

Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Latvia University of Life Sciences and Technologies



MBA, MProf. Natālija Kostrikova

**BLOKĶĒDES TEHNOLOĢIJU IEVIEŠANAS IESPĒJAS
LATVIJAS TAUTSAIMNIECĪBĀ BALTIJAS VALSTU
REĢIONA KONTEKSTĀ**

***OPPORTUNITIES FOR BLOCKCHAIN TECHNOLOGY
ADOPTION IN THE ECONOMY OF LATVIA IN THE
CONTEXT OF BALTIC STATES REGION***

Promocijas darba

KOPSAVILKUMS

zinātniskā doktora grāda zinātnes doktors (*Ph.D*) ekonomikā
un uzņēmējdarbībā iegūšanai

SUMMARY

of the Doctoral thesis for acquiring a Doctoral degree in
Economics and Business (Ph.D.)

Autors/Author _____

Jelgava 2021

INFORMĀCIJA

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

Doktora studiju programma – Agrārā un reģionālā ekonomika, apakšnozare – ekonomika un uzņēmējdarbība.

Promocijas darba zinātniskā vadītāja – LLU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes profesore, LZA īstenā locekle, *Dr. habil. oec.* Baiba Rivža.

Promocijas darba zinātniskā aprobācija noslēguma posmā

- Apspriests un aprobēts LLU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes Ekonomikas un reģionālās attīstības institūta akadēmiskā personāla pārstāvju sēdē 2020. gada 22. jūlijā.
- Apspriests un aprobēts LLU Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātes Ekonomikas un reģionālās attīstības institūta, Uzņēmējdarbības un vadībzinātnes institūta un Finanšu un grāmatvedības institūta akadēmiskā personāla pārstāvju apvienotā akadēmiskā sēdē 2021. gada 13. janvārī.
- Atzīts par pilnīgi sagatavotu un pieņemts Promocijas padomē 2021. gada 18. martā.

Oficiālie recenzenti

1. *Dr.oec. Natalja Lāce* – Promocijas padomes eksperte, Rīgas Tehniskās universitātes profesore
2. *Dr.oec. Lienīte Litavniece* – neatkarīgā recenzente, Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas docente
3. *Dr. Astrida Miceikienē* – neatkarīgā recenzente, Vytautas Magnus universitātes profesore.

Promocijas darba aizstāvēšana notiks LLU ekonomikas un uzņēmējdarbības Promocijas padomes atklātā sēdē 2021.gada 18. jūnijā Ekonomikas un sabiedrības attīstības fakultātē (Svētes ielā 18, Jelgavā) 212. auditorijā plkst. 12.00.

Ar promocijas darbu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Lielā ielā 2, Jelgavā un <http://llufb.llu.lv/lv>

Atsauksmes sūtīt Promocijas padomes sekretārei profesorei *Dr. oec. Anitai Auziņai* – Svētes ielā 18, Jelgavā, LV-3001, tālr.: 63025170, e-pasts: anita.auzina@llu.lv. Atsauksmes vēlams sūtīt ieskenētā veidā ar parakstu.

Padomes sekretāre: profesore *Dr. oec. Anita Auziņa*

SYNOPSIS

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

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

Supervisor of the Doctoral thesis – *Dr. habil. oec.* Baiba Rivža, Professor of LLU, Academician of Latvian Academy of Agricultural and Forest Sciences and Latvian Academy of Sciences.

Scientific approbation of the Doctoral thesis at the final stage:

- Approbated at the meeting of academic personnel of the department of Economic, Faculty of Economics and Social Development, LLU on 22 July 2020.
- Discussed and approbated at the interdepartmental meeting of academic personnel of the Faculty of Economics and Social Development (Institute of Economics and Regional Development, Institute of Business and Management Science, Institute of Finance and Accounting) LLU on 13 January 2021.
- Recognized as fully prepared and accepted by the LLU Promotion Council in Economics on 18 March 2021.

Official reviewers:

1. *Dr.oec.* **Natalja Lāce** – expert of the Promotion Council, Riga Technical university professor
2. *Dr.oec.* **Lienīte Litavniece** – independent reviewer, Docent of the Rezekne Academy of Technologies
3. *Dr.* **Astrida Miceikienė** – independent reviewer, Professor of Vytautas Magnus University

Presentation and defence of the Ph.D. paper will be held at the open meeting of the LLU Promotion Council for Economics and Business at 12⁰⁰ on 18 June, 2021 in Faculty of Economics and Social Development, 18 Svetes Street, Jelgava, Room 212.

The Ph.D. paper is available for reviewing at the Fundamental Library of Latvia University of Agriculture, 2 Liela Street, Jelgava and on the website <http://lufb.llu.lv/en>

You are welcome **to send your comments** to the secretary of Promotional Council - Professor, *Dr.oec.* **Anita Auziņa**, 18 Svetes Street, Jelgava, LV-3001, Latvia, phone No +371 63025170, e-mail: anita.auzina@llu.lv. It is advised to send your comments in scanned form and undersigned.

Secretary of the Promotional Council: prof. *Dr.oec.* Anita Auziņa.

SATURS

Informācija par publikācijām un zinātniski pētniecisko darbu	6
Ievads.....	12
1. Blokķēdes tehnoloģijas teorētiskie un vēsturiskie aspekti	19
1.1. Blokķēdes tehnoloģijas definīcija, būtība un vēsturiskā attīstība.....	19
1.2. Zināšanu ekonomikas būtība un nozīme blokķēdes tehnoloģijas inovācijās un to ieviešanā	21
1.3. Blokķēdes tehnoloģijas izvērtējums inovācijas koncepcijas ietvaros	23
1.4. Inovāciju izplatīšanas un tehnoloģiju ieviešanas teoriju analīze blokķēdes tehnoloģijas kontekstā	24
2. Uz blokķēdes tehnoloģiju attiecināmās Eiropas Savienības un Baltijas valstu politikas, vadlīniju un tiesību aktu analīze.....	26
2.1. ES inovāciju, digitalizācijas un blokķēdes tehnoloģijas politikas, vadlīniju un atbalsta pasākumu analīze.....	26
2.2. Latvijas inovāciju un digitalizācijas politikas analīze.....	28
2.3. Kriptoalūtu un virtuālo aktīvu regulējuma ES un Baltijas valstīs analīze	30
3. Blokķēdes tehnoloģijas ieviešanas pasaulē un Baltijas valstīs izvērtējums ..	32
3.1. Blokķēdes tehnoloģijas ieviešanas pasaulē analīze.....	32
3.2. Blokķēdes tehnoloģijas ieviešanas analīze Baltijas valstīs citās jomās, izņemot kriptotelpu.....	37
4. Blokķēdes tehnoloģijas ieviešanas veicināšanas iespēju Latvijas tautsaimniecībā analīze	40
4.1. Blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošo faktoru un scenāriju analīze	40
4.2. Blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijas tautsaimniecībā ietekmējošo faktoru un scenāriju izvērtējums	47
4.3. Ieteikumi blokķēdes tehnoloģijas ieviešanas veicināšanai Latvijas tautsaimniecībā	52
Galvenie secinājumi.....	57
Problēmas un to iespējamie risinājumi	60
Galveno izmantotās literatūras avotu saraksts	64

CONTENTS

Information about research papers and scientific research work	9
Introduction	67
1. Theoretical and historical aspects of blockchain technology	73
1.1. Blockchain technology definition, nature and history	74
1.2. The nature and the role of knowledge economy for blockchain technology innovation and adoption	76
1.3. Blockchain technology assessment within the concept of innovation	78
1.4. Analysis of innovation diffusion and technology adoption theories in the context of blockchain technology	79
2. Overview of policies, guidelines and regulatory enactments in the European Union and Baltic States referring to blockchain technology	80
2.1. Overview of EU innovation, digitalisation and blockchain policies, guidelines and support measures	80
2.2. Overview of innovation and digitalization policies in Latvia	82
2.3. Overview of cryptocurrency and virtual asset regulation in the EU and Baltic States	84
3. Assessment of blockchain technology adoption worldwide and in Baltic States	86
3.1. Analysis of blockchain technology adoption worldwide	86
3.2. Analysis of blockchain technology adoption beyond crypto space in the Baltic States	91
4. Analysis of opportunities to facilitate blockchain technology adoption in the economy of Latvia	94
4.1. Analysis of blockchain adoption factors and scenarios	94
4.2. Assessment of factors and scenarios for blockchain technology adoption in the economy of Latvia	101
4.3. Recommendations to facilitate blockchain technology adoption in the economy of Latvia	106
Main conclusions	111
Identified problems and their possible solutions	114
List of main bibliographic sources	118

INFORMĀCIJA PAR PUBLIKĀCIJĀM UN ZINĀTNISKI PĒTNIECISKO DARBU

Pētījuma rezultāti publicēti piecos starptautiskos zinātniskos izdevumos:

1. **Kostrikova, N.** (2021). Studying Adoption of Cryptocurrencies and Blockchain Technology in the Baltic States. **No:** *Economic Science for Rural Development*: proceedings of the international scientific conference, Jelgava: LLU. (Tiks indeksēts **Web of Science, EBSCOhost, AGRIS, CABI Full text, CAB Abstracts** datubāzēs);
2. **Kostrikova, N.** (2021). Assessment of Blockchain Technology Adoption Factors and Scenarios within the Economy of Latvia. **No:** *Innovations in Smart Cities Applications, Vol. 4*: proceedings of the International Conference on Smart City Applications. Springer International Publishing, lpp. 714-729. ISSN 2367-3370. DOI: 10.1007/978-3-030-66840-2 (Tiks indeksēts **Scopus** datubāzē);
3. **Kostrikova, N., Rivza, B.** (2019). Disruption Potential of the Distributed Ledger Technology within the Economy of Latvia. **No:** *Economic Science for Rural Development*: proceedings of the international scientific conference, Nr. 52 Jelgava: LLU, lpp. 53-61. (Indexed in **Web of Science, EBSCOhost, AGRIS, CABI Full text, CAB Abstracts** datubāzēs);
4. **Kostrikova, N., Rivza, B.** (2017). Opportunities and Barriers for Application of Distributed Ledgers in the Context of EU Digital Single Market Strategy. **No:** *European Integration Studies: Research and Topicalities*: proceedings of the international scientific conference, Nr. 11. Kaunas: KTU, lpp. 160-172. ISSN 1822-8402. DOI: 10.5755/j01.eis.0.11.18134 (Indeksēts **Web of Science, DOAJ, EconBib, ESCI** datubāzēs);
5. **Kostrikova, N., Rivza, B.** (2017). E-government And E-participation In Baltic States: Comparison of Estonia, Latvia, Lithuania. **No:** *Economic Science for Rural Development*: proceedings of the international scientific conference, Nr. 45. Jelgava: LLU, lpp. 118-126. (Indeksēts **Web of Science, EBSCOhost, AGRIS, CABI Full text, CAB Abstracts** datubāzēs).

Par pētījumu rezultātiem autore ziņojusi septiņās starptautiskās zinātniskās konferencēs, vienā zinātniskā seminārā un vienā nacionālā zinātniskā konferencē:

1. **Kostrikova N.** Studying Adoption of Cryptocurrencies and Blockchain Technology in the Baltic States. The 22nd International scientific conference *Economic Science for Rural Development*, Jelgava, Latvija, 2021. gada 13. maijā;
2. **Kostrikova, N.** Blockchain Technology Adoption Factors and Trends in the Baltic States. The virtual scientific seminar of Nordic Association of

- Agricultural Science (NJF) *Section of Economy, Education and Society*, tiešsaistē, 2021. gada 3. martā;
3. **Kostrikova, N.** Assessment of Blockchain Technology Adoption Factors and Scenarios within the Economy of Latvia. The 5th International Scientific Conference on *Smart City Applications*, Safranbolu, Turcija, 2020. gada 7.–9. oktobrī;
 4. **Kostrikova, N.** Blokķēžu tehnoloģijas Latvijas ekonomikas izaugsmei. Scientific Conference *Latvijas ekonomiskās attīstības problēmas un risinājumi*, Rīga, Latvija, 2019. gada 6. decembrī;
 5. **Kostrikova, N.** Disruption Potential of the Distributed Ledger Technology within the Economy of Latvia. The 20th International Scientific Conference *Economic Science for Rural Development*, Jelgava, Latvija, 2019. gada 9.–10. maijā;
 6. **Kostrikova, N.** Analysis of the 2018 crypto crash. The 4th International Scientific Video Conference *Trends in Regional Development in the EU Countries*. Jelgava, Latvija, 2018. gada. 26. oktobrī;
 7. **Kostrikova, N.** Opportunities and Barriers for Application of Distributed Ledgers in the Context of EU Digital Dingle Market Strategy. The 15th International Scientific Conference *The Future of European Union International Role: Political, Economic and Social Challenges*, Kauņa, Lietuva, 2017. gada 7. aprīlī;
 8. **Kostrikova, N.** E-government and E-participation In Baltic States: Comparison of Estonia, Latvia, Lithuania. The 28th International Scientific Conference *Economic Science for Rural Development*, Jelgava, Latvija, 2017. gada 27.–28. aprīlī;
 9. **Kostrikova N.** Innovative Advertising Channel for Promotion of Food Products in Latvia. The 5th International Conference of Young Scientists *The Young Scientists for Advance of Agriculture*, Viļņa, Lietuva, 2016. gada 10.–11. novembrī.

Informācija par promocijas darba autores akadēmisko un sabiedrisko darbību saistībā ar promocijas darba tēmu:

Autore ir publicējusi divas publikācijas par promocijas darba tēmu populāros tiešsaistes žurnālos:

1. **Kostrikova N., Hāka Ž.** (2020). *Latvijai blokķēdes tehnoloģijas ieviešanā par pamatu iesaka ņemt citu valstu pieredzi* [tiešsaiste]: Delfi.lv [skatīts 2020. g. 15. nov.]. Pieejams: https://www.delfi.lv/bizness/bankas_un_finanses/latvijai-blokķēdes-tehnoloģijas-ieviesana-par-pamatu-iesaka-nemt-citu-valstu-pieredzi.d?id=52701915;
2. **Kostrikova, N.** (2020). *Par plānotajām izmaiņām kases aparātos un blokķēžu tehnoloģiju ieviešanu* [tiešsaiste]: I-Finanses.lv [skatīts 2020. g. 15. nov.]. Pieejams: <https://ifinanses.lv/raksti/vadiba/finansu-vadiba/par->

planotajam-izmainam-kases-aparatos-un-blokkezu-tehnologiju-ieviesanu/17643.

Autore ir izstrādājusi un pasniegusi divus maģistra un bakalaura universitātes programmu kursus par promocijas darba tēmu:

1. Lektore Biznesa, mākslas un tehnoloģiju augstskolā RISEBA – 3 ECTS kurss “Tevads blokķēžu tehnoloģijās”, bakalaura programma “E-komercija” – 2020. g.;
2. Lektore Biznesa, mākslas un tehnoloģiju augstskolā RISEBA – 3 ECTS kurss “Blokķēžu tehnoloģijas”, maģistra programma “Lielo datu analīze” – 2019. un 2021. g.

Autore kā pētniece un doktorante ir piedalījusies divās nacionālajās pētniecības programmās:

1. Valsts pētījumu programmas “Latvijas mantojums un nākotnes izaicinājumi valsts ilgtspējai” projekts “Latvijas mantojums un nākotnes izaicinājumi valsts ilgtspējai” (INTERFRAME-LV)’ (kopš 2019. gada);
2. Valsts pētījumu programma 5.2.1. “Tautsaimniecības transformācija, gudra izaugsme, pārvaldība un tiesiskais ietvars valsts un sabiedrības ilgtspējīgai attīstībai – jaunas pieejas ilgtspējīgas zināšanu sabiedrības veidošanai” (EKOSOC-LV) (2015.–2019. g.).

Citas aktivitātes:

1. Prezentācija “Distributed Ledger Technologies for Food Security” 2. Eiropas-Latvijas Ekonomikas forumā *Industriālā revolūcija 4.0: Digitālā ekonomika, datu drošība un atbilstības labā prakse*, Rīga, Latvija, 2018. gada 7.–8. septembrī;
2. Priekšlikumu sagatavošana politikas plānošanas dokumentam “*Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.–2027. gadam*”, pamatojoties uz šiem priekšlikumiem, blokķēdes tehnoloģija tika iekļauta trijos valsts digitālās transformācijas prioritārajos virzienos (no piedāvātajiem deviņiem).

Informācija par promocijas darba autores akadēmisko un sabiedrisko darbību papildus promocijas darba tēmai:

1. Dalība ZHAW Vadībzinātņu un Tiesībzinātņu Skolas organizētajā vasaras skolā “ECPR/EURA PhD Summer school in Local Governance”, Vintertūra, Šveice, 2019. gada 6.–12. jūlijā – 6 ECTS.

INFORMATION ABOUT RESEARCH PAPERS AND SCIENTIFIC RESEARCH WORK

The Research results are published in five research papers in international scientific proceedings.

1. **Kostrikova, N.** (2021). Studying Adoption of Cryptocurrencies and Blockchain Technology in the Baltic States. **In:** *Economic Science for Rural Development*: proceedings of the international scientific conference. Jelgava: LLU. (To be indexed in **Web of Science, EBSCOhost, AGRIS, CABI Full text, CAB Abstracts** databases).
2. **Kostrikova, N.** (2021). Assessment of Blockchain Technology Adoption Factors and Scenarios within the Economy of Latvia. **In:** *Innovations in Smart Cities Applications, Vol. 4*: proceedings of the International Conference on Smart City Applications. Springer International Publishing, p. 714-729. ISSN 2367-3370. DOI: 10.1007/978-3-030-66840-2 (To be indexed in **Scopus** database).
3. **Kostrikova, N., Rivza, B.** (2019). Disruption Potential of the Distributed Ledger Technology within the Economy of Latvia. **In:** *Economic Science for Rural Development*: proceedings of the international scientific conference, No. 52 Jelgava: LLU, p. 53-61. (Indexed in **Web of Science, EBSCOhost, AGRIS, CABI Full text, CAB Abstracts** databases).
4. **Kostrikova, N., Rivza, B.** (2017). Opportunities and Barriers for Application of Distributed Ledgers in the Context of EU Digital Single Market Strategy. **In:** *European Integration Studies: Research and Topicalities*: proceedings of the international scientific conference, No 11. Kaunas: KTU, p. 160-172. ISSN 1822-8402. DOI: 10.5755/j01.eis.0.11.18134 (Indexed in **Web of Science, DOAJ, EconBib, ESCI**).
5. **Kostrikova, N., Rivza, B.** (2017). E-government And E-participation In Baltic States: Comparison of Estonia, Latvia, Lithuania. **In:** *Economic Science for Rural Development*: proceedings of the international scientific conference, No. 45 Jelgava: LLU, p. 118-126. (Indexed in **Web of Science, EBSCOhost, AGRIS, CABI Full text, CAB Abstracts** databases).

The research results are presented in seven international scientific conferences, one international scientific seminar and one national scientific conference:

1. **Kostrikova N.** Studying Adoption of Cryptocurrencies and Blockchain Technology in the Baltic States. The 22nd International Scientific Conference *Economic Science for Rural Development*, Jelgava, Latvia, 13 May 2021.

2. **Kostrikova, N.** 'Blockchain Technology Adoption Factors and Trends in the Baltic States'. The virtual scientific seminar of Nordic Association of Agricultural Science (NJF) *Section of Economy, Education and Society*, online, 03 March 2021.
3. **Kostrikova, N.** Assessment of Blockchain Technology Adoption Factors and Scenarios within the Economy of Latvia. The 5th International Scientific Conference on *Smart City Applications*, Safranbolu, Turkey, 07-09 October 2020.
4. **Kostrikova, N.** Blokkēžu tehnoloģijas Latvijas ekonomikas izaugsmei. Scientific Conference *Latvijas ekonomiskās attīstības problēmas un risinājumi*, Riga, Latvia, 06 December 2019.
5. **Kostrikova, N.** Disruption Potential of the Distributed Ledger Technology within the Economy of Latvia. The 20th International Scientific Conference *Economic Science for Rural Development*, Jelgava, Latvia, 09-10 May 2019.
6. **Kostrikova, N.** Analysis of the 2018 crypto crash. The 4th International Scientific Video Conference *Trends in Regional Development in the EU Countries*. Jelgava, Latvia, 26 October 2018.
7. **Kostrikova, N.** Opportunities and Barriers for Application of Distributed Ledgers in the Context of EU Digital Single Market Strategy. The 15th International Scientific Conference *The Future of European Union International Role: Political, Economic and Social Challenges*, Kaunas, Lithuania, 07 April 2017.
8. **Kostrikova, N.** E-government and E-participation In Baltic States: Comparison of Estonia, Latvia, Lithuania. The 28th International Scientific Conference *Economic Science for Rural Development*, Jelgava, Latvia, 27-28 April 2017.
9. **Kostrikova, N.** Innovative Advertising Channel for Promotion of Food Products in Latvia. The 5th International Conference of Young Scientists *The Young Scientists for Advance of Agriculture*, Vilnius, Lithuania, 10-11 November 2016.

Information about the author's academic and social activities related to the topic of thesis:

The author has published two publications on the topic of the PhD thesis in popular online journals:

1. **Kostrikova N., Hāka Ž.** (2020). *Latvijai blokkēdes tehnoloģijas ieviešanā par pamatu iesaka ņemt citu valstu pieredzi* [online]: Delfi.lv. [retrieved 15 November 2020]. Access: https://www.delfi.lv/business/bankas_un_finanses/latvijai-blokkedes-tehnologijas-ieviesana-par-pamatu-iesaka-nemt-citu-valstu-pieredzi.d?id=52701915
2. **Kostrikova, N.** (2020). *Par plānotajām izmaiņām kases aparātos un blokkēžu tehnoloģiju ieviešanu* [online]: I-Finanses.lv. [retrieved 15

November 2020]. Access: <https://ifinances.lv/raksti/vadiba/finansu-vadiba/par-planotajam-izmainam-kases-aparatos-un-blokkezu-tehnologiju-ieviesanu/17643>

The author has developed and delivered two courses for Master's and Bachelor's university programmes on the topic of the PhD thesis:

1. Lecturer at RISEBA University of Business, Arts and Technology for Bachelor's programme 'E-commerce' (3 ECTS course 'Introduction to Blockchain Technologies') – 2020.
2. Lecturer at RISEBA University of Business, Arts and Technology for Master's programme 'Big Data Analytics' (3 ECTS course 'Blockchain Technologies') – 2019 and 2021.

The author has participated in two national research programmes as a researcher and doctoral student:

1. The project 'Latvian state and society challenges and their solutions in the international context' (INTERFRAME-LV) of the State Research Program 'Latvian Heritage and Future Challenges for National Sustainability' (2019 - until now).
2. State research program 5.2.1. 'National Economy Transformation, Smart Growth, Local Government and Legal Framework for Sustainable Development of the State and Society - New Approaches to Creating a Sustainable Knowledge Society' (EKOSOC-LV) (2015 - 2019).

Other activities:

1. Presentation 'Distributed Ledger Technologies for Food Security' at the 2nd European-Latvian Economic Forum *Industrial revolution 4.0: Digital Economics, Data Protection & Compliance Best-Practice*, Riga, Latvia, 07-08 September 2018.
2. Contribution to the policy planning document '*Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.-2027.gadam*', which resulted in inclusion of blockchain technology in three priorities of national digital transformation guidelines (out of suggested nine).

Information about the author's academic and social activities in addition to the dissertation topic:

1. ECPR/EURA PhD Summer School 2019 in Local Governance held at ZHAW School of Management and Law in Winterthur, Switzerland (6th to 12th July, 2019) – 6 ECTS.

IEVADS

Zinātniskā aktualitāte

Blokķēdes tehnoloģija ir nesen radīta IKT inovācija, kura, atbilstoši Šumpētera (1912) klasifikācijai, pieder pie tehnoloģijas inovācijām. Šumpēters (1912) uzskatīja, ka inovācija ir būtisks konkurētspējas un ekonomisku pārmaiņu virzītājspēks. Viņš arī uzskatīja, ka inovācija ir ekonomisko pārmaiņu centrs, kas rada “radošas iznīcības vētru”, kas attīsta ekonomiku, savukārt uzņēmējs pilda pārmaiņu radītāja funkciju (Schumpeter, 1942). Šumpēters (1912, 1939, 1942) apgalvo, ka izplatīšanās un atdarināšanas procesiem ir būtiskāka ietekme uz ekonomiku nekā izgudrojuma fāzei. Tāpēc no ekonomiskā viedokļa ir svarīgi izpētīt faktorus, kas veicina blokķēdes tehnoloģiju izplatīšanās un atdarināšanas procesus. Šos faktorus vēlāk var pastiprināt, īstenojot industriālo, inovācijas un digitalās transformācijas politiku, kas būtiski ietekmē reģionālo attīstību. Vintjess un Holanders (Wintjes un Hollanders, 2020) atzīmē, ka tehnoloģiju izmantošana reģionālā līmenī ir svarīgāka nekā fundamentālie pētījumi un ka reģiona konkurētspēju nosaka trīs faktori – piekļuve zināšanām, spēja absorbēt zināšanas un spēja izplatīt zināšanas un tehnoloģijas.

Latvija ietilpst tādā valstu grupā kā “Austrumeiropa ar kvalificētu industriālo darbaspēku”, kurai raksturīga vidēja piekļuve zināšanām un zema absorbcijas un izplatīšanās spēja, norādot uz nozīmīgām problēmām tādos rādītājos kā “nodarbinātība”, “reģionālā attīstība”, “ilgtspējīga veselības aprūpes sistēma” un “izglītība un apmācība” (Wintjes un Hollanders, 2020). Turklāt Vintjess un Holanders (Wintjes un Hollanders, 2020) veiktajā aptaujā ir secināts, ka pētniecības, tehnoloģiju un inovāciju ietekme uz reģionālo attīstību ir liela, tāpēc mūsdienu tehnoloģiju ieviešanas izpēte ir nepieciešama dažādos reģionālās attīstības, digitālās transformācijas un ekonomikas attīstības kontekstos.

Blokķēde ir vidēja termiņa nākotnes tehnoloģija, kas pakāpeniski tiek ieviesta daudzās pasaules valstīs gan privātajos, gan publiskajos projektos, un tā veido nākotnes internetu – Web 3.0, kas īsteno blokķēdē balstītus protokolus decentralizētai datu apstrādei un lēmumu pieņemšanai. Rezumējot var apgalvot, ka blokķēde ļauj tīkla lietotājiem pārliecināties, ka to rīcībā ir viena un tā pati informācija, un šī pārliecība nav balstīta uz uzticību, bet gan uz blokķēdes pamatā esošajām tehnoloģiskajām sastāvdaļām. Kaut arī blokķēdes tehnoloģija ir cieši saistīta ar tādām kriptovalūtām kā Bitcoin un decentralizēto aplikāciju platformām, piemēram, Ethereum, šie ir tikai daži blokķēdes tehnoloģijas pielietojanas piemēri un daļa no tās vispārējām funkcionālajām iespējām. Blokķēdes tehnoloģiju un kriptovalūtas var salīdzināt ar internetu un e-pastu, jo e-pasts ir tikai viens interneta pielietojuma veids, un tas pats attiecas arī uz kriptovalūtām, jo tas ir tikai viens blokķēdes tehnoloģijas pielietojuma veids.

Uzņēmuma Deloitte veiktajā Globālajā blokķēdes aptaujā (2019) secināts, ka 2019. gads bija pagrieziena punkts blokķēdes tehnoloģijas attīstībā, par ko liecina radikālas pārmaiņas biznesa līderu attieksmē, kuri atzina, ka blokķēdes

tehnoloģija ir reāla un var kalpot kā pragmatisks risinājums uzņēmējdarbības problēmām dažādās nozarēs un pielietojuma jomās. Blokķēde garantē uzticību, nodrošina nemainīgumu, caurskatāmību un samazina starpnieku izmantošanas nepieciešamību, kā arī nodrošina papildu drošību darījumiem, kas veikti internetā. Tās ir ievērojamas priekšrocības, kuras nevar neņemt vērā, savukārt šķēršļus blokķēdes tehnoloģijas ieviešanai var samazināt un apiet, jo tiek iegūta lielāka pieredze tās pielietošanā, un blokķēde pakāpeniski kļūst par fundamentālu tehnoloģiju, līdzīgi kā tas bija ar internetu 20. gadsimta deviņdesmitajos gados.

Akadēmiskās aprindas, plašsaziņas līdzekļi, korporācijas, tehnoloģiju pionieri un valsts iestādes ir secinājušas, ka blokķēdes tehnoloģija var novest pie jauna līmeņa uzticības, decentralizācijas un integrācijas saistībā ar uzņēmējdarbības veikšanu un publisko pakalpojumu sniegšanu visā pasaulē, radot pamatu vēl nebijušiem uzņēmējdarbības modeļiem un jaunai interneta ērai, kas atvieglos vērtību maiņas darījumu veikšanu. Pēdējie divi gadi bija eksperimentu periods, kas parādīja blokķēdes tehnoloģijas praktiskos ieguvumus un izaicinājumus, padarot to saprotamāku un palielinot organizāciju entuziasmu saistībā ar iespējamo blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu. Paredzams, ka tuvākajā nākotnē notiks blokķēdes tehnoloģiju ieviešana liela mēroga projektu veidā dažādās uzņēmējdarbības struktūrās. Blokķēdes koncepcijas un prototipi tiek ieviesti atšķirīgās jomās: finanšu darījumos, veselības aprūpē, darījumos ar nekustamo īpašumu, mazumtirdzniecībā, piegādes ķēdēs, loģistikā, apdrošināšanā, publiskajos pakalpojumos utt. Tomēr, neskatoties uz tās pieaugošo popularitāti, nozarei raksturīgie un arī tiesiskie šķēršļi joprojām ietekmē blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu. Tāpēc, lai izpētītu un izprastu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošos faktorus, ir svarīgi analizēt un noteikt prioritāti dažādiem faktoriem, kas var ietekmēt šo tehnoloģiju ieviešanu plašākā mērogā.

Pašreizējie pētījumi par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas faktoriem aprobežojas ar konkrētiem to pielietojuma gadījumiem, piemēram, kriptovalūtām, piegādes ķēdes risinājumiem un maksājumiem. Tāpēc, lai izpētītu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu tautsaimniecībā, ir jāizmanto visaptveroša pieeja. Lai izpētītu ietekmējošos faktorus un novērtētu potenciālos virzienus blokķēdes tehnoloģiju ieviešanai Latvijā, ir nepieciešams analizēt globālās un vietējās tehnoloģiskās tendences, blokķēdes risinājumus un tiesiskā ietvara attīstību visā pasaulē un reģionālā mērogā, kā arī izpētīt sasaisti starp blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu un iepriekš īstenotajiem pasākumiem, tādējādi izceļot tos faktorus, kas veicina blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu no ieinteresēto personu puses un pēc tam arī veicina blokķēdes risinājumu izstrādi un ieviešanu dažādās jomās.

Promocijas darba pamats

Autores iepriekš veiktajos pētījumos ir secināts, ka e-pārvaldes attīstība var veicināt nacionālo ienākumu pieaugumu Latvijā, bet tajā pašā laikā Latvija e-

pārvaldes un e-līdzdalības attīstības ziņā atpaliek no Lietuvas un Igaunijas (Kostrikova un Rivža, 2016), tas skaidri norāda uz nepieciešamību pievērst lielāku uzmanību digitālajai transformācijai. Turklāt autore iepriekš veiktajos pētījumos ir secināts, ka tajās nozarēs, kuras rada vislielāko pievienoto vērtību Latvijas tautsaimniecībā, būs iespējams izmantot blokķēdes un izklaidētās virsgrāmatas tehnoloģiju īstermiņā, vidējā termiņā vai ilgtermiņā (Kostrikova un Rivža, 2017). Saskaņā ar Pasaules ekonomikas foruma (*The Global Competitiveness...*, 2019) datiem Latvijas globālā konkurētspēja ir 41. vietā salīdzinājumā ar Lietuvu 39. vietā un Igauniju 31. vietā. Tāda pati tendence tiek novērota arī attiecībā uz blokķēdes tehnoloģiju izmantošanu. Piemēram, blokķēdes tehnoloģiju risinājumi kriptotelpā Latvijā būtiski atpaliek no Igaunijas un Lietuvas – naudas līdzekļi, kas savākti, izmantojot sākotnējos kriptonaudas piedāvājumus (*initial coin offerings – ICO*), Latvijā ir aptuveni 11 un 34 reizes mazāki nekā attiecīgi Lietuvā un Igaunijā. Latvija bija arī pēdējā starp Baltijas valstīm, kas ieviesa vadlīnijas par ICO organizēšanu, – Latvijā vadlīnijas tika publicētas 2019. gadā, savukārt Igaunijā un Lietuvā attiecīgi 2016. un 2017. gadā.

Lai arī kripto un virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzēju darbību visās trijās Baltijas valstīs regulē nacionālie naudas atmazgāšanas/terorisma finansēšanas apkarošanas tiesību akti, ES Direktīva 2015/849 par to, lai nepieļautu finanšu sistēmas izmantošanu nelikumīgi iegūtu līdzekļu legalizēšanai un teroristu finansēšanai un Finanšu darījumu darba grupas cīņai pret naudas atmazgāšanu (*Financial Action Task Force on Money Laundering (FATF)*) ieteikumi, Latvijā nav īpaša kriptodarbību regulējuma un/vai autorizēšanas/licencēšanas režīmu, atšķirībā no kaimiņvalstīm Igaunijas un Lietuvas, kur kriptodarbību licencēšanas režīmi tika ieviesti attiecīgi 2017. un 2019. gadā. Uzņēmums Blockchain ConsultUs (*Blockchain Regulations*, 2019) pēc kriptoregulējuma attīstības līmeņa ir ierindojis Latviju 81. vietā, salīdzinot ar Lietuvu 4. vietā un Igauniju 14. vietā. Turklāt, Igaunija jau ir ieviesusi blokķēdes tehnoloģiju vairākos e-pārvaldes pakalpojumos, Lietuvas Centrālā banka ir izveidojusi īpašu izmēģinājumu vidi, jeb “smilšukasti” blokķēdes risinājumu testēšanai finanšu tehnoloģiju (fintech) jomā, savukārt Latvijā e-pārvaldes vai uzraudzības jomā līdz šim nav izstrādāts koncepcijas pamatojums.

Lai gan Latvijas Republikas Ekonomikas ministrija 2018. gadā ir publicējusi ziņojumu “Par blokķēdes tehnoloģijas izmantošanas piemēriem, perspektīvām un tālāko rīcību jomas attīstības veicināšanai” un sarīkoja blokķēdes hakatonu sadarbībā ar Valsts ieņēmumu dienestu un blokķēdes izstrādātājiem 2019. gadā, līdz šim nav izstrādāts koncepcijas pamatojums. Papildus tam, 2017. gada beigās Finanšu un kapitāla tirgus komisija (turpmāk FKTK) izveidoja jaunu virtuālo informācijas vidi “Inovāciju Smilšukaste”, kurā ir iespējams iegūt informāciju un ziņas par inovācijām un to ieviešanas iespējām Latvijas finanšu sektorā, uzzināt par svarīgiem praktiskiem jautājumiem, kas saistīti ar finanšu tehnoloģijām, kā arī tieši vērsties pie Finanšu un kapitāla tirgus komisijas

ekspertiem. Tomēr tas nav saistīts ar finanšu tehnoloģiju izmēģināšanas vidi un neattiecas uz blokķēdes tehnoloģijām salīdzinājumā ar Lietuvas Centrālās bankas izveidoto izmēģinājumu vidi.

No otras puses, FKTK 2020. gadā veiktā finanšu tehnoloģiju aptaujā tika atklāts tikai viens finanšu pakalpojumu sniedzējs, kas izmanto izklaidētās virsgrāmatas tehnoloģiju (tehnoloģija, kas ir blokķēdes pamatā). Tas var liecināt par nepietiekamu visaptverošu vietējo tirgus dalībnieku ieinteresētību Latvijā izmantot blokķēdes tehnoloģiju finanšu tehnoloģiju jomā, tomēr šis jautājums ir jāpēta dziļāk, lai saprastu tā patiesos cēloņus. Autore iepriekš veiktajos pētījumos (Kostrikova un Rivža, 2017) ir noskaidrotas ciešas un nozīmīgas korelācijas starp blokķēdē balstītu kriptotirgus darbību un publisko pakalpojumu digitalizāciju Eiropas Savienībā. Tāpēc ir svarīgi izpētīt faktorus, kas ietekmē blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu visās iespējamās jomās, piemēram, kriptotelpā, fintech, e-pārvaldē un citās nozarēs, lai noteiktu potenciālās iespējas blokķēdes tehnoloģiju ieviešanai Latvijas tautsaimniecībā.

Promocijas darba hipotēze: ir iespējams veicināt Latvijas tautsaimniecības digitalizāciju, ieviešot blokķēdes tehnoloģijas.

Promocijas darba mērķis: izstrādāt ieteikumus blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas veicināšanai Latvijas tautsaimniecībā, balstoties uz globālo blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošo faktoru un scenāriju izpēti, liekot uzsvāru uz Baltijas valstu reģiona analīzi.

Promocijas darba uzdevumi:

1. raksturot blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas novērtēšanas pamatus, skatoties caur inovāciju teoriju, tehnoloģiju ieviešanas modeļu un zināšanu ekonomikas koncepciju prizmu;
2. izanalizēt valdības īstenoto politiku, sabiedrības viedokli un tiesiskā regulējuma attīstību Eiropas Savienībā un Baltijas valstīs saistībā ar blokķēdes tehnoloģijām;
3. izanalizēt blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas tendences pasaulē un Baltijas valstīs;
4. izstrādāt un izanalizēt scenārijus blokķēdes tehnoloģijas ieviešanai Latvijas tautsaimniecībā.

Pētījuma objekts: pieredze blokķēdes tehnoloģiju inovācijās un ieviešanā pasaulē.

Pētījuma subjekts: blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošie faktori un scenāriji Latvijas tautsaimniecībā.

Aizstāvamās tēzes:

1. blokķēdes tehnoloģija ir revolucionāra inovācija, kas spējīga fundamentāli pārveidot uzņēmējdarbības modeļus zināšanu ekonomikā, tomēr tā vēl nav sasniegusi masveida ieviešanas fāzi;
2. Baltijas valstu tiesību akti neregulē blokķēdes tehnoloģiju darbību, izņemot kriptovalūtu un virtuālo aktīvu jomu;

3. blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas līmenis un scenāriji, izņemot kriptotelpas pielietojuma jomu, dažādās valstīs ir atšķirīgi atkarībā no to ekonomiskās un digitālās konkurētspējas un kriptoaktivitātes līmeņa;
4. inovāciju izplatīšanas un tehnoloģiju ieviešanas modeļu analīze, kā arī globālo blokķēdes tehnoloģiju darbību un ieviešanu ietekmējošo faktoru izpēte ļauj ieskicēt blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas tautsaimniecībā ietvaru;
5. Latvijā blokķēdes tehnoloģiju ieviešana ir viszemākā līmenī visā Baltijas valstu reģionā; to ir iespējams veicināt ar mērķtiecīgu atbalsta pasākumu palīdzību, kas pastiprinātu nozīmīgus blokķēdes ieviešanu ietekmējošos faktoros, balstoties uz starptautisko pieredzi.

Pētījuma metodoloģija:

1. vispārzinātniskās pētījuma metodes:
 - monogrāfiska jeb aprakstošā metode, ar kuras palīdzību varēja gūt izvērstu priekšstatu par pētāmo problēmu no teorētiskā viedokļa, balstoties uz plašu zinātniskās literatūras un pētījumu izpēti;
 - grafiskā metode – ar kuras palīdzību varēja skaidri un efektīvi atklāt sakarības starp objektiem un attiecīgās izmaiņas;
 - sintēzes un analīzes metode – atsevišķi pētījuma objekta elementi tika savienoti vienā sistēmā, pētot to savstarpējo saistību;
2. statistisko pētījumu metodes:
 - aprakstošā statistika, korelācijas analīze, faktoru analīze, klasteru analīze – lai analizētu globālās blokķēdes tehnoloģiju inovāciju un ieviešanas tendences, to savstarpējo saistību un blokķēdes tehnoloģiju risinājumus dažādās jomās un valstīs;
 - salīdzināšanas, grupēšanas, klasteru veidošanas metodes – lai izstrādātu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošo faktoru matricu, balstoties uz dažādiem inovāciju izplatīšanas un tehnoloģiju ieviešanas modeļiem;
3. socioloģisko pētījumu metodes:
 - starptautisko ekspertu aptaujas metode tika izmantota, lai noskaidrotu nozīmīgākos blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošos faktoros un izvērtētu iespējamākos blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas scenārijus pasaulē;
4. prognozēšanas metode:
 - analītiskās hierarhijas procesa (AHP) metode tika izmantota, lai novērtētu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošos faktoros un scenārijus Latvijas tautsaimniecībā, aprēķinot to prioritāro vektoru koordinātas, saskaņotības koeficientu un vidējās vērtības.

Pētījuma ekonomiskā nozīme

Pētījums ir svarīgs uzņēmējiem, valsts iestādēm un regulatoriem, kas varētu veiksmīgi izstrādāt un ieviest blokķēdes tehnoloģiju attīstības politiku, atbalsta pasākumus un noteikt attīstības virzienus atbilstoši tirgus noskaņojumam,

sociālekonomiskajam pamatojumam un vispārējām tendencēm Eiropas Savienībā un visā pasaulē, ņemot vērā ieinteresēto pušu intereses un iespējas, kā arī attīstības prioritātes inovācijas politikas kontekstā. Promocijas darba izstrādes laikā tika izstrādāta blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas novērtēšanas matrica un ieteikumi blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas veicināšanai Latvijas tautsaimniecībā ar mērķi paaugstināt Latvijas tautsaimniecības globālo konkurētspēju.

