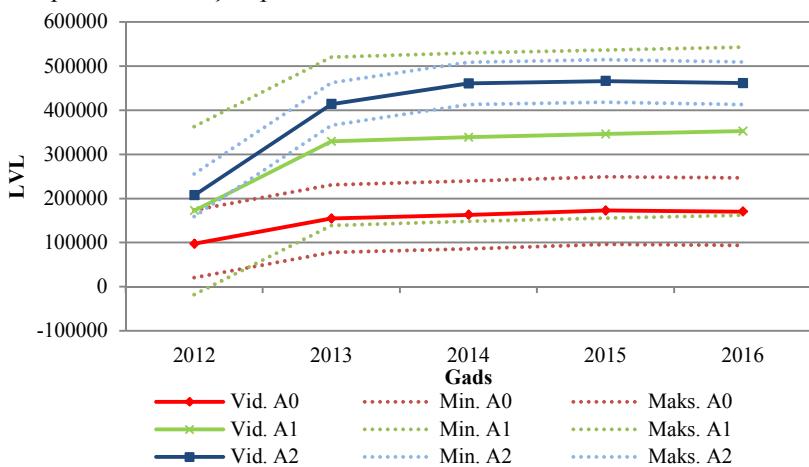
No iegūtajiem dinamiskā modeļa rezultātiem tika analizētas biomasa ražošanas apjoma izmaiņas un modeļi iegūtie ekonomiskie rādītāji – ienākumi no elektroenerģijas, siltumenerģijas, digestāta un kopējie ienākumi. Tā kā vairāki stohastiskie mainīgie modeļi rada iegūtu rezultātu izmaiņas katrā simulācijas reizē, lai noteiktu iegūto rezultātu vidējās vērtības un izkliedes robežas, autore apkopoja simulācijas rezultātus 97 simulācijas reizēm.



Avots: autores veidots

15. att. Vidējie ienākumi no elektroenerģijas pārdošanas modeļi ietvertajiem trīs (A0..A2) scenārijiem, LVL/gadā, N=97.

15. attēls atspoguļo vidējos ienākumus no elektroenerģijas pārdošanas modelī ietvertajiem trīs scenārijiem. Šim parametram augstākie vidējie rezultāti sasniedz A2 scenārijā, bet lielākā rezultātu izkliede novērojama A1 scenārijā, kura minimālā robeža sasniedz A0 scenārija rezultātu vidējo līmeni, bet maksimālā robeža pārsniedz gan A2 scenārija rezultātu vidējo, gan maksimālo līmeni. Analizējot vidējos kopējos ienākumus no realizētās elektroenerģijas, siltumenerģijas un digestāta (16. attēls), var secināt, ka, līdzīgi kā 15. attēlā atspoguļotajiem rezultātiem, zemākie rezultāti ir scenārijam A0, scenārijs A1 parāda svārstīgus rezultātus, bet scenārijam A2 vērojama lielākā rezultātu homogenitāte un vidēji augstākie rezultāti. A1 scenārija rezultāti abos gadījumos var būt skaidrojami ar to, ka šos rādītājus ietekmē politiskie riski, kam pēc ekspertu vērtējuma ir liela ieteikme, šie riski tiek iekļauti modelī kā mainīgais ar normālu sadalījumu, līdz ar to var pieņemt, ka gadi, kad rādītājs strauji samazinās, ir periodi, kad risks stājās spēkā ar maksimālo mainīgajā iekļauto vērtību, veidojot lielu izkliedi aprēķinātajos vidējos rezultātos, kas principā atbilst modeļa hipotēzei.



Avots: autores veidots

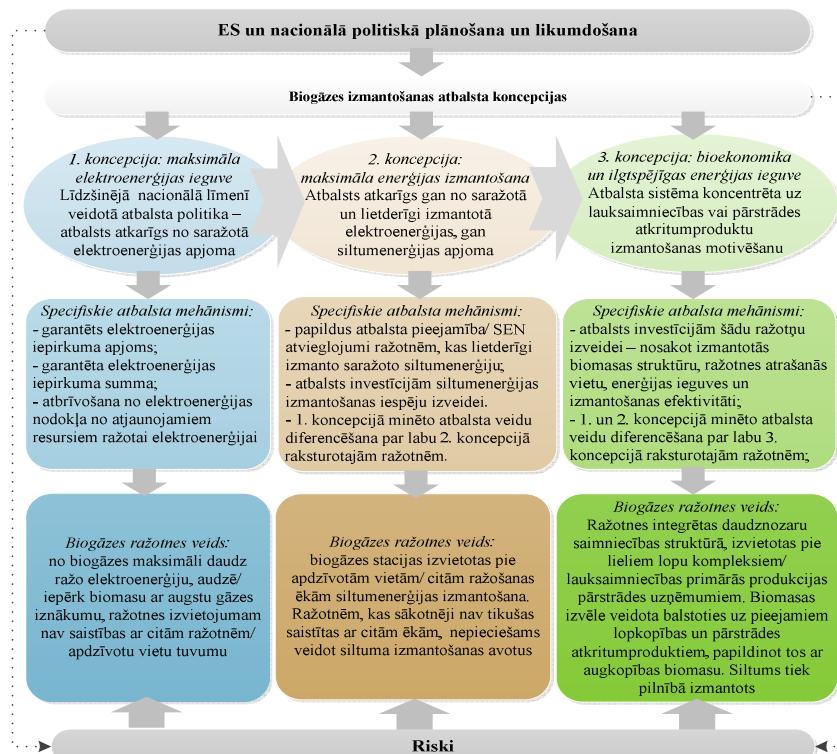
16. att. Vidējie kopējie ienākumi modelī ietvertajiem trīs (A0..A2) scenārijiem, LVL/ gadā, N=97.

Kopumā var secināt, ka risku ietekmes iekļaušana dinamiskajā modelī pazemina iegūtos rezultātus, pietuvinot modeli reālajiem ražošanas rezultātiem saimniecībā. Riski modelī ir iekļauti kā stohastiski lielumi ar normālu sadalījumu, to parametri (vidējā vērtība un standartnovirze) iegūti no ekspertu veiktā risku novērtējuma. Tāpēc, mainot šos koeficientus, iespējams prognozēt saimniecības darbības rezultātus un to saistību ar pastāvošajiem riskiem.

Redzot potenciālo zaudējumu vai negūtās peļņas apmēru, sekmīgāk iespējams izvēlēties risku tālākās vadības alternatīvas un izsvērt, kurus no riskiem atmaksājas pārnest (piemēram, apdrošināt) vai samazināt, bet kurus rentablik ir uzņemties un rēķināties ar potenciālajām risku iestāšanās sekām.

5.4. Biogāzes ražošanas attīstības perspektīvas un riski Latvijā

Biogāzes ražošanas attīstības perspektīvas galvenokārt ir atkarīgas no tālākās ES un Latvijā īstenotās enerģijas politikas un ražotājiem pieejamajiem atbalsta instrumentiem. Lai izvērtētu potenciālās attīstības perspektīvas, autore izstrādāja trīs biogāzes atbalsta koncepcijas (17. attēls): 1. koncepcija – maksimāla elektroenerģijas ieguve; 2. koncepcija – maksimāla iegūtās elektroenerģijas un siltumenerģijas izmantošana un 3. koncepcija – bioekonomika un ilgtspējīgas enerģijas ieguve.



Avots: autores veidots

17. att. Biogāzes ražošanas atbalsta koncepcijas Latvijā.

Trešā koncepcija, autoresprāt, vislabāk raksturo ieteicamo tālāko atbalsta politiku – atbalstu ražotnēm, kas ir integrētas daudznozaru saimniecības struktūrā, tās ir izvietotas pie lieliem lopu kompleksiem vai lauksaimniecības primārās produkcijas pārstrādes uzņēmumiem saimniecībās, kas vienkopus apvieno kā augkopību un lopkopību tā arī produkcijas pārstrādi. Tā kā šādai biomasas izvēlei ir zemāks gāzes iznākums un līdz ar to samazinās arī iegūtās elektroenerģijas un siltumenerģijas apjoms, pārdomāti atbalsta mehānismi būtu nepieciešami augstākminētās biomasas izvēles motivēšanai.

Lai gan līdzšinējie atbalsta instrumenti atbilst 1. koncepcijā raksturotajiem, jau šobrīd Latvijā ir vairākas biogāzes ražotnes, kas darbojas atbilstoši 2. un 3. koncepcijā atspoguļotajiem biogāzes ražotņu darbības veidiem. Tomēr, plānojot turpmāko atbalsta politiku, būtu jāņem vērā, ka ne visas ražotnes būs spējīgas adaptēt ražošanu izmaiņām atbalsta politikā. Ja ir iespējama 1. koncepcijai atbilstošu ražotņu pielāgošana 2. koncepcijā minētajiem darbības parametriem, tad vairākos gadījumos praktiski neiespējama ir to darbības maiņa atbilstoši 3. koncepcijā atbalstītajai darbībai. Tādēļ svarīgi ir nodrošināt jau darbojošos ražotņus tiesisko paļāvību, piemērotā atbalsta mehānismu stabilitāti un nemainīgus atbalsta sanemšanas nosacījumus, savukārt atbalsta politikas izmaiņas attiecīnāt uz ražotnēm, kas vēl nav uzsākušas ražošanu.

Biogāzes ražotāju lielākā ienākumu daļa veidojas no ienākumiem, kas gūti, pārdodot elektroenerģiju OI ietvaros. Tādēļ arī lielākie riski biogāzes ražošanas attīstībai saistīs ar izmaiņām atbalsta politikā un OI tarifu apmērā. Tieši šos riskus par būtiskākajiem uzskatīja biogāzes ražotāji risku novērtējumā, kas atspoguļots promocijas darba 4. nodaļā. Minētās risku prognozes īstenojušās no 2014. gada 1. janvāra, saskaņā ar 2013. gada 17. septembrī MK atbalstītā SEN ieviešanu, ar kuru aplikts atbalsts, kas subsidētās elektrības ražotājiem tiek maksāts OI ietvaros. (Subsidētās elektroenerģijas..., 2013) Kopumā šāda nodokļa izveide samazina OIK slogu elektroenerģijas patēriņtājiem, bet līdz ar to samazina ienākumus arī atjaunojamās enerģijas ražotājiem. Lai noteiktu SEN piemērošanas ietekmi uz biogāzes ražotājiem, autore aprēķināja izmaiņas plānotajā atbalsta apjomā pēc 10% nodokļa piemērošanas. 5% likme visiem ražotājiem netika aprēķināta, jo attiecas uz atsevišķiem ražotājiem, kas izpilda Subsidētās elektroenerģijas nodokļa 5.4. panta prasības. Saskaņā ar iegūtajiem aprēķina rezultātiem pēc 10% SEN likmes piemērošanas vidējais atbalsts samazināsies no 0.104 LVL uz 0.094 LVL uz kWh. Kopējais atbalsta apmērs samazināsies par 2.2 milj. LVL, bet vidējais atbalsts uz vienu ražotni – par 58.6 tūkst. LVL. Būtiskākā finansiālā ietekme no atbalsta samazināšanas novērojama lielākajām biogāzes ražotnēm – SIA „Getliņi EKO” ieņēmumi samazināsies par 276 tūkst. LVL, bet SIA „Agro Iecava” par 140 tūkst. LVL. Kopējie plānotie ienākumi valsts budžetā no SEN laika posmā 2014.–2017. gads ir plānoti 105.6 milj. LVL apmērā (2014. gadā – 24.0 milj. LVL;

2015. gadā – 25.9 milj. LVL; 2016. gadā – 27.9 milj. LVL; 2017. gadā – 27.9 milj. LVL). (Komplekss risinājums., 2013)

Šīs nodokļu izmaiņas atvieglo patēriņtāju maksājumus par elektroenerģiju, bet viennozīmīgi samazina uzņēmēju motivāciju uzsākt vai paplašināt atjaunojamās enerģijas resursu izmantošanu elektroenerģijas ražošanai. Turklat rada precedentu elektroenerģijas ražotāju ienākumu samazināšanai, nesamazinot OI tarifus, līdz ar to pastiprina nedrošību par turpmākajiem politiskajiem lēmumiem, jo nodokļa likme ir salīdzinoši viegli maināma un no ražotāju perspektīvas nav kontrolējama, pretēji OI, kura ietvaros tiek slēgts līgums par elektroenerģijas realizāciju.

Tā kā ienēmumi no elektroenerģijas realizācijas samazināsies, autore aprēķināja, kādi ir maksimālie ienēmumi, ko biogāzes ražotāji var gūt no 1 MW, ražojot un realizējot elektroenerģiju, siltumenerģiju, kā arī digestātu. Tā kā biogāzes ražotājiem var tikt piemērota kā 10%, tā 5% SEN likme, aprēķini izdarīti abām šīm likmēm. 10% SEN piemērošana uz 1 MW ražošanas jaudas ražotājiem gadā samazina ienākumus par 83.2 tūkst. LVL, bet 5% SEN likmes piemērošana – par 41.6 tūkst. LVL. Pēc autores aprēķiniem (5. tabula), nemot vērā LLU MPS „Vecauce” ražotnes jaudu, tās ienēmumi pēc 10% SEN piemērošanas samazināsies par 24 tūkst. LVL un šo ienākumu samazinājumu varētu kompensēt, realizējot vai nu ap 27% tajā saražoto siltumenerģiju (669 600 kWh) vai ap 65% (11 tūkst. t) digestāta. Savukārt piemērojot 5% SEN likmi, ienākumi samazināsies par 12 tūkst. LVL, un to varētu kompensēt, realizējot vai nu ap 14% (347 200 kWh) saražoto siltumenerģiju, vai ap 32% (5.9 tūkst. t) digestāta.

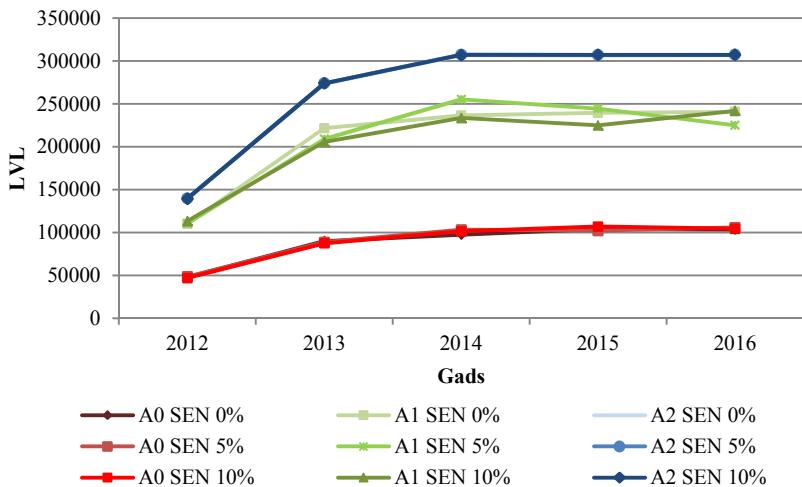
5. tabula

Ienēmumi biogāzes ražotnē LLU MPS „Vecauce”

Ienēmumu avots	Vienības gadā LLU MPS „Vecauce”	Vidējā cena par 1 vienību	Kopējie ienēmumi, LVL/gadā
Elektroenerģija, kWh	2 080 000	0.149	311 584
Elektroenerģija ar 10% SEN, kWh	2 080 000	0.138	287 248
Elektroenerģija ar 5% SEN, kWh	2 080 000	0.144	299 416
Siltumenerģija, kWh (55 %)	2 480 000	0.037	91 760
Digestāts, t	18 450	2.1	38 745
<i>Kopējie ienākumi bez SEN</i>			442 089
<i>Kopējie ienākumi ar 10% SEN</i>			417 753
<i>Kopējie ienākumi ar 10% SEN, bez digestāta</i>			379 008
10% SEN			24 336
<i>Kopējie ienākumi ar 5% SEN</i>			429 921
<i>Kopējie ienākumi ar 5% SEN, bez digestāta</i>			391 176
5% SEN			12 168

Avots: autores veidota

Precīzāka SEN ietekme uz MPS „Vecauce” saimniecisko darbību noteikta, izmantojot autores izstrādāto dinamisko modeli. Tajā ietverti līdzšinējie risku līmeņa scenāriji un pievienoti divi SEN likmes apmēra scenāriji 5 un 10 procentu SEN likmei. Šos scenārijus, pretēji risku ietekmes scenārijiem ir iespējams pārslēgt, katrā simulācijā izvēloties vienu no likmes apmēriem. Arī izvēloties vienu no SEN likmes scenārijiem, modeļa rezultāti tiek atspoguļoti visiem trīs risku ietekmes scenārijiem – ar visu risku ietekmi, ar politisko risku ietekmi un bez risku ietekmes.



Avots: autores veidots

18. att. Vidējie ienākumi no elektroenerģijas pārdošanas pēc SEN piemērošanas modeli ietvertajiem trīs (A0..A2) scenārijiem, LVL/gadā, N=97.

Analizējot iegūtos vidējos rezultātus (18. att.) autore secina, ka, kopumā lielāku efektu uz modeļa rezultātiem atstāj risku ietekmes scenāriji, nevis SEN likmes piemērošana un tās izmaiņas. Tā kā bez risku ietekmes scenārijiem modeli ir arī citi stohastiski mainīgie, nav vērojams tiesī proporcionalās ieņēmumu samazinājums, samazinot atbalsta apmēru, tomēr ir vērojama tendence ieņēmumiem samazināties. Šādi iegūtie rezultāti atspoguļo izstrādātā dinamiskā modeļa spēju reāgēt uz papildus ieviestiem nosacījumiem, kā arī sekmīgi parāda potenciālo risku nesto zaudējumu un SEN nesto zaudējumu proporciju – tā kā eksperti risku novērtējumā politisko risku grupai ir piešķiruši augstu novērtējumu, šis un arī citu risku grupu ietekme uz modeļa rezultātiem ir salīdzinoši lielāka kā SEN ietekme. Lai gan arī SEN ieviešana būtu uzskatāma par politiskā riska realizāciju, tā ietekme uz viena gada ienākumiem no pārdotās elektroenerģijas nenesīs ekspertu prognozētos zaudējumus, tomēr

ilgtermiņā var ietekmēt gan biogāzes ražotņu rentabilitāti, gan palielināt bažas par turpmākās enerģētikas politikas realizāciju, tās instrumentiem un šo instrumentu paredzamību.

Arī turpmākā biogāzes ražošanas attīstība, autoresprāt, tiks fokusēta uz saražotās siltumenerģijas izmantošanas maksimizēšanu, par ko liecina arī EM izstrādātajā informatīvajā ziņojumā „Komplekss risinājums elektroenerģijas tirgus problemātikai” paustā informācija (Komplekss risinājums.., 2013), kā arī uz atkritumproduktu un ražošanas atlakumu maksimālu izmantošanu biogāzes ražošanā. Līdz ar to jaunu biogāzes ražotņu celtniecību, ja tiks atsākta tiesību piešķiršana pārdot elektroenerģiju OI ietvaros saskaņā ar 2010. gada 16. marta MK noteikumiem Nr. 262 un 2009. gada 10. marta MK noteikumiem Nr. 221, kas šobrīd ir apturēta līdz 2016. gadam, būtu īpaši atbalstāma, plānojot biogāzes staciju pie pārstrādes uzņēmumiem un lieliem lopu, īpaši cūkkopības un putnkopības, kompleksiem, tādējādi par galveno prioritāti izvirzot nevis elektroenerģijas ražošanu, bet bioekonomikas principu ievērošanu un mēslu un ražošanas atkritumu problēmu risināšanu.

GALVENIE SECINĀJUMI

1. Zinātniskajā literatūrā sastopamas vairākas risku definēšanas piejas, piemērotākā risku definīcija lauksaimniecības izcelsmes risku vadībai ietver divu risku līmeņa noteikšanas komponentu kombināciju: riska iestāšanās iespējamību un riska iestāšanās sekū nesto zaudējumu būtiskumu.
2. Lauksaimniecību ietekmē dažādi riski un to izcelmes ir daudzveidīgāka nekā citās nozarēs, autores pētījumā risku novērtēšanas sistēmā risku novērtēšanai biogāzes ražošanā no lauksaimniecības izcelsmes biomasas 24 ietvertie riski tiek dalīti 6 pamatgrupās – ražošanas, personāla, logistikas, vides, īpašuma un politikas riski.
3. Sākot no 20. gadsimta beigām līdz šim brīdim ir aktualizēta enerģijas resursu ilgtspēja – izsīkstošo enerģijas resursu pakāpeniska aizvietošana ar atjaunojamiem un energijas izmantošanas efektivitātes paaugstināšana. Atbalsts atjaunojamo resursu izmantošanai ir kļuvis par svarīgu ES politikas sastāvdaļu un konkretizēts ES un ES dalībvalstu nacionālajās politiskajās nostādnēs.
4. ES un Latvijas enerģētikas sektora tiesiskajos dokumentos tiek uzsvērta nepieciešamība ražot konkurētspējīgu, ilgtspējīgu un drošu energiju, biogāzes ražošanā akcentējot nepieciešamību lauksaimniecības izcelsmes biomasu kombinēt ar lauksaimniecības blakusproduktiem un atkritumiem,

tādējādi mazinot enerģijas un pārtikas ražošanas konkurenci, kā arī lietderīgi izmantojot koģenerācijā ražoto siltumenerģiju.

