



**VENTSPILS AUGSTSKOLAS RAKSTU KRĀJUMS
2020**

Ventspils 2020

Ventspils Augstskolas rakstu krājums 2020

Sastādītāji:

Prof., Dr.phys. Sergejs Hiļķevičs,

Asoc.prof., Dr.math. Gaļina Hiļķeviča

Rakstu krājums apstiprināts publicēšanai Informācijas tehnoloģiju fakultātes domes sēdē 07.04.2020. ar lēmumu Nr. 3, Ekonomikas un pārvaldības fakultātes domes sēdē 05.03.2020. ar lēmumu Nr.6. Krājumā publicētie raksti ir recenzēti.

Adrese:

Ventspils Augstskola

Inženieru iela 101, Ventspils, LV – 3601

Elektroniskais izdevums

© Ventspils Augstskola, 2020

ISBN 978-9984-648-95-8

SATURS

Priekšvārds	4
R.Bralis, K.Skirmante DEVELOPMENT OF MONITORING SYSTEM'S OF VeUAs VIRAC HPC	5
A. Nikolajevs, K. Prūsis THE LOFAR LONG-BASELINE CALIBRATOR SURVEY CLASSIFICATION STATISTICAL ESTIMATION	11
R. Peženkovs, J. Freimanis POLARIZED RADIATION TRANSFER MODELING IN DUST MEDIA USING MONTE CARLO METHOD	21
K. Prūsis, A. Nikolajevs DATA REDUCTION AND IMAGING OF GRAVITATIONAL LENS SYSTEM CLASS 0631+519	29
J.Steinbergs, K. Skirmante, Vl.Bezrukovs IRBENE – TORUN VLBI EXPERIMENT AND VIRAC DATA PROCESSING PIPELINE	41
E. Visockis, L. Gulbe 3D BUILDING MODEL RECONSTRUCTION USING LIDAR DATA	49
D. Cekule INOVATĪVO TEHNOLOĢIJU IEVIEŠANA SILTUMENERĢIJAS RAŽOŠANĀ UN TO IETEKME UZ CENTRĀLĀS SILTUMAPGĀDES ATTĪSTĪBU	60
I. Ezermale, U. Libkovska LATVIJAS VESELĪBAS TŪRISMA KONKURĒTSPĒJU IETEKMĒJOŠO FAKTORU ANALĪZE	73
I.Graudīņa LATVIJAS LIELO PILSĒTU SILTUMAPGĀDES UZŅĒMUMU ATTĪSTĪBAS STRATĒGIJU ANALĪZE	87
D. Kopiščiks ĀRVALSTU TIEŠO INVESTĪCIJU IETEKME UZ LATVIJAS TAUTSAIMNIECĪBAS ATTĪSTĪBU	102
A. Lepiksone KVALIFICĒTA DARBASPĒKA PIESAISTE UN MOTIVĀCIJA RAŽOŠANAS UZŅĒMUMOS LATVIJĀ	113
A. Pulkstene, S. Hilķeviĉs METODOLOĢIJAS IZSTRĀDE LATVIJAS UZŅĒMUMU FINANSIĀLĀ STĀVOKĻA NOVĒRTĒŠANAI	124
V. Semakina, S. Hilķeviĉs LATVIJAS UZŅĒMUMU FINANSIĀLI EKONOMISKĀS DARBĪBAS NOVĒRTĒŠANAS METOŽU SALĪDZINOŠĀ ANALĪZE	139

Priekšvārds

Cienījamie lasītāji!

Jūsu uzmanībai tiek piedāvāts Ventspils Augstskolas (VeA) rakstu krājums, kura pamatu veido divu VeA fakultāšu, Ekonomikas un pārvaldības fakultātes (EPF) un Informācijas tehnoloģijas fakultātes (ITF) un inženierzinātņu institūta “Ventspils Starptautiskais Radioastronomijas centrs” pētnieciskie darbi.

Ventspils Augstskola ir reģionālā augstskola, kas no vienas puses ir līdzīga citām Latvijas augstskolām, jo nodarbojas ar tiem pašiem izglītības un zinātnes attīstības jautājumiem kā citas augstskolas, bet kurai, no otras puses piemīt vismaz divas specifiskās īpatnības, kas citām augstskolām nav raksturīgas.

Pirmā VeA specifiskā īpatnība ir saistīta ar ģeogrāfisko stāvokli, ar atrašanos pilsētā ar vienu no lielākām Baltijas jūras ostām, kurai ir nozīmīga loma Latvijas transporta infrastruktūrā. Līdz ar to VeA Ekonomikas un pārvaldības fakultātes prioritārie pētniecības virzieni ir saistīti ar loģistiku, eksportu un importu, Ventspils un Kurzemes reģiona uzņēmumu konkurētspējas paaugstināšanu, inovāciju lomu reģionālā ekonomiskā attīstībā.

Otrā VeA specifiskā īpatnība ir saistītā ar to, ka augstskolas rīcībā ir Eiropas nozīmes zinātniskās infrastruktūras objekts – radioteleskopu RT-16 un RT-32 komplekss, uz kura bāzes funkcionē Ventspils Starptautiskais Radioastronomijas Centrs (VSRC). VSRC veic pētījumus ciešā sadarbībā ar VeA ITF, līdz ar to ITF prioritārie pētniecības virzieni iekļauj digitālo signālu apstrādi, darbu ar liela apjoma datiem (big data), satelītu attēlu apstrādi.

Latvijas un Kurzemes reģiona ekonomiskās un sociālās attīstības veicināšanai, kvalificēta darba spēka sagatavošanai, jaunatnes aizplūšanas samazināšanai ir nepieciešama jaunās paaudzes iesaistīšana pētījumos.

Mēs gribam novēlēt rakstu autoriem veiksmi turpmākos pētījumos.

Prof. Sergejs Hiļķevičs
Asoc. prof. Galina Hiļķeviča

DEVELOPMENT OF MONITORING SYSTEM'S OF VEUAS VIRAC HPC

R.Bralis, K.Skirmante

Engineering Research Institute “Ventspils International Radio
Astronomy Center” of Ventspils University of Applied Sciences,
Inzenieru str., 101, Ventspils, LV-3601, Latvia

The monitoring system prototype of the Ventspils University of Applied Sciences institute “Ventspils International Radio Astronomy Centre” High Performance Cluster (HPC) was developed in 2018. Monitoring system's purpose is collection and representation of cluster resource usage and graphical representation of information for easier understanding of data to VeUAs VIRAC employees. Publication contains VIRAC HPC monitoring system prototype description. A brief description of reasons why a custom cluster monitoring system is needed, the technologies used to develop the prototype. In Results & Conclusions section a conclusion about each part of this prototype and its development and the used methodologies. The system has been deployed on a private VIRAC server separately from cluster for security purpose (it is only accessible to employees through local network).

Keywords: *Web technologies, monitoring of cluster resources, databases*

1. INTRODUCTION

High performance computing systems are a quickly evolving technology, so it is necessary to monitor cluster, which consists of master nodes and computing nodes, each node represents a computing unit therefore creating necessity, and improve these systems by analyzing received data from cluster and represent it graphically. Although there are products for cluster monitoring, a big shortcoming of available products in market is that clusters should not be optimized to enable all needed operations for a tool. So there is a need for specialized monitoring tool for optimized kernel clusters. Since the tool obtains data that is difficult to understand, a more visual presentation is needed. That is why it is important to present these situations in a graphic interface, where Web technologies are a useful tool to show current information both locally and remotely.

The aim of paper is to create a functioning Ventspils International Radio Astronomy Center monitoring prototype for high performance computing (HPC) system. To achieve the mentioned goal it is necessary to review cluster resource monitoring solutions for displaying VIRAC HPC system state, research Web based application development tools for the gathered cluster resource data implementation into Web application.

The tasks would be to retrieve and gather resources from cluster nodes into database, to develop Web application, which represents gathered data in viewable form.

2. THEORETICAL

VIRAC HPC cluster consists of 2 master nodes and 28 computing nodes, totalling 30 active cluster nodes. Each node consists two Intel Xeon E5-2630 v3 processors with 8 cores for each, with 128 GB RAM and with 40 Gb/s QDR InfiniBand network card for communication.

Monitoring system was developed using native OS tools to retrieve data about each cluster node, parsed and saved into database. To improve value of the monitoring system, the data is shown on web application which uses modern web technologies such as Ruby on Rails framework, which utilizes MVC architecture, and simple graphical interface to improve users experience using it.

Since cluster is based on Unix-family operating system with optimized OS kernel, therefore removing all ready-made cluster monitoring product options, monitoring system will use tools from Unix-based OS to retrieve information about each cluster node, its running processes and their resource usage.

There are multiple web graphical interface development languages and frameworks which provide a reasonable opportunity to create web applications. Nowadays a good practise is to approach web development using MVC (Model-View-Controller) architecture [3, page 4], so it is reasonable to choose a language and framework that supports that.

3. EXPERIMENTAL

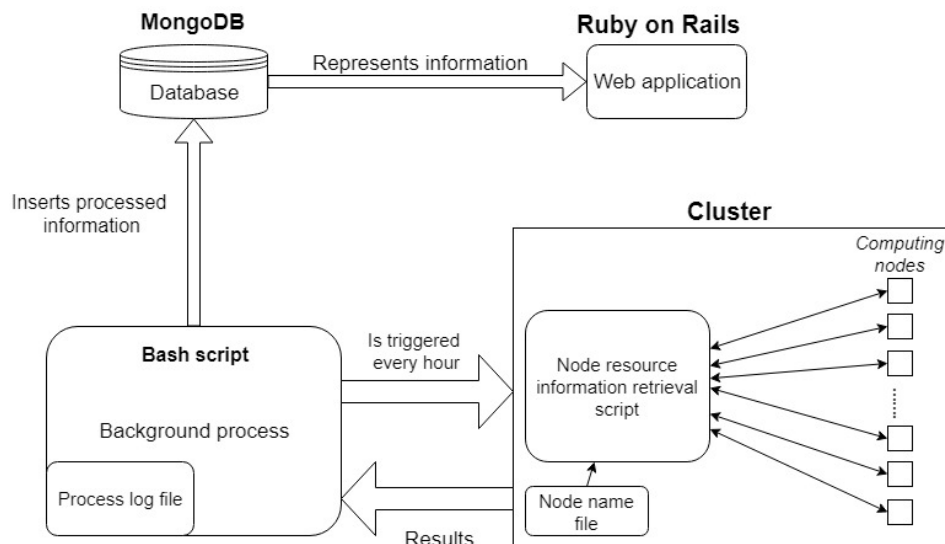


Fig. 1. Monitoring system schema

A background process, which was written using Bash scripting language, was developed to call cluster node information gathering script using SSH protocol every hour. The purpose of it is cluster usage for computation processes for 24/7. The script is located in a master node to enable possibility to access all computing nodes.

Cluster node information script is written in Bash scripting language, which enables direct tool utilization for Unix-like operating systems [5]. The utility called “ps” returns all active processes in OS. Since it is necessary to save information about processes that are actually using resources, the result is filtered using utility “awk” to remove processes that are not active i.e. not using CPU and RAM resources. The resulting output is returned back to the calling node (master node) using SSH protocol through tool “ssh” [1]. The received information about the target nodes are read from a separate text file and called a specific command in every node to gather necessary data.

Database keeps data gathered from above mentioned programs, as well as works as database for web application. A MongoDB database enables to create flexible records and documents not adhering to schematic structure[2]. MongoDB is a document-oriented database program, classified as NoSQL since it uses JSON-like documents with schemata. Reason why this program is used is because application can be further expanded and NoSQL databases have opportunity to have dynamic schema. The resulting data are stored in a document stored information of each node.

Web server contains web application and creates relation between database and client graphical interface. Web application/server was written using Ruby programming language and Ruby on Rails framework with Mongoid library to establish interaction with database. Ruby on Rails is one of the most popular open-source web development frameworks that utilise MVC architecture to structure the web application in logical stages[4]. To enable interaction with MongoDB database, Ruby library (called gem) Mongoid is used. Mongoid is an official ODM framework for MongoDB in Ruby[6].

To start web server and background process tool “cron” is used to trigger processes during boot up of operating system[8]. The background process itself uses “cron” to trigger the node information gatherer script once every hour.

Cluster information gathering script gets information about random access memory, processor resources and active node processes, their names, process identifiers, their users and core, which process is assigned for usage.

Script as an argument is given processing node name because connecting to cluster locally is possible with SSH protocol with node name. The resulting output contains all node processes which uses processor and random access memory resources in a table. Table contains aforementioned parameters of the process. Table is filtered from processes which don’t use any processing power at that moment and returned to the user or the script which executed it.

Also is necessary to determine count of cores to create conclusion about available and used nodes. With Unix tool “nproc” user can find out the total available processing core count on operating system. The info about count of cores is stored for nodes in a separate MongoDB document.

Script is used in conjunction with macro command and sends the script process to background, in order to create pseudo-parallel execution for efficiency since it is necessary to get information from all nodes.

To analyze and update newest information about all cluster nodes system resources it is necessary to execute previously mentioned script periodically and to prepare information for saving in database. A another script is used to call the aforementioned script for all cluster node system information every hour and saves

the information in database. Since the script needs to have specific data about the cluster configuration, a separate file is used as configuration file for storing that information. Also it is necessary to log the state of these information gathering scripts. So a separate Bash script was created for creating functions to log script process execution state for every day. This is a periodical process so it is executed by job scheduler “cron”. Resulting information of script is inserted into MongoDB database to store for web application usage.

In case the process is stopped by unexplained interruption, “cron” is used to automate starting the process when OS is started.



Fig. 2. Web application graphical representation

Web application shows graphically visual view of cluster nodes and their current state of each core. It is written using programming language Ruby and its web application development framework Ruby on Rails. Ruby on Rails uses MVC architecture to represent different states of application and abstraction to ease development time. [4, page 45]

In cascade window, user is given navigation to main page and option to log out of their profile. Main page view uses data stored in MongoDB database which was taken from previously mentioned Bash scripts. The view is presented in a row view. Each row containing 3 nodes. Every cluster node has a separate container which displays node cores and their representative state of usage determined by legend above the nodes. The retrieved information about the node is processed to calculate the arithmetic mean of resource usage for core. The information about the core process uses is received from background process(which was stored in database). After the percentage is calculated, the number determines what kind of color the core should be colored in. The color legend is displayed above the node table to determine core usage. By clicking on a node container, user is redirected to a web page of that specific node, where all processes in last hour are shown.

Representation is done in a list sorted in descending order by CPU usage. To retrieve data from MongoDB database, a gem called Mongoid is used as a library to ease access to data. Since raw data from database can not fully represent all needed statistic about nodes, all calculations are done internally by separate helper methods who extract and calculation percentages for graphical representation, for example to determine resource usage.

3. CONCLUSIONS

Cluster information gathering

There are many different cluster monitoring products available in public market, but in case of specialized cluster, these solutions don't work because of their implementations using specific parts of kernel that might be removed for optimization purpose. So it is necessary to research and conclude how these products work and try to create a specialized tool that is usable by cluster using tools that bypass those limitations of optimized kernel. The main monitoring flow of operations is to retrieve all processes from each node using means that are available and to parse and save the data script has retrieved.

Web application

It is possible to develop web applications very easily in today's technological evolution. Every developer needs to know about the ideas and methods that are popular, so the applications that are created are using means that everybody can understand and use. Since the cluster information program is custom, it is necessary to develop applications accordingly. One of modern methodology patterns is MVC which allows separation and abstraction of application into sections that are easy to understand.

REFERENCES

- [1] Barret J.D., Byrnes G.R., Silverman E.R, SSH The Secure Shell The Definitive Guide 2nd Edition, O'Reilly Media, 1005 Gravenstein Highway North, 2005, Sebastopol, CA 9547220022, 672 pages, ISBN: 978-0596008956
- [2] Chodorow K., *MongoDB: The Definitive Guide, Second Edition*, O'Reilly Media, 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 9547220022, 2013, ISBN: 978-1-449-34468-9
- [3] Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Pearson Education, 201 W. 103rd Street Indianapolis, IN 46290, 1994. ISBN: 0-201-63361-2
- [4] Hansson H.D., Thomas D., Ruby S., *Agile Web Development With Rails, Fourth Edition*, Pragmatic Bookshelf, 9650 Strickland Rd, #103-255 Raleigh, NC 27615, 2013, 456 pages, ISBN: 978-1-93778-556-7

- [5] Free Software Foundation Inc, *Bash Reference Manual* [online], 2016, [cites: April 28,2018]. Available: <https://www.gnu.org/software/bash/manual/bash.pdf>
- [6] MongoDB Inc., *Mongoid - Mongoid Manual 7.0* [online], 2017, [cites: April 28, 2018]. Available: <https://docs.mongodb.com/mongoid/current>
- [7] SimilarTech Ltd., *Ruby on Rails Market Share And Web Usage Statistics* [online], [cites: April 28, 2018]. Available: <https://www.similartech.com/technologies/ruby-on-rails>
- [8] Wikipedia, *Cron* [online], [cites: April 28,2018]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Cron>

SUMMARY IN LATVIAN

Ventspils Augstskolas Ventspils Starptautiskā Radioastronomijas centra Augstas Veiktspējas klastera monitoringa sistēmas prototips tika izstrādāts 2018.gadā. Monitoringa sistēma savāc un apstrādā klastera resursu izmantošanas datus un grafiski attēlo tos vieglākai izpratnei Starptautiskā Radioastronomijas centra darbiniekiem.

Publikācija satur VSRC augstas veiktspējas klastera monitoringa sistēmas prototipa aprakstu. Tiek aprakstīti iemesli kāpēc specializēta klastera monitoringa sistēma ir nepieciešama, kādas tehnoloģijas ir nepieciešamas šādas sistēmas izveidei. Rezultātu un secinājumu nodaļā ir veikti secinājumi par katru prototipa sastāvdaļu un tās izstrādās gaitu un izmantotajām metodoloģijām, tehnoloģijām.

Sistēma ir izvietota atsevišķā privātā VSRC serverī, kurš ir pieejams darbiniekiem lokālā tīklā.

THE LOFAR LONG-BASELINE CALIBRATOR SURVEY CLASSIFICATION STATISTICAL ESTIMATION

A. Nikolajevs, K. Prūsis

Engineering Research Institute “Ventspils International Radio Astronomy Centre” (ERI VIRAC) of Ventspils University of Applied Sciences, Inženieru 101, Ventspils, LV-3601, Latvia

In this paper data manipulation of the LOFAR Long-Baseline Calibrator Survey (LBCS) and the Westerbork Northern Sky Survey (WENSS) catalogues are carried out. The aim for that is to make calibrator classification statistics plots and estimations for further observations and upcoming stations. It is important to know in advance if there will be sufficient calibrators available for all long baseline international stations. Firstly, mean flux densities of LBCS calibrators against declination or observed station’s baseline length to the tied core station are plotted and classified sources are marked. Secondly, we provide the designation – naming it success rate – for the number of sources with correlated signal against all the LBCS catalogue sources. Thirdly, there is a trend in mean peak flux densities between stations – longer the baseline, higher mean peak flux density. Finally, estimations for upcoming and recent stations are made and some results are not encouraging, which leads us to a need for new surveys or techniques.

Keywords: *LOFAR calibrators, LBCS classification, statistical estimation, catalogue manipulation*

1. INTRODUCTION

LOFAR, the LOw-Frequency Array [1], is a new-generation radio interferometer constructed in the north of the Netherlands and across the Europe. LOFAR covers the largely unexplored low-frequency range from 10–240 MHz and provides a number of unique observing capabilities. LOFAR is one of the first radio observatories to feature automated processing pipelines to deliver fully calibrated science products to its user community. New capabilities and techniques of LOFAR make it an important pathfinder for the Square Kilometre Array (SKA) [2].

One of the challenges in the design of the LOFAR radio telescope is calibration of the ionospheric effects as at low frequencies ionosphere is not uniform and can change within minutes [3]. Compensation for phase delays caused by Earth’s atmosphere is very important for further radio interferometer data interpretation. To achieve this, a calibrator source near the target source must be observed. They should be close enough on the sky to be subject to approximately the same propagation effects. To do a calibration, delay and phase solutions are transferred from the calibrator to the target source. Aim of LOFAR LBCS [4] is to identify sources over a large part of the northern sky suitable for calibrating further observations. The survey includes sources with correlated flux densities starting from 50 mJy at frequencies around 110–190 MHz. Suitable sources are described as calibrator density over the sky. For the shortest international baselines, there is around one suitable calibrator source per square degree. For the longest baselines, there are

significantly less suitable calibrators available. LBCS is an ongoing project and more than 24 000 sources have been observed and processed so far. LBCS database is formed using survey results. For each International LOFAR Telescope (ILT) [5] station, sources are classified into groups which are described if the source can be considered as suitable calibrator (marked as P-class) or there is insufficient correlated flux for calibration (marked as X-class). The LBCS source selection in the region north of 30°N uses three surveys. The first survey is the 74-MHz VLSS [6], the second survey is the Multi-frequency Snapshot Sky Survey (MSSS) [7], and the third, the most used, is the 325 MHz WENSS [8]. The LBCS database does not contain flux densities per beam for each source and the WENSS catalogue can be used to supplement the list. WENSS catalogue [9] sources are observed at frequency different from LBCS but still close enough for further calibrator classification statistics, therefore, estimations can be made.

2. CALIBRATOR CLASSIFICATION ESTIMATIONS

Automated Python scripts are used to manipulate WENSS and LBCS catalogues. As there are no unified source names in both catalogues, script recognizes sources by their coordinates – right ascension and declination. There are 24 893 sources so far in the LBCS and 229 420 sources in the WENSS catalogue. ERI VIRAC high performance computing server cluster is used for execution of the scripts. In total 18 447 sources overlaid in both catalogues and formed a new list containing LBCS database concatenated with peak flux densities from WENSS catalogue.

This chapter briefly explains catalogue manipulation and statistical methods used to acquire calibrator classification estimations.

2.1. MEAN FLUX DENSITIES AGAINST DECLINATION

Peak flux densities are displayed as P-class or X-class source against declination. The script generates plots for every single station. Each source in the plot is displayed as P or X class source (for the specific station). Axes represent peak flux density in mJy/beam and declination in degrees. Range of Y-axis is limited to see only most of the points. Mean values are calculated for short intervals of 10 degrees by calculating all the specific class source peak flux densities in the interval and dividing by the count of sources. Mean values are connected to form a line. We chose to show the most extreme cases – the closest station DE605 (Jülich, 226 km) in Fig. 1 and the furthest station FR606 (Nançay, 700 km) in Fig. 2 to the tied core station at Exloo. Stations of Poland and Ireland were not included due to the lack of observed sources.

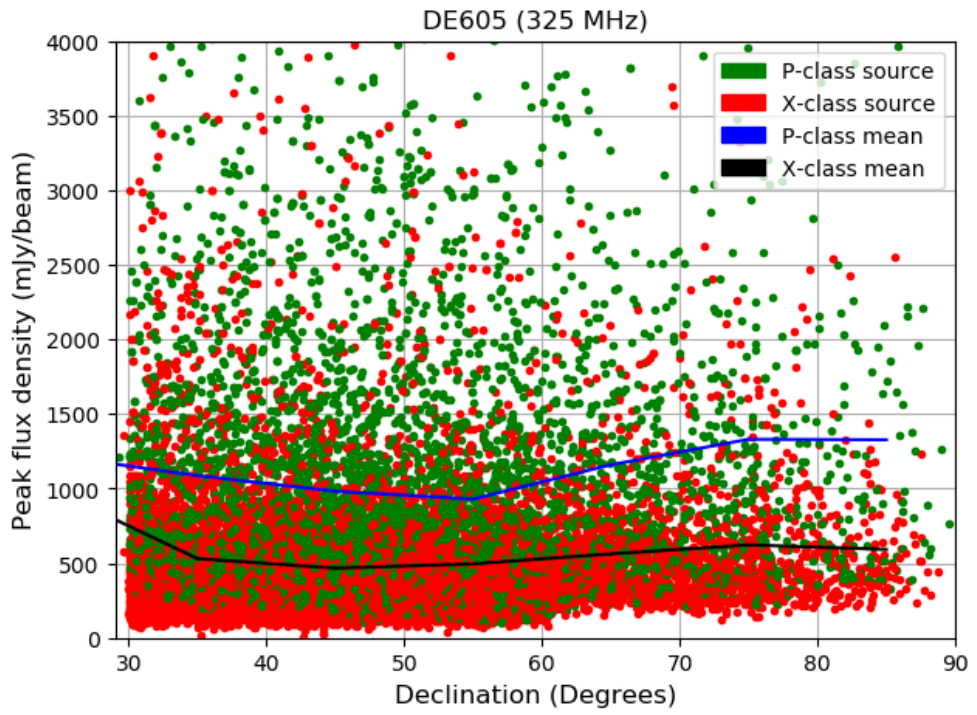


Fig. 1. DE605 peak flux densities and their mean values (classified as LBCS P or X sources) against declination – as the best case

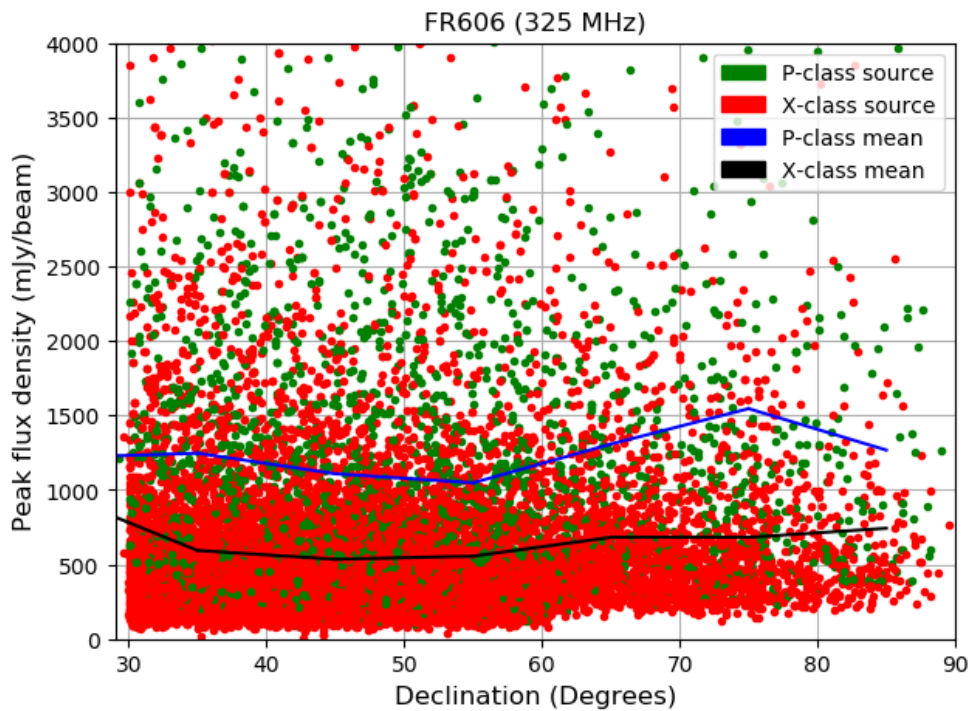


Fig. 2. FR606 peak flux densities and their mean values (classified as LBCS P or X sources) against declination – as the worst case

2.2. LOWER LIMITS OF FLUX DENSITIES

The peak flux densities at the lower limits of the LBCS sources seem interesting. Peak flux densities are displayed as P-class or X-class source against declination but the range of Y-axis is limited to 300 mJy/beam. In Fig. 3 and Fig. 4 we can see at which peak flux density point the P and X class sources start to appear in the plot.

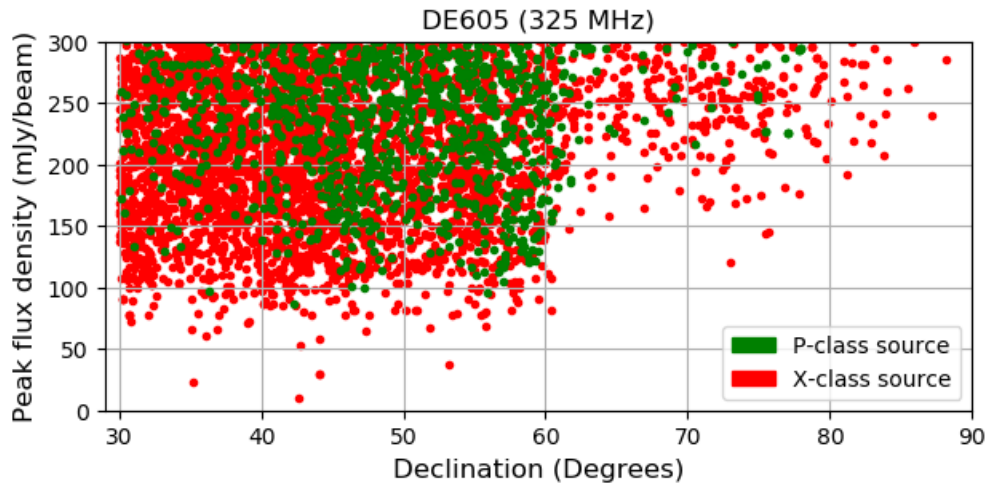


Fig. 3. Lower limits of DE605 peak flux densities (classified as LBCS P or X sources) against declination

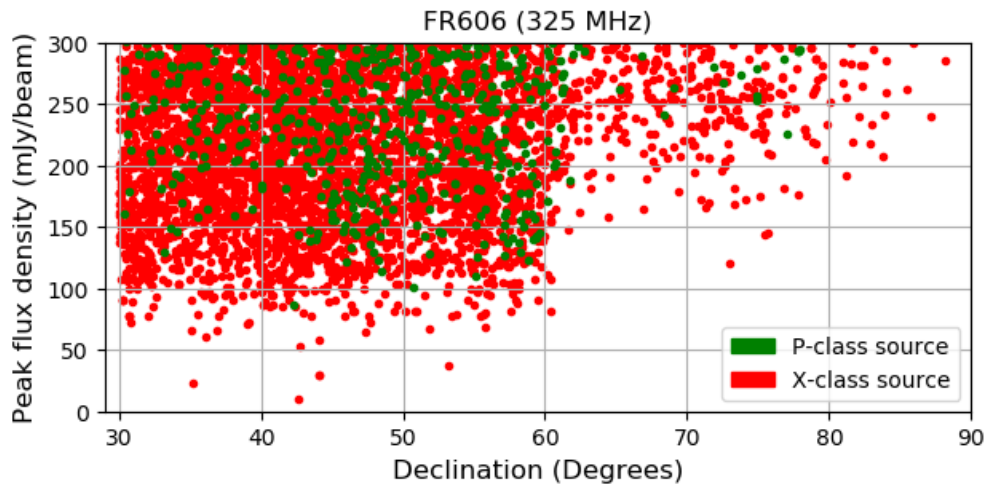


Fig. 4. Lower limits of FR606 peak flux densities (classified as LBCS P or X sources) against declination

2.3. MEAN FLUX DENSITIES AGAINST BASELINES

The script calculates and generates mean peak flux densities of the P or X class sources for each station. In Fig. 5 axes represent mean peak flux density in mJy/beam and station-to-core baseline length in km. The linear trend line is also marked for the P and X class source data as the points form a significant trend. The linear trend line equation is calculated using *polyfit()* and constructed using *poly1d()* function of *numpy* package.