Promocijas darba rezultāti ir praktiski izmantojami, lai veicinātu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijas tautsaimniecībā, kā arī lai noteiktu prioritāras attīstības jomas. Pētījuma rezultāti būtu īpaši noderīgi Ekonomikas ministrijai, lai izstrādātu īstenojamo politiku un pasākumus un atbalstītu blokķēdes inovācijas sistēmas Latvijā, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijai, lai pamatotu blokķēdes tehnoloģijas pielietojumus valsts digitālās transformācijas politikā noteikto prioritāro virzienu sekmēšanai un Finanšu ministrijai, lai novērtētu un definētu Latvijas kriptodraudzīguma pakāpi un saistošo tiesisko regulējumu. Statistikas datu analīzes rezultāti par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas rādītājiem, veiktais salīdzinājums ar citām Baltijas valstīm, vietējo un starptautisko blokķēdes ekspertu no 30 valstīm sniegtie novērtējumi par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošiem faktoriem ir izmantojami politikas plānošanas procesā vai kombinācijā ar citiem pētījumiem, kā arī lai analizētu un pamatotu blokķēdes tehnoloģiju atbalsta pasākumu nozīmi un nepieciešamību.

Pētījuma novitātes

1. tika analizēti blokķēdes tehnoloģiju tendenču teorētiskie un praktiskie aspekti pasaulē un Baltijas valstīs, tādējādi noskaidrojot iespējamās to attīstības jomas;
2. blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošie faktori tika pētīti, grupēti un strukturēti, balstoties uz attiecīgiem teorētiskiem un empīriskiem pētījumiem;
3. starptautisko ekspertu aptaujā tika definēti un empīriski apstiprināti scenāriji blokķēdes tehnoloģiju ieviešanai Latvijas tautsaimniecībā;
4. tika novērtēta tehnoloģisko, organizatorisko, tirgus un institucionālo faktoru ietekme uz blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijas tautsaimniecībā;
5. izmantojot AHP novērtēšanas matricu, tika izstrādāti ieteikumi blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas veicināšanai Latvijas tautsaimniecībā.

Pētījuma zinātniskā nozīme

Veiktais pētījums ir pirmais doktora līmeņa zinātniskais pētījums par blokķēdes tehnoloģiju tēmu Latvijā. Ne tikai Latvijā, bet arī starptautisko pētījumu bāze tiks papildināta ar unikālu zinātnisku darbu par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošiem faktoriem ekonomikas attīstībai, kā arī iespējamo blokķēdes inovāciju un to ieviešanas virzienu definēšanai tautsaimniecībā. Zinātniskās publikācijas, kas izstrādātas un publicētas ar mērķi

pārbaudīt pētījumu rezultātus, papildina starptautiskās zinātniskās datubāzes, kur pieejamie pētījumi galvenokārt fokusējas uz blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošiem faktoriem mikro līmenī un to ieviešanu īpašās blokķēdes tehnoloģiju pielietošanas jomās.

Statistisko datu analīze par blokķēdes tehnoloģiju inovācijām, to ieviešanu un klasifikāciju sniedz informāciju par pašreizējo situāciju, ko var izmantot kā salīdzinājumu ar citu zinātnieku iepriekš veiktajiem pētījumiem, lai novērtētu izmaiņas sektorā, tā attīstību, noteiktu problēmu risinājumus vai izstrādātu nākotnes attīstības prognozes. Iegūtos pētījumu rezultātus var izmantot akadēmiskajā studiju procesā un citos pētījumos gan ekonomikas, gan sociālajās zinātnēs.

Tika paplašinātas izmantoto pētījumu metožu pielietošanas jomas un parādīta to nozīme ar blokķēdes tehnoloģijām saistītos ekonomikas pētījumos, kas atvieglos pētījumu metožu izvēli jauniem ar nozari saistītiem pētījumiem.

Izmantotie dati un citi materiāli

Pētījuma metodoloģiskais pamats ir vietējo un ārvalstu zinātnieku darbi, Eiropas Savienības un Latvijas politikas pamatnostādnes un plānošanas dokumenti, materiāli un pētījumi, ko izstrādāja kompetentas nacionālās un starptautiskās iestādes un domnīcas, piemēram, Eiropas Parlaments, Eiropas Komisija, Starptautiskais Monetārais Fonds, LR Ekonomikas ministrija, uzņēmumi Deloitte, Gartner, kā arī autores pētījumi.

Autore ir ieguvusi statistikas datus par blokķēdes tehnoloģiju darbību no dažādiem publiskiem avotiem (*All crypto-currencies...*, 2020; *Stats and Facts...*, 2020, u. tml.) un izmantojusi pētījumu datus no zinātniskiem žurnāliem un zinātniskiem rakstiem, kas pieejami Scopus, Web of Science, Emerald, EBSCO datubāzēs, un informāciju par blokķēdes risinājumiem, tendencēm un arī pētījumiem no attiecīgajiem interneta avotiem.

Empīriskā informācija par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošiem faktoriem un scenārijiem tika iegūta no nacionālo un starptautisko blokķēdes ekspertu aptaujas.

Pamatojoties uz minētajiem pētījumiem un aptaujām, tika izstrādāta blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas novērtēšanas matrica un ieteikumi blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas veicināšanai Latvijas tautsaimniecībā.

Pētījuma ierobežojumi

Pētījums tika veikts laikposmā no 2016. gada septembra līdz 2020. gada novembrim. Lai analizētu globālās blokķēdes tehnoloģiju attīstības tendences, tika izmantoti statistikas dati laikposmam no 2013. līdz 2020. gadam.

Autores promocijas darbs izstrādāts Valsts pētījumu programmas “Latvijas mantojums un nākotnes izaicinājumi valsts ilgtspējai” projekta “Latvijas valsts un sabiedrības izaicinājumi un to risinājumi starptautiskā kontekstā (INTERFRAME-LV)” ietvaros.

1. BLOKĶĒDES TEHNOLOĢIJAS TEORĒTISKIE UN VĒSTURISKIE ASPEKTI

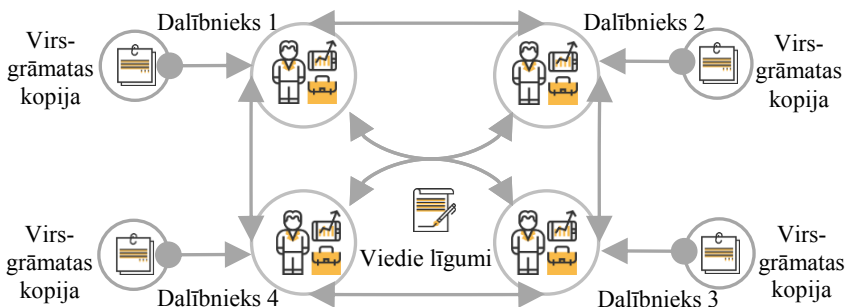
Šis darba nodaļas saturs ir izklāstīts 35 lappusēs, kurās ir iekļautas 4 tabulas un 15 attēli. Izvirzītā tēze: *Blokķēdes tehnoloģija ir revolucionāra inovācija, kas spējīga fundamentāli pārveidot uzņēmējdarbības modeļus zināšanu ekonomikā, tomēr tā vēl nav sasniegusi masveida ieviešanas fāzi.*

Pirmajā nodaļā ir izklāstīti teorētiski pētījumi par blokķēdes tehnoloģiju, zināšanu ekonomiku, inovāciju teorijām un inovāciju izplatīšanas procesa aspektiem un tā pamatā esošajiem inovāciju ieviešanas faktoriem. Tādējādi tika apkopoti inovāciju un tehnoloģiju ieviešanas modeļi.

1.1. Blokķēdes tehnoloģijas definīcija, būtība un vēsturiskā attīstība

Tā kā blokķēdes tehnoloģija ir salīdzinoši jauna tehnoloģiska parādība, kurai tika pievērsta uzmanība tikai pēdējās desmitgades laikā, ir svarīgi to definēt un izprast to, kā tā ir saistīta ar citu arvien plašāk pielietotu tehnoloģiju, ko sauc par izkliedētās virsgrāmatas tehnoloģiju (*distributed ledger technology – DLT*). Lai gan abus terminus gan praktiķi, gan pētnieki ir lietojuši kā sinonīmus, ir svarīgi tos izprast un nodalīt. DLT ir tehnoloģija, kas ir blokķēdes tehnoloģijas pamatā. Jebkura blokķēdes pielietojuma gadījumā datu glabāšanai izmanto izkliedēto virsgrāmatu, tomēr ne katrā izkliedētā virsgrāmatā tiek izmantota blokķēdes tehnoloģija darījumu vēstures reģistrēšanai, pielietojot īpašas darījumu apstiprināšanas un šifrēšanas metodes. Tādējādi blokķēde ir izkliedētās virsgrāmatas paveids. Tā kā terminam “blokķēde” ir pievērsta lielāka uzmanība gan akadēmiskajā vidē, gan praktisko pielietojumu jomā, autore turpmāk analizēs un lieto terminu “blokķēdes tehnoloģija”.

Izkliedētās virsgrāmatas tehnoloģija (DLT) ir nesen ieviesta decentralizēta inovācija informācijas un komunikācijas tehnoloģiju (IKT) jomā, kas darbojas kā ilgtspējīga virsgrāmatas darījumu dokumentēšanai un kas spēj pati sevi pasargāt pret viltošanu un hakeru uzbrukumiem. Izkliedētā virsgrāmatā ir tāda virsgrāmatā, kas tiek glabāta vienādās kopijās visu tīkla dalībnieku ierīcēs, kuras tiek sinhronizētas un automātiski atjauninātas, kad virsgrāmatā tiek pievienotas jaunas datnes. Salīdzinājumā ar tradicionālajiem darījumu tīkliem, izkliedētajām virsgrāmatām nav nepieciešami uzticami starpnieki īpašumtiesību sertificēšanai un darījumu apstiprināšanai (skat 1. attēlu)



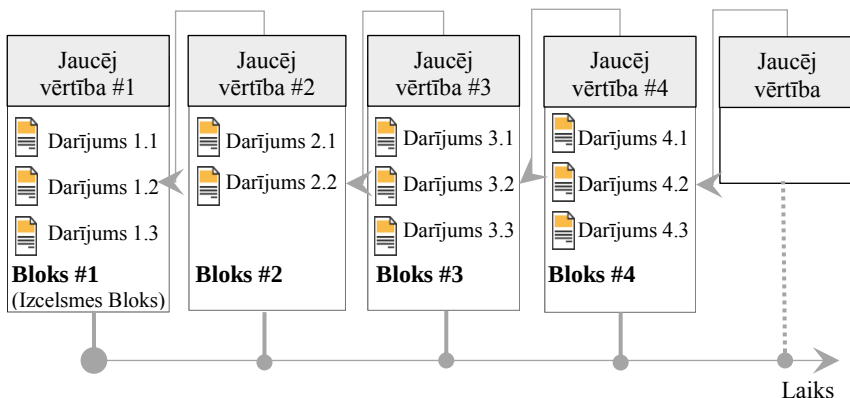
Avots: autores veidota shēma

1. att. Izklaidētās virsrāmātas tīkls.

Blokķēdes tehnoloģiju un DLT var izmantot kā inovatīvus instrumentus jebkuras centralizētas sistēmas pārveidošanai, kas izslēdz nepieciešamību pēc uzticamiem starpniekiem (piemēram, bankām, notāriem utt.), tā vietā nodrošinot sistēmā veikto darbību verifikāciju un autorizāciju, izmantojot efektīvus un augstas drošības pakāpes vienprātības mehānismus (*consensus mechanism*). Tā ir pirmā tāda veida datubāze, kurā centralizēti sniegti pakalpojumi nav nepieciešami, jo datubāze tiek izplatīta visiem komunikācijas mezgļpunktiem (*node*), tādējādi liekot tiem būt atbildīgiem par sistēmas uzturēšanu un informācijas pārbaudi. Katrs mezgļpunkts veic izmaiņas reģistrā neatkarīgi no citiem mezgļpunktiem, pēc tam tie visi “nobalso” par izmaiņām un, kad ir panākta vienprātība, reģistrs tiek papildināts ar jauniem datiem. Katram tīkla dalībniekam vienlaikus ir sava identiska reģistra kopija, un veiktās izmaiņas tiek reģistrētas dažu minūšu laikā.

Blokķēdes tehnoloģijas galvenās iezīmes ir: izklaidētā virsrāmāta, datu reģistrēšana reālajā laikā, nav nepieciešama datu pārbaude, ko veic trešā puse, nemaināmi darījumi, ko nodrošina ar kriptogrāfijas un decentralizēta tīkla palīdzību. Blokķēdes tehnoloģijas galvenie ieguvumi – nav starpnieku, ātri veicama atjaunināšana reāllaikā, neatgriezeniskums, mazāk krāpšanas iespēju, precīza/izsekojama informācija, privātums un caurskatāmība –, tādējādi tiek palielināta efektivitāte un ietaupīti izdevumi.

Blokķēde ir visizplatītākais DLT piemērs. Katrs darījums blokķēdē tiek saglabāts blokā, un katrs bloks ir savienots ar iepriekšējo bloku caur kriptogrāfisko parakstu, ko sauc par “jaucējvērtību” (*hash*), kas ir matemātiska funkcija, kuras pamatā ir kriptogrāfiskais algoritms. Jaukšana (*hashing*) ir svarīga tāpēc, lai padarītu blokķēdi nemainīgu, nodrošinot to, ka darījumi ir neatgriezeniski (skat. 2. attēlu).



Avots: autores veidota shēma

2. att. Blokķēdes uzbūve

Blokķēdes iespējamo pielietojumu veidu saraksts ir plašs. Varētu izcelt šādas jomas, kurās jau tiek attīstīts un redzams vislielākais attiecīgais potenciāls: kriptovalūtas un virtuālie aktīvi, automatizēti darījumi, izmantojot viedos līgumus, finanšu tehnoloģijas (fintech), lietu internets, piegādes ķēdes un loģistika, digitālā identitāte, veselības aprūpe un medicīna, balsošana, valsts pārvalde, kiberdrošība.

1.2. Zināšanu ekonomikas būtība un nozīme blokķēdes tehnoloģijas inovācijās un to ieviešanā

Zināšanu ekonomiku pirmoreiz pieminēja Maklups (Machlup, 1962) savā grāmatā “Zināšanu radīšana un izplatīšana Amerikas Savienotajās Valstīs” (*The Production and Distribution of Knowledge in the United States*). Saskaņā ar Bela ģutajām atziņām (Bell, 1973) postindustriālās sabiedrības izšķirošā pazīme ir tāda, ka zināšanas un informācija kļuva par sabiedrības stratēģiskajiem un pārveidojošajiem resursiem, līdzīgi kā kapitāls un darbaspēks bija industriālās sabiedrības stratēģiskie un pārveidojošie resursi. Sakarība starp informāciju un zināšanām balstās uz atšķirību starp “zināt kā”, nevis “zināt, ka” (Polayni, 1967). Ar informāciju var apmainīties, ar zināšanām nevar.

Toflera (Toffler, 1980) tehnoloģisko viļņu teorija ir cieši saistīta ar zināšanu ekonomiku un attiecas uz trim cilvēces attīstības tehnoloģiskajiem viļņiem: agrāro, industriālo un postindustriālo. Toflera (Toffler, 1980) tehnoloģisko viļņu teorijas “trešais vilnis” apzīmē postindustriālo ekonomiku, kurā ievērojama nozīme ir informācijai un tam, ko cilvēks ar to var izdarīt, izmantojot savu prātu. Pārmaiņas, kurām Toflers pievērš uzmanību, izraisīja tehnoloģiskā revolūcija, kas saistīta ar salīdzinoši nesen radītajām IKT, globālās ekonomikas veidošanos un ciešāku mūsdienu ekonomikas saikni ar zinātni un tās sasniegumiem.

Jaunā tehnoloģija līdz ar arvien pieaugošo sistēmas, kurā tā ir integrēta, sarežģītību paver plašākas iespējas izmantot informāciju, ko var pārveidot par zināšanām. Šis zināšanu intensitātes pieaugums sociāli ekonomiskajā sistēmā, pēc Portera (Porter, 1990) domām, ir saistīts ar ātras mācīšanās nozīmi. Viņš apgalvo, ka konkurētspēja nozīmē arī to, ka ir jāpaaugstina spēja mācīties, tostarp “mācīties to, kā ir jāmacās”.

Kastels (Castells, 2000) uzskata, ka jaunā ekonomika parādījās 20. gadsimta deviņdesmitajos gados, ienākot no Amerikas Savienotajām Valstīm, un sākās no informācijas tehnoloģijām, finansēm un biotehnoloģijām, taču Bels uzskata, ka tas notika vēl agrāk, sešdesmitajos gados (Bell, 1973). Pēc Kastela domām, “tehnoloģiskā revolūcija, kuras centrā ir informācijas tehnoloģijas, paātrinātā tempā sāka pārveidot sabiedrības materiālo pamatu” (Castells, 2000). Saskaņā ar Čena un Dalmana (Chen un Dahlman, 2006) atziņām valstīm ir ļoti svarīgi veikt pāreju uz zināšanu ekonomiku, jo pasaules ekonomika ir kļuvusi konkurētspējīgāka, kā arī savstarpēji atkarīga no modernu un efektīvu IKT izplatības.

Uz zināšanām balstīta ekonomika ir tāda, kurā visas nozares ir zināšanu ietilpīgas, reaģē uz jaunām idejām un tehnoloģiskām pārmaiņām, ir inovatīvas un nodarbina augsti kvalificētu personālu, kas nepārtraukti apgūst jaunas zināšanas (Smith, 2000, AEGIS, 2003). Ekonomiskās Sadarbības un Attīstības organizācija (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2001) aplēsa, ka pat vēl pirms 21. gadsimta uz zināšanām balstīto nozaru ražotās augsto tehnoloģiju preces, augstās un vidēji augstās tehnoloģijas un sniegtie zināšanu ietilpīgie pakalpojumi veidoja vairāk nekā pusi no lielāko Ekonomiskās Sadarbības un Attīstības organizācijas dalībvalstu IKP. Termins “uz zināšanām balstīta” vai “zināšanu ekonomika” raksturo tādu ekonomiku, kurā zināšanu radīšana, izplatīšana un izmantošana ir galvenie izaugsmes, labklājības nodrošināšanas un nodarbinātības virzītājspēki visās ekonomikas nozarēs (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2001).

Rodrigess (Rodrigues, 2002) apgalvo, ka visas sabiedrības balstās uz zināšanām – jauns ir tikai tas, ka IKT maina zināšanu uzkrāšanas veidu. Arvien vairāk zināšanu tiek ielikts iekārtās, produktos un pakalpojumos. Zināšanas arvien vairāk kļūst par darba izejvielu. Globalizācijas un interneta laikmetā ir svarīgi apkopot, izplatīt un veicināt vispārējās zināšanas un lietotāju izglītošanos, balstoties uz citu zināšanām. Izplatītās zināšanas satur katra kopienas aģenta zināšanas, un kopiena tās var izmantot noteiktu problēmu risināšanai. Šī koncepcija kā tāda saistās ar Aristoteļa “pūļa gudrības” koncepciju. Šo koncepciju intensīvi izmanto blokkēdes izstrādātāji savos kopīgajos centienos, īstenojot atvērtā pirmkoda (*open-source*) projektus saistībā ar sabiedriskajām blokkēdēm.

Izanalizējot bibliogrāfiskos avotus, autore secina, ka zināšanas jaunajā ekonomikā ir dinamisks resurss, kas ietver sevī pastāvīgu citu faktoru mijiedarbību pretstatā statiskajiem materiālajiem resursiem, kas dominēja

agrārajā un industriālajā laikmetā. Šie faktori ietver cilvēkkapitālu, informāciju, tehnoloģijas un mācību procesu, kuru kombinācija rada stabilu pamatu inovācijas procesiem, tostarp blokķēdes tehnoloģiju attīstībai un eksperimentiem. Zināšanām ir galvenā nozīme blokķēdes tehnoloģiju izstrādē, jo ir nepieciešamas īpašas zināšanas un zināšanu apmaiņa, ko nosaka to izklaidētā tehnoloģiskā uzbūve, tāpēc blokķēdes tehnoloģijas var attīstīties tikai zināšanu ekonomikas apstākļos, kur zināšanu apmaiņa ir iespējama visā pasaulē. Tehnoloģiju izstrādātāju kopienu, kas saistīta ar blokķēdes pielietojumu izstrādi un uzlabošanu, var definēt kā radošu sabiedrības šķiru, kas ir zināšanu ekonomikas stūrakmens.

Rodrigess (2002) apgalvo, ka uz zināšanām balstītā ekonomikā mācību, darba un inovāciju sistēmas tiks sasaistītas daudz ciešāk. Ir atzīts, ka inovācijas nacionālā līmenī veicina publiskā un privātā sektora organizāciju tīkli, kuru darbība un mijiedarbība ierosina, ievie no ārzemēm, pārveido un izplata jaunas tehnoloģijas un prakses (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2001).

Tehnoloģija ir uz zināšanām balstītas ekonomikas pamats, tomēr ekonomisko transformāciju nevar vadīt tikai tehnoloģija. Lai gūtu sekmes, ir nepieciešami citi elementi. Saskaņā ar Pauela un Šnelmana (Powell & Snellman, 2004) atziņām trīs galvenās veiksmīgas zināšanu ekonomikas sastāvdaļas ir – tehnoloģija, prasmes un augsti izglītots darbaspēks.

Reģionālo inovācijas sistēmu (RIS) koncepcija uzsver arvien pieaugošo valsts iestāžu iesaistes nozīmi, lai stimulētu inovācijas un konkurenci reģionālā līmenī (Storper 1995; Landabaso 1997; de La Mothe un Paquet 1998; Cooke 2001). Specīga, reģionalizēta inovāciju sistēma ir tāda sistēma, kurai ir sistēmiskas saiknes starp zināšanu radīšanas avotiem (universitātēm un pētniecības organizācijām), starpniekiem (valdībām un privātiem inovācijas dienestiem) un uzņēmumiem (Cooke 1995).

Lai gan daudzi blokķēdes risinājumi tiek attīstīti kā atvērtā pirmkoda avoti, daži izstrādātāji intelektuālā īpašuma tiesības iegūst, izmantojot patentus, kas arī pierāda, ka blokķēdes tehnoloģija ir zināšanu ietilpīga, bezprecedenta tehnoloģija, un tā var kļūt par pamattehnoloģiju nākotnes tehnoloģiju attīstībai un jaunai interneta ērai, kur tiks apmainīta vērtība, nevis informācija tiešsaistē.

1.3. Blokķēdes tehnoloģijas izvērtējums inovācijas koncepcijas ietvaros

Ekonomikas teorijā un praksē terminu “inovācija” ieviesa ekonomikas zinātnieks Džozefs Šumpēters. Savā grāmatā “Ekonomiskās attīstības teorija” (Schumpeter, 1912) viņš pirmais definēja inovāciju kā “jaunu kombināciju”, kas nozīmē, ka atšķirīga ražošanas kvalitāte tiek sasniegta nevis pakāpeniski, veicot nelielus uzlabojumus vecajās iekārtās vai esošajās organizatoriskajās sistēmās, bet gan ieviešot pilnīgi jaunus ražošanas līdzekļus un sistēmas organizācijā.

Saskaņā ar Šumpētera teoriju, pateicoties uzņēmēju aktivitātei un balstoties uz zinātnieku un izgudrotāju atklājumiem, rodas pilnīgi jaunas iespējas

ieguldījumiem, izaugsmei un nodarbinātībai. Pielietojot blokķēdes tehnoloģiju, uzņēmēji un valsts iestādes pašlaik izmanto dažādus blokķēdes atvērtā pirmkoda risinājumus, kurus izstrādājuši un pārbaudījuši nevis zinātnieki, bet inovatīvu tehnoloģiju izstrādātāju kopienas. Tomēr pirmās blokķēdes tehnoloģijas ieviešana saistībā ar *Bitcoin* balstījās uz tādām zinātniskām koncepcijām kā Nika Szabo viedo līgumu koncepcija (Szabo, 1997), Ādama Beka kriptogrāfiskā “*HashCash*” tehnoloģija (1997) un Hala Finneja daudzskārtēji pierādāmā darba koncepcija (Finney, 2004). Pašlaik pasaulē vadošajā atvērtā pirmkoda programmatūras izstrādes platformā *GitHub* (2020) ir 66 tūkstoši dažādu blokķēdes krātuvju, kas skaidri parāda tās popularitāti tehnoloģiju izstrādātāju vidū. Tādējādi blokķēdes inovācijas process nepārprotami balstās uz zināšanu radīšanu un izplatīšanu, par ko liecina atvērtā pirmkoda platformas *GitHub* popularitāte, kur tehnoloģiju attīstītāji dalās ar savām zināšanām, kuras var tālāk izmantot praktiskos tehnoloģiskos risinājumos. Daudzi blokķēdes risinājumi sabiedriskām vajadzībām tiek uzsākti kā atvērtā pirmkoda projekti, ļaujot visiem ne tikai izmantot šos risinājumus, bet arī izstrādāt jaunus pielietojuma veidus papildus esošajiem, kas uzlabo zināšanu apmaiņu un izplatīšanu.

Izanalizējot blokķēdes tehnoloģiju īpašības un inovācijas procesu, autore secina, ka blokķēdes tehnoloģija ir vispārējās nozīmes tehnoloģija, kas ir paredzēta inovāciju attīstībai dažādās nozarēs un jomās un kas izraisa revolucionārus un pārveidojošus procesus, tādējādi ietekmējot uzņēmumus, valdības, klientus un ekonomiku kopumā. Blokķēdes pielietošanas tehnoloģijas var iedalīt divās grupās: 1. grupas tehnoloģijas (*Technology One*) un 2. grupas tehnoloģijas (*Technology Two*) atkarībā no pielietojuma mērķa. 1. grupas tehnoloģijās ietilpst blokķēdes pielietojumi, kas padara esošos darījumus starp pusēm efektīvākus (t.i., ātrāka darījumu izpilde, nav starpnieku utt.), savukārt 2. grupas tehnoloģijas attiecas uz inovatīviem uzņēmējdarbības modeļiem, kurus nodrošina inovatīvi blokķēdes pielietojumi un sadarbība starp uzņēmumiem. Turklāt blokķēdes tehnoloģijai ir potenciāls kļūt plaši izmantotai un radīt daudzus blakusefektus, tāpat kā tas notika ar internetu pēc tam, kad tā pielietošana paplašinājās ārpus vietējiem iekštīkliem.

1.4. Inovāciju izplatīšanas un tehnoloģiju ieviešanas teoriju analīze blokķēdes tehnoloģijas kontekstā

Inovāciju izplatīšana (*Diffusion of Innovations – DOI*) ir teorija, kuras mērķis ir izskaidrot: kā, kāpēc un kādā ātrumā jaunas idejas un tehnoloģijas izplatījās dažādās kultūrās (Rogers, 2010). Rodžers inovāciju izplatīšanu definē kā “procesu, kurā inovācija (piemēram, jaunas idejas, procesi vai produkti) laika gaitā pa noteiktiem kanāliem tiek nodoti sociālo sistēmu dalībniekiem”.

Balstoties uz Rodžersa DOI teoriju, Mūrs un Benbasats (Moore & Benbasat, 1991) izstrādāja rīku, lai novērtētu indivīda uzskatus par IKT ieviešanos, izmantojot astoņu rādītājus: salīdzinošā priekšrocība, savietojamība, lietošanas

ērtums, rezultātu uzskatāmība, atpazīstamība, pārbaudāmība, brīvprātīgums un tēls.

Visbiežāk citētā un atzītā teorija attiecībā uz uzvedības paredzēšanu ir Fišbeina un Aizena Saprātīgas rīcības teorija (*Theory of Reasonable Action – TRA*) (Ajzen & Fishbein, 1975). Teorija balstās uz principu, ka cilvēki savā darbībā balstās uz idejām un pieņemamu informāciju, nevis loģisku pamatojumu. Proti, nodomi noteikta veida uzvedības īstenošanai (piemēram, konkrētas apgūstamas specialitātes izvēle) izsakāmi caur divu faktoru funkciju: indivīda personiskā attieksme, kas saistīta ar tā uzvedību, un sabiedriskajām uzvedības normām, kas saistītas ar citu cilvēku uzskatiem par to, kā tas būtu jādara šādās situācijās.

Tehnoloģiju pieņemšanas modeļa teorija (*Technology Acceptance Model Theory – TAM*) ir viens no svarīgākajiem Aizena un Fišbeina (1975) Saprātīgas rīcības teorijas paplašinājumiem, kurā ir pētīts, kā lietotāji pieņem un izmanto tehnoloģijas. TAM aizstāj daudzus TRA telpiskā stāvokļa rādītājus ar diviem faktoriem, kas ietekmē lietotāju lēmumus, – uztverto lietošanas ērtumu un uztverto lietderību. Gan TRA, gan TAM ir izteikti uzvedības elementi, pieņemot, ka tad, kad kādam indivīdam rodas nodoms rīkoties, tas varēs rīkoties bez ierobežojumiem.

Fleišera un Tornatska (Fleischer & Tornatzky, 1990) izstrādātajā tehnoloģijas-organizācijas-vides ietvarā (*Technology-organization-environment (TOE) framework*) tiek ņemta vērā tehnoloģiju ietekme (tehnoloģiju pieejamība un tās raksturojums), organizatoriskie (vadības struktūras lielums, sarežģītība, komunikācija un resursu pieejamība uzņēmumā) un ārējie faktori (nozāres raksturojums, tirgus struktūra, informācijas infrastruktūra, valdības regulējums).

Analīze par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas faktoriem parādīja, ka lielākā daļa pētījumu par blokķēdes tehnoloģijām galvenokārt ir vērsta uz tehnoloģiskajiem aspektiem. Lielākā daļa esošo blokķēdes tehnoloģija pētījumu ir koncentrējušies uz finanšu nozari, kas ierobežo rezultātu izmantošanu citās nozarēs. Lai pētītu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu makroekonomiskā līmenī, ir nepieciešama visaptveroša pieeja.

Ņemot vērā blokķēdes tehnoloģiju pielietojuma jomu dažādību un starpdisciplināro ietekmi, lai padziļināti izanalizētu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu, ir jāņem vērā dažādu ieinteresēto pušu pamatojums un motivācija. Tāpēc autore secina, ka TOE ietvars ir piemērota pieeja, lai makrolīmenī pētītu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas procesu, un to varētu papildināt ar specifiskiem faktoriem no citām teorijām, modeļiem un ietvarstruktūrām, tādējādi tiek pieņemts lēmums par tehnoloģijas ieviešanu. Proti, TAM modeļu un DOI teorijas elementu kombinācija var papildināt TOE ietvaru, lai pētītu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu.

Lai gan tas arī bija paredzams, diskusijas par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas faktoriem mūsdienu literatūrā ir ierobežotas. No tā autore secina, ka blokķēdes tehnoloģijas ieviešanu var balstīt uz tādu iepriekšējo pārmaiņu

piemēriem, kuras ietekmējušas tehnoloģijas, kur par pamatu inovāciju un tehnoloģiju konceptualizācijai tika izmantoti institucionālie, organizatoriskie, tirgus un tehnoloģiskie faktori.

2. UZ BLOKĶĒDES TEHNOLOĢIJU ATTIECINĀMĀS EIROPAS SAVIENĪBAS UN BALTIJAS VALSTU POLITIKAS, VADLĪNIJU UN TIESĪBU AKTU ANALĪZE

Šīs darba nodaļas saturs ir izklāstīts 26 lappusēs, kurās ir iekļauti 2 attēli. Izvirzītā tēze: *Baltijas valstu tiesību akti neregulē blokķēdes tehnoloģiju darbību, izņemot kriptovalūtu un virtuālo aktīvu jomu.*

Otrajā nodaļā tiek pērtas ar blokķēdes tehnoloģijām saistītā valdības politika un tiesiskais ietvars – plānošanas dokumenti, kas attiecas uz blokķēdes tehnoloģiju inovācijām, atbalsta pasākumi un attiecīgie Eiropas Savienības un Latvijas tiesību akti.

2.1. ES inovāciju, digitalizācijas un blokķēdes tehnoloģijas politikas, vadlīniju un atbalsta pasākumu analīze

Kopš autore uzsāka savu pētījumu, ES līmenī ir izstrādāti vairāki plānošanas dokumenti un veikti citi pasākumi, kuru mērķis ir atbalstīt un veicināt digitālo transformāciju, tostarp blokķēdes tehnoloģiju un to pielietojuma pētniecību un izstrādi.

2015. gadā tika ieviesta ES digitālā vienotā tirgus stratēģija, kuras mērķis ir uzlabot piekļuvi digitālajām precēm un pakalpojumiem, veidojot vidi, kur var attīstīties digitālie tīkli un pakalpojumi, un paaugstināt digitālo prasmju līmeni, kas nepieciešams visaptveroši digitālai sabiedrībai (*A Digital Single...*, 2015). Tā ietver arī mērķtiecīgu Blokķēdes tehnoloģiju stratēģiju. Pašreizējās Eiropas Komisijas 2019.–2024. gada prioritātes ietver prioritāti ar nosaukumu “Eiropa, kas piemērota digitālajam laikmetam” (*The European Commission's...*, [n.y.]), kas kalpo par pamatu attiecīgajiem stratēģijas plānošanas dokumentiem un finansēšanas pasākumiem:

- programma “Digitālā Eiropa”, kuras budžets 2021.–2027. gadam ir EUR 7,5 miljardi, ir vērsta uz Eiropas digitālās konkurētspējas palielināšanu, tostarp izmantojot digitālo inovāciju centrus visā ES (Europe Investing in..., [n.g.]);
- pētniecības un inovācijas programma “Apvārsnis Eiropa”, kuras budžets 2021.–2027. gadam ir EUR 100 miljardi, balstās uz trim pīlāriem: (1) izcilu zinātni, (2) globālām problēmām un Eiropas rūpniecības konkurētspēju (ieskaitot digitālo, rūpniecības un kosmosa jomu) un (3) inovatīvu Eiropu (Horizon Europe Structure..., [n.g.]);

- Eiropas infrastruktūras savienošanas instruments, kura budžets 2021.–2027. gadam ir EUR 3 miljardi, kas paredz atbalstu digitālo pakalpojumu infrastruktūrai (Connecting Europe Facility..., [n.g.]).

Eiropas Komisija (*European Blockchain Strategy...*, 2021) uzskata, ka blokķēdes tehnoloģijas un DLT var nodrošināt uzlabojumus Eiropas industrijā un iedzīvotājiem, jo tie ļauj uzņēmumiem, sākot no jaunizveidotiem uzņēmumiem līdz lieliem uzņēmumiem, kā arī pārvaldes iestādēm, sniegt decentralizētus, uzticamus, caurskatāmus un uz lietotājiem vērstus digitālos pakalpojumus, kas ļauj radīt jaunus un uzlabot esošos uzņēmējdarbības modeļus, tādējādi dodot labumu sabiedrībai un stimulējot ilgtspējīgu ekonomisko izaugsmi.

Eiropas Komisijas mērķis ir pozicionēt Eiropu kā vadošu pasaules reģionu blokķēdes tehnoloģiju inovāciju un to ieviešanas ziņā un palaujas uz šādām tālāk norādītajām galvenajām iniciatīvām, lai veicinātu globāli iekļaujošu pārvaldību, stiprinātu sadarbību un ieguldījumus blokķēdē/DLT balstītu lietojumprogrammu ieviešanā, atbalstītu starptautisko standartu noteikšanu un veicinātu dialogu starp nozares ieinteresētajām personām un regulatoriem, jo īpaši attiecībā uz normatīvo regulējumu: Eiropas blokķēdes tehnoloģiju partnerība, Starptautiskā uzticamo blokķēdes lietojumu asociācija (INATBA) un Eiropas blokķēdes tehnoloģiju novērošanas centrs un forums (*Proposal for...*, 2020).

Eiropas blokķēdes tehnoloģiju partnerība (*European Blockchain Partnership* (EBP)), kas izveidota 2018. gada aprīlī, politiskā līmenī apvieno visas ES dalībvalstis un Eiropas Ekonomikas zonas dalībvalstis (Norvēģiju un Lihtenšteinu), lai veicinātu sadarbību, izveidojot Eiropas blokķēdes pakalpojumu infrastruktūru (*European Blockchain Services Infrastructure* (EBSI)), kas, iespējams, nodrošinās ES mēroga pārrobežu publiskos pakalpojumus, izmantojot blokķēdes tehnoloģiju (*Countries Join...*, 2018).

2018. gadā Eiropas Komisija nodibināja Eiropas blokķēdes tehnoloģiju novērošanas centru un forumu (*European Blockchain Observatory and Forum*), kas darbojas kā ieinteresēto pušu iesaistes platforma, lai paātrinātu blokķēdes tehnoloģiju inovācijas un to ieviešanu, kur notiek zināšanu apmaiņa, kopienas iesaiste, projektu izstrāde, pie attiecīgajiem jautājumiem un tiesiskā regulējumu strādā darba grupas, notiek tematisko ziņojumu sagatavošana un tiek nodrošināta apmācība (European Commission, 2020).

Plānots, ka Eiropas blokķēdes pakalpojumu infrastruktūra nodrošinās ES mēroga pārrobežu publiskos pakalpojumus, izmantojot blokķēdes tehnoloģiju (*What is EBSI...*, [n.g.]). Viens no iniciatīvas mērķiem ir izveidot izkļiedētu mezglpunktu sistēmu visā ES, vienlaikus turpinot noskaidrot jaunas potenciālās šo tehnoloģiju pielietojuma jomas, piemēram, automatizēta atbilstības pārbaude, pārbaudāmi pilnvaras dati, pašsuverēnā identitāte, starpinstītūciju datu apmaiņa u.c.

Eiropas Komisijas Digitālo inovāciju un blokķēdes F.3 nodaļa atbalsta dziļo tehnoloģiju (*deep tech*) jaunuzņēmumu attīstības veicināšanu Eiropas

ekosistēmās un inovatoru mobilizēšanu, lai paaugstinātu tirgum gatavo inovāciju līmeni, pārvalda Eiropas jaunuzņēmumu (*Start-up Europe*) un Inovāciju radara (*Innovation Radar*) iniciatīvas un uzlabo piekļuvi finansējumam digitalizācijai, kā arī inovāciju iepirkuma izmantošanas iespējas ietvarprogrammās “Digitālā Eiropa” un “Apsvārsnis Eiropa” (*Digital Innovation...*, [n.g.]). Šī nodaļa īsteno pasākumus, lai veicinātu ar blokķēdi saistītas inovācijas, tostarp darbu ar juridiskiem un regulējuma aspektiem, kā arī pārvalda Eiropas blokķēdes tehnoloģiju partnerību, digitālo pakalpojumu infrastruktūras ieviešanu saskaņā ar Eiropas infrastruktūras savienošanas instrumentu un vada Eiropas blokķēdes tehnoloģijas novērošanas centru un forumu (*Digital Innovation...*, [n.g.]).

2.2. Latvijas inovāciju un digitalizācijas politikas analīze

Valsts politiku inovāciju, zinātnes un tehnoloģiju attīstības jomā augstākajā lēmumu pieņemšanas līmenī nosaka Saeima un Ministru kabinets. Saskaņā ar Ministru kabineta 2010. gada 23. marta noteikumiem Nr. 271 (Protokola Nr. 15, 3. punkts) “Ekonomikas ministrijas noteikumi” Ekonomikas ministrija ir vadošā valsts pārvaldes iestāde ekonomiskās politikas īstenošanas jomā, kuras uzdevumi un kompetence ietver arī inovāciju attīstības politikas izstrādi un tās īstenošanu.

Saskaņā ar Zinātniskās darbības likumu Ekonomikas ministrija ir valsts institūcija, kas atbild par inovācijas politikas izstrādi un īstenošanu.

Kopumā jāsecina, ka Latvijā inovācijas politika ir iekļauta tālāk norādītajos plānošanas dokumentos.

- Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam (*Sustainable Development Strategy...*, 2010)
- Latvijas Nacionālais attīstības plāns 2014.–2020. gadam (*Latvijas Nacionālais attīstības...*, 2012)
- Latvijas Nacionālais attīstības plāns 2021.–2027. gadam (*Latvijas Nacionālais attīstības...*, 2020).
- Zinātnes, tehnoloģijas attīstības un inovāciju pamatnostādnes 2014.–2020. gadam (*Zinātnes un tehnoloģijas...*, 2013).
- Viedās specializācijas stratēģija RIS3 (*Viedās specializācijas stratēģija*, 2016).
- Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.–2027. gadam (*Digitālās transformācijas pamatnostādnes...*, 2020).

Divas no septiņām Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijā līdz 2030. gadam izvirzītajām prioritātēm ietver inovācijas jautājumus (*Sustainable Development Strategy...*, 2010):

- inovatīva un ekoefektīva ekonomika, tai skaitā masveida jaunrade un inovācija, kā arī atjaunojama un droša enerģija;
- inovatīva pārvalde un sabiedrības līdzdalība, tai skaitā sociālā kapitāla vērtības pieaugums, e-pārvaldība un publiskā inovācija.