5. Biogāzes izmantošanai enerģijas ražošanā, salīdzinot ar citu atjaunojamo enerģijas resursu izmantošanu, ir salīdzinoši vairāk pozitīvo efektu. Tās izmantošana ne tikai palīdz īstenot noteiktos politiskos mērķus atjaunojamo resursu izmantošanā enerģijas ražošanai, bet arī var dot ieguldījumu lauku saimniecību darbības pārveidē atbilstoši bioekonomikas un ilgtspējīgas ražošanas principiem. Biogāzes ražošanas kritika visbiežāk tiek saistīta ar augsto iegūtās elektroenerģijas cenu, ko šobrīd kompensē patēriņtāji, maksājot OIK, tas atstāj ietekmi uz Latvijas tautsaimniecības konkurētspēju. Biogāzes ražošana turklāt var saasināt konkurenci uz LIZ izmantošanu lopbarības un pārtikas ražošanā.
6. Latvijā 2013. gadā biogāze tiek ražota 38 biogāzes ražotnēs (ietverot tikai tās ražotnes, kas 2012. gadā ir realizējušas saražoto elektroenerģiju OI ietvaros), 6 no tām ražo biogāzi no sadzīves atkritumiem vai noteikūdeņu dūnām, bet 32 izmanto lauksaimniecības izcelsmes biomasu, dažkārt to kombinējot ar lauksaimniecības vai organiskiem pārstrādes atkritumiem.
7. Risku novērtēšanas aptaujā iegūtie rezultāti atspoguļo likumdošanas un politisko faktoru nozīmi uzņēmējdarbībā un tās tālākā attīstībā. Augstākais risku līmenis tika iegūts politisko risku grupas riskiem, sasniedzot vērtību 25, tas norāda uz politisko nestabilitāti un neuzticību politiskiem lēmumiem Latvijā. Neradot stabili, sakārtotu un paredzamu nozares politiku, uzņēmējdarbība, ekspertuprāt, ir pakļauta ekstrēmiem riskiem. Šāds vērtējums parāda arī sektora lielo atkarību no politiskiem lēmumiem vēsturiski izveidotās atbalsta sistēmas dēļ.
8. Izvērtējot risku vadības alternatīvas katrai no risku grupām, vērojamas samērā būtiskas – vides, personāla un ražošanas riskus lielākoties tiek ieteikts samazināt, jo šo risku samazināšana bieži ir samērā vienkārši veicama un ir ekonomiski izdevīga, savukārt pilnīgi pretējs vērtējums ir politisko risku grupai, jo šos riskus no biogāzes ražotāja perspekīvas nav iespējas ietekmēt. Politiskās grupas risku vadībai trešā daļa ekspertu iesaka riska uzņemšanos, vienlīdz daudz ekspertu iesaka saimniecības aktivitāšu dažādošanu.
9. Novērtējot faktorus, kas traucē uzņēmējdarbības attīstību, konstatēts, ka būtiskāko ietekmi uz uzņēmējdarbības tālāko attīstību, ekspertuprāt, atstāj politiskie faktori, liecinot par normatīvo aktu izmaiņu gaidu un nestabilitātes problemātiku, kā arī uzņēmēju mazo ticību politiskajiem lēmumiem un to stabilitātei.

10. Tuvākie rezultāti reālās sistēmas (LLU MPS „Vecauce”) ienākumiem no elektroenerģijas iegūti no scenārija, kas iekļauj tikai politisko risku ietekmi. Ietverot visu, ne tikai politisko risku ietekmi, modelī iegūtie rezultāti ir pārāk zemi un attālinās no reālās sistēmas rezultātiem.
11. Definējot trīs biogāzes ražošanas atbalsta koncepcijas, var secināt, ka līdzšinējā biogāzes atbalsta politika tika veidota atbilstoši pirmajai koncepcijai – maksimālai elektroenerģijas ieguvei, bet analizējot SEN likmju diferencēšanas prasības, vērojama pāreja no pirmās uz otro un trešo atbalsta koncepciju – maksimālu iegūtās elektroenerģijas un siltumenerģijas izmantošanu, kā arī bioekonomiku un ilgtspējīgas enerģijas ražošanu.

PROBLĒMAS UN TO RISINĀJUMI

1. problēma

Biogāzes ražošanas kritika visbiežāk tiek saistīta ar augsto iegūtās elektroenerģijas cenu, ko šobrīd kompensē patērtāji, maksājot OIK, tas atstāj ietekmi uz Latvijas tautsaimniecības konkurētspēju. Biogāzes ražošana turklāt var saasināt konkurenci uz LIZ izmantošanu lopbarības un pārtikas ražošanā.

Priekšlikumi problēmas risināšanai

1. EM, plānojot turpmāko atbalsta politiku biogāzes ražošanai, jāievērš uzmanība atbalsta mehānismu izveidei, kas veicina tādas enerģijas ražošanu, kas ražota, lielākoties izmantojot vietējas izcelsmes lauksaimniecības un mežsaimniecības pārpakalnumus, saistīto un pārstrādes nozaru blakusproduktus, kā arī organiskos atkritumus, turklāt lietderīgi izmantojot ne tikai koģenerācijas procesā saražoto elektroenerģiju, bet arī siltumenerģiju.
2. EM nacionālos un ES atbalsta instrumentus jaunu biogāzes ražotņu celtniecībai novirzīt atbalstam jaunu biogāzes staciju izveidei pie pārstrādes uzņēmumiem un lieliem lopu, īpaši cūkkopības un putnkopības, kompleksiem, tādējādi par galveno prioritāti izvirzot nevis elektroenerģijas ražošanu, bet bioekonomikas principu ievērošanu, kā arī mēslu un ražošanas atkritumu utilizācijas problēmu risināšanu.

2. problēma

Nacionālā atjaunojamo energoresursu veicināšanas politika ir neskaidra, gan EM, gan starp ieinteresētajām pusēm notiek diskusijas par politikas tālāku attīstību, kas rada nestabilitāti un neticību turpmākiem politiskiem lēmumiem.

Priekšlikumi problēmas risināšanai

1. EM izstrādāt atjaunojamās energijas izmantošanas politisko ietvaru, kas skaidri parādītu atbalsta prioritātes un turpmākos atbalsta mehānismus.
2. EM plānojot energijas politikas, t.sk. atbalsta mehānismu (OI tarifu) izmaiņas un diskutējot par tām, ievērot tiesiskās paļavības principu attiecībā pret uzņēmumiem kas jau darbojas kā elektroenerģijas ražotāji un pārdod elektroenerģiju OI ietvaros.

3. problēma

Riski var būtiski ietekmēt saimnieciskās darbības rādītājus, bet biogāzes ražotāju līmenī to ietekme netiek pilnībā novērtēta.

Priekšlikumi problēmas risināšanai

1. Biogāzes ražotājiem veikt risku identifikāciju, novērtēšanu un regulārus risku vadības pasākumus ne tikai biogāzes ražotnē, bet arī lauku saimniecībā kopumā, īpašu uzmanību pievēršot ražošanas risku grupai. Riska novērtēšanai ieteicams izmantot semi-kvantitatīvās risku novērtēšanas metodes un veikt kā risku iestāšanās biežuma, tā nestozaudējumu vai negūtās peļņas uzskaiti, lai būtu iespējams pēc iespējas objektīvāk noteikt risku līmeni.
2. LLU un RTU pētniecības institūcijām turpināt pētījumus risku ietekmes novērtēšanā atjaunojamās energijas, t.sk. biogāzes, ražošanā, LLU pētījumos koncentrējoties uz integrētu risku vadības sistēmu izstrādi risku vadībai lauku saimniecībās.

4. problēma

Mainīgos ražošanas, politisko un tirgus nosacījumu apstākļos biogāzes ražošanas process ir grūti plānojams, to ietekmē vairāku grupu riski, ko parasti neiekļauj, prognozējot ražošanas rezultātus.

Priekšlikumi problēmas risināšanai:

1. LLU Lauksaimniecības, Tehniskās un Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultāšu pētniekiem izstrādāt kopīgus, viegli lietojamus rīkus biogāzes ražotājiem un konsultantiem biogāzes ražošanas un citu saimniecības darbības procesu prognozēšanai, piemēram, ražotāju lietošanai adaptētu programmatūru, kas balstīta uz procesu dinamisko modelēšanu. Risku ietekmes ietversana šādas sistēmas modelēšanā, kā liecina autores pētījums, palielina prognozēšanas precizitāti un labāk attēlo reālo sistēmu, izmantojot dinamisko modelēšanu.

INFORMATION ON PUBLICATIONS AND SCIENTIFIC WORK

The results of the doctoral thesis were presented in the joint meeting of presidium of the Division of Agriculture and Forestry Sciences of the Latvian Academy of Sciences and Latvian Academy of Agriculture and Forestry Sciences, on March 23rd, 2013.

Publication of the research results

The research results have been published in ten publications – **nine** publications in international scientific proceedings and journals, one publication in national scientific proceedings, and **one** chapter in the monograph, incl. **three publications indexed in the SCOPUS database**.

1. **Zeverte-Rivza S.** (2013) Biogas production in Latvia: current state and future forecasts. **In:** *Rural development, innovations and sustainability 2013: Proceedings of the 6th International Scientific Conference*, Kaunas, Lithuania, pp. 472 – 477 (Indexed in ISI Web of Science (Conference Proceedings Citation Index), EBSCO)
2. **Zeverte-Rivza S.**, Rivza P. (2013) Fuzzy-ANP based research on the risk assessment of biogas production from agriculture biomass. **In:** *12th International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP)*: Online proceedings. AHP Academy, Kuala Lumpur, Malaysia [Online]. Accessible: http://malaysia2013.isahp.org/2013_Proceedings/papers/38.pdf
3. **Zēverte-Rivža S.** (2013) Riski biogāzes ražošanā: novērtējuma rezultāti. **No:** Ražas svētki „Vecauce 2013” zinātniskā semināra rakstu krājums, LLU, 69. – 72. lpp.
4. **Rivža S.**, Rivza P. (2012) Risku vadība atjaunojamās enerģijas ražošanā. **No:** *Atjaunojamā enerģija un tās efektīva izmantošana Latvijā*: Monogrāfija. Red: Rivža P, Jelgava, Latvija, Latvijas Lauksaimniecības universitāte: Jelgavas Tipogrāfija, 365. – 379. lpp.
5. **Rivza S.**, Rivza P. (2012) Conceptual Applications of the Risk Management Measures in Dynamic Models for the Farms Producing Biogas from Agriculture Biomass. **In:** *AASRI Conference on Power and Energy Systems: Proceedings*, Hong Kong, pp. 235 – 240 (Indexed in Elsevier)
6. **Rivza B.**, Rivza S., Rivza P. (2012) Risk assessment in renewable energy production from agricultural biomass in Latvia. **In:** *Latvia Academy of Sciences, Section B: Proceedings*, vol. 66, no. 1/2 (676/677), pp. 54 – 58 (Indexed in SCOPUS)
7. **Rivza S.**, Pilvere I. (2012) Historical and theoretical aspects of the term "Risk". **In:** *Economics Science for Rural Development: Proceedings of the International Scientific Conference*, № 27 (Integrated and Sustainable

- Development). Jelgava: LLU, pp. 210 – 215 (Indexed in ISI Web of Knowledge, AGRIS, EBSCO)
8. **Rivža S.**, Rivža P. (2012) Risk management in renewable energy production". In: *Renewable Energy and Energy Efficiency*: Proceedings of the International Scientific Conference, Jelgava: LLU, pp. 249 – 254 (Indexed in EBSCO)
 9. **Rivža S.**, Rivža P., Pilvere I., Rivža B. (2012) Dynamic model of the farm producing biogas from agriculture biomass. In: *16th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics – WMSCI 2012*: Proceedings. Orlando, Florida, ASV, pp. 81 – 84 (Indexed in SCOPUS)
 10. **Rivža S.**, Pilvere I., Rivža P., Rivža B. (2011) Conceptual Models of Risk Assessment in Renewable Energy Production in Latvia. In: *15th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics – WMSCI 2011*: proceedings. Orlando, Florida, ASV, pp. 118 – 122 (Indexed in SCOPUS)
 11. **Rivža S.**, Rivža P. (2011) Risk assessment in renewable energy production using ANP. In: *Analytic Hierarchy Process (ISAHP)*: Online proceedings of the International Symposium. AHP Academy, Cassino [Online]. Accessible: http://204.202.238.22/isahp2011/dati/pdf/135_0176_Rivza.pdf

Other research results, linked to risk management studies and application of decision making methods are published in **seven** publications and chapters in **two** monographs.

1. Krūzmētra M., Rivža B., **Rivža S.** (2013) Lauku sieviešu uzņēmējdarbību veicinošie sociālie faktori. Monogrāfija, Rēzeknes tipogrāfija, 139 lpp.
2. Bikse V., Rivža B., **Rivža S.** (2011) Possibilities for evolution and reduction of social and economic risks in micro enterprises. In: *Economics and management: current issues and perspectives*: Scientific Journal, Nr. 4(24) Šiaulių Universitetas, pp. 70 – 78 (Indexed in Copernicus international database)
3. Krūzmētra M., Rivža B., **Rivža S.** (2011) Role of Social Factors Generating Business Environment. In: *Economic Science for Rural Development*: Proceedings of the International Scientific Conference, No. 25. Jelgava: LLU, pp. 206 – 213 (Indexed in AGRIS, EBSCO)
4. Krūzmētra M., Rivža B., **Rivža S.** (2010) Grupu mikrokredīts kā uzņēmējdarbības uzsākšanas modelis lauku sievietēm. No: *LZP Ekonomikas, juridiskās un vēstures zinātnes galvenie pētījumu virzieni 2009. gadā*: rakstu krājums, Nr. 15. Rīga: LZP, 64. – 69. lpp.
5. Krūzmētra M., Rivža B., **Rivža S.** (2010) Risk Reduction as the Precondition for Sustainable Development. In: *Human Resources – the Main Factor of Regional Development*: Journal of Social Sciences, No. 3. Klaipeda, Lithuania, pp. 115 – 122

6. Krūzmētra M., Rivža B., **Rivža S.** (2010) Microcredit Movement as One of the Partnership Patterns. In: *Economic Science for Rural Development*: Proceedings of the International Scientific Conference, No. 23. Jelgava: LLU, pp. 70 – 75 (Indexed in AGRIS, EBSCO)
7. Bikse V., Rivža P., Rivža B., **Rivža S.** (2009) Using AHP for the evaluation of the economic stabilisation program in Latvia. In: International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP): Online proceedings, Pittsburgh, USA [Online]. Accessible: http://www.isahp.org/2009Proceedings/Final_Abstracts/72_Rivza_Economic_stabilisation_for_Latvia_REV_FIN-a.pdf
8. Rivža P., Rivža B., **Rivža S.** (2009) Milk Production Risks in Latvia: Challenges and Solutions. In: *Economic Science for Rural Development*: Proceedings of the International Scientific Conference. Jelgava: LLU, pp. 44. – 50 (Indexed in AGRIS, EBSCO)
9. Šantare D., Rivža P., **Rivža S.** (2007) Risku un krīžu vadīšanas teorijas, iespējas un metode. No: *Lauksaimniecības un pārtikas risku vadīšana*: monogrāfijā. Jelgava: LLU, Rīga: RTU, PVD, 44. – 70. lpp.

Participation in the international scientific conferences

The research results are presented in **ten** international scientific conferences:

1. In the International Scientific Conference „*The 6th Jonas Pranas Aleksa International Scientific Conference “Contemporary rural vision”*”, Siauliai, Lithuania, September 27th – 28th (2013) with a presentation „Risk evaluation results in biogas production in Latvia”
2. In the „*12th International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*” (ISAHP), Kuala Lumpur, Malaysia, June 23rd – 26th (2013) with a presentation „Fuzzy-ANP based research on the risk assessment of biogas production from agriculture biomass”
3. In the International Scientific Conference „*AASRI Conference on Power and Energy Systems*” Hong Kong , September 4th – 5th (2012) with a presentation „Conceptual Applications of the Risk Management Measures in Dynamic Models for the Farms Producing Biogas from Agriculture Biomass”
4. In the International Scientific Conference “*Economic Science For Rural Development*”, LLU EF, April 26th – 27th (2012) with a presentation „Historical and theoretical aspects of the term “risk””
5. In the International Scientific Conference „*Renewable Energy and Energy Efficiency*”, LLU, May 28th – 30th (2012), with a poster presentation „Risk management in renewable energy production”
6. In the International Scientific Conference „*16th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics – WMSCI 2012*”, Orlando, Florida,

- USA, July 17th – 20th (2012) with a presentation „Dynamic model of the farm producing biogas from agriculture biomass”
7. In the 3rd Joint Congress of World Latvian Scientists, in the session: Agriculture and Forestry Sciences: Possibilities and Challenges for the society development, LLU, Jelgava, October 25th (2011), with a poster presentation „Risku novērtējuma konceptuālais modelis biogenerģijas ražošanā”
 8. In the International Scientific Conference „The 15th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics – WMSCI 2011”, Orlando, Florida, USA, July 19th – 21st (2011), with a presentation „Conceptual Models of Risk Assessment in Renewable Energy Production in Latvia”
 9. In „The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHF)”, Sorrento, Italy, June 15th – 18th (2011), with a presentation „Risk assessment in renewable energy production using ANP”
 10. In „24th NJF Congress: Food, Feed, Fuel and Fun”, in the session: Biofuel and Biomass. Uppsala, Sweden, June 14th – 16th (2011), with a presentation „Risk assessment in biogas production”

Other research results are presented in **eleven** international scientific conferences:

1. In the 69th Conference of University of Latvia, in the session: Topicalities of organisation management, Riga, February 1st (2011) with a presentation „Mikro uzņēmumu darbības sociālo un ekonomisko risku izvērtējums, to mazināšanas iespējas”
2. In the International Scientific Conference „Eiropas integrācijas sociālā un ekonomiskā dimensija: problēmas, risinājumi, perspektīvas”. Daugavpils, 3rd – 5th of November (2011) with a presentation „Izaicinājumi ES valstīm un ekonomistu loma to risināšanā”
3. In the International Scientific Conference „6th International Scientific Conference The Application of Sustainable Development: Critical Assessment”. Klaipeda, Lithuania, September 30th – October 1st (2010), with a presentation „Risk Reduction as the Precondition for Sustainable Development”
4. In the International Scientific Conference „The 4th Jonas Pranas Alekša international scientific conference "Contemporary Rural Vision"”, Siauliai, Lithuania, September 23rd – 24th (2011), with a presentation „Possibilities for evaluation and reduction of social and economic risks in micro enterprises”
5. In the International Scientific Conference „11th International Scientific Conference Economic Science for Rural Development 2010”. Jelgava, April 22nd – 23rd (2010), with a presentation „Microcredit Movement as One of the Partnership Patterns”

6. In the International Scientific Conference „*International Scientific Conference Business, Management and Education 2010*”, Vilnius, Lithuania, November 18th (2010), with a presentation „The Role of Social Factors to Generate the Environment for Business”
7. In the International Scientific Conference „*The International scientific conference “Latvia University of Agriculture – 70”*”, Jelgava (2009), with a presentation „Application of the Analytic Hierarchy Process in Education and Research in Latvia University of Agriculture”
8. In „*The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP)*”, Pittsburgh, USA, July 29th – August 1st (2009), with a presentation „Using AHP for the evaluation of the economic stabilisation program in Latvia”
9. In the 67th Conference of University of Latvia, in the session: Topicalities of organisation management. Riga, February 5th (2009), with a presentation „Piena ražošanas riski Latvijā”
10. In the International Scientific Conference „*10th International Scientific Conference Economic Science for Rural Development*”. Jelgava, April 23rd – 24th (2009), with a presentation „Milk Production Risks in Latvia: Challenges and Solutions”
11. In „*NJF Symposium Risk Assessment of Global Agrifood Production Chains*”, Helsinki, Finland, November 5th – 6th (2008), with a presentation „Milk production risks in Latvia”

The results of the doctoral thesis are presented in **four** seminars:

1. In the scientific seminar *Ražas svētki „Vecauce 2013”*, LLU MPS „Vecauce”, November 7th (2013) with a poster presentation „Riski biogāzes ražošanā: novērtējuma rezultāti”
2. In the seminar „*Kukurūza biogāzei un lopbarības ražošanai, 2011*”, LLU MPS „Vecauce”, August 19th (2011) with a poster presentation „Risku novērtējuma konceptuālais modelis biogenerģijas ražošanā”
3. In the seminar „*Energy Futures: A BUP workshop on local energy solutions*”, Uppsala, Sweden, October 17th – 21st (2010) with a poster presentation „Energy resources in Latvia”
4. In the NJF seminar no. 435 „Risk and Crisis management in Nordic Agriculture”, Ultuna, Sweden, September 16th – 17th (2010) with a poster presentation „Implementation of the Risk assessment system for agricultural enterprises in Latvia”

INTRODUCTION

The use of renewable energy sources has become topical due to the increasing demand for energy, decrease of fossil energy resources and the efforts to reduce greenhouse gas emissions as well as to increase energy independence from the territories where fossil energy resources are available. Support for promotion of renewable energy production has become an important component of the EU's policy and is specified in the EU's political priorities. The EU continuously increases its political targets in its energy sector: reduction of carbon oxide emissions, increase of the proportion of renewable energy in its gross energy final consumption, as well as increase of energy self-sufficiency and energy security. The priorities integrated in Latvia's energy policy documents are in compliance with the EU's targets. Owing to the support mechanisms available in Latvia for biogas production, 38 biogas facilities with a total capacity of 42.93 MW_{el} operated in Latvia in 2013; of the facilities, 32 produced biogas from agricultural biomasses. Biogas production from agricultural biomasses was started in Latvia in 2008, and the support policy of the entire EU as well as that of Latvia has changed during these five years – currently the consideration of the amount of financial support for renewable energy production and the promotion of the production of energy that is generated not only from renewable energy sources, but also in accordance with the principles of bioeconomics is emphasized – its production is resource-efficient, competitive, and innovative, it does not reduce food supply, and it is compatible with environmental protection (Inovācijas ilgspējīgai izaugsmei..., 2012); besides, energy production has to be sustainable and both electricity and heat generated at cogeneration plants have to be used efficiently.