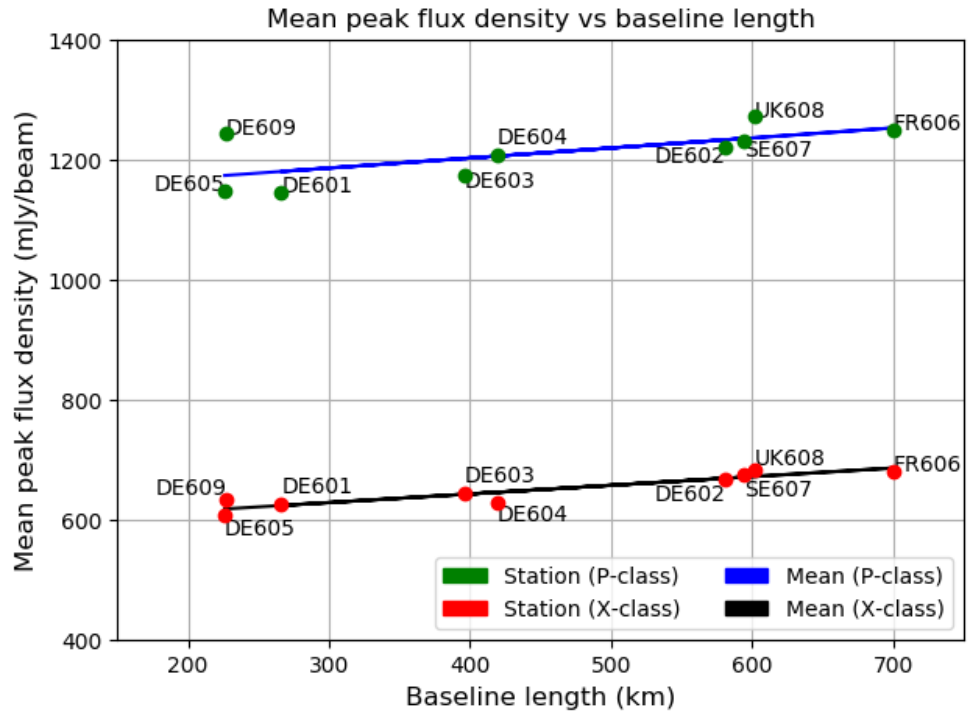


Fig. 5. Mean peak flux densities per station for P and X class sources

2.4. SUCCESS RATE AGAINST BASELINE

Since having mean peak flux densities of the P and X class sources for each station, the success rate which describes P-class source percentage from all LBCS sources observed by the station can be calculated. In Fig. 6 axes represent success rate and station-to-core baseline length in km. It turns out that success rates from each station form a trend. The linear trend line equation is calculated using *polyfit()* and constructed using *poly1d()* function of *numpy* package.

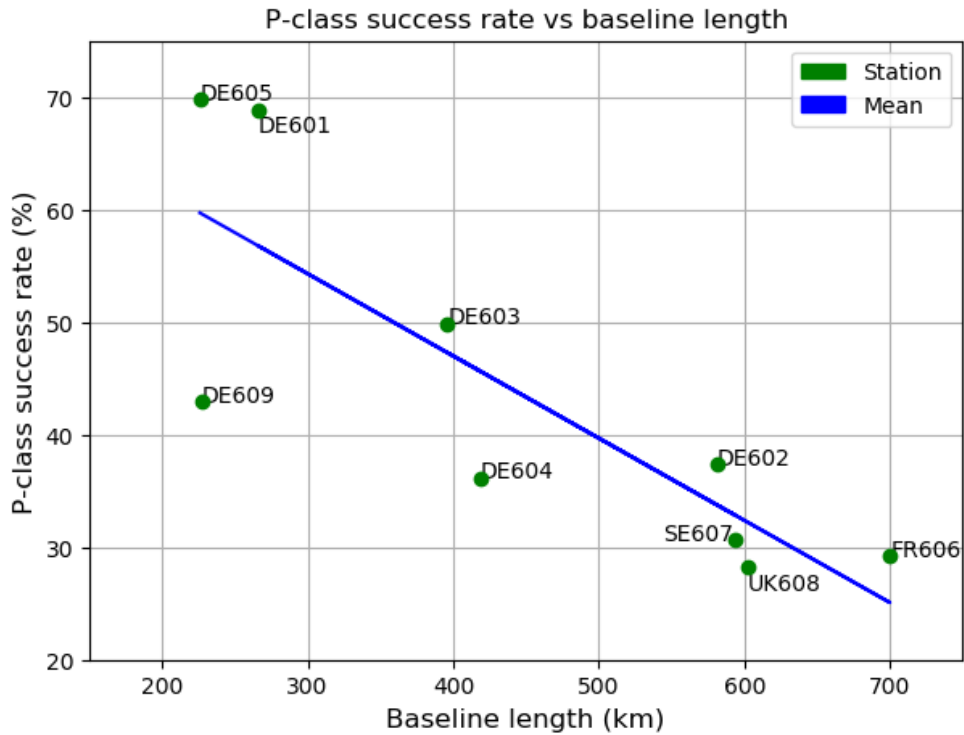


Fig. 6. Success rate per station

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Results of mean peak flux densities against declination can be seen in Fig. 1 while Fig. 2 shows the distribution of P (as green dots) and X (as red dots) class sources on the plot. As we can see there are more red dots at the bottom and occurrence of green dots increases if we move above. If plots were to be compared from different stations then there are obviously more red dots than green dots on longer baselines. The mean line on the plot shows mean peak flux density on a specific declination interval. Peak flux density decreases as we move further in declination till 60 degrees. Above 60 degrees there is a gap of sources at the lower limit of the plot. That results in increase of mean values at that declination range. For all the stations used in the LBCS observations, the mean peak flux density trend is very similar. For longer baselines mean lines move up slightly.

At the lower limits of peak flux densities in Fig. 3 and Fig. 4 we can see the 300 mJy/beam range – part of the plot where the P and X class sources start to appear. The amount of X-class sources visually seems similar for both extreme cases (DE605 and FR606) but the amount of P-class sources significantly decreases on longer baselines at that flux density range. All plots at the bottom start with red dots from roundly 50 mJy/beam that are followed by incrementation of green dot amount from about 100 mJy/beam.

In Fig. 5 we can see a significant trend for both P and X class source data. Mean values are about 1150 mJy/beam for the shortest baseline stations (DE605, DE601) of P-class source data. The last station in the plot (FR606) has the mean

peak flux density around 1250 mJy/beam. A similar trend can also be observed for X-class source data – just above 600 mJy/beam and 700 mJy/beam respectively. Resulting P-class source (1) and X-class source trend line equations (2):

$$MPFD = 0.1672 \times BL + 1135.33 \quad (1)$$

$$MPFD = 0.1439 \times BL + 584.86 \quad (2)$$

MPFD - mean peak flux density in mJy/beam;

BL - baseline length to the tied core station in kilometers.

We can statistically estimate from trend lines, what mean peak flux density is more likely to be from P or X class source for a certain baseline length. There are more recent international stations that are not included in Table 1. By knowing their baseline length to the tied core station we can calculate what mean peak flux density sources are more likely to be suitable as calibrators. There are 5 international stations – PL610 (693 km), PL611 (999 km), PL612 (915 km), IE613 (989 km), and upcoming station in Latvia LV614 (1079 km).

Table 1

Mean peak flux density estimation for recent stations

International station	Baseline length to tied core station (km) ¹	Estimated mean P-class source peak flux density (mJy/beam)	Estimated mean X-class source peak flux density (mJy/beam)
PL610	693	1251	685
PL611	999	1302	729
PL612	915	1288	717
IE613	989	1301	727
LV614	1079	1316	740

¹ measured from the map: <http://astron.nl/lofartools/lofarmap.html>

Results of success rate against station-to-core baseline length in Fig. 6 describes how the P-class source percentage from all LBCS observed sources changes against station baseline length to the tied core station. The most successful station appears to be with the shortest baselines and the least successful with the longest baselines. Resulting in success rate trend line equation (3):

$$SR = -0.0731 \times BL + 76.22 \quad (3)$$

SR - success rate of the station in %;

BL - baseline length to the tied core station in kilometers.

This plot regarding the trend line can statistically estimate how many calibrator sources from LBCS there will be available for a certain baseline length. In

Table 2 the success rate for recent international stations is calculated by using that equation.

Table 2

Recent station success rate estimation

International station	Baseline length to the tied core station (km)	Estimated success rate (%)
PL610	693	25,6
PL611	999	3,2
PL612	915	9,3
IE613	989	3,9
LV614	1079	-2,7

4. CONCLUSIONS

Statistically, the mean peak flux density is lower for the sources on the higher declination. This might be affected by the ionosphere because the layer of the ionosphere is thicker on the lower elevation (and also declination). Another reason for that might be a man-made interference because by observing at lower declination station will detect man-made radio signals from the ground. Longer baselines statistically should have higher flux density to classify the source as P-class.

Lower limits of flux densities show that there are not any P-class sources under 80 mJy/beam. No matter if it is a short or a long baseline.

In Fig. 5 there is just a small difference between the shortest and the longest baseline mean peak flux densities but it is worth mentioning. Even estimated data for the furthest station LV614 does not differ significantly. But that change between baseline lengths may hold useful information about P and X class estimation.

There is a huge contrast between stations when we compare the success rate. This designation reflects the amount of LBCS calibrators available for a certain baseline length. Unfortunately, the result is not encouraging for some recent and upcoming stations. The shortest baseline station (DE605) success is rated as high as 70% but at the moment the longest baseline station (PL611) has only 3%. And there seems may not be any LBCS calibrator for upcoming station LV614. Therefore we need solutions as another calibrator survey with more compact sources.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank Dr Neal Jackson from Jodrell Bank Centre for Astrophysics (JBCA), Manchester, United Kingdom, for his great help in providing theoretical basis in radio interferometry and providing assistance in LOFAR data processing. Our recent work in this area has been supported by project Nr. 692257 - BALTICS (Building on Advanced Lofar Technology for Innovation, Collaboration, and Sustainability).

REFERENCES

- [1] van Haarlem, M. Á., Wise, M. W., Gunst, A. W., Heald, G., McKean, J. P., Hessels, J. W. T., ... & Brentjens, M. (2013). LOFAR: The low-frequency array. *Astronomy & astrophysics*, 556, A2. DOI: 10.1051/0004-6361/201220873
- [2] Dewdney, P., Hall, P., Schillizzi, R., & Lazio, J. (2009). The square kilometre array. *Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE*, 97(8), 1482-1496. DOI: 10.1017/pasa.2012.007
- [3] van der Tol, S., & van der Veen, A. J. (2007, July). Ionospheric calibration for the LOFAR radio telescope. In 2007 International Symposium on Signals, Circuits and Systems(Vol. 2, pp. 1-4). IEEE. DOI: 10.1109/ISSCS.2007.4292761
- [4] Jackson, N., Tagore, A., Deller, A., Moldón, J., Varenius, E., Morabito, L., ... & Kapinska, A. (2016). LBCS: The LOFAR long-baseline calibrator survey. *Astronomy & astrophysics*, 595, A86. DOI: 10.1051/0004-6361/201629016
- [5] Vermeulen, R. C., & Van Haarlem, M. (2011, August). The international LOFAR telescope (ILT). In 2011 XXXth URSI General Assembly and Scientific Symposium (pp. 1-1). IEEE. DOI: 10.1109/URSIGASS.2011.6051244
- [6] Lane, W. M., Cotton, W. D., van Velzen, S., Clarke, T. E., Kassim, N. E., Helmboldt, J. F., ... & Cohen, A. S. (2014). The very large array low-frequency sky survey redux (VLSSr). *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 440(1), 327-338. DOI: 10.1093/mnras/stu256
- [7] Heald, G. H., Pizzo, R. F., Orrú, E., Breton, R. P., Carbone, D., Ferrari, C., ... & Rafferty, D. (2015). The LOFAR Multifrequency Snapshot Sky Survey (MSSS)-I. Survey description and first results. *Astronomy & astrophysics*, 582, A123. DOI: 10.1051/0004-6361/201425210
- [8] Rengelink, R. B., Tang, Y., De Bruyn, A. G., Miley, G. K., Bremer, M. N., Roettgering, H. J. A., & Bremer, M. A. R. (1997). The Westerbork Northern Sky Survey (WENSS)-I. A 570 square degree Mini-Survey around the North Ecliptic Pole. *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, 124(2), 259-280. DOI: 10.1051/aas:1997358
- [9] WENSS (Westerbork Northern Sky Survey) radio-catalogue <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/W3Browse/radio-catalog/wenss.html>

SUMMARY IN LATVIAN

Šajā dokumentā tiek veikta LOFAR garo bāzes līniju kalibratoru pārskata (LBCS) un Westerbork Northern Sky Survey (WENSS) katalogu datu manipulācija. Šī dokumenta mērķis ir izveidot kalibratoru klasifikācijas diagrammas un novērtējumus nākamajām stacijām un turpmākajiem novērojumiem. Svarīgi iepriekš zināt, vai būs pieejami pietiekami daudz kalibratoru visām garo bāzes līniju starptautiskajām stacijām. Pirmkārt, diagrammās tiek attēloti LBCS klasificētu kalibratoru vidējie plūsmas blīvumi attiecībā pret deklināciju vai novērojuma stacijas bāzes līnijas garumu pret saistīto kodola staciju. Otrkārt, mēs sniedzam apzīmējumu, nosaucot to par panākumu koeficientu, avotu skaitam ar korelēto signālu pret visiem LBCS kataloga avotiem. Treškārt, var novērot vidējās plūsmas blīvuma tendenci starp stacijām - jo garāka ir bāzes līnija, jo vairāk pieaug vidējās plūsmas blīvums. Visbeidzot, tiek veikti aprēķini par jaunākajām un gaidāmajām stacijām, un daži no iegūtajiem rezultātiem nav iepriecinoši, kas rada nepieciešamību veikt jaunus avotu pārskatus vai izmantot citas metodes.

Atslēgas vārdi: *LOFAR kalibratori, LBCS klasifikācija, statistiskais novērtējums, katalogu manipulācija*

POLARIZED RADIATION TRANSFER MODELING IN DUST MEDIA USING MONTE CARLO METHOD

R. Peženkovs, J. Freimanis

Engineering Research Institute “Ventspils International Radio Astronomy Center” of Ventspils University of Applied Sciences, Inženieru str., 101, Ventspils, LV-3601, Latvia

We present the core of the Monte Carlo polarized light scattering program. Our goal is to create a program which would simulate multiple scattering of polarized radiation (starlight and dust thermal emission) by cloud of circumstellar dust, following random travel of large number of photon packages and drawing the resulting statistics. Our principal application of the full program will be modeling of dust envelopes of asymptotic giant branch (AGB) stars and post-AGB objects (protoplanetary nebulae); however, the same Monte Carlo scattering core can be used for other astrophysical problems, as well as other branches of science (meteorology, remote sensing of the Earth and other planets, environment control etc.).

The different test calculations for several dust cloud shapes were made; the photon source for those clouds was located in the cloud center.

Keywords: *polarization, radiation scattering, Monte Carlo method*

1. INTRODUCTION

As it is described, e.g., in [1], asymptotic giant branch (AGB) stars are stars of intermediate initial mass (approximately from 2 to 8 Solar masses) at late stage of their evolution, having carbon-oxygen core enclosed by concentric helium layer and hydrogen-rich outer part. Nuclear reactions in such a star are unstationary; successive helium flashes take place, inducing large-scale convection and mixing of material of various chemical composition. After several hundreds of thousands of years, most often the AGB star loses its hydrogen-rich envelope in a superwind event (or in several such events). Dust condensates within the cooling envelope, strongly blocking the outgoing optical and ultraviolet radiation of the star and reradiating it in the infrared; such a system is called post-AGB object. Its synonym is protoplanetary nebula, because the optically thick gas-dust envelope continues to expand, becomes optically thin, and the ultraviolet radiation of the very hot stellar nucleus ionizes the surrounding gas, creating planetary nebula.

Multiple scattering of electromagnetic radiation (or radiative transfer in commonly adopted terminology) in gas-dust envelope of post-AGB object determines its temperature distribution. The outgoing radiation observed with telescopes is the only source of information about most part of astronomical objects, including post-AGBs. Polarization of radiation is a sensitive indicator of shape (often nonspherical) and morphology of the dust envelope, as well as chemical composition, shape, size and orientation of dust grains. Further conclusions can be made about the mechanisms of matter outflow, possible binary star nature of the object and the magnetic fields. The idea is as follows: i) looking at the (polarized) images of post-AGB objects, to make some hypothetical assumptions about their

structure, ii) based on these assumptions, to model the radiative transfer process numerically, thus obtaining the model image how it should look in the telescope, iii) comparing the model results with real, high-precision astronomical images, to draw conclusions if the model is correct.

By far the most part of opacity in circumstellar envelopes under consideration is ensured by dust, rather not by gas, and the existing version of our software takes into account only dust. From the viewpoint of just radiative transfer, we treat the scattering medium (i.e. dust clouds) and radiation field as stationary. This assumption does not exclude the possibility of gas-dust outflow from the star, with dust temperature gradually changing in equilibrium with local radiation density and spectrum as well as with local gas temperature (large grains), or statistically fluctuating dust temperature (small grains). Gradual cooling of dust can be the cause of additional condensation of material onto dust grains, but this is a very slow process in comparison with the establishment of radiative equilibrium. The program core described here treats only scattering and absorption of polarized radiation, independently of its origin (either emitted by star or by thermal emission of dust); the process of infrared self-emission of dust is not explicitly described in this code. So, the first application of this code will be to the calculation of scattering of polarized radiation initially emitted by the star in the visual and ultraviolet domain; however, the basic physical concepts are applicable to dust radiation as well.

Minkowski spacetime is assumed; our code is not suitable for objects where general relativity is essential. It is assumed that the dust cloud is of low enough particle density so that its effective refractive index is very close to unity, radiation propagates along straight lines (no refraction), and there is no linear nor circular birefringence. At this point we do not consider redistribution of radiation between frequencies just in the scattering process because it is important only within spectral lines of gaseous species, and maybe also within sharp spectral features of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), fullerenes and other nanoparticles being something intermediate between dust and molecules. Here we model polarized radiative transfer in the continuum only.

2. DESCRIPTION OF CORE OF THE MONTE CARLO LIGHT SCATTERING PROGRAM

Similarly as in [2], the radiation field is modeled as series of photon packages travelling through the cloud, with random points and random directions of initial emission obeying certain joint statistical distribution. The geometrical endpoint of each straight photon path is dependent on the optical path travelled along that path, and the optical path is a random variable obeying exponential distribution. Spatial location of any point under consideration is characterized by its Descartes coordinates; the dust cloud is discretized into rectangular 3D boxes, with constant optical properties of individual dust particles inside each box. However, we allow the dust concentration to vary continuously either inside single box, over several boxes or over the whole dust cloud, with possible discontinuities at the geometrically exact borders of the cloud (just this was the case in our test calculations).

The direction of propagation of radiation is described by standard spherical angles (ϑ, φ) , $0 \leq \vartheta \leq \pi$, $0 \leq \varphi < 2\pi$, with one and the same direction of polar axis $\vartheta = 0$ and one and the same zero direction of φ in the whole dust cloud.

Propagation of radiation is modeled following the random travel of many individual photon packages in precisely defined (not discretized) directions, and directly measurable quantity is the radiation flux onto receiver (CCD matrix pixel). Similarly, the instantaneous spatial location of each photon package is followed using its exact (not discretized) coordinates. In our calculations, spatial discretization really appears only as boxes of uniform dust optical properties.

Polarization state of each photon package is characterized by its associated normalized Stokes vector (really a 3-vector):

$$\mathbf{i} = \begin{pmatrix} 1 \\ q \\ u \\ v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ Q/I \\ U/I \\ V/I \end{pmatrix} \quad (2.1)$$

where (I, Q, U, V) are Stokes parameters defined as in [3], and the plane going through the direction of propagation and the global polar axis $\vartheta = 0$ is the linear polarization reference plane (let us call it standard reference plane). As a rule, vector \mathbf{i} changes after each scattering event.

The program's core described here chooses some random optical path τ , and it is assumed that the photon package travels just the optical distance τ along straight line through the dust cloud until it is scattered or absorbed. In the general case the optical path is chosen as

$$\tau = -\ln \xi \quad (2.2)$$

where ξ is a computer-generated pseudorandom number uniformly distributed over $(0, 1)$. In the approximation checked up to date (trial calculations) we assume that the effective extinction cross section of dust cloud is not dependent on polarization of radiation (no linear or circular dichroism nor birefringence); it follows that the normalized Stokes vector does not change along the free travel of photon package. If the opposite would be true then one must integrate the gradual change of normalized Stokes vector along the path of propagation. For the very first section of the total zigzag path of photon package (until the very first scattering event), we artificially simulate that each emitted package interacts with the dust cloud (rather the package is not allowed to escape from the cloud through the outer boundary), similarly as it is described in [2]:

$$\tau_1 = -\ln[1 - \xi(1 - e^{-\tau_0})], \quad (2.3)$$

where τ_1 is the optical path from the point of emergence of photon package until the point of its first interaction with the dust cloud, τ_0 is the optical path from the point of initial emergence of the photon package until the outer boundary of the dust cloud along the direction of propagation, and ξ is a computer-generated pseudorandom number uniformly distributed over $(0, 1)$.

At the end point of travel along straight line, the photon package is either scattered or absorbed; probability of scattering is the single scattering albedo $a = \Sigma_{sca}/\Sigma_{ext}$, where Σ_{sca} and Σ_{ext} are effective scattering and extinction cross section in the cloud, respectively. If the cloud is anisotropic and/or contains optically active particles then albedo can depend on both the direction and polarization of incident

radiation. Test calculations carried out until now were done assuming isotropic scattering medium containing chaotically oriented particles and their mirror-symmetric counterparts in equal numbers (see [3], paragraphs 4.1 and 4.2), and in this case albedo is independent on both direction and polarization of the incident radiation. It means that the modeling of each photon scattering/absorption event starts with calculation of the weight of scattered photon package $W_{km(sca)}$:

$$W_{km(sca)} = aW_{km(inc)} , \quad (2.4)$$

if the optical path length before scattering was calculated according to equation (2.2), and

$$W_{km(sca)} = a(1 - e^{-\tau_0})W_{km(inc)} , \quad (2.5)$$

if the optical path length before scattering was calculated according to equation (2.3) (see [2]). Here $W_{km(inc)}$ is the weight of incident package, and τ_0 has exactly the same value as was previously used in equation (2.3). Difference between the weights of incident and scattered packages, $W_{km(inc)} - W_{km(sca)}$, characterizes the amount of absorbed energy acting as heat input for dust particles.

In order to determine the direction of propagation ($\vartheta_{sca}, \varphi_{sca}$) of photon package after the scattering act, let us recall that the angular distribution of ordinary (unnormalized) Stokes parameters of scattered radiation is proportional to the expression (see [3], derivation of equation (4.14), with some obvious redesignations)

$$\mathbf{I}_{sca}(\vartheta, \varphi) \propto \mathbf{R}(\chi)\mathbf{F}(\theta)\mathbf{R}(\psi)\mathbf{I}_{inc}(\vartheta, \varphi) , \quad (2.6)$$

where \mathbf{I}_{inc} and \mathbf{I}_{sca} are Stokes vectors of the incident and scattered radiation, respectively, $\mathbf{I} = (I \ Q \ U \ V)^T$, $\mathbf{R}(\psi)$ and $\mathbf{R}(\chi)$ are the Stokes rotation matrices,

$$\mathbf{R}(\psi) = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \psi & -\sin \psi & 0 \\ 0 & \sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} , \quad (2.7)$$

θ is the scattering angle, and $\mathbf{F}(\theta)$ is the scattering matrix if the scattering plane is used as polarization reference plane for both the incident and scattered radiation. Angles (ψ, θ, χ) are Euler angles for rotation from the incident beam with its standard reference plane to the scattered beam with its standard reference plane, and they obey the conditions $\psi \in [0, 2\pi)$, $\theta \in [0, \pi]$, and $\chi \in [0, 2\pi)$.

In medium lacking any symmetry, scattering matrix $\mathbf{F}(\theta)$ has 16 independent real elements ([4]):

$$\mathbf{F}(\theta) = \begin{vmatrix} F_{11}(\theta) & F_{12}(\theta) & F_{13}(\theta) & F_{14}(\theta) \\ F_{21}(\theta) & F_{22}(\theta) & F_{23}(\theta) & F_{24}(\theta) \\ F_{31}(\theta) & F_{32}(\theta) & F_{33}(\theta) & F_{34}(\theta) \\ F_{41}(\theta) & F_{42}(\theta) & F_{43}(\theta) & F_{44}(\theta) \end{vmatrix} . \quad (2.8)$$

If the medium is anisotropic then in reality the elements of matrix (2.8) can be dependent not only on the scattering angle θ but also on the direction of incident radiation and on the scattering plane (i.e. on angle ψ). Further it is assumed that $\mathbf{F}(\theta)$ is independent on ψ .

Matrix product defined by equation (2.6) is quite cumbersome in the most general case; however, for determination of the direction of photon package after scattering, only the first Stokes parameter of the scattered radiation (intensity I_{sca}) must be considered. Its angular distribution is proportional to

$$\begin{aligned}
I_{sca}(\vartheta_{sca}, \varphi_{sca}) & \propto F_{11}(\theta)I_{inc}(\vartheta_{inc}, \varphi_{inc}) \\
& + [F_{12}(\theta) \cos 2\psi + F_{13}(\theta) \sin 2\psi]Q_{inc}(\vartheta_{inc}, \varphi_{inc}) \\
& + [-F_{12}(\theta) \sin 2\psi + F_{13}(\theta) \cos 2\psi]U_{inc}(\vartheta_{inc}, \varphi_{inc}) \\
& + F_{14}(\theta)V_{inc}(\vartheta_{inc}, \varphi_{inc})
\end{aligned} \tag{2.9}$$

Intensity characterizes the amount of radiative energy propagating in small spatial angle $d\Omega = |\sin \vartheta_{sca} d\vartheta_{sca} d\varphi_{sca}| = |d(\cos \vartheta_{sca}) d\varphi_{sca}|$. Due to this, the expression (2.9) is proportional to the joint 2-dimensional probability density function $p(\mu_{sca}, \varphi_{sca})$ of the direction of propagation of scattered photon package, where $\mu_{sca} = \cos \vartheta_{sca}$.

3. NOTES ON TEST CALCULATIONS

In our test calculations, the initial emergence (generation) of the photon package takes place in point source located in the center of spherically symmetric dust cloud. The initial distribution of directions of propagation of photon packages is assumed to be isotropic, randomly choosing $\cos \vartheta_1$ from uniform distribution over $[-1, 1]$, and φ_1 from uniform distribution over $[0, 2\pi)$. The dust cloud has spherical inner and outer boundaries of finite radius. The optical properties of single dust particles are uniform in the whole cloud, but their spatial concentration is assumed to be i) uniform, ii) proportional to $1/r$, iii) proportional to $1/r^2$. We assume that the scattering medium (cloud) is macroscopically isotropic and mirror-symmetric [3]. The dust particles are randomly oriented oblate spheroids with an aspect ratio of 1.8 and relative refractive index of $1.53+i0.008$. The size of distribution is given by equation:

$$n(r) = \begin{cases} \text{constant} * R^{-3}, & R_1 \leq R \leq R_2 \\ 0, & \text{otherwise;} \end{cases} \tag{3.1}$$

$R_1 = 0.24583 \mu\text{m}$ and $R_2 = 1.19417 \mu\text{m}$ correspond to the effective surface-equivalent-sphere radius $R_{eff} = 0.6 \mu\text{m}$ and effective variance $v_{eff} = 0.2$. The wavelength of the incident light in the surrounding medium is $\lambda_1 = 0.63 \mu\text{m}$. Average extinction cross section per particle (C_{ext}) = $1.87101 \mu\text{m}^2$, Average scattering cross section per particle (C_{sca}) = $1.7376 \mu\text{m}^2$, single-scattering albedo $\omega = 0.9286698$ (see [3] page 180). The calculations of dust parameters were made

using programs developed by M.I. Mishchenko et al., based on T-matrix method. Finally, it is assumed that the central point source emits unpolarized radiation.

In order to find the geometrical coordinates of the endpoint of the optical path determined by equation (2.2) or (2.3), the effective extinction cross section of cloud per unit length is numerically integrated along the line of propagation of photon package; our numerical tests for spherical cloud with various continuous dust concentration laws mentioned above (constant, proportional to r^{-1} and proportional to r^{-2}) indicate that trapezoidal rule of integration gives enough precision.

In practical implementation of this algorithm, equation (2.2) gives big changes of τ for small changes of ξ if ξ is small (i.e. τ is big). In order to circumvent this instability, if $\xi < 0.001$ then we recognize the fact that the optical path $\tau = -\ln(0.001)$ is certainly passed, and we generate new pseudorandom number in order to determine precisely what optical path will be passed in addition to this. This procedure can be repeated in cascade-like manner as many times as necessary. The results of our test calculations are shown in Figures 3.1 – 3.3 where the simulated distribution of radiation intensity over the CCD matrix in the focal plane of telescope is shown, with the assumptions about dust concentration mentioned above

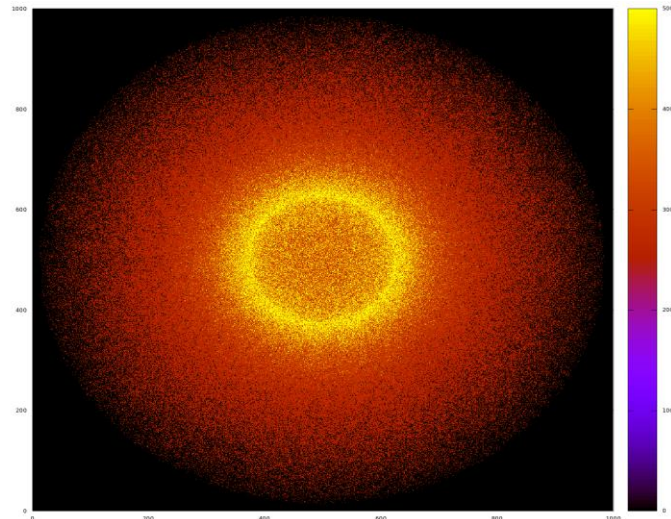


Fig. 3.1. Image of the dust cloud if the dust concentration is constant.