Latvijas Nacionālajā attīstības plānā 2014.–2020. gadam ir izvirzīts inovācijas politikas mērķis līdz 2020. gadam palielināt valsts izdevumus pētniecībai un attīstībai līdz 1,5% no IKP (*Latvijas Nacionālais attīstības...*, 2012). 2014.–2020. gada plānošanas periodā Eiropas Savienības struktūrfondu finansējums bija pieejams gandrīz EUR 200 miljonu apmērā, lai atbalstītu uzņēmumu ieguldījumus pētniecībā, attīstībā un inovatīvos projektos, kas varētu piesaistīt papildus vismaz EUR 80–100 miljonu privātā sektora ieguldījumus pētniecībai un attīstībai. Latvijas Investīciju un attīstības aģentūrā (LIAA) inovāciju atbalstam ir pieejamas vairākas programmas (“Inovācijas motivācijas programma”, “Atbalsts pētījumu rezultātu komercializācijai” u.c.). Lai sasniegtu mērķus, ir jāpalielina inovācijas politikas efektivitāte, radot spēcīgus stimulus uzņēmējiem inovatīvu darbību finansēšanai.

Latvijas nacionālajā attīstības plānā 2021.–2027. gadam ir uzsvērts virziens “ražošana, inovācijas un eksports” ar mērķi atbalstīt uzņēmumu izaugsmi un konkurētspēju, balstoties uz to spēju radīt un pārdot pieprasītus, zināšanu ietilpīgus produktus un uz zinātniskiem pētījumiem balstītus pakalpojumus, tādējādi integrējoties arvien augstākas pievienotās vērtības globālajās ķēdēs, uzsverot, ka gudra specializācija, inovācija, tehnoloģiju attīstība un modernizācija, kā arī mērķtiecīgi ieguldījumi cilvēkkapitālā, ir produktivitātes pieauguma pamats (*Latvijas Nacionālais attīstības...*, 2020).

Viedās specializācijas stratēģiju (RIS3) mērķis ir palielināt jaunrades spēju un izveidot inovāciju sistēmu, kas veicina un atbalsta tehnoloģisko progresu ekonomikā un nodrošina valsts ekonomikas pārveidi ar mērķi ražot preces un pakalpojumus, kuru pievienotā vērtība ir augstāka, un kas ietver informācijas un komunikācijas tehnoloģijas kā specializācijas jomu (*Viedās specializācijas stratēģija*, 2016).

Latvijas Digitālās transformācijas pamatnostādņu 2021.–2027. gadam mērķis ir definēt vienotu digitālās attīstības politiku valsts pārvaldei, valsts ekonomikai un sabiedrībai, iekļaujot tajā piecus darbības virzienus (*Digitālās transformācijas pamatnostādnes...*, 2020):

- digitālās prasmes un izglītība;
- digitālā drošība un uzticamība;
- telekomunikāciju pakalpojumu pieejamība;
- tautsaimniecības (t. sk. valsts pārvaldes) digitālā transformācija;
- inovācijas, IKT industrija un IKT zinātne.

Izanalizējot iepriekš minēto, autore secina, ka Ekonomikas ministrijas īstenotā inovāciju politika galvenokārt ir saistīta ar uzņēmējdarbības atbalstu inovāciju jomā, kā arī ar Eiropas struktūrfondu finansēto projektu ieviešanu un uzraudzību saistībā ar atbalstu inovatīvām darbībām. Nozīmīga loma uzņēmējdarbības atbalsta inovāciju programmu īstenošanā ir Latvijas Investīciju un attīstības aģentūrai, kas ir viena no Ekonomikas ministrijas pārraudzībā esošajām institūcijām. Papildus tam, AS Attīstības finanšu institūcija “Altum” nodrošina finansējumu, izmantojot valsts atbalsta finanšu instrumentus jomās,

kuras valsts noteikusi par svarīgām un atbalstāmām un kur nav pieejams pietiekams kredītiestāžu finansējums. Tomēr uz pētījuma datumu Latvijā nav mērķtiecīgas blokķēdes tehnoloģiju politikas vai atbalsta mehānismu blokķēdes tehnoloģiju inovācijām un to ieviešanai.

2.3. Kriptovaluūtu un virtuālo aktīvu regulējuma ES un Baltijas valstīs analīze

Eiropas Banku iestāde (EBI) 2013. gadā publicēja brīdinājumu par riskiem, kas saistīti ar virtuālās naudas, piemēram, Bitcoin, izmantošanu dažādos darījumos. EBI ir norādījusi, ka patērētāju tiesības pašlaik netiek aizsargātas, jo trūkst īpašu noteikumu darījumiem, kuros virtuālā nauda tiek izmantota kā maksāšanas līdzeklis, tādējādi pastāv risks zaudēt naudu (*EBA warns consumers..., 2013*). Arī Eiropas Centrālā banka ir atzinusi, ka, iesaistoties virtuālās naudas shēmās (piemēram, Bitcoin un tamlīdzīgos instrumentos), tās lietotāji var tikt pakļauti likviditātes, kredīta, juridiskiem un darbības riskiem (European Central Bank, 2015).

2016. gadā Eiropas Vērtspapīru un tirgu iestāde (EVTI) publicēja diskusiju dokumentu, kurā uzsvērti potenciālie ieguvumi un riski, ko DLT varētu radīt vērtspapīru tirgos, it īpaši no politikas viedokļa (European Securities Market Authority, 2016). EVTI lūdza nozares pārstāvju komentārus un nepateica savu viedokli attiecībā uz DLT.

2017. gadā Eiropas Vērtspapīru un tirgu iestāde brīdināja investorus un uzņēmumus, kas iesaistīti sākotnējos kriptonaudas piedāvājumos (ICO), par augstajiem riskiem, kas saistīti ar ieguldījumiem ICO (*ESMA Highlights ICO..., 2017*).

Vislielākā ietekme uz kriptovaluūtu un virtuālo aktīvu regulējumu ir Finanšu darījumu darba grupas cīņai pret naudas atmazgāšanu (FATF), kas izstrādā pasaules standartus naudas atmazgāšanas un terorisma finansēšanas apkarošanas jomā (*anti-money laundering (AML)/combating the financing of terrorism (CFT)*), kā arī novērtē valstu AML/CFT sistēmu atbilstību šiem standartiem un ieteikumiem. FATF ir starpvaldību iestāde, kas izveidota G-7 samītā 1989. gadā un kurā šobrīd ir 39 dalībvalstis un reģionālās organizācijas (ieskaitot Eiropas Komisiju), deviņi asociētie locekļi un 23 novērotāju organizācijas, kas apņēmušās īstenot tās ieteikumus (*About, [n.y.]*).

2015. gadā FATF savā Rokasgrāmatā par uz risku balstītas pieejas piemērošanu virtuālajām valūtām (izdota 2015. g.) publicēja sākotnējos ieteikumus par naudas atmazgāšanas un teroristu finansēšanas risku vadību, kas saistīta ar virtuālo naudu. 2018. gadā FATF veica grozījumus savos ieteikumos, lai skaidri norādītu, ka FATF ieteikumi attiecas uz finanšu darbībām, kurās tiek izmantoti virtuālie aktīvi. Galvenais grozījums FATF ieteikumos attiecās uz "virtuālo aktīvu" un "virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzēju", kuri sniedz maiņas pakalpojumus ne tikai starp virtuālajiem aktīviem un bezseguma valūtām (kā

teikts 2015. gada rokasgrāmātā), bet arī starp vienas vai vairāku formu virtuālajiem aktīviem, definīcijām.

FATF 2019. gada vadlīnijās un Paskaidrojošajā piezīmē P15 ir sniegti detalizētāki ieteikumi par uz risku balstītas pieejas piemērošanu virtuālajiem aktīviem un virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzējiem, tostarp arī regulatīvo pieeju piemēri vairākās valstīs (Financial Action Task Force, 2019a).

Amerikas Savienoto Valstu finanšu noziegumu apkarošanas tīkls (FinCEN) ir izdevis vadlīnijas (*FinCEN Guidance...*, 2019), kas daudzējādā ziņā ir līdzīgas FATF izdotajai rokasgrāmatai (FATF, Financial Action Task Force, 2019b). G20 valstu finanšu ministri un centrālo banku vadītāji pēc to sanāksmes 2020. gada februārī izdeva galīgo kopīgo paziņojumu, aicinot valstis ieviest kriptonaudas regulēšanas standartus saskaņā ar FATF ieteikumiem (*G20 Kicks Off...*, 2020).

2018. gadā tika grozīta ES Naudas atmazgāšanas apkarošanas direktīva, lai samazinātu virtuālās naudas izmantošanas risku noziedzīgi iegūtu līdzekļu legalizēšanai, kas līdz 2020. gada 10. janvārim bija jāiekļauj dalībvalstu tiesību aktos. Saskaņā ar šīm izmaiņām virtuālās naudas platformām un kriptonaudas pakalpojumu sniedzējiem, lai identificētu klientus un izsekotu aizdomīgus darījumus, ir jāievēro tās pašas prasības kā citām finanšu organizācijām, tostarp bankām (Directive (EU) 2018/843..., 2018). 2020. gada Eiropas Parlamenta ziņojumā par kryptoaktīviem ir teikts, ka piektā ES Naudas atmazgāšanas apkarošanas direktīva 2018/843 (AMLD5) vairs neatbilst stingrākiem FATF standartiem, un, lai saskaņotu direktīvā izmantoto pieeju ar starptautiskajiem standartiem, Eiropas Parlaments iesaka paplašināt kriptovalūtu jēdzienu un attiecīgi regulēto uzņēmumu sarakstu ES.

2017. gadā Latvija veica grozījumus Noziedzīgi iegūtu līdzekļu legalizācijas un teroristu finansēšanas novēršanas likumā (NILLTFNL) un papildināja to ar virtuālās naudas un virtuālās naudas pakalpojumu sniedzēja definīcijām (Noziedzīgi iegūtu līdzekļu..., 2017). Ar minētajiem grozījumiem likums nosaka, ka no 2019. gada 1. jūlija virtuālās naudas pakalpojumu sniedzēji ir NILLTFNL likuma subjekti, vienlaikus nosakot, ka virtuālās naudas pakalpojumu sniedzējus uzrauga un kontrolē Valsts ieņēmumu dienests, ievērojot šīs likuma prasības.

Izvērtējot tiesību aktus un vadlīnijas, ko Baltijas valstu regulējošās iestādes izdevušas attiecībā uz kriptonaudu un virtuālajiem aktīviem, autore secina, ka visi Baltijas valstu regulatori ir izdevuši vadlīnijas, saskaņā ar kurām ir jāpārbauda caur ICO laistā apgrozībā kriptonauda, un, ja ir izpildīti noteikti kritēriji, to var atzīt par finanšu instrumentu un uz tiem attiecas finanšu vērtspapīru regulējums vai citi likumi, piemēram, kopfinansēšanas vai līdzieguldījumu likumi. ICO vadlīnijas tika publicētas 2016. gadā Igaunijā, 2017. gadā Lietuvā un 2019. gadā Latvijā, tomēr Latvijas FKTK 2017. gadā publicēja brīdinājumu par ICO, norādot uz augstajiem riskiem un iespējamām likuma prasībām, bet līdz 2019. gadam sīkāka informācija netika sniegta.

Latvijā darbībām ar kriptovalūtām un virtuālajiem aktīviem nav nepieciešama specializēta licence, tomēr virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzējiem Latvijā, tāpat kā Igaunijā un Lietuvā, ir jāievēro likumi par naudas atmazgāšanas un teroristu finansēšanas apkarošanu. Igaunijā kriptovalūtas tiek uzskatītas par alternatīviem maksāšanas līdzekļiem, un šādām darbībām kopš 2017. gada nepieciešama specializēta licence. Lietuvā 2019. gadā tika ieviests visaptverošs kriptovalūtu un virtuālo aktīvu regulējums, saskaņā ar kuru ir nepieciešama specializēta licence šādām darbībām.

3. BLOKĶĒDES TEHNOLOĢIJAS IEVIEŠANAS PASAULĒ UN BALTIJAS VALSTĪS IZVĒRTĒJUMS

Šīs darba nodaļas saturs ir izklāstīts 35 lappusēs, kurās ir iekļautas 7 tabulas un 15 attēli. Izvirzītā tēze: *Blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas līmenis un scenāriji, izņemot kriptotelpas pielietojuma jomu, dažādās valstīs ir atšķirīgi atkarībā no to ekonomiskās un digitālās konkurētspējas un kryptoaktivitātes līmeņa.*

Trešajā nodaļā tiek analizētas blokķēdes tehnoloģiju inovācijas un to ieviešana visā pasaulē un Baltijas valstīs dažādās jomās un tiek pētītas attiecīgās ģeogrāfiskās tendences un veiksmes gūšanas faktori.

3.1. Blokķēdes tehnoloģijas ieviešanas pasaulē analīze

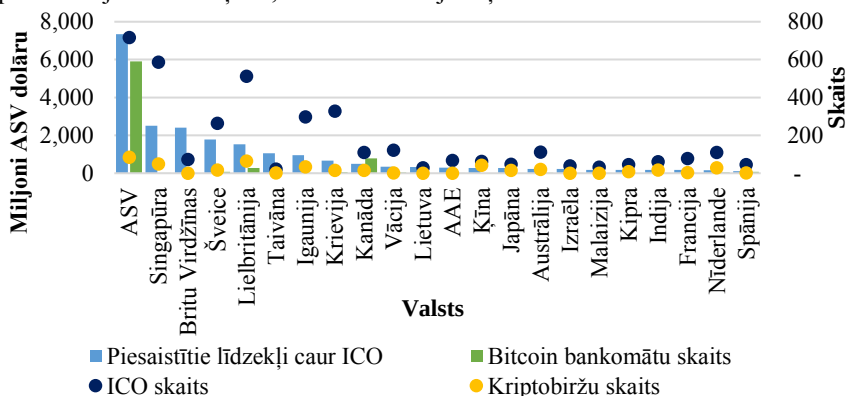
Blokķēdes tehnoloģijas risinājumi visā pasaulē tiek attīstīti dažādos tempos. Vislabākais blokķēdes tehnoloģijas ieviešanas piemērs līdz šim ir kriptovalūtas, ar to saistītie virtuālie aktīvi un kriptoinfrastruktūra, piemēram, kriptovalūtu maiņas biržas, virtuālo aktīvu glabāšanas “maki”, Bitcoin bankomāti, utt.

Kopējā kriptovalūtu kapitalizācija 2020. gada maijā bija aptuveni 255 triljoni ASV dolāru, un Bitcoin tirgus daļa bija 68%, kam sekoja Ethereum (9%), XRP/Ripple (4%), Tether (4%) un Bitcoin Cash (2%). Kaut arī Bitcoin galvenās funkcijas ir kalpot par valūtas maiņas līdzekli, vērtības krājuma līdzekli un norēķinu vienību, kas atbilst tradicionālajām naudas funkcijām, lielākā daļa citu kriptovalūtu pildīja citas, nemonētāras funkcijas, piemēram, kalpoja kā decentralizētu aplikāciju platforma, ļaujot ikvienam izveidot savu blokķēdes tehnoloģijā balstīto risinājumu uz tās pamata. Līdz šim vispopulārākā decentralizēto aplikāciju platforma ir bijusi Ethereum – šajā platformā tiek ieprogrammēti 87% publisko blokķēdes risinājumu, kam seko Waves (2%), Stellar (2%) un NEO (1%).

Jebkurš blokķēdes tehnoloģijā balstītais risinājums, kas veidots uz decentralizētu aplikāciju platformas pamata, var piesaistīt finansējumu, izmantojot sākotnējos monētu piedāvājumus (ICO), kas ir līdzvērtīgs sākotnējiem publiskajiem piedāvājumiem (IPO) finanšu nozarē, kad uzņēmumi publiski piedāvā pirkt savas akcijas. Vispārējā ICO aktivitāte 2019. gadā ievērojami samazinājās, jo daudzi kriptoprojekti bija izgāzušies, investori zaudēja savus līdzekļus un nebija izstrādāts oficiāls mehānisms, lai prasītu

jebkādu tiesisku un finansiālu atbildību no kriptoprojektu īstenotājiem. 2019. gadā līdzekļu apjoms, kas ir piesaistīts blokķēdes tehnoloģijā balstītajiem projektiem, izmantojot tradicionālos ieguldījumu veidus, jau ir ievērojami pārsniedzis caur ICO saņemto līdzekļu apjomu salīdzinājumā ar 2018. gadu – apmēram 7,5 reizes lielāks piesaistītais kapitāls 2019. gadā salīdzinājumā ar apmēram 2 reizes mazāku piesaistīto kapitālu 2018. gadā (*The Blockchain Report...*, 2020).

3. attēlā ir parādīts, ka ASV ir neapstrīdams līderis kryptoaktivitātes ziņā pēc visiem rādītājiem – piesaistītie ICO līdzekļi (7,3 miljardi ASV dolāru), ICO skaits (717), kriptobiržu skaits (85) un Bitcoin bankomātu skaits (5,9 tūkstoši). Igaunija un Lietuva ieņem attiecīgi 7. un 11. vietu, vērtējot pēc ICO piesaistītajiem līdzekļiem, savukārt Latvija ieņem tikai 34. vietu.



Avots: autores veidots pēc Stats and Facts..., 2020; Bitcoin ATMs..., 2020; List of All..., 2020; Blockchain Regulations..., 2020

3. att. Kryptoaktivitātes statistika valstīs ar vairāk nekā 100 miljonu ASV dolāru piesaistītajiem līdzekļiem no pirmreizējām monētu emisijām

3.attēlā var redzēt, ka Latvijas kriptoregulējuma rangs ir ievērojami zemāks par Igaunijas un Lietuvas rangu. Lietuva ir vadošā valsts starp Baltijas valstīm, kas ierindojas 4. vietā pasaulē, kurai seko Igaunija 14. vietā, savukārt Latvija ievērojami atpaliek, atrodoties 81. vietā. Kopš 2013. gada Latvijā ir rīkoti 27 ICO, piesaistot līdzekļus 28 miljonu ASV dolāru vērtībā, salīdzinājumā ar 298 ICO un 946 ASV dolāru miljoniem Igaunijā un 29 ICO un 323 miljoniem ASV dolāru Lietuvā. Igaunija ir vadībā arī pēc kriptobiržu skaita (34), salīdzinājumā ar Latviju (0) un Lietuvu (1).

Lai saprastu, vai kryptoaktivitātes rādītāji ir savstarpēji saistīti, autore pielietoja korelācijas analīzi. Balstoties uz analizētajiem datiem par 56 valstīm, sakarības starp četriem kryptoaktivitātes rādītājiem bija ciešas pie 0,01 nozīmīguma līmeņa (abpusēja). Visas korelācijas bija pozitīvas un pārsniedza

vidējo rādītāju, kas norāda, ka kryptoaktivitātes dimensijas attīstās paralēli un ir savstarpēji saistītas.

Diezgan ciešas pozitīvas korelācijas tika novērotas starp:

- piesaistītiem līdzekļiem caur ICO un ICO skaitu (0,828);
- piesaistītiem līdzekļiem caur ICO un Bitcoin bankomātu skaitu (0,866);
- ICO skaitu un kriptobiržu skaitu (0,870).

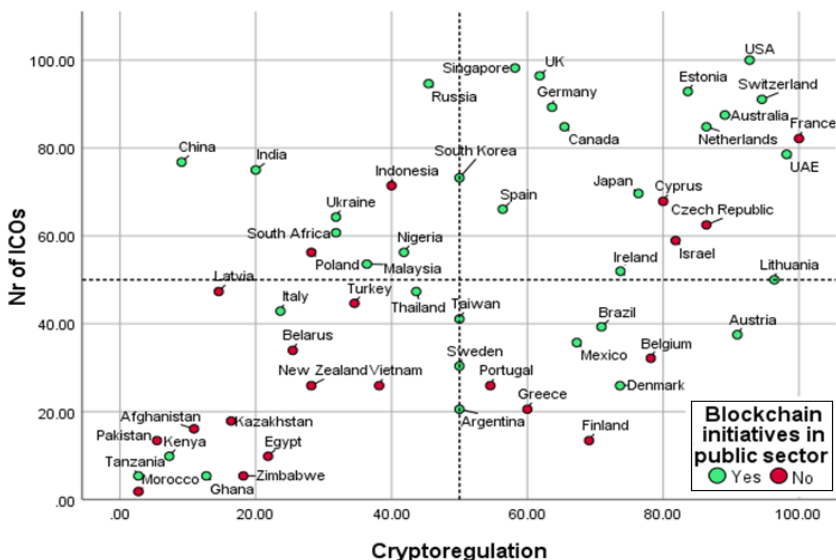
Vidēji ciešas pozitīvas korelācijas tika novērotas starp:

- piesaistītiem līdzekļiem caur ICO un kriptobiržu skaitu (0,754);
- ICO skaitu un Bitcoin bankomātu skaitu (0,623);
- kriptobiržu skaitu un Bitcoin bankomātu skaitu (0,625).

Svarīgs faktors, kas var būt saistīts ar kryptoaktivitāti, ir kriptovalūtu regulējums, kurš katrā valstī ir atšķirīgs. Analizējot datus par 55 valstīm ar visaugstāko kryptoaktivitāti, vienīgā kaut cik izteikta korelācija starp četriem analizētajiem kryptoaktivitātes rādītājiem tika konstatēta starp ICO skaitu un kriptoregulējumu – pozitīva korelācija 0,303 pie 0,05 nozīmīguma līmeņa (abpusēja). Lai gan korelācija ir vāja, tā ir pozitīva. Tāpēc var pieņemt, ka ir arī citi faktori, kas ietekmē kryptoaktivitāti. Viens no šādiem faktoriem var būt publiskajā sektorā īstenotās blokķēdē balstītās iniciatīvas, jo tās var kalpot kriptorisinājumu īstenošanai par labās prakses piemēriem, tādējādi uzlabojot blokķēdes tehnoloģiju izmantošanas gadījumu atpazīstamību un uzskatāmību un palielinot vispārēju izpratni par blokķēdes tehnoloģiju sabiedrībā.

Balstoties uz atklāti pieejamo informāciju par blokķēdes tehnoloģijas iniciatīvām publiskajā sektorā, turpmākajā analizē katra valsts tika atzīmēta ar “Jā” vai “Nē” atkarībā no tā, vai autore atrada informāciju par blokķēdes tehnoloģijas iniciatīvām publiskajā sektorā. Šādas iniciatīvas ietver pierādāmās koncepcijas projektus, izmēģinājuma projektus un funkcionējošus projektus, ko īsteno valsts pārvaldes vai uzraugošās iestādes. Lai datus padarītu vizuāli salīdzināmus, rādītāji “ICO skaits” un “kriptoregulējuma rangs” tika izteikti rangu procentuālās daļās, izmantojot SPSS funkciju “Rank cases”.

Kā redzams 4. attēlā, valstīs, kurās ICO aktivitāte pārsniedz vidējo līmeni, arī publiskajā sektorā ir lielāka kryptoaktivitāte, salīdzinot ar valstīm, kurās ir zemāka ICO aktivitāte. Starp 28 valstīm, kas ietilpst analizēto valstu izlases augšējā pusē ICO aktivitātes sadalījumā, 21 valstis īsteno arī blokķēdes tehnoloģijās balstītās iniciatīvas publiskajā sektorā, sastādot 75% īpatnību, salīdzinājumā ar tikai 44%, ko īsteno valstis, kuras ierindotas izlases apakšējā pusē (12 no 27). Tāda pati tendence ir vērojama attiecībā uz sakarību starp valstu izlases augšējo un apakšējo pusi kriptoregulējuma sadalījumā – valstīs, kurās kriptoregulējums ir augstāks par vidējo, ir vērojama arī lielāka aktivitāte ar blokķēdes tehnoloģijas iniciatīvām publiskajā sektorā – 70% (21 no 30) pret 48% (12 no 25) salīdzinājumā ar apakšējo valstu izlases pusi.



Avots: autores veidots pēc Stats and Facts..., 2020; Bitcoin ATMs..., 2020; List of All..., 2020; Blockchain Regulations..., 2020

4. att. Sakarības starp ICO, kriptoregulējumu un blokķēdes tehnoloģijas iniciatīvām publiskajā sektorā

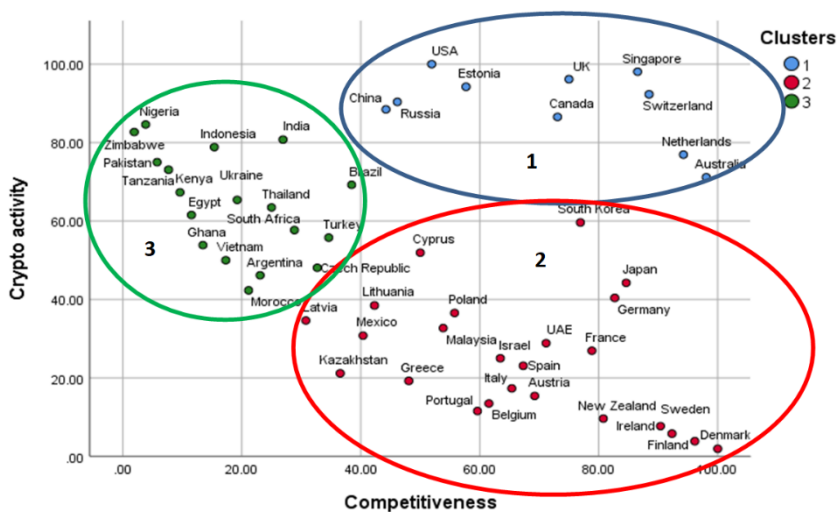
1. kvadrantā ir redzama ievērojami lielāka aktivitāte saistībā ar blokķēdes tehnoloģijas iniciatīvām publiskajā sektorā salīdzinājumā ar 3. kvadrantu – attiecīgi 74% (14 no 19) salīdzinot ar 31% (5 no 16), kas pierāda, ka ir pozitīva korelācija starp blokķēdes tehnoloģijas pielietojanas gadījumu uzskatāmību publiskajā sektorā un kryptoaktivitātes un kriptoregulējuma attīstību.

Lai izprastu sakarības starp kryptoaktivitāti un zināšanu ekonomikas iezīmēm, kas turpmāk tiks saukts par “ekonomikas konkurētspēju”, tālākai analīzei tika izvēlēti vairāki rādītāji: IKP uz vienu iedzīvotāju, kas parāda vispārējo ekonomiskās attīstības līmeni, Globālais konkurētspējas indekss, kas parāda valsts darba ražīgumu un labklājības līmeni, e-pārvaldes un e-līdzdalības indeksi, kas parāda vispārējos digitalizācijas līmeņus.

Balstoties uz analizētajiem valstu datiem, trim kryptoaktivitātes rādītājiem ir būtiskas korelācijas ar visiem vai dažiem konkurētspējas rādītājiem pie 0,01 nozīmīguma līmeņa (abpusēja). Lai gan korelācijas ir diezgan vājas, tās ir pozitīvas, kas norāda, ka kryptoaktivitāte un konkurētspēja ir savstarpēji pozitīvi saistītas. Turpmākai kryptoaktivitātes un konkurētspējas savstarpējo sakarību izpētei tika izmantota faktoru analīze. KMO un Bartleta tests parādīja, ka faktoru analīze ir noderīga datu turpmākai analīzei. Mainīgo lielumu izkliedes proporcija, ko varētu izraisīt pamatfaktori, ir 70,9%, un mainīgie ir savstarpēji saistīti pie 0,01 nozīmīguma līmeņa. Izmantojot galvenās komponentes analīzes

metodi, rādītāji tika sadalīti divās komponentēs, izskaidrojot 84,63% no izkliesdes. Apgrieztajā komponentu matricā tika atspoguļotas divas savstarpēji neatkarīgas komponentes. Visi kryptoaktivitāti raksturojošie rādītāji ir iekļauti 2. komponentē, un visi konkurētspēju raksturojošie rādītāji ir iekļauti 1. komponentē.

Veicot valstu salīdzinošo analīzi, faktori tika pārveidoti rangu procentuālajās daļās. Tālāk tika izmantota klasteru analīze, lai grafiski parādītu valstu sadalījumu atkarībā no šo divu faktoru savstarpējās sakarības. Datu apstrādes kopsavilkumā tika izdalīti 52 derīgi novērojumi analizētajā izlasē. Apkopotajā grafikā ir redzams, ka vislielākās atšķirības pastāv starp 49. un 50. posmu, norādot uz trīs klasteru risinājumu. Turpmākai analīzei valstu izlase tika attēlota izkliesdes diagrammā (skat. 5. attēlu)



Avots: autores veidots pēc Stats and Facts..., 2020; Bitcoin ATMs..., 2020; List of All..., 2020; Blockchain Regulations..., 2020

5. att. Pasaules kryptoaktivitātes un konkurētspējas klasteru analīze

1. klasterī ir valstis, kuras ir globālās līderes blokķēdes tehnoloģiju inovācijās un to ieviešanā, tāpēc var secināt, ka līdzsvarota virs vidējās konkurētspējas līmeņa un augstas kryptoaktivitātes kombinācija var norādīt uz priekšnosacījumiem blokķēdes tehnoloģiju ieviešanai. Igaunija ir iekļauta 1. klasterī starp vadošajām valstīm, savukārt Lietuva un Latvija ir iekļautas 2. klasterī, kur galvenokārt ir attīstītās valstis ar kryptoaktivitāti zem vidējā līmeņa. Šajās valstīs ir novērojamas dažādas blokķēdes tehnoloģiju inovāciju un to ieviešanas tendences, kur vai nu veicina blokķēdes risinājumus ārpus kriptotelpas pielietojuma jomas (piemēram, Lietuva, AAE, Dienvidkoreja,

Vācija), vai vispār neizstrādā nekādus attiecīgus risinājumus (piemēram, Latvija, Kazahstāna, Portugāle). 3. klasterī pārsvarā ietilpst jaunattīstības valstis ar zemu konkurētspēju un augstiem kriptoaktivitātes rādītājiem, kas arī pierāda plaši izplatītu apgalvojumu, ka blokķēdes tehnoloģija, īpaši decentralizēto finanšu jomā, var atrisināt dažādas problēmas un izaicinājumus, ar kuriem saskaras jaunattīstības valstis, sākot ar finansiālo iekļaušanos un beidzot ar uzticības un atbildības sistēmas izveidi, ko šo valstu iestādes un uzņēmumi ne vienmēr spēj nodrošināt.

Līdztekus blokķēdes tehnoloģijas risinājumiem kriptotelpā ir arī citas komerciālo blokķēdes tehnoloģiju pielietošanas jomas, kuras galvenokārt īsteno blokķēdes tehnoloģiju konsorcijs vai korporācijas, par ko liecina vairāki iesniegtie patenti pieteikumi.

Neskatoties uz vispārēju aizliegumu darbībām, kas saistītas ar kriptovalūtām Ķīnā, tā ievērojami apsteidz citas valstis ar iesniegto patentu skaitu blokķēdes tehnoloģiju jomā – laika posmā no 2015. līdz 2018. gadam Ķīna ir iesniegusi 2219 patentu pieteikumus (*Blockchain Patents Unchained...*, 2018). Otrā aktīvākā valsts iesniegto blokķēdes patentu ziņā ir Amerikas Savienotās Valstis ar 857 patentiem, kam seko Dienvidkoreja, Japāna un Austrālija ar attiecīgi 232, 144 un 94 patentiem. Ķīnas piemērs parāda, ka blokķēdes tehnoloģiju var plaši izmantot arī citās, ne tikai kriptotelpas pielietojuma, jomās.

Gandrīz visas valstis, kas iesniedza patentes, parāda arī blokķēdes tehnoloģiju attīstību citās jomās, izņemot kriptotelpu – izmēģinot un īstenojot blokķēdē balsītās iniciatīvas un risinājumus, ko īsteno vai nu valsts iestādes, korporācijas vai blokķēdes sadarbības konsorcijs attiecīgajās valstīs. Uzņēmumi ir Čehija un Beļģija.

Globālās aktivitātes blokķēdes tehnoloģijas jomā analīze skaidri parāda, ka blokķēdes tehnoloģiju risinājumi arvien vairāk tiek izstrādāti visā pasaulē, un dažādas valstis izvēlas dažādus virzienus, tomēr noteikti ir viena kopīga tendence – visas valstis, kas ir līderes šajā jomā, ir veltījušas pūles arī šīs tehnoloģijas izpētē.

3.2. Blokķēdes tehnoloģijas ieviešanas analīze Baltijas valstīs citās jomās, izņemot kriptotelpu

Latvijā Finanšu ministrija un Ekonomikas ministrija ir izdevušas informatīvus ziņojumus attiecīgi 2018., 2019. un 2020. gadā, un Ekonomikas ministrijas pakļautībā ir izveidota nacionāla darba grupa, kas pēta blokķēdes tehnoloģiju izmantošanas iespējas valsts pārvaldē un privātajā sektorā, tādējādi tiek plānots īstenot izmēģinājuma projektu 2021. gadā sadarbībā ar Finanšu ministriju un Valsts ieņēmumu dienestu. Lai gan Finanšu ministrija savā ziņojumā ir uzsvērusi nepieciešamību radīt vienotu vīziju un izstrādāt valsts stratēģiju par blokķēdes tehnoloģiju un arī izstrādāt īpašu ietvarstruktūru, šāda vīzija, valsts stratēģija vai ietvarstruktūra šī pētījuma tapšanas laikā vēl netika izstrādāta.

Latvijas Republikas Ekonomikas ministrija atzīst blokķēdes tehnoloģiju potenciālu publiskajā un privātajā sektorā un piedalās Eiropas blokķēdes tehnoloģiju partnerības darba grupā un Eiropas blokķēdes pakalpojumu infrastruktūras iniciatīvās. Latvijā publiskajā sektorā ir izskanējuši divi potenciālie blokķēdes tehnoloģijas izmēģinājuma projekti, tomēr neviens no tiem vēl nav sasniedzis ieviešanas stadiju. 2019. gadā Ekonomikas ministrija organizēja hakatonu potenciālajam izmēģinājuma projektam sadarbībā ar Valsts ieņēmumu dienestu, kas ļautu reāllaikā pārsūtīt tirdzniecības datus uz VID, un paredzams, ka līdz 2021. gadam tiks sasniegti tā izmēģinājuma posms.

Latvijā nav mērķtiecīgu blokķēdes tehnoloģiju atbalsta programmu vai iniciatīvu, tomēr atbalsts ir pieejams vispārējās jaunuzņēmumu programmās no akcelerācijas un riska kapitāla fondiem. Turklāt laiku pa laikam notiek dažādi pasākumi par blokķēdes tehnoloģijas tēmām. Latvijā ir izveidojušies vismaz divi globāli atzīti blokķēdes tehnoloģijas jaunuzņēmumi, kas norāda uz Latvijas tehnoloģiju izstrādātāju spēju radīt realizējamus un globāli konkurētspējīgus blokķēdes risinājumus.

Pēc autores domām, politikas norišu un valdības atbalsta pasākumu trūkuma cēloņi Latvijā ir saistīti ar (a) ministriju un to padotībā esošo iestāžu zinošu darbinieku, kas izprot ar blokķēdes tehnoloģiju praktisko pielietojumu saistītos jautājumus, trūkumu, (b) pastāv atšķirīgi viedokļi par blokķēdes tehnoloģiju individuāliem pielietojuma veidiem, un netiek izstrādāta stratēģiska vīzija valsts vispārējās digitālās transformācijas ietvaros, (c) valdības institūcijām trūkst iniciatīvas konsultēties ar ekspertiem blokķēdes jomā un/vai pasūtīt visaptverošu pētījumu par šo jomu profesionāliem pakalpojumu sniedzējiem, un (d) Latvijas Blokķēdes Asociācijai trūkst iniciatīvas iesaistīties konsultāciju procesos.

2018. gadā Lietuvas Banka īstenoja platformas LBChain Sandbox (*LBchain...*, 2020) ieviešanas pirmo posmu ar mērķi radīt jaunuzņēmumiem vidi, kurā tie izstrādātu un pārbaudītu blokķēdes risinājumus fintech jomā, kur Lietuvas Banka darbojas kā akselerators, kas rada tehnoloģisko pamatu blokķēdes tehnoloģijā balstīto risinājumu izstrādei. 2020. gada 26. maijā tika pabeigts trešais un pēdējais darba posms attiecībā uz LBChain Sandbox. Starp iesniegtajiem projektiem tika piedāvāts blokķēdes tehnoloģijā balstītais regulatīvās ziņošanas risinājums, blokķēdes platforma zaļo obligāciju emisijai un blokķēdes tehnoloģijā balstītā digitālā banka. Visos trīs posmos LBChain Sandbox projekts ļāva 11 fintech uzņēmumiem no astoņām valstīm veikt ar blokķēdes tehnoloģiju saistītus pētījumus kontrolējamā tiesiskā regulējuma vidē. Lietuvas Banka plānoja uzsākt LBChain Sandbox platformas darbību 2020. gada ceturtajā ceturksnī, kā arī pabeigt komerciālus iepirkumus ar fintech un pakalpojumu sniedzējiem, kas šobrīd piedalās LBChain Sandbox projektā.

Pēdējā sanāksmē LBChain Sandbox projekta vadītājs Andrius Adamonis (2020) sacīja, ka Lietuvas Banka plāno iet tālāk par jau izveidoto LBChain Sandbox platformu un attīstīt Lietuvas blokķēdes platformu (LTChain), ko var izmantot arī citās jomās, ne tikai finanšu pakalpojumu sektorā (Adamonis, 2020).

LTChain projekta ietvaros Lietuvas Banka sadarbosies ar citām valdības aģentūrām un piesaistīs jaunuzņēmumus no nefinanšu nozarēm, tostarp enerģētikas, veselības aprūpes un transporta jomas.

Pēc kiberuzbrukuma valdības datubāzēm 2007. gadā Igaunija ir izstrādājusi kiberdrošības stratēģiju un izveidojusi tā dēvēto bezatslēgu paraksta infrastruktūru (*Keyless Signature Infrastructure* (KSI)) – kriptosalgoritmu, ko izstrādājis tehnoloģiju attīstības uzņēmums Guardtime, kas vēlāk tika integrēts ar blokķēdes tehnoloģiju un izmantots vairākos Igaunijas e-pārvaldes pakalpojumos (*Security and Safety...*, [n.y.]). Blokķēdes tehnoloģija Igaunijas e-pārvaldes sistēmās tiek izmantota kopš 2012. gada un pašlaik tiek ieviesta sešos valdības reģistros: veselības aprūpes reģistrā, īpašumu reģistrā, uzņēmējdarbības reģistrā, mantojumu reģistrā, digitālajā tiesu sistēmā, valsts oficiālajā laikrakstā (PwC, 2019b).

Reģistros tiek izmantota blokķēdē balstītā laika reģistrācija, kas sistēmai nodrošina papildu drošību. Sistēma arī atbalsta blokķēdes tehnoloģiju, lai padarītu X-Road (datu apmaiņas slāni (*Data Exchange Layer*)) starp informācijas sistēmām drošāku. Reģistru un informācijas sistēmu centram (RIK), kas nodrošina inovatīvu vidi integrētiem e-pakalpojumiem Igaunijā, galvenā blokķēdes priekšrocība ir spēja regulāri un ātri pārbaudīt lielu datu apjomu un nodrošināt, ka nav bijuši ļaunprātīgas datu izmaiņas gadījumi. Tādējādi valsts reģistru darbs kļūst ātrāks un efektīvāks, jo darījumos neizmanto starpniekus. RIK, kas pašlaik darbojas kā starpnieks, var novirzīt savus resursus, un sistēma pati sevi kontrolē.

Izanalizējot iepriekš minēto, var secināt, ka, neskatoties uz Latvijas Republikas Ekonomikas ministrijas atbalstošo nostāju attiecībā uz iespējamām blokķēdes tehnoloģiju pielietojanas jomām, valsts pārvaldes un pārvaldes iestāžu darbība attiecībā uz blokķēdes risinājumu izstrādi publiskajā sektorā ievērojami atpaliek, salīdzinot ar Igauniju un Lietuvu, kur konkrēti blokķēdes risinājumi publiskajā sektorā jau ir izgājuši izmēģināšanas fāzi un sasnieguši ieviešanas fāzi, piemēram, e-veselības un e-tiesību reģistri Igaunijā un LBChain projekts Lietuvā.

Kopumā Igaunija ieņem vadošo vietu Baltijas valstīs reģionālās konkurētspējas rādītāju ziņā (pētniecības un attīstības izdevumi, valsts izdevumi augstākajai izglītībai, EGDI, EPI, DESI indeksi, IKP uz vienu iedzīvotāju), ko atbalsta tās vadošā pozīcija blokķēdes tehnoloģiju ieviešanā ne tikai Baltijas valstīs, bet arī visas pasaules mērogā. Turpretī Latvija pēc visiem analizētajiem rādītājiem ievērojami atpaliek no Igaunijas un Lietuvas, jo netiek īstenota mērķtiecīga valdības politika un atbalsta pasākumi blokķēdes tehnoloģiju inovāciju un to ieviešanas veicināšanai. Tādējādi Igaunijas pieredze blokķēdes tehnoloģiju ieviešanā e-pārvaldes jomā un Lietuvas pieredze blokķēdes tehnoloģiju ieviešanā fintech jomā var kalpot par pamatu, lai Latvijas politiskie līderi formulētu līdzīgus viedokļus un uzsāktu līdzīgas aktivitātes blokķēdes tehnoloģiju ieviešanai Latvijā.