As the technologies of biogas production from agricultural biomass develop, risk assessment and risk management become necessary for farms producing such a renewable energy. The need for risk assessments has become particularly topical when discussions on changing the biogas policy in the EU, including Latvia, take place, which may influence the development of the sector in the future, as well as the operation of existing biogas facilities and their income level.

Research on the identification, systematisation, assessment, management and monitoring of risks is topical in a wide range of scientific and practical research directions, and both foreign scientists (*A. Giddens, U. Beck, O. Renn, S. Lash, F. Knight, N. Lhumann, T. Merna, F. Al-Thani, J. Zinn, N. Rescher, W.D. Rowe, F. Wharton, S. Trigilio, R. Flanagan, G. Norman, A. Froggatt, G. Lhan, R. Tusler, D. Jarvis, D. Matten, A. Sparrow, P. Caplan, U. Chinbat, M. Crouhy, R. Mark, D. Galai, K. Heldmain, B.C. Preston, J. Hardaker,*

R.B.M.Huirne, D. Hillson, R. Murray-Webster, B.Z. Kedar, V. Mazareanu, T. Olivier, R. Skjøng, И.Т. Балабанов, М. А. Рогов, Д. Синки, В. Шахов and Latvia's scientists (I. Arhipova, S. Arhipovs, J.Kaktiņš, M. Kudinska, G. Pettere, I. Voronova, P. Rivža, A. Stanka, D. Šantare, K. Špoģis, J. Šuškeviča, S. Zēverte-Rivža) have focused on it.

Human activity has always been subject to the influence of risks, but an understanding of the nature and role of risk in society and entrepreneurship has become a theoretical and practical topicality particularly at the turn of the 20th and 21st centuries and is closely associated with the ideas of two sociologists – *Anthony Giddens* and *Ulrich Beck*. In modern society, the real and intuitive influences of risks are also intensified by globalisation, technological progress, information availability, and lifestyle changes. Owing to these processes, risk management plays an increasingly greater role in such entrepreneurship areas as the investment and financial sector, transport and logistics, energy, and food manufacturing. Agriculture, too, is one of the industries that is subjected to risk due to weather conditions, diseases and pests, and changes in the prices of resources and final products. Yet, the use of a risk assessment methodology is not frequently applied in agriculture; therefore, the author's research will contribute to enhancing risk assessment and management in agricultural economics.

The research **object** is the farms producing biogas from agricultural biomass. The research **subject** is the risk management process in renewable energy production from agricultural biomass.

The **hypothesis** of the thesis is as follows: by identifying, assessing, and controlling the risks that affect renewable energy production on farms, their economic performance results may be more precisely forecasted.

The overall **aim** of the thesis is to identify and assess risks in biogas production on farms in Latvia as well as to develop a dynamic biogas production model with integrated risk factors.

To achieve this aim, the following research **tasks** are set:

1. to analyse the theoretical aspects of risks and the methods and process of risk assessment and management;
2. to examine the legal, institutional, and regulatory frameworks for renewable energy production in the EU, including Latvia;
3. to analyse renewable energy sources, incl. the theoretical aspects of biogas production and the production trends in the EU, including Latvia;
4. to identify the risks that affect biogas production on farms and to assess their significance level and their management alternatives;
5. to develop and approbate an optimisation model and a dynamic model for biogas production on a farm level with integrated risk assessment results.

In the elaboration of thesis the following research methods were used: for the analysis of theoretical aspects of risks as well as legal, institutional and regulatory framework and theoretical aspects of biogas production – monographic method, document analysis and synthesis. For the analyses of biogas production tendencies in EU and Latvia – statistical analysis (descriptive statistics, time series analysis, and correlation analysis). For the forecasting of the further development of the biogas production sector – a trend model with a confidence interval. But for the estimation of risk level and the effect of risks to farm economic performance – semi-quantitative risk assessment and mathematical modelling (optimisation and dynamic modelling).

To conduct the present research, the following information sources were used: legal acts of Latvia and the EU, special scientific literatures, Eurostat databases and information available in other databases, information available on the websites of the ministries of the Republic of Latvia (RoL), especially the Ministry of Economics (MoE), as well as of the European Commission, scientific publications in Latvian, English and Russian, as well as expert risk assessments.

Research limitations

The empirical part of the thesis assesses the significance level of risks on the farms that generate electricity from agricultural biomass by processing biogas. According to the definition of the European Parliament and of the Council, a farm is a single unit, both technically and economically, which has a single management and which undertakes agricultural activities within the economic territory of the European Union, either as its primary or secondary activity (Eiropas Parlamenta un Padomes..., 2008). In 2013 in Latvia, 32 farms (including only the facilities selling electricity under the mandatory electricity purchase obligation) produced biogas from agricultural biomass. In addition to an assessment of risks on the mentioned farms, the theoretical and legal justifications of all renewable sources were examined. The quantitative indicators of use of biogas were compared for producing biogas from agricultural biomasses, waste and sewage sludge, thereby giving general characteristics of the biogas production sector and the risks specific to it.

Given the various areas affected by risks, the approaches to defining, classifying, and assessing risks provided in the special scientific literature are different. In the context of the thesis, risk is defined as a combination of the probability of occurrence of an event and the significance level of negative effects caused by it; besides, a classification of risks and a risk assessment methodology for the given research object were developed.

Currency for calculations in the present research

The thesis was elaborated in the period from September 2010 to June 2013 when the national currency in Latvia was the lat (LVL); for this reason, the

calculations made in the thesis were performed in the national currency, and the results can be converted into euro currency according to the exchange rate set by the Bank of Latvia and the irrevocably fixed rate:
1 EUR = 0.702804 LVL.

Scientific significance of the research

The research conducted within the doctoral thesis supplements the research basis in management and agricultural economics in Latvia, summarising the scientific findings on risk management at the farm level, approaches to defining and classifying risks, as well as on risk assessment and management methods. For the first time in Latvia, an assessment of the risks in biogas production, the findings of which may be useful in further research on this sector, was performed. Besides, the modelling approach used in the dynamic model developed by the author – integration of risk assessment results in modelling economic performance – may be useful in research both in economics and in other sciences.

Economic significance of the research

The research findings, published in the thesis, may be useful for optimising a biogas production process and for managing risks in biogas production. A classification of risks and a risk assessment methodology developed by the author may be used in practically and regularly assessing risks at biogas facilities, as well as adapted to being used in other agricultural sectors. The dynamic model, developed and apporobated by the author, as well as the author's calculations may be suitable for planning the operation of biogas facilities and for forecasting their income.

Research novelties:

- the change in electricity production from biogas, the percentage distribution of the resources of raw material for biogas production, the support mechanisms and their intensity in the EU, including Latvia, were analysed;
- the effect of seasonality on the quantity of electricity generated at biogas facilities in Latvia was determined;
- a prognosis of electricity production from biogas in Latvia for the period of 2011-2014 was produced;
- the risks for biogas production from agricultural biomass were defined, a risk assessment was performed, and the risk management alternatives were analysed;
- an optimisation model and a dynamic model with integrated risk assessment results for biogas production were developed.

Theses to be defended:

1. The agricultural industry is affected by various risks and nowadays their effect has increased.
2. The support mechanisms of the EU and Latvia for fostering the exploitation of renewable energy sources positively affect the output of energy.
3. The production of renewable energy from biogas is innovative in Latvia, and it is mainly produced in small quantities by using raw agricultural materials.
4. The production of renewable energy from biogas is affected by a wide range of risks, including changes in Latvia's support policy for the promotion of renewable energy sources.
5. The integration of risk effects in the dynamic model for biogas production allows the data gained in the modelling to approximate characteristics of the operation of a real system, thereby enhancing the application of the model in forecasting.

1. THEORETICAL ASPECTS OF RISK MANAGEMENT IN AGRICULTURE

The chapter is 18 pages long and contains 10 tables and 3 figures.

The chapter deals with the theoretical aspects of identification, classification, and prevention of risks and the assessment of risks in agriculture and renewable energy production. *The following thesis is defined in the chapter: the agricultural industry is affected by various risks, and nowadays their effects have increased.*

1.1. Defining the term “risk” in social sciences

In the modern literature, the word “risk” is used to refer to the probability of occurrence of consequences, their extent, or a combination of the mentioned two parameters (Merna, Al-Thani, 2005). There are several definitions of risk that refer to both causes of risk and its potential consequences. After examining the definitions available in scientific literature, the author developed a classification of risk definitions into 3 groups: definitions focusing on uncertainty and not specifying the potential consequences; definitions dealing with the consequences of risk (the author sub-classified consequences, depending on their positive or negative outcome); and definitions referring to a combination of probability and consequences (positive or negative).

After analysing the “risk” risk in the scientific literature (Hardaker, Huirne, 2004, Renn, 2008, Pettere, Voronova, 2004, Arhipova, 2002, Šuškeviča, 2005, Boading, 2011, Definitions of Risk, s.a., etc.) and the principles set by German

sociologist Ortwin Renn (Renn, 2008) in defining risk, the author defines risk in her doctoral thesis as follows: *risk is a combination of the probability of occurrence of an event and the level of significance of a negative effects caused by it.*

Chronologically, the term risk evolved during 3 basic periods: pre-modernism, industrial modernism, and post-modernism. Even though an individual's actions have always been subjected to the influence of risk, an understanding of the nature of risk and the role of a risk in the society, particularly at the turn of the 20th and 21st centuries, has become a theoretical and practical topicality and is closely associated with the ideas of two sociologists – *Anthony Giddens* and *Ulrich Beck*.

In the context of defining risk, several conceptual approaches dominate, but in the context of risk management in agricultural, reflexive modernism (Beck, 1986, Giddens, 2000, Lash, 1996), systems theory (Luhmann, 1993), and rational choice theory (Jaeger, 2001, Renn, 1999) are most eligible.

The **term reflexive modernism** is used to describe the modern era and its transformation from modernism, with its characteristic industrialisation, to an increasing role of globalisation and individualism. As transnational forces such as cooperation and the influence of nongovernmental organisations (NGOs) increase, the role of state declines, society faces risks that cannot be controlled and managed (Beck, Giddens, Lash, 1994). This theory refers to the formation of the term “risk society”, describing modern society and its close association with threats of various types, compared with the previous development stage of society (Giddens, 1999, Beck, 1992, Caplan, 2000). In the context of risk management, the theory focuses on how uncertainty could be managed or what is the best way of managing it (but not a complete transformation from uncertainty to certainty, but as a management process for unavoidable uncertainties) (Zinn, 2005). The author believes that risk society is a very precise characteristic of modern society, not only because the influence of various risks increases, but also because a fast and comprehensive flow of information and knowledge about both local and global negative events is available. Therefore, a viewpoint emerges that society is constantly subjected to risks, although the majority of events do not directly influence all individuals who have access to information about these events.

Rational choice theory is based on an assumption that human actions are motivated by an opportunity to gain profit or, if generalising, all human actions are based on rational considerations and, when making decisions, potential gains and losses are considered beforehand (Scott, 2000). Therefore, it can be concluded that humans are able to act strategically by associating decisions with consequences, thus accumulating experience for assessing a specific risk. Rational choice theory is most widely used in the risk management in

economics (Renn, 2008). Yet, this theory has faced criticisms because it perceives an individual's life experience as a set of choices that do not sum up either in a short-term or historical context. For this reason, choices can be rational only in those limited cases when the context of a choice is stable. If generalising, both rationality and choice retreat in front of an empirical reality (Smelser, 1998). Rational choice theory does not refer to emotions and situations when individuals act irrationally as a result of their previous experience or certain influences. Therefore, the author shares the view of sociologist Neil Smelser, that individuals, when assessing the influence of risks, not always maintain their rationality and adapt their judgements both to their personal emotional preferences and to the views expressed by society and the media; for this reason, when making a risk assessment, independent opinions of several experts and a rational evaluation scale are preferable and helps to retain objectivity.

The third theory, on which risk management methods are conceptually based, is **systems theory**. Within systems theory, risk phenomena have been most extensively studied by German sociologist Niklas Luhman who externalised and internalised system-specific risks within social systems: external threats to a system are defined as dangers, while internal (i.e., manageable) are defined as risks (Luhman, 1990). Based on this classification, he explains the increasing concerns of society about the rising influence of risks or the emergence of the mentioned term "risk society": nowadays unmanageable risks or threats are often perceived as risks that are subject to human influence or as created by mankind, therefore, they are transferred from the external to internal level; for instance, climate changes that were historically associated with the supernatural, nowadays are often explained as a result of human activity (Renn, 2008).

1.2. Classification of risks

Likewise no single definition for risk exists, no single approach to classifying risks is employed. Owing to both strong links among risks and the interchange of risks, it is rather difficult to classify them. Analysing the scientific literature, the author encountered controversial classifications of risks and different approaches of various authors to classifying risks.

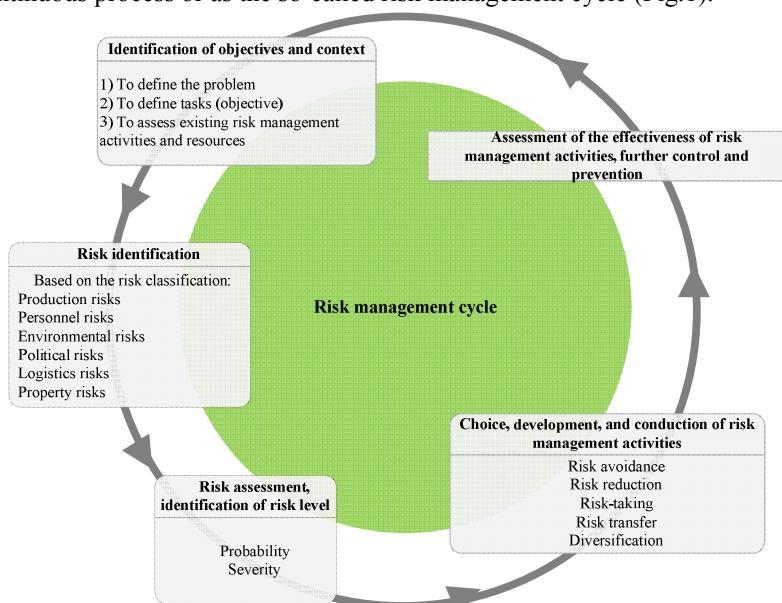
Since sources of risks in agricultural entrepreneurship are diverse and relatively widely spread across various agricultural activities in comparison with other industries, for agricultural entrepreneurship, including biogas production, it is advised to initially classify risks by their cause and then by their level of significance.

Analysing research on risk management in the field of renewable energy, dominant and specific risk groups may be identified. Mostly risks are classified

in technological, environmental, legislative, financial, and investment risk groups (Olivier, s.a., Financial Risk Management, 2004, Froggatt, Lhan, 2010, Ferraris, s.a.). Taking into account the mentioned facts and comparing the approaches to classifying risks, which are available in the scientific literature (Hardaker, Huirne, Anderson, 1997; USDA, Economic Research Service, 1999, European Commission, 2001, Šantare, Rivža, 2007, Rivža, Pilvere, 2012), the author developed a risk assessment system for evaluating risks in biogas production. In this system, risks are divided into 6 main groups: production, personnel, environmental, government policy, logistics, and property risks. In the further research on the process of biogas production, a detailed classification of specific risks affecting a production process was developed based on these main groups.

1.3. Risk management process

Risk management is understood as a set of methods, techniques, and activities that assist in forecasting risks to a certain extent and in designing activities to prevent them or to reduce their negative consequences (Rurāne, 2001). In an ideal case, risk management has to be carried out as a continuous process or as the so-called risk management cycle (Fig.1).



Source: author's construction based on Rivža 2012, Trigilio, 2006, Olivier, s.a., Guide to Risk Management, 2004, European Commission, 2001, Špoģis, 2005

Fig.1. Risk management cycle.

The risk management cycle consists of 4 key elements: identification of objectives and context; identification of risks; assessment of risks (identification of the risk level); and conduction of activities for further risk management. Risk management starts with identifying the objectives and context. Further, an identification of risks is performed – the source of a risk that endangers the operation of an enterprise or individual processes at the enterprise and can cause losses is identified. When identifying risks, information which is obtained while analysing the entrepreneurship environment and the enterprise's financial statements is used; often, if statistical information is not available, expert evaluation methods are employed in identifying risks. After the identification of risks is completed, the risks are assessed or the risk level – the probability of occurrence of a risk and the severity of consequences caused by the risk – is determined. Risk assessment is necessary to make an objective decision on further management possibilities for the identified risks. Given the specifics of the research object and access to information, the semi-quantitative approach to risk assessment, i.e. a qualitative or expert evaluation expressed in quantitative terms was employed in the present research. The risk level is determined as a combination of the probability of the risk assessed by experts and the loss caused if the risk occurs.

After the risk level is determined, activities are designed and implemented for managing the risks identified and assessed. The special scientific literature (Sparrow, 2000, Trigilio, 2006, Olivier, s.a., Guide to Risk Management, 2004, Špoģis, 2005, Pettere, Voronova, 2003, European Commission, 2001, Šantare, Rivža, 2007) provides 5 alternatives (methods) for further risk management: risk avoidance, risk reduction, risk-taking, risk transfer and diversification.

2. CHARACTERISTICS AND LEGAL FRAMEWORK OF THE USE OF RENEWABLE ENERGY

The chapter is 22 pages long and contains 8 tables and 9 figures.

The chapter defines and classifies renewable energy sources. The chapter examines the legal, institutional, and regulatory frameworks for the production of renewable energy in the entire EU, including Latvia, analyses the support instruments for renewable energy production, and compares the support intensity for different kinds of renewable energy in the EU Member States.

The thesis defined in the chapter: the support mechanisms for fostering the use of renewable energy in the EU and Latvia positively affect the output of electricity.

2.1. Renewable energy production resources

The term **renewable energy** is understood as energy produced in a way that does not exhaust natural resources or harm the environment. The term renewable energy focuses on the generation and uses of renewable energy, it is obtained from resources that are regenerative, thus never can be completely exhausted. Renewable energy is the energy that does not depend on the deposits of resources on the Earth, i.e. wind, solar, wave, tidal, hydro, and geothermal energy, as well as gases and biogases from waste deposit areas and sewage purification facilities, and biomass (the biodegradable fraction in food products, industrial and household waste, agricultural substances, including those of plant and animal origin, as well as production residues from forestry and related industries) (Atjaunojamās enerģijas izmantošanas...2012, Atjaunojamo energoresursu..., 2006).

Historically, economic development has always been closely associated with the availability and price of the energy resources. Yet, in the period from the end of the 20th century to the present, sustainability of energy resources – gradual replacement of fossil energy resources with renewable sources and higher efficiency in the use of energy – has been also emphasised. In the EU, including Latvia, the need for more extensive use of local renewable energy sources is affected by the wish to gain greater energy independence as well. The instruments to tackle the problems related to a wider use of renewable energy are integrated in the policy and legal documents of the EU and Latvia, involving introducing financial assistance to sell the electricity generated from renewable energy sources at a higher prices and co-financing the construction of energy production facilities.