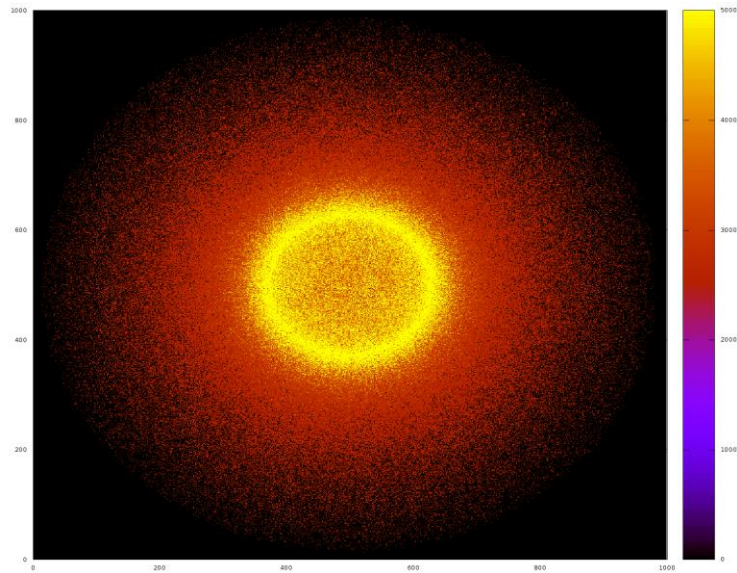


Fig. 3.2. The same, but the dust concentration is proportional to r^{-1} .

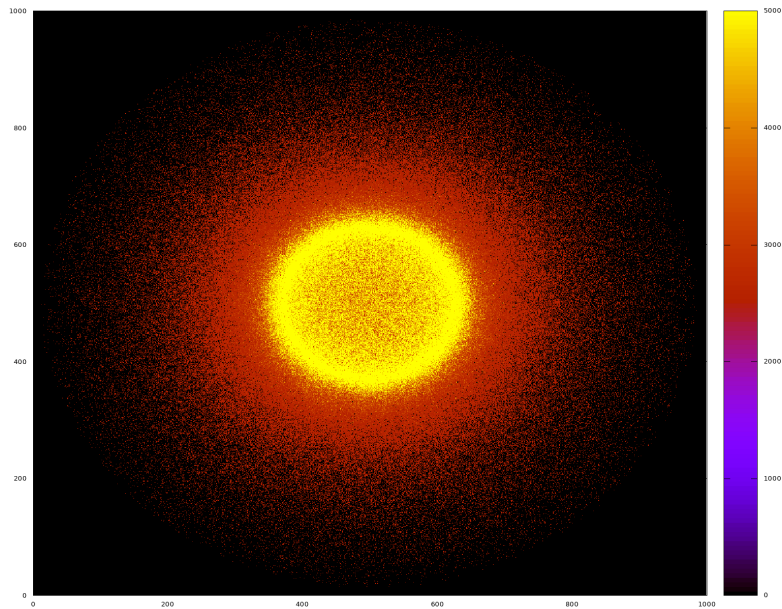


Fig. 3.3. Image of the dust cloud if the dust concentration is proportional to r^{-2} .

4. CONCLUSIONS AND FUTURE TASKS

Core of the Monte Carlo light scattering program was created and tested for different dust concentration functions, which could be used to simulate light scattering in real cosmic objects. Results of the program are virtual CCD matrix images, the results of optical astronomical observations also are CCD matrix images; so if all the essential parameters of cosmic object will be set in light scattering program, it will be possible to compare image of simulation with image of real astronomical observations.

Mathematical and physical theoretical base was elaborated and integrated into the core of the light scattering program. The geometrical way calculations of photon package travel using trapezoidal rule were checked by comparing results with the results of analytical geometrical way calculations. The accuracy of calculations using trapezoidal rule was high – maximum error was less than 10^{-5} (the optical depth of the cloud was $\tau_0 = 10$). We conclude that at least in circumstances tested here it is not necessary to complicate the calculations using Simpson's rule.

The future tasks are: 1.) to modify the program core to make it possible to simulate real cosmic object; 2.) to collect essential data of asymptotic giant branch (AGB) stars and post-AGB objects; 3.) to simulate light scattering by cosmic objects and compare virtual CCD matrix images with the results of astronomical observations.

REFERENCES

- [1] Gail, H.-P., Sedlmayr, E. (2014). *Physics and chemistry of circumstellar dust shells*. New York, USA: Cambridge University Press.
- [2] Gordon, K.D., et al. (2001). The DIRTY model. I. Monte Carlo radiative transfer through dust. *The Astrophysical Journal*. 551 (1), 269 - 276.
- [3] Mishchenko, M.I., Travis, L.D., Lacis, A.A. (2002). *Scattering, absorption, and emission of light by small particles*. Cambridge, U.K., et al.: Cambridge University Press.
- [4] Bohren, C.F., Huffman, D.R. (1983). *Absorption and scattering of light by small particles*. New York, USA, et al.: John Wiley & Sons.

SUMMARY IN LATVIAN

Izveidots programmatūras kodols polarizēta starojuma pārneses putekļu mākonī aprēķiniem ar Montekarlo metodi. Mūsu mērķis ir polarizēta starojuma (gan zvaigznes izstarotā, gan putekļu termiskā starojuma) daudzkārtējas izkliedes modelēšana asimptotiskā milžu zara (AMZ) zvaigžņu un pēc-AMZ objektu (protoplanetāro miglāju) putekļu apvalkos, izsekojot daudzu fotonu pakešu pseidonejaušiem klejojumiem putekļu mākonī un uzkrājot rezultējošo statistiku. Šo programmatūru var izmantot arī citu astronomisku objektu modelēšanai, kā arī citās zinātnes nozarēs (meteoroloģijā, Zemes un citu planētu tālīzpētē, apkārtējās vides piesārņojuma kontrolē u.c.).

Tika veikti testa aprēķini dažādas formas putekļu mākoņiem, pieņemot, ka fotonu avots atrodas mākoņa centrā.

DATA REDUCTION AND IMAGING OF GRAVITATIONAL LENS SYSTEM CLASS B0631+519

K. Prūsis, A. Nikolajevs

Engineering Research Institute “Ventspils International Radio Astronomy Center” of Ventspils University of Applied Sciences,
Inzenieru str., 101, Ventspils, LV-3601, Latvia

This paper describes reduction procedures and imaging of radio astronomical data from the gravitational lens system CLASS B0631+519 acquired by e-MERLIN interferometer. The source has been previously imaged with VLA, MERLIN and the VLBA interferometers. Data reduction and polarisation calibration procedures will provide data on Faraday effects such as Faraday rotation and depolarization between lensed images that in turn carry information on large and small-scale magnetic fields in the lensing galaxy. Reduction of data and imaging of the radio astronomical source was done using Astronomical Image Processing System (AIPS) in conjunction with automatic data reduction pipelines that performed specific data processing steps. As a result, the sky map for the gravitational lens system was successfully acquired and accuracy comparing the generated map to sky maps of the source produced by different authors was confirmed. As a whole, acquired knowledge in radio astronomical data processing and various data processing tools will allow VIRAC to participate in future collaborative scientific research concerning corresponding fields of science as well as to do reduction of data acquired by VIRACs radio telescopes RT-32 and RT-16 not only in single station mode but also when interferometer network is formed, thus expanding VIRAC’s technological and scientific potential.

Keywords: *AIPS, SERPent, Parseltongue, gravitational lensing*

1. INTRODUCTION

Strong gravitational lensing is a phenomenon when a background source obscured by a massive galaxy or cluster of galaxies is multiply imaged and visible in the field of site besides the intervening or lensing galaxy. This is caused by the gravitational field of the intervening galaxy that effectively bends the ray-path emitted by background source [1]. A visual representation of basic gravitational lensing is shown in Figure 1.

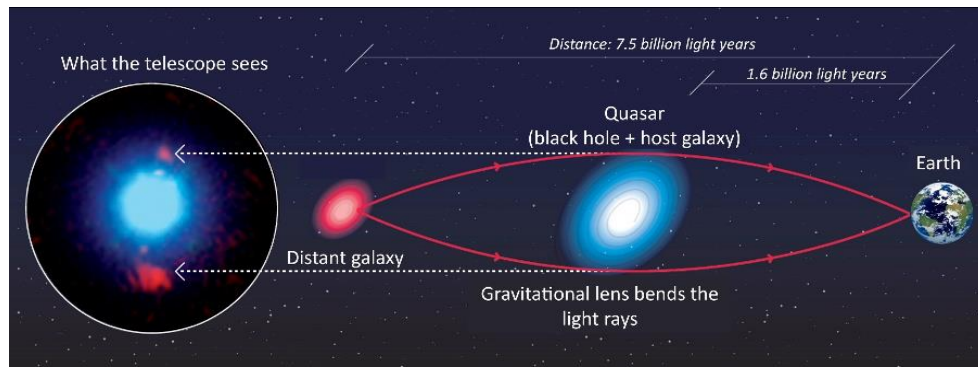


Fig. 1. Image describing principles of gravitational lensing. The image itself is of the quasar SDSS J0013+1523 (blue), bracketed by the lensed images of the background galaxy (red), obtained with the W. M. Keck Observatory's 10 m telescope and Adaptive Optics. From "Caltech / EPFL / WMKO" by F. Courbin, S. G. Djorgovski, G. Meylan, et al, 2010, <http://www.astro.caltech.edu/~george/qsolens/lensillustration.jpg>.

CLASS B0631+519 (Figure 2) has one of the richest lensed image structures known and is thus an ideal system to probe mass properties of the lensing galaxy including Faraday rotation and depolarization between lensed images to determine large and small-scale magnetic fields in the lensing galaxy. Unlike the standard Faraday rotation measure grid technique, the lensing approach can deliver Faraday rotation and Faraday dispersion produced by a distant intervening galaxy free of contamination from the background source and the Milky Way [2].

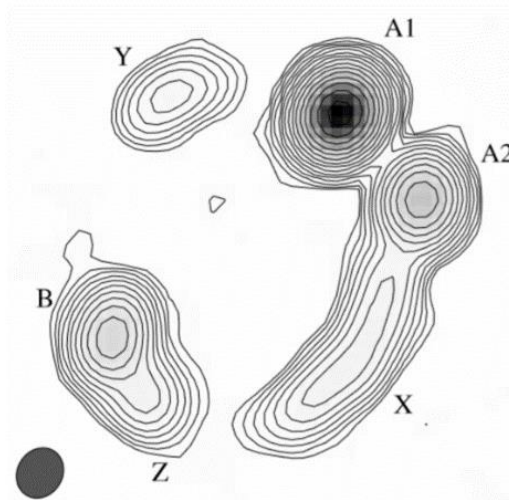


Fig. 2. Radio map of the 1.7 GHz MERLIN observations taken on March 1, 2003. The data were naturally weighted. The synthesized beam is sized 186×161 mas at P.A. -31.7° . Contours are plotted at factors of (-3, 3, 4.5, 6.75, 10.1, 15.2, 22.8, 34.2, 51.3, 76.9, 115, 173, 259, 389, 584, 876) times the RMS noise [1].

In order to obtain information on Faraday effects, extensive processing of raw correlated data must be performed to acquire the image of the galaxy and perform polarisation calibration (see Figure 3) [3]–[5].

A full process starting from signal detection and ending with the generation of an image of a radio astronomical source is shown in 0. Covered in green are the data processing steps that were performed by the author and are described in this paper.

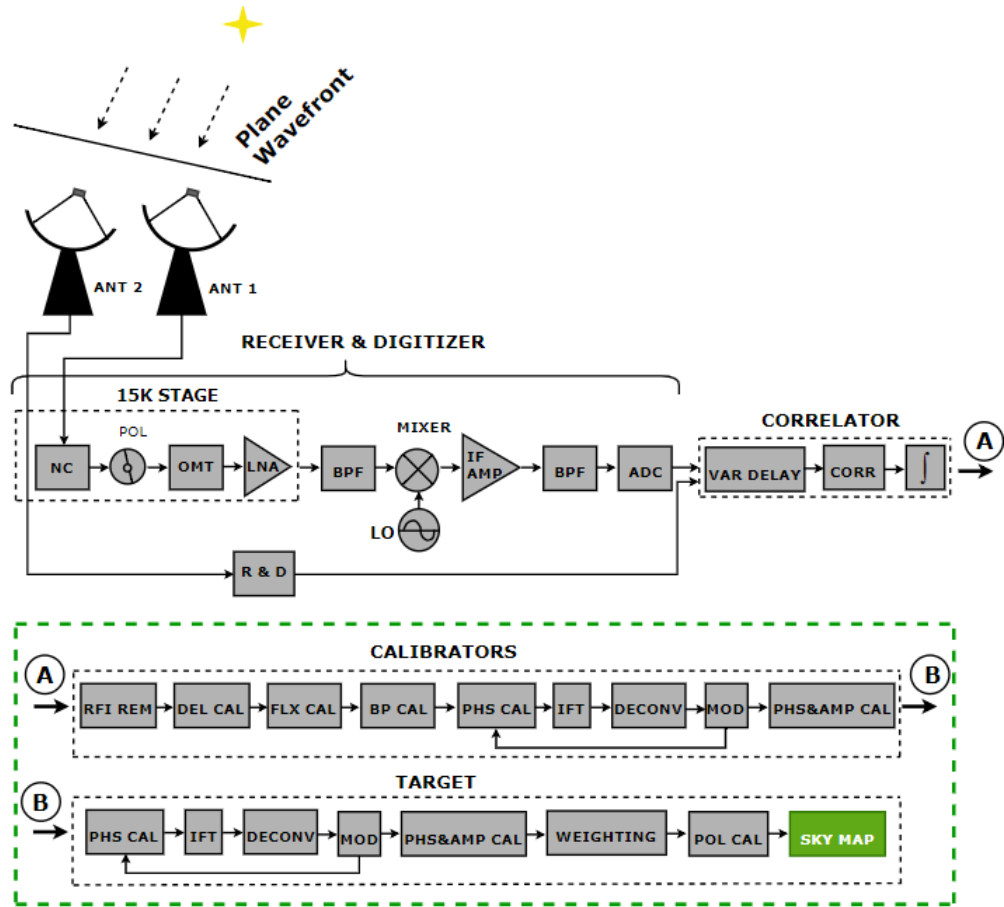


Fig. 3. Diagram of the approximate hardware and software needed to obtain an image of an astronomical source from signals detected by radio telescopes.

The following parts of the paper provide a deeper explanation of specific procedures and tools needed to obtain sky maps of astronomical objects. Also, the results of data processing for CLASS B063+519 data are given.

2. e-MERLIN DATA FORMAT

CLASS B0631+519 was observed and correlated using e-MERLIN radio interferometer, consisting of 7 telescopes (21 baseline in total) [6] and operating in standard continuum mode:

- Data are split into 8 sub-bands (called IFs);
- Each sub-band is 64 MHz wide (8 by 64 MHz = 512 MHz/BW), divided into 512 spectral channels;
- Available bandwidth is 1250-1750 MHz;
- Expected RMS noise for a 12 hr on-source observation run: 6 μ Jy/beam, twice this value if Lovell telescope is not included [7].

After observation, the correlated data are exported to a FITS-IDI standard file format. For a given observing run, each FITS file contains a single source, with multiple sub-bands per FITS file if these sub-bands are spectrally identical. The FITS-IDI data is hosted at Jodrell Bank Observatory (JBO) close to the correlator on archive disks [7].

Usually, a number of sources including the target is being observed as part of the run. This is because multiple sources need to be observed to perform calibration procedures for radio telescopes. The observation consists of scans from:

- 1) The target source (in particular case B0631+519);
- 2) The phase calibrator (PH-Cal) – 0631+531;
- 3) An absolute flux calibrator (FX-Cal) – 3C286 (1331+305);
- 4) A bright point-source calibrator (PT-Cal) – OQ208 (1407+286);
- 5) A zero-polarization calibrator (ZEROPOL-Cal) – 3C84 (0319+415);
- 6) An absolute position angle calibrator (ANGPOL-Cal) – 3C286 (1331+305).

This 25-hour observation is mainly structured in \sim 10 minute cycles, where approximately 3 minute PH-Cal scans are followed by \sim 7 minute scans on the target supplemented with an hour or 2 hour long observations for other calibrators.

3. DATA PROCESSING

The data processing was carried out according to the guidelines provided in *e-MERLIN COOKBOOK* [7]. To perform data processing, a partly automated software *eMERLIN pipeline.py* [8] was used. Also Scripted E-merlin RFI-mitigation Pipeline for interferometry (SERPent) [9] was utilized. The aim of these pipelines is to reduce the data processing burden for scientists and to reduce time required for data processing. This is very useful because some data processing steps can take up to several weeks when done manually. The pipelines were run using Parseltongue – a Python scripting interface for AIPS [10].

In order to make sure that any data processing steps had been successful, data had to be manually viewed for each baseline (21), both circular polarisations (RR and LL) and for each source. This means that after each data processing step at least 108 manual data viewing procedures had to be performed meaning that even with partial automation provided, still a large amount of time had to be spent to assure data quality.

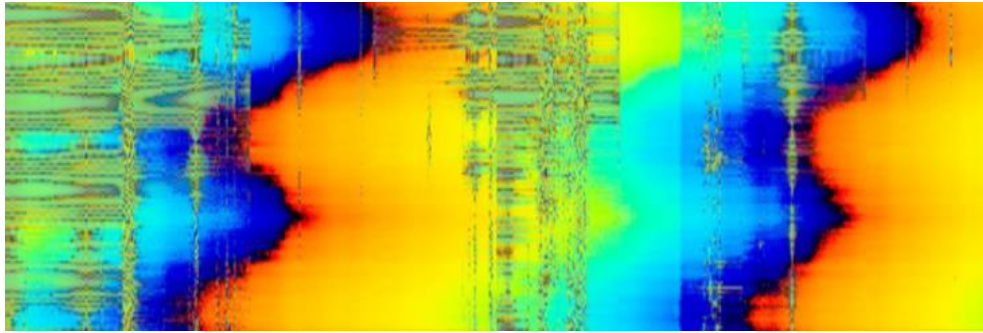


Fig. 4. An image acquired by AIPS task SPFLG for baseline Kn – Da showing data for PT-Cal. All 8 IFs are plotted. X-axis represents frequency, Y-axis represents signal frequency and color represents the phase of the correlated signal.

In Figure 4 clear signs of high amplitude RFI can be seen as random phases at particular frequency channels. The amplitudes of uncalibrated data vary between a few 100 μ Jy to about 1 milliJy [7] but the amplitudes of RFI can reach up to hundreds of Jy.

This RFI is created mainly by transmitters used in communication systems and dominates over the true source signal and after averaging the data can ultimately destroy the coherency of data meaning that reconstruction of the source image is no longer possible. For this reason, to remove RFI, SERPent pipeline together with manual flagging was applied for all the sources, baselines, IFs and time ranges.

In Figure 4 one can also see a gradual change in phase both in frequency and time. These are called delays or delay offsets. The phase of the interferometer is a function of the frequency multiplied by the delay, meaning delay offsets will show up as a phase slope across the frequency band. Furthermore, if the delay offset changes with time, so will the phase slope, resulting in an additional change in phase as a function of time, known as the fringe rate [11], [12].

As stated in [11] there is a large number of ways in which the model used by the correlator can have errors including errors in the source or antenna positions used, errors in the Earth model, errors in the clock epoch and rate at each antenna and errors in the atmospheric model. Correction of correlator model errors allows the data to be averaged in time and frequency, greatly reducing its volume.

Delay offsets for e-MERLIN data vary from couple up to few hundred nanoseconds and are generally larger on longer baselines. These delays can vary in time, either as gradual drifts, as fibers change temperature and length (note: 1 foot of length change corresponds to 1 nanosecond delay), or occasionally as sharp changes originating in the correlator [6]. And if the delays and rates are very rapid after doing averaging the coherency of the data may be destroyed. That is why delays have to be corrected as a function of time, that is performed by AIPS task FRING [7].



Fig. 5. Phase plot of correlated data for MK2-CM baseline after fringe fitting.

As can be seen in Figure 5, delays and rates have been successfully removed by AIPS task FRING (no phase slope in frequency and time). The delay correction must be performed on all calibrators and might need to be run multiple times to correct smaller delays for shorter baselines and larger delays that might be incurred on the longest baselines.

And finally, after doing calibration procedures for all calibrators the image generation procedures for the target source is presented.

In order to perform imaging procedures, numerous set of parameters must be set within AIPS. One of these is the *cellsize* parameter that corresponds and should be set to the maximum resolution of an interferometer.

In general, the resolution or synthesized beam width of an interferometer is calculated as

$$\Omega = \frac{\lambda}{D}, \quad (1)$$

where D is the maximum separation between two antennas and λ is the wavelength. Maximum distance expressed in wavelengths D_λ can be easily found using AIPS task UVPLT and in this case $D_\lambda \approx 1,3 \cdot 10^6$. By knowing this parameter, a resolution of an interferometer can be expressed as:

$$\Omega \approx \frac{1}{D_\lambda}, \quad (2)$$

and the resolution was calculated to be $\Omega = 15,867$ arc seconds. Then 2D Inverse Fourier Transform (IFT) procedure was performed to transform data from Fourier domain to real plane. The first image that is acquired after 2D IFT procedure is called the “dirty image” because in this image the true source brightness is convolved with the PSF of the interferometer [13], [14]. The dirty image of the target source acquired after 2D IFT is shown in Figure 6.

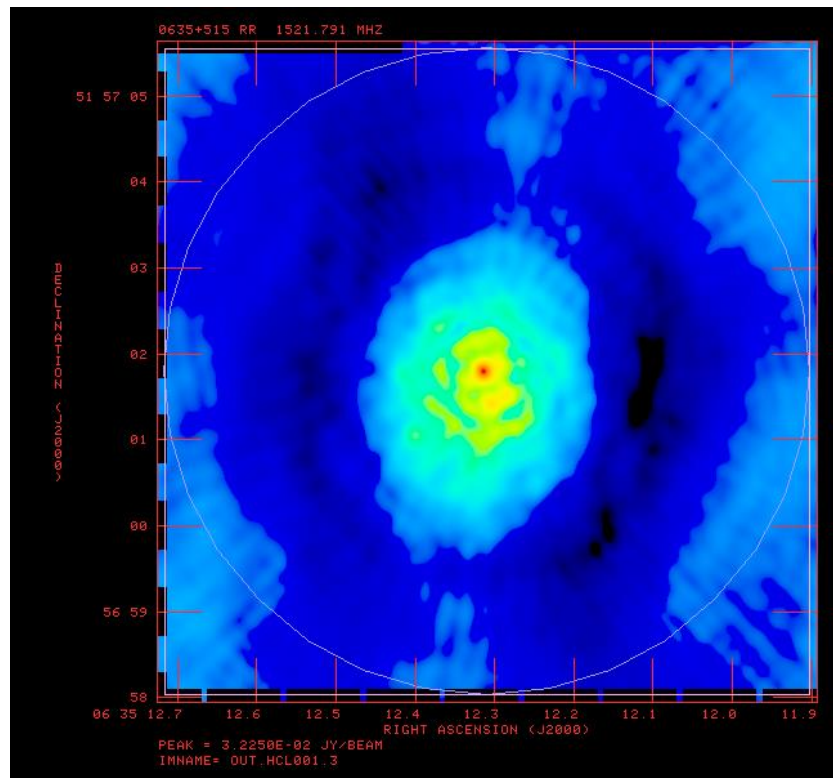


Fig. 6. The “dirty” image of the target source B0635+519 after first 2D IFT cycle.

Looking at Figure 6 only a partial source structure is visible compared to Figure 2, which clearly indicates that true source brightness is convolved by the PSF of an interferometer.

In order to remove the effects of interferometer PSF a deconvolution algorithm CLEAN implemented in AIPS was used [14].

During the execution of CLEAN algorithm, the coordinates of the maximum amplitude signal are searched in the sky map. When this position is found, a “component” (a spike at this position) is generated of some fraction (called the “gain”) of the maximum in the image. This component is then convolved with the PSF of an interferometer and subtracted from the image. The subtracted components are also called “clean” components. This process is done for all the parts of the image and is iteratively repeated until the signal level of the map reaches the minimum signal value set. After the process has finished, an empty map is generated and collection of clean components is added to this map, and they are convolved not with an instrumental PSF but with a more appropriate function such as a Gaussian [13].

The sky map generated after the first CLEAN cycle is shown in Figure 7.

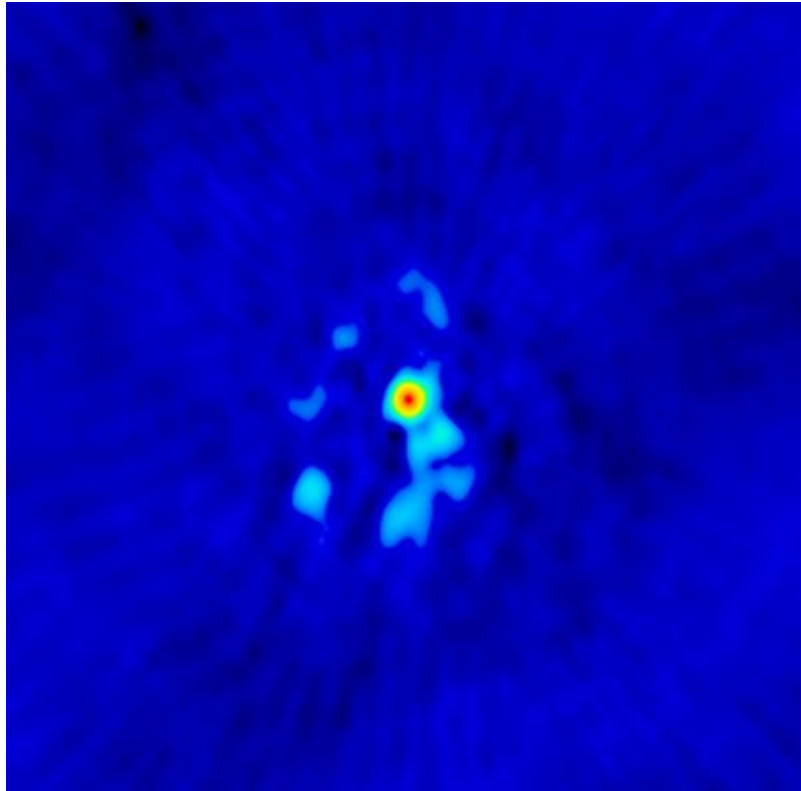


Fig. 7. The image of the target source B0635+519 after first CLEAN deconvolution cycle.

In the sky map obtained for the target in Figure 7, a clearer source structure was starting to emerge that better resembles the source structure in Figure 2. but further data processing cycles were needed to improve the image quality. In order to acquire a precise sky map of the target, a self-calibration procedure was performed.

Self-calibration is a process that calculates telescope gains by comparing the observed data with a model of the sky. These gains are used to provide a corrected dataset, and hence a corrected image, and using this image the process can be repeated iteratively until convergence. The model is provided by the image produced from the data itself hence the “self” calibration – and in particular by the clean components (CC) table attached to the image. The procedure is done until data convergence is found [7], [15].

The target image obtained in Figure 7 was used as a model for self-calibration cycles and this procedure was performed until data convergence and minimal noise level in the image was achieved. The final sky map of the target source after multiple phase and amplitude self-calibration cycles is shown in Figure 8.

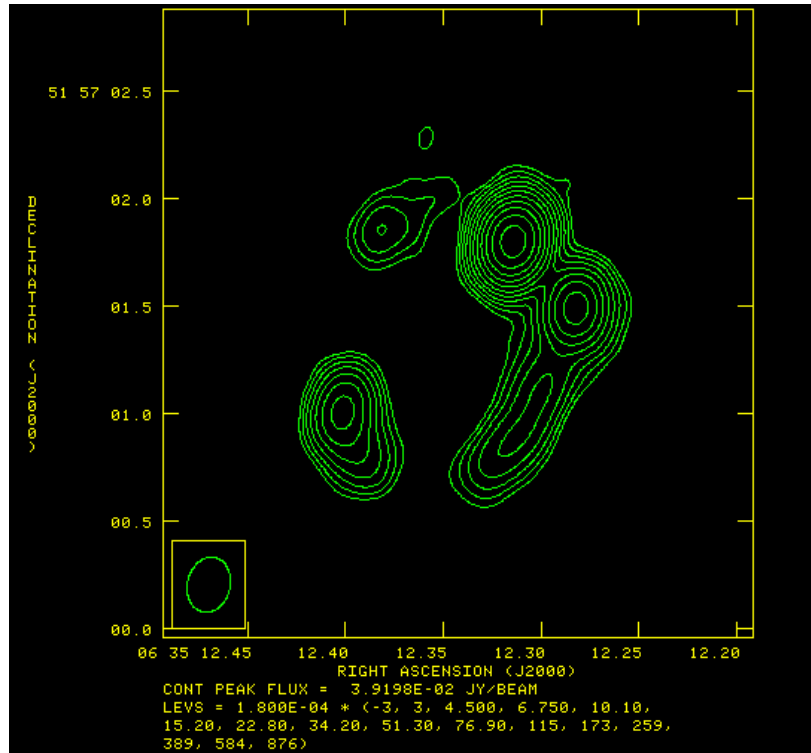


Fig. 8. A sky map of the target source B0635+519 after 4th self-calibration cycle. The image is contour plotted using AIPS task KNTR. Contours are plotted at factors of (-3, 3, 4.5, 6.75, 10.1, 15.2, 22.8, 34.2, 51.3, 76.9, 115, 173, 259, 389) times the RMS noise.