4. BLOKĶĒDES TEHNOLOĢIJAS IEVIEŠANAS VEICINĀŠANAS IESPĒJU LATVIJAS TAUTSAIMNIECĪBĀ ANALĪZE

Šīs darba nodaļas saturs ir izklāstīts 35 lappusēs, kurās ir iekļautas 4 tabulas un 18 attēli. Izvirzītās tēzes: 1) *Inovāciju izplatīšanas un tehnoloģiju ieviešanas modeļu analīze, kā arī globālo blokķēdes tehnoloģiju darbību un ieviešanu ietekmējošo faktoru izpēte, ļauj ieskicēt blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas tautsaimniecībā ietvaru; 2) Latvijā blokķēdes tehnoloģiju ieviešana ir viszemākā līmenī visā Baltijas valstu reģionā; to ir iespējams veicināt ar mērķtiecīgu atbalsta pasākumu palīdzību, kas pastiprinātu nozīmīgus blokķēdes ieviešanu ietekmējošos faktorus, balstoties uz starptautisko pieredzi.*

Ceturtajā nodaļā tika noteikti un izstrādāti blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošie faktori un scenāriji, pamatojoties uz starptautisko pieredzi un starptautisko ekspertu aptauju, kurā piedalījās 82 respondenti no 30 valstīm. Blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošie faktori un scenāriji Latvijas ekonomikā tika izvērtēti, izmantojot AHP metodi, pamatojoties uz septiņu atzītu nacionālo ekspertu atzinumiem, un tika izstrādāti ieteikumi blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas veicināšanai Latvijā.

4.1. Blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošo faktoru un scenāriju analīze

1. nodaļā tika raksturoti dažādi tehnoloģiju un inovāciju ieviešanas teorētiskie ietvari. Tika secināts, ka TOE, DOI, TAM un PIMT ietvari ir piemērojami, lai pētītu faktorus, kas veicina blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu. Autores pārskatā par dažādu pētnieku veikto blokķēdes ieviešanu ietekmējošo faktoru analīzi, neaprobežojoties ar konkrētu kontekstu, tika noskaidrotas četras faktoru grupas, proti, tehnoloģiskie, organizatoriskie, institucionālie un tirgus faktori, un atsevišķi faktori tika sadalīti pa šīm faktoru grupām.

Balstoties uz autores noteiktajām faktoru grupām, starptautiskajiem blokķēdes tehnoloģiju ekspertiem tika lūgts novērtēt faktoru nozīmi blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas procesā katrā faktoru grupā skalā no “ļoti zema” līdz “ļoti augsta” un pievienot jebkuru citu faktoru vai komentāru par kādu svarīgu attiecīgo aspektu. Izvēlētie blokķēdes tehnoloģiju eksperti pieder pie starptautiskās blokķēdes praktiķu kopienas, un tiem ir pieredze saistībā ar blokķēdes tehnoloģiju inovācijām, to ieviešanu un uzņēmumu un valdību konsultēšanu attiecīgajos jautājumos. Aptaujas mērķis bija iegūt globālu skatījumu un ieteikumus par blokķēdes ieviešanas scenārijiem un faktoriem, kuri ietekmē blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu, kas tālāk tika izmantoti, lai izstrādātu analītiskā hierarhijas procesa matricu iespējamo blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas scenāriju novērtēšanai Latvijas tautsaimniecībā. Aptauja notika laika

posmā no 29. aprīļa līdz 5. maijam, un tajā tika apkopotas 82 atbildes no 30 valstīm.

Turpmākajā analīzē autore novērtēja katra faktora nozīmīgumu, aprēķinot vidējos svērtos procentus no visiem ekspertu dotajiem vērtējumiem skalā no 0% līdz 100%. Faktoru atlasei, izmantojot analītiskās hierarhijas procesa metodi, tika noteikts 70% robežsliekšnis, tādējādi norādot katra faktora svarīgumu turpmākajiem to novērtējumiem, ko veiks nacionālā ekspertu grupa.

Tehnoloģisko faktoru grupā vissvarīgākie faktori bija datu drošība (84%), paredzamie ieguvumi (82%), lietošanas ērtums (74%), tehnoloģijas briedums (71%) un arhitektūra (70%).

Organizatorisko faktoru grupā vissvarīgākie faktori bija augstākās vadības atbalsts (85%), novatoriskums (76%), biznesa modeļa gatavība (75%), finanšu resursi (72%) un darbinieki ar IT zināšanām (72%).

Tirgus faktoru grupā vissvarīgākie faktori bija kritiskā lietotāju masa (75%), lietošanas gadījumi (74%), pieprasījums tirgū (72%) un nozares spiediens (72%).

Institucionālo faktoru grupā vissvarīgākie faktori bija inovāciju sistēma (85%), tiesiskā vide (82%) un pārvaldība (75%).

Starptautiskajiem blokķēdes tehnoloģiju ekspertiem tika lūgts arī novērtēt ieinteresēto pušu ietekmi uz blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu. Starptautiskie eksperti novērtēja bankas un finanšu pakalpojumu sniedzējus kā visietekmīgāko ieinteresēto pušu grupu (72%).



Avots: autores veidots pēc starptautisko blokķēdes tehnoloģiju ekspertu aptaujas rezultātiem

6. att. Ekspertu vērtējumi par ieinteresēto pušu ietekmi uz blokķēdes tehnoloģiju inovācijām un to ieviešanu visā pasaulē

Lai definētu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas scenārijus Latvijas tautsaimniecībā, autore izmantoja 3. nodaļā apkopotos blokķēdes tehnoloģiju risinājumu veidus, attiecinot tos uz attiecīgajām ieinteresētajām pusēm, kuras uzņemas vadību katra attiecīgā risinājuma veida popularizēšanā, balstoties uz veikto starptautiskās pieredzes analīzi un starptautisko blokķēdes tehnoloģiju ekspertu ieteiktajiem scenārijiem, kas kalpo par pamatu, lai definētu blokķēdes

tehnoloģiju ieviešanas scenārijus Latvijas tautsaimniecībai. Turpmāk ir aplūkoti četri izstrādātie scenāriji.

1. Tehnoloģiju izstrādātāju iniciatīvas scenārijs attiecas uz blokķēdes tehnoloģiju risinājumu izstrādi tādās jomās kā decentralizēti maksājumu risinājumi, kripto/žetonu ekonomika, digitālās identitātes utt., ko tehnoloģiju izstrādātāji veicina neatkarīgi vai sadarbībā ar citām ieinteresētajām pusēm. Izmantotās definīcijas:

- **Tehnoloģiju izstrādātāji** var pārstāvēt gan atvērtā pirmkoda kopienas, kur programmētāji sniedz ieguldījumu programmas kodu izstrādē, gan uzņēmumus, kas izstrādā un piedāvā digitālos pakalpojumus/produktus/infrastruktūru/tehniskos rīkus vai izmanto tos kā savu galveno ienākumu avotu.
- **Decentralizētie maksājumu risinājumi** tiek nodrošināti, izmantojot kriptovalūtas un attiecīgo blokķēdē balstīto tehnisko infrastruktūru. Kriptovalūtu sistēmā izmanto blokķēdes tehnoloģiju, lai izvairītos no trešajām pusēm, tādējādi nodrošinot iespēju pārskaitīt līdzekļus vienādranga lietotājiem, neiesaistot starpniekus, piemēram, banku vai maksājumu iestādi.
- **Kriptovalūtu** piemēri ir Bitcoin, Litecoin, Ethereum, Dash, Tezos u.c. Kriptovalūtu infrastruktūra ietver kriptovalūtu bankomātus, kriptovalūtu maiņu un digitālos makus, lai gan šī infrastruktūra pati par sevi nav blokķēdes tehnoloģijā balstīta.
- **Globitex** – Latvijā dibināta kriptovalūtu maiņas platforma ar birojiem Rīgā, Viļņā un Londonā (*About Globitex*, [n.y.]). Tās meitasuzņēmumam Nexpay, UAB, ir Lietuvas Centrālās bankas elektronisko maksājumu iestādes licence (*About Globitex*, [n.y.]).
- **Kripto/žetonu ekonomikas risinājumi** tiek īstenoti virtuālos brīvas piekļuves projektos, tajos tiek izmantota uz kriptovalūtām balstīta stimulēšanas sistēma, kas pastiprina un izraisa vēlamo uzvedību blokķēdes ekosistēmā. Šādi projekti parasti tiek izstrādāti, pamatojoties uz publiskām blokķēdes platformām, piemēram, Ethereum, Pokadot un Cosmos, un parasti tie piesaista finansējumu, izmantojot sākotnējos kriptonaudas piedāvājumus (ICO) vai sākotnējos maiņas piedāvājumus (IEO). To piemēri:
 - **Monetha** – 2017. gadā Lietuvā izstrādāts risinājums, lai integrētu blokķēdē balstītus reputācijas pakalpojumus e-komercijas darījumos un biznesa procesos (*Monetha, ICO that...*, 2019).
 - **HashRush** – reāllaika stratēģijas spēle, kas izveidota Latvijā 2018. gadā un kas ļauj spēlētājiem sacensties savā starpā, saņemot atlīdzību kriptonaudu un citas virtuālas balvas (*Hash Rush*, [n.y.]).
- **Digitālās identitātes pārvaldības risinājumi** tiek izmantoti lietotāju autentifikācijai digitālajā vidē, kas lietotājiem ļauj droši pārvaldīt savus personas datus, piem., apstiprinot savu identitāti digitālajās sistēmās un

nodrošinot atbilstību digitālā pakalpojuma izmantošanas nosacījumiem. Salīdzinājumā ar tradicionālajiem autentifikācijas risinājumiem (piemēram, internetbanka), blokķēdes risinājumi dod lietotājiem lielāku kontroli par saviem personas datiem, jo tie netiek uzglabāti centralizētās datubāzēs un tos var izmantot šifrētā formā. To piemēri:

- **Notakey** – 2016. gadā Latvijā izstrādāts risinājums klientu uzticamības pārbaudei (*customer due diligence* (KYC)) digitālajā vidē, kas bija saskaņā ar Finanšu darījumu darba grupas cīņai pret naudas atmazgāšanu (FATF) izstrādātajiem ieteikumiem naudas atmazgāšanas un teroristu finansēšanas apkarošanai (AML/CFT) (*Notakey Announces...*, [n.y.]).

2. Nozares pionieru/konsorciju iniciatīvas scenārijs attiecas uz blokķēdes risinājumu izstrādi izsekojamībai piegādes ķēdē, automatizētai līgumu nosacījumu izpildei, utt., piedaloties starptautiskos konsorcijos vai īstenojot savas iniciatīvas. Izmantotās definīcijas:

- **Nozares pionieri** ir uzņēmumi, kas izstrādā inovatīvus risinājumus un ievieš revolucionāras inovācijas uzņēmējdarbības modeļos savas pamatdarbības nozarēs, piem. nekustamais īpašums, loģistika, lauksaimniecība, apstrādes rūpniecība, kalnrūpniecība, vairumtirdzniecība utt.
- **Nozares konsorčiji** ir divu vai vairāku personu, uzņēmumu, organizāciju vai valdību apvienības (vai jebkura šo vienību kombinācija) ar mērķi piedalīties sadarbības pasākumos vai apvienot savus resursus kopīga mērķa sasniegšanai. Starptautisku blokķēdes konsorciju piemēri:
 - **BiTA** (*Blockchain in Transport Alliance*) apvieno ieinteresētās puses loģistikas/transporta nozarē, kurus interesē blokķēdē balstītie piegādes ķēdes risinājumi, piem. UPS, Fedex, P&G, Whirlpool, BASF, Schneider u.c. (*Blockchain in Transport Alliance*, [n.y.]).
 - **MOBI** (*Mobility Open Blockchain Initiative*) konsorčija mērķis ir radīt un veicināt blokķēdē balstītās viedas mobilitātes iniciatīvas, apvienojot autobūves nozares dalībniekus, tādus kā BMW, Ford, General Motors, Renault, u.c. (*Mobility Open Blockchain Initiative*, [n.y.]).
 - **CBC** (*Construction Blockchain Consortium*) apvieno tādus būvniecības nozares dalībniekus kā CBRE, AIG, Siemens, Canary Wharf Group u.c. zināšanu apmaiņai, pētniecībai un attīstībai, kā arī izglītībai un apmācībai, saistībā ar blokķēdes tehnoloģiju (*Construction Blockchain Consortium*, [n.y.]).
 - **ABCD** blokķēdē balstītā iniciatīva lauksaimniecības nozarē optimizē un digitalizē starptautisko graudu tirdzniecību, ko īstenoja pasaules lielākie lauksaimniecības uzņēmumi – Archer Daniels Midland Co, Bunge Ltd, Cargill Inc, Louis Dreyfus Co) (*ABCD Quartet...*, 2018).

- **Risinājumus piegādes ķēdes izsekojamībai** izmanto, lai uzlabotu iepirkumu caurskatāmību, produkta izcelsmes izsekojamību, loģistikas un ražošanas procesus, bieži vien tie tiek izmantoti kopā ar lietu interneta sensoru tehnoloģijām. To piemēri:
 - **Walmart pārtikas drošības risinājums**, ko 2016. gadā izstrādāja ASV lielveikalu tīkls Walmart, garantēja pārtikas preču kvalitātes kontroli un piegādes procesa izsekojamību no fermeru saimniecības līdz lielveikalam reāllaika režīmā (*How Walmart Brought...*, [n.y.]).
 - **Maersk un IBM blokķēdē balstītais risinājums**, ko 2018. gadā izstrādāja Maersk un IBM sadarbībā ar 94 dalībniekiem, tostarp globālo kravas ekspeditoru CEVA Logistics, Pacific International Lines un 20 ostu un termināļu operatoru tīklu, samazināja kravas pārvadājumu dokumentācijas kļūdas un samazināja kravas piegādes laiku par 40% (*Maersk and IBM...*, 2018).
- **Risinājumu automatizētai līgumu nosacījumu izpildei** tiek izmantoti viedie līgumi, kuros var ieprogrammēt gan automātisku līgumu punktu izpildi starp līguma pusēm caur blokķēdi, gan attiecīgu apmaksas kārtību.
- **AXA lidojumu kavēšanās apdrošināšana** ar automatizētu līgumu nosacījumu izpildi izmanto platformu Fizzy, kas reģistrē katru pirkumu blokķēdē, uzrauga lidojumu kavējumus attiecīgajās datubāzēs un, tiklīdz kavēšanās ir reģistrēta, kompensācija tiek izmaksāta automātiski (*AXA turns to...*, 2017).

3. Banku/finanšu pakalpojumu nozares iniciatīvas scenārijs ietver blokķēdes risinājumu izstrādi finanšu tehnoloģiju (fintech) un AML/CFT/KYC jomās utt., piedaloties starptautiskos konsorcijs vai īstenojot savas iniciatīvas. Izmantotās definīcijas:

- **Finanšu tehnoloģiju (fintech) risinājumi** tiek izmantoti, lai paaugstinātu tradicionālo finanšu pakalpojumu efektivitāti, tostarp pielietojot blokķēdes tehnoloģijas. Fintech risinājumi tiecas uzlabot finanšu pakalpojumu iekšējos un ārējos procesus, sākot no maksājumiem līdz vērtspapīru darījumu klīringa un norēķinu operācijām. To piemēri:
 - **Voltron** – 2018. gadā izstrādātais izmēģinājuma risinājums tirdzniecības finanšu jomā, kas attiecas uz akreditīvu izsniegšanu un automatizētiem maksājumiem starp HSBC un ING bankām, lai veiktu darījumus sojas pupu pirkšanai/pārdošanai no Argentīnas uz Malaiziju starp diviem Cargill meitasuzņēmumiem, tādējādi darījumu izpildes laiks tika samazināts no 5–10 dienām līdz vienai dienai (*HSBC, ING and...*, 2018).
 - **Komgo** – 2019. gadā Rabobank veica tirdzniecības finanšu darījumu jaunizveidotajā produktu tirdzniecības ekosistēmā, ko atbalstīja 15 vadošās bankas, kas nodarbojas ar tirdzniecības finanšu darījumiem (ABN-AMRO, BNP Paribas, Credit Agricole, Citi, Gunvor, ING, Koch Supply & Trading, Macquarie, Mercuria, MUFG Bank, Natixis,

Rabobank, SGS, Shell, Societe Generale), tādējādi darījumu izpildes laiks tika samazināts no 10 dienām līdz vienai stundai (*Catalyzing the Global...*, [n.y.]).

- **Ripple** – reāllaika norēķinu risinājums, kas 2012. gadā izstrādāts starptautiskiem naudas pārskaitījumiem un valūtas maiņas darījumiem, kurus visā pasaulē izmanto vairāk nekā 300 finanšu pakalpojumu sniedzēji (piem., American Express, MoneyGram, Santander u.c.), lai samazinātu darījumu apstrādes laiku un komisijas maksu, kā arī nodrošinātu norēķinu infrastruktūru reģionos, kur nav pieejami tradicionālie finanšu pakalpojumi (*Frequently Asked...*, 2020).
- **LIQ** – risinājums, ko 2015. gadā izstrādāja Nasdaq birža sadarbībā ar Chain.com, lai tirgotos ar akcijām, izmantojot blokķēdes tehnoloģiju, kas samazina administratīvo slogu, izmaksas un krāpšanas riskus (*Nasdaq Linq Enables...*, 2015).
- **Digital Asset** – Austrālijas Fondu biržas 2016. gadā izstrādātais DLT tehnoloģijā balstītais risinājums, ko izmanto vērtspapīru pēcpārdošanas pakalpojumiem, lai paātrinātu klīringa procesu un mazinātu norēķinu risku (*ASX Selects Digital...*, 2016).
- **Sygnium Bank** – virtuālo aktīvu banka ar licenci Šveicē, kas piedāvā pakalpojumus darījumiem ar virtuālajiem aktīviem, piemēram, Šveices franka virtuālā atspoguļojuma izmantošana kripto-ekosistēmā, kā arī tādus standarta finanšu pakalpojumus kā kredītu izsniegšana pret digitālo aktīvu ķīlu, digitālo aktīvu pārvaldība, starpniecība, e-komercija u.c. (*Sygnium Bank Launches...*, 2020).
- **KYC/AML/CFT atbilstības risinājumi** ietver blokķēdē balstītos pašsuverēnās identitātes risinājumus pārredzamākai un ātrākai klientu uzticamības pārbaudei un automātiskai atbilstībai regulatīvajām ziņošanas prasībām KYC/AML/CFT atbilstības jomās. To piemēri:
 - **KYC Utility** – blokķēdē balstīts risinājums KYC datu apmaiņai, kas ne tikai paātrina klientu uzticamības pārbaudi, bet arī palīdz samazināt administratīvo slogu un regulatīvās ziņošanas izmaksas, ko izstrādāja R3 konsorcijs sadarbībā ar 39 bankām (*R3 and 39 Firms...*, 2018).
 - **LBChain** – Lietuvas Centrālās bankas risinājums, kas paredzēts fintech uzņēmumu izstrādāto blokķēdes risinājumu testēšanai un pielāgošanai finanšu nozares tiesību aktu prasībām, tostarp KYC/AML/CFT prasībām (*LBChain*, 2020).
- **Finanšu nozares konsorcijs R3** CEV apvieno vairāk nekā 70 vadošos finanšu pakalpojumu sniedzējus (piem., Credit Suisse, HSBC, BMO Financial Group, Natixis, Royal Bank of Scotland, TD Bank, UBS, UniCredit, Wells Fargo u.c.) ar mērķi attīstīt blokķēdes tehnoloģijā balstītos risinājumus finanšu pakalpojumu nozarē (*Major global banks...*, 2017).

4. Valsts iestāžu/regulatoru iniciatīvas scenārijs. Valsts iestāžu/regulatoru iniciatīvas scenārijs ietver blokķēdes risinājumu izstrādi e-pārvaldes un e-līdzdalības jomā, piem., lai efektīvāk sniegtu publiskos pakalpojumus, efektīvāk veiktu pārraudzību atbilstoši tiesību aktu prasībām vai palielinātu valsts pārvaldes caurskatāmību un stiprinātu demokrātijas procesus. Izmantotās definīcijas:

- **E-pārvaldes risinājumi** tiek izmantoti, lai samazinātu patērēto laiku, izmaksas un birokrātiju, un blokķēdē balstītajos pielietojumos spēj vienkāršot un automatizēt informācijas apmaiņu starp valsts iestādēm/regulatoriem un sabiedrību, palielināt caurskatāmību datu reģistrācijai un piekļūšanai caur publiskajiem reģistriem, kas kopumā uzlabo valsts pārvaldes administratīvo funkciju pildīšanu:
- **Exonum** – risinājums, ko Gruzijas Nacionālā publisko reģistru aģentūra izmanto darījumiem ar nekustamo īpašumu un to automatiskai ierakstīšanai zemesgrāmatā (*Improving the Security...*, [n.y]).
- **Blockcerts** – risinājums, ko Maltas Izglītības un nodarbinātības ministrija izmanto kvalifikāciju piešķiršanai un pārbaudei digitālajā vidē (*Improving the Security...*, [n.y]).
- **Chromaway** – risinājums, ko Zviedrijas zemesgrāmata izmanto darījumiem ar nekustamo īpašumu un to automatiskai ievadīšanai zemesgrāmatā (*The Land Registry...*, 2017).
- **Shenzhen Speed** – risinājums automatizētai rēķinu izrakstīšanai, ko Šeņdzenas nodokļu birojs izmanto kopš 2019. gada, kas ne tikai ietaupa laiku un naudu uzņēmumiem un ievērojami samazina iespēju viltot rēķinus, bet arī uzlabo uzņēmumu ienākuma nodokļa iekasēšanu un maksājumu uzraudzības procesu, ar tā palīdzību jau tika veikti darījumi gandrīz USD 1 miljarda vērtībā (*China's Shenzhen District...*, 2020).
- **E-veselība** – risinājums, ko Igaunijas Veselības un labklājības informācijas sistēmu centrs izmanto, lai piekļūtu pilsoņu veselības aprūpes personas datiem un tos pārvaldītu, un kurā tiek integrēti dati no vairākām IT sistēmām un medicīnas iestādēm (*Blockchain Startup to...*, 2016). Tajā tiek izmantots uzņēmuma Guardtime šifrēšanas rīks KSI (*Keyless Signature Infrastructure*), kas tiek izmantots arī citās Igaunijas nacionālajās IT sistēmās, lai nodrošinātu datu integritāti un caurskatāmību, kā arī NATO Apvienotajā kiberaizsardzības izcilības centrā, ASV Aizsardzības Ministrijā un Pentagona galvenajā ieroču piegādātājā, uzņēmumā Lockheed Martin (*Blockchain Startup to...*, 2016).
- **E-līdzdalības risinājumi** tiek izmantoti, lai palielinātu iedzīvotāju un uzņēmumu līdzdalību politiskajos un sabiedriskajos procesos, ko nodrošina digitālie rīki, un blokķēdes pielietojumos spēj paaugstināt

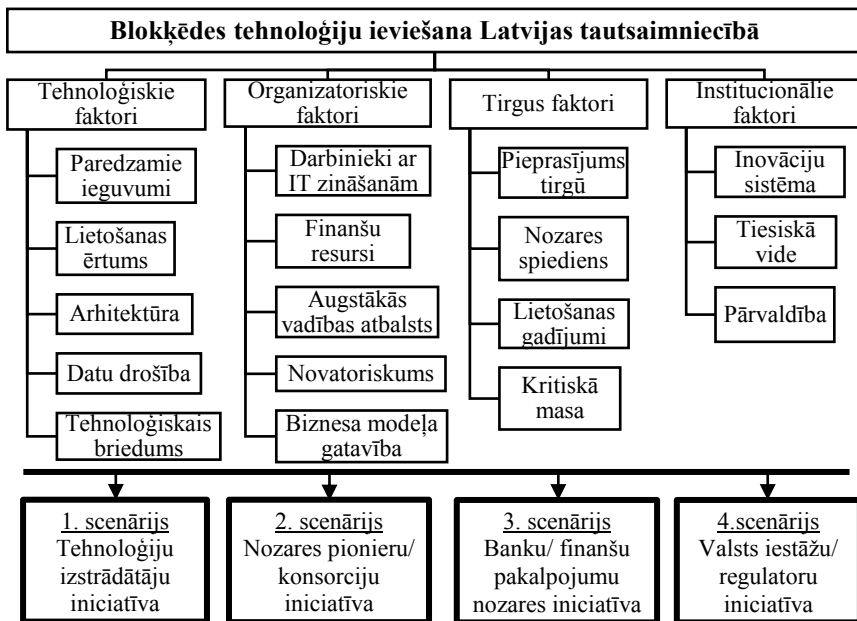
uzticamību varas institūcijām, jo blokķēdē balstītie algoritmi vairs nav tikai valdības kontrolē. To piemēri:

- **uPort** – risinājums, ko Cūgas pilsēta izmanto, lai pārbaudītu un pārvaldītu iedzīvotāju digitālo identitāti, kas nākotnē nodrošinās Cūgas iedzīvotājiem piekļuvi dažādiem e-līdzdalības un e-pārvaldes pakalpojumiem, piem., sabiedriskās domas aptaujām, sabiedrisko velosipēdu izmantošana, nodokļu deklarēšana un, iespējams, elektroniskas vēlēšanas nākotnē (*Swiss City of Zug...*, 2018).

Ir svarīgi atzīmēt, ka izstrādātie scenāriji nav ekskluzīvi, tie visi var īstenoties vienlaicīgi, un tie var vai nu veicināt cits cita īstenošanu, vai īstenoties neatkarīgi cits no cita, kā to pierāda arī kaimīnvalstu – Igaunijas un Lietuvas – pieredze.

4.2. Blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijas tautsaimniecībā ietekmējošo faktoru un scenāriju izvērtējums

Balstoties uz noskaidrotajiem ietekmējošajiem faktoriem un izstrādātajiem scenārijiem, blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas scenārijus Latvijā tālāk novērtēja izvēlētie nacionālie blokķēdes tehnoloģiju eksperti, izmantojot T. Saaty (1980) izstrādāto hierarhijas analīzes metodi (AHP). 7. attēlā ir parādīta AHP matrica, kas tālāk tika izmantota vietējo ekspertu aptaujāšanai Latvijā.



Avots: autores veidots

7. att. AHP hierarhijas matrica blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas novērtēšanai

Noskaidroto ietekmējošo faktoru un izstrādāto scenāriju novērtēšanu veica septiņi profesionāli eksperti ar zināšanām un/vai pieredzi saistībā ar blokķēdes tehnoloģiju (skat. 1. tabulu). Ekspertiem ir pieredze vai nu blokķēdes risinājumu izstrādē, vai blokķēdes tehnoloģiju piemērojamības to pārstāvēto organizāciju darbībai novērtēšanā, kā arī Ekonomikas ministrijas un Eiropas Komisijas gadījumā tika vērtēta to plašākā ietekme uz privāto un publisko sektoru.

1. tabula

AHP analīzē iesaistīto ekspertu raksturojums

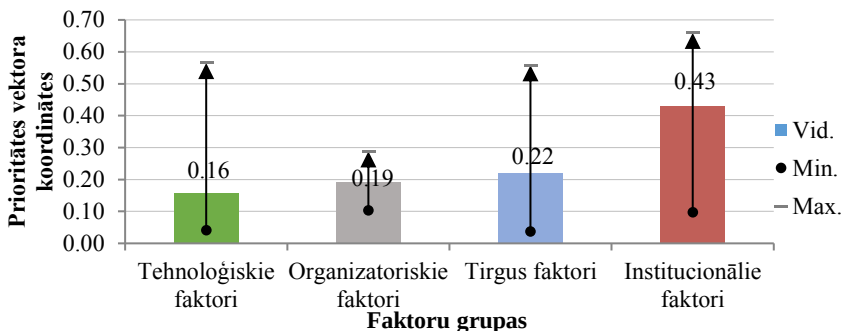
Kods	Pārstāvētā organizācija	Darbības raksturojums
A	Finanšu un kapitāla tirgus komisija	Finanšu pakalpojumu sniedzēju licencēšana un uzraudzība
B	Latvijas Banka	Maksājumu sistēmu un maksājumu instrumentu uzraudzība Latvijā
C	Latvijas interneta asociācija	Latvijas digitālās telpas attīstība un e-komercijas atbalsts
D	LR Ekonomikas ministrija	Valsts inovācijas politikas izstrāde un ieviešana
E	Eiropas Komisija	Eiropas Savienības blokķēdes politikas izstrāde un ieviešana
F	Blockvis	Blokķēdes tehnoloģiju attīstība
G	SIA Muriņš Start-up	Blokķēdes projektu izstrāde un īstenošana

Avots: autores veidots pēc AHP analīzes rezultātiem

Izmantojot AHP metodi, tika pa pāriem salīdzināts faktoru un faktoru grupu nozīmīgums un arī katra faktora ieguldījums katrā no iepriekš minētajiem scenārijiem (anketa sastāvēja no 22 pāru salīdzināšanas matricām). Vērtēšanai tika izmantota Saati izveidotā salīdzinošā skala no 1 līdz 9 (Saaty, 1980).

Pieaicinātie eksperti tika iepazīstināti ar noteiktajām blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošām faktoru grupām, faktoriem un izstrādātajiem scenārijiem, kuri, balstoties uz savu pieredzi, aizpildīja hierarhijas analīzes matricas. Nākamajā posmā tika apkopoti ekspertu vērtējumi un aprēķinātas vidējās prioritātes vektoru koordinātas, kā arī noteiktas vērtējumu minimālās un maksimālās vērtības.

8. attēlā ir parādīts, ka tehnoloģisko faktoru ietekme uz blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijā tika novērtēta viszemāk (0,16), savukārt institucionālo faktoru ietekme – visaugstāk (0,43).

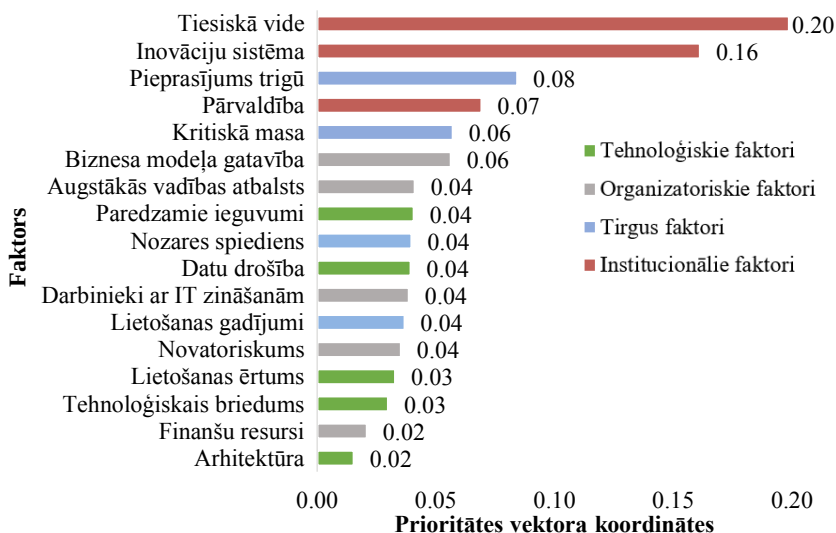


Avots: autores veidots pēc AHP analīzes rezultātiem

8. att. **Blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijā ietekmējošo faktoru grupu nozīmības ekspertu novērtējumi.**

Kā atzīmēja vairāki eksperti, dažādas ieinteresētās puses Latvijā arvien vairāk saprot vispārējos ieguvumus no blokķēdes tehnoloģijām, un tehnoloģiskie risinājumi ir plaši pieejami, tāpēc tehnoloģiskie faktori kļūst mazāk svarīgi, lai pieņemtu lēmumu par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu visos līmeņos. Savukārt institucionālie faktori kļūst arvien nozīmīgāki, lai pieņemtu lēmumu par blokķēdes risinājumu ieviešanu Latvijā, tādējādi ir nepieciešams risināt dažādus ar blokķēdes tehnoloģiju saistītus specifiskus jautājumus gan politiskajā, gan tiesiskajā vidē.

9. attēlā ir parādīts, ka četriem faktoriem ir vairāk nekā 50% ietekme uz blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijā. Divi dominējošie faktori, kurus eksperti novērtējuši kā visnozīmīgākos, ir attiecināmi uz grupu “Institucionālie faktori” – “Tiesiskā vide” (0,20) un “Inovāciju sistēma” (0,16). Savukārt divi faktori būtiski atpaliek no pirmajiem diviem faktoriem – “Tirgus dinamika” (0,08) un “Pārvaldība” (0,07).

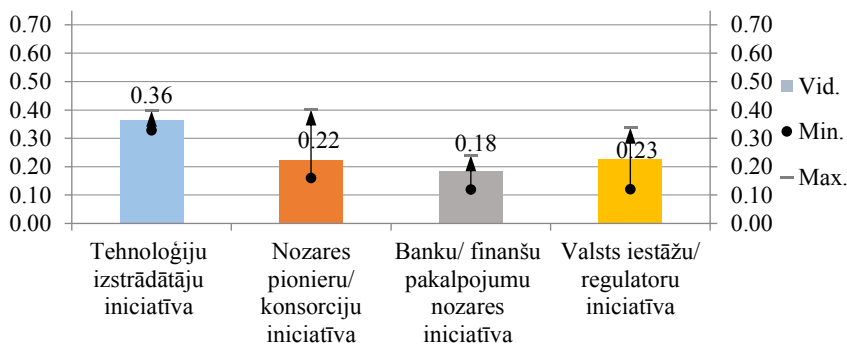


Avots: autore veidots pēc AHP analīzes rezultātiem

9. att. Blokkēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijā ietekmējošo faktoru nozīmības ekspertu novērtējumi

Faktori “Tiesiskā vide”, “Inovāciju sistēma” un “Pārvaldība” pieder pie institucionālo faktoru grupas, un valsts iestādes tos var stiprināt caur valdības īstenoto politiku, kā arī pielietojot blokkēdes tehnoloģijas publiskās digitālās iniciatīvās, tādējādi valdībai ir būtiska loma blokkēdes tehnoloģiju ieviešanas veicināšanā Latvijā. Šo pašu secinājumu apstiprina arī citu valstu pieredze, kur ir spēcīgas blokkēdes tehnoloģijas ekosistēmas un blokkēdes projekti tiek īstenoti dažādās ekonomikas nozarēs.

10. attēlā ir parādīts, ka visaugstāk novērtētais blokkēdes tehnoloģijas ieviešanas scenārijs Latvijā ir “Tehnoloģiju izstrādātāju iniciatīvas scenārijs” (0,38). Tiek prognozēts, ka citi scenāriji – “Nozares pionieru/konsorcijs iniciatīvas scenārijs” (0,21), “Banku/finanšu pakalpojumu nozares iniciatīvas scenārijs” (0,21) un “Valsts iestāžu/regulatoru iniciatīvas scenārijs” (0,20) – attīstīsies aptuveni divreiz lēnāk.



Avots: autores veidots pēc AHP analīzes rezultātiem

10. att. **Apkopotais ekspertu atzinums par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas scenārijiem Latvijā**

Pieci no septiņiem ekspertiem visaugstāk novērtējuši “Tehnoloģiju izstrādātāju iniciatīvas scenāriju”. Vislielāko punktu skaitu šim scenārijam piešķir blokķēdes uzņēmējs (0,70), savukārt vismazāko – Finanšu un kapitāla tirgus komisijas pārstāvis (0,17). Ekspertu uzskatu izkliede skaidri parāda, ka ir nepieciešams dialogs un sadarbība starp ieinteresētajām pusēm decentralizētu finanšu pakalpojumu sniegšanas jomā, kas ir visizplatītākais tehnoloģiju attīstītāju īstenotais iniciatīvu veids šajā scenārijā.

Kopumā ir redzams, ka eksperti piešķir augstākus vērtējumus scenārijiem, kuri tiem bija ļabi zināmi un/vai piemēroti to pārstāvētajām organizācijām, ko var izskaidrot ar konkrētām iniciatīvām attiecīgajā jomā, kuras tie pašlaik ir paredzējuši vai izstrādājuši. Piemēram, Ekonomikas ministrijas eksperts bija piešķīris 2. augstāko punktu skaitu “Valsts iestāžu/regulatoru iniciatīvas scenārijam” (0,34), jo Ekonomikas ministrija kopā ar Finanšu ministriju pašlaik izstrādā ziņojumu par blokķēdes tehnoloģijas pielietojumiem, lai apkarotu ēnu ekonomiku. Ir paredzams, ka ziņojums tiks izmantots par pamatu blokķēdes risinājuma izstrādei sadarbībā ar Valsts ieņēmumu dienestu, lai uzlabotu nodokļu uzraudzību un caurskatāmību. Finanšu un kapitāla tirgus komisijas eksperts visaugstāko vērtējumu piešķir “Banku/finanšu pakalpojumu nozares iniciatīvas scenārijam” (0,33), jo ir jau zināms gadījums, ka viena no bankām mēģina pielietot blokķēdes tehnoloģiju.

Eiropas Komisijas pārstāvis augstāko punktu skaitu piešķir “Nozares pionieru/konsorciju iniciatīvas scenārijam” (0,40). Kā komentēja eksperts, izklaidētajām virsgrāmatu tehnoloģijām un blokķēdēm ir īpaši liels potenciāls finanšu pakalpojumu nozarē, bet tās potenciālais sniegums neaprobežojas ar finanšu pakalpojumu nozari un sasnies arī citas nozares.

Starpt visiem ekspertu vērtējumiem viszemāko punktu skaitu piešķir blokķēdes uzņēmējs “Valsts iestāžu/regulatoru iniciatīvas scenārijam” (0,03) un “Nozares pionieru/konsorciju iniciatīvas scenārijam” (0,07), paskaidrojot savu

vērtējumu ar komentāru, ka, tā kā Latvijā netika izstrādāti nekādi koncepciju pamatojumi globālā blokķēdes entuziasma viļņa laikā 2017.–2018. gadā attiecīgo scenāriju ietvaros, uzņēmējs tuvākajā laikā neredz iemeslus, lai valsts pārvaldes iestādes vai nozaru pārstāvji izstrādātu vai testētu blokķēdes risinājumus attiecīgo scenāriju ietvaros. Šis pats eksperts piešķir arī ļoti augstu vērtējumu “Tehnoloģiju izstrādātāju iniciatīvas scenārijam” (0,70), komentējot, ka risinājumi decentralizēto maksājumu jomā, viņaprāt, attīstīsies visstraujāk. Šis eksperts atzīmēja, ka tehnoloģiju izstrādātāju piedāvātie risinājumi, kas ir vērsti uz jaunattīstības valstīm (piem., Āfrikas, Āzijas, Dienvidamerikas valstīm), tuvākajā nākotnē iegūs vislielāko impulsu pārvaldības un caurskatāmības problēmu dēļ, ko vēl pastiprina Covid-19 ekonomiskā ietekme. Pēc eksperta domām, decentralizētie maksājumi var radīt vislielāko pievienoto vērtību jaunattīstības valstīs, piedāvājot drošu maksājumu infrastruktūru iedzīvotājiem, kuriem nav bankas konti, tādējādi samazinot ar vietējām valūtām saistītos riskus, kuras tiek periodiski pakļautas būtiskai devalvācijai.

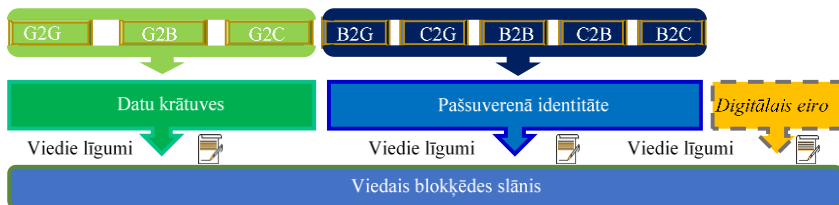
4.3. Ieteikumi blokķēdes tehnoloģijas ieviešanas veicināšanai Latvijas tautsaimniecībā

Globālās kryptoaktivitātes izpēte 3. nodaļā ļāva secināt, ka blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas līmenis ir augstāks valstīs ar augstāku kryptoaktivitāti un kriptoregulējuma rangu un blokķēdes risinājumu esamību publiskajā sektorā. Aptaujātie eksperti uzskatīja Institucionālo vidi par nozīmīgāko faktoru grupu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanai, kuras nozīmīguma īpatsvars bija 43%. Tādēļ tādu institucionālo faktoru kā “Tiesiskā vide”, “Inovāciju sistēma” un “Pārvaldība” ietekmes palielināšana ir iespējama, īstenojot koordinētas darbības valsts digitālās transformācijas kontekstā. Pētījuma rezultāti parādīja, ka Latvijas Republikas Ekonomikas ministrijas plānotais blokķēdē balstītais izmēģinājuma projekts var palīdzēt uzlabot vispārējas zināšanas par blokķēdes risinājumu pielietojamību Latvijas tautsaimniecībā. Tomēr vairāk izmēģinājuma projektu e-pārvaldes sektorā un aktivitātes, kuru mērķis ir nostiprināt institucionālos ietvarus blokķēdes tehnoloģiju ieviešanai, paātrinātu valdības lomas nostiprināšanu institucionālajā vidē. Proti, strauji attīstoties tehnoloģijām globālajā vidē, ir jāformulē skaidra valdības nostāja un jāvelta uzmanība turpmākajai īstenojamajai politikai un atbalsta pasākumiem. Turklāt, lai veiksmīgi ieviestu blokķēdes tehnoloģijas, ir nepieciešams arī informēt sabiedrību un potenciālos īstenošanos par tehnoloģiskajiem ieguvumiem un praktiskajiem pielietojuma veidiem.

Šī pētījuma tapšanas laikā sabiedrībā tika apspriestas Latvijas Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.–2027. gadam (*Digitālās transformācijas pamatnostādnes...*, 2020), ko koordinēja Latvijas Republikas Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija. Autores skatījumā ir svarīgi saprast, ka blokķēdes tehnoloģijas iekļaušana valsts digitālās transformācijas prioritārajos virzienos ir priekšnoteikums, lai sasniegtu ministrijas izvirzīto mērķi – lai Latvija

klūtu par valsti, kas ir aktīvi iesaistīta pasaules kopējo zināšanu radīšanā un tehnoloģiju attīstībā.