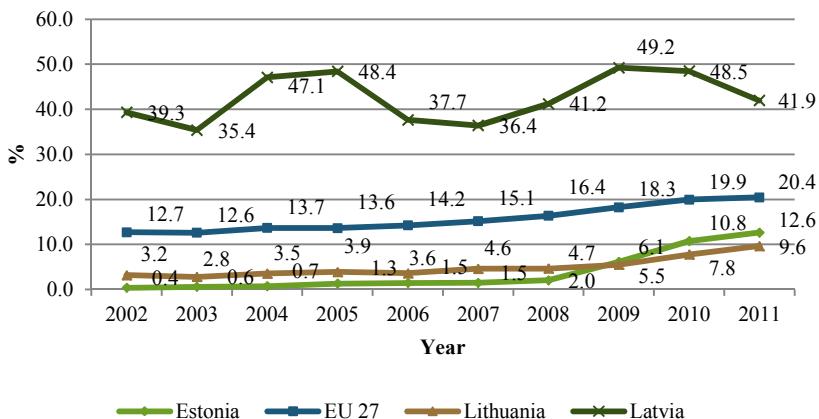
The mentioned support instruments have significantly promoted the use of renewable energy sources, including biogas, for energy production in Latvia. However, an analysis of the development of such energy facilities in Latvia suggests that producers of renewable energy have faced both institutional and technological problems, as well as problems with selling the produced electricity, which all cause risks to the whole energy production process.

2.2. Trends in the use of renewable energy in the European Union

After analysing the trends in the use of renewable energy sources in the EU-27 and individual Member States (Figure 2), it can be concluded, that on the whole, the share of electricity produced from renewable sources in the total consumption of electricity increases.

In the period from 2002 till 2011, it annually increased by approximately 8% and an increase from the base year (2002) reached 61%. Such a steady increase trend is not observed in Latvia, and its share of electricity produced from renewable sources in the total consumption of electricity is relatively

volatile. Compared with the two other Baltic States – Lithuania and Estonia, the use of renewable sources in the production of electricity in Latvia is higher. In Latvia, on average, 42% of electricity is produced from renewable sources, while in Estonia and Lithuania it is 3.7 and 5%, respectively; in the EU-27 this indicator is 15.7%. Since almost half of electricity is produced from renewable sources in Latvia, the percentage changes in its output, as a share of the total output of electricity, reflect changes in economic activity – in Latvia, most of the electricity produced from renewable sources is generated at the large hydro power plants (HPP), thus the output of electricity is steady and cannot be rapidly increased above the maximum production capacity. Therefore, as the demand for electricity increases, which occurs if the national economic growth rate rises, electricity has to be produced from fossil resources or imported.



Source: author's construction based on Eurostat, 2013

Fig.2. Output of the electricity produced from renewable energy sources in the EU-27, Estonia, Lithuania, and Latvia, as a % of the total consumption of electricity.

After analysing the percentage distribution of gross electricity consumption in Latvia in the period 1990-2011, electricity self-sufficiency, and the share of renewable energy resources in the national gross electricity consumption, the author concludes: since almost half of electricity in Latvia is produced at the large HPPs on the Daugava cascade: Rīga HPP, Plaviņas HPP, and Ķegums HPP, Latvia's electricity self-sufficiency and its share of renewable energy sources in the total consumption of electricity are high. Of the total gross national electricity consumption in 2010, only 11% were imported, while in 2011 it was 17%. Biogas production belongs to the group of distributed

generation along with the electricity generated at wind power plants, small HPPs, and other alternative electricity and cogeneration facilities. Even though the share of distributed generation is insignificant, it has steadily increased over the recent years from 1.1% in 1990 to 11.5% in 2011.

2.3. Legal framework for the use of renewable energy in the European Union and Latvia

The increasing demand for energy, the limited deposits of fossil energy resources, as well as environmental pollution and global climate changes led to an increased interest in renewable sources in the world over the recent years (Atjaunojamo energoresursu..., 2006). Support for the use of renewable sources has become an important component of EU policies and is specified in the EU's political priorities. However, not only a wider use of renewable energy sources, but also problems with a sustainable and balanced uses of resources have become topical at the EU political level. It is also evidenced by the 2012 European Commission (EC) strategy and action plan "Innovating for Sustainable Growth: a Bioeconomy for Europe" (Inovācijas ilgtspējīgaiizaugsmei..., 2012). The strategy aims to find balance among such factors as sustainable agriculture and fisheries, food security, and the use of renewable biological resources in industry, while at the same time preserving biodiversity and the environment.

The EU Member States follow the common EU policy, integrating the EU's policy priorities, set targets and support instruments mentioned in the EU policy documents in their national policy documents and legal acts.

At the national level, the key document that highlights the goal of the RoL in the use of renewable energy is the Guidelines for Energy Sector Development 2007-2016 (Enerģētikas attīstības..., 2006). To date, a common regulation for the use of renewable energy sources did not existed in Latvia's legal acts, dividing it between the legal acts for electricity production and biofuel production. Over the recent years, it was planned to make a separate law for the use of renewable energy sources – the Renewable Energy Law (developed by the MoE in 2010); it was completed in 2010, but at present the adoption of this law has been stopped. As an alternative to the mentioned law, the MoE proposed establishing a new support system for renewable energy production. Considering the current support system an excessive burden on consumers, in the period from September 10th, 2012 till January 1st, 2016, MoE closed the qualification for obtaining the right to sell the electricity under the mandatory electricity purchase obligation and the right to be paid a guaranteed charge for the electric capacity installed at cogeneration power plants in accordance with the Cabinet Regulation No 221 of March 10th, 2009. In addition, in the period from March 26th, 2011 till January 1st, 2016, the MoE

will not hold tenders to grant the right to sell the electricity produced at biomass, biogas, solar, or wind power plants under the mandatory electricity purchase obligation in accordance with Cabinet Regulation No 262 of March 16th, 2010 (Valsts politikas..., 2013; Enerģētika..., 2013).

Along with the new renewable energy law, the MoE also works on the sectoral policy document “Energy Sector Strategy 2030” (a strategy draft), but since no further sectoral policy documents are presently approved, the national long-term goals are unclear.

2.4. Support instruments for stimulating renewable energy production

To reach the targets set in both the international and national policy documents regarding the production and use of renewable energy, all the EU Member States use support instruments to contribute to reaching these targets. In the world, a government policy aiming to promote the production of renewable energy is set at least in 83 countries (41 developed/transitional economy countries and 42 developing countries) (Taxes and Incentives..., 2011). To promote the production of renewable energy, a total of four support mechanisms are employed in Latvia. Along with the mentioned guaranteed price under the mandatory electricity purchase obligation (Noteikumi par elektroenerģijas..., 2010) or so called feed-in tariffs, tax reliefs for electricity from renewables (Elektroenerģijas nodokļa likums, 2009), public (EU) co-funding for investment, and public tenders for the construction of new power plants or the reconstruction of existing ones (Noteikumi par elektroenerģijas..., 2010) are also used as support mechanisms in Latvia. Compared with the other EU Member States (by the maximum price limits), the prices for electricity produced from biomass and biogas, as well as for electricity produced at HPPs, under the mandatory electricity purchase obligation are relatively high in Latvia – the fourth and third highest price, respectively, among the EU Member States. The mandatory purchase component (MPC) or the so-called “green component” affects electricity consumers most directly; there were a rising discussions at both the political and public levels about the amount of the MPC and the procedure of setting it. The amount of MPC is determined basing on the price of electricity set in accordance with the mandatory purchase obligation, which depends on the type of energy source used for the production of electricity, the electric capacity installed, the number of hours the plant has operated, as well as the natural gas sales price. A difference between the price of electricity produced under the mandatory purchase obligation and the market price is compensated. It secures a certain purchase price for electricity producers regardless of the market price (Par elektroenerģijas..., 2012). As regards this support mechanism, problems arise from the number of permits, issued by the MoE, for increasing the electricity production capacities or for the

installing of new production equipment, which would cause a large burden on electricity consumers in terms of MPC and raise the price of electricity if all the planned projects are implemented. In its turn, it would reduce the competitiveness of enterprises, especially energy-intensive enterprises and decrease the purchasing power of households. To solve this problem, the Cabinet of Ministers agreed on introducing a tax on subsidised electricity (SET) on September 17th, 2013, thus taxing the amount of subsidies paid to electricity producers under the mandatory purchase obligation (Valdība nolemj., 2013). At present, the size of the tax is set at 10% of the subsidies paid to renewable energy producers under the mandatory purchase obligation; for producers of electricity from natural gas, the tax rate is set at 15%, while a 5% tax rate is set for heat producers supplying heat to a centralised heating system (Atbalsta likumprojektu., 2013). For biogas production, the tax rate is differentiated depending on the electric capacity installed at the facility, the type and origin of biomass, as well as the ratio of heat efficiently utilised. The introduction of this tax reduces the MPC burden on electricity consumers, but also the income of renewable energy producers. Since the tax actually changes the price of electricity sold under the mandatory purchase obligation, the author considers this measure not in a comply with the principle of legitimate expectations thus promoting distrust in political decisions and initiatives; however, a positive trait is that the law sets a differentiated rate in favour of the facilities that make use of by-products produced on the farm and efficiently use the heat generated.

3. PRODUCTION AND USE OF BIOGAS FOR GENERATION OF RENEWABLE ENERGY

The chapter is 24 pages long and contains 7 tables and 15 figures.

The chapter examines the theoretical aspects of biogas production and analyses the trends in biogas production in the EU and Latvia. It also provides a forecast of biogas production in Latvia for the period from 2012 till 2014, determines the effect of seasonality on biogas production, and presents calculations on the quantitative indicators of biogas facilities in Latvia.

The chapter's thesis is as follows: the production of renewable energy from biogas is innovative in Latvia, and it is mainly produced in small quantities by using raw agricultural materials.

3.1. Advantages of biogas production

Gaseous bioenergy resources (biogas) form as the result of biomass conversion. These resources are produced in microbiological processes – in anaerobic fermentation resulting in the production of methane. Biogas can be produced from such raw materials as manure, organic household waste, and

waste of large agricultural and processing enterprises (Adamovičs, 2012, Dubrovskis, Adamovičs, 2012, Dubrovskis, 2012, Atjaunojamo energoresursu izmantošana, 2010, Biogas Handbook, 2008, Naglis-Liepa, 2013, Abbasi et al., 2012).

Promoting the use of biogas for energy production is associated with several EU policy initiatives, such as increasing the use of renewable energy for the production of electricity and heat, energy independence, and reducing GHG emissions. Besides, one of the problems of modern society is the increasing amount of organic waste and residues produced by agriculture, industry and households, thereby management, processing, and reduction of waste is one of the policy priorities. Accordingly, energy production from biogas, which originates from sources, including agricultural waste fermentation, provides social and economic benefits, and it plays a significant role from both the bio-economic (Inovācijas ilgtspējīgai izaugsmei..., 2012) and energy policy perspective.

Micro-level gains are mainly associated with economic factors: revenues from selling the electricity produced; revenues from selling the heat generated in the cogeneration process and unused by the bioreactor or gains from using it on the farm, thus replacing fossil resources or gaining revenues from selling heat; use of the digestate obtained in the process of biogas production in fertilisation of fields, thus reducing the farm's dependence on artificial fertilisers and improving the quality of soil. A considerable fact is also the possibility to diversify the farm's income and reduce the seasonality of the income by selling the electricity. Overall, it can be concluded, that the integration of biogas production into the farm's production and processing processes provides positive effects both directly (direct income, reduction of expenses on fossil fuel, fertilisers, waste processing) and indirectly (improvement of the quality of agricultural land, income diversification, reduction of seasonality, etc.).

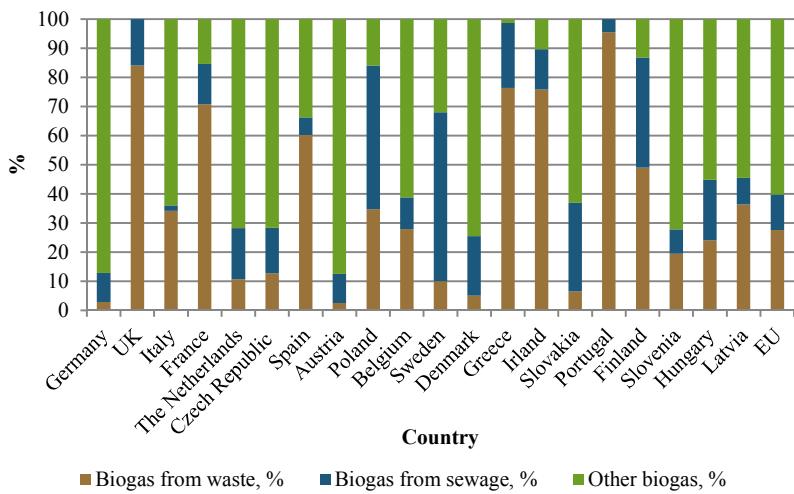
Main **macro-level gains** from biogas use are associated with the implementation of the EU targets in the use of renewable energy sources, as well as economic factors: production and processing of biogas creates new jobs and generates tax revenues for the national and local governments (personal income tax, VAT, real estate tax, etc.). It is important that the mentioned economic effects are regional, thus contributing to decentralising economic activities and developing rural territories in a sustainable way. However, environmental gains relate to ecological effects in the field of environmental protection and climate change mitigation.

A **criticism of biogas production** is often referred to the high price of electricity, which is presently paid by consumers, compensating for the MPC. It affects the competitiveness of Latvia's national economy, including the

creation of added value, and especially energy-intensive industries. The price of electricity also affects households, increasing the size of the social group being at risk of energy poverty (Rīcības plāns..., 2013, Par elektroenerģijas cenu..., 2013). Also the fact that biogas production competes with food and feed production is criticised (Granoszewski, 2011); therefore, it is important not only to produce energy from renewable sources, but to do it in accordance with the principles of sustainability and, at the political level, to support the production of energy mainly from local agricultural and forestry residues, by-products of processing and related industries, as well as organic waste, by using efficient transformation technologies. (Krug, 2012)

3.2. Development of biogas production in the European Union

Although the principles of biogas formation were researched during several centuries, the use of anaerobic fermentation in industrial purifying of sewage began only in the 1970s. It was mainly promoted by the hike of prices on fossil energy resources in the beginning of the 1970s and the higher standards for pollution control. (Abbasi et al., 2012) Nowadays biomasses of various kinds are used for biogas production, and the perspectives for biogas production are mainly associated with the recycling of food, industrial, and agricultural wastes.



Source: author's construction based on EurObserv'ER data, 2013

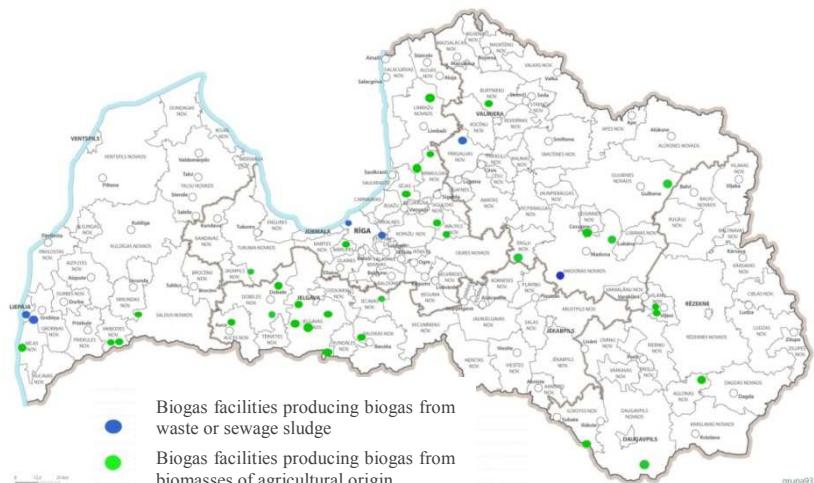
Fig.3. Percentage distribution of biogas by origin in primary energy production in the EU in 2011.

An analysis of the total output of biogas in primary energy production in the EU Member States in the period from 2006 till 2011 shows an increase in the output of biogas until 2010, while in 2011 the output of biogas decreased by 0.741 Mtoe (million ton oil equivalent) or 7%. In the period from 2006 till 2011 in the EU Member States, the output of electricity generated from biogas steadily rose, on average, at 3–5% a year. After analysing the percentage distribution of biogas by origin in the EU in primary energy production in 2011 (Figure 3), it can be concluded that it significantly differs among the countries. These differences in the percentage distribution of biogas by origin have the closest association with the biogas production support policy implemented and the support mechanisms applied in the particular country.

3.3. Development of biogas production in Latvia

In 2013 in Latvia, 38 biogas facilities produced biogas (only those facilities that sold their electricity in 2012 under the mandatory purchase obligation are referred to); of the facilities, 6 produced biogas from household waste or sewage sludge, while 32 used biomass of agricultural origin, sometimes combining it with agricultural or organic processing wastes (author's summarisation from the data of the permits for the pollution activities of the A and B category issued by the Environment State Bureau).

An analysis of the geographic location of biogas facilities (Figure 4) in Latvia shows a concentration of biogas facilities that uses biomass of agricultural origin in the regions of Zemgale and Pieriga.



Source: author's construction based on MoE and Environment State Bureau data, 2013

Fig.4. Location of biogas facilities in Latvia in 2012.

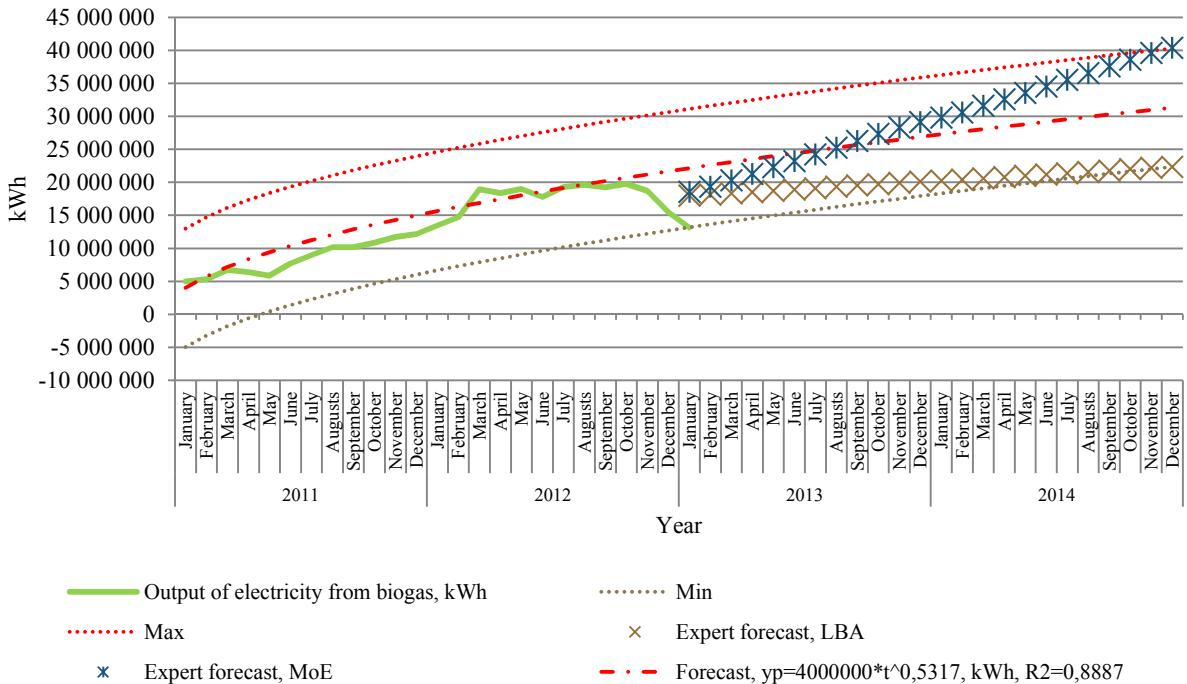
The biogas facilities using waste or sewage sludge are mainly located in the vicinity of cities: Riga, Liepaja, and Valmiera. The first biogas facility producing biogas from biomasses of agricultural origin was constructed on the LLU training and research farm “Vecauce” in 2008 (its installed electric capacity is 260 kW).

For the forecast of the output of electricity generated from biogas in Latvia for 2013 and 2014, a time series of the monthly output of electricity produced under the mandatory purchase obligation (kWh) in 2011 and 2012, as well as the forecasts by the MoE and the Latvian Biogas Association (LBA) were used. A trend method calculating critical values was employed, and a graphically appropriate trend model with the highest determination coefficient was selected, i.e. the power trend model with $R^2=0.888$, and its confidence interval was calculated (Vasermanis, Šķiltēre, Krasts, 2004; Šķiltēre, Krasts, 2005).

The expert forecasts were calculated based on the degree of implementation of the decisions on granting the right to sell electricity under the mandatory purchase obligation (hereinafter the decisions) to biogas facilities, as forecasted by the MoE. According to the forecast by the MoE, 70% of the decisions on biogas and biomass facilities will be implemented (Atjaunojamie energoresursi Latvijā, 2013).