CONCLUSIONS

Radio astronomical data reduction is an extensive, time consuming and complex multi-step process involving various data processing tools and software. For example, when doing a reduction for data acquired by e-MERLIN radio interferometer and performing diagnostic tests, information needs to be inspected for 21 baselines, where data are split into 2 circular polarisations, 8 sub-bands and multiple time periods, that resulted in the processing of more than 300 data chunks in one data reduction step.

Nevertheless, numerous automated data processing pipelines and scripting interfaces including e-MERLIN pipeline, SERPent and Parseltongue etc. have been introduced to remove data processing burden from scientists and to increase the speed of data reduction. While this greatly aids data reduction extensive manual processing and inspection still must be carried out leaving space for future improvements in data reduction automation.

Data reduction and calibration of e-MERLIN data for gravitational lens system CLASS B0631+519 performed by the authors was successfully executed and the sky map of the object was obtained. The RMS noise achieved in the image was

180 μ Jy/beam and the total cleaned flux density resulted in 66.8 mJy which coincides with information available in NASA/IPAC Extragalactic Database (NED) [16] and results provided in [1].

Further work must be done to perform polarisation calibration in order to acquire information about Faraday rotation and depolarization between lensed images that in turn carry information on large and small-scale magnetic fields in the lensing galaxy.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Neal Jackson from Jodrell Bank Centre for Astrophysics (JBCA), Manchester, UK, for his great help in providing theoretical basis in radio interferometry and gave assistance in data reduction process. This research used data from the observations with the e-MERLIN that is a UK National Facility operated by the University of Manchester on behalf of Science and Technology Facilities Council (STFC).

Our recent work in this area has been supported by project Nr. 692257 - BALTICS (Building on Advanced Lofar Technology for Innovation, Collaboration, and Sustainability).

REFERENCES

- [1] T. York *et al.*, “CLASS B0631 + 519 : last of the Cosmic Lens All-Sky Survey lenses,” vol. 271, no. May, pp. 259–271, 2018.
- [2] S. A. Mao *et al.*, “Detection of microgauss coherent magnetic fields in a galaxy five billion years ago,” *Nature Astronomy*, vol. 1, no. 9, pp. 621–626, 2017.
- [3] F. R. Schwab and W. D. Cotton, “Global fringe search techniques for VLBI,” *The Astronomical Journal*, vol. 88, p. 688, 1983.
- [4] J. M. Wrobel and J. S. Ulvestad, “Very Long Baseline Array Observational Status Summary,” *NRAO*, 1999.
- [5] W. N. Hogbom, J. A.; Brouw, “The Synthesis Radio Telescope at Westerbork. Principles of Operation, Performance and Data Reduction,” *Astron. Astrophys.*, vol. Vol. 33, pp. 289–301, 1974.
- [6] S. T. Garrington *et al.*, “e-MERLIN,” in *Ground-based Telescopes*, 2004, p. Vol. 5489, pp. 332–344.
- [7] P. E. Belles, R. Beswick, M. Argo, N. Jackson, T. Muxlow, and A. Richards, “e-MERLIN Cookbook,” *JBCO*, 2015.
- [8] M. K. Argo, “The e-MERLIN Data Reduction Pipeline,” *J. Open Res. Softw.*, vol. 3, no. 692257, p. 692257, 2015.
- [9] L. W. Peck and D. M. Fenech, “SERPent:Automated reduction and RFI-mitigation software for e-MERLIN,” *Astron. Comput.*, vol. 2, pp. 54–66, 2013.
- [10] M. Kettenis, H. J. van Langevelde, C. Reynolds, and B. Cotton, “ParselTongue: AIPS Talking Python,” *Astron. Data Anal. Softw. Syst. XV ASP Conf. Ser.*, vol. 351, pp. 497–500, 2006.
- [11] W. D. (National R. A. O. Cotton, “Fringe-Fitting,” *Very Long Baseline*

- Interferometry and the VLBA*, vol. 82. pp. 189–208, 1995.
- [12] J. C. Morford, “The e-MERLIN L-band Legacy Survey of Cygnus OB2,” UCL (University College London), 2017.
- [13] B. G. Clark, “An Efficient Implementation of the Algorithm ‘CLEAN,’” *Astron. Astrophys.*, vol. 89, no. 3, pp. 377–378, 1980.
- [14] T. J. Cornwell, “Multiscale CLEAN deconvolution of radio synthesis images,” *IEEE J. Sel. Top. Signal Process.*, vol. 2, no. 5, pp. 793–801, 2008.
- [15] T. J. Pearson and A. C. S. Readhead, “Image Formation by Self-Calibration in Radio Astronomy,” *Annu. Rev. Astron. Astrophys.*, vol. 22, pp. 97–130, 1984.
- [16] “NASA/IPAC EXTRAGALACTIC DATABASE,” 2019. [Online]. Available: [https://ned.ipac.caltech.edu/cgi-bin/datasearch?search_type=Photo_id&objid=8783263&objname=CLASS B0631%20B519%3A%5BYJB2005%5DA1&img_stamp=YES&hconst=73.0&omegam=0.27&omegav=0.73&corr_z=1&of=table#No4](https://ned.ipac.caltech.edu/cgi-bin/datasearch?search_type=Photo_id&objid=8783263&objname=CLASS%20B0631%20B519%3A%5BYJB2005%5DA1&img_stamp=YES&hconst=73.0&omegam=0.27&omegav=0.73&corr_z=1&of=table#No4).

SUMMARY IN LATVIAN

Šajā dokumentā tiek aprakstīts ar e-MERLIN interferometru iegūto gravitācijas lēcu sistēmas CLASS B0631+519 datu apstrādes un attēlveides process.

Iepriekšējie gravitācijas lēcu sistēmas novērojumi ir veikti, izmantojot VLA, MERLIN un VLBI interferometrus.

Datu apstrādes un polarizācijas kalibrācijas procedūras sniegs datus par Faradeja efektiem, piemēram, Faradeja rotāciju un depolarizāciju starp lēcu attēliem, kas savukārt satur informāciju par maza un liela mēroga magnētiskajiem laukiem lēcu galaktikā.

Datu apstrāde un debess ķermeņa attēlveide tika veikta, izmantojot astronomisko datu apstrādes sistēmu AIPS apvienojumā ar dažādām automātiskajām datu apstrādes programmām, kuras veica konkrētus datu apstrādes soļus.

Rezultātā veiksmīgi tika iegūta gravitācijas lēcu sistēmas debess karte, un iegūtās kartes patiesums tika apstiprināts, salīdzinot to ar citu autoru iegūtajām gravitācijas lēcu sistēmas debess kartēm.

Iegūtās zināšanas radioastronomisko datu apstrādē un pieredze darbā ar dažādām astronomisko datu apstrādes programmām ļaus VSRC nākotnē piedalīties kopīgos zinātniskajos pētījumos, kā arī ļaus veikt ar VSRC rīcībā esošo RT-32 un RT-16 radioteleskopu iegūto datu apstrādi ne tikai vienas antenas režīmā, bet arī interferometrijas režīmā, tādējādi paplašinot VSRC tehnoloģisko un zinātnisko potenciālu.

Atslēgas vārdi: *AIPS, SERPent, Parseltongue, gravitācijas lēcas*

IRBENE – TORUN VLBI EXPERIMENT AND VIRAC DATA PROCESSING PIPELINE

J.Steinbergs, K. Skirmante, Vl.Bezrukovs

Engineering Research Institute "Ventspils International Radio Astronomy Centre" (VIRAC) of Ventspils University of Applied Sciences (VeUAS), Inzenieru str., 101, Ventspils, LV-3601, Latvia

VIRAC (Ventspils International Radio Astronomy Centre) operates with two radio telescopes RT-16 and RT-32 accordingly with 16 and 32 *m* fully steerable Cassegrain type antennas. To process observation data VIRAC has HPC (High Performance Computer).

Interferometric experiment on April 26, 2018 on the baseline Irbene – Torun was successful and results show fringes which means that the Baltic Interferometer is possible. Results of the weights plot shows that the first 2 seconds of each scan is corrupted and are not useable for data processing. The weights plot shows that all data points of observed data except few seconds from the start have good quality.

Publication shows the results of Irbene – Torun observation, including inspection plots, correlation function for quasar and maser, and the *uv*-plane plot for target source W3(OH) in this observation. Also, contains brief description of VLBI data processing and created information system to manage data processing.

Keywords: *VIRAC, Radio astronomy, maser, VLBI, correlation.*

1. INTRODUCTION

VLBI (Very Long Baseline Interferometry) is a radio astronomy method that is used for imaging distant cosmic objects, spacecraft tracking, and for applications in astrometry. In VLBI a signal from an astronomical radio source is collected at multiple radio telescopes on Earth. This technique allows to emulate a telescope whose diameter is equal to the maximum distance between the telescopes [1].

Over time, VIRAC staff has been gradually improving the observation process, including improving infrastructure, developing software and learning to use VLBI data processing tools. VLBI observation process include: planning observation, data acquisition, data correlation and post-correlation steps. This process is described in chapter 2.1 “VLBI data processing” and can be seen in figure 1. In order to plan observations VIRAC use JIVE (Joint Institute for VLBI ERIC) developed software *pySCHED* that creates *vex* file (VLBI Experiment). When *vex* file is created, it is loaded into *Field system* [2], that determines how data are obtain. Input file for *pySCHED* is *key* file. *Key* file contains information of the participated stations in the observation, sources being observed and planned scans. When data are obtained it is sent to VIRAC HPC (High Performance Cluster) and the correlation process is started. Currently VIRAC use two correlators, in house developed *KANA* and JIVE developed *SFXC* (Software FX Correlator) [3]. Selection of correlators depends on observation type (near or far fields objects).

VIRAC staff developed Automated Correlation System – *ACor* which includes functionalities - update of the *vex* file, control file creation, correlation

processing and display of correlation results. *ACor* system was developed using modern web technologies, modern graphical user interface design, to create system suitable for modern science needs, to make scientist work as simple as possible, not to spend lot of time adapting to the new system. *ACor* system is described in detail here [4].¹

On April 26, 2018 VIRAC staff conducted the first successful interferometric experiment, data correlation returned the first fringes on baseline Irbene – Torun (530 km). The mentioned observation was prepared by VIRAC staff from scheduling to data processing on VIRAC HPC using JIVE *SFXC* correlator. The observed sources were 3C123 and 3C84 chosen as calibrators (both sources are Quasars) and the target source was W3(OH) (selected because of its known spectra line features). The observation results and results from AIPS (Astronomical Image Processing System) pipeline will be shown in discussion part.

2. DESCRIPTION OF IRBENE - TORUN VLBI EXPERIMENT

2.1 VLBI DATA PROCESSING

VLBI data processing contains these steps: planning, observation and data acquisition, correlation, post-correlation data processing, the process is displayed in figure 1.

The *SFXC* correlator was used for observation data processing. For correlation *SFXC* correlator uses two files: correlation control file and *vex* file. Before correlation *vex* file must be updated – to include sections or blocks *TAPELOG_OBS*, *CLOCK*, *EOP* (earth orientation parameters), *BITSTREAMS* and *THREADS*. *BITSTREAMS* and *THREADS* blocks reorders bits in observation data files, *THREADS* block is used only when *VDIF* (VLBI Data Interchange Format) data format is applied in station, *BITSTREAMS* block is used when Mark5C data format is applied in station. *CLOCK* block specifies the necessary clock parameters of each station and they are used for the delay model creation. *TAPELOG_OBS* block contains information of the media (disks or tapes) that were used during the experiment [5].

Control file contains correlation parameters, the most important are integration time, numbers of channels, data file location. When correlation ends the *cor* file is created. JIVE developed tool *jplotter* is used for the inspection of the correlation results and creation of the inspection plots. The plots are 1) weights as function from time, 2) auto-correlation amplitudes and phase as functions related to channels, cross-correlation amplitudes and phases as function from channels, 3) amplitude and phase as function from time. The weights plot represents the fraction of 'good' data per integration period. By successful result the weight function must be close to 1, if weight function is 0 - no valid data found. The auto-correlation plots show the station auto-correlation-amplitude spectra (band-passes) with each IF plotted separately. Only one-minute data samples are used for auto-correlation and it is optimal to identify the bright calibrator. The cross-correlation plots show amplitude and phase for baselines to a reference antenna. The amplitude and phase

versus time plots shows frequency-averaged amplitude and phase as a function of time in the vicinity of the scan used in the cross-correlation plots. For successful result the plot will show strong detection of coherent phases and an elevated amplitude.

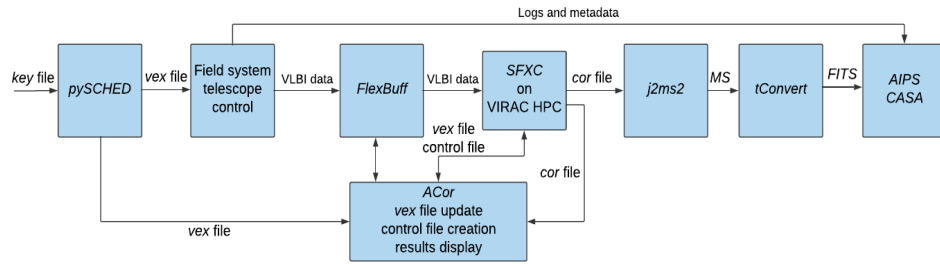


Fig.1. VLBI data processing pipeline in VIRAC.

To use *jplotter* it is necessary to convert *.cor file to AIPS/CASA measurement set and JIVE developed tool *j2ms2* is used for conversion purpose. When AIPS/CASA measurement set is created, it can be converted to FITS (Flexible Image Transport System) file using JIVE developed tool *tConvert*, and FITS file can be loaded in to AIPS or CASA (Common Astronomy Software Applications package) for post-correlation data processing. For post-correlation data processing VIRAC staff currently use AIPS package and its related tasks for analyzing data. The pipeline includes data editing, calibration, fringe fitting and imaging tasks.

2.2. IRBENE AND TORUN VLBI STATIONS

VIRAC operates with two radio telescopes RT-16 and RT-32 accordingly with 16 and 32 m fully steerable Cassegrain type antennas. The main receiving systems of both telescopes are cryogenic receivers with 4.5 – 8.8 GHz frequency range (C, M and X bands), additionally radio telescope RT-32 is equipped with L band receiver working in the range 1.3 – 1.7 GHz. On the both antennas data registration units are suitable for interferometric observations.

The Department of Radio Astronomy of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland, operates with 32 m radio telescope working in similar bands – L, C, M, X and K and regularly participates in VLBI observations.

2.3. VLBI DATA PROCESSING IN VIRAC.

When observation is finished data can be stored on VIRAC servers called FlexBuff-1 or FlexBuff-2. Flexbuff-1 has Ubuntu 16.04.4 LST operating system, 6 CPU cores (each working at clock frequency 1200 MHz), 3 TB hard disk and 32 GB RAM. FlexBuff-2 has Debian GNU/Linux 9 operating system, 16 CPU cores (each working at clock frequency 1200 MHz), 4.7 TB hard disk and 64 GB RAM.

For data processing SFXC correlator (installed on VIRAC HPC) was used. VIRAC HPC technical parameters are: node (total 30 items) with two Intel Xeon E5-2630 v3 processors with 8 cores for each, with 128 GB RAM and with 40 Gb/s QDR InfiniBand network card for communication. This is sufficient to provide the correlation of 10 Gb/s observation data stream to one HPC node. During

observations, received signal in each radio telescope is sampled and digitally split into frequency channels. For processing of one frequency channel from N radio telescopes it is necessary to have at least N processors and additional overhead for data processing management. Considering situation when in the observations participating 3 telescopes with 16 frequency channels per each, for the data processing it is needed at least 48 processors (3 nodes) and one master node for correlation process management [4].

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. IRBENE – TORUN OBSERVATIONS CORRELATION RESULTS.

To determine if the results of the interferometric observation successful, the first step is to compute correlation function. If observation is successful, the correlation function must consist the fringe pattern.

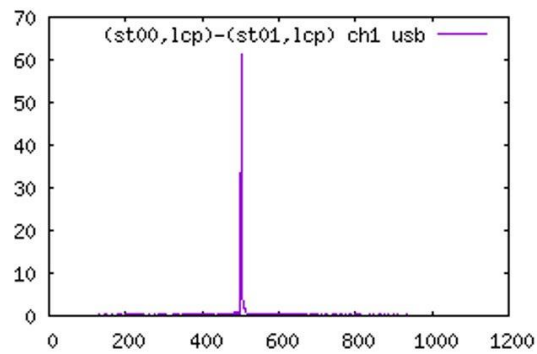


Fig.2. Correlation function of source 3C84 (Quasar), Observing frequency - 6662.49 MHz, Upper Side Band (USB); Left Circular polarization (LCP – LCP). On the X axis – numbers of channels, on the Y axis – relative amplitude.

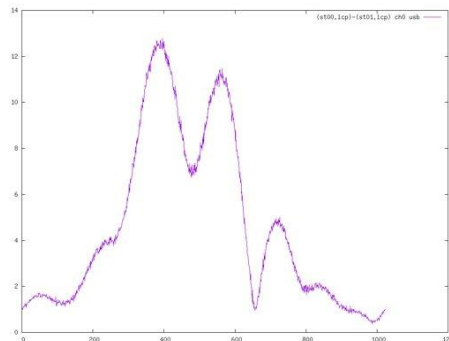


Fig.3. Correlation function of source W3(OH) (Galactic maser), Observing frequency - 6662.49 MHz, Upper Side Band (USB); Left Circular polarization (LCP – LCP). On the X axis – numbers of channels, on the Y axis – relative amplitude.

Figure 2. clearly shows the fringe pattern, it means good possibility of successful VLBI observation at baseline Irbene and Torun for future and it gives possibility to create The Baltic Interferometer – not only include Irbene and Torun stations, but may also include stations in Russia and Ukraine. Figure 3. shows the fringe pattern when signal of maser is spread out to all channels then fringe pattern tends to sinusoid.

3.2. INSPECTION PLOTS OF IRBENE – TORUN OBSERVATION DATA QUALITY.

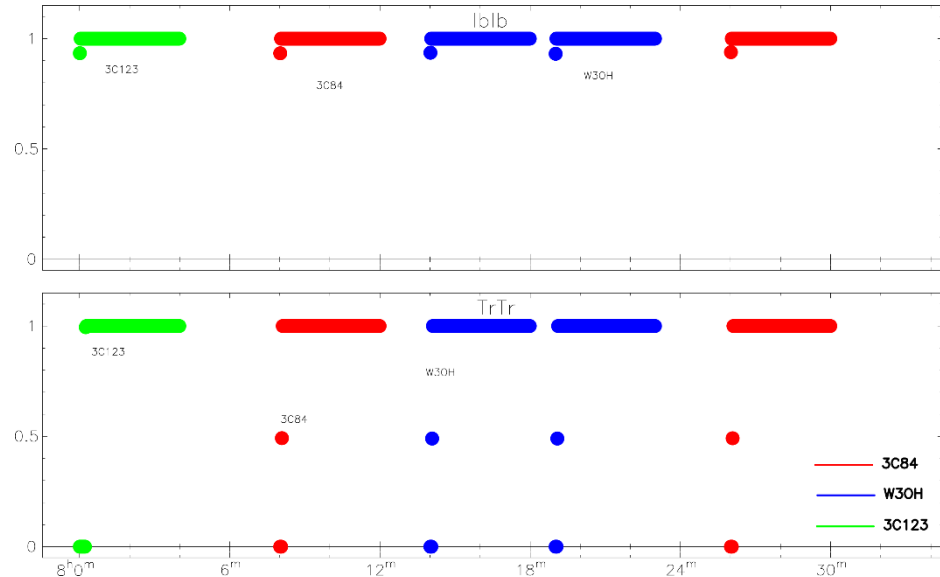


Fig.4. Weights as function from time (all scans are included); on the X axis – time, hours and minutes, on Y axis – weights.

Figure 4. shows that all data points except few seconds from the start has weight 1, that indicates good quality of observed data. The result of data points that not close to weight 1 indicates situation when antenna is not on source. Figure 4. shows - Torun antenna need more time to move on source than expected in planning phase and that should be taken in account for future observations planning.

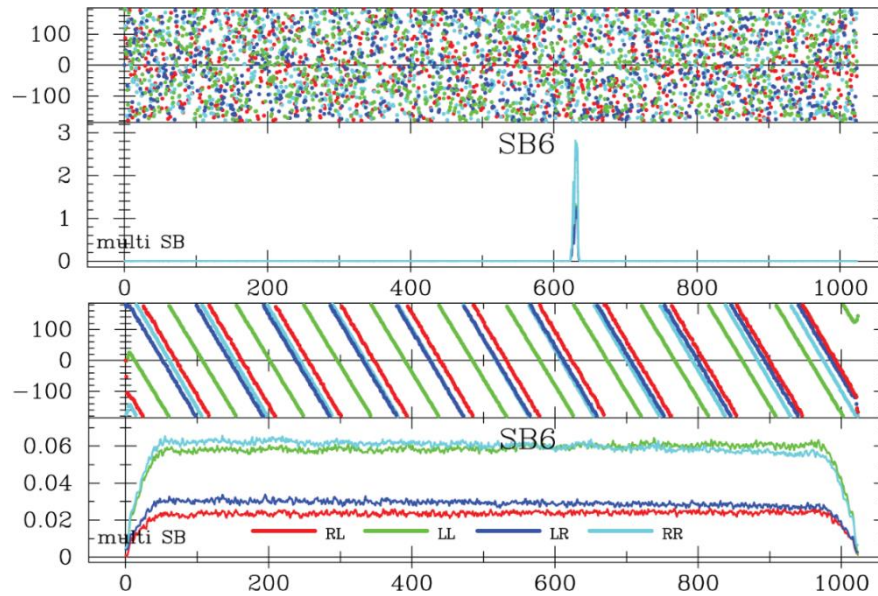


Fig.5. Cross-correlation results of amplitude and phase as function of channels, by sub-band 6 for source 3C84 (bottom) and source W3(OH) (top), on the X axis – numbers of channels, on the Y axis – phase and amplitude.

Figure 5. shows cross-correlation results of amplitude and phase as function of channels (at bottom frame - source 3C84, at top frame - source W3(OH)). The result of source 3C84 shows coherent phases and amplitude, it indicates that observed quasar is bright, both antennas were on source and signal from source is coherent. The result of source W3(OH) shows strong maser signal as expected.

3.3. RESULTS OF POST-CORRELATION STEPS

The first post-correlation task is amplitude calibration where converting relative amplitudes into *Jansky* is necessary. To calibrate all observations, the system temperature must be obtained.

On the Figure 6. top frame show amplitude as function of time, bottom frame show phase as function of time. Top frame show that second and fifth scans containing source 3C84 are notably stronger to others.

The final step of the post-correlation task is to create image (FFT of uv -plane) of the target source. In mentioned Irbene – Torun observation the uv -plane graph contains only few pixels because observation contain only one baseline and duration of it was only 30 *min*. Regard to obtained result the uv -plane is not useful to create images, but it is possible to compare the achieve result and the theoretical uv -plane.

The uv -plane is source projection on Earth, where baseline vector appears as a line drawn on the Earth. This can be decomposed into a component parallel to the equator at its nearest point to the source, and a component parallel to the line between this point and the north pole. The components are u and v , and they change as the Earth rotates. Specifically, they trace out an ellipse in u, v space during one earth rotation [6].

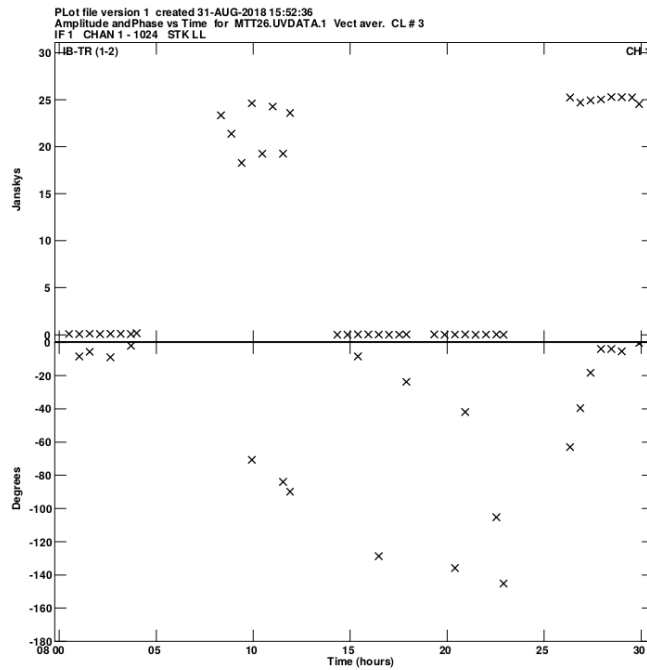


Fig.6. Cross-correlation amplitude and phase as function of time.

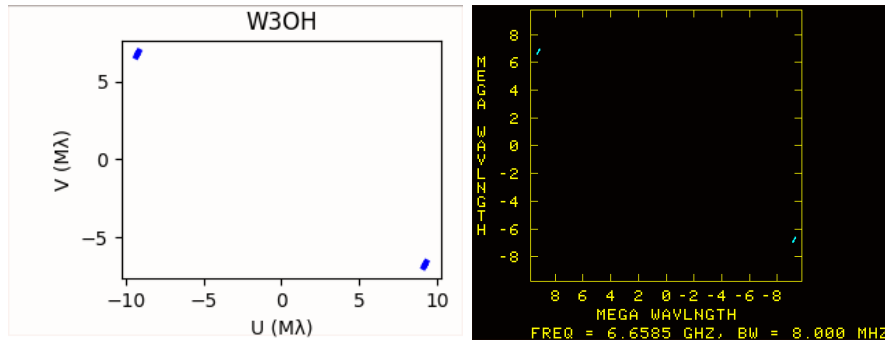


Fig.7. The uv -plane model (left) and uv -plane obtained from observation (right). Observed source W3(OH), axis in *mega wavelengths*.

Figure 7. shows that the model of uv coverage created before observation using *pySched* (left) coincide with uv -plane created from observation data using AIPS (right). For source mapping the next step would be Fourier, but since the uv coverage is to low and observed data for imaging is insignificant this step was skipped.

4. CONCLUSIONS AND FUTURE TASKS

In the experiment conducted on April 26, 2018 results from Irbene – Torun baseline shows fringes, it indicates possibility of Baltic VLBI. The weights plot shows that all data points of observed data except few seconds from the start have good quality. The uv -plane model coincidence with the uv -plane created using observation data.

Future work in VIRAC will be creation of automated software solutions for interferometric maser observation using AIPS. Observation planning, data pre-processing and pro-processing increase VIRAC staff knowledge in VLBI and increase they capabilities to invest in VLBI network progress. The Baltic Interferometer can be a good addition to EVN - allowing a to test ideas in smaller scale that could be considered risky at EVN level.

REFERENCES

- [1] H. Schuh, D. Behrend. (2012). VLBI: A fascinating technique for geodesy and astronomy. *Journal of Geodynamics*. 61 (2012), DOI: 10.1016/j.jog.2012.07.007.
- [2] Vandenberg, N.R., Clark, T.A., Foster, L.N, Whitney, A.R, Lampe, G. (1980), automation of the MARK III Field System, DOI: 1980002032.
- [3] A. Keimpem, et al. The SFXC software correlator for Very Long Baseline Interferometry: Algorithms and Implementation. *Experimental Astronomy*, (2015).
- [4] J. Steinbergs, F. Kamisevs, K. Skirmante, Automated Correlation System for radio astronomical data processing in VIRAC. *Space Review* (2018) vol.5. p 51.
- [5] VLBI Experiment Definition (VEX), Specification. Rev 1.9997 August 29, 2016
- [6] N. Jackson, Principles of interferometry, University of Manchester, Jodrell Bank Observatory.

ACKNOWLEDGMENTS

This contribution was partly supported by the project “Training the next generation entrepreneurs with hands-on methods in SpaceTEM” Interreg EST-LAT programme, funded by the European Regional Development Fund EstLat and project “Physical and chemical processes in the interstellar medium (ASTRA)” No 1.1.1.1/16/A.213 funded from the ERDF funds.

VeUAS funded project “Feasibility study on the Earth remote-sensing satellite monitoring, and the determination of orbital elements using VSRC and VeUAS large scale infrastructure”.

VeUAS funded project “Research of possibility of creating a small VLBI array and radio astronomical data processing center VIRAC (TorIn)”.

This publication has received funding from the European Union’s Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 730562 [RadioNet].

3D BUILDING MODEL RECONSTRUCTION USING LIDAR DATA

E. Visockis, L. Gulbe

Engineering Research Institute “Ventspils International Radio Astronomy Center” of Ventspils University of Applied Sciences,
Inženieru Street 101, Ventspils, LV-3601, Latvia

Addressing efficient city planning and scenario-modelling of different events is important in current urbanization trends. City 3D model preparation using building plans is a labour intensive process which is prone to errors and alternatively can be approached by using remote sensing. The aim of this paper is to evaluate plane extraction based building 3D model acquisition workflow using countrywide LIDAR data. To extract and create 3D models from LIDAR dataset, building footprints were used to isolate individual building data. Detection of roof type was carried out by applying RANSAC algorithm. Workflow was evaluated for two test sites in town Ventspils.

Keywords: *3D building models, roof reconstruction, LIDAR.*

1. INTRODUCTION

According to Central Statistical Bureau of Latvia [3] approximately 70% of country's population lives in urban areas. Further urbanisation is inevitable and needs to be evaluated and analysed thoroughly. Creation of digital city three-dimensional (3D) models is crucial to assess situation in today's digital age and provides alternative to city plan overview in traditional 2D format. 3D models provide natural looking scenes for city planning and basis for modelling and simulation of different scenarios.

Creation of this kind of data can be done by the means of remote sensing data. Remote sensing is a science of obtaining information about objects, territories or phenomena, by analysing data obtained with devices not in the direct contact with the subject [16]. Remote sensing allows to acquire data on vast areas as a city or state. Remote sensing technology LIDAR is gaining more popularity due to its technological advancements over the years [25]. Most common LIDAR technology is based on distance measurements performed with a pulse type laser. LIDAR data contains information about the 3D structure of the surface to be studied. Compared to commonly used orthophoto maps in visible light and infrared range, airborne LIDAR data contains unique information and enables the development of innovative solutions in comparison to accustomed applications of 2D geographic information systems. 3D models can be automatically obtained using LIDAR data to represent the urban environment in a more natural looking way than 2D maps. 3D models automatically obtained from LIDAR data can be used as an end product or in the development of other products, such as shadow maps, which allow for the assessment and appropriate planning of the urban development process, taking into account the shades cast from existing structures.