Latvijas Digitālo transformācijas pamatnostādņu 2021.–2027. gadam pirmajā projektā blokķēdes tehnoloģija ir minēta tikai divos prioritārajos virzienos – digitālo finanšu aktīvu attīstība un digitālās prasmes veselības aprūpē (*Digitālās transformācijas pamatnostādnes...*, 2020), ar ko acīmredzami nepietiek, lai Latvija kļūtu par globāli konkurētspējīgu digitālo valsti. Saskaņā ar Eiropas Komisijas vīziju par digitālo Eiropu blokķēdes tehnoloģiju potenciāls var veicināt vairākus citus prioritāros digitālās transformācijas virzienus Latvijā, piemēram, pakalpojumu un sistēmu veidošana, digitālās drošības politika, elektroniskā identitāte un uzticamības pakalpojumi, sabiedrības labklājība un veselība, pilnībā digitalizēta un datu vadīta valsts pārvaldes pamatdarbība, cilvēkresursi – kompetences centri un prasmes –, informācijas sistēmas, komercdarbības digitalizācijas veicināšana un precīzāku darbību veikšana digitālo finanšu aktīvu attīstības virzienā. Autore ir prezentējusi ministrijai integrētu digitālās transformācijas vīziju, kas ir attēlota 11. attēlā.



Avots: autore veidots

11. att. Integrētā nacionālās digitālās transformācijas vīzija

Integrētā digitālā transformācijas vīzija balstās uz viedo blokķēdes slāni, kas, izmantojot viedos līgumus, ir saistīts ar datņu krātuvēm, pašsuverēno identitāti un digitālo eiro. Prezentētajā koncepcijā, kombinējot viedās blokķēdes slāni ar valdības datņu glabātavām/reģistriem, var panākt efektīvāku, caurskatāmāku un drošāku G2G, G2B un G2C mijiedarbību, savukārt viedās blokķēdes slāņa kombinācija ar pašsuverēno identitāti paver iespēju veikt B2G, C2G, B2B, C2B, B2C darījumus. Turklāt, tiklīdz tiks ieviests digitālais euro, pavērsies iespēja izstrādāt dažādus ekonomiskos modeļus, izmantojot prezentēto tehnoloģisko bāzi, tādējādi radot sinerģiju un apjomradītus ietaupījumus. Turklāt autore ir ierosinājusi un prezentējusi ministrijai vairākus priekšlikumus, kas ir apkopoti tālāk.

Pakalpojumu un sistēmu veidošana. Pamatnostādnēs ir minēts, ka IKT nozarei ir horizontāla ietekme uz citiem ekonomikas sektoriem, un līdz ar to nepārprotami ir jānodrošina visu pakalpojumu un sistēmu izstrādē iesaistīto pušu profesionalitāte un prasmes. Autore uzskata, ka, tā kā blokķēdes tehnoloģijai ir īpaši liels potenciāls transformēt ekonomiku, valsts pārvaldē nodarbinātajiem

speciālistiem ir jāattīsta prasmes izmantot blokķēdes tehnoloģiju, lai izmēģinātu, izstrādātu un ieviestu blokķēdē balstītus risinājumus.

Digitālās drošības politika. Pamatnostādnēs ir paredzēts uzlabot valsts pārvaldes noturību pret kiberdraudiem atbilstoši jaunākajām tehnoloģiskajām iespējām un veicināt sadarbību starp valsts pārvaldi un privāto sektoru. Autore uzskata, ka blokķēdi var izmantot visos kiberdrošības virzienos – sākot no piekļuves kontroles izsekošanas līdz informācijas dzēšanas novēršanai, kas ir apgrūtināts parasto datubāžu gadījumā.

Elektroniskā identitāte un uzticamības pakalpojumi. Pamatnostādnēs tiek mudināts izmantot kvalificētus elektroniskās identifikācijas rīkus un uzticamības pakalpojumus. Šajā kontekstā autore uzskata, ka blokķēdes tehnoloģija ļauj izveidot jaunas elektroniskās identitātes ietvarstruktūras, pamatojoties uz pašsuverēnās identitātes koncepciju. Decentralizētās identitātes sistēmā galvenā loma ir atvēlēta pārbaudāmajiem akreditācijas datiem (*credentials*). Tie pēc savas būtības ir fizisko akreditācijas datu, piemēram, pases vai autovadītāja apliecības, digitālās versijas, kaut arī ar papildu iespējām, ko nodrošina to digitālā būtība. Decentralizētai identitātei un akreditācijas datiem ir daudz priekšrocību. Tie ne tikai nodrošina pilnīgu lietotāju kontroli pār savu personīgo digitālo identitāti, bet arī padara to daudz vieglāk lietojamu.

Sabiedrības sociālā labklājība un veselība. Pamatnostādnēs ir uzsvērts, ka novecojušās tehniskās arhitektūras dēļ datu krātuves ir pieejamas tikai noteiktās darbstaacijās, lai gan pareizāk būtu izmantot datu krātuves, kurām tiktu organizēta piekļuve, izmantojot nozaru un valsts datu mikserus. Autore uzskata, ka blokķēdes tehnoloģija var atvieglot dažādu vietējo un nacionālo sistēmu datu savietojamību. Piemēram, OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2019b) ierosina izmantot blokķēdes slāni, lai nodrošinātu datu integritāti un pārvaldītu piekļuvi datiem, savienojot tos ar datu krātuvēm, tādējādi izveidojot “tiltu” starp datu krātuvēm.

Pilnībā digitalizēta un datu vadīta valsts pārvaldes pamatdarbība. Pamatnostādnēs ir izteikta nepieciešamība veikt mērķtiecīgu pāreju uz pilnībā digitalizētiem valsts pārvaldes procesiem, informācijas apriti un iestāžu sadarbību, izmantojot modernās digitālās tehnoloģijas. Šajā sakarā autore uzsver Eiropas Komisijas viedokli, ka jaunajai nacionālās digitālās pārvaldības paradigmai būtu jākoncentrējas uz inovatīvu un uz lietotāju orientētu publisko pakalpojumu nodrošināšanu, izmantojot “dinamisko” pieeju, kas pieprasa apsvērt un izmantot modernas digitālās tehnoloģijas, piem., blokķēdes tehnoloģiju, lai novērstu dublēšanas procesus.

Cilvēkresursi – kompetences centri un prasmes. Pamatnostādnēs tiek uzsvērta pāreja uz specializēto koplietošanas pakalpojumu sniedzēju pakalpojumiem un resursu apvienošanu specializētos kompetences centros, kas ļauj nodrošināt caurskatāmu sadarbību ar privāto sektoru, it īpaši moderno digitālo tehnoloģiju aprobācijā. Saskaņā ar apkopoto ekspertu novērtējumu blokķēdes tehnoloģiju inovāciju un pārvaldības sistēmu veidošana ir

priekšnoteikums blokķēdes tehnoloģijas ieviešanai Latvijā. Tāpēc autore uzskata, ka kompetences centriem ir jāattīsta un jānostiprina specifiskās kompetences blokķēdes tehnoloģiju radīšanā, aprobācijā un ieviešanā, nodrošinot dažādu ieinteresēto pušu mijiedarbību un sadarbību.

Informācijas sistēmas (IS). Pamatnostādņu mērķis ir ilgtspējīgas un videi draudzīgas IS arhitektūras izmantošana valsts pārvaldē. Tehnoloģiskā ilgtspēja lielā mērā ietver nacionālo IS saderību ar ES un globālo IS. Tāpēc autore uzskata, ka ir jāseko mūsdienu tehnoloģijās balstītām IS iniciatīvām un jāpiedalās attiecīgajās darba grupās, piemēram, EBSI. Pamatnostādnēs ir arī norādīts, ka priekšroka tiek dota atvērtā koda risinājumiem ar atbilstošu tehnisko atbalstu. Tā kā blokķēdes lielākoties ir atvērtā koda risinājumi, autore uzskata, ka blokķēdes pielietojuma veidi nacionālajā IS var samazināt potenciālās izmaksas un palielināt darbības efektivitāti. Nepieciešamība stiprināt blokķēdes tehnoloģiju pārvaldību Latvijā ir uzsvēta arī apkopotajā ekspertu novērtējumā.

Komerccarbības digitalizācijas veicināšana. Pamatnostādnēs ir uzsvēta nepieciešamība attīstīt sadarbību starp nacionālo valdību un pašvaldībām, uzņēmējiem un nevalstiskajām organizācijām, kā arī izveidot un atbalstīt inovāciju ekosistēmu. Apkopotais ekspertu novērtējums arī norāda uz nepieciešamību stiprināt inovāciju ekosistēmu blokķēdes tehnoloģijām un attīstīt blokķēdē balstītu risinājumu tirgu Latvijā. Tāpēc autore uzskata, ka ir jāīsteno specifiski, mērķtiecīgi un savstarpēji saistīti pasākumi blokķēdes tehnoloģiju projektēšanai, izmēģināšanai un ieviešanai Latvijā.

Digitālo finanšu aktīvu attīstība. Pamatnostādnēs ir uzsvērts atbalsts digitālo finanšu aktīvu attīstībai. Apkopotais ekspertu novērtējums arī norāda uz to, ka attiecīga tiesiskā vide un skaidrība ir priekšnoteikumi, lai veicinātu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijā. Kā tika secināts 3. nodaļā par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas progresu Baltijas valstīs, Latvija ievērojami atpaliek no Igaunijas un Lietuvas virtuālo aktīvu jomā, jo šīs abas valstis jau ir ieviesušas virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzēju licencēšanas un uzraudzības režīmus, kamēr Latvijā virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzēju darbība nav oficiāli licencēta. Tāpēc atbilstošs licencēšanas režīms virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzējiem ir būtiski nepieciešams, lai paaugstinātu Latvijas konkurētspēju virtuālo aktīvu jomā Baltijas un Eiropas reģionos. Pamatnostādnēs ir uzsvēta nepieciešamība izstrādāt KYC (*know your customer*) rīku, kas ļautu uzņēmumiem dalīties ar klientu padziļinātās izpētes datiem. Šajā kontekstā autore uzskata, ka blokķēdes tehnoloģija spēj samazināt klientu datu asimetriju un datu dublēšanu, tādējādi veicinot cīņu pret finanšu noziegumiem, vienlaikus nodrošinot drošu personas datu apmaiņu saskaņā ar Vispārīgo datu aizsardzības regulu 2016/679.

Autore uzskata, ka Latvijas Digitālās transformācijas pamatnostādnēm 2021.–2027. gadam vajadzētu kalpot par pamatu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanai Latvijā, kas ne tikai uzlabos Latvijas digitālo konkurētspēju, bet arī ievērojami paātrinās valsts digitālo transformāciju un integrāciju ar mūsdienu

globālajām informācijas sistēmām un Web 3.0. Protams, tas tagad ir atkarīgs no lēmumu pieņemējiem, to izpratnes un vēlmes sniegt reālu ieguldījumu ekonomikas attīstībā un iet kopsolī ar notiekošo globālo tehnoloģisko revolūciju. Tā kā Latvijas kaimiņvalstis jau ir izmantojušas blokķēdes tehnoloģiskās priekšrocības, pakāpeniski iekļaujot blokķēdē balstītās komponentes valsts pārvaldes funkcijās un finanšu sektora regulējumā, ir kritiski svarīgi apgūt labās prakses pieredzi, kas var paātrināt valsts digitālo transformāciju.

Nepieciešamību pēc blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas valsts pārvaldē nosaka gan citu valstu pieredze, gan tās tehnoloģiskās priekšrocības, gan potenciālā transformējošā ietekme uz tautsaimniecību kopumā. Valdībai ir nepieciešams arī izpētīt potenciālās sociālekonomiskās izmaksas un ieguvumus. Tādēļ, lai veiktu šo analīzi, ir jāidentificē īpaši blokķēdes tehnoloģijas pielietošanas gadījumi. Pasaulē ir daudz blokķēdē balstīto risinājumu izmēģināšanas un ieviešanas piemēru publiskajā un regulatīvajā telpā, un Latvija var mācīties no citu valstu pieredzes, pielāgojot to vietējai specifikai. Piemēram, ASV tiek ļoti veiksmīgi radītas blokķēdes inovācijas, tomēr to ieviešanas procesu kavē tiesiskā regulējuma sarežģītība, tāpēc sadarbība starp inovatoriem un regulatoriem ir svarīga, lai izveidotu dzīvotspējīgus regulējuma režīmus. Šajā kontekstā atbilstoša regulējuma esamība kļūst par ļoti svarīgu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu veicinošu faktoru, kas var dot priekšroku mazākām valstīm vai pavalstīm, kur ir mazāk sarežģīta koordinācija starp valsts pārvaldes institūcijām un ir zemākas attiecīgās izmaksas. Tādas valstis, pavalstis un pilsētas kā Igaunija, Lietuva, Čūga, Singapūra un Dubaija iet šo ceļu, un Latvija, būdama maza valsts, noteikti var apsvērt šo attīstības virzienu, un nodrošināt attiecīgu tiesisko ietvaru un vidi, tomēr šim procesam ir nepieciešama spēcīga politiskā griba un līderība.

Kopumā valstis, kas demonstrē līderību blokķēdes tehnoloģiju jomā, skaidri pierāda, ka korporācijās, regulatoros un politikas veidotājos parādās jauna līderu paaudze, kas līdzsvaro inovāciju ar pienākumu aizsargāt finanšu tirgu un attiecīgās nozares no ļaunprātīgas izmantošanas un krāpnieciskām darbībām. Tāpēc blokķēdes inovāciju sistēmas attīstību Latvijā var paātrināt blokķēdes tehnoloģijām draudzīgie līderi, kuriem ir ietekme uz plašsaziņas līdzekļiem, nodibināts kontakts ar pārmaiņu aģentiem, ir sociālā ietekme un labi novērtēts statuss sabiedrībā un inovatoru kopienās. Politiskie līderi visā pasaulē ir snieguši vairākus paziņojumus, ka tie atbalsta blokķēdes risinājumu izstrādi un ieviešanu savās valstīs. Līdzīgi var rīkoties arī politiskie līderi Latvijā.

Kā tika secināts 1. un 2. nodaļā, reģionālo inovāciju sistēmu (RIS) koncepcijā ir uzsvērtā arvien pieaugošā valsts iestāžu tiešās iesaistes nozīme, lai stimulētu jaunradi un konkurenci reģionālā līmenī. Latvijā inovācijas politikas plānošanas dokumentos nav īpaši noteikti prioritārie virzieni vai atbalsta pasākumi blokķēdes inovāciju sistēmas atbalstam, kas savukārt varētu stimulēt blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijā. Salīdzinot ar citām Baltijas valstīm, šī joma nav pietiekami attīstīta Latvijā. Igaunija vēsturiski ir izveidojusi spēcīgu digitālās nācības tēlu, kas ir atzīts visā pasaulē, un Lietuva aktīvi reklamē sevi kā “fintech

paradīzi” finanšu un blokķēdes tehnoloģiju entuziastiem, kas īpaši piesaista blokķēdes tehnoloģiju izstrādātājus nacionālā un starptautiskā līmenī. OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2019b) atzīmē, ka valdības politika ir būtiski ietekmējusi blokķēdes tehnoloģiju inovācijas privātajā sektorā, īpaši finanšu nozarē. Diemžēl Latvijā, salīdzinot ar Igauniju un Lietuvu, pašlaik nav politiskās skaidrības attiecībā uz blokķēdē balstīto finanšu tehnoloģiju risinājumiem, kas tādējādi kavē šīs populārās blokķēdes pielietošanas sfēras attīstību.

GALVENIE SECINĀJUMI

1. Blokķēdes tehnoloģija ir vispārējās nozīmes tehnoloģija un revolucionāra inovācija, kuras ieviešanas rezultātā pārveidosies uzņēmējdarbības modeļi dažādās nozarēs un valsts pārvaldes funkcijas. Blokķēdes tehnoloģijas inovācijas un to ieviešana balstās uz “zināšanu” resursa izmantošanu zināšanu ekonomikas koncepcijas ietvaros. Blokķēdes tehnoloģiju masveida ieviešanas iespējamais transformējošais efekts var tikt salīdzināms ar sekām, ko izraisīja interneta ieviešana, kas ļautu aizstāt nepieciešamību kopēt datus, ko šobrīd nodrošina internets, ar iespēju nodot īpašumtiesības drošā digitālā vidē, kas tādējādi veicinātu ekonomikas digitalizāciju.
2. Blokķēdes tehnoloģijas ieviešanā vēl globāli nav sasniegts “kritiskās masas” līmenis, kas atbilst “agrīnā vairākuma” kategorijai saskaņā ar Rodžera inovāciju izplatīšanās līkni, jo pašreizējais stāvoklis saistībā ar lēmumu pieņemšanu par attiecīgajām inovācijām atbilst stadijai “lēmums”, kad tiek izņemts vai nu “ieviest”, vai “noraidīt” inovāciju. Tomēr ir valstis, kuras jau ir pieņēmušas skaidrus politiskus lēmumus par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu dažādās to pielietošanas jomās. Piemēram, Igaunija nepārprotami veicina blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu e-pārvaldes jomā, Lietuvas Centrālā banka ir īstenojusi pasākumus, lai veicinātu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu fintech jomā, bet Latvijā vēl nav pieņemts skaidrs politisks lēmums par blokķēdes tehnoloģijas inovāciju un to ieviešanas veicināšanu. Šo iemeslu dēļ Igaunijas un Lietuvas DESI indeksi ir augstāki, īpaši attiecībā uz “cilvēkkapitālu” un “digitālo tehnoloģiju integrāciju”.
3. No tehniskā viedokļa blokķēdes tehnoloģijas ieviešanā “kritiskās masas” līmenis globālā mērogā tiks sasniegts, tiklīdz tiks nodrošināta dažādu privāto blokķēžu savietojamība, kas balstās uz tehnoloģisko briedumu un starptautisko tehnisko un pārvaldības standartu pieņemšanu attiecībā uz blokķēdēm un izkļaidētajām virsgrāmatu tehnoloģijām, ko izstrādā Starptautiskā standartizācijas organizācija. No ekonomiskā viedokļa blokķēdes tehnoloģijas ieviešanas process nepārprotami balstās uz sadarbību starp vairākiem blokķēdes tehnoloģijas inovācijās iesaistītiem dalībniekiem un saprātīgu līdzsvaru starp inovācijas sistēmām, uzņēmējdarbības vidi, valdības politiku un saistošo tiesisko regulējumu,

kam nepieciešams izveidot efektīvus komunikācijas kanālus, sadarbības mehānismus un pārvaldības ietvarstruktūras.

4. Baltijas valstu pieeja ICO regulēšanai kopumā ir līdzīga – ja tiek izpildīti noteikti kritēriji, ICO kriptonauda var tikt atzīta par finanšu instrumentu un uz to ir attiecināms finanšu vērtspapīru tiesiskais regulējums. Latvija bija pēdējā no Baltijas valstīm, kas publicēja visaptverošas ICO vadlīnijas. Virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzēju darbībām, tostarp darbībām ar kriptovalūtām, jāatbilst nacionālajiem un Eiropas tiesību aktiem par naudas atmazgāšanas un teroristu finansēšanas apkarošanu, tai skaitā FATF ieteikumiem. Virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzēju darbībām Igaunijā un Lietuvā ir nepieciešama specializēta licence, savukārt Latvijā šādām darbībām nav nepieciešama licence. Latvijas globālais rangs kriptoregulējuma ziņā ir ievērojami zemāks par kaimiņos esošo Baltijas valstu rangiem – Latvijai ir 81. vieta, salīdzinot ar Lietuvu 4. vietā un Igauniju 14. vietā. Tiesiskais regulējums attiecībā uz blokķēdes tehnoloģijām, izņemot kriptovalūtas un virtuālos aktīvus, Baltijas valstīs un Eiropas Savienībā nepastāv.
5. Līdz šim vislabākais blokķēdes tehnoloģijas ieviešanas pielietojums ir saistīts ar kriptovalūtām un virtuālajiem aktīviem. Kriptoaktivitāte Baltijas valstu reģionā ir konkurētspējīga visas pasaules mērogā, kur Igaunija uzrāda līderpozīciju (caur ICO piesaistīto līdzekļu apjoma ziņā 3. vietā pasaulē), Lietuva kopumā parāda augstu līmeni (11. vietā), bet Latvija ievērojami atpaliek (34. vietā). Neskatoties uz nelielo atšķirību ICO skaita ziņā starp Lietuvu un Latviju (29 pret 27), Lietuvai ir izdevies piesaistīt 12 reizes lielāku finansējumu nekā Latvijai, ko var skaidrot ar Lietuvas veiksmīgo sava zīmola popularizēšanu starptautiskā līmenī kā “fintech paradīze”. Igaunijā ICO skaits ir 10 reizes lielāks nekā Latvijā un Lietuvā. Kopumā vērtējot, Igaunijas līderpozīciju digitālajā jomā var izskaidrot ar tās veiksmīgo sava zīmola popularizēšanu starptautiskā līmenī kā digitālās nācijas pionieri. Gan Igaunija, gan Lietuva ir pieņēmušas skaidrus politiskus lēmumus par blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas scenārijiem un veikušas atbilstošas aktivitātes, lai spordinātu savu starptautisko tēlu.
6. Visā pasaulē ir daudz blokķēdes tehnoloģiju pielietošanas piemēru, kas iziet ārpus kriptotelpas pielietojuma jomas. Piemēram, Igaunija jau ir ieviesusi noteiktus blokķēdes tehnoloģiju risinājumus valsts pārvaldē un veselības aprūpē, bet Lietuva ir izveidojusi blokķēdes tehnoloģijā balstītu izmēģinājumu vidi “Sandbox”, lai tādējādi veicinātu blokķēdes risinājumu izstrādi fintech jomā. Latvijā patlaban nav tādu blokķēdes tehnoloģiju risinājumu, kas būtu izmēģināti vai ieviesti ārpus kriptotelpas, tomēr Ekonomikas ministrija sadarbībā ar Finanšu ministriju apsver izmēģinājuma projektu, kas ļautu reāllaikā pārsūtīt tirdzniecības datus Valsts ieņēmumu dienestam. Šī risinājuma ieviešana var potenciāli paaugstināt visu Latvijas

DESI indeksa komponentu vērtības, ja to papildinātu ar valsts darbinieku un iedzīvotāju spēju paaugstināšanas pasākumiem attiecīgajā jomā.

7. Pēc blokķēdes tehnoloģiju inovāciju un to ieviešanas rādītājiem valstis var iedalīt trīs grupās, izmantojot faktoru un klasteru analīzes metodes, atkarībā no to kryptoaktivitātes un ekonomiskās attīstības līmeņa. 1. klasteris sastāv no pārsvarā attīstītām valstīm, kas pasaules mērogā ieņem vadošo lomu blokķēdes tehnoloģiju inovācijās un to ieviešanā ārpus kriptotelpas pielietojuma jomas un demonstrē augstu kryptoaktivitāti. 2. klasterī ietilpst pārsvarā attīstītās valstis, kurās ir dažādas blokķēdes tehnoloģiju inovāciju un to ieviešanas tendences un zemāka par vidējo kryptoaktivitāte. 3. klasterī ietilpst galvenokārt attīstības valstis, kurās ir vājas blokķēdes tehnoloģiju inovāciju un to ieviešanas tendences ārpus kriptotelpas pielietojuma jomas, bet augsti kryptoaktivitātes rādītāji. Tāpēc var secināt, ka kryptoaktivitātes līmenis ir svarīgs faktors blokķēdes tehnoloģiju inovācijām un to ieviešanai ārpus kriptotelpas pielietojuma jomas attīstītajās valstīs, tomēr tas nav vienīgais faktors.
8. Inovāciju izplatīšanas un tehnoloģiju pieņemšanas modeļu analīze ļāva definēt strukturētu pieeju blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošo faktoru definēšanai un kategorizēšanai, izmantojot tehnoloģiju-organizācijas-vides un procesu-iestāžu-tirgus-tehnoloģiju ietvaru kombināciju ar elementiem no Inovāciju izplatīšanas teorijas un Tehnoloģiju pieņemšanas modeļiem. Veicot analīzi, blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošie faktori tautsaimniecībā tika iedalīti četrās faktoru grupās: tehnoloģiskie, organizatoriskie, institucionālie un tirgus faktori. Balstoties uz ekspertu aptaujas rezultātiem, tika izstrādāts blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas modelis tautsaimniecībā, pamatojoties uz atzinumiem, ko sniedza starptautiski eksperti blokķēdes tehnoloģiju jomā no 30 valstīm.
9. Nacionālā ekspertu grupa blokķēdes tehnoloģiju jomā kā prioritāru scenāriju blokķēdes tehnoloģiju ieviešanai Latvijas tautsaimniecībā (38%) atzina “Tehnoloģiju izstrādātāju iniciatīvas scenāriju”. Balstoties uz apkopoto ekspertu novērtējumu, tika noteikti arī divi nozīmīgākie faktori blokķēdes tehnoloģiju ieviešanai – tiesiska vide (20%) un inovāciju sistēma (16%). Tāpēc var secināt, ka blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijas tautsaimniecībā var efektīvi veicināt, veidojot blokķēdes inovāciju sistēmu un attīstot kriptoregulējumu, īpaši ņemot vērā to, ka tehnoloģiju izstrādātāju piedāvātie blokķēdes risinājumi Latvijā pārsvarā izmanto sabiedriskos blokķēdes tīklus, kas ir savienoti ar kriptovalūtām un virtuālajiem aktīviem. “Tehnoloģiju izstrādātāju iniciatīvas scenārija” īstenošana potenciāli var veicināt IKP izaugsmi un tehnoloģiju eksportu.
10. Starptautiskā pieredze pierāda, ka skaidras politiskas nostājas formulēšana par nacionālajiem prioritārajiem virzieniem blokķēdes tehnoloģiju inovāciju atbalstam un blokķēdes izmēģinājuma projektu īstenošanai publiskajā sektorā veicina vispārēju blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu tautsaimniecībā.

Latvijā blokķēdes tehnoloģijas pielietošana var dot ieguldījumu deviņās prioritārajās jomās, ko nosaka Latvijas Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.–2027. gadam, kuras varētu papildināt ar sociālās labklājības analīzi, lai uzsvērtu potenciālās sociālekonomiskās izmaksas un ieguvumus sabiedrībai un ieskicētu labi pamatotus rīcības virzienus blokķēdes tehnoloģiju ieviešanai Latvijā. Autore uzskata, ka Latvija var mācīties no labās prakses piemēriem, ko demonstrējušas ar Latviju salīdzināmas valstis un pilsētas, piemēram, Igaunija, Lietuva, Čīga, Singapūra un Dubaja, kuras pateicoties saviem mazajiem izmēriem spēj nodrošināt saistošu tiesisko regulējumu un īstenot atbilstošu valdības politiku un kur ir nepieciešama mazāk sarežģīta koordinācija salīdzinājumā ar lielākām valstīm un pilsētām.

11. Kā parādīja veiktā analīze, Latvija atpaliek no Igaunijas un Lietuvas pēc visiem analizētajiem blokķēdes tehnoloģiju ieviešanas rādītājiem. Tomēr ir iespējams veicināt blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu Latvijas tautsaimniecībā, palielinot nozīmīgāko blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu ietekmējošo faktoru ietekmi, koncentrējoties uz ar analītiskās hierarhijas metodi noteikto prioritāro scenāriju un īstenojot šajā pētījumā izklāstītos ieteikumus un risinājumus, lai palielinātu Latvijas reģionālo konkurētspēju Baltijas valstu starpā un arī visā pasaulē.

PROBLĒMAS UN TO IESPĒJAMIE RISINĀJUMI

1. PROBLĒMA. Latvijā ir nepieciešams attīstīt blokķēdes inovāciju sistēmu, par ko liecina ar AHP metodi iegūtie rezultāti.

Ieteicamais risinājums. Tā kā inovācijas politikas izstrāde ir Ekonomikas ministrijas kompetencē, tai būtu jāizstrādā nacionālā blokķēdes tehnoloģiju stratēģija atbilstoši prioritātēm, kas noteiktas Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijā līdz 2030. gadam, Latvijas Nacionālajā attīstības plānā 2021.–2027. gadam un Viedās specializācijas stratēģijas prioritārajos virzienos 2021.–2027. gadam. Ministrijai būtu jāapsver arī iespēja piesaistīt īpašu padomdevēju ar starptautisku pieredzi blokķēdes politikas jautājumos. Lai to īstenotu, būtu nepieciešams:

- veikt visaptverošu pētījumu par potenciālajām sociālekonomiskajām izmaksām un ieguvumiem, pievienoto vērtību un ar to saistītajiem riskiem, ko rada blokķēdes tehnoloģiju integrācija dažādās ekonomikas nozarēs un valsts pārvaldes funkcijās;
- konsultēties ar pārstāvjiem no nozarēm un jomām, kurās ir noskaidrota visnozīmīgākā ietekme (piem., Finanšu nozares asociācija, Latvijas Pārtikas mazumtirgotāju asociācija, Latvijas Pašvaldību savienība, Latvijas Interneta asociācija u.c.), pārvaldes institūcijām (piem., Finanšu un kapitāla tirgus komisija, Pārtikas un veterinārais dienests, Valsts ieņēmumu dienests u.c.);

- noteikt prioritārās jomas blokķēdes risinājumu izmēģināšanai, izveidot atbalsta mehānismus un infrastruktūru blokķēdes risinājumu izstrādei noteiktās jomās un nodrošināt komunikāciju ar sabiedrību par atbalstāmajām blokķēdes tehnoloģiju inovācijām Latvijā.

Atbalsta pasākumos blokķēdes inovāciju sistēmas izveidei vai nu jāietver īpaši blokķēdes pasākumi esošajās vispārējās uzņēmējdarbības uzsākšanas atbalsta programmās gan vietējiem, gan ārvalstu jaunuzņēmumiem, vai jāizveido jaunas atbalsta programmas blokķēdes uzņēmējiem. Tas ir efektīvs paņēmieni, kā noturēt vietējos un piesaistīt ārzemju talantīgus speciālistus blokķēdes jautājumos, jo Latvijā izveidoto veiksmīgo blokķēdes jaunuzņēmumu mītnes vietas pārcelšana uz citām valstīm nepārprotami ir nelabvēlīga pazīme, kas vēl ir jāpēta, lai uzlabotu nepieciešamos atbalsta pasākumus.

Citi atbalsta pasākumi var ietvert biežākas un regulārākas nozarei specifiskas informatīvas aktivitātes un diskusijas par blokķēdes tehnoloģiju priekšrocībām un blokķēdes integrācijas perspektīvām katrā konkrētajā nozarē, starptautisku konsorciiju sadarbības projektu veicināšanu Latvijā un nacionālo blokķēdes izmēģinājuma projektu veicināšanu, iesaistot dažādas ieinteresētās puses, tostarp blokķēdes tehnoloģiju izstrādātājus, nozares pionierus, valsts pārvaldes iestādes un regulatorus, akadēmisko aprindu pārstāvjus, riska kapitālistus utt.

Turklāt paredzētajā blokķēdes izmēģinājuma projektā, ko plāno īstenot Ekonomikas ministrija un Finanšu ministrija, būtu jāparāda labās prakses piemērs par blokķēdes risinājumu ieviešanu, un tāpēc šim projektam ir jābūt atpazīstamam sabiedrībā un ir jāparāda efektīva ieviešanas pieeja, piemēram, izmantojot OECD ieteikto trīsfāžu modeli.

Turklāt būtu jāstiprina blokķēdes inovāciju sistēma Latvijā, iekļaujot blokķēdes tehnoloģiju Latvijas Digitālās transformācijas pamatnostādņu 2021.–2027. gadam prioritārajās jomās. Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijai būtu jāveic pasākumi, lai uzlabotu valdības un privāto partneru darbinieku tehniskās prasmes blokķēdes inovācijās un to ieviešanā un veicinātu publisko un privāto partneru sadarbību saskaņā ar trim noteiktām prioritātēm:

- pakalpojumu un sistēmu izveide;
- cilvēkresursi – kompetences centri un prasmes;
- komercdarbības digitalizācijas veicināšana.

Šie pasākumi ne tikai stiprinās blokķēdes inovāciju sistēmu, bet arī uzlabos Latvijas digitālo konkurētspēju un cilvēkkapitālu, tādējādi uzlabojot Latvijas Digitālās ekonomikas un sabiedrības indeksu (DESI), E-pārvaldes attīstības indeksu (EGDI), E-līdzdalības indeksu (EPI) un Globālās konkurētspējas indeksu (GCI).

2. PROBLĒMA. Ir nepieciešams sakārtot tiesisko vidi blokķēdes risinājumiem kriptotelpā un finanšu pakalpojumu nozarē Latvijā, par ko liecina ar AHP metodi iegūtie rezultāti.

Ieteicamais risinājums. Finanšu ministrijai jāapsver iespēja veikt kopīgu pētījumu ar Ekonomikas ministriju par virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzēju darbības ekonomiskajiem ieguvumiem un ar tiem saistītajiem riskiem Latvijā un jādefinē turpmākie pasākumi, lai veicinātu un efektīvi uzraudzītu to darbību. Pēc tam Finanšu ministrijai jāapsver iespēja izstrādāt virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzēju darbības vīziju, regulējumu un/vai licencēšanas režīmu.

Finanšu ministrijai būtu arī jāapsver iespēja piesaistīt īpašu padomdevēju ar starptautisku pieredzi virtuālo aktīvu un kriptovalūtu jautājumos, īpaši AML/CFT aspektos, kurš konsultētu par šādas vīzijas, regulējuma un/vai licencēšanas režīma izstrādi un kuram būtu jāapmāca arī Finanšu un kapitāla tirgus komisijas (FKTK) un/vai Patērētāju tiesību aizsardzības centra (PTAC) personāls, kas varētu efektīvi uzraudzīt virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzēju darbību. Valsts ieņēmumu dienestam sadarbībā ar FKTK un/vai PTAC būtu jāapsver iespēja izstrādāt iekšējus vai kopīgus risinājumus virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzēju darbības uzraudzībai, īpaši AML/CFT jomā, atbilstoši FATF prasībām ar tehnoloģiskām iespējām ieviest jaunas prasības, ņemot vērā pastāvīgi mainīgās starptautiskās AML/CFT prasības.

Līdztekus tam blokķēdes tehnoloģiju izstrādātājiem finanšu tehnoloģiju jomā būtu jāapsver dalība Inovāciju smilšukastē, kuru ievieša FKTK, lai simulētu finanšu tehnoloģiju risinājumu darbības vidi un vienotos par efektīviem ziņošanas mehānismiem, kas atbilst sasītošajam regulējumam un nacionālajām un starptautiskajām AML/CFT prasībām.

Šie pasākumi ne tikai uzlabos tiesiskā regulējuma vidi, bet arī veicinās vietējo blokķēdes tehnoloģiju risinājumu izstrādi un komercializāciju decentralizēto finanšu jomā, tādējādi veicinot IKP izaugsmi un tehnoloģiju eksportu.

3. PROBLĒMA. Ir nepieciešams stiprināt blokķēdes pārvaldības sistēmu Latvijā, par ko liecina ar AHP metodi iegūtie rezultāti.

Ieteicamais risinājums. Latvijā būtu jāstiprina blokķēdes pārvaldības sistēma, iekļaujot blokķēdes tehnoloģiju Latvijas Digitālās transformācijas pamatnostādņu 2021.–2027. gadam prioritārajās jomās, kas ir Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas kompetencē, kurai būtu jāapsver iespēja izstrādāt digitālos pamatus valsts pārvaldes funkcijām un pakalpojumiem (piem., OECD ieteikto blokķēdes slāni) saskaņā ar sešām noteiktām prioritātēm:

- pilnībā digitalizēta un datu vadīta valsts pārvaldes pamatdarbība;
- elektroniskā identitāte un uzticamības pakalpojumi;
- sabiedrības labklājība un veselība;
- informācijas sistēmas;
- digitālās drošības politika;
- komercdarbības digitalizācijas veicināšana.

Tādējādi valdība var noteikt kiberdrošības tehniskos standartus un pasākumus, kas arī veicinātu blokķēdes tehnoloģiju ieviešanu privātajā sektorā,

samazinot nenoteiktību un nodrošinot savietojamības iespējas ar publiskajiem pakalpojumiem.

Turklāt būtu jāizveido īpaša blokķēdes pārvaldības asociācija, kas sastāvētu no publiskiem un privātiem partneriem un kas risinātu dažādus pārvaldības jautājumus blokķēdes ekosistēmā un nodrošinātu attiecīgu uzraudzību. Minētie pasākumi ne tikai stiprinātu blokķēdes pārvaldības sistēmu, bet arī uzlabotu valsts digitālo konkurētspēju, tādējādi paaugstinot Latvijas Digitālās ekonomikas un sabiedrības indeksu (DESI), E-pārvaldes attīstības indeksu (EGDI), E-līdzdalības indeksu (EPI) un Globālās konkurētspējas indeksu (GCI).

Būtu jāpiesaista Ekonomikas ministrija vai īpašs padomdevējs, lai novērtētu potenciālos papildu ieguvumus no katra nākamā digitālo publisko pakalpojumu blokķēdē balstītā izmēģinājuma projekta un tā ietekmi uz valsts labklājību, ņemot vērā izmaksu ietaupījumus un augstāku valdības sniegto pakalpojumu efektivitāti, kas varētu pozitīvi ietekmēt IKP izaugsmi ilgtermiņā.

4. PROBLĒMA.: Latvijā nav tirgus pieprasījuma pēc blokķēdē balstītajiem risinājumiem, par ko liecina ar AHP metodi iegūtie rezultāti.

Ieteicamais risinājums. Blokķēdes tehnoloģiju izstrādātājiem, projektu īstenotājiem, kā arī akadēmiskajām aprindām un konsultantiem, būtu jāapsver kopīga sadarbība, lai pētītu un organizētu informatīvas aktivitātes, piem., nozaru publikācijas presē, semināri un/vai darbnīcas par blokķēdes risinājumu pielietošanas tēmu dažādās jomās, tādās kā finanšu tehnoloģijas, piegādes ķēdes, apdrošināšana, lauksaimniecības un pārtikas produkti, valsts pārvalde, lietu internets utt., praktiski demonstrējot blokķēdes priekšrocības salīdzinājumā ar esošajiem risinājumiem un to piemērojamību sistēmām un biznesa modeļiem Latvijā. Šādas aktivitātes palielinātu augstākā līmeņa vadītāju un darbinieku zināšanas par blokķēdi dažādās organizācijās un institūcijās Latvijā un radītu vietējā tirgus pieprasījumu pēc blokķēdes risinājumiem, tādējādi paaugstinot Latvijas Digitālās ekonomikas un sabiedrības indeksu (DESI), īpaši tā komponentu “Cilvēkkapitāls”.

Turklāt blokķēdes tehnoloģiju izstrādātājiem un projektu īstenotājiem jāapsver konsultācijas un sadarbība ar FKTK, izmantojot Inovāciju smilšukasti, lai nodrošinātu atbilstību finanšu pakalpojumu regulējumam, izstrādājot blokķēdē balstītos risinājumus kriptotelpā un finanšu tehnoloģiju jomā, kas var tikt mērķēti arī uz globālajiem tirgiem, ko nosaka blokķēdes risinājumu pārrobežu pielietošanas raksturs. Lai atbalstītu šo sadarbību, FKTK tiek ieteikts paplašināt Inovāciju smilšukastes piemērojamību iespējamiem blokķēdes risinājumiem, kas mērķēti uz jaunattīstības valstīm, kur ir lielāks tirgus pieprasījums pēc decentralizētiem finanšu risinājumiem salīdzinājumā ar ES. Šādu risinājumu komercializācija, ko veic vietējie blokķēdes tehnoloģiju izstrādātāji, veicinās IKP izaugsmi un tehnoloģiju eksportu.

Tā kā tehnoloģiju eksports ir viena no Nacionālā attīstības plāna 2021.–2027. gadam prioritātēm un Latvijas Digitālās ekonomikas un sabiedrības indeksa

(DESI) un tā komponentu uzlabošana ir Ekonomikas ministrijas kompetencē, iepriekšējos punktos raksturotajai valdības politikai un tās pasākumiem būtu jāveicina un jāatbalsta šīs aktivitātes.

5. PROBLĒMA. Latvija nav atpazīstama starptautiskajā blokķēdes tehnoloģiju ekosistēmā, par ko liecina Latvijas zemā kryptoaktivitāte salīdzinājumā ar citām valstīm un blokķēdes risinājumu neesamība ārpus kriptotelpas pielietojuma jomas.

Ieteicamais risinājums. Ņemot vērā to, ka blokķēdes tehnoloģija ir vispārējas nozīmes tehnoloģija un komerciāliem blokķēdes risinājumiem ir pārrobežu raksturs, visas pasaules valstis konkurē, lai piesaistītu gan vietējos, gan ārvalstu uzņēmējus. Ekonomikas ministrijai būtu jāapsver iespēja veikt starptautiskas zīmoldares aktivitātes ar Investīciju un attīstības aģentūras starpniecību, kuras mērķis būtu uzlabot Latvijas tēlu starptautiskajā blokķēdes tehnoloģiju ekosistēmā. Tomēr pirms šādas aktivitātes tiek veiktas, ir svarīgi atrisināt iepriekš minētās problēmas, t.i., ir jāizstrādā skaidra nacionālā blokķēdes tehnoloģiju stratēģija ar atbilstošiem atbalsta pasākumiem blokķēdes inovāciju sistēmas atbalstam un saistošā tiesiskā regulējuma izveidei ar skaidri definētiem uzraudzības mehānismiem virtuālo aktīvu pakalpojumu sniedzēju darbībai. Latvijai vajadzētu mācīties no Igaunijas un Lietuvas pieredzes, kurām ir izdevies izveidot spēcīgus nacionālos tēlus starptautiskajā blokķēdes tehnoloģiju ekosistēmā.