But according to a forecast by LBA chairman A.Kārkliņš (Risinājums prognozējamai elektroenerģijas..., 2013), not more than 8% of the total number of decisions might be implemented in future. The forecasts by the MoE and the LBA outline the possibilities for further biogas development. According to the MoE, the forecasted increase in output comes close and exceeds the trend's maximum interval limit, while according to the forecast by the LBA it crosses the trend's minimum interval limit. The forecast obtained depicts the situation in the industry for the case if setting the guaranteed price of electricity sold under the mandatory purchase obligation, as well as a public tender for the construction of new electric facilities or the reconstruction existing ones is not stopped.

The author estimated (Zeverte-Rivza, 2013) that if the Latvian Biogas Association's forecast of the increase of amount of electricity produced from biogas and sold under the mandatory purchase obligation is fulfilled, the financial support above the market price of electricity will increase, from the base year (2012), by LVL 1.4 mln in 2013 and by LVL 4.3 mln in 2014. However, if the forecast by the MoE came true, it would increase by LVL 7.4 mln in 2013 and LVL 21.4 in 2014, assuming that the size of support remains at the level of 2012.

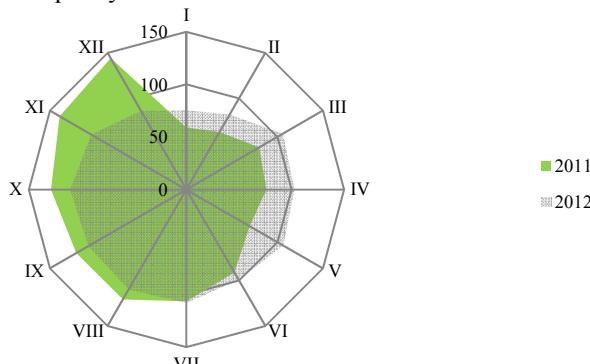


Source: author's construction based on MoE and LBA data

Fig.5. Output of electricity from biogas in Latvia in the period from 2011 till 2012 and the forecasted output, kWh.

Both in 2011 and in 2012, the greatest quantity of electricity from biogas, in kWh, was generated by “Getliņi EKO” Ltd, while among the farms producing biogas from agricultural raw materials, the greatest quantity of biogas, in kWh, was produced by “Agro Iecava” Ltd. The calculation of the quantity of electricity generated at biogas facilities, in MWh/year, relative to the facility’s installed capacity (the calculation is based on the production limit of 8000 h/year in accordance with Cabinet Regulation No 262 of March 16, 2010 “Regulations Regarding the Production of Electricity Using Renewable Energy Sources and the Procedures for the Determination of the Price”) showed that 100% and 99% installed capacity rates were achieved by the farm “Līgo” and RZS ENERGO Ltd, respectively, in 2012. The median rate of the capacities installed at biogas facilities was 71% in 2012. Therefore, one can conclude that in 2012, half of the biogas facilities achieved a capacity rate greater than 71%, i.e. higher than the average capacity of biogas facilities, which is a relatively high rate of achieved capacity.

After analysing the seasonality of output of electricity from biogas (Figure 6) and calculating the seasonality indexes, the author concludes that the most significant effect of seasonality on electricity production from biogas is observed at the beginning of the year – in January and February, and a negative deviation from the average monthly data exists until June, while from July to December the output of electricity is above the average monthly output level. The author considers that it is associated with the availability and quality of biomass used in biogas production. To biogas facilities, biomass of agricultural origin is less available and of poorer quality in spring months, while it is more available and of better quality in autumn months.



Source: author's construction based on MoE data, 2013

Fig.6. Seasonality of the output of electricity generated at biogas facilities and sold under the mandatory purchase obligation in Latvia in 2011 and 2012, %.

The calculation of the standard deviation for electricity production seasonality indexes for 2011 and 2012 reflected a decrease of the standard deviation from 30.6% to 11.9%, respectively, which indicated that the production fluctuations declined. The decrease in production fluctuations and seasonality is a positive trend, as it indicates the stabilisation of biogas production, which, in its turn, reduces production-related risks, such as, for instance, instability of microbiological processes in a bioreactor.

4. ASSESSMENT OF RISKS AND RISK MANAGEMENT ALTERNATIVES IN BIOGAS PRODUCTION

The chapter is 29 pages long and contains 9 tables and 21 figure.

The chapter describes the biogas production sector in Latvia, based on the experts' risk assessment, presents the results of the risk assessment, examines the most significant factors affecting economic activity, and summarises the risk management alternatives suggested by the experts.

The thesis defined in the chapter: the production of renewable energy from biogas is affected by a wide range of risks, including changes in Latvia's support policy for the promotion of renewable energy sources.

4.1. Assessment of risks in biogas production in Latvia

The author of the thesis identified risks in biogas production based on an analysis of the scientific literature (Olivier, s.a., Financial Risk Management, 2004, Froggatt, Lhan, 2010, Ferraris, s.a.) and by consulting experts – two biogas producers and a LBA representative. To obtain data for the risk assessment, the author conducted a survey of experts, which consisted of 4 question blocks: general information about the farm; biogas production; risk assessment; and socio-demographic information.

15 experts from farms producing biogas from agricultural raw materials were involved in the survey. Based on the technological specifics and differences in biogas production, representatives of power plants producing biogas from sewage or household waste were not involved. Therefore, the target group consisted of 32 farms (see Chapter 3), and the risk assessment survey covered 47% of the target group. The survey was conducted from February to April, 2013. In the block of general information, the experts provided the following information: the structure of their farm, the production sectors the farm is engaged in, the area of UAA, and the number of productive livestock.

An analysis of the survey results reflects the distribution of economic activities on the farms. The majority of the farms producing biogas are engaged in dairy farming (67%) and grain production (80%). The size of the majority of

the farms – 10 biogas farms and 6 related farms – is above 1 000 ha. On most of the biogas and related farms, the total number of livestock ranged from 501 to 1 000 – on 4 and 3 farms, respectively, while 3 farms in each group had more than 1 000 livestock. It can be concluded that the farms producing biogas are on average larger in size than other farms in Latvia, according to the available data of the Ministry of Agriculture (MoA) of the RoL on the use of UAA for 2012 (Latvijas Lauksaimniecība, 2012). It indicates that these farms have resources to provide their biogas facility with biomass. Three of the experts did not wish to disclose their farm annual turnover data, but the annual turnover of 12 farms whose data were disclosed ranged from LVL 850 thousand to 4.5 million. A turnover range of LVL 3.6 million may be explained by the fact that there are farms that produce biogas along with other economic activities, but there are farms whose biogas production is separated from other economic activities, thereby establishing a new Ltd. The range of farm employees is also considerable: from 2 up to 320.

Of the 15 questioned experts, 14 assured that their farm has used EU co-funding for developing their entrepreneurship. An analysis of how the use of co-funding has affected their economic activity showed that the farms that used EU co-funding rated this effect as very significant (40%) and significant (40%), while 20% of the representatives of the farms admitted that EU co-funding had an average effect on their economic activities. Such an intensity of use of EU co-funding and the expert rating of this effect indicates that biogas producers are open to new opportunities, competent, and ready to take risks. Investment in a large farm is often associated with financial obligations, which may cause financial risks to the farm. Such support instruments as EU co-funding or guaranteed electricity purchase prices reduce these risks, and they play an important role in further development of agriculture enterprises.

In the **block of questions on biogas production**, the experts answered questions on experiences in biogas production, the effect of seasonality, raw materials used to produce biogas and their origin, as well as the use of heat. Replies on the question about experiences in biogas production revealed that the majority of the farms produced biogas for one year (the modal value), 4 years was the longest period of biogas production, while 3 of the farms produced biogas for less than one year. It is a short period, therefore, their knowledge about this industry and related risks sometimes is insufficient and it is not possible to objectively refer to mistakes of other producers if trying to manage risks on a farm.

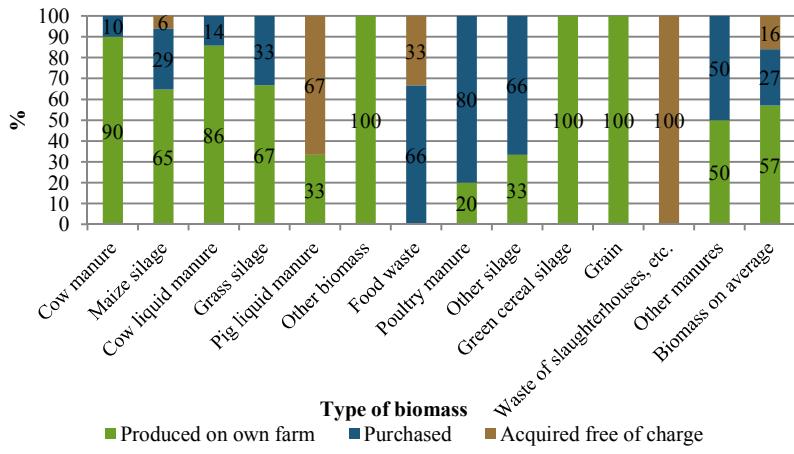
An analysis of the percentage distribution of the quantity of biomasses used for biogas production showed that livestock residues dominate, as 61% of the biomass used for biogas production was by-products of the livestock sector; biomass of plant origin was used almost half as much – 36%, while wastes of

various kinds accounted for only 2% of the quantity of biomasses. Such a percentage distribution of biomasses may be explained by the need to ensure an optimal combination of biomasses for biogas production, which, according to the literature review, consists of 60% of livestock manure and 40% of biomass of plant origin and biomasses of other kinds (Kalnīš, 2009). Such a combination of biomasses ensures both a high yield of gas and a high content of methane in biogas, which allows maximising the output of electricity and heat from biogas. Yet, the use of maize silage or another kind of silage, green biomass, or good quality grain does not comply with the principles of bioeconomics and “green” energy, as biomass is produced for its further use for biogas production instead of obtaining it from wastes of other economic activities.

Unfortunately, no legal framework, which would differentiate the support for biogas production, was created when the production of biogas started and a production support system was being established; instead, financial support was linked to the quantity of electricity produced, and, logically, for the purpose of profit maximisation, biogas producers use particularly this kind of biomass. This consideration should be taken into account if designing a future support policy for biogas use, and in case granting permits for the construction of biogas facilities is restarted, the support amount has to be differentiated depending on the kind of biomass used for biogas production and the possibilities for an efficient use of heat.

After analysing the origins of biomasses (Figure 7), the author concludes that biomass is mainly produced on the farm – 11 of the farms grow maize and produce maize silage and 9 use cow manure; it is a positive fact that biogas facilities are constructed in the vicinity of livestock farms, which allows processing the manure produced on these farms.

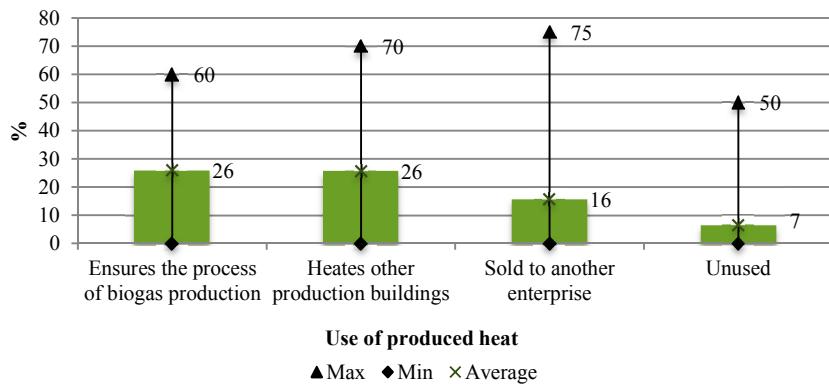
A trend is observed to diversify the acquisition of biomass – on some farms, one type of biomass, for instance, maize silage is both produced on the spot, purchased, and acquired free of charge from other producers of agricultural products. For free farms usually acquire waste products that need to be recycled – food and agricultural wastes, food processing waste, low quality silage or grain. It is often cheaper for producers to transport their by-products and wastes to a biomass facility rather than to recycle them into other products. Such cooperation ensures that agricultural production approximates the principles of bio-economics and provides environmental gains to both biogas producers and farms that dispose of waste; therefore, such cooperation should be especially supported by subsidising energy production.



Source: author's construction based on the author's risk assessment in 2013

Fig.7. Percentage distribution of the types of biomasses by origin and way of production for biogas production on the surveyed biogas farms in Latvia in 2013.

After examining the percentage distribution of use of heat (Figure 8), one can conclude that, on average, equal amounts of heat – 26% – are used for the process of biogas production and for heating other buildings.



Source: author's construction based on the author's risk assessment in 2013

Fig.8. Percentage distribution of the uses of heat generated in the cogeneration process on the surveyed biogas farms in Latvia in 2013.

A smaller amount or, on average, 16% is sold to another enterprise, while on average 7% of heat is not utilised. However, an analysis of the dispersion and maximum values of indicators shows that the largest dispersion in the use

of heat generated is observed for the item “sold to another enterprise”, 75%; besides, on average, this item accounts for only 16% of the heat produced. It may be explained by the fact that several biogas facilities do not sell their heat generated at all, while others sell all their heat that is not necessary for the biogas production process. On the whole, it can be concluded that most of the heat generated is efficiently used, and the biogas facilities that could not sell their heat before or utilise it for other economic activities seek to create such opportunities.

In the **risk assessment block**, the experts assessed 24 risks (Table 1) that were divided into 6 groups: personnel, production, property, logistics, environmental, and political or legislative risks.

Table 1
Risk classification for the assessment of risks in biogas production from biomass of agricultural origin

Risk code	Characteristics of the risk	Risk group
P1	Personnel's lack of responsibility	Personnel risks
P2	Personnel's low qualification and lack of experience	
P3	Violations of occupational safety rules	
R1	Low quality of biomass	Production risks
R2	Instability of microbiological processes in the bioreactor	
R3	Operational problems of the machinery servicing the biogas facility	
R4	Failures in the operation of cogeneration equipment	
R5	Interruptions in the consumption of biogas	
R6	Interruptions in the connection to the electricity distribution network	
R7	Interruptions in the consumption of heat	
R8	Delayed equipment service and availability of spare parts	
I1	Low external security of the bioreactor and other equipment	Property risks
I2	Fire and lightning risks	
I3	Risk of unavailability of financial resources, including loans, for investment in the farm	
I4	Financial obligation risk (problems with covering existing financial obligations)	
L1	Irregular supply of biomass	Logistics risks
L2	Problems with digestate storage	
L3	Problems with biomass storage	
L4	Accidents when transporting biomass	
L5	Accidents when transporting digestate	
V1	Problems with utilising digestate as a fertiliser for fields (effect of weather conditions, complaints by the local residents, etc.)	Environmental risks
V2	Environmental risks in utilising digestate as a fertiliser for fields	
Pol1	Changes in the energy policy	Political risks
Pol2	Changes in purchase prices of heat or electricity	

Source: author's construction

The risks were defined based on the author's review of scientific literature in Subchapter 1.2 and the classification of risks in renewable energy production. Like the other part of the survey, the risk assessment, was elaborated together with two biogas producers and the LBA representative.

The probability of risk occurrence (Table 2) was determined on a five-point scale. To raise the objectivity and comparability of the risk assessment, each point was assigned a meaning ranging from 1 – a very low probability that the risk occurs and it could happen only under special circumstances to 5 – it is almost certain, that the risk will occur at least once a month.

Table 2

Scale for the probability of risks and its characteristics

Probability	Scale	Characteristics of probability
Almost certain	5	It is almost certain that the risk will occur at least once a month.
Highly probable	4	It is very possible that it will happen within a month
Probable	3	It could happen within a year
Unlikely	2	It could happen but it is unlikely
Improbable	1	It could happen but only under rare circumstances
No relation to the particular enterprise	0	The enterprise does not perform activities related to the occurrence of this risk

Source: author's construction

The severity of risks (Table 3) was rated on a scale from 1 to 5 and also the scale for severity was explained. In this case, all possible kinds of losses are converted into financial losses; it enables obtaining comparable data and reduces the subjectivity of the expert's opinion. According to the definition of risks, a risk significance level was obtained by multiplying both parameters – probability of risk occurrence and risk severity.

Table 3

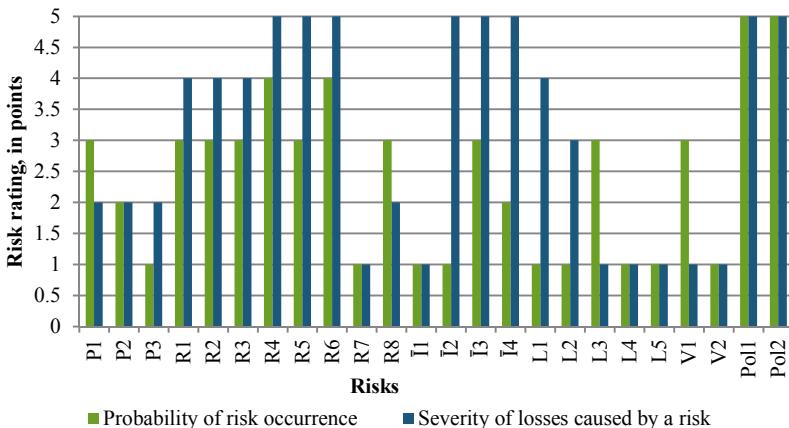
Scale for risk severity assessment and its characteristics

Loss	Scale	Characteristics of financial loss
Very significant loss	5	More than 25% of total budget
Significant loss	4	10–25% of total budget
Moderate loss	3	5–10% of total budget
Minor loss	2	1–5% of total budget
Insignificant loss	1	Less than 1% of total budget
No relation to the particular enterprise	0	The enterprise does not perform activities related to the occurrence of this risk

Source: author's construction

After analysing the obtained data, it can be concluded that the modal value of severity of all the risks is equal to 5, i.e. the risk severity level mentioned most often is stated as a very significant loss of more than 25% of the enterprise's total budget, while the average value derived from the modal values of all risk severity ratings is equal to 3, i.e., on average, at biogas

facilities, risks cause a loss of 5 – 10% of the enterprise's total budget. However, the modal and average levels of probability of risk occurrence are homogenous, 3 and 2.4, respectively, i.e. the occurrence of risks is possible, and the risks could happen within a year.



Source: author's construction based on the author's risk assessment in 2013

Fig.9. Severity and probability of risk occurrence in biogas production, on a scale from 1 to 5, for the surveyed biogas farms in Latvia in 2013.

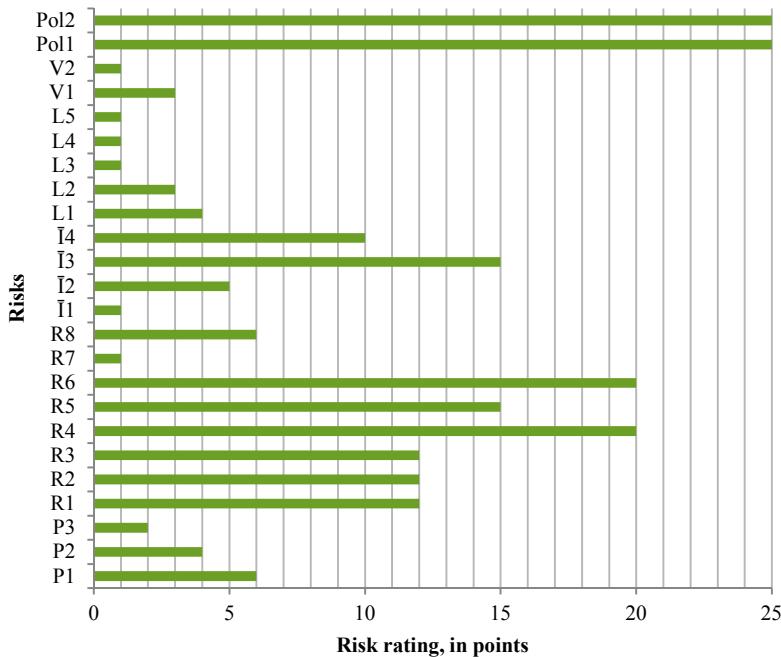
According to the experts, (Figure 9) the most significant risks were as follows: three production risks, most of the property risks (three), and all the political risks. Among the production risks: failures in the operation of cogeneration equipment (R4); interruptions in the consumption of biogas (R5); and interruptions in the connection to the electricity distribution network (R6). Among the property risks: fire and lightning risks (L2); and risk of unavailability of financial resources, including loans, for investment in the farm (L3); and financial obligation risk (problems with covering existing financial obligations) (L4). Both risks in the political risk group were recognised as very significant: changes in the energy policy (Pol1); and changes in purchase prices of heat or electricity (Pol2). On the whole, it can be concluded that such an assessment is objective and the mentioned risks, in the worst scenario, could cause such losses. Since there is a relatively small experience in biogas production, there is a chance that producers focus on their daily problems, and they have not yet faced environmental and logistics risks that might occur in the future; therefore, they are not aware of the significance of these risks. In the rating of risk occurrence, both political risks were recognised as the most probable: changes in the energy policy and changes in purchase prices of heat or electricity. It is a negative fact, as it reflects the instability of political

decisions and legislation process in Latvia. Even objectively knowing that the legal acts and political decisions binding upon biogas facilities do not cause risks so often, the higher level managers and professionals engaged in the field of biogas production have such an opinion. This risk assessment reflects subjective opinions of the experts, as described in risk assessment theory. If semi-quantitative and qualitative risk assessment approaches are employed, i.e., data are obtained from experts, it has to be taken into account that experts use the rational choice approach to risk assessment – rational choice theory is based on an assumption that individuals are able to act strategically, associating their decisions with consequences. (Jaeger et al., 2001, Renn et al., 2000) The experience in tackling a specific risk is accumulated; however, the negative aspects of such an assessment is the effects of subjectivity and stereotypes on experts' opinions, thus their negative experiences in other fields are transferred to an assessment of specific risks.