For the purpose of obtaining 3D information in small areas, an unmanned aerial vehicle can be used. It can provide a higher spatial resolution and more elastic flight planning, but this option is not yet beneficial if the problem have to be addressed at vast scale, because it is financially expensive and time consuming. LIDAR data at countrywide level is provided by Latvian Geospatial Information Agency (LGIA) and is available free of charge for municipalities and state institutions. However, the development of urban 3D models using this data set is complicated by spatial resolution challenges. Since the density of LIDAR data points in countrywide data is not sufficient for the detailed reconstruction of building 3D models, it is necessary to study signal processing techniques that are able to separate the shapes of the roofs from a noisy point cloud.

The aim of this paper is to evaluate plane extraction based building 3D model acquisition workflow using countrywide LIDAR data and to study challenges in the application of this dataset.

There are multiple approaches to building 3D model reconstruction. Frequently, reconstruction workflows include point cloud segmentation by splitting LIDAR points into regions [1, 2, 4, 9, 14, 18, 19]. Segmentation methods analyses not only the point features but also the spatial connectivity between points. Similar approach but excluding connected component analysis is clustering, for example, k-means [20, 21, 22].

Quite robust approach is to construct building 3D model using simple primitives [12, 13]. Primitives include 3D models of basic building shapes which are combined and scaled to construct complex model. The main disadvantage of this method is a need for primitive library. Preparation of primitives involves and it includes time consuming manual work. Lack of primitives included in the library constrain the reconstructable shapes. to prepare those primitives.

Another set of methods include straight line and plane detection using 2D and 3D Hough Transformation [11, 23, 24], which is capable to distinguish planes with largest number of points in the parameter space.

Plane parameters can be estimated also by least squares method, RANSAC and other regression methods. RANSAC is an iterative method to estimate parameters of a mathematical model used to describe the dataset [4, 9, 10, 23]. In case of building 3D modelling, RANSAC has to estimate parameters of planes forming the building in the point cloud. After considering literature studies and implementation aspects, RANSAC method was chosen to be used in the workflow documented in this paper due to its simplicity and computation speed.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. STUDY SITE AND DATA SETS

3D model preparation workflow was evaluated in two test sites in town Ventspils, in Kurzeme planning region, Latvia with mainly apartment buildings in the area. Ventspils is located in relatively flat terrain with height above sea level in range of 3 to 11 meters. Test sites are in the vicinity of Ventspils University of Applied Sciences (VeUAS) and in the district of Pārventa. Vicinity of VeUAS includes apartment buildings with nine floors and flat roof type. District of Pārventa includes both apartment buildings and private houses of mixed roof types like flat,

shed, gable, pyramid, hip and others. There are 18 buildings in VeUAS test site and 49 buildings in Pārventa test site.

Workflow was developed using LIDAR data provided by LGIA) from country-wide remote sensing and map database. LGIA organise LIDAR data acquisition within territory of Latvia since 2014. Main parameters of country-wide LIDAR data are shown in *Table 1*.

Table 1

LIDAR data parameters [15].

Data acquisition date:	30.05.2016.
Data supplier:	Fit-Conseil
Total point density:	no less than 4 points/m ²
Average terrain point density:	no less than 1.5 points/m ²
Data vertical accuracy:	no less than 12 cm
Data horizontal accuracy:	no less than 36 cm

Point density for data fragments used in this study are a bit above specified, resulting in average 7 points/m². It is higher than expected, but by today's standards is considered as low point density [6]. Point density has utmost importance in this kind of task. Low point density makes task challenging and requires use of advanced signal processing methods in order to achieve qualitative results.

Besides LIDAR data, building footprints acquired in another research project by VeUAS and colour infrared orthophoto maps with spatial resolution 0.25 meters/pixel were used. Building footprints were available both as raster images and as a lists of polygon vertices.

2.2. METHODOLOGY

3D model preparation workflow is split into 5 stages, which can be seen in Fig. 1. The main idea of the workflow is to a) separate individual building data points, thus reducing number of points to be processed in one chunk, b) to extract planes in the point cloud and filter out planes corresponding to the walls, c) to form a 3D model using footprints and extracted planes.

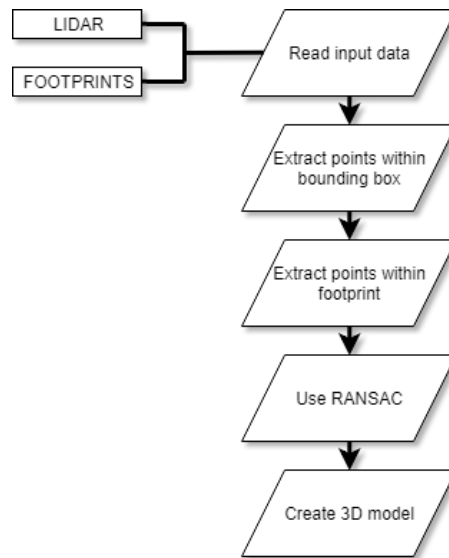


Fig. 1. Main stages of 3D building model reconstruction workflow.

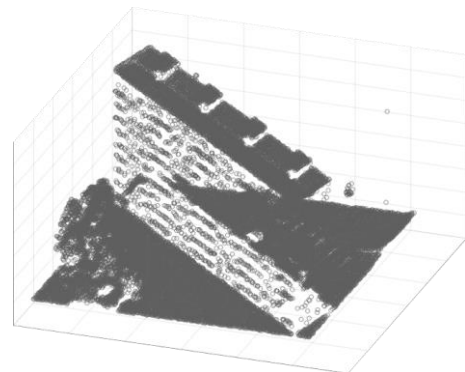
2.2.1. EXTRACTION OF POINTS CORRESPONDING TO INDIVIDUAL BUILDING

Extraction of building points is done in two steps. Every building is processed individually using building footprints.

In the first step, bounding box coordinates of building footprint in the raster image are calculated. Bounding box coordinates are transformed to map projection coordinate system and LIDAR points within the bounding box are clipped out for further processing. Footprint with bounding box and corresponding LIDAR data can be seen in Fig. 2 a) and b).



(a)



(b)

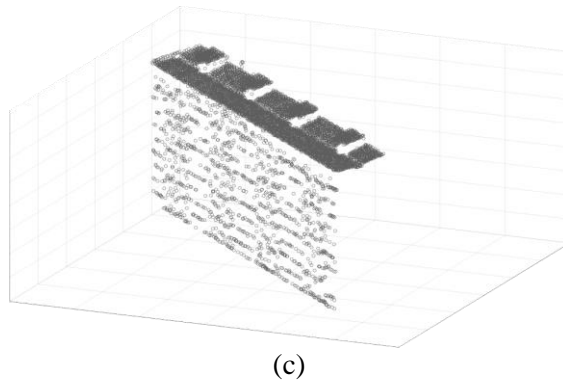


Fig. 2. (a) Footprint within the bounding box. (b) LIDAR data corresponding to the bounding box. (c) LIDAR data within footprint.

In the second step, coordinates of the clipped LIDAR points from the first step are transformed to image coordinate system of the footprint image. Each of the LIDAR points is checked if its coordinates fit within the footprint polygon in the footprint image then it is considered to be valid. Other points are removed from further processing.

2.2.2. APPLICATION OF RANSAC.

RANSAC is an iterative method to estimate parameters of a mathematical model used to describe some dataset. It is fit to be used in noisy data, like LIDAR point clouds, because of its outliers detection capabilities which ensure optimal model coefficients. [7]

RANSAC algorithm is employed to detect planes in the clipped point cloud and to represent them by scalar plane equations. RANSAC is applied sequentially by detecting points forming one plane and then removing these points from the data set and continuing with the next plane. Results of RANSAC algorithm include parameters of scalar equation of the plane and point lists, which contain set of the points from data, belonging to the each plane. Since we are interested only in planes forming the roof of the building, validity of each plane is checked. First validity check is used to determine if the detected plane has sufficient number of points to form significant part of the model. Plane is considered as valid if at least 10% of building points belongs to it meaning that this limits number of planes within model and theoretically the workflow could detect maximum of 10 valid planes. If plane is not up to par with this criteria then its belonging points are removed from model.

All planes with sufficient number of points are further filtered by the angle they form with plane XY which can be calculated using obtained plane equation parameters. This step is required because of the downside of LIDAR data acquisition technology known as LIDAR “shadow” [8]. This phenomenon is present because of the scanning angle which during data acquisition is not kept perfectly at nadir. During such data acquisition at least one wall of the building will get registered while there will be missing data (so called “shadow”) in the opposite side. Registered wall would form a vertical plane which can be filtered out by analysing angle. Empirical threshold of 17° was used in this case. If forming angle between plane and XY axis

is inside the range (73° ; 107°), then it is considered to be vertical and corresponding points are removed from further processing.

Next task is to classify roof type by angles formed by planes found by RANSAC and XY plane and number of planes. This process is done using a priori information about flat and gable roof. For flat roof all detected planes must be parallel to XY plane, within a specific angle range, to be classified as flat. IF ($\alpha \leq 17^\circ$) OR ($\alpha \geq 343^\circ$) THEN the plane type is horizontal. If types of all planes are horizontal, then the roof is considered as flat.

For roof to be classified as gable, number of detected planes must match two and for both of the detected planes must be larger than 17° and smaller than 343° . Number of footprint corners must match four with footprint polygon angles within a range $73^\circ \leq C \leq 90^\circ$. This enables exclusion of unusual building footprints from gable roof generation process. In any other case building roof would be represented as flat in this version of the workflow.

2.2.3. FORMATION OF 3D MODEL

In this study 3D model is stored in PLY file format [17], also known as Stanford Triangle Format, due to its simplicity. This format allows to describe 3D objects, by specifying list of triangles forming the surface of the object. Each triangle is defined by list of vertices forming it. Correspondingly each vertex is described by its x, y, z coordinates. Additional properties such as colour, transparency, surface normals and others can be added to change triangle appearance.

One way to represent arbitrary surface for PLY standard is using surface triangulation. Surface triangulation means preparation of the net of triangles covering whole surface.

In case of a simple, rectangular flat roof building, triangulation is a trivial task, but not all of the buildings are as simple. Triangulation of the flat roof type building footprints is conducted using Delaunay triangulation [5]. List of footprint corner coordinates is employed to form constrained shape, which is then splitted into triangles. Examples of the triangulation results can be seen in Fig. 3.

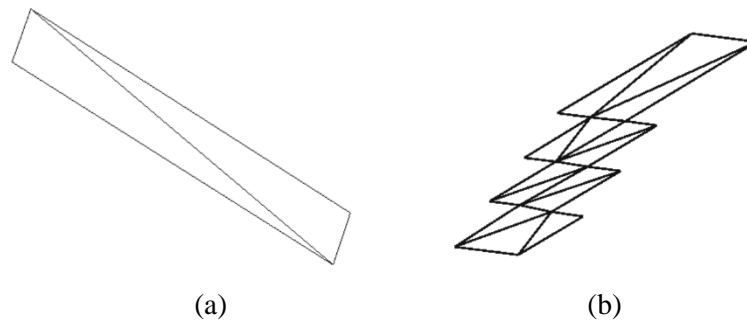


Fig. 3. (a) Triangulation of simple footprint. (b) Triangulation of complex footprint.

Triangulation process is done by connecting given set of points (within the constrained shape) in triangles and checking each triangle by drawing circumcircle around it. If no additional points are included next triangle gets processed. If circumcircle includes additional points, triangle must be split and new triangles checked. Process continues until all circumcircles fulfil this Delaunay criteria. [5]

Result of the triangulation process is a list of coordinates forming triangle vertices and list of the vertices forming triangles. This is already required input for PLY except the z coordinate of vertices or the height value still have to be assigned. In the case of flat roof, average point z value within the footprint is used as building final height. Building walls are constructed using two following vertices of the footprint in the counter-clockwise direction. Coordinates $(x_i; y_i; z)$, $(x_{i+1}; y_{i+1}; z)$, $(x_{i+1}; y_{i+1}; 0)$, $(x_i; y_i; 0)$ are used to form two triangles: 1) $(x_i; y_i; z)$, $(x_{i+1}; y_{i+1}; z)$, $(x_{i+1}; y_{i+1}; 0)$, 2) $(x_{i+1}; y_{i+1}; 0)$, $(x_i; y_i; 0)$, $(x_i; y_i; z)$. Process continues until all successive footprint vertex pairs are processed. Resulting list of vertices and planes are exported into PLY file.

In the case of gable roof, additional points must be added to construct a model. Assumption that a ridge is parallel to the longest building wall was used. In this case trimmed maximum value Z_{max} (10% of highest values were removed before finding maximum) of z coordinate values was chosen as building height. Additional points at height Z_{max} are added. Position of added points are arithmetic mean of the coordinates of two shortest edge vertices of the building. When ridge points are found, creation of the model is split into two parts. First of all, creation of the base model is just like in the case of flat roof.

Creation of the roof part is based on distance checking from added ridge points to the upper points of the base of the roof. Selecting one of the added ridge points (for example 5) and identifying two shortest distances (all distances between point 5 and points 1, 2, 3, 4 are analysed) allows to construct gable (points 1, 5, 4), see Fig. 4. Second ridge point and two longest distances are used to construct second gable (points 2, 6, 3). Construction of the roof planes involves ridge points and both of the longest building sides. At this point, task is to split two groups of four vertices into two triangles. Process is repeated for both roof planes which completes roof model.

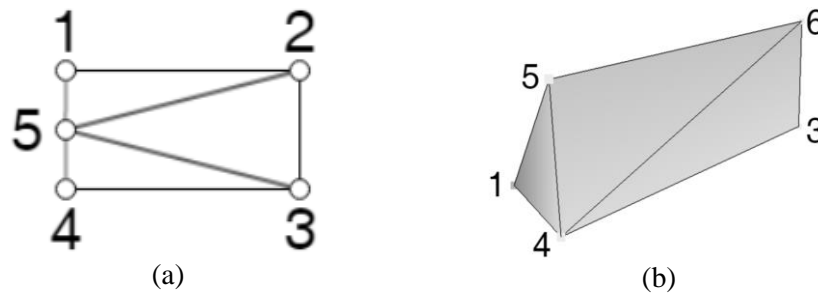


Fig. 4. (a) Distance checking from ridge point (b) Roof element of 3D model.

2.3.4. CONVERSION OF DTM MODEL TO PLY FORMAT.

Viewing separate 3D models for use of planning is not giving full perspective of area. Digital Terrain Model (DTM) is used to provide context for visualizing urban environment. DTM is derived from LIDAR data and contains information only about terrain, while buildings, trees and other data are already filtered out. DTM data, as it is formed as 2D image with data about height as pixel values, can be presented in 3D PLY format. Using spatial resolution of the DTM image and map projection coordinate extent of the image, each pixel can be treated as a small building with flat

roof and constructed like described in section 2.2.3. In this process no mean value is needed because individual pixel contains only one height value.

DTM representation in Fig. 5 looks simply like a flat plane due to the small variations in terrain height which is characteristic for this town.

For easier interpretation, texture generated from colour infrared orthophoto maps is employed. Colour infrared images allow to calculate Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) which shows activity of chlorophyll. Simple thresholding of NDVI allows to separate green vegetation from other materials like impervious surfaces. In the texture image, those two classes: green vegetation and other, is marked by different colours. Texture is applied to every pixel in DTM by specifying the corresponding RGB code.

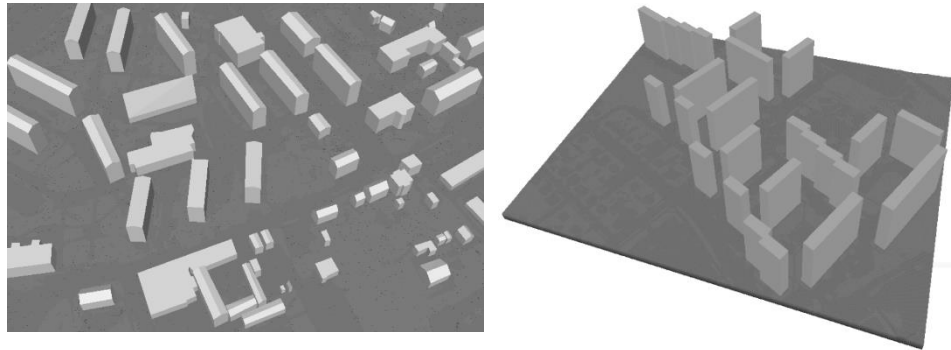


Fig. 5. (a) Pärventa test site results. (b) VeUAS test site results.

3. RESULTS AND DISCUSSION.

The aim of this paper was to evaluate plane extraction based building 3D model acquisition workflow using countrywide LIDAR data. As an additional data, building footprints and DTM were employed and processed to obtain urban environment 3D models.

Building footprint coordinates can be easily transformed and applied to filter LIDAR data and to extract points associated with individual buildings.

RANSAC method is able to detect relevant planes in the LIDAR data and to obtain accurate information about the number of planes and their parameters. Analysis of angle between the plane and XY plane enabled efficient separation of points belonging to the building walls from points belonging to the roof.

Applied LIDAR processing methods yielded accurate results in case of flat and gable roof types. Workflow includes just one threshold for angle analysis with values related with actual geometric properties of the LIDAR point cloud formed by the building. Assessment of the workflow results was done manually. Further validation of workflow accuracy is needed but lack of reference data in 3D format makes it impossible.

Further research should include methods for reconstruction of arbitrary roof shapes with low point density LIDAR data.

ACKNOWLEDGEMENT

We wish to thank the "Latvian Geospatial Information Agency" for providing LIDAR data in order to conduct this study.

REFERENCES

- [1] Awrangjeb, M., & Fraser, C. (2014). Automatic segmentation of raw LiDAR data for extraction of building roofs. *Remote Sensing*, 6(5), 3716-3751.
- [2] Awrangjeb, M., Zhang, C., & Fraser, C. S. (2013). Automatic extraction of building roofs using LIDAR data and multispectral imagery. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, 83, 1-18.
- [3] Central Statistical Bureau of Latvia, (2018). Iedzīvotāju skaits republikas pilsētās, novadu pilsētās un novados(in Latvian) [website post]. Retrieved from (<https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/iedzivotaji/iedzivotaju-skaits/galvenie-raditaji/iedzivotaju-skaits-republikas-pilsetas>)
- [4] Cheng, L., Tong, L., Chen, Y., Zhang, W., Shan, J., Liu, Y., & Li, M. (2013). Integration of LiDAR data and optical multi-view images for 3D reconstruction of building roofs. *Optics and Lasers in Engineering*, 51(4), 493-502.
- [5] Chew, L. P. (1989). Constrained delaunay triangulations. *Algorithmica*, 4(1-4), 97-108.
- [6] Crawford, P. (2018). Effects of Aerial LiDAR Data Density on the Accuracy of Building Reconstruction.
- [7] Derpanis, K. G. (2010). Overview of the RANSAC Algorithm. *Image Rochester NY*, 4(1), 2-3.
- [8] Doria, D., & Radke, R. J. (2012, June). Filling large holes in lidar data by inpainting depth gradients. In *2012 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops* (pp. 65-72). IEEE.
- [9] Forlani, G., Nardinocchi, C., Scaioni, M., & Zingaretti, P. (2003). Building reconstruction and visualization from lidar data. *International Archives Of Photogrammetry Remote Sensing And Spatial Information Sciences*, 34(5/W12), 151-156.
- [10] Henn, A., Gröger, G., Stroh, V., & Plümer, L. (2013). Model driven reconstruction of roofs from sparse LIDAR point clouds. *ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing*, 76, 17-29.
- [11] Huang, H., & Brenner, C. (2011, April). Rule-based roof plane detection and segmentation from laser point clouds. In *2011 Joint Urban Remote Sensing Event* (pp. 293-296). IEEE.

- [12] Huang, H., Brenner, C., & Sester, M. (2011, November). 3D building roof reconstruction from point clouds via generative models. In *Proceedings of the 19th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems* (pp. 16-24). ACM.
- [13] Huang, H., Brenner, C., & Sester, M. (2013). A generative statistical approach to automatic 3D building roof reconstruction from laser scanning data. *ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing*, 79, 29-43.
- [14] Kim, K., & Shan, J. (2011). Building roof modeling from airborne laser scanning data based on level set approach. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66(4), 484-497.
- [15] Latvian Geospatial Information Agency, Aerolaser scanning [website post]. Retrieved from http://map.lgia.gov.lv/index.php?lang=2&cPath=4_5&txt_id=126
- [16] Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. and Chipman, J.W. (2004) *Remote Sensing and Image Interpretation*. Wiley, 2004.
- [17] McHenry, K., & Bajcsy, P. (2008). An overview of 3d data content, file formats and viewers. *National Center for Supercomputing Applications*, 1205, 22.
- [18] Novacheva, A. (2008). Building roof reconstruction from LiDAR data and aerial images through plane extraction and colour edge detection. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, 37, 53-57.
- [19] Rottensteiner, F., Trinder, J., Clode, S., & Kubik, K. (2005). *Automated delineation of roof planes from lidar data*. na.
- [20] Sampath, A., & Shan, J. (2006, May). Clustering based planar roof extraction from lidar data. In *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Annual Conference, Reno, Nevada, May* (pp. 1-6).
- [21] Sampath, A., & Shan, J. (2008). Building roof segmentation and reconstruction from LiDAR point clouds using clustering techniques. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37, 279-284.
- [22] Sohn, G., Huang, X., & Tao, V. (2008). Using a binary space partitioning tree for reconstructing polyhedral building models from airborne lidar data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 74(11), 1425-1438.
- [23] Tarsha-Kurdi, F., Landes, T., & Grussenmeyer, P. (2007, September). Hough-transform and extended ransac algorithms for automatic detection of 3d building roof planes from lidar data. In *ISPRS Workshop on Laser Scanning 2007 and SilviLaser 2007* (Vol. 36, pp. 407-412).
- [24] Vosselman, G., & Dijkman, S. (2001). 3D building model reconstruction from point clouds and ground plans. *International archives of*

photogrammetry remote sensing and spatial information sciences,
34(3/W4), 37-44.

[25] Wandering, U. (2005). Introduction to lidar. In *Lidar* (pp. 1-18). Springer,
New York, NY.

INOVATĪVO TEHNOLOĢIJU IEVIEŠANA SILTUMENERĢIJAS RAŽOŠANĀ UN TO IETEKME UZ CENTRĀLĀS SILTUMAPGĀDES ATTĪSTĪBU

D. Čekule

Ventspils Augstskolas
Ekonomikas un pārvaldības fakultāte,
Inženieru iela 101, Ventspils, LV-3601, Latvija

Izvēlētā tēma ir aktuāla, jo mūsdienās siltumenerģijas ražotāji saskaras ar stingrām Eiropas Savienības direktīvu prasībām un vienu no galvenajām enerģētikas problēmām – siltumnīcefektu izraisošo gāzu samazināšanu. Ar tehnoloģisko iekārtu palīdzību ir jānodrošina ekoloģiska un ilgtspējīga siltumenerģijas ražošana, jāuzlabo siltumapgādes drošība un jāsamazina atkarība no dabas gāzes importa.

Darbā tiek raksturota centrālās siltumapgādes nozīme, attīstības posmi. Tiek aprakstīta pētījuma metodoloģija, veikts respondentu raksturojums, analizēti un interpretēti pētījuma dati par jauno tehnoloģiju ieviešanu centralizētajā siltumapgādē un to ietekmi uz uzņēmumu finanšu rādītājiem.

Apkopotā informācija var būt noderīga siltumapgādes uzņēmumu vadītājiem, lai uzzinātu par citu līdzīgu uzņēmumu pieredzi atjaunojamo energoresursu izmantošanā. Apkopotos datus var izmantot arī kā informācijas avotu turpmākiem pētījumiem ilgtspējīgas enerģētikas politikas jautājumu izziņāšanā un risināšanā.

1. IEVADS

Lai nodrošinātu mūsdienu prasībām atbilstošu centralizēto siltumapgādi, jāuzlabo visa siltumapgādes sistēma kopumā, ieskaitot gan siltuma pārvadi, gan patērētāju sistēmas, kā arī jāseko līdž nozares aktualitātēm un jaunākajām tehnoloģijām.

Pētījuma priekšmets ir jaunākās tehnoloģijas siltumapgādē, **pētījuma objekts** – siltumapgādes uzņēmumi.

Pētījuma mērķis ir izpētīt un aprakstīt jaunākās tehnoloģijas siltumapgādē un noteikt to ietekmi gan uz siltumapgādes uzņēmumu finanšu rādītājiem, gan uz ilgtspējīgas enerģētikas saglabāšanu kopumā.

Pētījuma veikšanā tika izmantotas šādas **pētījumu metodes**: zinātniskās literatūras izpēte un analīze, dokumentu analīze, gadījumu izpēte, aptaujas metode un statistiskās analīzes metode.

2. CENTRALIZĒTĀS SILTUMAPGĀDES ATTĪSTĪBAS POSMI

Mūsdienīga siltumapgādes sistēma ir vienota un komplicēta sistēma, kas sastāv no daudzām un sarežģītām tehnoloģiskajām iekārtām siltumenerģijas ražošanai, pārvadei un sadalei, siltumapgādes režīmu uzturēšanai un visa siltumapgādes procesa regulēšanai un kontrolei. Visam tehnoloģisko iekārtu

kopumam ir jādabojas saskaņoti, precīzi un nepārtraukti visā siltumenerģijas piegādes ķēdē – sākot no siltumavota un beidzot ar gala patērētāju [1].

Centralizētās siltumapgādes jomā tehniskās attīstības ziņā dominējošo lomu ieņem Dānija un Zviedrija, kas siltumapgādes attīstības problēmām ir piesaistījusi zinātnisko potenciālu un veic pētījumus šajā jomā. Minēto valstu zinātnieki, pētot centralizētās siltumapgādes attīstību un tās nākotnes prognozes, centralizēto siltumapgādi iedala attīstības posmos jeb paaudzēs [2].

Pašlaik Eiropas Savienībā, arī Latvijā, centralizētā siltumapgāde ir pārejas sākumā no trešās paaudzes uz ceturto. Trešā paaudze ir raksturīga ar slēgtiem siltumtīkliem un noteiktu siltuma avotu pieslēgumu, ar samērā augstu siltumnesēja temperatūru pārvades tīklos un palielinātu siltumenerģijas patēriņu ēkās (līdz 250 kWh/m² apkurei). Ceturtais paaudzes centralizētajai siltumapgādes sistēmai raksturīgas kardinālas izmaiņas, kas iezīmējas kā:

1. Atvērtie pārvades tīkli, kam pievienojas jebkurš interesents, arī individuāla privātmāja, kas savam pašpatēriņam ražo enerģiju, izmantojot atjaunojamos energoresursus, kuru pārpalikumu tā var ievadīt siltumtīklā, bet vajadzības gadījumā trūkstošo siltumenerģiju ņemt no tīkla;
2. Pazemināts siltumnesēja temperatūras grafiks tīklos, kas nodrošina ļoti mazus siltuma zudumus (līdz 2-3%) tīklos un paaugstina centralizētās siltumapgādes konkurētspēju, salīdzinot ar individuālo apkuri;
3. Enerģijas pārpalikumu savākšana tīklos un akumulācija siltumenerģijas veidā, kas ir jauna centralizētās siltumapgādes funkcija, kurai izmanto liela apjoma segtus ūdensbaseinus vai pazemes akumulācijas baseinus;
4. Mērķtiecīga atjaunojamo energoresursu apjoma palielināšana, samazinot fosilā kurināmā izmantošanu;
5. Jaunu enerģijas veidu izmantošana siltuma ražošanai (ūdeņradis, ģeotermālā enerģija u.c.);
6. Ievērojams enerģijas patēriņa samazinājums ēku apkurei, ko jaunajā apbūvē nodrošina būvnormatīva prasības par gandrīz nulles enerģijas patēriņu ēkām (līdz 40 kWh/m² gadā apkurei), kas vienlaikus ir arī pašpietiekamas, jo savā lielākajā daļā pašas ražo enerģiju no atjaunojamiem energoresursiem [2].

Ceturtais paaudzes tehnoloģijas galvenokārt balstās uz enerģijas atguves un enerģijas pārpalikumu savākšanu un akumulāciju.

3. INOVATĪVI RISINĀJUMI CENTRĀLĀS SILTUMAPGĀDES ORGANIZĒŠANĀ

Pieaugot enerģijas resursu pieprasījumam, nepieciešama energoresursu efektīvi izmantojoša un vidi saudzējoša enerģijas apgādes politika un tehnoloģijas, tādēļ enerģijas piegādes drošums Latvijas iedzīvotājiem un tautsaimniecībai uzskatāms par galveno zinātniski pamatoto enerģētikas stratēģijas mērķi. Tas ietver sevī stabilas, drošas, videi draudzīgas, iedzīvotāju un uzņēmumu pirktspējai

atbilstošas enerģijas piegādi. Enerģijas drošums prasa īstermiņa un ilgtermiņa investīciju palielināšanu enerģētikas nozarē, balstoties uz zinātnisko pētījumu plašināšanu šajā jomā un energoefektivitātes pasākumu ieviešanu [3].

Latvijas ilgtermiņa stratēģija enerģētikas jomā izriet no valsts ilgtermiņa attīstības mērķiem:

- samazināt valsts atkarību no enerģētisko resursu importa, tostarp jūtību pret nestabilajām šo resursu cenām, īstenojot videi draudzīgu atjaunojamo enerģijas avotu izmantošanas pasākumus;
- samazināt fosilo ražošanas iekārtu kaitīgo ietekmi uz apkārtējo vidi.

Lai sasniegtu šos mērķus, arī siltumenerģijas ražotājiem aktīvi jāseko līdž jaunākajām tehnoloģijām un jāveicina energoefektivitāte gan siltumavotos, gan siltuma pārvadē.

Turpmāk tekstā aprakstītas piecas no pēdējo gadu laikā izstrādātajām tehnoloģijām centralizētās siltumapgādes energoefektivitātes paaugstināšanai

3.1. Dūmgāzu kondensatori

Ūdens daudzums biomasas kurināmajā variē no 5% (galdniecības pārpalikumi) līdz 50% un vairāk (koksnes šķeldā) un degšanas procesa laikā šis ūdens iztvaiko. Šāda veida iztvaikošanu sauc par latento jeb slēpto siltumu un parasti šis siltuma daudzums kopā ar izplūdes gāzēm pa skursteni tiek izvadīts gaisā.