GALVENO IZMANTOTĀS LITERATŪRAS AVOTU SARAKSTS

1. *A Digital Single Market Strategy for Europe: EU Strategy* (2015) [tiešsaiste] [skatīts 2020. g. 20. apr.]. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52015DC0192>
2. Acton T., Clohessy T. (2019) Investigating the Influence of Organizational Factors on Blockchain Adoption: An Innovation Theory Perspective. **No: *Industrial Management & Data Systems*** – Vol. 119(7). Bingley: Emerald Group Publishing Ltd., lpp. 1457-1491
3. *Blockchain Regulations* (2020) [tiešsaiste]: Blockchain Consultus, 2020 [skatīts 2020.g. 10. apr.]. Pieejams: <https://www.blockchainconsultus.io/regulations/>
4. *Bitcoin ATMs by Country* (2020) [tiešsaiste]: Coinatmradar [skatīts 2020. g. 10. apr.]. Pieejams: <https://coinatmradar.com/countries/>
5. *Country Data* (2018) [tiešsaiste] UN E-Government Knowledgebase [skatīts 2020. g. 22. apr.]. Pieejams: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data-Center>

6. *Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.–2027. gadam* (2020) [tiešsaiste]: Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija [skatīts 2020. g. 11. nov]. Pieejams: <https://www.varam.gov.lv/sites/varam/files/content/files/digitalas-transformācijas-pamatnostādnes-2021-27.pdf>
7. Directive (EU) 2018/843 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive (EU) 2015/849 on the prevention of the use of the financial system for the purposes of money laundering or terrorist financing, and amending Directives 2009/138/EC and 2013/36/EU: EU Directive (2018) [tiešsaiste] [skatīts 2020. g. 19. apr]. Pieejams: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.156.01.0043.01.ENG
8. Ekonomikas Ministrija (2019) [tiešsaiste] *Informatīvais ziņojums Par Blokkēžu tehnoloģiju izmantošanas piemēriem, perspektīvām un tālāko rīcību jomas attīstības veicināšanai* [skatīts 2020. g. 17. maijs]. Pieejams: <http://talpp.mk.gov.lv/lv/mk/tap/?pid=40469165&mode=mk&date=2019-02-26>
9. Ekonomikas Ministrija (2020) *Informatīvais ziņojums 'Par blokkēdes tehnoloģijas izmantošanas iespējām kases aparātos un citās ierīcēs ēnu ekonomikas mazināšanas nolūkos'* [tiešsaiste] [skatīts 2020. g. 21. oktobrī]. Pieejams: <http://talpp.mk.gov.lv/lv/mk/tap/?dateFrom=2019-06-20&dateTo=2020-06-19&text=blok%C4%B7%C4%93d&org=0&area=0&type=0>
10. *European Blockchain Strategy – Brochure* (2021) [tiešsaiste]: European Commission [skatīts 2021. g. 16. janv.]. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-blockchain-strategy-brochure>
11. European Parliament Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies (2020) *Crypto Assets. Key developments, regulatory concerns and responses* [tiešsaiste] [skatīts 2020. g. 6. maijā]. Pieejams: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/648779/IPOL_STU\(2020\)648779_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/648779/IPOL_STU(2020)648779_EN.pdf)
12. Finanšu un kapitāla tirgus komisija (2019) *Skaidrojums par virtuālo aktīvu un ICO izmantošanas iespējām un piemērojamo regulējumu* [tiešsaiste]: [skatīts 2020. g. 12. apr.]. Pieejams: https://www.fktk.lv/wp-content/uploads/2019/05/ICO_skaidrojums_23012019.pdf
13. *GDP per Capita (Current US\$)* (2019) [tiešsaiste]: The World Bank DataBank, World Development Indicators [skatīts 2020. g. 20. apr.]. Pieejams: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GDLPP.PCALPP.CD&country=>
14. Irani Z., Janssen M., Weerakkody V., Ismagilova E., Sivaraja U. (2020) *A Framework for Analysing Blockchain Technology Adoption: Integrating*

- Institutional, Market and Technical Factors. **No:** *International Journal of Information Management*, Vol. 50. Amsterdam: Elsevier, lpp. 302–309
15. *List of All Cryptocurrency Exchanges* (2020) [tiešsaiste]: Blockspot [skatīts 2020. g. 10. apr.]. Pieejams: <https://blockspot.io/exchange/>
 16. Lou A.T.F, Li E.Y. (2017) Integrating Innovation Diffusion Theory and the Technology Acceptance Model: The adoption of blockchain technology from business managers' perspective. **No:** *Proceedings of the International Conference on Electronic Business*, Vol. 44, lpp. 299–304.
 17. Noziedzīgi iegūtu līdzekļu legalizācijas un terorisma un proliferācijas finansēšanas novēršanas likums: Law of the Republic of Latvia (2020) [tiešsaiste] [skatīts 2020. g. 12. feb.]. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/178987-noziedzīgi-iegutu-lidzeklu-legalizācijas-un-terorisma-un-proliferācijas-finansēšanas-noversanas-likums>
 18. Rogers, E.M. (2003) *Diffusion of Innovations*. 5th edition. New York: The Free Press, lpp. 576.
 19. *Stats and Facts* (2020) [tiešsaiste]: ICOBench [skatīts 2020. g. 10. apr.]. Pieejams: <https://icobench.com/stats>
 20. Tapscott D., Tapscott A. (2018) *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. 2nd edition. New York: Penguin Random House LLC, lpp. 365.
 21. *The Digital Economy and Society Index* [n.y.] [tiešsaiste]: European Commission [skatīts 2020. g. 2. apr.]. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>
 22. *The Global Competitiveness Index Dataset* (2019) [tiešsaiste]: The World Economic Forum database [skatīts 2020. g. 20. apr.]. Pieejams: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCI_4.0_2019_Dataset.xlsx

INTRODUCTION

Scientific topicality

Blockchain technology is a recent innovation in ICT, which can be considered as a technological innovation according to Schumpeter (1912). Schumpeter (1912) believed that innovation is an essential driver of competitiveness and economic dynamics. He also believed that innovation is the centre of economic change causing gales of creative destruction that develops the economy while the entrepreneur performs the function of the change creator (Schumpeter, 1942). Schumpeter (1912, 1939, 1942) argues that the diffusion and imitation processes have a more substantial impact on the economy than the invention phase. Therefore, from the economic perspective, it is important to study factors facilitating blockchain technology diffusion and imitation process. These factors can be afterwards strengthened through industrial, innovation and digitalisation policies, which have considerable effect on regional development. Wintjes and Hollanders (2020) note that application of technology at regional level is more important than basic research, and region's competitive position is determined by three factors: accessibility to knowledge, capacity to absorb knowledge and capacity to diffuse knowledge and technology.

Latvia falls into a group of countries 'Skilled industrial Eastern Europe', which is characterized by average accessibility to knowledge and low absorption and diffusion capability indicating 'employment', 'regional development', 'sustainable healthcare system' and 'education and training' as significant challenges (Wintjes and Hollanders, 2020). Moreover, the survey performed by Wintjes and Hollanders (2020) for the European Commission concludes that impact from research, technology and innovation on regional development is high, therefore studying modern technology adoption is a necessity in various contexts of regional development, digital transformation and economic development.

Blockchain is the technology of the medium-term future, which is gradually being implemented in many countries around the world, both in private and public projects, and is shaping the Internet of future - Web 3.0, which will implement blockchain-based protocols for decentralized data and decision-making. In summary, blockchain allows network users to make sure that they possess the same information, and this confidence is not based on trust, but on underlying technological components of blockchain. Although blockchain technology is broadly associated with cryptocurrencies like Bitcoin and decentralized application platforms like Ethereum, these are only few implementations of blockchain technology and a fractional part of its overall functionalities. Blockchain technology and cryptocurrencies have equivalent inter-relations as the Internet and email, with email being just one application facilitated through the Internet, the same is true for cryptocurrencies, being just one application facilitated through blockchain technology.

A Deloitte Global Blockchain survey (2019) concluded that 2019 was a turning point for blockchain development, evidenced by a radical change in the attitudes of business leaders who recognized that blockchain technology was real and could serve as a pragmatic solution to business problems in various industries and applications. Blockchain guarantees trust, assures immutability, transparency, and supports disintermediation in addition to providing extra security for transactions executed over the Internet. These are considerable advantages that cannot be ignored, whilst adoption barriers can be depreciated and reduced throughout the time, as more experience with applications is gained and blockchain becomes a core technology, as it was the case with the Internet in 1990-s.

Corporations, academia, technology pioneers, public institutions and the media broadly agree on the fact that blockchain technology can create new decentralized trust systems for business transactions and public services around the world, laying the groundwork for unprecedented business models and the Internet of value. Recent years were a period of experimentation, revealing practical benefits and challenges of blockchain technology, making it more understandable and increasing the enthusiasm of organizations regarding potential blockchain adoption. It is expected introduction of blockchain technology in the form of large-scale projects in various business structures will happen in nearest future. Blockchain proof-of-concepts and prototypes are implemented in different areas: in financial transactions, healthcare, real estate transactions, retail trade, supply chains, logistics, insurance, public services, etc. However, despite its rising popularity, sector-specific and regulatory obstacles continue to affect blockchain adoption. Therefore, for studying and understanding blockchain adoption factors, it is important to analyse and prioritize various factors, which may influence technology adoption on a broader scale.

Current studies on blockchain adoption factors are limited to particular use cases, such as crypto-currencies, supply chain solutions and payments. Therefore, it is necessary to apply a more holistic approach in order to study blockchain technology adoption within a national economy. In order to investigate factors and assess potential directions for blockchain technology adoption in Latvia, it is necessary to analyse global and local technological trends, blockchain solutions and regulatory developments globally and regionally and investigate interconnections between blockchain up-take and preceding measures by highlighting the factors that drive blockchain technology adoption by stakeholders and subsequently foster development and adoption of blockchain solutions in various application areas.

The basis for the PhD thesis

Author's previous research has concluded that e-government development may facilitate national income growth in Latvia, and at the same time Latvia lags behind Lithuania and Estonia in terms of e-government and e-participation

development (Kostrikova and Rivza, 2016), therefore it is a clear indication of necessity to pay bigger attention to digital transformation. In addition, author's previous research has concluded that economic sectors with the most value added in the economy of Latvia are subject to potential disruption from blockchain and distributed ledger technologies in the short, medium or long term (Kostrikova and Rivza, 2017). According to World Economic Forum (*The Global Competitiveness...*, 2019), Latvia's global competitiveness stands at the 41st place, in comparison to Lithuania's 39th and Estonia's 31st place. The same tendency is observed with blockchain technology. For example, blockchain technology solutions in crypto space in Latvia substantially lag behind Estonia and Lithuania - funds raised through initial coin offerings (ICOs) in Latvia are circa 11 times and 34 times less than in Lithuania and Estonia, accordingly. Latvia was also the last country among Baltic states to introduce guidelines on treatment of ICOs – in Latvia the guidelines were published in 2019, whilst in Estonia and Lithuania in 2016 and 2017, accordingly.

Although activities of crypto and virtual assets services providers fall under national AML/ CFT regulation, EU Directive 2015/849 on the prevention of the use of the financial system for the purposes of money laundering or terrorist financing and recommendations of The Financial Action Task Force on Money Laundering in all three Baltic countries, in Latvia there is no specialized crypto-activity regulation and/ or authorisation/ licensing regimes up to date, contrary to neighbouring countries, where crypto licensing regimes were introduced in 2017 and 2019 in Estonia and Lithuania, accordingly. Blockchain ConsultUs (*Blockchain Regulations*, 2020) has ranked Latvia 81st by crypto-regulation development, in comparison to Lithuania's 4th and Estonia's 14th place. Moreover, Estonia has already introduced blockchain technology in several e-government services and Lithuanian Central Bank has created a specialized regulatory Sandbox for testing blockchain solutions in fintech area, whilst in Latvia there is no proof-of-concept developed in e-government or regulatory area up to date.

Whilst the Ministry of Economics of the Republic of Latvia has issued a report 'On examples of the use of blockchain technology, perspectives and further actions to promote the development of the field' in 2018 and conducted a blockchain hackathon in cooperation with State Revenue Service and blockchain developers in 2019, no proof-of-concept has yet been developed up to date. Also, at the end of 2017, the Financial and Capital Market Commission (hereafter, FCMC) created a new virtual information environment 'Innovation Sandbox', where it is possible to obtain information and news about innovations and their opportunities in the Latvian financial sector, find out important practical issues related to financial technologies, as well as directly address Experts of the Financial and Capital Market Commission. However, it does not involve financial technology piloting space and is not blockchain specific contrary to the Sandbox of the Bank of Lithuania.

On the other hand, FCMC fintech survey conducted in 2020 has revealed only one financial services provider, which utilizes a distributed ledger technology (a foundational technology underlying blockchain). It may indicate an overall insufficient interest of local market players in Latvia to utilize blockchain technology in fintech area, however this point must be further investigated in order to understand actual reasons. Author's previous research (Kostrikova and Rivza, 2017) has found strong and significant correlations between the blockchain-based crypto market activity and digitisation of public services in the EU. Therefore, it is important to investigate factors underlying blockchain technology adoption in all potential areas of application, such as crypto space, fintech, e-government and other industries for determining potential opportunities for blockchain technology adoption in the economy of Latvia.

The hypothesis of the thesis: It is possible to facilitate digitalisation of the economy of Latvia through blockchain technology adoption.

The aim of the thesis: to develop recommendations for facilitating blockchain technology adoption in the economy of Latvia, based on investigation of global blockchain technology adoption factors and scenarios with a focus on Baltic States region analysis.

The tasks of the thesis are as follows:

1. to outline a framework for blockchain technology adoption assessment through the lenses of innovation theories, technology adoption models and the concept of knowledge economy;
2. to analyse blockchain related policies, public opinions and regulatory developments in the European Union and Baltic States;
3. to analyse blockchain technology adoption trends worldwide and in the Baltic States;
4. to develop and analyse scenarios for blockchain technology adoption in the economy of Latvia.

The research object: blockchain technology innovation and adoption experience worldwide.

The research subject: blockchain technology adoption factors and scenarios in the economy of Latvia.

Theses to be defended:

1. Blockchain technology is a disruptive innovation, which demonstrates its ability to fundamentally transform business models within the knowledge economy, however it has not yet reached a mass adoption phase.
2. The regulatory enactments in Baltic States do not regulate blockchain technology activities beyond crypto-currencies and virtual assets.
3. The level and scenarios of blockchain technology adoption beyond crypto space differs among countries depending on the levels of economic and digital competitiveness and crypto activity.
4. Analysis of the innovation diffusion and technology adoption models, as well as research on global blockchain activity and adoption factors allows

illustrating a framework for blockchain technology adoption in the national economy.

5. In Latvia, blockchain technology adoption is the lowest in the Baltic States region; it is possible to facilitate it by undertaking targeted support actions for strengthening significant blockchain adoption factors, using international experience.

Research methodology:

1. General scientific research methods:

- monographic or descriptive method, the application of which helped to find a detailed idea of the researched problem in the theoretical view, based on an extensive review of scientific literature and research;
- graphical method - the use of the graphical method helped to clearly and effectively reveal the relationships and dynamics of objects;
- method of synthesis and analysis - separate elements of the research object were connected in a single system, studying their interconnections.

2. Statistical research methods:

- descriptive statistics, correlation analysis, factor analysis, cluster analysis to analyse global blockchain innovation and adoption tendencies, interconnections and blockchain solutions in various application areas and countries;
- comparison, grouping, clustering methods to define a blockchain adoption factor matrix from various innovation diffusion and technology acceptance models.

3. Sociological research methods:

- the method of international expert survey was used to identify significant blockchain adoption factors and to validate the most prominent blockchain technology adoption scenarios worldwide.

4. Forecasting research method:

- Analytical Hierarchy Process (AHP) method, used to assess blockchain technology adoption factors, scenarios in the economy of Latvia, calculating the coordinates of priority vectors, coherence ratio and average values.

Economic significance of the research

The study is relevant for entrepreneurs, public authorities and regulators in order to successfully determine and implement blockchain technology development policies, support measures and courses of action in accordance with market sentiment, socio-economic rationale and general tendencies in the European Union and worldwide, taking into account the interests and opportunities of different stakeholders, as well as development priorities within the context of innovation policies. As a result of the PhD thesis, a blockchain technology adoption assessment matrix and recommendations for facilitating

blockchain technology adoption in the economy of Latvia have been developed with the aim of strengthening the global competitiveness of the economy of Latvia.

The results of the PhD thesis are practically applicable for facilitating blockchain technology adoption in the economy of Latvia as well as for identification of development areas requiring particular focus. The results of the research would be particularly useful for the Ministry of Economics in development of policies and actions to strengthen blockchain innovation systems in Latvia, for the Ministry of Environmental Protection and Regional Development in substantiating blockchain technology applications within the framework of identified priority directions of the national digital transformation policy, and for the Ministry of Finance to evaluate and define the extent of Latvia's crypto-friendliness and regulation. The results of statistical data analysis on blockchain technology adoption indicators, comparison with other Baltic countries and the assessment of blockchain technology adoption factors by local and international blockchain experts from 30 countries can be used in the policy planning process or in combination with other research, analysing and substantiating the importance and necessity of blockchain technology support measures.

Novelties of the research

1. Theoretical and practical aspects of the blockchain technology tendencies worldwide and in the Baltic States have been analysed, pointing to possible development areas.
2. Factors influencing blockchain technology adoption have been investigated, grouped and structured based on theoretical and empirical research.
3. Scenarios for blockchain technology adoption in the national economy have been defined and empirically validated by international expert survey.
4. The impact of technological, organisational, market and institutional factors on the blockchain technology adoption in the economy of Latvia has been evaluated.
5. By using AHP assessment matrix, recommendations for facilitating blockchain technology adoption in the economy of Latvia have been developed.

Scientific significance of the research

The conducted research is the first PhD level scientific research on the topic of blockchain technologies in Latvia and will complement not only Latvian, but also international research base with a unique scientific work on blockchain technology adoption factors in the context of economic development and definition of possible blockchain innovation and adoption directions in the national economy. Scientific publications developed and published to test the results of the research complement international scientific databases, where

available research mainly studies blockchain adoption factors on micro level and in specialized blockchain technology application areas.

Analysis of statistical data on the blockchain technology innovation, adoption and classification provides information on the current situation and can be used as a comparison with previous research by other scientists to assess changes in the sector, developments, solving predefined problems or express future forecasts. The obtained research results can be used in the academic process and other research in both the economic and social sciences.

The research methods used expand their fields of application and indicate their relevance in blockchain-related economic research, as well as facilitate the choice of methods in new industry-related research

Data and other materials used

The methodological basis of the research is the works of local and foreign scientists, European Union and Latvian policy guidelines and planning documents, materials and research developed by competent national and international authorities and think-tanks, such as European Parliament, European Commission, International Monetary Fund, Ministry of Economics of the Republic of Latvia, Deloitte, Gartner as well as author's research.

The author has obtained statistical data on blockchain technology activity from various public sources (*All crypto-currencies...*, 2020; *Stats and Facts...*, 2020, etc.) and used research data from the journals and articles available in Scopus, Web of Science, Emerald, EBSCO databases and information on blockchain solutions, tendencies and research from relevant internet sources.

Empirical information on blockchain adoption factors and scenarios was obtained from the survey of national and international blockchain experts.

Based on these studies and surveys, blockchain technology adoption assessment matrix and recommendations for facilitating blockchain technology adoption in the economy of Latvia have been developed.

Research limitation

The study was conducted in the period from September 2016 to November 2020. Data from 2013 to 2020 was used for statistical data analysis of global blockchain trends.

The author's PhD thesis has been developed within the State Research Program's 'Latvian Heritage and Future Challenges for National Sustainability' project 'Latvian State and Society Challenges and Their Solutions in the International Context (INTERFRAME-LV)'.

1. THEORETICAL AND HISTORICAL ASPECTS OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

The content of this chapter of the thesis is set out on 35 pages, which includes 4 tables and 15 figures. The chapter puts forward the thesis: *Blockchain*

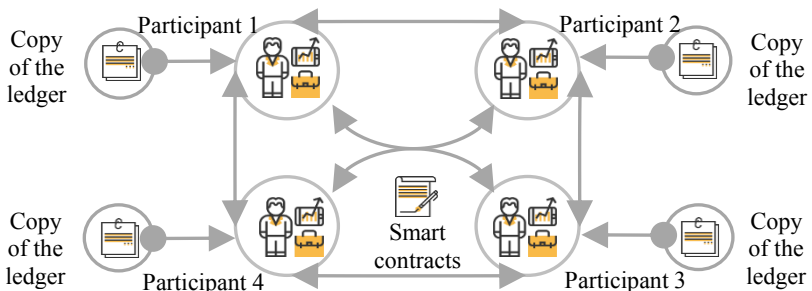
technology is a disruptive innovation, which demonstrates its ability to fundamentally transform business models within the knowledge economy, however it has not yet reached a mass adoption phase

The **first chapter** outlines the theoretical research of blockchain technology, knowledge economy, innovation theories and aspects of innovation diffusion process and underlying innovation adoption factors. As a result, innovation adoption and technology acceptance models are summarized.

1.1. Blockchain technology definition, nature and history

Since blockchain technology is a relatively new technological phenomenon, which received attention within the last decade only, it is important to define it and understand how it is connected to another increasingly popular technology called ‘Distributed ledger technology’ (DLT). Although two terms have been used by both practitioners and researchers interchangeably, it is important to understand and differentiate between them. DLT is a technology, which underlies blockchain technology. Any blockchain application uses distributed ledger for data storage, however not every distributed ledger implements blockchain technology for recording the history of transactions applying specific transaction confirmation and encryption techniques. Essentially a blockchain is a type of a distributed ledger. As blockchain term has gained higher attention in both academia and practical applications, the author will further analyse and use the term ‘blockchain technology’.

Distributed Ledger Technology (DLT) is a recent decentralized innovation in the field of information and communication technology (ICT) that acts as self-sustainable ledger for documenting transactions self-protected against counterfeiting and hacker attacks. Distributed ledger is a ledger with stored in identical copies on devices of network’s participants that are synchronized and automatically updated when new files is added to a ledger. In comparison to traditional transaction networks, distributed ledgers do not require trusted intermediaries for ownership certification and transaction clearing (figure 1).



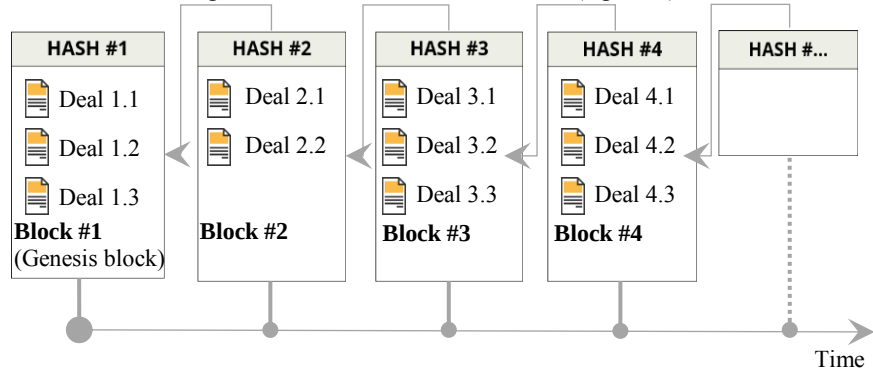
Source: Author's construction

Fig. 1. Distributed ledger network

Blockchain technology and DLT can be used as innovative tools to transform any centralized system, eliminating the need for reliable intermediaries (such as banks, notaries, etc.), instead providing for verification and authorization of activities in the system, using efficient and high-security consensus mechanisms. At its core, this is the first database that makes it unnecessary to use a central service, distributes the database to all communication nodes, making them responsible for maintaining the system and checking information. Each node makes changes to the registry independently of other nodes, then they all vote for changes and, when consensus is reached, the registry is supplemented with new data. Each member of the network at the same time has its own identical copy of the registry, and the changes are added within a few minutes.

The primary features of blockchain technology include a distributed ledger, real time recording, no third party validation, immutable transactions secured by cryptography and a decentralized network. The primary benefits of blockchain technology include disintermediation, speed/ real time updates, irreversibility, fraud reduction, accurate/ traceable information, privacy and transparency, which result in efficiency gains and cost-savings.

Blockchain is the most prominent example of DLT. Each transaction in a blockchain is stored within a block and each block is connected to the previous block with a cryptographic signature called ‘hash’, a mathematical function based on cryptographic algorithm. Hashing is essential for making blockchain immutable, ensuring that transactions are irreversible (figure 2).



Source: Author's construction

Fig. 2. The blockchain structure

The list of potential applications for the blockchain is extensive. The following areas could be highlighted where the greatest potential is already being developed and can be seen: cryptocurrencies and virtual assets, automated transactions via smart contracts, financial technologies (fintech), internet of things, supply chains and logistics, digital identity, health care and medicine, voting, public administration, cybersecurity.

1.2. The nature and the role of knowledge economy for blockchain technology innovation and adoption

Knowledge economy was first mentioned by Machlup (1962) in his book 'The Production and Distribution of Knowledge in the United States'. According to Bell (1973), the crucial point about a post-industrial society is that knowledge and information became the strategic, and transforming resources of the society, just as capital and labour have been the strategic and transforming resources of industrial society. The relationship between information and knowledge rests on the difference between 'knowing how' rather than 'knowing that' (Polayni, 1967). Whereas information can be exchanged, knowledge cannot.

Toffler's (1980) technological wave theory is closely related to knowledge economy and refers to three technological waves of the development of humanity: agrarian, industrial and post-industrial. 'The third wave' of Toffler's (1980) technological wave theory represents post-industrial economy in which a significant role is played by information and what a man can do with it using his intellect. The changes to which Toffler directs the attention result among others from technological revolution connected with relatively newly created ICTs, formation of global economy and closer connection of contemporary economy to science and its achievements.

The new technology, together with a growing complexity within an integrated system, does enhance the increasing use of information that can be transformed into knowledge. This expansion in knowledge intensity within the socio-economic system, according to Porter (1990), is accompanied by the importance of rapid learning. He argues that competitiveness involves enhancing the capacity to learn, including learning to learn.

Castells (2000) believed that the new economy emerged in the 1990s from the United States, and started from information technology, finance, and biotechnology, but Bell suggested it had happened even earlier, in the 1960s (1973). For Castells, 'technological revolution, centred around information technologies, began to reshape, at accelerated pace, the material basis of society' (Castells, 2000). According to Chen and Dahlman (2006) it is critical for countries to make the transition to become a knowledge economy since the world economy has become more competitive as well as interdependent with the spread of modern and efficient ICTs.

A knowledge-based economy is one in which all sectors are knowledge-intensive, are responsive to new ideas and technological change, are innovative and employ highly skilled personnel engaged in on-going learning (Smith 2000). The Organisation for Economic Cooperation and Development (2001) estimated that even before the 21st century, knowledge-based industries, such as high technology goods, high and medium high technology manufacturing and knowledge-intensive services accounted for more than half of major OECD economies' GDP. The term 'knowledge-based' or 'learning economy' describes economies in which the production, distribution and use of knowledge are the

main drivers of growth, wealth creation and employment across all sectors of the economy (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2001).

Rodrigues (2002) argues that all societies are knowledge-based - what is new is that ICT are changing the way in which knowledge is accumulated. More and more knowledge is being built into equipment, products and services. Knowledge is increasingly becoming the raw material of work. In the age of globalization and the Internet, it is important to collect, disseminate and promote general knowledge and user education based on the knowledge of others. Distributed knowledge aggregates the knowledge of each community agent and can be used by a community to solve certain problems. This concept, as such, dates back to Aristotle's 'wisdom of the crowd' concept. This concept is intensively used in collaborative efforts of blockchain developers within open-source projects for public blockchains.

After analysing bibliographical sources, the author concludes that knowledge in the new economy is a dynamic resource, which involves constant interaction of other factors opposed to static material resources that prevailed in agrarian and industrial ages. Such factors include human capital, information, technology and learning process, a combination of which create solid grounds for innovation processes, including blockchain technology development and experimentation. Knowledge plays a central role in the development of blockchain technologies, since it requires a specialized knowledge and knowledge sharing due to its distributed technological design, therefore blockchain technologies can only develop in the knowledge economy context, where knowledge sharing is possible globally. Communities of technology developers who are associated with creation and improvement of blockchain applications can be defined as a creative class, which is a cornerstone of knowledge economy.

Rodrigues (2002) claims that in the knowledge based economy the learning, labour and innovation systems will be linked much more intimately. Innovation at the national level has been identified as driven by networks of public-private sector organisations whose activities and interactions initiate, import, modify, and diffuse new technologies and practices (Organisation for Economic Cooperation and Development, 2001).

Technology is at the core of knowledge economy, however, economic transformation cannot be driven by technology alone and requires other elements for it to succeed. According to Powell and Snellman (2004), the three essential ingredients of a successful knowledge economy are technology, skills and a highly educated labour force.

Regional innovation systems (RIS) concept underlines the increasing role of the direct involvement of authorities to stimulate innovation and competition on regional level (Storper 1995, Landabaso 1997; de La Mothe and Paquet 1998; Cooke 2001). A strong, regionalized innovation system is one that has systemic links between sources of knowledge creation (universities and research

organizations), intermediaries (governments and private innovation services) and companies (Cooke 1995).

Although many blockchain solutions develop as open-source, some developers obtain IPRs through patents, which also proves that blockchain technology is knowledge intensive, unprecedented and may become a foundational technology for future technological developments and a new era of Internet, where value will be exchanged online instead of information.

1.3. Blockchain technology assessment within the concept of innovation

In economic theory and practice, the term ‘innovation’ was introduced by the economic scientist Joseph Schumpeter. In his book ‘Theory of Economic Development’ (1912), he first identified innovation as a ‘new combination’, which means a different quality of production being achieved not discreetly by small improvements to old equipment or existing organizational charts, but through the introduction of new means of production and systems within the organization.

In Schumpeter’s theory, the possibility and activity of the entrepreneurs, drawing upon the discoveries of scientists and inventors, create completely new opportunities for investment, growth and employment. With blockchain technology, entrepreneurs and public authorities are currently drawing upon various blockchain open-source solutions developed and tested by communities of innovative technology developers, instead of scientists, however the first implementation of blockchain technology in Bitcoin relied on such scientific concepts as Nick Szabo’s concept of smart contracts (1997), Adam Beck’s cryptographic ‘HashCash’ technology (1997) and Hal Finney’s reusable proof of work concept (2004). By now, there are 66 thousand different blockchain repositories on Github (*Blockchain Repository Results*, 2020), the world’s leading open-source software development platform, clearly displaying its popularity among technology developers. Hence, blockchain innovation process clearly relies on production and dissemination of knowledge as evidenced by its popularity in an open-source GitHub platform, where knowledge is shared among technology developers and may be further converted to practical technological solutions. Many public blockchain solutions are launched as open source projects, allowing everybody not only to use these applications, but also create new applications on top of existing ones, which enhances knowledge sharing and dissemination.

After analysis of blockchain technology attributes and innovation process, the author concludes that blockchain technology is a General Purpose Technology underpinning development of innovations in various industries and application areas with disruptive and transformational effects for businesses, governments, customers and economy in general. Blockchain applications can be classified as ‘Technology One’ or ‘Technology Two’ depending on the purpose of application. ‘Technology One’ would correspond to blockchain

applications that make existing transactions between parties more efficient (i.e. faster execution of transactions, getting rid of intermediaries, etc.), whilst ‘Technology Two’ would apply to innovative business models facilitated through innovative blockchain applications and enterprise level collaborations. In addition, blockchain has the potential to become widely used and generate many spillover effects, just as the Internet did after its application expanded beyond local intranet networks.

1.4. Analysis of innovation diffusion and technology adoption theories in the context of blockchain technology

Diffusion of innovations (DOI) is a theory that seeks to explain: how, why, and at what speed new ideas and technologies spread across different cultures (Rogers, 2010). Rogers defines diffusion as ‘the process by which innovation (for example, new ideas, processes or products) is transmitted over time through certain channels among members of social systems’.

Based on Rogers’ DOI theory, Moore and Benbassat (1991) developed a tool for measuring an individual’s perceptions of ICT adoption with eight attributes: relative advantage, compatibility, ease of use, demonstrability of results, visibility, trialability, voluntariness, image.

The most commonly cited and recognized behavioural predictor is Fishbein and Ajzen's Theory of Reasonable Action (TRA) (Ajzen & Fishbein, 1975). The theory is based on the principle that people in their actions are based on ideas and acceptable information, and not on logical justification. In particular, the behavioural intentions for the implementation of a certain kind of behaviour (for example, the choice of a particular specialty for training) represent the function of two factors: personal attitudes of the person regarding behaviour and the subjective norm associated with other people's ideas about how it should be done in such situations.

Technology acceptance model theory (TAM) is one of the most influential extensions of Ajzen’s and Fishbein’s (1975) theory of reasonable action (TRA) in the literature to study user acceptance and use of technology. TAM replaces many measures of spatial position of TRA with two factors affecting their decision – perceived ease of use and perceived usefulness. TRA and TAM, both of which have strong behavioural elements, supposing that when someone forms an intention to act, that they will be free to act without restriction.

The TOE framework proposed by Fleischer & Tornatzky (1990) considers the impact of technology (technology accessibility and its characteristics), organizational (size, complexity of the managerial structure, communication process, and the availability of resources at the company) and external factors (industry characteristics, market structure, information infrastructure, government regulation).

Review of research on blockchain adoption factors showed that most research on blockchain technology is mainly focused on technological aspects. Most

existing blockchain research has focused on the financial industry, which limits the application of results to other industries. Studying blockchain technology adoption on macroeconomic level requires a more holistic approach.

Taking into consideration the variety of blockchain technology application areas and interdisciplinary impact, a proper analysis of blockchain technology adoption must take into account the rationale and motivations of various stakeholders. Therefore, the author concludes that a TOE framework is a relevant approach applicable to the study of blockchain technology adoption process on macro level, which may be complemented with specific factors from other theories, models and frameworks, leading to a decision to adopt the technology. Specifically, a combination of constructs from TAM models and DOI theory may complement TOE framework for studying blockchain technology adoption.

Although it was expected, discussions about blockchain adoption factors in modern literature are limited. Hence, the author concludes that the adoption of blockchain technology can be based on examples of previous changes that have been influenced by technology, which used institutional, organizational, market and technological factors as the basis for the conceptualization of innovation and technology.

2. OVERVIEW OF POLICIES, GUIDELINES AND REGULATORY ENACTMENTS IN THE EUROPEAN UNION AND BALTIC STATES REFERRING TO BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

The content of this chapter of the thesis is set out on 26 pages, which includes 2 figures. The chapter puts forward the thesis: *The regulatory enactments in Baltic States do not regulate blockchain technology activities beyond cryptocurrencies and virtual assets.*

The **second chapter** studies blockchain related policies and regulatory developments - blockchain technology innovation planning documents, support measures and relevant regulatory enactments of the European Union and Latvia.

2.1. Overview of EU innovation, digitalisation and blockchain policies, guidelines and support measures

As of the date of the research, there are several policy planning documents and efforts on EU level that aim to support and contribute to digital transformation, including research and development of a blockchain technology and its applications.

In 2015 the EU Digital Single Market Strategy was introduced aimed at improving access to digital goods and services, forming an environment in which digital networks and services can thrive and increasing the level of digital skills that are necessary for a comprehensive digital society (*A Digital Single...*, 2015).

It also includes a targeted Blockchain Strategy under its framework. Current European Commission's priorities for 2019 – 2024 include a priority titled 'A Europe fit for the digital age' (*The European Commission's...*, [n.y.]), which serves as basis for relevant strategy planning documents and funding measures:

- Digital Europe program with the budget of EUR 7.5 billion in 2021-2027 is aimed at increasing Europe's digital competitiveness, including through Digital Innovation Hubs across the EU (*Europe Investing in...*, [n.y.]).
- Horizon Europe research and innovation program with the budget of EUR 100 billion in 2021 – 2027 is based on three pillars – (1) excellent science, (2) global challenges and European industrial competitiveness (including digital, industry and space) and (3) innovative Europe (*Horizon Europe Structure...*, [n.y.]).
- Connecting Europe Facility with a budget of EUR 3 billion in 2021-2027 includes support for digital services infrastructures (*Connecting Europe Facility...*, [n.y.]).

European Commission (*European Blockchain Strategy...*, 2021) sees that blockchain and DLT have the potential to bring improvements to the European industry and citizens as they enable companies, from start-ups to large corporates, and administrations to provide decentralised, trusted, transparent and user-centric digital services leading to new and improved business models, benefiting society and stimulating sustainable economic growth.

The European Commission has a holistic approach to blockchain technologies and DLT, which aims at positioning Europe at the forefront of blockchain innovation and uptake and relies on the following main initiatives to enable globally inclusive governance, reinforce cooperation and investments in deploying blockchain/ DLT based applications, support international standard setting and facilitate dialogue between industry stakeholders and regulators, notably for a regulatory framework, that builds on the EU acquis - The European Blockchain Partnership, The International Association for Trusted Blockchain Applications (INATBA) and the European Blockchain Observatory and Forum (*Proposal for...*, 2020).

The European Blockchain Partnership (EBP), created in April 2018, joins at a political level all EU Member States and members of the European Economic Area (Norway and Liechtenstein) to promote collaborations on establishment of a European Blockchain Services Infrastructure (*European Countries Join...*, 2018).

In 2018, the European Commission launched the European Blockchain Observatory and Forum, which acts as a stakeholders engagement platform to accelerate blockchain innovation and adoption, by featuring, knowledge sharing, community engagement, project mapping, working groups on use cases and the regulatory framework, production of thematic reports and delivery of training (European Commission, 2020).

European Blockchain Services Infrastructure (EBSI) is expected to provide EU-wide cross-border public services using blockchain technology (*What is EBSI...*, [n.y.]). One of the objectives of the initiative is to create a distributed node system across the EU, while continuing to identify new potential applications that focus on specific areas, such as automated compliance, verifiable credentials, self sovereign identity, inter-institutional data exchange, etc.

EC Digital Innovation and Blockchain (Unit F.3) supports the scaling up of deep tech start-ups in European ecosystems and mobilising innovators to raise the level of market ready innovation, manages the Start-up Europe and Innovation Radar initiatives and improves access to finance for digitisation and the use of innovation procurement in the Digital Europe and Horizon Europe framework programs (*Digital Innovation...*, [n.y.]). The unit is driving policy action for blockchain-enabled innovation, including work on legal and regulatory aspects, and managing the European Blockchain Partnership, its deployment of Digital Services Infrastructures under the Connecting Europe Facility and running the European Blockchain Observatory and Forum (*Digital Innovation...*, [n.y.]).

2.2. Overview of innovation and digitalization policies in Latvia

At the highest decision-making level, the state policy in the field of innovation, science and technology development is determined by the Saeima and the Cabinet of Ministers. In accordance with Cabinet Regulation No. 271 of 23 March 2010 (Protocol No. 15(3)) ‘Regulations of the Ministry of Economics’, the Ministry of Economics is the leading public administration institution in the field of economic policy, whose tasks and competence include the development of innovation development policy and its implementation.

In accordance with the Law on Scientific Activity, the Ministry of Economics has been designated as the state institution responsible for the development and implementation of innovation policy.

To summarize, innovation policy in Latvia is included in the following planning documents:

- Sustainable Development Strategy of Latvia until 2030 (*Sustainable Development Strategy...*, 2010)
- National Development Plan of Latvia for 2014-2020 (*Latvijas Nacionālais attīstības...*, 2012)
- National Development Plan of Latvia for 2021-2027 (*Latvijas Nacionālais attīstības...*, 2020).
- Guidelines for Science, Technology Development and Innovation 2014-2020 (*Zinātnes un tehnoloģijas...*, 2013).
- Smart specialization strategy RIS3 (*Viedās specializācijas stratēģija*, 2016).

- National Digital Transformation Guidelines 2021-2027 (*Digitālās transformācijas pamatnostādnes...*, 2020).

Two out of seven priorities outlined in the Sustainable Development Strategy of Latvia until 2030 include innovation angle (*Sustainable Development Strategy...*, 2010):

Innovative and eco- efficient economy, including mass-creative activity, innovation, and renewable and safe energy.

Innovative government and public participation, including increase in the social capital value, e-government and public innovation.

In the National Development Plan of Latvia for 2014-2020 innovation policy targets have been set to increase public spending on R&D to 1.5% of GDP by 2020 (*Latvijas Nacionālais attīstības...*, 2012). Nearly EUR 200 million European Union Structural Funding was available in the 2014-2020 programming period to support companies' efforts to invest in R&D and innovative projects, which could attract at least an additional EUR 80-100 million in private sector investment in R&D activities. Several programs are available to support innovation at the Latvian Investment and Development Agency (LIAA) ('Innovation Motivation Program', 'Support for Commercialization of Research Results', etc.). In order to achieve the goal, it is necessary to increase the efficiency of innovation policy by creating strong incentives for entrepreneurs to finance innovative activities.

National Development Plan of Latvia for 2021-2027 outlines a direction of 'Production, Innovation and Exports' with the objective to support growth and competitiveness of enterprises, based on the ability to create and sell demanded, knowledge-intensive products and services on the basis of science, integrating into increasingly higher value-added global chains, underlining that smart specialization, innovation, technological development and modernization, as well as targeted investment in human capital, are the basis for productivity growth (*Latvijas Nacionālais attīstības...*, 2020).

The aim of RIS3 is to increase the innovation capacity, to create an innovation system that promotes and supports technological progress in the economy and ensures the transformation of the national economy in favour of the production of higher value-added products and services, which includes information and communication technologies as a specialization area (*Viedās specializācijas stratēģija*, 2016).