Consequently to the highest evaluated severity and probability levels, political risks had the highest significance level, reaching a score of 25 (Figure 10) – such risks are considered extreme risks and immediate actions should be taken for their management. Yet, as the author mentioned before, in this case the particular group risks mainly indicate the subjectivity of the experts' opinions and point to instability and distrust in political decisions in Latvia. Although the future support policy for renewable energy production was unclear at the moment of conducting the risk assessment (February till April of 2013), the author of the thesis did not see legally justified possibilities for affecting the electricity purchase price for biogas facilities that have already concluded a contract on electricity sales under the mandatory purchase obligation; half a year after the risk assessment was completed, the political rhetoric was focused on introducing a new tax on the subsidised amount of price paid to electricity producers under the mandatory purchase obligation (Subsidētās elektroenerģijas, 2013). The introduction of such a tax reduces incomes from electricity and confirms concerns about changes in the support policy. The political risks are also associated with the opinion of renewable energy producers, expressed by the public and media, which was inconsistent and which, to a great extent, resonated in political discussions, thus raising concerns about the possible change in the support policy. The effect of the political risks on this economic activity is considerable due to the fact that largely income from the biogas production depends on the mandatory purchase price, and the additional income of biogas facilities is relatively small.

The next highest score for the risk level belongs to the group of production risks, 12.25; such risk level corresponds to significant risks, and immediate actions have to be taken for their management. To the groups of property, personnel, and logistics risks, whose risk level ranges from 3.6 to 7.75

and corresponds to moderately significant risks, attention should be paid as well. The group of environmental risks has a score of 2, ranking the risks of this group in the group of tolerable risks; no active actions are required for the management of such risks, the risk level has to be monitored and prevention should be done if necessary. The low score for the risk level of this risk group could be also related to the short period of operation of biogas facilities', as no accidents occurred in relation to the particular risk groups, and the potential severity of these risks has not been comprehended. Accordingly, a risk assessment should be performed repeatedly – after a longer period of operation of the biogas facilities.

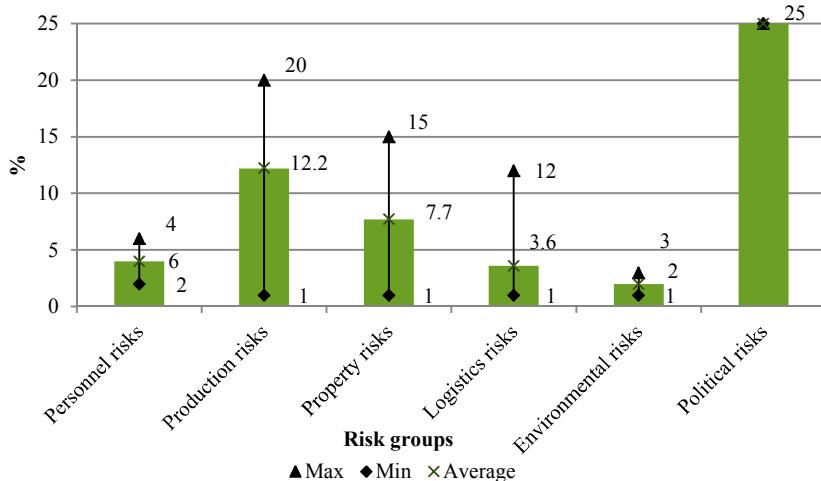


Source: author's construction based on the author's risk assessment in 2013

Fig.10. Significance level of risks in biogas production, on a scale from 1 to 5, for the surveyed biogas farms in Latvia in 2013.

To analyse the homogeneity of the experts' ratings, the author calculated the average, maximum, and minimum values for the experts' ratings of risk level, thus constructing Figure 11 that presents the dispersion of the experts' ratings of risk level. The greatest dispersion is observed for the group of production risks; this group includes a risk – interruptions in the consumption of heat –

which is a tolerable risk with a score of 1, while there are two risks that may be viewed as extreme, with a score of 20 – operational problems of the machinery servicing the biogas facility and interruptions in the connection with the electricity distribution network. Such results show the experts' particularisation of each risk and give a confidence about the objectivity of the reflection of a real situation in the risk assessment.



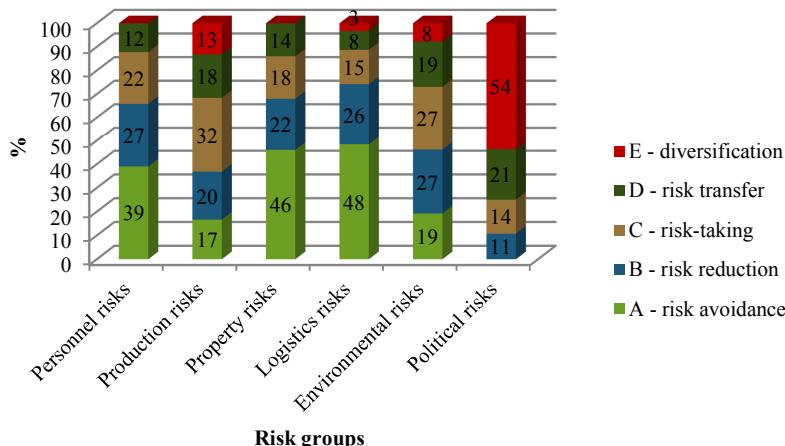
Source: author's construction based on the author's risk assessment in 2013

Fig.11. Dispersion of the significance level of the risk groups in biogas production, on a scale from 1 to 5, for the surveyed biogas farms in Latvia in 2013.

Answering the final question in the risk assessment block, the experts advised the most appropriate risk management instrument for each risk by choosing one of the following 5: A – risk avoidance, B – risk reduction, C – risk-taking, D – risk transfer, and E – diversification.

The data (Figure 12) show that the risk management alternatives suggested by the experts for each risk group differ rather significantly, for instance, environmental, personnel, and production risks are mainly advised to be reduced, as these risks can be relatively simply reduced at a low cost, whereas an entirely opposite assessment was given to the group of political risks, as these risks, from the perspective of a biogas producer, cannot be influenced and reduced. For the management of political risks, a third of the respondents proposed taking the risk, while the same number of respondents advised diversifying economic activity. Thus, even if negative changes take place in the energy policy, which cause risks to biogas production, other economic

activities would assist in compensating for and depreciating the accrued losses. The author believes that such an opinion of the experts reflects the practical risk management possibilities and show that the experts suggested different risk management techniques for each risk group, while examining their potential effectiveness and the possibilities for their use to manage specific risks.



Source: author's construction based on the author's risk assessment in 2013

Fig.12. Percentage distribution of the risk management alternatives in biogas production for the surveyed biogas farms in Latvia in 2013.

In the risk assessment survey, the factors hindering further development of entrepreneurship were also assessed, and these factors were classified into 3 groups: economic, political, and social or personality influence factors:

- economic factors involve both microeconomic and macroeconomic factors, such as price, demand, availability of premises, equipment, and employees;
- political factors include factors as guaranteed purchase prices and their stability, legislative changes, increase of electricity production capacities or availability of permits for the installation of new equipment, and availability of national and EU support;
- social factors refer to the potential internal risks that could result from the social influence factors included in the survey. Social risks are one of the least researched risk groups. They, to a great extent, depend on the individual's approach to knowledge. Since the (internal) risks caused by one's own activity often remain unnoticeable, the social risk position has to be formed by creating networks of knowledge with other

individuals who have a wider access to necessary information about risks (Beck, 1992).

After examining the factors that hinder the development of entrepreneurship (Table 4), the author concludes that the most essential effect on the further development of entrepreneurship, according to the experts, is made by the political risks. It is confirmed by what the author stressed regarding the expectations of changes in legal acts and the problem of instability, as well as the low trust of entrepreneurs in political decisions and their stability.

Table 4
Summary, classification, and average ratings, on a scale from 0 to 5, of the factors hindering the further development of entrepreneurship for the surveyed biogas farms in Latvia in 2013

Factors hindering the development of entrepreneurship	Factor group	Rating
Lack of financial resources	Economic	5
Lack of premises/equipment		2
Lack of demand for heat generated		2
Price of heat generated		3
Lack of demand for other products (if produced)		2
Price of other products (if produced)		2
Lack of employees		3
<i>Average rating of the economic factors:</i>		2.7
Guaranteed electricity purchase prices	Political	5
Changes in guaranteed electricity purchase prices (instability)		5
Changes in the legislation		5
Availability of permits		5
Availability of EU support for investment in the farm		5
National support for economic activity (subsidies, etc.)		5
<i>Average rating of the political factors:</i>		5
Lack of entrepreneurial ability	Social	3
Lack of knowledge and information on possibilities for entrepreneurship development		2
<i>Average rating of the social factors:</i>		2.5

Source: author's construction based on the author's risk assessment in 2013

The data obtained in the risk assessment survey reflect the roles of legislative and political risks and affecting factors in entrepreneurship and its further development. Without creating a stable, well-structured, and predictable sectoral policy, entrepreneurship, according to the experts, is subject to very significant risks. Such an assessment indicates the sector's great dependence on political decisions, as this sector receives national and international financial aid through two support mechanisms: the EU's support for investment and feed-in purchase prices of electricity generated under the mandatory purchase

obligation; besides, entrepreneurial actions in the sector may be started only if a MoE permit for increasing electricity production capacities and a permit for the installation of a new equipment is granted (in accordance with Cabinet Regulation No 883 of August, 11th, 2009). For this reason, the operation of the biogas production sector's enterprises significantly depends on political priorities that are presently unclear.

4.2. Use of fuzzy variables in the estimation of numerical values of risk assessment

The author uses fuzzy set theory to transform the obtained linguistic risk assessment by two variables: probability and severity to fuzzy variables. Thus, the values of risk assessment are numerically defined through fuzzy variables and may be used in the further integration in the dynamic modelling. For this calculation, the triangular fuzzy function was selected as it is appropriate for depicting particular linguistic variables of five grades and may be effectively employed to make interpretations of simple linguistic variables (Torfi et al., 2010). Since defuzzification numbers are calculated from the values of risk probability and severity; according to the experts' risk assessment, they reflect the risk assessment described above. The numerical values of risk level are further used in dynamic modelling by integrating them into the simulated biogas production process as stochastic variables with a normal distribution.

5. THE USE OF DYNAMIC MODELLING IN THE ESTIMATION OF RISK INFLUENCE IN THE BIOGAS PRODUCTION IN RURAL ENTERPRISES

The chapter is 26 pages long and contains 6 tables and 17 figures.

The chapter describes the development and approbation of a dynamic model with integrated risk factors affecting the biogas production process, as well as a calculation of income from biogas production after the introduction of subsidised electricity tariffs.

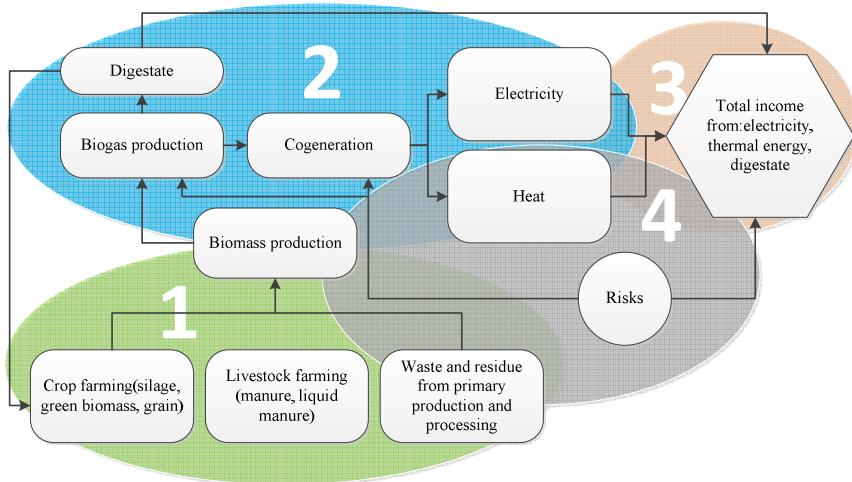
The thesis defined in the chapter: the integration of risk effects in the dynamic model for biogas production allows the data gained in the modelling to approximate characteristics of the operation of a real system, thereby enhancing the application of the model in forecasting.

5.1. Dynamic modelling and its application in risk management

From the author's point of view, the biogas production may be perceived as an integrated part of a farm's production cycle; therefore, the farm that produces biogas is viewed from the perspective of systems theory (Blumberga et al., 2010, Skyttner, 2001, Von Bertalanffy, 1972, Ackoff, 1981).

The author depicted the systemic approach and the interrelation among the farm's economic activity processes by dynamic modelling, developing a model of a farm that produces biogas.

The dynamic model developed by the author depicts the biogas production process on a farm, including the risks that emerge in the biogas production process. Hypothetically, a biogas production system is defined based on the survey of the experts and graphically presented in the structural scheme of the model for biogas production from agricultural biomass in Fig.13. It shows the division of the biogas production process into 4 blocks: the first block involves biomass production from products of plant, livestock origin, and waste. The second block involves biogas production and cogeneration, which results in heat and electricity; the third block is the total income block. Along with electricity and heat, digestate, which forms in the biogas production process, also generates income. But the fourth block involves all the risks influencing biogas production and affecting individual processes in all the other blocks.



Source: author's construction

Fig.13. Structural scheme of the model for biogas production from agricultural biomass.

A structural scheme for biogas production gives insight into the structure of the system analysed and the conditions based on which the system functions, which allows completing the formulation of the model by setting the aim and the dynamic hypothesis of the model.

The **aim of the model** is to depict a system that is subject to the effects of various risks and to identify the overall significance of these effects and that of individual risk groups.

Hypothesis: the integration of risks into the dynamic model raises its stochastic characteristics and allows the model to approximate a real biogas production process.

5.2. Development of a dynamic model for biogas production on the LLU training and research farm “Vecauce”

For modelling, the author used several data sources. Mainly, the quantitative indicators of the biogas production process on the LLU training and research farm “Vecauce” were used: amount of crop biomasses grown and amount of manure from livestock. Several theoretical indicators that determine the biogas production process, for instance, yield of biogas from a particular kind of biomass, energy output, and heat to electricity ratio were obtained by summarising theoretical information on these processes. Risk level values were calculated based on the survey of the experts. In addition to modelling the use of biomasses on the farm “Vecauce”, the model also simulates the use of waste for biogas production. The biogas facility’s electric capacity is 260 kW_{el} and its thermal capacity is 310 kW_{th}.

The model (Fig.14) involves two flows: biogas production resulting in biogas and cogeneration resulting in energy. The biogas production flow is connected with the biomass variables used in the model, their rates, the output of digestate, as well as the personnel, production, and environmental risks. The cogeneration flow is connected with the output of biomass, which determines the amount of electricity and heat generated, the sales price, and the total income. Like the above-mentioned flow, this flow is connected with the personnel and production risks, and also the political risks.

A linear optimisation was performed to calculate the amount of biomass of plant origin. It was taken into account that crop farming primarily provides livestock farming with feed, i.e. biomass for silage and haylage. Crop farming provides the biogas facility with maize and grass biomasses, the rest of free arable land is used for growing gains and rapeseed. An optimisation of the use of arable land is performed according to the task of linear optimisation: to find the values of binary variable x_{ijt} if the j-th crop’s yield a_{ijt} in the t-th year in the i-th land area, the product unit price c_{ijt} , the land area l_{ijt} are known, so that the total income z from crop farming reach a maximum value:

$$z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{t=1}^T c_{ijt} a_{ijt} l_{ijt} x_{ijt} \rightarrow \max$$

Under the following conditions: $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ijt} l_{ijt} x_{ijt} \geq A_{jt}, \quad t=1,2,3,\dots,T$ the demand for crop products is minimum;

$$\sum_{i=1}^n l_{it} x_{ijt} \leq L_t, \quad \text{the limit of arable land in the } t\text{-th year, where } L_t \text{ is the total area of arable land in the } t\text{-th year;}$$

$$\sum_{t=1}^T x_{ijt} \leq 2 * (T / 3), \quad \text{the limit on crop rotation in the } i\text{-th land area at least every 3 years;}$$

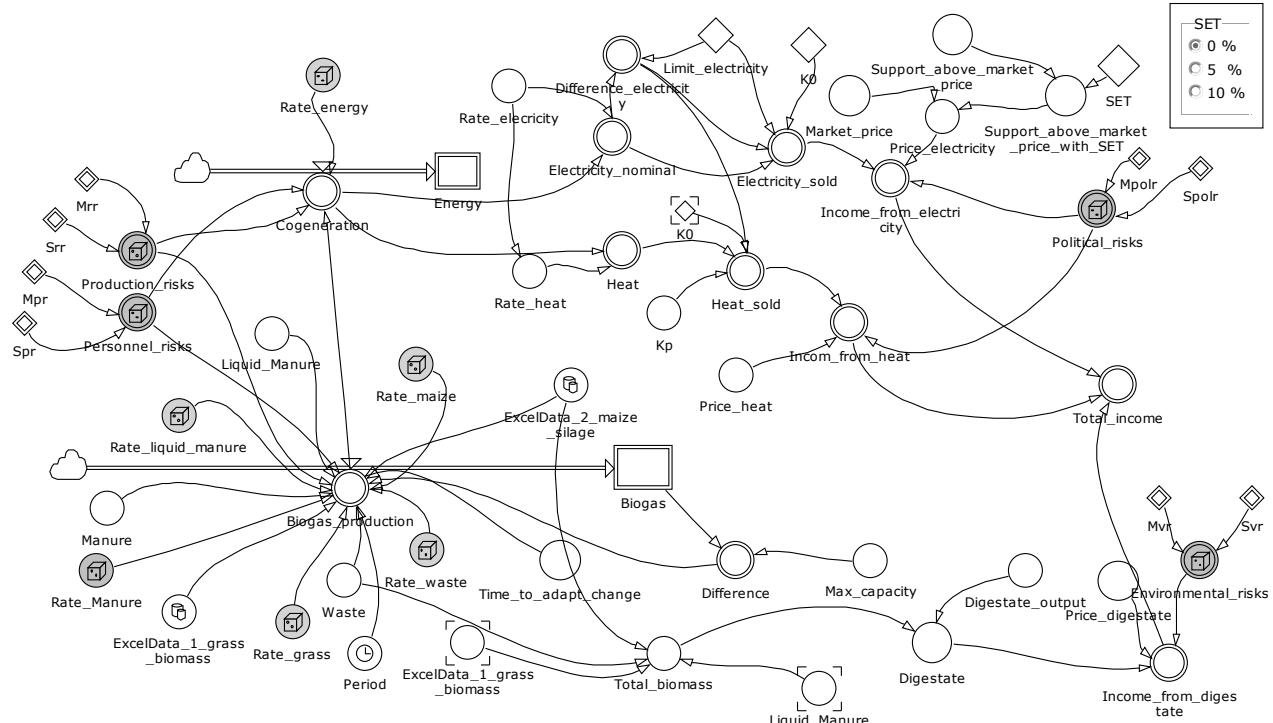
$$x_{ijt} = \begin{cases} 1, & \text{if in } t\text{-th year, in } i\text{-th land area, } j\text{-th crop is sown} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

The need for the j -th crop in the t -th year – A_{jt} – is determined by the needs of livestock farming and biogas production, which is simulated in the dynamic model. The quantity of biomass that is needed for biogas production can be supplied according to the needs by increasing either the area sown with maize or the grass area, yet, a priority is the supply of feed for dairy cows.

The amount of manure is determined by the number of dairy cows on the farm. The farm “Vecauce” keeps 500 dairy cows, for biogas production, 14 600 t of liquid manure and 300 t of manure from the calf-shed are annually consumed.