Lai šo enerģiju lietderīgi izmantotu, nepieciešams atdzesēt izplūdes gāzes ar dūmgāzu kondensatora palīdzību. Iekārta reģenerē dūmgāzes un novada siltumenerģiju atpakaļ sistēmā, tādā veidā iegūstot papildus enerģiju, kas pārsniedz 30% katla jaudas.

3.2. Jaunās paaudzes siltumtrases

Viens no populārākajiem energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumiem siltumapgādes uzņēmumos ir siltumtrašu rekonstrukcija. Kopš valsts neatkarības atjaunošanas, kad siltuma zudumi trasēs sasniedza pat 40%, zudumu samazināšana ir bijis viens no siltumapgādes uzņēmumu galvenajiem uzdevumiem. Saskaņā ar Ekonomikas ministrijas sniegto informāciju, šobrīd vidējie siltuma zudumi valstī ir samazināti līdz 13% līmenim [4].

Siltumapgādes sistēmās, veicot papildus drošības pasākumus, paredz cauruļu izolācijā iemontētu elektronisku avārijas signalizācijas sistēmu. Ar sistēmas palīdzību tiek reģistrēts jebkurš bojājums, kas palielina cauruļu izolācijas mitrumu un ar augstu precizitātes pakāpi nosaka bojājuma atrašanās ģeogrāfisko vietu un līdz ar to iespējama ātra tā likvidācija.

3.3. Saules enerģija

Siltumenerģijas iegūšanai izmanto saules kolektorus. Tos uzstāda ne tikai individuāli uz ēku jumtiem vai pie sienām, bet arī īpaši izveidotos laukos (vairāku desmitu tūkstošu kvadrātmetri). Saules kolektoru lauki kļūst arvien plašāk veidoti Eiropā, jo saules enerģijas nozīme centralizētajā siltumapgādes sistēmās strauji

pieaug. Atkarībā no izraudzītā saules kolektoru novietojuma pilsētā vai novadā ir jāizvēlas arī Saules kolektoru pieslēguma veids centralizētās siltumapgādes sistēmā. No saules kolektoriem pienākošo siltumenerģiju novirza gan uz akumulācijas tvertni, gan siltumenerģijas patērētājiem [5].

Pirmais nozīmīgākais saules kolektoru projekts Latvijā ar kopējo virsmu 153 m² tika uzstādīts ar Dānijas atbalstu Aizkraukles novada ģimnāzijā, kur atrodas arī katlumāja. Kolektori domāti karstā ūdens sagatavošanai [2].

3.4. Akumulācijas tvertnes

Siltumenerģija, kas ir iegūta no siltuma avotiem, ieskaitot saules kolektorus, var tikt uzglabāta siltumenerģijas akumulatoros jeb krātuvēs. No siltuma uzglabāšanas iekārtām enerģiju izmanto vairākiem mērķiem – apkures sistēmu pieprasījuma nodrošināšanai, karstā ūdens sagatavošanai un rūpnieciskiem procesiem.

Pazemes siltuma akumulācija kļūst īpaši aktuāla līdz ar ceturtās paaudzes centralizētās siltumapgādes sistēmas attīstību. Pētījumi liecina, ka šādu akumulatoru izveidošanai varētu izmantot ūdens atradnes, kas atrodamas 150 līdz 500 metru (m) dziļumā. Šādus enerģijas "pagrabus" iespējams izveidot Liepājā, Dobelē un citur. Sezonas siltuma akumulatorā ievadāmā siltumnesēja temperatūrai ir jābūt robežās starp 40 un 100°C [6].

3.5. No atkritumiem iegūts kurināmais

Terminu „no atkritumiem iegūtais kurināmais” (NAIK) jeb angļiski Refuse Derived Fuel (RDF) izmanto, lai raksturotu cietos sadzīves atkritumus, kurus apstrādājot izveidota vienveidīga kurināmā masa, ko iespējams izmantot kā papildu kurināmo enerģijas ieguvei termoelektrostacijās vai sadedzināt ar enerģijas atgūšanu speciālās iekārtās. Tas, cik daudz enerģijas iespējams iegūt no atkritumiem, pārsvarā atkarīgs no kurināmā sastāva un kvalitātes, t.sk. mitruma, pelnu satura un zemākā sadegšanas siltuma, kā arī no izmantotās sadedzināšanas iekārtas efektivitātes. Aptuveni aprēķini rāda, ka no sadzīves atkritumiem iegūta kurināmā īpatsvars Latvijas enerģētikas nozarē potenciāli varētu būt 1,3-3%.

No atkritumiem iegūto kurināmo iespējams izmantot tādu energoietilpīgo nozaru vajadzībām kā cementa, papīra un tērauda ražošana un metālapstrāde, kā arī elektroenerģijas un siltuma ražošanā, līdzsadedzinot, piemēram, ar oglēm vai sadedzinot atsevišķi. Latvijā līdz šim no atkritumiem iegūtais kurināmais tiek izmantots vienīgi cementa rūpnīcā CEMEX (Brocēnos), kur tas tiek iepirkts no Igaunijas un Vācijas.

4. SILTUMAPGĀDES UZŅĒMUMU ATTĪSTĪBAS ANALĪZE

4.1. Pētījuma metodoloģija

Pētījuma mērķis ir noskaidrot, kādas no jaunākajām tehnoloģijām ieviestas Latvijas siltumapgādes uzņēmumos un kā pāreja uz atjaunojamo energoresursu izmantošanu ietekmē uzņēmumu finansiālo darbību. Aptaujas veikšana ir viena no

izpētes sastāvdaļām, kas ļauj analizēt un vērtēt veikto statistikas datu analīzi un novērtēt to atbilstību reālajai situācijai.

Lai izpētītu un analizētu centrālās siltumapgādes attīstības tendences Latvijā, 2018. gada aprīlī un maijā tika veikta Latvijas siltumapgādes uzņēmumu vadītāju anketēšana. Aptaujas anketā iekļauti vienpadsmit, pēc jautājumu formas atvērti un daļēji atvērti jautājumi. Kā aptaujas metode tika izmantota interneta aptauja (WAPI) interneta vidē, izmantojot tā saucamo veidlapu veidošanu “Google” diskā. Aptaujas dalībniekiem tika nodrošināta pilnīga konfidencialitāte, tādēļ iegūtie pētījuma dati atspoguļoti apkopotā veidā.

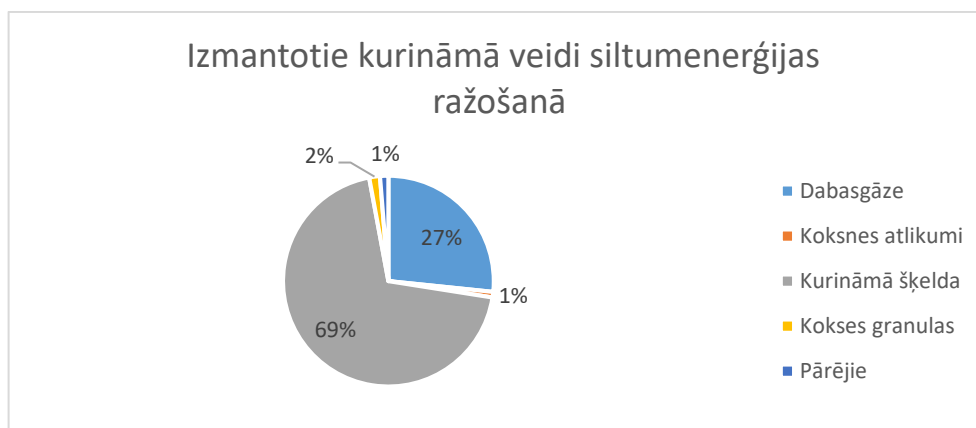
Aptaujas mērķa grupa bija Latvijas siltumapgādes uzņēmumi, kuru kopējais saražotais siltumenerģijas daudzums pārsniedz 5000 MWh/gadā un siltumapgādes gala tarifu regulē Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisija. Kopā Latvijā ir 54 šādi komersanti un aptaujas anketas tika izsūtītas visiem uzņēmumiem. Atpakaļ saņemtas un atzītas par derīgām 33 uzņēmumu anketas.

Pētījumā iegūtie dati apkopoti datu bāzē, Microsoft Excel programmā, ar iespēju tos papildināt, savstarpēji salīdzināt un apstrādāt. Datu analīzei tiek izmantota aprakstošā statistikas metode. Lai noteiktu ilgtspējīgas enerģētikas attīstības tendences, iegūtie dati grupēti un aprakstīti četrās apakšgrupās – sociālā, vides, ekonomiskā sfēra un tehnoloģijas. Darba analītiskajā daļā izmantoti arī Centrālās statistikas pārvaldes un Lursoft datu bāzēs iegūtie dati un finanšu rādītāji.

4.2. Vides faktori

Lielo pilsētu siltumapgādes uzņēmumu darbība balstīta uz ilgtspējīgas attīstības principiem, īpaša uzmanība tiek pievērsta jautājumiem par energoresursu izmantošanu, enerģijas patēriņa samazināšanu un energoefektivitātes paaugstināšanu.

Siltumapgādes uzņēmumu vadītājiem tika uzdots jautājums, kādi energoresursi pārsvarā tiek izmantoti siltumenerģijas ražošanā. Lielāko daļu kurināmā ieņem koksnes šķelda (gandrīz 70%) un dabasgāze (26%). Papildus šiem kurināmā veidiem, ražošanā nelielos daudzumos tiek izmantoti arī tādi fosilie kurināmie, kā mazuts un dīzeļdegviela. Uzņēmumu vadītāji atzīst, ka turpmākajos gados šķeldas apjomi, kas tiks izmantoti Latvijas siltumapgādes uzņēmumos, tikai pieaugs, jo, piesaistot ES fondu atbalstu, uzņēmumi turpinās modernizāciju, pārejot uz šķeldas sadedzināšanas iekārtām. Jau šobrīd lielākā daļa uzņēmumu izmanto šķeldu, kas ļauj saglabāt stabilu siltumenerģijas tarifu. Kurināmā sadalījums pa energoresursu veidiem redzams attēlā 4.1.



4.1. att. Izmantotie energoresursi pa kurināmā veidiem, %
Avots: Autores veiktais pētījums

Aptaujas anketā tika lūgts norādīt, kādi pasākumi tiek īstenoti kaitīgo izmešu daudzuma samazināšanai un apkārtējās vides kvalitātes uzlabošanai. Tabulā 4.1. apkopti biežāk minētie.

4.1.tabula

Uzņēmumos īstenotie pasākumi kaitīgo izmešu daudzuma samazināšanai un apkārtējās vides kvalitātes uzlabošanai

Nr.	Veiktie pasākumi
1	Pāreja uz biomasas kurināmo
2	Optimāla katlu darbība, ieviesta energopārvaldības sistēma, iegūts ISO sertifikāts
3	Izmantots videi draudzīgs kurināmais
4	Izbūvēta jauna šķeldas katlu māja, kurai šogad plānots uzstādīt dūmgāzu elektrostatisko filtru un dūmgāzu ekonomizerus
5	Materiālu monitorings, izveidotas skaņas barjeras
6	Šķeldas katlam ir multiciklons, kas uztver cietās daļiņas, katls 2015. gadā papildināts ar kondensatoru, tiek sekots līdz dūmgāzu kvalitātei
7	Uzstādīti cikloni un dūmgāzu kondensators

Avots: Autores veiktais pētījums

4.3. Ekonomiskie faktori

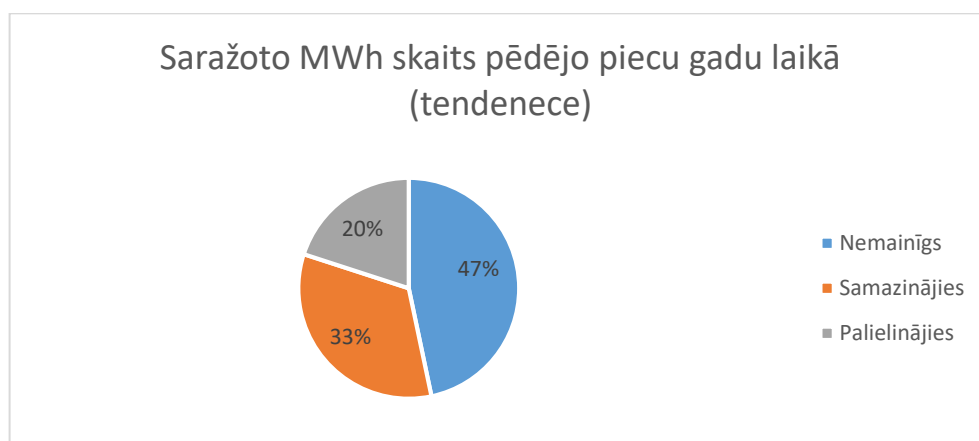
ES Enerģētikas Pamatnostādņēs 2020 noteikts, ka Latvijas enerģētikas politikas galvenais mērķis ir konkurētspējīga ekonomika ar diviem enerģētikas politikas apakšmērķiem:

1. Ilgtspējīga enerģētika, kas nodrošina enerģētikas ilgtspēju gan ekonomiskā, gan sociālā, gan vides izpratnē. To plānots panākt, uzlabojot energoefektivitāti un

- veicinot augsti efektīvu ražošanas tehnoloģiju un AER izmantošanas tehnoloģijas;
2. Energoapgādes drošības paaugstināšana, kas paredz enerģijas lietotājiem pieejamas, stabilas enerģijas piegādes, mazinot ģeopolitiskos riskus, dažādojot enerģijas resursu piegāžu avotus un ceļus.

4.3.1. Saražoto megavatstundu skaits

Viens no siltumapgādes uzņēmumu būtiskākajiem rādītājiem ir pieprasīto un saražoto MWh skaits. Aptaujātie vadītāji atzīst, ka lielākoties šis rādītājs ir nemainīgs. Minēts, ka laika periodā no 2013. – 2015. gada saražotais daudzums samazinājies patērētājiem veicot ēku renovāciju, tomēr no 2015. gada atkal palielinājies jaunu pieslēgumu dēļ.



4.2. att. Saražoto MWh skaits katlu mājās pēdējo piecu gadu laikā (tendence)

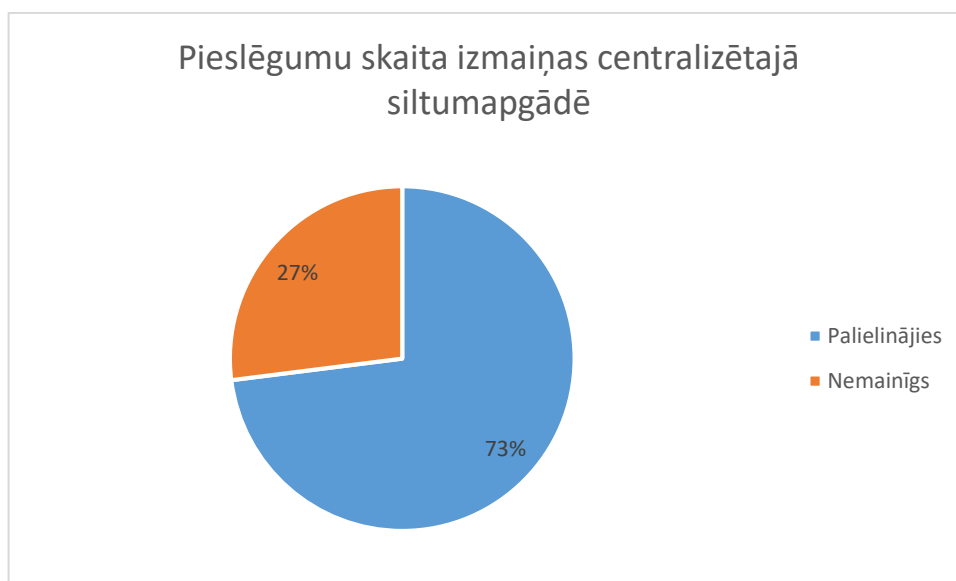
Avots: Autores veiktais pētījums

Lielākie siltumenerģijas patērētāji ir mājsaimniecību un rūpniecības sektors. Saskaņā ar Ekonomikas Ministrijas sniegtajām prognozēm, līdz 2030. gadam kopējais siltumenerģijas pieprasījums šajos sektoros samazināsies par vairāk kā 1000 GWh. Kā iemesli tiek minēti energoefektivitātes pasākumu veicināšana mājsaimniecību sektorā, strauja atjaunojamo energoresursu tehnoloģiju attīstība, modernu siltumenerģijas uzskaites un kontroles sistēmu ieviešana, kā arī iedzīvotāju skaita samazināšanās un to ieradumu maiņa. Lielo pilsētu vadītāji atzīst, ka plāno saglabāt esošo ražošanas līmeni, pakāpeniski pievienojot jaunus patērētājus centralizētajai siltumapgādei.

4.3.2. Klientu skaits

Centrālā siltumapgāde ekonomiski dzīvotspējīga ir tikai teritorijās ar salīdzinoši lielu siltumenerģijas pieprasījuma blīvumu. Siltuma blīvums analizētajās teritorijās pārsvarā parāda pietiekamu siltumenerģijas pieprasījumu, lai esošie siltumapgādes uzņēmumi spētu paplašināties un būtu ekonomiski dzīvotspējīgi. Lielākā daļa aptaujāto uzņēmumu (73,3%) norāda, ka klientu un pieslēgumu skaits pēdējo piecu gadu laikā ir palielinājies – piemēram, Liepājā un Rīgā par aptuveni 40

klientiem gadā, pārējā daļa norāda, ka klientu skaits ir nemainīgs. Nevienā no atbildēm netiek minēts, ka klientu skaits būtu samazinājies, kas ir pozitīvs rādītājs uzņēmuma saimnieciskajā darbībā.



4.3. att. Pieslēgumu skaita izmaiņas pēdējo piecu gadu laikā.
Avots: Autores veiktais pētījums

Lai arī klientu skaita ziņā vērojama pozitīva tendence, siltuma pieprasījums no mājsaimniecībām un industrijām ir ierobežots, jo atsevišķa potenciālo klientu daļa dod priekšroku individuālajiem apkures risinājumiem ekonomisko iemeslu dēļ. Lai realizētu centrālās siltumapgādes potenciālu, ir nepieciešams attīstīt ekonomiskus stimulus gala patērētājiem, lai siltuma izmaksas nepārsniegtu alternatīvas individuālās apkures izmaksas. Jāīsteno pasākumi, lai sasniegtu kopējā siltumapgādes tarifa samazināšanos, tostarp, nepieciešams piesaistīt ES finanšu atbalstu investīcijām jaunu centrālās siltumapgādes tīklu izveidē un esošo (vecu) tīklu renovācijā. Mazo pilsētu siltumapgādes uzņēmumu vadītāji atzīst, ka straujāku energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumu īstenošanu kavē trūkstošais investīciju apjoms, pašvaldību ierobežotās spējas ņemt kredītu, kā arī lēnais kapitāla apgrozījuma ātrums. Šo iemeslu dēļ vēl aizvien pašvaldībās tiek darbinātas neefektīvas iekārtas, kas rada paaugstinātu kurināmā patēriņu un nespēj nodrošināt siltuma apgādi nepieciešamā kvalitātē. Veicot kompleksu sistēmas atjaunošanu, iespējams optimizēt enerģijas ražošanas procesu un samazināt siltumenerģijas zudumus pārvades sistēmās.

4.3.3. Energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumi

Lai noskaidrotu, kā norit siltumapgādes uzņēmumu attīstība, vadītājiem tika jautāts, kādi energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumi veikti pēdējo piecu gadu laikā. Biežāk sniegtās atbildes apkopotas tabulā 4.2.

**Uzņēmumos veiktie siltumapgādes sistēmas energoefektivitātes
paaugstināšanas pasākumi**

Nr.	Veiktie pasākumi
1	Rekonstruētas katlu mājas, atjaunotas siltumtrases, pāreja no mazuta kurināmā uz šķeldu
2	Katlu mājas rekonstrukcija, siltumtrašu nomaiņa, individuālo siltummezglu uzstādīšana
3	Kandavas pilsētā uzbūvēta jauna šķeldas katlu māja ar jaudu 3,5 Mwh. Kandavas pilsētā uzbūvēta jauna siltumtrase aptuveni 3,3 km garumā
4	Pagastu lokālajās katlu mājās akmeņogles, dīzeļdegviela aizvietota ar koksnes granulām
5	Rekonstruētas siltumtrases, vasaras periodā samazināta tīklu temperatūra
6	Siltumtrašu un siltumapgādes sistēmu rekonstrukcija
7	Nomainīti apkures katli
8	SIA "Salaspils Siltums" pēdējo piecu gadu laikā ir uzstādījis šķeldas katlu, kurš tika papildināts ar dūmgāzu kondensatoru, rekonstruētas siltumtrases, uzstādīts augstas efektivitātes gāzes katls ar ekonomāizeru un citi
9	Uzstādīti mūsdienīgi cirkulācijas sūkņi
10	Šķeldas katlu mājas izbūve un tās iekļaušana kopējā tīklā. Izbūvējot ~2km siltumtrašu pievienoti papildus patērētāji, kuri iepriekš tika apsildīti siltumenerģiju ražojot 2 novecojušās gāzes katlu mājās (tās demontētas)
11	Skaitītāju automātiskās nolasīšanas sistēmas ieviešana. Priedainē uzbūvēta jauna, moderna šķeldas katlu māja, aizstājot veco, neefektīgo, ar malku darbināmo k/m.
12	Siltumapgādes sistēmas - katlumāja, siltumtīkli, siltummezgli - automatizācijas un vizualizācijas sistēmas ieviešana; saules kolektori elektrībai -10 kW
13	Jauns deglis - jauda 1,6 MW: jauna katlumāja 3 MW
14	Šķeldas katlu mājas būvniecība, siltumtrašu izbūve, saistvada izbūve
15	Ēku siltināšana, ēku siltummezglu vadīšana attālināti.

Avots: Autores veiktais pētījums

Kā biežākie energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumi tiek minēti katlu māju rekonstrukcija un pāreja no fosilā kurināmā uz atjaunojamiem energoresursiem. Kā nākamais tiek minēts siltumtrašu rekonstrukcija un attālināto siltumskaitītāju ieviešana.

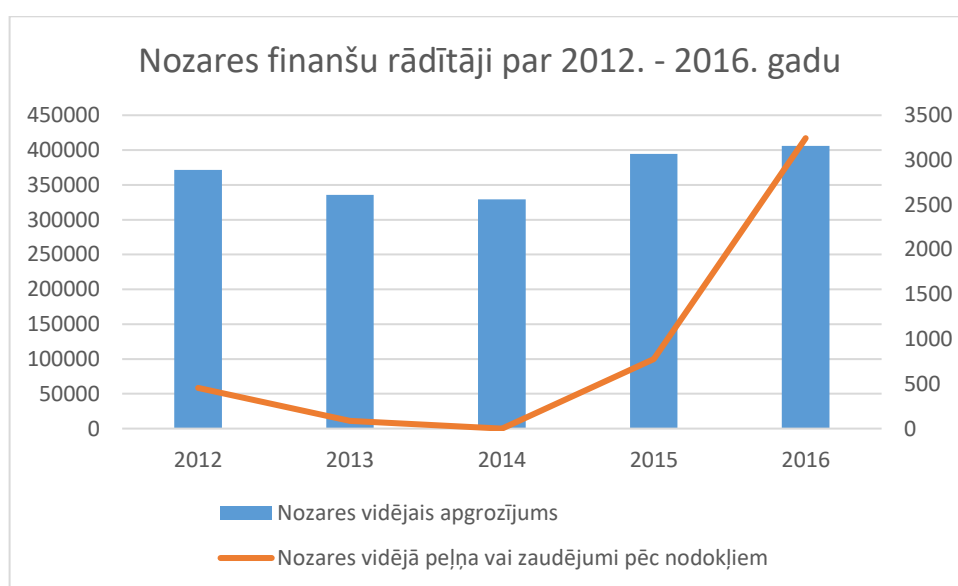
Siltumapgādes uzņēmumiem, veicot sistēmu modernizāciju, ir svarīgi realizēt siltumapgādes pieprasījuma un piedāvājuma kartēšanu. Šāda kartēšana dod iespēju

novērtēt siltumenerģijas pieprasījuma blīvumu un pārpalikumu pašvaldības teritorijā. Līdz ar to pašvaldībām ir vieglāk analizēt siltumenerģijas pieprasījuma izmaiņas tuvākajā nākotnē, kā arī iespējamās attīstības scenārijus.

4.3.4. Finanšu rādītāji

Lielākā daļa aptaujāto uzņēmumu vadītāji atzīst, ka energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumi, ieviešot jaunas tehnoloģijas un diversificējot kurināmā veidu, uzņēmuma saimniecisko darbību ietekmē pozitīvi. Ir iespēja noturēt stabilu siltumenerģijas tarifu un prognozēt kurināmā izmaksas. Uzņēmumi, kuri ražošanā vēl joprojām izmanto dabasgāzi min, ka pie šī brīža gāzes cenas ietekme nav ievērojama un izmaksas, kas saistās ar siltumenerģijas ražošanu atšķiras maz. Tomēr palielinoties gāzes cenai, ietekme būs ievērojama.

Tāpat vadītāji min, ka ilgtspējīgas enerģētikas politikas prasības veicina aktīvi domāt par iekārtu efektivitāti un ir par pamatu uzņēmuma efektīvas saimnieciskās darbības īstenošanai. Kā pozitīvs fakts tiek minēts iespēja piesaistīt Eiropas Savienības finansējumu darbības efektivitātes uzlabošanai.



4.4. att. Siltumapgādes nozares finanšu rādītāji par 2012. – 2016. gadu
Avots: Autores veidota diagramma, izmantojot Lursoft uzņēmumu datubāzē pieejamos finanšu datus.

Nozarē no 2014. gada vērojams neto apgrozījuma un vidējās peļņas pieaugums. Uzņēmumu vadītāji atzīmē, ka šis rādītājs atkarīgs no dažādiem faktoriem – uzņēmuma peļņu un apgrozījumu ietekmē novecojusi tehnika, debitoru parādi, patērētāju un pieslēgumu skaits. Tāpat tiek minēts, ka 2016./2017. gada sezonā ir bijis garākais apkures periods – vidēji 218 dienas. Lai arī ziemas pēdējo gadu laikā ir siltākas, apkures periods kļūst garāks.

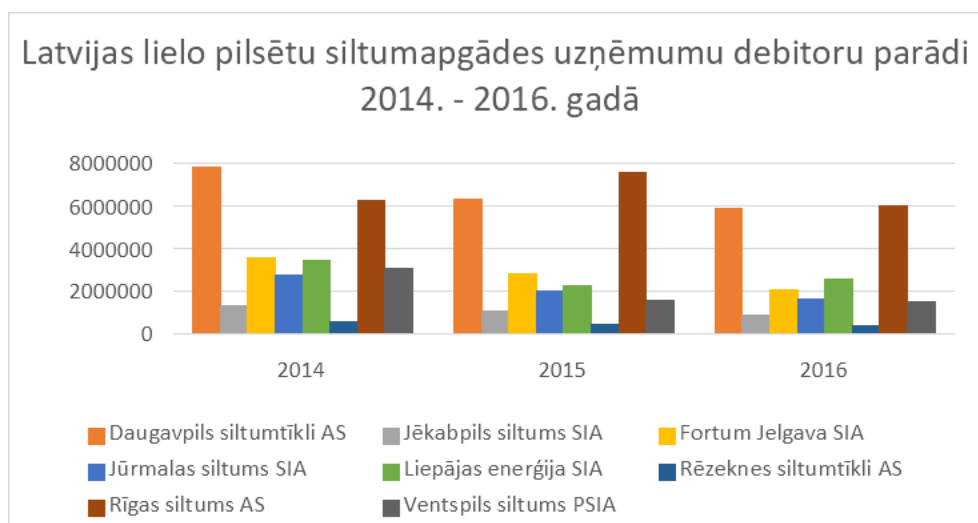
4.4. Sociālie faktori

Saskaņā ar CSP veiktajiem pētījumiem, iedzīvotāju ienākumu līmenis pastāvīgi pieaug, bet tanī pat laikā palielinās nabadzības riska indekss un ienākumu atšķirības (polarizācija) starp bagātājiem un nabadzīgājiem pastāvīgi palielinās. Iedzīvotāju aptaujas par centralizēto siltumapgādi parāda, ka patērētājus apmierina sistēma, bet neapmierina siltumapgādes pakalpojuma augstie tarifi un iespēju trūkums telpās uzturēt sev tīkamu temperatūru.

Apkures katlu ekspluatācijas ilgums un to tehniskais stāvoklis, siltumenerģijas ražošanā izmantotā kurināmā veids, zudumi pārvades un sadales tīklos ir faktori, kas būtiski ietekmē arī galapatērētājiem piemēroto siltumenerģijas tarifu apmēru. Saskaņā ar Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas informāciju, Latvijā galapatērētājiem piemērotie siltumenerģijas tarifi būtiski atšķiras, piemēram, 2017. gadā vieni no zemākajiem siltumenerģijas tarifiem bija Rīgā, Aizkrauklē un Dobelē, kur gala lietotājs par vienu megavatstundu maksāja līdz 50 EUR. Savukārt vieni no augstākajiem siltumenerģijas tarifiem bija Siguldā, Talsos un Saulkrastos, kur gala lietotājs par vienu megavatstundu maksāja vairāk kā 60 EUR.

Augstie tarifi un galapatērētāju maksātspēja noved pie pastāvīgiem un finansiāli apjomīgiem parādiem par siltumenerģiju. Pēc Ekonomikas Ministrijas sniegtās informācijas republikas nozīmes pilsētās parāda par siltumenerģiju apmērs uz 01.09.2015. bija 17,7 miljoni eiro, bet novadu pašvaldībās – 14,1 miljoni eiro.

Šobrīd situācija ir uzlabojies un lielākā daļa siltumapgādes uzņēmumu vadītāji aptaujā min, ka debitoru parādi samazinās. Šāda tendence vērojama gan pateicoties norēķinu sistēmas sakārtošanai un uzlabošanai, gan aktīvai uzņēmuma darbībai attiecībā uz debitoru parādu atgūšanu.



4.5. att. Latvijas lielo pilsētu siltumapgādes uzņēmumu debitoru parādu pārskats par 2014. – 2016. gadu

Avots: Autores veidota diagramma, izmantojot Lursoft uzņēmumu datubāzē pieejamos finanšu datus.