National Digital Transformation Guidelines 2021-2027 aim to define a unified digital development policy for public administration, national economy and society, including five lines of action (*Digitālās transformācijas pamatnostādnes...*, 2020):

- digital skills and education;
- digital security and reliability;
- availability of telecommunications and computing;

- digital transformation of the national economy (incl. public administration);
- innovation, ICT industry and ICT science.

Author's analysis concludes that innovation policy implemented by the Ministry of Economics is mainly related to business support in the field of innovation, as well as the implementation and monitoring of projects financed by the European Structural Funds related to support for innovative activities. Latvia Investment and Development Agency, which is one of the institutions under the supervision of the Ministry of Economics, plays an important role in the implementation of business support innovation programs. In addition, JSC 'Development financial institution 'Altum' provides financing through state aid financial instruments in areas that the state has identified as important and supportable and where sufficient funding from credit institutions is not available. However, as of the date of the research, there is no targeted blockchain policy or support mechanisms for blockchain innovation and adoption in Latvia.

2.3. Overview of cryptocurrency and virtual asset regulation in the EU and Baltic States

In December 2013, the European Banking Authority (EBA) published a warning on the risks associated with the use of virtual currency, such as Bitcoin, in various transactions. EBA has indicated that consumer rights are not currently protected due to the lack of specific rules for transactions using virtual currency as a means of payment, thus running the risk of losing money (*EBA warns consumers...*, 2013). The European Central Bank (2015) has also recognized that participation in virtual currency schemes (such as Bitcoin and similar instruments) may expose its users to liquidity, credit, legal and operational risks.

The European Securities Market Authority (2016) published a Discussion Paper, which addresses potential benefits and risks that DLT could have on securities markets, especially from a public policy perspective. ESMA was seeking comments from the industry and, did not express any opinion as such, related to DLT.

The European Securities and Markets Authority warned investors and companies involved in ICOs about the high risks associated with investing in ICOs (*ESMA Highlights ICO...*, 2017).

The most influence on regulatory treatment of cryptocurrencies and virtual assets have recommendations of Financial Action Task Force on Money Laundering (FATF), which develops world standards in the field of combating money laundering and the financing of terrorism (AML/ CFT), and also assesses the compliance of national AML/ CFT systems with these standards. FATF is an inter-governmental body established by the G-7 summit in 1989, currently counting 39 member countries and regional organisations (including European

Commission), nine associate members and 23 observer organisations, committed to implement its recommendations (*About*, [n.y.]).

In 2015, the FATF published its initial recommendations on money laundering and terrorist financing risk management, related to virtual currency, in its Guide to the Application of the Risk-Based Approach to Virtual Currencies (2015 Guide). In 2018, the FATF adopted amendments to the FATF Recommendations to explicitly clarify that the FATF Recommendations apply to financial activities using virtual assets. A key amendment to the FATF Recommendations was the addition of the definitions of ‘virtual assets’ and ‘virtual asset services providers’, which provide exchange services between not only virtual assets and fiat currencies (as defined in 2015 Guide), but also exchange between one or more forms of virtual assets.

FATF’s 2019 Guidelines and Explanatory Note P15 provide more detailed recommendations on applying a risk-based approach to virtual assets and virtual asset service providers, including examples of regulatory approaches in a number of states (Financial Action Task Force, 2019a).

The United States Financial Crimes Enforcement Network (FinCEN) issued guidance (*FinCEN Guidance...*, 2019), similar to the FATF (Financial Action Task Force, 2019b) in many ways. G20 finance ministers and central bank governors following their meeting in February 2020 issued a final communique calling on countries to implement cryptocurrency regulation standards in accordance with the FATF recommendations (*G20 Kicks Off...*, 2020).

In 2018, the EU Anti-Money Laundering Directive was amended to reduce the risk of using virtual currency to launder proceeds from crime, which had to be incorporated into national laws of Member states by January 10, 2020. According to these changes, ‘virtual currency platforms’ and cryptocurrency service providers are required to follow the same requirements for identifying their customers and tracking suspicious transactions as other financial organizations, including banks (Directive (EU) 2018/843..., 2018). A European Parliament’s report on crypto assets (2020) states that the fifth EU Anti-Money Laundering Directive 2018/843 (AMLD5) no longer complies with the stricter FATF standards, and to harmonize its approach with the international standards, the European Parliament recommends expanding the concept of cryptocurrencies and the list of related regulated companies in the EU.

In 2017, Latvia introduced amendments to the Law on Prevention of Money Laundering and Terrorist Financing (NILLTFNL) and added the definitions of ‘virtual currency’ and ‘virtual currency service provider’ (*Noziedzīgi iegūtu līdzekļu...*, 2017). With the mentioned amendments, it stipulates that as of 1 July 2019, virtual currency service providers are subjects of NILLTFNL law, at the same time stipulating that virtual currency service providers are supervised and controlled by the State Revenue Service in compliance with the requirements of this law.

The review of regulatory enactments and guidelines issued by regulatory bodies in Baltic States on the topic of crypto-currencies and virtual assets concluded that all Baltic regulators have issued guidelines requiring examination of tokens issued through ICOs and, if certain criteria are met, they can be recognized as financial instruments and fall under the regulation of financial securities or other laws such as crowd-funding or co-investment laws. ICO guidelines were published in 2016 in Estonia, 2017 in Lithuania and 2019 in Latvia, however Latvian Financial and Capital Market Commission published a warning about ICOs in 2017 mentioning about high risks and potential regulatory requirements, although no further details were outlined until 2019.

In Latvia, activities with cryptocurrencies and virtual assets do not require a specialized license, however virtual asset service providers in Latvia must comply with the legislation on anti-money laundering and prevention of terrorist financing, the same as in Estonia and Lithuania. In Estonia, cryptocurrencies are considered as alternative means of payment and such activities require a specialized license since 2017. In Lithuania, a comprehensive regulation of cryptocurrencies and virtual assets was introduced in 2019, requiring a specialized license.

3. ASSESSMENT OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY ADOPTION WORLDWIDE AND IN BALTIC STATES

The content of this chapter of the thesis is set out on 35 pages, which includes 7 tables and 15 figures. The chapter puts forward the thesis: *The level and scenarios of blockchain technology adoption beyond crypto space differs among countries depending on the levels of economic and digital competitiveness and crypto activity.*

In the **third chapter**, blockchain technology innovation and adoption worldwide and in Baltic States is analysed in various areas of applications and geographical tendencies and success factors are investigated.

3.1. Analysis of blockchain technology adoption worldwide

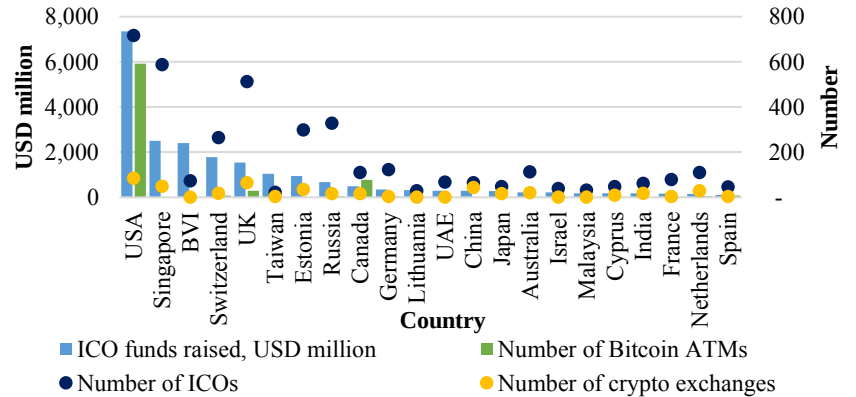
Blockchain solutions are developing at different paces throughout the world. The most prominent use case of blockchain technology implementation up to date is cryptocurrencies, associated virtual assets and crypto infrastructure, such as cryptocurrency exchanges, wallets for virtual asset storage, Bitcoin automatic teller machines (ATMs), etc.

The total capitalization of cryptocurrencies as at May 2020 is circa USD 255 trillion, with Bitcoin's market share of 68%, followed by Ethereum (9%), XRP/Ripple (4%), Tether (4%) and Bitcoin Cash (2%). Whilst Bitcoin's primary functions are medium of exchange, store of value and unit of account, which corresponds to traditional money functions, the majority of other cryptocurrencies incorporate functions beyond pure monetary constructs, for

example, serving as decentralized application platforms, allowing anyone to build own blockchain solutions on their basis. The most popular decentralized application platform up to date is Ethereum - 87% of public blockchain solutions being programmed on this platform, followed by Waves (2%), Stellar (2%) and NEO (1%).

Any blockchain solution, built on decentralized application platform can attract financing through initial coin offerings (ICOs), which is equivalent to initial public offerings (IPOs) in financial industry, when companies are publicly offering their shares. An overall ICO activity decreased considerably in 2019, as many crypto-projects have failed, investors lost their funds and there was no formal mechanism developed to weigh any responsibility or liability upon crypto project promoters. In 2019 the amount of funds that blockchain projects have raised using traditional investment procedures has already significantly outstripped financing received at the ICO in comparison to 2018 – ca. 7.5 times more equity funding in 2019 versus ca. 2 times less in 2018 (*The Blockchain Report...*, 2020).

Figure 3 demonstrates that USA is an undisputed leader globally in terms of crypto activity by all indicators – ICO funds raised (USD 7.3 billion), number of ICOs (717), number of crypto exchanges (85) and number of Bitcoin ATMs (5.9 thousand). Estonia and Lithuania take the 7th and 11th place by ICO funds raised globally, whilst Latvia takes only 34th place.



Source: Author's construction based on data from *Stats and Facts...*, 2020; *Bitcoin ATMs...*, 2020; *List of All...*, 2020; *Blockchain Regulations...*, 2020

Fig. 3. Crypto-activity statistics in countries with more than USD 100 million raised in ICOs

Also, Latvia's crypto-regulatory rank is considerably below the ranks of Estonia and Lithuania. Lithuania is the leading country among Baltic States ranking the 4th in the world, followed by Estonia's 14th rank, whilst Latvia substantially lags behind with the 81st rank. Since 2013, there has been 27 ICOs

in Latvia with USD 28 million funds raised in comparison to 298 ICOs and USD 946 million funds raised in Estonia and 29 ICOs and USD 323 million funds raised in Lithuania. Estonia is also leading by the number of crypto exchanges (34) in comparison to Latvia (0) and Lithuania (1).

In order to understand if crypto-activity indicators are inter-connected, a correlation analysis was performed. Based on analysed data on 56 countries, correlations among four indicators of crypto activity were found significant at 0.01 level (2-tailed). All correlations are positive and above average, which indicates that dimensions of crypto-activity are developing in parallel and interconnectedly.

A fairly strong positive relationship was observed between:

- ICO funds raised and number of ICOs (0.828)
- ICO funds raised and number of Bitcoin ATMs (0.866)
- Number of ICOs and number of crypto exchanges (0.870)

A moderate positive relationship was observed between:

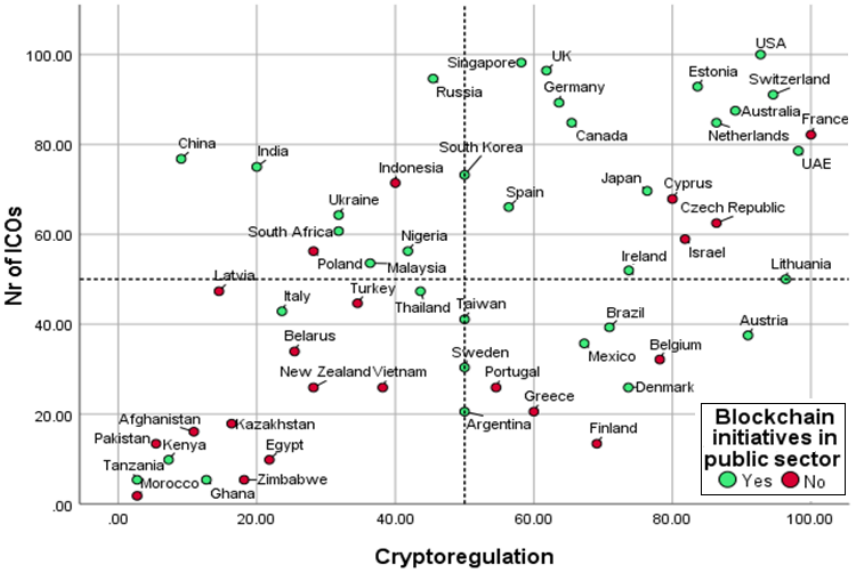
- ICO funds raised and number of crypto exchanges (0.754)
- Number of ICOs and number of Bitcoin ATMs (0.623)
- Number of crypto exchanges and Number of Bitcoin ATMs (0.625)

An important factor, which may be linked to crypto-activity, is cryptocurrency regulation, which differs in each country. Based on data analysed for 55 countries, where the most of crypto-activity is observed, the only significant correlation among four analysed indicators of crypto-activity was found between the number of ICOs and crypto regulation – a positive correlation 0.303 at the 0.05 level (2-tailed) was observed. Although the correlation is weak, it displays a positive relationship. Therefore, it can be assumed that there are also other factors that influence crypto-activity. One of such factors may be blockchain initiatives in public sector as they may serve as a good practice example to promoters of crypto solutions, enhancing visibility and demonstrability of blockchain technology use cases and increases overall awareness about blockchain technology in society.

Based on publicly available information on blockchain initiatives in public sector, for further analysis each country was marked 'Yes' or 'No' depending on whether information on blockchain initiatives in public sector was found by the author. Such initiatives include proof-of-concept projects, pilot projects and functioning projects implemented by either public administration or regulatory bodies. In order to make data visually comparable, indicators 'Nr of ICOs' and 'Crypto regulatory rank' were converted to fractional rank expressed in percentage using SPSS function 'Rank cases'.

As evidenced by the figure 4, countries that show above average ICO activity also show more blockchain activity in public sector in comparison to countries showing below average ICO activity – among 28 countries falling in the top half of the analysed sample 21 countries have also blockchain initiatives in public sector representing 75% in comparison to only 44% in the bottom half of the

sample (12 out of 27). The same trend is observed with the relationships between the top and bottom half of crypto regulation distribution – countries showing above average crypto regulation show also more activity with blockchain initiatives in public sector - 70% (21 out of 30) versus 48% (12 out of 25) in comparison to bottom half.



Source: Author's analysis based on data from Stats and Facts..., 2020; Bitcoin ATMs..., 2020; List of All..., 2020; Blockchain Regulations..., 2020

Fig. 4. Interconnections among Nr of ICOs, crypto regulation and blockchain initiatives in public sector

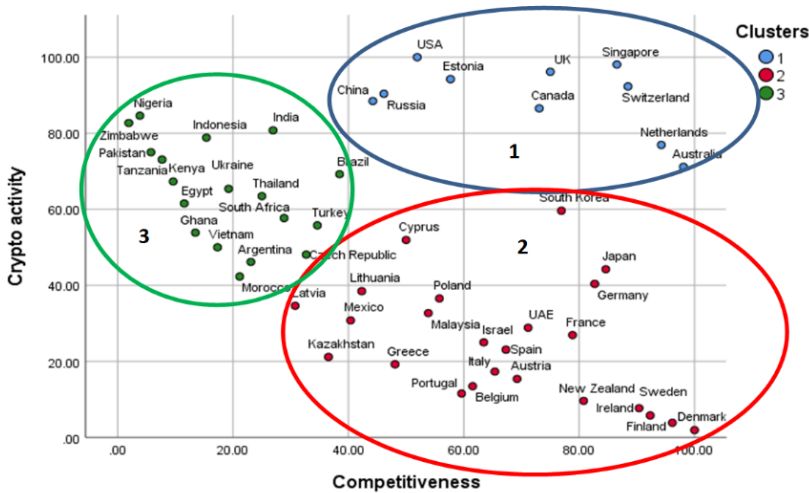
Also, the Quadrant 1 shows considerably higher activity in blockchain initiatives in public sector in comparison to the Quadrant 3 – 74% (14 out of 19) versus 31% (5 out of 16), accordingly, evidencing that demonstrability of blockchain use cases in public sector has positive relationships with development of crypto-activity and crypto-regulation.

In order to understand relationships between crypto activity and attributes of knowledge economy, further called as ‘economic competitiveness’, several indicators were selected for further analysis – GDP per capita displaying overall economic development, Global Competitiveness Index displaying nation’s productivity and prosperity, E-government and E-participation indices displaying overall digitalisation levels.

Based on analysed country data, three indicators of crypto activity have displayed significant correlations at 0.01 level (2-tailed) with all or some of competitiveness indicators. Although correlations are fairly weak, they are positive, which indicates that crypto-activity and competitiveness are positively

interconnected. For further investigation of interconnections between crypto-activity and competitiveness, a factor analysis is utilized. KMO and Bartlett's Test indicated that the factor analysis useful for further analysis of data. Proportion of variance in variables that might be caused by underlying factors is 70.9% and variables are related at 0.01 level of significance. The principal component analysis method divided the indicators into two components explaining 84.63% of variance. Rotated component matrix showed two mutually independent components. All indicators representing crypto-activity are included in the Component 2, and all indicators representing competitiveness are included in the Component 1.

As countries are analysed on comparative basis, the factors were transformed to fractional percentage of rank. Further, the cluster analysis was applied to visualize distribution of countries depending on interconnections between those two factors. Case processing summary showed 52 valid observations within the analysed sample. Agglomeration schedule showed that the largest gap occurred between stages 49 and 50 indicating a 3-cluster solution. For further analysis, the sample of countries is visualised on a scatter plot (figure 5).



Source: Author's analysis based on data from Stats and Facts..., 2020; Bitcoin ATMs..., 2020; List of All..., 2020; Blockchain Regulations..., 2020; GDP per Capita..., 2019; The Global Competitiveness..., 2019, Country Data, 2018

Fig. 5. Cluster analysis of global crypto activity and competitiveness

The Cluster 1 indicates countries, which show global leadership in blockchain technology innovation and adoption, therefore it can be derived that a balanced combination of above average competitiveness and high crypto activity indicators may serve as antecedents to blockchain technology adoption.

Estonia is in the Cluster 1 among the leading countries, whilst Lithuania and Latvia are included in the Cluster 2, where predominantly developed countries with below average crypto activity are grouped. Those countries show mixed blockchain technology innovation and adoption trends with either facilitating or implementing blockchain solutions beyond crypto space (for example, Lithuania, UAE, South Korea, Germany) or not developing any solutions at all (for example, Latvia, Kazakhstan, Portugal). The Cluster 3 predominantly comprises developing countries with low competitiveness and high crypto-activity indicators, which also proves a broadly emphasized statement that blockchain technology, specifically in decentralized finance area, may solve various problems and challenges that developing countries are facing – starting from financial inclusion and ending with trust and compliance system establishment, which institutions and businesses in those countries are not always able to provide.

Apart from blockchain solutions in crypto space, there are also other areas of commercial blockchain technology applications, predominantly implemented by blockchain consortia or corporations, which is evidenced by a number of patent applications submitted.

Despite an overall ban on activities related to cryptocurrencies in China, it considerably supersedes other countries by the number of patents filed on the topic of blockchain – in the period between 2015 and 2018, China has filed 2219 patent applications (*Blockchain Patents Unchained...*, 2018). The 2nd most active country in terms of blockchain patents filed is the United States with 857 patents, followed by South Korea, Japan and Australia with 232, 144 and 94 patents accordingly. China's example shows that blockchain technology may be widely utilized beyond crypto space.

Almost all countries that filed patents also display blockchain developments in areas outside crypto space – through piloting and implementation of blockchain initiatives and solutions by either public authorities, corporations or blockchain collaboration consortiums in the respective countries. The exceptions are Czech Republic and Belgium.

The analysis of global blockchain activity clearly shows that blockchain technology solutions are increasingly being developed around the globe and different countries are taking various directions, however there is certainly one common trend – all countries, which show leadership have also put efforts in the exploration of the technology.

3.2. Analysis of blockchain technology adoption beyond crypto space in the Baltic States

In Latvia, the Ministry of Finance and the Ministry of Economics have issued informative reports in 2018, 2019 and 2020, accordingly, and a national working group has been established under the Ministry of Economics investigating blockchain technology's use cases in public administration and the private sector,

resulting in the potential pilot project to be implemented by 2021 in cooperation with the Ministry of Finance and State Revenue Service (SRS). Although the Ministry of Finance has highlighted in its report the necessity to obtain a consistent vision and a national strategy on blockchain technology, and develop a specialized framework, no such vision, national strategy or framework has yet been developed as at the date of this research.

The Ministry of Economics of the Republic of Latvia recognizes a potential of blockchain technologies in public and private sectors and participates within the European Blockchain Partnership working group and European Blockchain Services Infrastructure initiatives. There are two potential blockchain pilot projects identified in public sector in Latvia, however none of them has yet reached the implementation stage. In 2019, a hackathon was organized by the Ministry of Economics for the potential pilot project with a State Revenue Service, which would allow for real-time transfer of trade data to the SRS and is expected to reach a piloting phase by 2021.

There are no targeted blockchain support programmes or initiatives in Latvia, however support is available within general start-up programmes from acceleration and risk capital funds. In addition, various events on blockchain topics take place occasionally. At least two globally recognized blockchain start-ups have emerged in Latvia, which indicates the ability of Latvian technology developers to create feasible and globally competitive blockchain solutions.

In author's view, the reason for low political developments and the lack of definitive government support measures in Latvia are due to (a) the lack of skillset of employees at ministries and its subordinated institutions related to blockchain technology practicalities, (b) the scattered view on blockchain technology individual applications instead of development of a strategic vision in the framework of country's overall digital transformation, (c) the lack of initiative from government institutions to consult with blockchain experts and/or to delegate a preparation of a comprehensive study to professional service providers and (d) the lack of initiative from Latvian Blockchain Association to engage in consultation processes.

In 2018, the Bank of Lithuania introduced Phase I of an LBChain Sandbox (*LBchain...*, 2020) with an ambition to create environment for start-ups to develop and test blockchain solutions in fintech area, where Bank of Lithuania acts as an accelerator, which creates a technological framework for building blockchain solutions. On 26 May 2020, the LBChain completed its third and final stage of work. Among the presented projects, a blockchain-based regulatory reporting solution, a blockchain platform for issuing green bonds and a blockchain-based digital bank were proposed. At all three stages, the sandbox project allowed 11 fintech companies from eight countries to conduct blockchain-related research in a controlled regulatory environment. The Bank of Lithuania plans to launch LBChain in the fourth quarter of 2020, as well as

complete commercial purchases with the fintech and service providers that are currently participating in the LBChain project.

At the final meeting, An LBChain project manager Andrius Adamonis (2020) said the bank plans to go beyond LBChain and develop the Lithuania Chain (LTChain) blockchain platform for deployment outside the financial services sector (Adamonis, 2020). As part of LTChain, the bank will collaborate with other government agencies and attract start-ups from non-financial sectors, including energy, healthcare and transport.

After the cyber-attack on its government databases in 2007, Estonia has developed a cyber-security strategy and worked out so-called Keyless Signature Infrastructure (KSI), a cryptographic algorithm, developed by a technology development company Guardtime, which was subsequently integrated with blockchain technology and applied in a number of Estonian e-government services (*Security and Safety...*, [n.y.]). Blockchain technology is deployed in Estonia's e-government systems since 2012 and is currently implemented in six government registries: Healthcare registry, Property registry, Business registry, Succession registry, Digital Court System, State Gazette (PwC, 2019b).

The registries use a blockchain based timing, which adds an extra layer of security to the system. It also supports blockchain technology to make the X-Road more secure. For the Center of Registers and Information Systems (RIK), which provides the innovative environment for integrated e-services in Estonia, the main value of blockchain is the ability to regularly and quickly check large amounts of data and to ensure that there have been no malicious changes to the data. As a result, the work of national registers becomes faster and more efficient as there is no intermediary in the transactions. The RIK, which currently acts as an intermediary, can redirect its resources and the system controls itself.

The analysis concludes that despite overall supportive position of the Ministry of Economics of the Republic of Latvia regarding potential blockchain technology applications, activities of public administration and regulatory bodies towards blockchain solution development in public sector substantially lag behind in comparison to Estonia and Lithuania, where certain blockchain solutions in public sector have already passed through the piloting phase and reached implementation phase, for example, e-Health and e-Law registries in Estonia and LBChain project in Lithuania.

Overall, Estonia demonstrates leadership in the majority of regional competitiveness indicators among Baltic States (R&D expenditure, public expenditure on tertiary education, EGDI, EPI, DESI indices, GDP per capita), which is supported by its leading position in blockchain adoption not only in Baltic States, but also worldwide. In contrast, Latvia substantially lags behind Estonia and Lithuania in all analysed indicators, which is weakened by the lack of specific actions and support measures from the government for blockchain innovation and adoption. Hence, experience of Estonia in blockchain adoption in e-government area and experience of Lithuania in blockchain adoption in fintech

area can serve as basis for Latvian political leaders to formulate similar opinions and initiate similar actions for blockchain adoption in Latvia.

4. ANALYSIS OF OPPORTUNITIES TO FACILITATE BLOCKCHAIN TECHNOLOGY ADOPTION IN THE ECONOMY OF LATVIA

The content of this chapter of the thesis is set out on 35 pages, which include 4 tables and 18 figures. The chapter puts forward the theses: *1) Analysis of the innovation diffusion and technology adoption models, as well as research on global blockchain activity and adoption factors allows illustrating a framework for blockchain technology adoption in the national economy. 2) In Latvia, blockchain technology adoption is the lowest in the Baltic States region; it is possible to facilitate it by undertaking targeted support actions for strengthening significant blockchain adoption factors, using international experience.*

In the **fourth chapter**, blockchain technology adoption factors and scenarios are determined based on international experience and international expert survey involving 82 respondents from 30 countries; blockchain adoption factors and scenarios in the economy of Latvia are assessed through AHP analysis based on expert opinions of seven renowned national experts; and recommendations for facilitating blockchain technology adoption in Latvia are developed.

4.1. Analysis of blockchain adoption factors and scenarios

In the Chapter 1, various frameworks for technology and innovation adoption were discussed. It was concluded that TOE, DOI, TAM and PIMT frameworks are relevant for studying factors driving blockchain technology adoption. Author's review of blockchain adoption factor analyses presented by various researchers, without limiting it to a specific context, helped to identify four groups of factors, namely technological, organizational, institutional, market and define factors which fit into each factor group.

Based on the factor grouping defined by the author, international blockchain experts were asked to assess the significance of factors for blockchain technology adoption process within each factor group on a scale from 'very low' to 'very high' and add any other factor or comment on what they consider important. Selected blockchain experts belong to international community of blockchain practitioners and have experience in blockchain innovation, implementation and advice to businesses and governments. The purpose of the survey was to gain global view and suggestions on blockchain adoption scenarios and factors influencing blockchain technology adoption that are further utilized to define the matrix of analytical hierarchy process for assessment of possible blockchain technology adoption scenarios within the economy of Latvia. The survey took

place between 29th of April and 5th of May and collected 82 responses from 30 countries.

For further analysis, the author has estimated each factor’s significance by calculating weighted average percentages from all expert assessments by applying a 0% to 100% scale. The threshold for factor selection for analytical hierarchy process was set at 70%, indicating the importance of the factor for further assessment by national expert group.

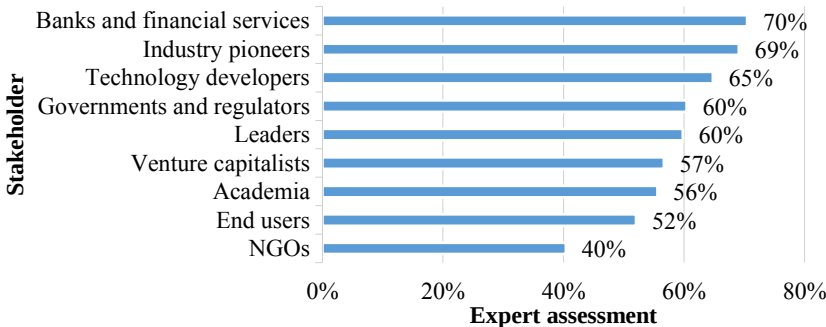
In the Technological factor group the most important factors included Data security (84%), Perceived benefits (82%), Ease of use (74%), Maturity (71%) and Architecture (70%).

In the Organizational factor group, the most important factors included Top management support (85%), Innovativeness (76%), Business model readiness (75%), financial resources (72%) and Employees with IT knowledge (72%).

In the Market factor group the most important factors included Critical user mass (75%), Existing use cases (74%), Market dynamics (72%) and Industry pressure (72%).

In the Institutional factor group, the most important factors included Innovation system (85%), Regulatory environment (82%) and Governance framework (75%).

International blockchain experts were also asked to assess stakeholder influence on blockchain adoption. Banks and financial institutions were assessed by international experts as the most influential stakeholder group (72%).



Source: author’s construction based on international blockchain expert survey results

Fig. 6. Expert assessment of stakeholder influence on blockchain technology innovation and adoption, globally

For definition of blockchain technology adoption scenarios in the national economy the author has relied on the types of blockchain solutions summarized in the Chapter 3, attributed them to relevant stakeholders, who take the lead in promoting each solution type, based on international experience overview, and validated proposed scenarios by surveying blockchain experts worldwide, which

serves as a basis for definition of blockchain technology adoption scenarios in the economy of Latvia. Four scenarios are summarized below.

1. Initiative of technology developers - includes blockchain solutions in such domains as decentralized payments, crypto/token economy, digital identity, etc., promoted independently by technology developers or in partnerships with other organisations. Definitions used:

- **Technology developers** involve both companies that develop and offer digital services/ products/ infrastructures/ tools or rely on them as their primary revenue source and communities of programmers, who develop and/ or contribute to open source code depositories.
- **Decentralized payments** are mediated through cryptocurrencies and rely on associated digital blockchain based infrastructure, which therefore excludes third party authorisations and enables peer-to-peer transfer of funds without the involvement of financial intermediaries.
- **Cryptocurrency** examples are Bitcoin, Litecoin, Ethereum, Dash, Tezos, etc. Cryptocurrency infrastructure includes cryptocurrency ATMs, crypto-currency exchanges and digital wallets, although this infrastructure is not based on blockchain technology per se.
- **Globitex** – a cryptocurrency exchange platform founded in Latvia with offices in Riga, Vilnius and London (*About Globitex*, [n.y.]). Its subsidiary Nexpay, UAB, holds a licence of electronic payment institution from the Lithuanian Central Bank (*About Globitex*, [n.y.]).
- **Crypto/token economy** relies on a cryptocurrency-based incentive system that stimulates the behaviour of participants in open access blockchain based projects. These projects are typically built on public blockchain platforms, such as Ethereum, Polkadot, Cosmos, and commonly raise funds through initial currency offers (ICO) or initial exchange offers (IEO). Examples:
 - **Monetha** – a solution developed in Lithuania in 2017 to integrate blockchain-based reputation services into e-commerce transactions and business processes (*Monetha, ICO that...*, 2019).
 - **HashRush** – a real-time strategy game founded in Latvia in 2018, which allows players to compete with each other for cryptocurrency and other virtual rewards (*Hash Rush*, [n.y.]).
- **Digital identity** provides tools for online user authentication and verification, enabling users to securely manage their personal data, e.g. confirming their identity and ensuring compliance with the conditions for the use of online services. In comparison to traditional online authentication solutions (e.g. Internet banking), blockchain based digital identity solutions provide enhanced user control over their personal data, as data are not saved in centralised databases and are transmitted in an encrypted form. Examples:

- **Notakey** – a solution developed in Latvia in 2016 for customer due diligence (KYC) in the digital environment, which was in line with the recommendations developed by the Financial Action Task Force (FATF) in the areas of prevention of money laundering and terrorist financing (AML/CFT) (*Notakey Announces...*, [n.y.]).

2. Initiative of industry pioneers/ consortia - includes blockchain solutions for supply chain traceability, self-enforcing contracts, etc., implemented through individual initiatives or initiatives promoted by industry consortia. Definitions used:

- **Industry pioneers** are defined as enterprises that develop innovative solutions and introduce innovations in business models in sectors of their core operations such as logistics, banking, agriculture, manufacturing, mining, wholesale, etc.
- **Industry consortia** are associations of two or more persons, companies, organisations or public institutions (or any combination thereof) whose purpose is to participate in cooperative activities or pool their resources in order to develop a common project. Examples of international blockchain consortia:
 - **BiTA** (Blockchain in Transport Alliance) brings together stakeholders interested in the supply chain solutions in the logistics/ transport industry - UPS, Fedex, P&G, Whirlpool, BASF, Schneider, etc. (*Blockchain in Transport Alliance*, [n.y.]).
 - **MOBI** (Mobility Open Blockchain Initiative) consortium aims to create and promote smart mobility blockchain initiatives and brings together auto industry actors - BMW, Ford, General Motors, Renault, etc. (*Mobility Open Blockchain Initiative*, [n.y.]).
 - **CBC** (Construction Blockchain Consortium) brings together actors in the construction industry – CBRE, AIG, Siemens, Canary Wharf Group, etc. for knowledge transfer, R&D and education & training related to blockchain technology (*Construction Blockchain Consortium*, [n.y.]).
 - **ABCD** initiative in agriculture industry to optimize and digitize international grain trades promoted by the world's largest agribusiness companies - Archer Daniels Midland Co, Bunge Ltd, Cargill Inc. and Louis Dreyfus Co (*ABCD Quartet...*, 2018).
- **Supply chain traceability solutions** ensure procurement transparency, product origin verifications, improvement of logistics processes, which may be enhanced through integrations with the Internet-of-Things sensor technologies. Examples:
 - **Walmart food security solution** developed by the US supermarket chain 'Walmart' in 2016 for quality control of goods and traceability of the delivery process from farm to supermarket in real-time mode (*How Walmart Brought...*, [n.y.]).

- **Maersk's and IBM's pilot blockchain solution** developed in 2018 in collaboration with 94 participants, including global freight forwarder CEVA Logistics, Pacific International Lines and a network of 20 port and terminal operators, minimized cargo transportation documentation errors and reduced cargo delivery time by 40% (*Maersk and IBM...*, 2018).
- **Self-enforcing contracts** rely on smart contracts that facilitate automatic enforcement of contractual clauses between counterparties through blockchain and may also trigger automatic payments if certain contractual clauses are enforced.
- **AXA has piloted a self-enforcing flight delay insurance** through the Fizzy platform, which records each purchase on a blockchain, monitors flight delays in relevant databases and, as soon as the delay is registered, a compensation is enforced automatically (*AXA turns to...*, 2017).

3. Initiative of banks/ financial services industry includes development of blockchain solutions in fintech and AML/CFT/KYC compliance areas, etc. through participation in international consortia or by implementing own initiatives. Definitions used:

- **Fintech solutions** reinvent traditional financial services through application of various technologies, including blockchain. They aim to improve back-office and front-office processes associated with financial services - from payments to securities clearing and settlement. Examples:
 - **Voltron** – a pilot blockchain based solution developed in 2018 in trade finance area, which included the issuance of a letter of credit and automated payments made between HSBC and ING banks for the sale of soybean purchase/sale transaction from Argentina to Malaysia between two Cargill subsidiaries and resulted in reduction in execution time of the transaction from 5-10 to one day (*HSBC, ING and...*, 2018).
 - **Komgo** – in 2019, Rabobank implemented a trade finance transaction in the newly created product trading ecosystem, supported by 15 leading banks in trade finance transactions (ABN-AMRO, BNP Paribas, Credit Agricole, Citi, Gunvor, ING, Koch Supply & Trading, Macquarie, Mercuria, MUFG Bank, Natixis, Rabobank, SGS, Shell, Societe Generale) resulting in reduction in transaction execution time from 10 days to one hour (*Catalyzing the Global...*, [n.y.]).
 - **Ripple** – a real-time settlement solution developed in 2012 for international money transfers and currency exchange transactions used by 300 + financial services providers worldwide (e.g. American Express, MoneyGram, Santander, etc.) to reduce transaction processing time and commissions and to provide a settlement

infrastructure in regions where traditional financial services are not available (*Frequently Asked...*, 2020).

- **LINQ** – a solution developed in 2015 by Nasdaq Stock Exchange, in cooperation with the Chain.com for trading shares via blockchain, which reduces administrative burdens, costs and fraud risks (*Nasdaq Linq Enables...*, 2015).
- **Digital Asset** – a DLT-based solution developed by Australian Securities Exchange in 2016 used for securities after-sales services to expedite the clearing process and mitigate settlement risk (*ASX Selects Digital...*, 2016).
- **Sygnum Bank** – a virtual asset bank with a bank license in Switzerland offers services for transactions with virtual assets, one of which is the use of Swiss franc virtual representation in the crypto ecosystem, as well as standard financial services such as the issuance of credits against pledge of digital assets, digital asset management, brokerage, e-commerce etc (*Sygnum Bank Launches...*, 2020).
- **KYC/AML/CFT compliance** procedure implementation through blockchain based self-sovereign identities and smart contracts ensure more transparent and prompt client on-boarding process and automated compliance with regulatory reporting obligations in the fields of anti money laundering and prevention of terrorist financing. Examples:
 - **KYC Utility** – a blockchain-based solution developed by R3 consortium in cooperation with 39 banks for the exchange of KYC data between financial service providers, which not only speeds up the customer due diligence process, but also helps to reduce administrative burden and regulatory reporting costs (*R3 and 39 Firms...*, 2018).
 - **LBChain** - a sandbox solution of the Central Bank of Lithuania, which is intended for testing and adapting blockchain solutions developed by fintech companies to the requirements of financial sector regulatory enactments, including KYC/ AML/ CFT (*LBChain*, 2020).
- **Financial industry consortium R3 CEV** combines more than 70 leading financial services providers (e.g. Credit Suisse, HSBC, BMO Financial Group, Natixis, Royal Bank of Scotland, TD Bank, UBS, UniCredit, Wells Fargo, etc.) with the aim of developing blockchain solutions in the financial services industry (*Major global banks...*, 2017).

4. Initiative of state/ regulatory bodies - covers blockchain based e-government and e-participation solutions, such as more effective provision of public services, more effective regulatory monitoring, or enhancing public administration transparency. Definitions used:

- **E-government** solutions reduce costs, time and administrative burden, and in blockchain based implementations automate information exchange

between public administration bodies and society, provide transparency on data modifications and access through public registries, therefore improving administrative functions of public administration. Examples:

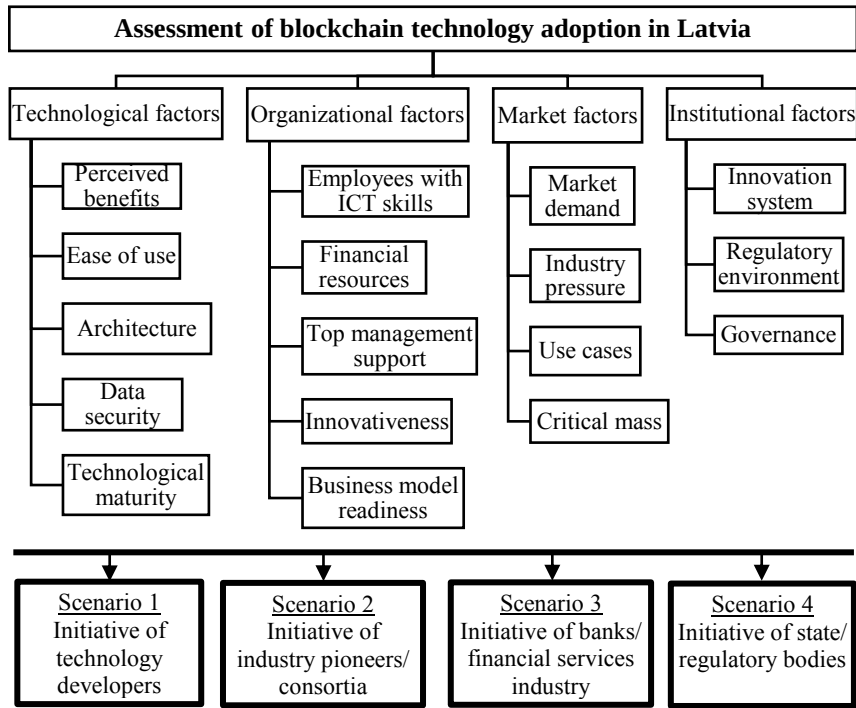
- **Exonum** - a solution used by the National Public Records Agency of Georgia for real estate transactions and their automated entry into the Land Registry (*Improving the Security...*, [n.y]).
- **Blockcerts** - a solution used by the Maltese Ministry of Education and Employment for issuing and verifying qualifications in the digital environment (*Press Release by...*, 2019).
- **Chromaway** - a solution used by the Swedish Land Register for real estate transactions and their automatic entry into the Land Registry (*The Land Registry...*, 2017).
- **Shenzhen Speed** - a solution for automated invoicing used by the Shenzhen Tax Office since 2019, which not only saves time and money for companies and significantly reduces the possibility of using false invoices, but also improves the process of monitoring corporate tax deductions and payments, which has already completed transactions worth close to USD 1 billion (*China's Shenzhen District...*, 2020).
- **E-health** - a solution used by the Estonian Center for Health and Welfare Information Systems for accessing and managing personal data of citizens' health care, which integrates data from several IT systems and medical institutions (*Blockchain Startup to...*, 2016). The solution uses Guardtime's KSI (Keyless Signature Infrastructure) encryption tool, which is also used in other Estonian national IT systems to ensure data integrity and transparency, as well as NATO's Joint Cyber Defence Centre of Excellence, the US Department of Defence and Pentagon's main arms supplier Lockheed Martin (*Blockchain Startup to...*, 2016).
- **E-participation** solutions generally enhance participation of society in political and social engagement processes, facilitated by the use of various digital tools, and in the case of blockchain based solutions, ensure enhanced trust to public authorities, since blockchain based algorithms are no longer solely controlled by the government. Examples:
 - **uPort** - a solution used by the city of Zug for verifying and managing the digital identity of the population, which will give the population of Zug in the future access to various e-participation and e-government services such as opinion polls, use of public bicycles, tax filing and possibly electronic elections in the future (*Swiss City of Zug...*, 2018).