The distribution of biomass in the biogas production model is chosen according to the annual consumption and composition of biomass on the farm “Vecauce”, and the author compared it with the amount and composition of biomass suggested by A.Kalniņš (2009) and K.Naglis-Liepa (2013), concluding that the distribution of biomass is close to the optimal. A biogas yield with a normal distribution is assigned to each of the biomasses, it is calculated as a mean value, based on several yield rates available in the scientific literature (Kalniņš, 2009, Dubrovskis, 212, Bioenerģijas tehnoloģijas, 2011), while the normal distribution is determined by the standard deviation, calculated from the biogas yield rates.

The biogas production process is followed by the cogeneration process, which is affected by the output of biogas and its energy value, which, in its turn, is determined by the content of methane in biogas. According to the literature, the content of methane to be obtained from the biomasses chosen in the model ranges from 52 to 60% (Kalniņš, 2009, Bioenerģijas tehnoloģijas, 2011). Accordingly, 5.5 kWh of energy can be generated from one m^3 of biogas. Since the output of energy may change depending on the biomass used and its methane content, in the model the energy output rate is assigned a normal distribution with a standard deviation of 0.2 kWh/ m^3 .



Source: author's construction

Fig.14. Flow diagram for the dynamic model in biogas production.

For the integration of risks in the biogas production process simulated in the dynamic model, three scenarios are set:

- A0 – the influence of all risks is included;
- A1 – only the influence of political risks is included;
- A2 – risk influence is not included.

The elaboration of the mentioned scenarios and their inclusion in the simulation reflects the overall risk effects and effects of a separate risk group on the process of biogas production. Thus allowing to estimate the potential risk influence and chose rational risk management alternatives.

In addition to risk influence scenarios, two scenarios for SET with a rate of 10 and 5 per cent are included in the model. In opposite to the risk influence scenarios, it is possible to switch SET scenarios, and choose one of SET rates in each simulation attempt.

By validating the model, the model's output data were compared with the two indicators of the real system: electricity generated and sold under the mandatory purchase obligation in 2012, kWh/year, and income from this electricity. These indicators were chosen for the validation, as the data are precisely recorded when selling electricity under the mandatory purchase obligation.

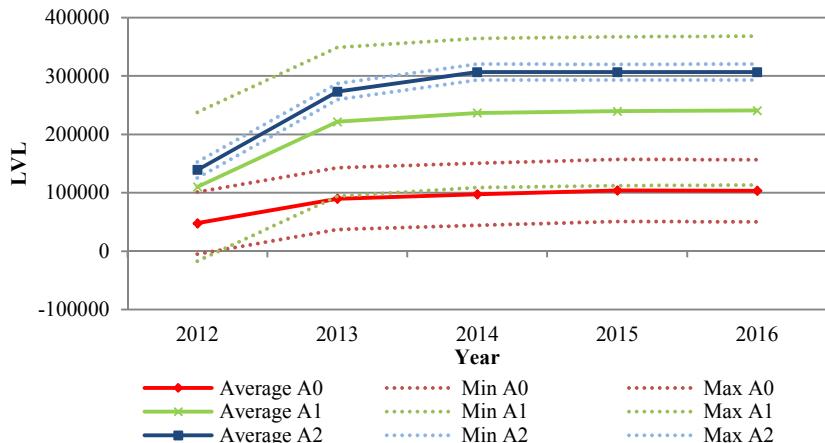
After analysing the output data, it can be concluded that for the first year of simulation, the most precise data were obtained from scenario A2, which does not include the effect of risks; the deviation of this scenario from a real system's data is only 2% for both parameters. But in the further simulation, according to the dynamic hypothesis, the data produced by this scenario is rather optimistic, and significantly differ from the base results.

However, in the scenarios that involve risks, the risk effect initially seems to be insignificant, but this effect is included as a variable with a normal distribution and changes from year to year; therefore, it has to be analysed for a longer period. It can be concluded that the model is useful in forecasting and in general, it produces credible data that, if certain risks are included in the simulation, maximally approximate a real system.

5.3. Results obtained in the dynamic modelling and their analysis

Based on the data obtained in the dynamic modelling, changes in the output of biomass and the economic indicators – income from electricity, heat, and digestate and the total income – were analysed. As several stochastic variables create changes in the obtained results in each simulation, to determine the average values and the distribution interval of the results, the author accumulated simulation results for 97 simulation attempts.

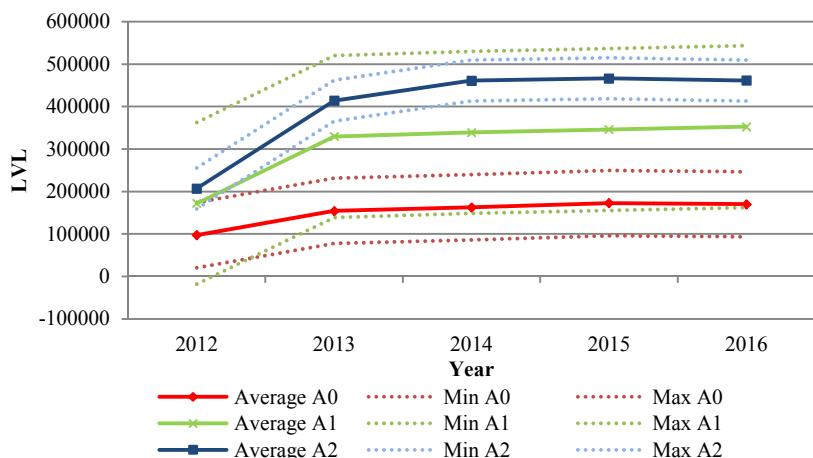
Figure 15 the average results for the income from the electricity for the three scenarios included in the model.



Source: author's construction

Fig.15. Average income from selling the electricity for the three (A0..A2) scenarios included in the module, LVL/ year, N=97.

For this variable, the highest average results are reached in the scenario A2, but the highest distribution of results – in the scenario A1, its minimal limit reaches the average level of the results for the scenario A0, but the maximal limit exceeds both the average and the maximal level of results for the scenario A2.



Source: author's construction

Fig.16. Average total income for the three (A0..A2) scenarios included in the module, LVL/ year, N=97.

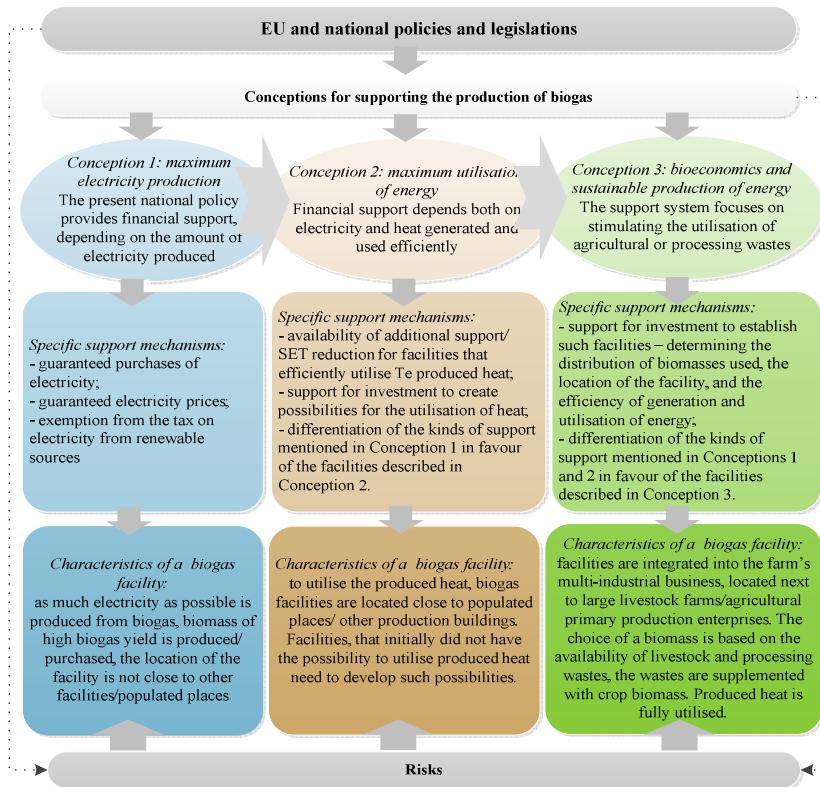
After analysing the total income from selling electricity, heat, and digestate (Fig.16), it can be concluded that, similarly, as in the results reflected in the Fig. 15, the lowest result are for the scenario A0, while scenario A1 produces volatile results, but the results of the scenario A2 shows the closest homogeneity and overall, the highest results. In both cases, the results for the scenario A1 may be explained by the fact that these indicators are affected by the political risks, which, according to the experts, have a high influence; these risks are included in the model as a variable with a normal distribution. Therefore, it can be assumed, that the years when the indicator sharply decreases are the periods when the risk makes its impact at the maximum value of the variable, which corresponds to the model's hypothesis.

It can be concluded that the integration of risk influence into the dynamic model reduces the results, and the model's data approaches the real performance results of the farm. The risks in the model are included as stochastic values with a normal distribution and their parameters (the mean value and the standard deviation), were obtained from the experts' risk assessment. Therefore, by changing these coefficients, it is possible to forecast the farm's performance results and their relation to the existing risks. If a potential loss or a lower profit is expected, it is possible to choose risk management alternatives more successfully and to consider which risks have to be transferred (for instance, which risks have to be insured) or reduced, but which risks should be up-taken, thus considering the potential consequence of risk occurrence.

5.4. Biogas production development prospects and risks in Latvia

The prospects for developing biogas production mainly depend on the future energy policies of the EU and Latvia and the support instruments available to producers. To examine the potential development perspectives, the author developed three conceptions of support to biogas production (Fig. 17): Conception 1 – maximum electricity production; Conception 2 – maximum utilisation of produced electricity and heat; and Conception 3 – bio-economics and sustainable production of energy.

The author considers the Conception 3, to be the most suggestible for the future support policy – support to the facilities that are integrated into the farm's multi-industrial business and located besides large livestock farms/agricultural primary production enterprises, thus combining crop and livestock farming with agricultural processing. Since such a choice of biomasses leads to a lower yield of biogas, and, in its turn, to a smaller amount of electricity and heat, rational support mechanisms would be necessary to stimulate the choice of the mentioned biomasses.



Source: author's construction

Fig.17. Conceptions for supporting biogas production in Latvia.

Even though the present support instruments match the characteristics of those described in Conception 1, there are several biogas facilities in Latvia that are engaged in the kinds of activity of biogas facilities described in Conceptions 2 and 3. However, if designing a future support policy, it has to be taken into account that not all facilities are able to adapt to changes in the support policy. It is possible to adapt the facilities fitting Conception 1 to the operational parameters mentioned in Conception 2, but it is not always possible to change their operation to fit the activities supported in Conception 3. Accordingly, while designing a future support policy, it is important to ensure the legitimate expectations of existing facilities and the stability of the appropriate support mechanisms, but any changes in the support policy have to be attributed to the new facilities that have not yet started their operation.

The greatest share of income of biogas producers is made up of the income gained from selling electricity under the mandatory purchase obligation. Therefore, the greatest risks in biogas production are associated with changes in the support policy and mandatory purchase prices. In the risk assessment, the biogas producers regarded these risks as the most significant ones, as reflected in Chapter 4. The mentioned risk forecasts come true on January 1st, 2014 when subsidised electricity tariffs (SET) are introduced based on the decision of the Cabinet of Ministers of September 17th, 2013; the support paid to subsidised electricity producers under the mandatory purchase obligation will be taxed (Subsidētās elektroenerģijas..., 2013). On the whole, such a tax reduces the burden of MPC on electricity consumers, but, at the same time, reduces renewable energy producers' income. To identify the SET effect on biogas producers, the author calculated changes in the planned size of support after the 10% tax rate is applied. The 5% tax rate was not calculated for all producers, as it is applied to individual producers that meet the requirements set by Section 5.4 of the Subsidised Electricity Tax Law. According to the calculation results, the average rate of support will decrease from LVL 0.104 to 0.094 per kWh after the 10% tax rate is applied. The total amount of support will decline by LVL 2.2 mln, while the average amount of support per facility – by LVL 58.6 ths. The most essential financial effect due to the reduction of support is observed for large biogas facilities: the income of "Getliņi EKO" Ltd will decrease by LVL 276 ths, while that of "Agro Iecava" will reduce by LVL 140 ths. The government's total revenue from SET is expected to be LVL 105.6 mln in the period from 2014 till 2017 (LVL 24.0 mln in 2014; LVL 25.9 mln in 2015; LVL 27.9 mln in 2016; LVL 27.9 mln in 2017) (Komplekss risinājums., 2013).

These tax changes reduce consumer payments on electricity, but also the entrepreneurs' motivation to start or expand the use of renewable energy sources for electricity production. Besides, it is a precedent for the reduction of income from electricity without reducing the mandatory purchase prices, thus increasing uncertainty about future political decisions, as the tax rate may be relatively easily changed and cannot be controlled from the perspective of producers in contrast to the mandatory purchase obligation, under which a contract on electricity sales is concluded.

Since incomes from electricity sales would decline, the author estimated the maximum income biogas producers can gain per 1 MW if producing and selling electricity, heat, and digestate. Since both the 10% and 5% SET rates may be applied to biogas producers, the calculation was performed for both these rates. The application of the 10% SET rate reduces the income of producers by LVL 83.2 ths per 1 MW of electric capacity, while the 5% SET rate – by LVL 41.6 ths. According to the author's calculation (Table 5), given

the capacity of the farm “Vecauce”, the farm’s income will decline by LVL 24 ths if the 10% SET rate is applied, and this income reduction could be offset by selling either approximately 27% of the heat generated by the farm (669600 kWh) or about 65% (11 ths t) of the digestate. Yet, if the 5% SET rate is applied, incomes will decrease by LVL 12 ths, and it could be offset by selling either approximately 14% of the farm’s heat (347 200 kWh) or about 32% (5.9 ths t) of its digestate.

Table 5
**Incomes of the biogas facility on the LLU training and research farm
“Vecauce”**

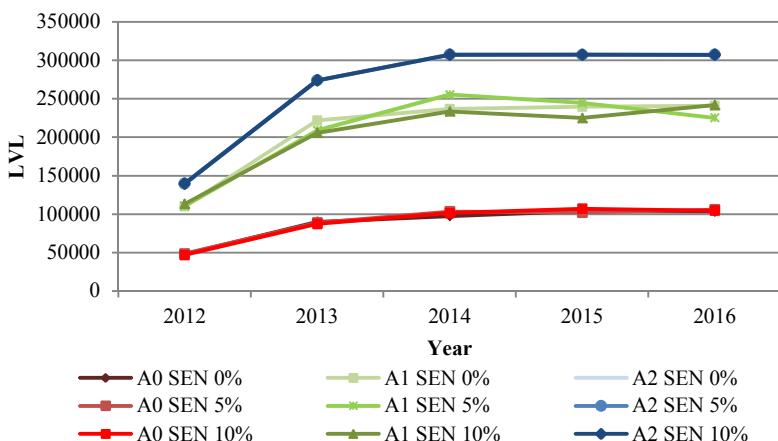
Income source	Units per year, LLU farm „Vecause”	Average price per unit	Total income, LVL/year
Electricity, kWh	2 080 000	0.149	311 584
Electricity at the 10% SET, kWh	2 080 000	0.138	287 248
Electricity at the 5% SET, kWh	2 080 000	0.144	299 416
Heat, kWh (55 %)	2 480 000	0.037	91 760
Digestate, t	18 450	2.1	38 745
<i>Total income, no SET</i>			442 089
<i>Total income at the 10% SET</i>			417 753
<i>Total income at the 10% SET, digestate excluded</i>			379 008
10% SEN			24 336
<i>Total income at the 5% SET</i>			429 921
<i>Total income at the 5% SEN, digestate excluded</i>			391 176
5% SET			12 168

Source: author’s calculations

A more precise effect of the SET rate on the economic performance of the farm “Vecause” was determined by employing the dynamic model developed by the author. The model includes the mentioned risk level scenarios, and two SET scenarios for the 5 and 10 per cent SET were added. Unlike the risk level scenarios, these scenarios may be switched, thus choosing one of the rates in each simulation. Even if one of the SET scenarios is chosen, the model’s results are shown for all the three risk level scenarios – with all the risks, with the political risks, and without risks.

After analysing the average results obtained (Figure 18), the author concludes that on the whole the risk level scenarios make a greater effect on the model’s results in contrast to the application of SET rates and changes in these rates. Since there are also other stochastic variables, along with the risk level scenarios, in the model, no directly proportional income reduction is observed when decreasing the amount of support; yet incomes tend to decline. These results reflect the ability of the elaborated model to react to the additionally introduced conditions and successfully show the proportion of the loses from the risk variables and the SET. Corresponding to the expert evaluation, political

risks have a high evaluation of the significance level, therefore the effects on the results of the model for this and other risk groups are relatively higher than the effect of SET. Although also the implementation of SET is considered a political risk, the effect of SET on the annual income from the sold electricity will not bring the forecasted losses of the political risk group, in a long-term it can influence both the profitability of the biogas production facilities and to increase the concerns about the further realization of the energy policy, its instruments and the predictability of these instruments.



Source: author's construction

Fig.18. Average income from selling the electricity after SET is applied for the three (A0..A2) scenarios included in the module, LVL/ year, N=97.

The author concludes, that the future development of biogas production, will focus on the maximisation of utilisation of heat, which is also evidenced by the MoE informative report “A Complex Solution to the Problems of the Electricity Market” (Komplekss risinājums.., 2013), as well as the maximisation of utilisation of wastes and production residues for biogas production. For this reason, the construction of new biogas facilities, if the process of obtaining the right to sell the electricity under the mandatory electricity purchase obligation in accordance with the Cabinet Regulation No 221 of March 10th, 2009 and Cabinet Regulation No 262 of March 16th, 2010, restarts, has to be especially supported for biogas facilities that are located next to processing enterprises and large livestock, especially pig and poultry, farms, thus setting the observance of the principles of bio-economics and the tackling of problems with manure and production waste, rather than electricity production, as the main priority.

MAIN CONCLUSIONS

1. Several approaches to defining risks are available in the scientific literature; the most appropriate risk definition for the management of risks in agriculture involves a combination of components of two risk identification levels: probability of risk occurrence and severity of losses caused if the risk occurs.
2. Agriculture is affected by various risks and their origin is more diverse than in other industries; in the risk assessment system of the present research, 24 risks included in the assessment of risks in biogas production from biomass of agricultural origin are classified into 6 basic groups: production, personnel, logistics, environmental, property, and political risks.
3. In the period from the end of the 20th century to the present, sustainability of energy resources – gradual replacement of exhaustible energy resources with renewable sources and higher efficiency in the use of energy – has been emphasised. Support for exploiting renewable energy sources has become an important component of the EU's policy and is specified in the EU's political priorities.
4. The legal documents of the energy sector of the EU and Latvia emphasise the need to produce competitive, sustainable, and safe energy; in biogas production, the need to combine biomass of agricultural origin with agricultural by-products and waste is stressed, thereby reducing competition between energy and food production as well as efficiently using heat generated at cogeneration power plants.
5. The use of biogas for energy production, compared with the use of other renewable energy sources, involves relatively more positive effects. The use of biogas not only assists in implementing the political goals in the use of renewable sources for energy production, but also contributes to transforming the operation of farms to meet the principles of bioeconomics and sustainable production. Criticisms of biogas production is most often associated with the high price of electricity produced, which is presently paid by consumers, compensating for the MPC, that affects the competitiveness of Latvia's national economy. Besides, biogas production can increase competition for agricultural land that is used for feed and food production.
6. In 2013 in Latvia, 38 biogas facilities produced biogas (only those facilities that sold their electricity in 2012 under the mandatory purchase obligation are referred to); of the facilities, 6 produced biogas from household waste

or sewage sludge, while 32 used biomass of agricultural origin, sometimes combining it with agricultural or organic processing wastes.

7. In the risk assessment, the highest risk level was obtained for the political group risks, reaching a score of 25, thus pointing to political instability and distrust in political decisions in Latvia. The results of the risk assessment survey reflect the role of legislative and political factors in entrepreneurship and its further development. Without a stable, well-structured, and predictable sectoral policy, entrepreneurship, according to the experts, is subject to significant risks. Such an assessment indicates the sector's great dependence on political decisions due to the historically evolved support system.
8. An analysis of the risk management alternatives for each of the risk groups shows significant differences among the alternatives suggested by the experts for each of the risk groups – they advised to reduce mainly the environmental, personnel, and production risks, as these risks can be relatively simply reduced at a low cost, whereas an entirely opposite assessment was given to the group of political risks, as these risks, from the perspective of a biogas producer, cannot be influenced. For the management of political risks, a third of the respondents proposed taking the risk, while the same number of respondents advised diversifying economic activity.
9. After analysing the factors hindering the development of entrepreneurship, it can be concluded, that according to the experts the most significant effects on the further development of entrepreneurship are made by political factors, thereby indicating the expectations of changes in legal acts and the problem of instability, as well as the low trust of entrepreneurs in political decisions and their stability.
10. In the dynamic modelling, the closest result to the data of a real system – the LLU training and research farm “Vecauce” – on income from electricity is obtained from the scenario that only includes the effect of political risks. Including other risks besides the political risks, the results are decreasing and distancing from the results of the real system.
11. In defining three biogas production support conceptions, it can be concluded, that the former support policy was set according to the Conception 1 – for maximal production of electricity, but in the analysis of the differentiation parameters of the SET, a transition from the Conception 1 to the Conceptions 2 and 3 can be noticed – preference for the maximal utilisation of both produced electricity and heat, as well as the production of sustainable energy.