4.5. Tehnoloģiskie faktori un inovācijas

Vairāki aptaujātie vadītāji min, ka centrālajā siltumapgādē nepieciešami nopietni ieguldījumi infrastruktūrā un gan ekspluatācijas, gan uzturēšanas izmaksas ir ļoti augstas. Pamatojoties uz aptaujā sniegto informāciju, vidējais ražošanas iekārtu vecums ir 10 gadi, tomēr liela daļa sistēmu ir būvētas pirms vairāk kā 25 gadiem, tās ir novecojušas un ar lieliem zudumiem. Daudzviet tiek izmantotas zemas energoefektivitātes un videi nedraudzīgas siltumenerģijas ražošanas tehnoloģijas un nepietiekami tiek izmantoti atjaunojamie energoresursi.

Aptaujā tika lūgts sniegt informāciju par to vai enerģijas ieguvē tiek izmantotas kādas no sekojošām tehnoloģijām:

- Saules kolektori;
- Akumulācijas tvertnes;
- Dūmgāzu kondensatori;
- No atkritumiem iegūts kurināmais (NAIK);
- Ģeotermālā enerģija.

46,7 % no aptaujātajiem atzina, ka katlu mājas ir aprīkotas ar dūmgāzu kondensatoru. Pārsvārā tās ir lielo pilsētu katlu mājas, kur ir liels energoresursu patēriņš. Nevienā no Latvijas katlu mājām enerģija netiek iegūta ar kādu citu no piedāvātajiem enerģijas veidiem. Ventspilī un Daugavpilī ir uzsākta projektu izstrāde, lai ražošanā ieviestu no atkritumiem iegūtu kurināmo. Abās pilsētās būvdarbu uzsākšana plānota 2019. gadā un jau 2020. gada otrajā pusē paredzēta iekārtas darbības uzsākšana. Daugavpilī plānotā reģenerētā kurināmā izmantošana ir līdz 25 000 t/gadā ar ko plānots saražot vairāk kā 43 000 MWh siltumenerģijas.

Tikai viens no aptaujātajiem uzņēmumiem, SIA "Liepājas Enerģija" siltumenerģijas ražošanā uzsācis izmantot arī saules starojumu, ko nodrošina uzstādītie saules kolektori vienā no uzņēmuma katlu mājām. Šobrīd, pilotprojekta ietvaros, no saules starojuma saražotais siltumenerģijas apjoms ir neliels, tomēr perspektīvā uzņēmums vērtēs iespēju par plašāku saules kolektoru parka izveidi, tādējādi būtiski paaugstinot "zaļās" siltumenerģijas apjomu. Uzstādītie saules kolektori ražo siltumenerģiju, kas izmantojama gan apkurē, gan siltā ūdens sagatavošanā un ražo siltumenerģiju visa gada garumā. Uzņēmuma vadītājs norāda, ka šobrīd uzstādītās sistēmas jauda ir neliela un ar karsto ūdeni nodrošina vienu sabiedrisko un divas daudzdzīvokļu dzīvojamās mājas.

Līdzīgs, šobrīd vienīgais, projekts ir uzsākts uzņēmumā SIA "Salaspils Siltums". Projekta mērķis ir uzlabot centralizētās siltumenerģijas apgādes sistēmas efektivitāti, nodrošinot pāreju no iepirktās siltumenerģijas un siltumenerģijas, kas tiek saražota ar fosilajiem energoresursiem, uz atjaunojamo siltumenerģijas ražošanu.

5. SECINĀJUMI

Tā kā turpmākajos gados tiek prognozēts siltumenerģijas pieprasījuma samazinājums, uzņēmumu vadītāji atzīst, ka šobrīd viens no galvenajiem uzdevumiem ir jaunu patērētāju piesaiste.

Lielo siltumapgādes uzņēmumu vadītāji uzskata, ka investīcijas siltumapgādes infrastruktūrā uzlabo enerģijas pieejamību patērētājam, sniegto pakalpojumu pārklājumu un kvalitāti, kā arī inovatīvo tehnoloģiju ieviešana centralizētajā siltumapgādē palielina katlu māju energoefektivitāti un veicina ilgtspējīgas vides politikas mērķu sasniegšanu.

Sadarbībai starp pētniecību un siltumapgādes tirgus dalībniekiem ir nozīmīga loma, lai sekmētu jaunāko tehnoloģiju un inovāciju pārnesi uz uzņēmumiem, kas darbojas energoefektivitātes tehnoloģiju jomā, kā arī atjaunojamo enerģijas resursu izmantošanā.

Pastāvīgas investīcijas ražošanas avotos nodrošina ražošanas lietderības koeficienta pieaugumu – viena vienība siltumenerģijas tiek saražota, patērējot arvien mazāk kurināmā.

ATSAUCES

- [1] Turlajs, D. un citi. (2009, septembrī 30). *Energoefektivitātes paaugstināšanas iespējas siltumapgādes uzņēmumos*. Iegūts 2018. gada 17. martā no http://www.rea.riga.lv/files/Energoefektivitates_paaugstinanas_iespejas_siltumapgades_uznemumos.pdf
- [2] Rubīna, M., Cers, A. (2016). *Siltumapgādes optimizācija*. Rīga: Jumava
- [3] Ekmanis, J., Osis, U., Klāvs, G. (2007). *Zinātne, pētniecība un inovācija Latvijas izaugsmei*. Rīga: Apgāds „Zinātne”
- [4] Valtere, S., Kalniņš, S., Blumberga, D. (2014). *Vides vadība un energopārvaldība*. Rīga: RTU izdevniecība
- [5] Kļaviņš, M., Zaļoksnis, J. (2016). *Klimats un ilgtspējīga attīstība*. Rīga: Latvijas Universitāte
- [6] Kalns, J. (2016, jūnijā 30). *Kādas pārmaiņas gaidāmas centralizētajā siltumapgādē*. Iegūts 2018. gada 4. martā, no <http://m.lvportals.lv/visi/likumi-prakse/280223-kadas-parmainas-gaidamas-centralizetaja-siltumapgade/>

LATVIJAS VESELĪBAS TŪRISMA KONKURĒTSPĒJU IETEKMĒJOŠO FAKTORU ANALĪZE

I. Ezermale, U. Libkovska

Ventspils Augstskolas
Ekonomikas un pārvaldības fakultāte,
Inženieru iela 101, Ventspils, LV-3601, Latvija

Tūrisms ir viena no lielākajām uzņēmējdarbības nozarēm pasaulē un valsts tautsaimniecības kontekstā tiek vērtēts kā viens no ekonomiskās attīstības virzieniem un eksporta ienākumu avotiem, kas sniedz nozīmīgu ieguldījumu valsts iekšzemes kopprodukta veidošanā. Tūrisma pakalpojumu eksports, tajā skaitā veselības tūrisma pakalpojumu eksports, definējams kā ārvalstu tūristu nopirkto pakalpojumu un preču kopums uzņemošajā valstī un, atšķirībā no tradicionālā preču eksporta, kad prece no valsts tiek izvesta, tūrismā patērētāji paši ierodas valstī un iegādājas produktu jeb tūrisma pakalpojumu. Pētījuma mērķis ir Latvijas veselības tūrisma pašreizējās situācijas izpēte, pieejamo resursu identificēšana un lomas raksturošana valsts tūrisma nozares konkurētspējas veicināšanā. Pētījuma izvirzītā mērķa sasniegšanai tika definēti vairāki uzdevumi: Apzināt veselības tūrisma attīstības tendences pasaulē, raksturot Latvijas veselības tūrisma pašreizējo situāciju, identificēt valsts atbalsta funkcijas veselības tūrisma attīstībai, izanalizēt datus par veselības tūrisma produktiem un pakalpojumiem, veikt Latvijas veselības tūrisma konkurētspējas PEST analīzi. Pētījumā izmantotas vairākas pētījumu metodes: literatūras apskats, dokumentu analīze, ekspertu intervijas, fokusgrupas diskusija, PEST analīze.

Atslēgas vārdi: *veselības tūrisms, medicīnas tūrisms, dabas dziednieciskie resursi, veselības tūrisma klasteris.*

1. IEVADS

Līdz ar veselīga dzīvesveida piekropšanu un rūpēm par veselību un labsajūtu, pasaules tūrisma nozarē pieaug pieprasījums pēc pakalpojumiem šajā sektorā. Šī tendence sniedz iespēju attīstīt veselības tūrisma kā patstāvīgu tūrisma veidu, un tā ir aktuāla kā pasaulē, tā Latvijā. Šīs nozares attīstība mūsdienās saistīta ar vairākiem faktoriem: sabiedrības novecošanu, apgrūtinātu piekļuvi kvalitatīviem veselības aprūpes pakalpojumiem un to pieaugošās izmaksas, tāpēc šo problēmu risināšanai arvien vairāk pacientu izvēlas saņemt veselības aprūpes pakalpojumus ārvalstīs. Līdz ar to veselības tūrisms kļūst par vienu no vadošajām eksporta nozarēm pasaulē, ietverot gan labsajūtas veicināšanas, gan medicīniska rakstura pakalpojumus. Latvijā veselības tūrisma attīstību veicina dabas daudzveidība, ģeogrāfiskais novietojums pie Baltijas jūras un klimats. Tikpat svarīgs ir plašs atpūtas vietu un dažādu atveseļošanās piedāvājumu klāsts, daudzveidīga kultūras dzīve, kā arī valsts konkurētspēja kvalificēta personāla, infrastruktūras un tiesiskā regulējuma jomā. Būtiska loma ir dabas dziedniecisko resursu pieejamībai un to izmantošanai veselības uzlabošanā un atjaunošanā. Šo ārstniecības procesu tradīcijas jau vēsturiski noteikušas Latvijas

kūrortu attīstību un konkurētspēju, un kalpo kā viens no priekšnosacījumiem veselības tūrisma attīstībai mūsdienās. Veselības tūrisma attīstībai Latvijā ir noteicoša loma kopējās Latvijas tūrisma nozares diferencēšanā un uzņēmējdarbības veicināšanā. Veselības tūrisms nav pakļauts sezonalitātes ietekmei, kas ir būtiska Latvijas problēma tās ģeogrāfiskā stāvokļa dēļ. Līdz ar to nozares uzņēmējdarbības pārstāvjiem ir iespēja samazināt uzņēmuma apgrozījuma svārstības un nodrošināt vienmērīgu darbību visa gada garumā. Par veselības tūrisma nozares mērķtiecīgu attīstīšanu Latvijā iespējams spriest nepilnu 10 gadu kontekstā, kuru laikā veikts ieguldījums likumdošanas pilnveidošanā un dažādu sadarbības modeļu izstrādē. Līdz ar to veselības tūrisma nozare Latvijā identificējama kā salīdzinoši jauna nozare, kuras konkurētspēja līdz šim ir maz pētīta. Pētījums sniedz informāciju par veselības tūrisma attīstības priekšnosacījumiem, kā arī identificē produktus un pakalpojumus eksporta veicināšanā un aktīvas uzņēmējdarbības vides uzturēšanā Latvijā. Tāpat pētījumā apkopoti veselības tūrisma speciālistu un ekspertu viedokļi par nozares pašreizējo situāciju, problēmjautājumu risināšanu un aktivitātēm, kuras nepieciešams veikt, lai veicinātu tās attīstību un ekonomisko augšupeju. Pētījumā netiek veikta veselības tūrisma pakalpojumu cenu analīze.

2. LITERATŪRAS APSKATS

Dabas ārstniecisko resursu izmantošana veselības uzlabošanā un atjaunošanā jau vēsturiski rāda to būtisko lomu tūrisma nozares attīstībā, tāpēc mūsdienās veselības tūrisms ir viena no vadošajām eksporta nozarēm pasaulē ar stabilu attīstības tendenci. Šīs nozares attīstība mūsdienās saistīta ar vairākiem faktoriem: sabiedrības novecošanu, apgrūtinātu piekļuvi kvalitatīviem veselības aprūpes pakalpojumiem un to pieaugošās izmaksas, kā arī ilgs gaidīšanas laiks līdz pakalpojumu saņemšanai [1]. Šo problēmu risināšanai arvien vairāk pacientu izvēlas saņemt veselības aprūpes pakalpojumus ārvalstīs. Veselības tūrisma attīstību un popularitāti pasaulē veicinājusi informācijas pieejamība internetā, masu medijos, modernu saziņas tehnoloģiju izmantošana komunikācijā ar potenciālajiem pacientiem [2]. Starptautiskā Medicīnisko pētījumu centra apkopotie statistikas dati liecina, ka veselības tūrisma pakalpojumiem pasaulē katru gadu tiek tērēti aptuveni 600 miljardu ASV dolāru. Šo pakalpojumu skaitā ietilpst gan medicīniska rakstura manipulācijas, gan labsajūtu un skaistumu veicinošas procedūras kā masāžas, botoksa injekcijas un implantu ievietošanas operācijas. Tāpat statistikas datos minēts, ka vairāk kā 11 miljonu ASV dolāru katru gadu tiek tērēti tieši pakalpojumu saņemšanai ārvalstīs. Šī ir visstraujāk augošā starptautiskā tūrisma niša pasaulē un tiek prognozēts, ka nozares vērtība līdz 2015. gadam sasniegs trīs triljonus ASV dolāru [3]. Turpinoties nozares attīstībai un palielinoties pieprasījumam pēc starptautiskiem veselības aprūpes risinājumiem, Medicīnas Tūrisma asociācija identificējusi vairākas attīstības tendences:

- Palielinās veselības tūrisma nozarē iesaistīto uzņēmumu skaits. Tas attiecināms ne tikai uz medicīnas pakalpojumu sniedzošām iestādēm, bet arī tūrisma aģentūrām, tūrisma operatoriem, veselības apdrošināšanas uzņēmumiem, viesnīcām un izglītības iestādēm;
- Klienti meklē nozares profesionāļus; spēja pozicionēt sniegtos pakalpojumus kā augstas kvalitātes profesionālās kompetences kļūst arvien vērtīgāka;

- Pacientu pieredzes un atsauksmju nozīme. Pacientu pieredzi var definēt kā tiešu vai netiešu mijiedarbību starp pacientu un organizāciju. Veselības tūrisma profesionāļi, kas var nodrošināt kvalitatīvu un drošu pakalpojumu integrāciju visos veselības aprūpes / viesmīlības posmos, būs ļoti pieprasīti, jo medicīnas tūrisms nākamajos gados kļūs vēl izplatītāks [3].

Saskaņā ar *Global Wellness Institute* (GWI) datiem, ASV joprojām ir lielākais medicīnas un labsajūtas tūrisma tirgus pasaulē. Visstraujāk augošais tirgus ir Ķīna, jo tās iedzīvotāju vēlme koncentrēties uz veselības tūrisma pakalpojumiem ir milzīga, taču pašreizējā infrastruktūra un pieredze šo pakalpojumu sniegšanai starptautisku standartu ietvaros Ķīnai joprojām ir ierobežota. Citi populāri veselības tūrisma galamērķi ir Vācija, Francija, Austrija, Kanāda, Izraēla, Singapūra, Indija un Lielbritānija [4]. Katru gadu tiek veikts medicīnas tūrisma indekss [5], kas vērtē vietas kā medicīnas tūrisma galamērķa pievilcību. Medicīnas tūrisma indeksu veido trīsdesmit četru rādītāju vērtējums trīs dimensijās: valsts vide, medicīnas tūrisma industrija un pakalpojumu kvalitāte. 2016. gadā kopumā tika vērtēti 41 valsts [5]. Piecu labāko valstu vērtējums attēlots 2.1. tabulā.

2.1. tabula

Medicīnas tūrisma indekss 2016. gadā

Vieta MTI kopvērtējumā	Valsts	Valsts vide	Medicīnas tūrisma industrija	Pakalpojumu kvalitāte
1.	Kanāda	1. vieta no 41	4. vieta no 41	4. vieta no 41
2.	Lielbritānija	2. vieta no 41	17. vieta no 41	5. vieta no 41
3.	Izraēla	4. vieta no 41	11. vieta no 41	1. vieta no 41
4.	Singapūra	3. vieta no 41	15. vieta no 41	6. vieta no 41
5.	Indija	12. vieta no 41	1. vieta no 41	3. vieta no 41

Avots: autores veidots attēls pēc Medicīnas tūrisma indeksa reitingiem

Pēc medicīnas tūrisma indeksa reitingiem Kanāda ieņēma pirmo vietu gan 2016., gan 2015. gadā, jo ir pārtikususi, demokrātiska un attīstīta nācija ar stabilu valdību, kas nepieļauj korupciju - tā Kanāda raksturota Medicīnas tūrisma indeksa valstu profilā. Kanādas veselības aprūpes sistēma ir valsts finansēta, bet tās darbību nodrošina galvenokārt privāti uzņēmumi. Kanāda tiek raksturota arī kā valsts ar augstu pakalpojumu kvalitāti, īpaši attiecībā uz medicīniskajām iekārtām un kvalificētu personālu [6]. Lielbritānija ir pasaules mēroga ietekmīgs finanšu un kultūras centrs, kuru veido Anglija, Skotija, Velsa un Ziemeļīrija. Valdība nodrošina visiem Lielbritānijas pilsoņiem bezmaksas vai zemu izmaksu veselības aprūpi, atstājot nelielu daļu privātā sektora pārraudzībā. Tā paredzēta operācijām tiem cilvēkiem, kuri nevēlas gaidīt rindās līdz pakalpojuma saņemšanai vai arī nav salu pilsoņi vai iedzīvotāji [6]. MTI reitinga trešajā vietā ierindojas Izraēla, kas tiek raksturota kā tehnoloģiski un ekonomiski augsti attīstīts medicīnas tūrisma galamērķis. Izraēlā ir gan privātās, gan valsts veselības aprūpes iestādes, un tiek uzskatīts, ka šeit ir viena no visprogresīvākajām veselības aprūpes sistēmām pasaulē ar ļoti modernu tehnisko nodrošinājumu [6]. Tūrisma nozare, tajā skaitā veselības

tūrisms ir viena no ekonomiskās attīstības prioritātēm Singapūrā. Šajā valstī ir universāla veselības aprūpes sistēma, kurā tiek pārstāvēts gan valsts, gan privātais sektors. Pakalpojumu kvalitāte ir ļoti augsta, taču arī ļoti dārga [6]. Indijas medicīnas tūrista profils ir Kanādas, ASV un Eiropas pacients, kas meklē ārstēšanās iespējas par ļoti zemām cenām. Privātajām klīnikām Indijā ir lieliska reputācija, un Indijas veselības aprūpes nozare pēdējos gados ir piedzīvojusi milzīgu izaugsmi. Spītējot aizspriedumiem attiecībā uz veselības aprūpi jaunattīstības valstīs, klīnikas Indijā ir aprīkotas ar mūsdienīgām tehnoloģijām un augsti kvalificētu medicīnas personālu [6]. Sekojot pasaules tūrisma tendencēm, veselības tūrisma nozare ik gadu paplašinās, piedāvāto pakalpojumu klāstā ietverot ne tikai medicīniska rakstura un uz skaistumu orientētus pakalpojumus. Tiek ņemts vērā, ka arī profilaktiska aprūpe ir vienlīdz svarīga, tādejādi katrs tūrists ir potenciālais pacients, līdz ar to veselības tūrisma tirgū ir iesaistīts ļoti daudzveidīgas organizācijas: slimnīcas, *Spa* centri, fitnesa un jogas studijas, viesnīcas u.c. Pasaules labsajūtas samitā (*Global Wellness Summit*) ir identificētas vairākas spilgtas tendences, kas nākotnē ieņems būtisko lomu nozares attīstībā:

1) No jauna tiek iepazīta saunu kultūra

Gadsimtiem ilgi sauna ir bijusi daļa no pasaules veselības uzturēšanas kultūras, taču nereti šis process tiek raksturots kā vienmuļš. Jaunākās tendences paredz saunu veidolu kā socializācijas centru, un kā vietu, kur sauna ir ikdienišķs dzīvesveids. Šādām saunām ir īpašs, amfiteātrim līdzīgs dizains, un šī tendence sāk plaši izplatīties visā pasaulē [7].

2) Klusuma jeb miera terapijas

Jauns uzsvars veselības centros tiek likts uz klusuma jeb miera terapijām, kas mūsdienu trauksmainajā vidē palīdz cilvēkiem atjaunot iekšējo spēku. Cilvēki vēlas atpūsties no trauksmainās ikdienas un sajūst dabas klusumu un mieru, tāpēc šādas vietas noteikti atrodas tālu no urbanizācijas centriem. Miera terapijas tiek atzinīgi novērtētas arī no medicīniska viedokļa, pamatojoties uz pētījumiem, kas liecina par digitālā laikmeta trokšņu ietekmi uz cilvēka koncentrēšanās spējām, miegu, palielinot stresa hormonu daudzumu organismā, radot satraukumu un depresiju. Šādi galamērķi nākotnē būs augsti pieprasīti un tiks ierindoti veselības centru dārgāko pakalpojumu klāstā [7].

3) Māksla un radošums labsajūtas pakalpojumu centrā

Pētījumi liecina par to, ka radošās nodarbes un “mākslas terapijas” (mūzika, rakstīšana, zīmēšana, dejošana, glezniecība, keramika utt.) pozitīvi ietekmē gan fizisko, gan garīgo veselību, ievērojami samazinot depresiju un trauksmes stāvokli. Stress ir lielākais šķērslis cilvēka radošumam, līdz ar to pasaules tendences rāda, ka viesnīcas, kūrorti un veselības centri īpašu uzmanību velta uz radošumu un mākslu vērstiem pakalpojumiem, ar nolūku mazināt stresu [7].

4) Labsajūta pārveido skaistuma industriju

Ir zināms, ka skaistuma un labsajūtas industrija iet roku rokā un centieni būt skaistam var kalpot kā viena no galvenajām motivācijām cilvēka garīgai un fiziskai labsajūtai. Taču pasaules tendences rāda, ka skaistums ir kas vairāk par skaistu ķermeni, skaistums atspoguļo cilvēka emocionālo stāvokli. Tendences rāda, ka pieprasīti ir pakalpojumi, kas palēlina cilvēka novecošanu, ļaujot saglabāt dabīgo skaistumu bez ķirurģiskas iejaukšanās [7].

5) Garīgā veselība

Šo pakalpojumu pamatā ir dažādas meditācijas prakses un elpošanas retrīti ar nolūku mazināt stresu un cilvēka iekšējo “izdegšanu”, kā arī ceļu uz sevis kā personības apzināšanos. Meditācija tiek apvienota ar līdz šim populāriem veselības centru pakalpojumiem, piemēram, peldēšanu, veidojot pilnīgi jaunu, unikālu pakalpojumu. Kā vēl viena meditācija metode tiek popularizēta grāmatu lasīšana, kas mūsdienu digitālajā laikmetā zaudējusi popularitāti. Pasaules Veselības organizācija (*World Health Organization*) nesēn atzinusi, ka garīgā veselība ir viena no viņu tuvākās desmitgades svarīgākajām prioritātēm [7].

6) Apmēšanās uzlabot vēža slimnieku pasauli

Pētījumi liecina, ka no šāda mēroga slimības labsajūtas industrija līdz šim ir distancējusies. Tas pamatojams ar nepietiekamo informāciju par dažādu procedūru ietekmi uz pacienta veselības stāvokli. Līdztekus vēža slimnieku medicīniskajai aprūpei arvien vairāk tiek piedāvāti pakalpojumi, kas uzlabo pacientu apkārtējo vidi, radot jaunu pakalpojumu nozari “psihosociālā onkoloģija”. Personāls tiek īpaši sagatavots darbam ar onkoloģijas pacientiem arī estētiskajā medicīnā [7].

7) Nevienlīdzības mazināšana

Palielinoties ienākumu nevienlīdzībai pasaulē veselības tūrisms nereti tiek vērtēts kā pakalpojumu grupa turīgajai sabiedrības daļai. Lai mazinātu šo nevienlīdzību, pasaules tendences rāda dažādu ekonomiskās klases pakalpojumu grupu pieaugumu veselības tūrisma nozarē, piemēram, ekonomiskās klases viesnīcas ar bioloģisko pārtiku, pieejamākas cenas labsajūtas pakalpojumiem u.c. [7].

Spa un labsajūtas pakalpojumu sniedzēji iezīmē vairākas jaunas tendences, kas kļuvušas aktuālas stresa pārvaldīšanas un emocionālā līdzsvara atgūšanas nolūkos:

1) Terapijas, kas veicina atteikšanos no smēķēšanas.

Ikdienas stresa apstākļos liela daļa sabiedrības pievēršas smēķēšanai, taču arvien lielāku popularitāti ceļojumu laikā iegūst speciālas terapijas, kas ar medicīniskām konsultācijām un veselīga dzīvesveida padomiem veicina atteikšanos no smēķēšanas un veselīgu ieradumu veidošanos [8].

2) Emocionālā stāvokļa dziedināšana.

Arvien vairāk cilvēku pasaulē meklē iespējas, kā paaugstināt pašapziņu, pārvaldīt stresu un uzlabot emocionālo stāvokli. Pieaugot izpratnei par to ka, sakārtots prāts ir ceļš uz veselīgu dzīvesveidu, pieaug pieprasījums pēc terapijām, kas balstās uz uzmanības koncentrēšanas mākslas, jogas un meditācijas pamatiem [8].

3) Sabalansēta uztura un ķermeņa atslodzes brīvdienas, kurās ietilpst uztura speciālista konsultācijas, sabalansētas maltītes visās ēdienreizēs un sporta nodarbības profesionālu treneru uzraudzībā [8].

4) Fizioterapijas brīvdienas.

Mazkustīga dzīvesveida un stresa ietekmē, ķermeņa muskulatūra kļūst saspringta, un pie noteiktas slodzes pastāv muskuļu sastiepšanas risks. Fizioterapijas brīvdienas paver iespēju atgūties no ievainojumiem un ārstēt ķermeni ar visdažādākajām metodēm, sākot no ārstu konsultācijām līdz ūdens terapijām un stājas koriģēšanai [8].

5) Veselīgas brīvdienas visai ģimenei.

Pieaugot digitālo spēļu un ierīču lietošanai skolas vecuma bērnu vidū, atpūtas centru piedāvājumos parādās programmas, kas rosina bērnus izmēģināt jaunus brīvā laika pavadīšanas veidus un piedalīties sportiskās aktivitātēs kopā ar vecākiem [8].

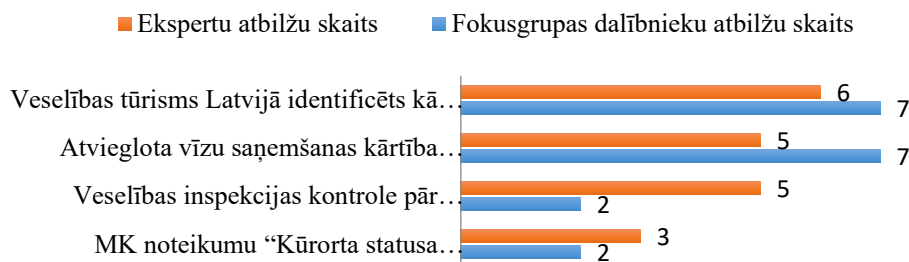
Vērtējot veselības tūrisma nozares attīstību pasaules tendenču kontekstā, iespējams secināt, ka galvenās aktivitātes labsajūtas tūrismā ir vērstas uz cilvēka garīgās un emocionālās veselības uzturēšanu un atjaunošanu, lai nākotnē tiktu novērsta fiziskās saslimšanas, kas rodas neveselīga dzīvesveida, stresa un digitālā laikmeta radīto seku rezultātā. Savukārt medicīnas tūrisma tendences norāda uz jaunu valstu ienākšanu tirgū, piedāvājot augstas kvalitātes pakalpojumu par zemāku cenu, nekā tradicionālajos medicīnas tūrisma galamērķos. Šīs tendences kalpo kā uzņēmējdarbības virzītājspēks, ļaujot paplašināt uzņēmējdarbības jomas, piedāvāto produktu un pakalpojumu klāstu, kā arī mazināt sezonālās faktora ietekmi uz tūrisma uzņēmējdarbību.

3. REZULTĀTI

Lai novērtētu Latvijas veselības tūrisma pašreizējo situāciju, tika veikta ekspertu interviju un fokusgrupas diskusijas laikā uzdoto slēgto jautājumu salīdzinājums un analīze.

Jautājuma “Kādi ir, Jūsaprāt, nozīmīgākie valsts atbalsta instrumenti veselības tūrisma attīstībai?” atbilžu salīdzinājums atspoguļots 3.1. attēlā. Pēc apkopotajiem datiem iespējams secināt, ka būtiska nozīme veselības tūrisma attīstībai Latvijā ir šī tūrisma veida kā prioritātes identificēšana. Saskaņā ar Latvijas tūrisma attīstības pamatnostādņem 2014.-2020. gadam, identificēto prioritāro tūrisma veidu attīstīšanai paredzēta finansējuma piesaiste gan no ES struktūrfondu līdzekļiem, gan līdzekļu piešķiršana no valsts budžeta [9]. Nozīmīga ir arī atvieglota vīzu saņemšanas kārtība potenciālajiem medicīnas tūristiem. Tas izskaidrojams ar Latvijas veselības tūrisma klastera identificētajiem stratēģiski nozīmīgajiem eksporta tirgiem – Somiju, Norvēģiju, Zviedriju, Igauniju, Lietuvu, Krieviju, Baltkrieviju un Ukrainu, no kuriem pēdējo trīs valstu iedzīvotājiem nepieciešama vīza ceļošanai uz Latviju [10].

Nozīmīgākie valsts atbalsta instrumenti veselības tūrismā

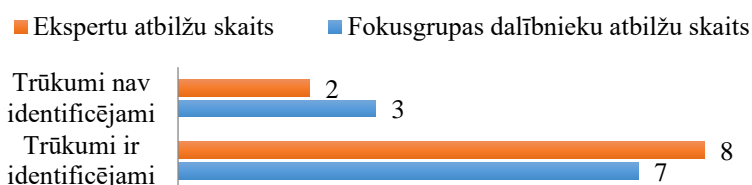


3.1. att. Nozīmīgākie valsts atbalsta instrumenti veselības tūrismā
Avots: autores veidots attēls pēc ekspertu interviju un fokusgrupas diskusijas datiem

Ekspertu skatījumā nozīmīga ir Veselības inspekcijas kontrole pār iestādēm, kas sniedz medicīnas tūrisma pakalpojumus, kas ir viens no instrumentiem pozitīva

viedokļa veidošanā par medicīnas pakalpojumiem Latvijā. Datu apkopojums liecina, ka uzņēmējdarbības kontekstā būtiska nozīme nav Ministru kabineta noteikumiem “Kūrorta statusa piešķiršanas un anulēšanas kārtība”, kas skaidrojams ar to, ka noteikumi paredz kārtību, kādā pašvaldībām vai to administratīvajām teritorijām tiek piešķirts vai anulēts kūrorta statuss [11], t.i., uzņēmējdarbības attīstība veselības tūrismā tiešā veidā nav atkarīga no šī statusa piešķiršanas vai anulēšanas. Jautājuma “Vai, Jūsaprāt, ir identificējami trūkumi valsts atbalsta funkcijās veselības tūrisma nozares attīstībai Latvijā?” atbilžu apkopojums atspoguļots 3.2. attēlā.