It is important to note, that scenarios are non-exclusive, can be developed simultaneously and can either contribute to development of one another or

develop independently as it is also evidenced by the experience of neighbouring countries – Estonia and Lithuania.

4.2. Assessment of factors and scenarios for blockchain technology adoption in the economy of Latvia

Based on the selected factors and identified scenarios, blockchain technology adoption scenarios in Latvia are further evaluated by selected national blockchain experts using Hierarchy Analysis Method (AHP), developed by T. Saaty (1980). The figure 7 outlines the AHP matrix, which is further used for surveying local experts in Latvia.



Source: author's construction

Fig. 7. AHP hierarchy matrix for assessment of blockchain technology adoption

The evaluation of the defined factors and scenarios was performed by seven professional experts with expertise and/ or experience in blockchain technology (table 1). They have experience in either development of blockchain solutions or evaluation of blockchain technology applicability to activities of their represented organisations and, in case of Ministry of Economics and European Commission, its broader impacts on private and public sectors.

Table 1

Characteristics of experts involved in AHP analysis

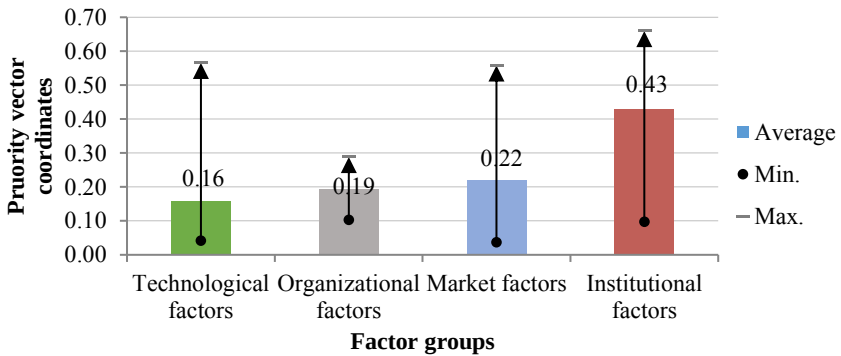
Code	Represented organisation	Spatial level of activity
A	Financial Capital Markets Commission	Licensing and oversight of financial services providers
B	Bank of Latvia	Oversight of payment systems and payment instruments in Latvia
C	Latvia Internet Association	Latvian digital space development and e-commerce support
D	Ministry of Economics of the Republic of Latvia	National innovation policy development and implementation
E	European Commission	European Union blockchain policy development and implementation
F	Blockvis	Blockchain technology development
G	SIA Muriņš Start-up	Blockchain project development and promotion

Source: author's construction based on AHP analysis

An AHP assessment process involved pairwise comparisons of factor and factor group significance and pairwise comparisons of each factor contribution to each pre-defined scenario (the questionnaire comprised of 22 pairwise comparison matrices). The ratings for pairwise comparison are based on the distribution and explanation of the Saaty's (1980) fundamental scale for pairwise comparisons with ratings from 1 to 9.

The developed blockchain adoption factor groups, factors and scenarios were introduced to the invited experts, who, based on their experience, filled in the hierarchy analysis matrices. In the next step, the author summarized expert evaluations and calculated the average priority vector coordinates, as well as determined the minimum and maximum evaluations.

The figure 8 demonstrates that technological factor influence on blockchain adoption in Latvia has the lowest expert assessment (0.16), whilst institutional factor influence has the highest expert assessment (0.43).

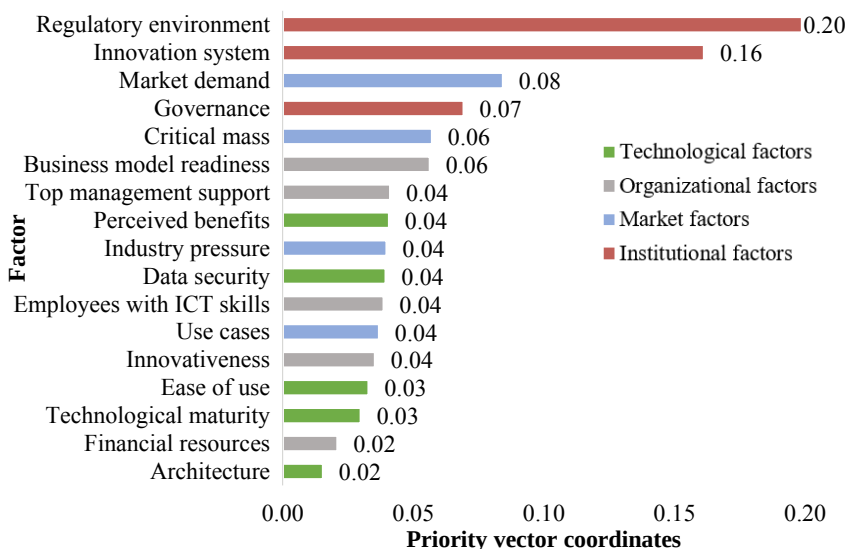


Source: author's construction based on AHP results

Fig. 8. Expert rating for comparison of factor group significance influencing blockchain technology adoption in Latvia

Several experts have commented that blockchain's technological benefits are broadly clear to various stakeholders in Latvia, and various technological implementations are widely available, therefore technological factors gradually become of a lesser importance in blockchain adoption decision-making process. Some of the experts have noted that institutional factors become increasingly significant in a decision-making process to adopt blockchain technology, specifically, it is critically important that various blockchain specific issues are present in political agenda and addressed in a regulatory framework.

The figure 9 demonstrates that more than 50% of blockchain technology adoption in Latvia are facilitated through four factors. The two factors, which have received the highest average expert assessment - 'Regulatory environment' (0.20) and 'Innovation system' (0.16) - are within the group 'Institutional factors'. The following two factors substantially lag behind the first two factors - 'Market dynamics' (0.08) and 'Governance' (0.07).

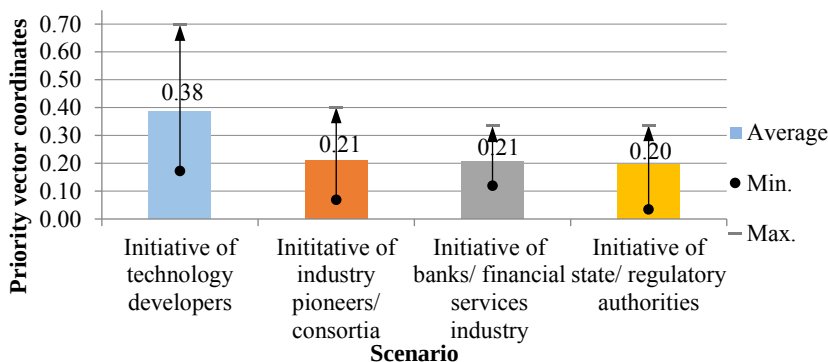


Source: author's construction based on AHP results

Fig. 9. Expert evaluation of the significance of factors for blockchain technology adoption in Latvia

‘Regulatory environment’, ‘Innovative system’ and ‘Governance’ factors all belong to institutional factor group and can be strengthened through actions of public authorities in a form of public policy and blockchain technology applications in public digital initiatives, therefore, the role of government takes a central role to facilitate blockchain technology adoption in Latvia. The same finding is also evidenced by the course of actions taken by other countries with strong blockchain ecosystems and concentration of blockchain projects being developed in various sectors of economy.

The figure 10 demonstrates that the ‘Technology developers initiative’ (0.38) has received the highest average expert assessment, whilst other scenarios - ‘Initiative of industry pioneers/ consortia’ (0.21), Initiative of bank/ financial services industry’ (0.21) and ‘Initiative of state/ regulatory authorities’ (0.20) – have received similar average expert assessments, that are twice lower than the Technology developers initiative’. Such assessments indicate twice slower but simultaneous adoption paths within these scenarios.



Source: author's construction based on AHP results

Fig. 10. Aggregated expert opinion on blockchain technology adoption scenarios in Latvia

Five out of seven experts have attributed the highest scores to the 'Technology developer initiative' scenario versus other scenarios. The blockchain entrepreneur has attributed the highest expert assessment (0.70) to the 'Initiative of technology developers', whilst, the FCMC representative has attributed the lowest assessment (0.17). Such dispersion in opinions displays the need of a multi-stakeholder engagement to facilitate the dialogue and cooperation in the domain of decentralized finance applications, which is the most common type of initiatives promoted by technology developers.

Overall, the experts attribute higher assessments to either familiar scenarios or scenarios that may be introduced by their represented institutions. For instance, the representative of a Ministry of Economics has attributed the 2nd highest assessment to the 'Initiative of state/ regulatory authorities' (0.34) as the Ministry of Economics together with a Ministry of Finance are currently engaged in the concept development for a blockchain based solution to combat shadow economy. The FCMC representative has attributed the highest assessment to the 'Initiative of bank/ financial services industry' (0.33) as FCMC knows that one of the banks already experiments with blockchain based solutions.

The representative from the European Commission has attributed the highest assessment to the 'Initiative of industry pioneers/ consortia initiative' (0.40). The expert has noted that blockchain has potential to provide the greatest impact on the financial services industry, however blockchain adoption is not limited to financial services industry and will span across other industries.

The lowest individual expert assessments among all expert assessments have been attributed by a blockchain entrepreneur to the 'Initiative of a state/ regulatory authorities' (0.03) and the 'Initiative of industry pioneers/ consortia' (0.07). The expert has noted that public authorities and industry representatives have displayed the lack of action during the blockchain experimentation boom

during 2017-2018, hence he does not see any reasons that may change the behaviour of public authorities and industry representatives beyond financial services at this moment. The highest individual expert assessment has been also attributed by a blockchain entrepreneur to the 'Initiative of technology developers' (0.70). The expert has stressed that decentralized finance solutions will likely develop the most actively by technology developers. He has stressed that solutions brought by technology developers and targeted at developing countries (e.g. countries in Africa, Asia, South America) will likely gain the most momentum in the nearest future, due to problems with governance and transparency issues, amplified by the economic consequences brought by Covid-19. According to him, the biggest value added of decentralized finance solutions in developing countries is their ability to provide payment infrastructures for unbanked population, which may be more resilient than local currencies, that are periodically exposed to substantial devaluations.

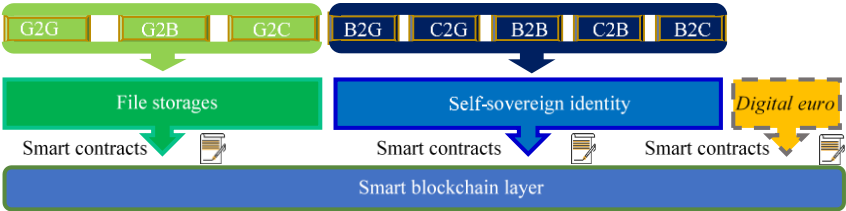
4.3. Recommendations to facilitate blockchain technology adoption in the economy of Latvia

The research of global blockchain activity in the Chapter 3 displays that blockchain adoption level is higher in countries with higher crypto activity and crypto-regulation rank and existence of blockchain solutions in public sector. The institutional environment was also found by the interviewed experts as the most significant factor group for blockchain technology adoption with 43% share. Therefore, strengthening such institutional factors as 'Regulatory environment', 'Innovation system' and 'Governance' is possible through coordinated actions in the context of national digital transformation. The research results indicate that foreseen blockchain pilot project promoted by the Ministry of Economics of the Republic of Latvia can contribute to building up general knowledge on applicability of blockchain solutions in the economy of Latvia, however more pilot projects in e-government sector and activities aimed at strengthening institutional frameworks for blockchain technology adoption would accelerate the process of acknowledging government's role within the institutional environment. In particular, with rapid technological advancements in the global landscape, it is necessary to formulate a clear government's position and retain focus in further policy actions and support measures. In addition, successful introduction of blockchain technology also requires informing the public and potential promoters about its technological benefits and practical applications.

At the moment of this research, Latvian National Digital Transformation Guidelines 2021-2027 (*Digitālās transformācijas pamatnostādnes...*, 2020) are undergoing public consultation process coordinated by the Ministry of Environmental Protection and Regional Development of the Republic of Latvia. In author's opinion, it is important to realize that the inclusion of blockchain technology within the priority directions of national digital transformation is

prerequisite for meeting Ministry’s ambition for Latvia to become a country actively involved in building the world's common knowledge and in the advancement of technological development.

The first draft of the National Digital Transformation Guidelines 2021-2027 superficially referred to blockchain technology only within two priority directions – Development of digital financial assets and Digital skills in healthcare (*Digitālās transformācijas pamatnostādnes...*, 2020), which is clearly not enough for becoming a globally competitive digital nation. In line with the European Commission's Digital Europe vision blockchain technology potential can facilitate several other priority directions of Digital Transformation in Latvia, such as Service and Systems Creation, Digital Security Policy, Electronic Identity and Trust Services, Social well-being and health of society, Fully digitised and data-driven core public administration, Human resources – competence centres and skills, Information systems, Promotion of digitisation of commercial activities and involving more precise actions in Development of digital financial assets direction. An author has presented to the Ministry an integrated digital transformation vision, which is visualized in a figure 11.



Source: author's construction

Fig. 11. Integrated national digital transformation vision

An integrated digital transformation vision relies on a smart blockchain layer, which is interlinked with file storages, self sovereign identity and digital euro via smart contracts. In the presented concept a combination of a smart blockchain layer with governmental file storages/ registries can make G2G, G2B and G2C interactions more efficient, transparent and secure, whilst a combination of a smart blockchain layer with self sovereign identity can ensure B2G, C2G, B2B, C2B, B2C transactions. In addition, as soon as a digital euro is introduced, a variety of economic models can be developed utilizing the presented technological base creating synergies and economies of scale. Moreover, an author has suggested and presented to the Ministry a number of proposals, which are summarized below.

Service and Systems Creation. The Guidelines state that the ICT sector has a horizontal impact on other sectors of the economy and, consequently, there is a clear need to ensure the professionalism and skills of all parties involved in the development of services and systems. In author’s view, as blockchain technology has a particularly strong potential to transform the economy, it requires

strengthening skills of specialists employed in public administration in the use of blockchain technology in the piloting, development and implementation of blockchain based solutions.

Cybersecurity policy. The Guidelines provide for the improvement of the resilience of public administrations to cyber-threats in line with new technological opportunities and encourage cooperation between public administrations and the private sector. In author's view, blockchain can be used in all cybersecurity directions - from tracking access controls to preventing erasure of information, which is more complicated in the case of conventional databases.

Electronic identity and trust services. The Guidelines encourage use of qualified electronic identification tools and trust services. In this context, author sees that blockchain technology allows creation of new electronic identity frameworks based on the concept self-sovereign identity. In the system of decentralised identity, a major role is attributable to the authorised credentials. They are inherently digital versions of physical credentials, such as passports or driving licences, albeit with additional characteristics provided by their digital nature. Decentralised identity and authorised credentials have many advantages. Not only they provide for enhanced user control over personal digital identity, but also make it much easier to use.

Social well-being and health of society. The Guidelines stress that data storages can now only be available at selected workstations due to obsolete technical architectures, although it would be more appropriate to use data repositories to which access would be organised through sectoral and national data-mixers. Author sees that blockchain technology can facilitate data compatibility between different local and national systems. As an example, the Organisation for Economic Cooperation and Development (2019a) proposes the use of a blockchain layer to ensure data integrity and manage access to data by connecting it to data repositories, thereby creating a 'bridge' between data repositories.

Fully digitised and data-driven public administration. The Guidelines see the need to perform a targeted transition to fully digitized public administration processes, information circulation and inter-institutional cooperation through the use of modern digital technologies. In this regards, an author highlights the European Commission's opinion that a new national digital governance paradigm should focus on providing innovative and user-oriented public services applying an *agile* approach, which requires consideration and application of modern digital technologies such as blockchain to prevent duplication of processes.

Human resources – competence centres and skills. The Guidelines encourage transition to services of community-based shared service providers and consolidation of resources in specialised competence centres allowing for transparent cooperation with the private sector, in particular in the approbation

of modern digital technologies. Aggregated expert opinion indicates that development of blockchain innovation and governance systems are prerequisite for blockchain technology adoption in Latvia. Therefore, in author's view, competence centres need to develop and strengthen specialized competences in innovation, approbation and adoption of blockchain technologies, ensuring interaction and cooperation between various stakeholders.

Information Systems (IS). The Guidelines aim at application of sustainable and environmentally friendly IS architecture in public administration. Technological sustainability to great extent involved compatibility of national IS with EU and global IS, therefore, in author's view, it is necessary to follow modern technology based IS development initiatives and participate in relevant working groups, such as EBSI. Guidelines also indicate that open-code solutions with the appropriate technical support are preferred. Since blockchains in majority are open-code solutions, the author sees that blockchain applications in national IS can reduce potential costs and increase operational efficiency. The need to strengthen blockchain technology governance in Latvia is also emphasized by the aggregated expert opinion.

Promoting digitisation of commercial activities. The Guidelines indicate the need to develop cooperation between state and local authorities, entrepreneurs and non-governmental organisations and the creation and support of the innovation ecosystem. An aggregated expert opinion suggests the need to strengthen the innovation ecosystem for blockchain technologies and to develop a market for blockchain-based solutions in Latvia. Therefore, in author's view, it is necessary to implement specific targeted and mutually interconnected activities for design, piloting and adoption of blockchain technologies in Latvia.

Development of digital financial assets. The Guidelines express support for development of digital financial assets. Aggregated expert opinion indicates that the regulatory environment and clarity are imperative to facilitate blockchain technology adoption in Latvia. As indicated by the analysis of blockchain adoption in Baltic States, performed in the Chapter 3, Latvia considerably lags behind Estonia and Lithuania in the field of virtual assets, as both countries already have introduced licensing and supervisory regimes for virtual asset service providers, however in Latvia activities of virtual assets service providers are not formally licensed. Therefore, appropriate licensing regime for virtual asset service providers is critical for strengthening Latvia's competitiveness in the field of virtual assets in Baltic and European regions. The guidelines also outline the need for development of a KYC (*know your customer*) tool, which would enable businesses to share customer due diligence data. In this context, in author's view, blockchain technology is capable of reducing customer data asymmetry and data duplication, thereby contributing to the fight against financial crime, while at the same time ensuring secure exchange of personal data in accordance with the General Data Protection Regulation 2016/679.

The author considers that national digital transformation guidelines should serve as a foundation for blockchain technology adoption in Latvia, which will not only enhance Latvia's digital competitiveness, but also significantly accelerate country's digital transformation and integration with modern international information systems and Web 3.0. Of course, this now depends on decision-makers, their understanding and desire to make a real contribution to economic development and keep pace with the ongoing global technological revolution. As Latvia's neighbouring countries have already built upon the technological advantages of blockchain technology by gradually incorporating blockchain-based components into functions of public administration and financial sector regulatory oversight, it is critically important to learn good practice experience, which can accelerate digital transformation of the country.

The need for blockchain technology adoption in public administration is demonstrated both by experience of other countries, technological advantages and potential transformative impact on the economy as a whole. From the government's perspective, it is also necessary to study potential socio-economic costs and benefits. Identification of specific use cases is therefore necessary for performing this analysis. There are many examples of piloting and implementation of blockchain solutions in public and regulatory space worldwide, and Latvia can learn from experience of other countries, adjusting it to local specifics. For example, USA is very successful in blockchain innovation, however the adoption process is hurdled by regulatory complexities, therefore cooperation between innovators and regulators is important to create feasible regulatory regimes. In this context, regulatory agility becomes a very important factor for blockchain technology adoption, which may favour smaller countries and states due to less complex coordination efforts and lower costs. Such countries, states and cities as Estonia, Lithuania, Zug, Singapore, and Dubai are following this route and Latvia can certainly consider this course of action, being a small country, which can ensure agility in regulatory space, however this process requires strong political will and leadership.

Overall, countries showing real leadership in blockchain technology clearly demonstrate a new generation of leaders emerging within corporations, regulators and policy makers, who are balancing innovation with the responsibilities to protect financial markets and their respective industries from abuse and fraudulent activities. Therefore, the development of blockchain innovation system in Latvia can be accelerated by blockchain-friendly opinion leaders, who have impact on the media, established contact with change agents, social influence and well regarded status in the society and innovative communities. Political leaders all over the globe have made a number of statements broadly supporting blockchain innovation and adoption in their countries. A similar course of action can be undertaken by political leaders in Latvia.

As concluded by the Chapters 1 and 2, regional innovation systems (RIS) concept underlines the increasing role of the direct involvement of authorities to stimulate innovation and competition on regional level, whilst currently innovation policy documents in Latvia do not specifically outline priority directions or support measures for supporting a specialized blockchain innovation system, which in turn would stimulate blockchain technology adoption in Latvia. In addition, in comparison to other Baltic States, this area is underdeveloped in Latvia, since Estonia has historically created a strong digital nation image recognized worldwide and Lithuania actively promotes itself as a fintech heaven for fintech and blockchain enthusiasts, which specifically attracts blockchain developers nationally and internationally. The Organisation for Economic Cooperation and Development (2019b) notes that blockchain innovations in private sector, especially in financial industry, have been substantially influenced by public policy. Unfortunately, a vocal political clarity on blockchain fintech solutions is currently absent in Latvia, in comparison to Estonia and Lithuania, that hinders development of this popular blockchain application area.

MAIN CONCLUSIONS

1. Blockchain technology is a general-purpose technology and disruptive innovation, which demonstrates its ability to transform business models across an array of industries and public administration functions. Blockchain innovation and adoption relies on the exploitation of resource of 'knowledge' within the knowledge economy concept. The magnitude of potential transformative effects from blockchain technology mass adoption are comparable to the effects of the Internet, which would allow substituting data copying, currently ensured by the Internet with the transfer of ownership in secure digital environment, therefore contributing to the digitalization of the economy.
2. Blockchain technology has not yet reached a critical mass adoption level globally reflected by 'early majority' category as per Rogers' curve of innovation diffusion process as its current position within the Rogers' innovation-decision process would correspond to the stage 'Decision', which could result in 'adoption' or 'rejection'. However, there are countries, which have already made clear political adoption decisions in various blockchain technology application areas. For example, Estonia clearly facilitates blockchain adoption in e-government area, the Central bank of Lithuania has taken steps to facilitate blockchain technology adoption in fintech area and Latvia has not yet formulated a clear political decision to facilitate blockchain innovation and adoption. This tendency correlates with higher DESI indices in Estonia and Lithuania, specifically within the components of 'Human Capital' and 'Integration of digital technology'.

3. Technologically a global critical mass adoption will be possible as soon as interoperability among various private blockchains is ensured, which relies on technological maturity and adoption of international technical and governance standards on blockchain and distributed ledger technologies, being developed by the International Standardisation Organisation. From the economic perspective, an adoption process clearly relies on collaboration efforts between multiple actors involved in blockchain innovation and a reasonable balance among innovation systems, business environment, policy-making and regulation with establishment of efficient communication channels, collaboration mechanisms and governance frameworks.
4. The approach to regulation of ICOs in the Baltic States is broadly similar - if certain criteria are met, ICO tokens can be recognized as financial instruments and fall under the regulation of financial securities. Latvia was the last country in the Baltic States to publish comprehensive ICO guidelines. Activities of virtual asset service providers, including activities with cryptocurrencies, must comply with the national and European legislation on anti-money laundering and prevention of terrorist financing, including FATF recommendations. Activities of virtual assets service providers require a specialized license in Estonia and Lithuania, whilst in Latvia such activities do not require a license. Latvia's global crypto rank is considerably below the neighbouring Baltic States – 81st place globally versus Lithuania's and Estonia's 4th and 14th, accordingly. Blockchain technology regulation beyond crypto-currencies and virtual assets is non-existent in the Baltic States and the European Union.
5. The most prominent use case of blockchain technology adoption up to date is activities associated with cryptocurrencies and virtual assets. Crypto activity in the Baltic States region is globally competitive with Estonia showing global leadership (3rd place by ICO funds raised globally), Lithuania showing overall strong position (11th place) and Latvia substantially lagging behind (34th place). Despite no big difference in number of ICOs conducted in Lithuania and Latvia (29 vs. 27), Lithuania has managed to attract 12 times more funding than Latvia, explained by Lithuania's successful international branding as a fintech heaven. Number of ICOs in Estonia is 10 times higher than in Latvia and Lithuania. Overall, digital leadership of Estonia can be explained by successful international branding as a pioneering digital nation. Both Estonia and Lithuania have made clear political decisions on blockchain technology adoption scenarios and undertaken relevant actions to promote their international image.
6. There are many examples of blockchain technology applications beyond crypto space worldwide. For example, Estonia has already implemented certain blockchain technology solutions in public administration and healthcare areas, and Lithuania has launched a blockchain-based sandbox to

facilitate development of blockchain solutions in fintech area. In Latvia, there is currently no blockchain technology solutions piloted or implemented beyond crypto space, however the Ministry of Economics considers a pilot project in collaboration with the Ministry of Finance, which would allow for real-time transfer of trade data to the State Revenue Service. The adoption of this solution can potentially contribute to all components of the DESI index, if accompanied by relevant capacity building activities of public servants and general population.

7. Blockchain technology innovation and adoption worldwide can be categorized within 3 country groups through application of factor and cluster analysis methods, depending on the level of crypto-activity and economic development. The Cluster 1 comprises of predominantly developed countries showing global leadership in blockchain technology innovation and adoption beyond crypto space and high crypto activity. The Cluster 2 comprises of predominantly developed countries showing mixed blockchain technology innovation and adoption trends and below average crypto activity. The Cluster 3 comprises of predominantly developing countries showing low blockchain technology innovation and adoption trends beyond crypto space, but high crypto activity indicators. Therefore, it can be concluded that the level of crypto-activity is an important factor for blockchain technology innovation and adoption beyond crypto space in developed countries, however not the only one.
8. Analysis of innovation diffusion and technology acceptance models allowed defining a structured approach to the definition and categorization of blockchain technology adoption factors utilizing a combination of Technology-Organization-Environment and Process-Institutional-Market-Technology frameworks with intersecting elements from the Theory of Diffusion of Innovations and Technology Acceptance Model. The analysis resulted in categorization of blockchain technology adoption factors within a national economy in four factor groups: technological, organizational, institutional and market factors. The subsequent expert validation allowed illustrating a model of blockchain technology adoption in the national economy, based on expert opinions of international blockchain experts from 30 countries.
9. Technology developers' initiative was identified as the priority scenario for blockchain technology adoption in the economy of Latvia (38%) by the national blockchain expert group. Also, an aggregated expert opinion has identified two most significant factors for blockchain technology adoption – regulatory environment (20%) and innovation system (16%). Therefore, it can be concluded that blockchain technology adoption in the economy of Latvia can be efficiently facilitated through strengthening blockchain innovation system and crypto regulation, specifically taking into account that blockchain solutions of technology developers in Latvia predominantly

utilize public blockchain networks, which are connected to cryptocurrencies and virtual assets. Implementation of technology developers' initiative scenario can potentially contribute to the GDP and technological exports.

10. International experience shows that formulation of a clear political opinion on national priority axes for blockchain technology innovation support and implementation of blockchain pilot projects in public sector facilitate overall blockchain technology adoption in the national economy. In Latvia, blockchain technology can contribute to nine priority areas within the context of National Digital Transformation Guidelines for 2021-2027, which can be supplemented by social welfare analysis in order to highlight potential socio-economic costs and benefits to society and outline a well-substantiated course of actions for blockchain technology adoption in Latvia. In author's view, Latvia can learn from good practice examples demonstrated by comparable countries and states such as Estonia, Lithuania, Zug, Singapore, and Dubai, which are capable of ensuring agility in regulatory and public policy space due to its smaller size, hence, less complex coordination efforts in comparison to bigger countries and states.
11. As evidenced by the performed analyses, Latvia lags behind Estonia and Lithuania in all analysed indicators of blockchain technology adoption. However, it is possible to facilitate blockchain technology adoption in the economy of Latvia by strengthening significant adoption factors and focusing on the priority scenario identified through the analytical hierarchy process and implementing the recommendations and solutions outlined in this thesis to increase Latvia's regional competitiveness within the Baltic States region and globally.

IDENTIFIED PROBLEMS AND THEIR POSSIBLE SOLUTIONS

FIRST PROBLEM: There is a need for developing blockchain innovation system in Latvia as evidenced by AHP results.

Proposed solution. As the development of innovation policy is in the competence of the Ministry of Economics, under its framework it should consider developing a national blockchain strategy in line with priorities set out in the Sustainable Development Strategy of Latvia until 2030, National Development Plan of Latvia for 2021-2027 and Smart Specialization Strategy's priority axes. The Ministry should also consider attracting a specialized blockchain policy advisor with international expertise. The steps can involve:

- conducting a comprehensive research on potential socio-economic costs and benefits, value added and associated risks from blockchain technology integration in various sectors of economy and functions of public administration;

- consulting with representatives from industries and areas where the most substantial impacts are identified (such as Finance Latvia Association, Association of Latvian Food Retailers, Association of Local and Regional Governments, Latvia Internet Association, etc.), regulatory bodies (such as Financial Capital Markets Commission, Food and Veterinary Service, State Revenue Service, etc.);
- identifying the priority areas for blockchain solution piloting, establishing support mechanisms and infrastructure for development of blockchain solutions in identified areas and visible public communication about supported measures for blockchain technology innovation in Latvia.

Support measures for blockchain innovation system establishment should either include blockchain specific activities within existing general start-up support programmes both for local and foreign start-ups or create new support programs for blockchain entrepreneurs. It is an efficient way to keep local and attract international blockchain talent, as relocation of headquarters of successful blockchain start-ups emerging in Latvia to other countries is clearly a problematic sign, which needs to be further investigated in order to strengthen necessary support measures.

Other support measures can include more frequent and regular industry-specific informative activities and discussions on blockchain technology benefits and prospects for blockchain integration within each particular industry, promotion of collaborative projects of international consortia in Latvia, facilitation of national blockchain pilot projects involving various stakeholders, including blockchain technology developers, industry pioneers, public and regulatory bodies, academia, venture capitalists, etc.

Moreover, the envisaged blockchain pilot promoted by the Ministry of Economics and the Ministry of Finance should set a good practice example of blockchain solution piloting, and therefore requires public visibility and demonstration of efficient piloting approach, such as a 3-phased model suggested by OECD.

In addition, a blockchain innovation system in Latvia should be strengthened by inclusion of blockchain technology into priority areas of the National Digital Transformation Guidelines for 2021-2027. The Ministry of Environmental Protection and Regional Development should undertake activities to strengthen technical skills of government and private partner employees in blockchain innovation and adoption and to promote cooperation between public and private partners in line with three identified priorities:

- Service and systems creation;
- Human resources – competence centres and skills;
- Promoting digitisation of commercial activities.

Those actions will not only strengthen blockchain innovation system, but also improve Latvia's digital competitiveness and human capital, therefore contributing to the Digital Economy and Society Index (DESI), E-government

Development Index (EGDI), E-participation Index (EPI) and Global Competitiveness Index (GCI).

SECOND PROBLEM: There is a need for strengthening regulatory environment for blockchain solutions in crypto space and financial services industry in Latvia, as evidenced by AHP results.

Proposed solution. Ministry of Finance should consider conducting a joint research with the Ministry of Economics on economic benefits and associated risks from activities of virtual asset services providers in Latvia and define further steps to facilitate and efficiently supervise their activities. Subsequently, the Ministry of Finance should consider developing a specialized vision, regulation and/ or licensing regime for virtual asset service providers.

The Ministry of Finance should also consider attracting a specialized advisor with international expertise in virtual assets and cryptocurrencies, specifically on AML/ CFT aspects, to advise on development of such vision, regulation and/ or licensing regime, who should also train Financial Capital Markets Commission (FCMC) and/ or Consumer Rights Protection Centre (CRPC) personnel to efficiently supervise activities of virtual asset service providers. State Revenue Service in collaboration with FCMC and/ or CRPC should consider developing either in-house or collaborative solutions to supervise activities of virtual asset service providers, specifically in AML/ CFT area, in line with FATF requirements and with a technological capacity to add new requirements in a view of constantly evolving international AML/ CFT requirements.

In parallel, blockchain technology developers in fintech area should consider participating in a fintech sandbox facilitated by FCMC to simulate operational environment of their fintech solutions and agree on efficient reporting mechanisms compliant with regulation and national and international AML/ CFT requirements.

Those actions will not only strengthen regulatory environment, but will also facilitate development and commercialization of solutions in decentralized finance area by local blockchain technology developers, therefore, contributing to GDP and technological exports.

THIRD PROBLEM: There is the need for strengthening a blockchain governance framework in Latvia, as evidenced by AHP results.

Proposed solution. Blockchain governance framework in Latvia should be strengthened through inclusion of blockchain technology into priority areas of the National Digital Transformation Guidelines for 2021-2027, which is in the competence of the Ministry of Environmental Protection and Regional Development, which should consider developing a digital backbone for public administration functions and services (a blockchain layer as suggested by OECD) in line with six identified priorities:

- Fully digitised and data-driven public administration;

- Electronic identity and trust services;
- Social well-being and health of society;
- Information systems;
- Digital security policy;
- Promoting digitisation of commercial activities.

In this way, technical standards and cyber security safeguards will be set and addressed by the government, which will also facilitate blockchain adoption by private sector through reducing uncertainties and providing opportunities for interoperability with public services.

In addition, a specialized blockchain governance association comprising of public and private partners should be established, which would address various governance issues in blockchain ecosystem ensuring relevant oversight. Those actions will not only strengthen blockchain governance framework, but also improve country's digital competitiveness, therefore contributing to the Digital Economy and Society Index (DESI), E-government Development Index (EGDI), E-participation Index (EPI) and Global Competitiveness Index (GCI).

The Ministry of Economics or a specialized advisor should be attracted to evaluate potential incremental benefits to each subsequent blockchain pilot in digital public services and its impact on national welfare through cost savings and increased efficiency in government services, with likely positive spill-over effects on GDP in long term.

FOURTH PROBLEM: There is a lack of market opportunities in Latvia for development of blockchain technology solutions, as evidenced by AHP results.

Proposed solution. Blockchain technology developers, project promoters, as well as academia and consultants should consider joint collaborations in researching and organising informative activities, such as industry specific publications in press, seminars and/ or workshops, on the topic of application of blockchain solutions in various areas, such as fintech, supply chain, insurance, agri-food, public administration, internet of things, etc. with hands-on demonstrations of blockchain benefits over existing solutions and their applicability to systems and business models in Latvia. Those activities would raise blockchain knowledge of top managers and employees in various organisations and institutions in Latvia and create local market demand for blockchain solutions, therefore contributing to the Digital Economy and Society Index (DESI), specifically the 'Human Capital' component.

In addition, blockchain technology developers and project promoters should consider consultation and collaboration with FCMC via a fintech sandbox to ensure compliance with financial services regulation in the development of blockchain solutions in crypto-space and fintech areas, which should also target global markets due to cross-border nature of blockchain applications. To support this collaboration, FCMC is encouraged to extend the applicability of fintech sandbox environment to possible blockchain solutions targeting developing

countries, where there is more market demand for decentralized finance solutions in comparison to the EU. Commercialization of such solutions by local blockchain technology developers will contribute to GDP and technological exports.

As technological exports is one of the priorities of the National Development Plan for 2021-2027 and improvement of the Digital Economy and Society Index (DESI) components is in the competence of the Ministry of Economics, it should facilitate, encourage and support those activities through policies and actions described in previous points.

FIFTH PROBLEM: There is a lack of Latvia's visibility in the international blockchain landscape, as evidenced by Latvia's poor crypto activity in comparison to other countries and non-existence of blockchain solutions beyond crypto space.

Proposed solution. Taking into consideration that blockchain technology is a general-purpose technology and commercial blockchain solutions have cross-border nature, countries compete both for keeping local and attracting foreign blockchain entrepreneurs. The Ministry of Economics should consider conducting international branding activities via the Investment and Development Agency targeted at improving Latvia's image in international blockchain landscape. However, before performing those activities, it is crucial to address preceding problems, targeted at developing a clear national blockchain strategy with associated support measures for blockchain innovation system support and setting-up a regulatory environment with clear supervision mechanisms for virtual asset service providers. Latvia should learn from Estonia's and Lithuania's experience, which succeeded in building up strong international images in blockchain landscape.

LIST OF MAIN BIBLIOGRAPHIC SOURCES

1. *A Digital Single Market Strategy for Europe*: EU Strategy (2015) [online] [retrieved 20 April 2020]. Access: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52015DC0192>
2. Acton T., Clohessy T. (2019) Investigating the Influence of Organizational Factors on Blockchain Adoption: An Innovation Theory Perspective. In: *Industrial Management & Data Systems* – Vol. 119(7). Bingley: Emerald Group Publishing Ltd., p. 1457-1491
3. *Blockchain Regulations* (2020) [online]: Blockchain Consultus, 2020 [retrieved 10 April 2020]. Access: <https://www.blockchainconsultus.io/regulations/>
4. *Bitcoin ATMs by Country* (2020) [online]: Coinatmradar [retrieved 10 April 2020]. Access: <https://coinatmradar.com/countries/>

5. *Country Data* (2018) [online] UN E-Government Knowledgebase [retrieved 22 April 2020].
Access: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data-Center>
6. *Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.-2027. gadam* (2020) [online]: Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija [retrieved 11 November 2020]. Access:
<https://www.varam.gov.lv/sites/varam/files/content/files/digitalas-transformacijas-pamatnostadnes-2021-27.pdf>
7. Directive (EU) 2018/843 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive (EU) 2015/849 on the prevention of the use of the financial system for the purposes of money laundering or terrorist financing, and amending Directives 2009/138/EC and 2013/36/EU: EU Directive (2018) [online] [retrieved 19 April 2020]. Access: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.156.01.0043.01.ENG
8. Ekonomikas Ministrija (2019) [online] *Informatīvais ziņojums 'Par Blokkēžu tehnoloģiju izmantošanas piemēriem, perspektīvām un tālāko rīcību jomas attīstības veicināšanai'* [retrieved 17 May 2020]. Access: <http://tap.mk.gov.lv/lv/mk/tap/?pid=40469165&mode=mk&date=2019-02-26>
9. Ekonomikas Ministrija (2020) *Informatīvais ziņojums 'Par blokkēdes tehnoloģijas izmantošanas iespējām kases aparātos un citās ierīcēs ēnu ekonomikas mazināšanas nolūkos'* [online] [retrieved 21 October 2020]. Access: <http://tap.mk.gov.lv/lv/mk/tap/?dateFrom=2019-06-20&dateTo=2020-06-19&text=blok%C4%B7%C4%93d&org=0&area=0&type=0>
10. *European Blockchain Strategy – Brochure* (2021) [online]: European Commission [retrieved 16 January 2021]. Access: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-blockchain-strategy-brochure>
11. European Parliament Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies (2020) *Crypto Assets. Key developments, regulatory concerns and responses* [online] [retrieved 6 May 2020]. Access: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/648779/IPOL_STU\(2020\)648779_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/648779/IPOL_STU(2020)648779_EN.pdf)
12. Finanšu un Kapitāla Tirgus Komisija (2019) *Skaidrojums par virtuālo aktīvu un ICO izmantošanas iespējām un piemērojamo regulējumu* [online]: [retrieved 12 April 2020]. Access: https://www.fktk.lv/wp-content/uploads/2019/05/ICO_skaidrojums_23012019.pdf
13. *GDP per Capita (Current US\$)* (2019) [online]: The World Bank DataBank, World Development Indicators [retrieved 20 April 2020]. Access: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=NY.GDP.PC.AP.CD&country=>

14. Irani Z., Janssen M, Weerakkody V., Ismagilova E., Sivaraja U. (2020) A Framework for Analysing Blockchain Technology Adoption: Integrating Institutional, Market and Technical Factors. **In:** *International Journal of Information Management*, Vol. 50. Amsterdam: Elsevier, p. 302-309
15. *List of All Cryptocurrency Exchanges* (2020) [online]: Blockspot [retrieved 10 April 2020]. Access: <https://blockspot.io/exchange/>
16. Lou A.T.F, Li E.Y. (2017) Integrating Innovation Diffusion Theory and the Technology Acceptance Model: The adoption of blockchain technology from business managers' perspective. **In:** *Proceedings of the International Conference on Electronic Business*, Vol. 44, p. 299-304.
17. Noziedzīgi iegūtu līdzekļu legalizācijas un terorisma un proliferācijas finansēšanas novēršanas likums: Law of the Republic of Latvia (2020) [online] [retrieved 12 February 2020]. Access: <https://likumi.lv/ta/id/178987-noziedzīgi-iegutu-lidzeklu-legalizācijas-un-terorisma-un-proliferācijas-finansēšanas-noversanas-likums>
18. Rogers, E.M. (2003) *Diffusion of Innovations*. 5th edition. New York: The Free Press, p. 576.
19. *Stats and Facts* (2020) [online]: ICOBench [retrieved 10 April 2020]. Access: <https://icobench.com/stats>
20. Tapscott D., Tapscott A. (2018) *Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin Is Changing Money, Business, and the World*. 2nd edition. New York: Penguin Random House LLC, p. 365.
21. *The Digital Economy and Society Index* [n.y.] [online]: European Commission [retrieved 2 April 2020]. Access: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>
22. *The Global Competitiveness Index Dataset* (2019) [online]: The World Economic Forum database [retrieved 20 April 2020]. Access: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GCI_4.0_2019_Dataset.xlsx