PROBLEMS AND PROPOSALS FOR SOULUTIONS

Problem 1

Criticisms of biogas production often refer to the high price of electricity, which is presently paid by consumers, compensating for the MPC. It affects the competitiveness of Latvia's national economy. Besides, biogas production can increase competition for the UAA that is used to produce food and feed.

Proposals to solve the problem

1. The MoE, while designing the future support policy for biogas production, has to focus on developing a support mechanism that fosters the production of renewable energy mainly from local agricultural and forestry residues, by-products of processing and related industries, as well as organic waste, besides, not only electricity but also heat generated in cogeneration have to be efficiently utilised.
2. The national and EU support instruments for the construction of new biogas facilities have to be allocated for establishing new biogas facilities located next to processing enterprises and large livestock, especially pig and poultry, farms, thus setting the observance of the principles of bioeconomics and the tackling of problems with manure and production waste, rather than electricity production, as the main priority.

Problem 2

The national policy for renewable energy is unclear; there are discussions within the MoE and among the stakeholders about the future policy, which causes instability and distrust in political decisions.

Proposals to solve the problem

1. The MoE has to develop a political framework for the use of renewable energy, which clearly defines support priorities and future support mechanisms.
2. The MoE, while designing an energy policy, including changes in the support mechanisms (mandatory purchase prices), and while discussing them, has to observe the principle of legal expectations regarding the enterprises that already operate as electricity producers and sell electricity under the mandatory purchase obligation.

Problem 3

Risks can significantly affect economic performance indicators, but, at the level of biogas producers, their effects are not fully assessed.

Proposals to solve the problem

1. Biogas producers have to perform identification and assessment of risks and regular risk management activities not only at their biogas facility, but also on their farm as a whole, especially focusing on the group of production risks. To assess the risks, it is advised to use semi-quantitative risk assessment methods and to keep accounts of risk occurrence frequency, losses incurred, or lost profits in order to identify the risk level as objectively as possible.
2. The institutions of LLU and Riga Technical University have to continue their research on assessing risk effects in the production of renewable energy, including biogas; LLU has to focus on developing an integrated risk management system for managing risks on a farm level.

Problem 4

Under changeable production, political, and market conditions, the process of biogas production is difficult to plan, and it is affected by risks of several groups, which usually are not taken into consideration when forecasting production results.

Proposals to solve the problem

1. Researchers of the Faculties of Agriculture, Engineering, and Economics and Social Development of LLU have to jointly elaborate easy-to-use tools for biogas producers and advisers for forecasting biogas production and other processes, for instance, software adapted to biogas producers, which is based on dynamic modelling of processes. The integration of risk influence into a system's simulation, as the author's research shows, raises the precision of forecasting and correspondence with the results of the real system.

KOPSAVILKUMĀ IZMANTOTIE INFORMĀCIJAS AVOTI

REFERENCES USED IN THE SUMMARY

1. Abbasi T., Tauseef S.M., Abbasi S.A. (2012) *Biogas Energy*. Springer Briefs in Environmental Science. Vol. 2, Chapter 2. A Brief History of Anaerobic Digestion and Biogas, p. 11. - 23.
2. Ackoff R. (1981) *Creating the Corporate Future: plan or be planned for*. New York: John Wiley & Sons. 297 p.
3. Adamovičs A. (2012) *Biomassas enerģija*. LLU. Jelgava: Jelgavas tipogrāfija. 48 lpp.
4. Al Seadi T., Rutz D., Prassl H., Köttner M., Finsterwalder T., Volk S., Janssenn R. (2008) *Biogas Handbook* [tiešsaiste]. University of Southern Denmark Esbjerg, Vej 9–10, 126 p. [Skatīts 11.01.2012.]. Pieejams: <http://www.lemvigbiogas.com/BiogasHandbook.pdf>
5. Arhipova I. (2002) Risk Management Methodologyin Latvian Economics. In: *Proceedings of the 6th ERC/METU International Conference in Economics*. Ankara, Turkey, p. 252 - 260.
6. *Atjaunojamās energētikas likums* [tiešsaiste] (2010). LR Ekonomikas ministrija [Skatīts: 11.01.2012.]. Pieejams: www.em.gov.lv/images/modules/items/EMLik_150910_AEL.doc
7. *Atjaunojamie energoresursi Latvijā: par ko un pret ko cīnāmies?* [tiešsaiste] (2013). LR Ekonomikas ministrija. [Skatīts 11.10.2013.]. Pieejams: http://www.em.gov.lv/images/modules/items/AER_diskusija_9_01_%281%29.pdf
8. *Atjaunojamo energoresursu izmantošanas pamatnostādnes 2006. - 2013.gadam* [tiešsaiste] (2006). LR Vides ministrija. Rīga. [Skatīts 15.01.2012.]. Pieejams:http://www.vidm.gov.lv/files/text/VIDMPamn_201006__AERPamn.pdf
9. *Atļaujas un ar tām saistītie lēmumi A un B kategorijas piesārnojošām darbībām* (2013) [tiešsaiste]. Vides pārraudzības valsts birojs. [Skatīts 01.03.2013.]. Pieejams: <http://www.vpzb.gov.lv/lv/piesarnojums/a-b-atlaujas>
10. Baoding L. (2011) *Uncertainty Theory* [tiešsaiste]. Department of Mathematical Sciences. [Skatīts 11.08.2011.]. Pieejams: <http://www.orsc.edu.cn/~liu/ut.pdf>
11. Beck U. (1992) *Risk Society: Towards a New Modernity*. London, New Delhi: SAGE publications. 260 p. (p. 23 - 98).
12. Beck U., Giddens A., Lash S. (1994) *Reflexive Modernization: Politics, Tradition and Aesthetics in the Modern Social Order*. Stanford, California: Stanford University Press. 225 p.
13. Blumberga A., Blumberga D., Bažbauers G., Dāce E., Bērziņa A., Žogla G., Moxnes E., Davidsen P.I. (2010) *Sistēmiskas domāšanas integrēšana vides politikā (Integration of System Thinking in Environmental Policy)*. Rīga: RTU. 225 lpp.

14. Blumberga D., Veidenbergs I., Romagnoli F., Rochas C., Žandeckis A. (2011) *Bioenerģijas tehnoloģijas*. Rīga, Latvija: RTU Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūts. 272 lpp.
15. Caplan P. (2000) *Risk Revisited*. London: Pluto Press. 7 p.
16. *Definitions of Risk* [tiešsaiste]. Business Dictionary (b.g.). [Skatīts 12.02.2010.]. Pieejams:<http://www.businessdictionary.com/definition/risk.html>
17. Dubrovskis V. (2012) Biogāzes ražošanas procesa pētījumi. **No: Atjaunojamā enerģija un tās efektīva izmantošana Latvijā:** monogrāfija. Red. P.Rivža. Jelgava: LLU. 392 lpp.
18. Dubrovskis V., Adamovičs A. (2012) *Bioenerģētikas horizonti*. BSR Bioenergy Promotion Project; Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Jelgava: [Latvijas Lauksaimniecības universitāte]. 352 lpp.
19. *Elektroenerģijas nodokļa likums* [tiešsaiste] (2006): LR likums. [Skatīts 11.08.2011.]. Pieejams:<http://likumi.lv/doc.php?id=150692>
20. *Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007. - 2016. gadam* [tiešsaiste] (2006). LR Ekonomikas ministrija. [Skatīts 11.01.2012.]. Pieejams: <http://polisis.mk.gov.lv/view.do?id=2017>
21. *Enerģētikas stratēģija 2030* [tiešsaiste] (2011). LR Ekonomikas ministrija. [Skatīts 11.01.2012.]. Pieejams: http://zrea.lv/upload/attach/_LR_Energetikas_strategija_2030_14-12-2011.pdf
22. Ferraris I., De la Canal M.D., Labriola C. (b.g.) *Risk Analysis in Renewable Energy: Assessment of the Vulnerability of the Environment and Community* [tiešsaiste] [skatīts 15.03.2011.]. Pieejams: <http://www.icrepq.com/icrepq07/363-ferraris.pdf>
23. *Financial Risk Management Instruments for Renewable Energy Projects*: Summary document (2004). United Nations Publication. Oxford, UK: Words and Publications. 52 p.
24. Froggett A., Lhan G. (2010) *Sustainable Energy Security. Strategic Risks and Opportunities for Business*: White Paper. Loyds 360° risk insight. London: Chatman House. 48 p.
25. Giddens A. (1999) Risk and Responsibility. *The Modern Law Review*, Vol. 62, No. 1. USA: Blackwell Publishers, p. 1 - 10.
26. Granoszewski K., Spiller A., Reise C., Musshoff O. (2011) The influence of the land use competition on the expansion of the bioenergy production: A case study of German agriculture. **In: Moving Towards a Sustainable Future: Opportunities and Challenges:** proceedings of the 17th annual international sustainable development research conference. Columbi university, New York, USA, p. 63.
27. *Guide to Risk Management* (2004) [tiešsaiste]. Australian Capital Territory Insurance Authority. [Skatīts 12.02.2010.]. Pieejams: <http://www.treasury.act.gov.au/actia/Risk.htm>
28. Hardaker J., Huirne R.B.M., Anderson J.R., Lien G. (2004) *Coping with Risk in Agriculture*. Cambridge: CABI. 332 p.
29. *Inovācijas ilgtspējīgai izaugsmei: Eiropas bioekonomika* [tiešsaiste] (2012). Komisijas paziņojums Eiropas Parlamentam, Padomei, Eiropas ekonomikas un sociālo lietu komitejai un reģionu komitejai. [Skatīts 11.08.2013.]. Pieejams:

- http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/201202_innovating_sustainable_growth_lv.pdf
30. Jaeger C., Renn O., Rosa E., Webler T. (2001) *Risk, Uncertainty and Rational Choice*. UK: Earthscan Publications. 320 p.
 31. Kalniņš A. (2009) *Biogāzes ražošanas saimnieciskie un vides ieguvumi: rokasgrāmata biogāzes ražošanas iespēju izvērtēšanai*. Rīga. 148 lpp.
 32. Kārkliņš A (2013) *Risinājums prognozējamai elektroenerģijas cenu dinamikai*. [tiešsaiste]. DB Atjaunojamās enerģijas forums, 2013. gada 27. martā, prezentācijas materiāli. [Skatīts 11.04.2013.]. Pieejams: http://konferences.db.lv/wp-content/uploads/2013/03/A.KARKLINS_2.pdf
 33. Klāvs G., Kundziņa A., Ozoliņš J., Reķis J. (2010) *Atjaunojamo energoresursu izmantošana Latvijas ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanai*. Sorosa fonds – Latvija. 66 lpp.
 34. Komplekss risinājums elektroenerģijas tirgus problemātikai [tiešsaiste] (2013). Informatīvais ziņojums. LR Ekonomikas ministrija. [Skatīts 04.10.2013.] Pieejams: <http://em.gov.lv/em/2nd/?cat=30170>
 35. Krug M. (2012) Policies and measures to promote sustainable bioenergy production and use in the Baltic sea region. In: *Renewable Energy and Energy Efficiency*: proceedings of the international scientific conference. May 28th - 30th, 2012, Jelgava, Latvia. Jelgava: LLU, p. 81 - 85.
 36. Lash S. (1996) *Risk, Environment and Modernity*. London: Sage (TCS). 294 p.
 37. Luhmann N. (1993) *Risk: A Sociological Theory*. Berlin; New York: Walter de Gruyter&Co. 236 p.
 38. *Managing Risk in Farming: Concepts, Research and Analysis* [tiešsaiste] (1999). USDA, Economic Research Service, Washington, D.C, 125 p. [Skatīts 15.03.2011.]. Pieejams: <http://www.agrискmanagementforum.org/sites/agriskmanagementforum.org/files/Documents/Managing%20Risk%20in%20Farming.pdf>
 39. Merna T., Al-Thani F. (2005) *Corporate Risk Management. An Organisational Perspective*. West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd. 440 p.
 40. MK noteikumi Nr.262 "Noteikumi par elektroenerģijas ražošanu, izmantojot atjaunojamos energoresursus, un cenu noteikšanas kārtību" [tiešsaiste] (2010). [Skatīts: 11.01.2012.]. Pieejams: http://www.likumi.lv/doc.php?id=207458&from=off#saisi_2
 41. MK noteikumi Nr.883 "Noteikumi par atļaujām elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanai vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanai" [tiešsaiste] (2009). [Skatīts: 11.01.2012.]. Pieejams: <http://www.likumi.lv/doc.php?id=196123&from=off>
 42. Naglis-Liepa K. (2013) *Alternatīvas enerģijas (biogāzes) ražošanas iespējas Latvijā*: promocijas darbs. LLU EF. Jelgava. 155 lp.
 43. Olivier T. (b.g.) *Scoping Study on Financial Risk Management Instruments for Renewable Energy Projects*. United Nations Environment Programme [tiešsaiste]: Reference document Andlug Consulting, Rödl & Partner. Marsh and Mc Lennan Companies. 142 p. [Skatīts 11.08.2011.]. Pieejams: http://www.sefi.unep.org/fileadmin/media/sefi/docs/publications/RiskMgt_full.pdf

44. *Par elektroenerģijas cenu pieauguma riskiem un to ierobežošanu* (2013). Informatīvais ziņojums. LR Ekonomikas ministrija. 48 lpp.
45. Pelše M., Naglis-Liepa K., Strīķis V., Leikučs J. (2012) *Atjaunojamās enerģijas izmantošanas ekonomiskais izvērtējums ilgtspējīgas attīstības kontekstā*. LLU. Jelgava: Jelgavas tipogrāfija. 96 lpp.
46. Pettere G., Voronova I. (2003) *Riski uzņēmējdarbībā un to vadība*: mācību līdzeklis. Banku augstskola. Rīga: apgāds "Rasa ABC". 176 lpp.
47. Renn O. (2008) *Concept of Risk: An Interdisciplinary Review* [tiešsaiste]. In: Proceedings of the ISA Conference. Barcelona, p. 3 - 10. [Skatīts 11.03.2011.]. Pieejams: http://expeng.anr.msu.edu/uploads/files/107/RennO_Concepts%20of%20Risk%20-%20An%20Interdisciplinary%20Review.pdf
48. Renn O., Jaeger C., Rosa E., Webler T. (2000) The Rational Actor Paradigm in Risk Theories: Analysis and Critique. In: *Risk in the Modern Age: Social Theory, Science and Environmental Decision-making*. New York: Palgrave, pp. 35 - 61.
49. *Risk Management Tools for EU Agriculture with a Special Focus on Insurance* [tiešsaiste] (2001). Working Document. European Commission, Brussels. 84 p. [Skatīts 12.01.2012.]. Pieejams: http://ec.europa.eu/agriculture/publi/insurance/text_en.pdf
50. Rivza S., Pilvere I. (2012) Historical and theoretical aspects of the term "Risk". In: *Economics Science for Rural Development: Proceedings of the International Scientific Conference, № 27 (Integrated and Sustainable Development)*. Jelgava: LLU, pp. 210 – 215.
51. Rivza S., Rivza P. (2012) Risku vadība atjaunojamās enerģijas ražošanā. No: *Atjaunojamā enerģija un tās efektīva izmantošana Latvijā*: Monogrāfija. Galvenais redaktors: Rivza P., Jelgava, Latvija, Latvijas Lauksaimniecības universitāte: Jelgavas Tipogrāfija, 365. – 379. lpp
52. *Rīcības plāns elektroenerģijas kopējās cenas pieauguma risku ierobežošanai* (2013) Informatīvais ziņojums. LR Ekonomikas ministrija. 27 lpp.
53. Rurāne M. (2002) *Uzņēmējdarbības organizācija un plānošana*. Rīga: Biznesa Augstskola Turība. 330 lpp.
54. Scott J. (2000) *Rational choice theory* [tiešsaiste]. Understanding Contemporary Society: Theories of The Present. London: Sage Publications, p. 126 – 138. [Skatīts 11.08.2011.]. Pieejams: <http://privatewww.essex.ac.uk/~scottj/socscot7.htm>
55. Skyytner L. (2005) *General Systems Theory: Problems, Perspectives, Practice*. London: World Scientific. 524 p.
56. Smelser N. (1998) The Rational and the Ambivalent in the Social Sciences. *American Sociological Review*, No. 63, issue 1. American Sociological Association USA. SAGE, p. 1 - 15.
57. Sparrow A. (2000) *A theoretical framework for operational risk management and opportunity realisation*. New Zealand Treasury Working Paper 00/10 [tiešsaiste]. New Zealand Treasury. 31 p. [Skatīts: 11.08.2011.]. Pieejams: <http://www.treasury.govt.nz/publications/research-policy/wp/2000/00-10/twp00-10.pdf>

58. *Subsidētās elektroenerģijas nodokļa likums* [tiešsaiste] (2013): LR likums. [Skatīts 11.12.2013.]. Pieejams: <http://likumi.lv/doc.php?id=262304>
59. Šantare D., Rivža S. (2007) Risku un krīžu vadīšanas teorijas iespējas un metodes. **No:** *Lauksaimniecības un pārtikas risku vadīšana:* monogrāfija. Red. P. Rivža. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Latvijas Republikas Zemkopības ministrijas Pārtikas un veterinārais dienests. Rīgas Tehniskās universitātes modelēšanas un imitācijas katedra. Jelgava, 44. - 70. lpp.
60. Šķilttere D., Krasts J. (2005) *Metodiskie norādījumi laboratorijas darbu izpildei kursā: pieprasījuma prognozēšana.* Rīga: LU. 95 lpp.
61. Špoģis K. (2005) Risku ekonomiskās iespējas vai draudi un to seku novērtēšana. **No:** *Riski lauksaimniecībā un privātajā mežsaimniecībā:* monogrāfija. Red. P. Rivža. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Rīgas Tehniskās universitātes Datorzinātnes un informācijas tehnoloģiju fakultāte. Jelgava, 385. - 389. lpp.
62. Šuškeviča J. (2005) *Riska vadības rokasgrāmata.* Rīga: Dienas bizness, 12. - 38. lpp.
63. *Taxes and Incentives for Renewable Energy* [tiešsaiste] (2011). KPMG International Cooperative. [Skatīts 11.08.2012.]. Pieejams: <http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/Documents/Taxes-Incentives-Renewable-Energy-2011.pdf>
64. Torfi F., Zanjirani Farahani R., Rezapour S. (2010) Fuzzy AHP to determine the relative weights of evaluation criteria and fuzzy TOPSIS to rank the alternatives. *Journal of Applied Soft Computing*, Vol. 10, p. 520 - 528.
65. Trigilio S. (2006) *Applying the Principles of Risk Management to Nuclear Plant Safety* [tiešsaiste]. International Foundation for Protection Officers. 12 p. [Skatīts 11.08.2011.]. Pieejams: http://www.ifpo.org/articlebank/Trigilio_Nuclear_Power.pdf
66. *Valsts politikas stiprināšana siltumenerģijas izmantošanas veicināšanai biogāzes ražotnes Latvija* (2013) [tiešsaiste]. SIA „Ekodoma” izstrādāts projekta „Ilgspējīga siltumenerģijas izmantošanas tirgus izveide biogāzes ražotnēm Eiropā” materiāls. Projekta Nr.: IEE/11/025. Rīga. 10 lpp. [Skatīts 11.08.2011.]. Pieejams: http://www.biogasheat.org/wp-content/uploads/2013/04/2012-11-01_D.2.4_EKODOMA_LV_Latvia_Final.pdf
67. Vasermanis E., Šķilttere D., Krasts J. (2004) *Prognozēšanas metodes.* Rīga: LU. 121 lpp.
68. Von Bertalanffy L. (1972) The history and status of general systems theory. *The Academy of Management Journal*. Birmingham: Academy of Management, Vol. 15, No. 4, p. 407 - 426.
69. Zeverte-Rivza S. (2013) Biogas production in Latvia: current state and future forecasts. In: *Rural development, innovations and sustainability 2013: Proceedings of the 6th International Scientific Conference*, Kauna, Lithuania, pp. 472. – 477.
70. Zinn J. (2005) *Recent Developments in Sociology of Risk and Uncertainty* [tiešsaiste] [skatīts: 15.03.2011.]. Pieejams: <http://www.kent.ac.uk/scarr/events/finalpapers/ZinnTheories.pdf>