Valsts atbalsta funkciju trūkuma identificēšana



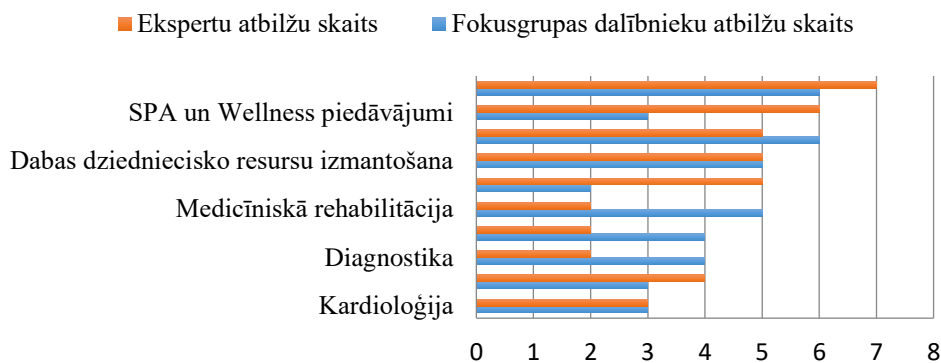
3.2. att. Valsts atbalsta funkciju trūkuma identificēšana

Avots: autores veidots attēls pēc ekspertu interviju un fokusgrupas diskusijas datiem

Pēc apkopotajiem datiem iespējams secināt, ka ir identificējami trūkumi valsts atbalsta instrumentos veselības tūrisma attīstīšanai. Noliedzošās atbildes iespējams izskaidrot ar to, ka veselības tūrisma attīstīšanai jau ir veikts nozīmīgs ieguldījums likumdošanas sakārtošanā, savukārt atsevišķu finanšu instrumentu novirzīšana tieši šī tūrisma veida pilnveidošanai var radīt konkurences kropļošanas draudus kopējā tūrisma uzņēmējdarbības vidē. Savukārt pakalpojumu sniedzēju noliedzošās atbildes iespējams izskaidrot ar specifisku pakalpojumu sniegšanu, kuriem ir zems vietējās konkurences līmenis un pieprasījums no ārvalstu apmeklētājiem/pacientiēm spēj nodrošināt maksimālu resursu kapacitātes izmantošanu.

Jautājuma “Kādi ir, Jūsaprāt, konkurētspējīgākie Latvijas veselības tūrisma pakalpojumi?” atbilžu kopsavilkums atspoguļots 3.3. attēlā.

Latvijas veselības tūrisma konkurētspējīgākie pakalpojumi



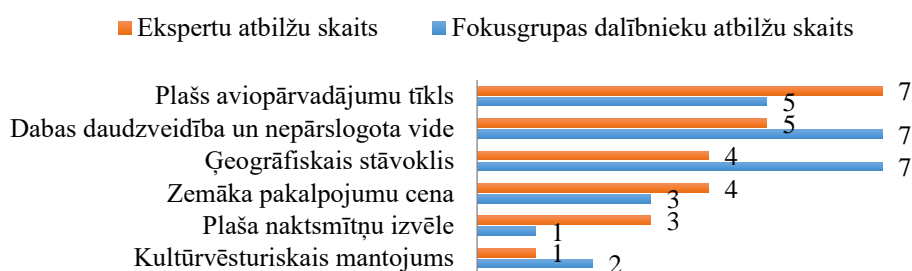
3.3. att. Latvijas veselības tūrisma konkurētspējīgākie pakalpojumi
 Avots: autores veidots attēls pēc ekspertu interviju un fokusgrupas diskusijas datiem

Atbilžu apkopojums liecina, ka viskonkurētspējīgākie veselības tūrisma pakalpojumi Latvijā ir stomatoloģija, plastiskā ķirurģija (tajā skaitā kosmētiskā un rekonstruktīvā ķirurģija), dabas dziedniecisko resursu izmantošana, SPA un Wellness pakalpojumi. Saskaņā ar 3. tabulu “Veselības inspekcijas datu bāzē reģistrēto medicīnas iestāžu pakalpojumu veidi”, stomatoloģijas pakalpojumus nodrošina 18 iestādes, savukārt plastiskās ķirurģijas pakalpojumi tiek nodrošināti 11 iestādēs. Tāpat, saskaņā ar 5. tabulu “Latvijas veselības tūrisma klastera identificēto stratēģiski nozīmīgo eksporta tirgu cenu salīdzinājums”, iespējams secināt, ka stomatoloģijas un plastiskās ķirurģijas pakalpojumu pieprasījums pamatojams arī ar zemāku cenu, salīdzinājumā ar citām valstīm.

Jautājuma “Kuri faktori, Jūsaprāt, pozitīvi ietekmē Latvijas kā veselības tūrisma galamērķa izvēli?” atbilžu kopsavilkums atspoguļots 3.4. attēlā.

No atbilžu apkopojuma iespējams secināt, ka trīs vissvarīgākie faktori, kas pozitīvi ietekmē Latvijas kā veselības tūrisma galamērķa izvēli ir plašs aviopārvadājumu tīkls, kas nodrošina pacientu/apmeklētāju ērtu nokļūšanu galamērķi, dabas daudzveidība un nepārslogota vide, ar ko saprotama brīva piekļuve dažādiem dabas resursiem, kas atrodas ārpus tūristu noslogotiem objektiem, kā arī ģeogrāfiskais stāvoklis Baltijas jūras krastā un Baltijas valstu vidū. Zemākas pakalpojumu cenas kā faktora retāka identificēšana saistīta ar ārpuscenas konkurenci, kad lēmuma pieņemšanā mazāka nozīme ir cenas līmenim, bet augstāka nozīme ir pakalpojuma īpašības, kvalitāte, tehniskais nodrošinājums. Šie faktori ļauj piesaistīt jaunus pircējus jeb pakalpojuma saņēmējus un celt pakalpojuma konkurētspēju [12].

Galamērķa izvēli pozitīvi ietekmējošie faktori

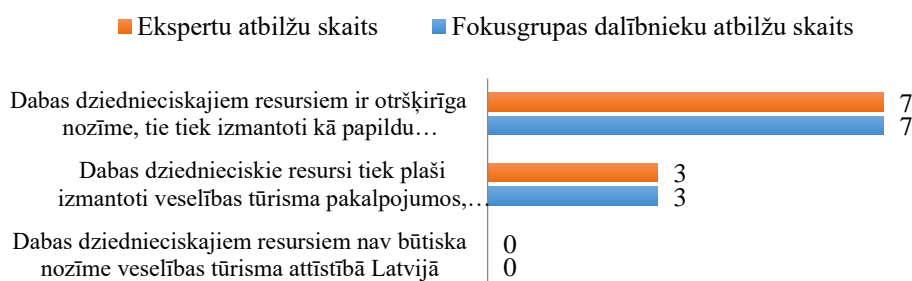


3.4.att.

Avots: autores veidots attēls pēc ekspertu interviju un fokusgrupas diskusijas datiem

Jautājuma “Kāda ir, Jūsaprāt, Latvijas dabas dziedniecisko resursu nozīme veselības tūrisma attīstībā?” atbilžu apkopojums atspoguļots 3.5. attēlā.

Dabas dziedniecisko resursu nozīme



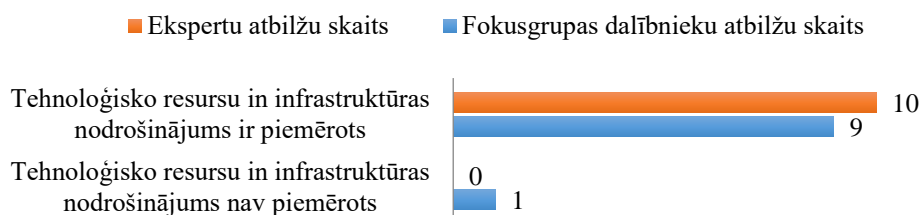
Att.3.5

Avots: autores veidots attēls pēc ekspertu interviju un fokusgrupas diskusijas datiem

No atbilžu apkopojuma iespējams secināt, ka, neskatoties uz vēsturiskajām tradīcijām dabas dziedniecisko resursu izmantošanā, mūsdienās tiem, galvenokārt, ir otršķirīga nozīme un tie tiek izmantoti kā papildu pakalpojums medicīniska rakstura pakalpojumiem, īpaši medicīniskajā rehabilitācijā.

Jautājuma “Vai, Jūsaprāt, tehnoloģisko resursu nodrošinājums un infrastruktūra ir piemērota veselības tūrisma attīstībai Latvijā?” atbilžu apkopojums atspoguļots 3.6. attēlā.

Tehnoloģisko resursu nodrošinājums un infrastruktūra



3.6. att. Tehnoloģisko resursu nodrošinājums un infrastruktūra
Avots: autores veidots attēls pēc ekspertu interviju un fokusgrupas diskusijas datiem

Datu apkopojums liecina, ka tehnoloģisko resursu nodrošinājums un infrastruktūra ir piemērota veselības tūrisma attīstībai Latvijā.

Lai gūtu padziļinātu priekšstatu par veselības tūrisma pakalpojumiem stratēģiski svarīgajos eksporta tirgos, tika veikts Latvijas veselības tūrisma klastera biedru sniegto pakalpojumu apkopojums Somijas, Norvēģijas, Zviedrijas, Igaunijas, Lietuvas, Krievijas, Baltkrievijas un Ukrainas pacientiem. 3.1. tabulā atspoguļots medicīnas iestāžu skaits un to sniegto pakalpojumu veidi stratēģiski svarīgajos veselības tūrisma eksporta tirgos 2017. gadā.

3.1. tabula

Latvijas veselības tūrisma klastera biedru 2017. gadā sniegto medicīnas pakalpojumu datu apkopojums un analīze

Pakalpojums/ārstniecības iestāžu skaits	Somija	Norvēģija	Zviedrija
Kosmētiskā, plastiskā un rekonstruktīvā ārstēšana	1	2	2
Rehabilitācija	1	2	3
Diagnostika	2	4	3
Traumatoloģija un ortopēdija	1	2	2
Ķirurģija	1	3	3
Zobārstniecība	1	2	1
Ginekoloģija	2	2	2
Oftalmoloģija	2	2	2
Svara zaudēšana (bariatrija)	1	1	2
Dermatoloģija un estētika	1	–	1
Fleboloģija	1	1	1
Auglība un reproduktīvā veselība	1	1	1
Onkoloģija	1	1	1
Psihiatra, psihoterapeita, psihologa konsultācijas	1	1	2
Vispārējās veselības pārbaudes	1	1	1

3.1. tabulas turpinājums

Pakalpojums/ārstniecības iestāžu skaits	Igaunija	Lietuva	Krievija
Kosmētiskā, plastiskā un rekonstruktīvā ārstēšana	3	3	5
Rehabilitācija	4	5	12
Diagnostika	3	6	13
Traumatoloģija un ortopēdija	2	2	6
Ķirurģija	2	3	7
Zobārstniecība	3	4	7
Ginekoloģija	2	2	5
Oftalmoloģija	5	5	6
Vakcinācijas	–	1	1
Svara zaudēšana (bariatrija)	1	1	3
Dermatoloģija un estētika	1	1	3
Fleboloģija	1	–	5
Auglība un reproduktīvā veselība	–	1	2
Proktoloģija	1	–	1
Onkoloģija	2	3	2
Psihiatra, psihoterapeita, psihologa konsultācijas	2	3	3
Vispārējās veselības pārbaudes	–	1	2

3.1. tabulas turpinājums

Pakalpojums/ārstniecības iestāžu skaits	Baltkrievija	Ukraina
Kosmētiskā, plastiskā un rekonstruktīvā ārstēšana	2	2
Rehabilitācija	3	4
Diagnostika	5	8
Traumatoloģija un ortopēdija	2	3
Ķirurģija	3	5
Zobārstniecība	3	4
Ginekoloģija	3	2
Oftalmoloģija	3	3
Vakcinācijas	1	1
Dermatoloģija un estētika	–	2
Fleboloģija	1	2
Proktoloģija	1	–
Onkoloģija	2	3
Psihiatra, psihoterapeita, psihologa konsultācijas	1	–

Vispārējās veselības pārbaudes	2	1
--------------------------------	---	---

Avots: autore veidota tabula pēc Veselības tūrisma klastera biedru sniegtajiem datiem

No apkopotajiem datiem iespējams secināt, kuri pakalpojumi ir vispieprasītākie stratēģiski svarīgajos eksporta tirgos. Somijas pacientu vidū vispieprasītākie bijuši diagnostikas, ginekoloģijas un oftalmoloģijas pakalpojumi. Norvēģijas pacientiem diagnostikas pakalpojumi sniegti 4 medicīnas iestādēs, savukārt ķirurģijas pakalpojumi sniegti 3 medicīnas iestādēs. Mazāk pieprasīti atšķirtībā no Somijas bijuši ginekoloģijas un oftalmoloģijas pakalpojumi. Zviedrijas pacientiem 3 medicīnas iestādēs sniegti rehabilitācijas, diagnostikas un ķirurģijas pakalpojumi. Igaunijas pacientu vidū augsti pieprasīti bijuši oftalmoloģijas un rehabilitācijas pakalpojumi, kas attiecīgi sniegti 5 un 4 medicīnas iestādēs. Tāpat pieprasīti bijuši kosmētiskās, plastiskās un rekonstruktīvās ārstēšanas, diagnostikas un zobārstniecības pakalpojumi. Lietuvas pacientu vidū vispieprasītākie bijuši diagnostikas, rehabilitācijas un oftalmoloģijas pakalpojumi, no kuriem diagnostikas pakalpojumi sniegti 6 medicīnas iestādēs, savukārt rehabilitācija un oftalmoloģija – 5 medicīnas iestādēs. Krievijas pacientu vidū pieprasīts bijis plašs medicīnas pakalpojumu klāsts. Vispieprasītākie bijuši diagnostikas un rehabilitācijas pakalpojumi, kas sniegti attiecīgi 13 un 12 medicīnas iestādēs. 7 medicīnas iestādēs sniegti ķirurģijas un zobārstniecības pakalpojumi, 6 iestādēs – traumatoloģijas, ortopēdijas un oftalmoloģijas pakalpojumi, savukārt 5 iestādēs – fleboloģijas, ginekoloģijas, kosmētiskās, plastiskās un rekonstruktīvās ārstēšanas pakalpojumi. Baltkrievijas pacientiem 5 medicīnas iestādēs sniegti diagnostikas pakalpojumi. Tāpat pieprasīti bijuši rehabilitācijas, ķirurģijas, zobārstniecības, ginekoloģijas un oftalmoloģijas pakalpojumi. Ukrainas pacientu vidū augsti pieprasīti bijuši diagnostikas pakalpojumi, kas sniegti 8 medicīnas iestādēs. Ķirurģijas pakalpojumi Ukrainas pacientiem sniegti 5 medicīnas iestādēs, savukārt rehabilitācijas un zobārstniecības pakalpojumi – 4 medicīnas iestādēs.

No astoņiem stratēģiski svarīgiem eksporta tirgiem, kurus Latvijas veselības tūrisma attīstībai identificējis Latvijas veselības tūrisma klasteris, 2017. gadā vislielākais pieprasījums bijis no Krievijas. Ievērojami mazāks pieprasījums pēc veselības tūrisma pakalpojumiem bijis no kaimiņvalstīm – Lietuvas, Igaunijas, kā arī no Baltkrievijas un Ukrainas, savukārt Ziemeļvalstu pieprasījums pēc medicīnas pakalpojumiem Latvijā bijis vēl mazāks.

4. SECINĀJUMI

1. Veselības tūrismam Latvijā identificējamas divas apakšnozares – labsajūtas tūrisms un medicīnas tūrisms;
2. Vadošā Latvijas veselības tūrisma pakalpojumu apakšnozare ir medicīnas tūrisms. Labsajūtas tūrismam un dabas dziednieciskajiem resursiem veselības tūrisma attīstībā šobrīd ir otršķirīga nozīme;
3. Latvijas veselības tūrisma nozares pirmsākumi datējami ar 18.gs. un ir balstīti uz dabas dziedniecisko resursu izmantošanu ārstniecībā un rehabilitācijā;
4. Veselības tūrisma pakalpojumu eksports balstīts uz potenciālo pacientu ierobežojumiem veselības aprūpes pakalpojumu saņemšanā mītnes valstī – pakalpojuma kvalitāte, gaidīšanas laiks, izmaksas;

5. Veselības tūrisma pakalpojumu eksportu veicina mūsdienu saziņas tehnoloģiju izmantošana komunikācijā un informācijas pieejamība internetā;
6. Veselības tūrisma pakalpojumu atpazīstamības veicināšanai būtiska loma ir klasteru veidošanai;
7. Latvijas kopējā tūrisma nozarē veselības tūrisms tā mūsdienu izpratnē ir jauna darbības joma, par kuras attīstību iespējams spriest aptuveni 10 gadu kontekstā;
8. Veselības tūrisma attīstīšanai veikts nozīmīgs ieguldījums likumdošanas pilnveidošanā;
9. Veselības tūrisma pakalpojumu sniedzējiem nav vienotu kvalitātes kritēriju vai pakalpojuma sniegšanas standartu;
10. Latvijai ir nepieciešamie ekonomiskie un tehnoloģiskie resursi veselības tūrisma attīstībai, taču to kavē atsevišķu politisko un sociālo faktoru negatīvā ietekme;
11. Latvijas veselības tūrisma konkurētspējīgie pakalpojumi nav pakļauti sezonālītes faktoram.

ATSAUCES

- [1] Marchall, M. (27.07.2012). 4 Reasons Why People Travel Abroad for Health Care. Pieklūts 2018.gada 21.februārī no <https://www.getholichealth.com/2913/4-reasons-why-people-travel-abroad-for-health-care/>
- [2] Todd, M.K. (2017). Health Tourism Marketing Trends for 2017: Refocusing the Lens. Pieklūts 2018.gada 12.janvārī no <http://medicaltourismstrategy.com/health-tourism-marketing-trends-2017/>
- [3] Pyne, D. (03.07.2017). The Current (And Future) Medical Tourism Industry Landscape Pt.2. Pieklūts 2018.gada 14.janvārī no <http://www.medicaltourismmag.com/current-future-medical-tourism-industry-landscape-pt-2/>
- [4] White, S. (12.01.2017). Hello 2017 and welcome to online wellness tourism. Pieklūts 2018.gada 12.janvārī no <https://www.eyefortravel.com/mobile-and-technology/hello-2017-and-welcome-online-wellness-tourism>
- [5] Medical Tourism Index home page. Pieklūts 2018.gada 12.janvārī no <https://www.medicaltourismindex.com/overview/>
- [6] Ile, F.L., Ţigu, G., (2017). Medical tourism market trends - an exploratory research. Bucharest: The Bucharest University of Economic Studies.
- [7] S. Ellis, S., McGroarty, B. (2017). 8 Wellness Trends for 2017 – and Beyond. Global Wellness Summit. At a Glance. Pieklūts 2018.gada 21.februārī no https://www.globalwellnesssummit.com/wp-content/uploads/2016/06/At-A-Glance_GWS2016_final.pdf
- [8] The global portal for hospitality professionals “Ehotelier” (03.11.2017). Spa & wellness travel trends for 2017. Pieklūts 2018.gada 14.janvārī no <https://ehotelier.com/insights/2016/11/03/spa-wellness-travel-trends-2017/>

- [9] Ekonomikas ministrija (19.01.2017). Klasteris – efektīvs instruments uzņēmēju konkurētspējas celšanai. Piekļūts 2018.gada 14.janvārī no <https://em.gov.lv/lv/jaunumi/13345-klasteris-efektivs-instruments-uznemeju-konkuretspejas-celsanai>
- [10] Iekšlietu ministrijas Pilsonības un migrācijas lietu pārvaldes mājas lapa. Piekļūts 2018.gada 18.janvārī no <http://www.pmlp.gov.lv/lv/sakums/pakalpojumi/iecelosana-lv/vizas,-ielugumi-un-uzaicinajumi/vizas-un-darba-atlajas/ielugumu-apstiprinasana/medicinas-turisms.html>
- [11] Ministru kabinets (27.10.2015). Liepājas pilsētas daļai piešķir kūrorta statusu. Piekļūts 2018.gada 14.janvārī no <https://www.mk.gov.lv/lv/aktualitates/liepajas-pilsetas-dalai-pieskir-kurorta-statusu>
- [12] Pančenko, E. (2007). Konkurence – svarīgs ekonomiskās attīstības virzītājspēks. Piekļūts 2018.gada 27.februārī no <http://www.kvestnesis.lv/index.php?menu=doc&id=152645>

LATVIJAS LIELO PILSĒTU SILTUMAPGĀDES UZŅĒMUMU ATTĪSTĪBAS STRATĒGIJU ANALĪZE

I.Graudiņa

Ventspils Augstskolas
Ekonomikas un pārvaldības fakultāte,
Inženieru iela 101, Ventspils, LV-3601, Latvija

Pētījuma tēmas aktualitāti nosaka šobrīd notiekošās pārmaiņas ekonomikā, tehnoloģiju attīstībā un vides jomā, kuru ietekmē Latvijas Lielo pilsētu siltumapgādes uzņēmumiem jābūt gataviem mainīt savas stratēģijas, nodrošinot ilgtspējīgu un energoefektīvu darbību. Nozares uzņēmumus ietekmē gan klimata izmaiņas, kuru ietekmē ziemas kļūst siltākas, bet apkures sezona garāka, gan politiskie regulējumi vides jomā, gan tehnoloģiju attīstība, gan iespējamā resursu izsīkšana.

Pētījuma izklāstu veido teorētiskā daļa, faktu daļa un analītiskā daļa. Darba teorētiskajā daļā apskatītas stratēģiju izstrādes teorētiskās pamatnostādnes, siltumenerģijas nozares PESTEL analīze, kas sevī iekļauj politisko faktoru analīzi, pasaules ekonomikas attīstības tendenču apskatu, vides faktoru analīzi, siltumenerģijas nozari regulējošo dokumentu ietekmi uz siltumapgādi Latvijā, sociālās, juridiskās un tehnoloģiskās tendences. Faktu daļā veikts pētāmo uzņēmumu apraksts un analizēti Latvijas Lielo pilsētu siltumapgādes uzņēmumu pēdējo trīs gadu pārskati, veikta finanšu datu analīze un klasteru analīze, apvienojot klasteros līdzīgākos uzņēmumus pēc kopīgām pazīmēm. Analītiskajā daļā veiktas, apkopotas un analizētas padziļinātas strukturētās intervijas ar uzņēmumu vadītājiem, noskaidrojot uzņēmumu attīstības stratēģijas, virzienus un gatavību uzņēmuma darbības nodrošināšanai mainīgajos ārējās vides apstākļos.

1. IEVADS

Biznesa vide mūsdienās ir nepārtrauktā attīstības procesā un uzņēmumiem konkurētspējas saglabāšanai nepieciešama plānveida rīcība. Attīstības stratēģiju izstrāde palīdz nodrošināt ilglaicīgu un stabilu uzņēmumu darbību un attīstību. Latvijā raksturīga gara apkures sezona un siltuma nodrošināšana mājoklī uzskatāma par vienu no iedzīvotāju pamatvajadzībām. Maksājumi par siltumenerģiju veido lielāko daļu no komunālajiem maksājumiem, tāpēc nozares uzņēmumu darbība ietekmē visus centralizētās siltumapgādes pakalpojumu saņēmējus. Siltumenerģijas bizness ir specifisks un vēsturiski atradies pašvaldību pārziņā. Uzņēmumiem ir monopolstāvoklis konkrētā teritorijā un to darbība, apgrozījums un arī peļņa ir atkarīga no vairākiem faktoriem, tajā skaitā no laika apstākļiem, kas nepakļaujas uzņēmumu kontrolei. Tā kā centralizētās siltumapgādes uzņēmumi ir piesaistīti konkrētai lokācijai un klientu lokam, tie neizjūt konkurenci tās klasiskajā izpratnē, taču paredzams, ka vides un ekonomisko pārmaiņu rezultātā saasināsies konkurence par resursu pieejamību un cenu.

Pētījuma objekts ir Latvijas Lielo pilsētu siltumapgādes uzņēmumi, pētījuma priekšmets - attīstības stratēģijas.

Pētījuma mērķis ir noskaidrot, salīdzināt un analizēt Latvijas Lielo pilsētu siltumapgādes uzņēmumu attīstības stratēģijas un uzņēmumu gatavību ekonomisko un klimata pārmaiņu ietekmei uz ražošanas un peļņas rādītājiem.

Pētījuma veikšanai izmantotās metodes: literatūras izpēte, PESTEL analīze, gadījuma izpēte, uzņēmumu finanšu datu un koeficientu analīze, klasteru analīze, strukturētās intervijas, secinājumu un priekšlikumu izteikšana.

2. SILTUMAPGĀDES NOZARES ANALĪZE

2.1. Politiskie un juridiskie faktori

Klimata politiku pasaulē regulē vairāki dokumenti. Pirmo – ANO Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām (UNFCCC) apstiprināja 1992. gadā. Lai noteiktu konkrētus mērķus, kas jāsasniedz un pasākumus, kas jāīsteno to sasniegšanai, tika pieņemts Kioto protokols. Sākot ar 2020.gadu, Parīzes nolīgums aizstās Kioto protokolu. Ar Parīzes nolīgumu ir noteikti skaidri ilgtermiņa mērķi [1]:

1. Noturēt globālās sasilšanas līmeni zem 2°C robežām, salīdzinot ar pirms industriālo līmeni, un censties ierobežot temperatūras pieaugumu 1,5°C robežās, jo tas būtiski samazinās klimata pārmaiņu izraisītos riskus un ietekmes;
2. Uzlabot pielāgošanos klimata pārmaiņu negatīvajām ietekmēm un sekmēt noturīgumu pret klimata pārmaiņām;
3. Sekmēt investīciju novirzi saskaņā ar oglekļa mazieltīpīgu un pret klimata pārmaiņām noturīgu attīstību.

Parīzes nolīgums nemainīs Latvijas uzdevumus klimata politikas sakarā. Tā kā Latvija ir Eiropas Savienības dalībvalsts, tad tai joprojām saistoša ir ES vides politika, kas līdz 2050.gadam ir apņēmusies samazināt kopējās dalībvalstu SEG emisijas vismaz par 80-95%, salīdzinot ar 1990.gadu. Emisiju samazināšanai jānotiek pakāpeniski, un ir noteikti vairāki kontrolpunkti – pirmais ir 2020.gads, kad emisijas jāsamazina par 20%, savukārt līdz 2030.gadam emisijas jāsamazina vismaz par 40%. [1]

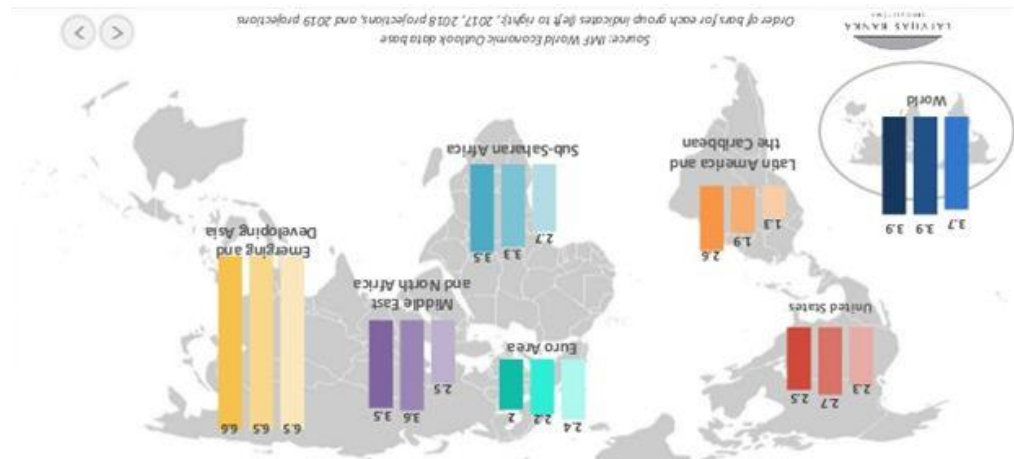
Siltumapgādes uzņēmumu darbības vides analīzē iekļaujams arī jautājums par SEG kvotām. Klimata pārmaiņu jomā ir pieņemti daudzi Eiropas Savienības tiesību akti, kuru saistības ir jāpilda arī Latvijai. Viens no tiem ir 2003.gada direktīva 2003/87/EK, ar kuru nosaka siltumnīcefekta gāzu emisijas kvotu tirdzniecības sistēmas izveidi. Direktīva izveidota, lai palīdzētu ES dalībvalstīm pildīt savas starptautiskās emisiju samazinājuma saistības ekonomiski visizdevīgākajā veidā, kā arī nodrošinātu ES kopējo saistību izpildi. Eiropas Savienības emisijas kvotu tirdzniecības sistēma darbību ES un Latvijā uzsāka 2005.gada 1.janvārī. Sistēma iedalīta vairākos periodos. Sākotnēji Eiropas Savienības Emisijas kvotu tirdzniecības sistēmas dalībnieki ir rūpnieciskās iekārtas energoietilpīgajās tautsaimniecības nozarēs, tai skaitā elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanas iekārtas. Ja operatora ikgadējās emisijas ir zemākas nekā viņiem piešķirtais ikgadējais emisijas kvotu apjoms, tad, izmantojot emisijas reģistru, var pārdot emisijas kvotu pārpalikumu tirgū vai arī tās uzkrāt nākamajiem gadiem. Tomēr, ja operatori paredz, ka viņu emisijas pārsniegs ikgadēji piešķiramo emisijas kvotu apjomu, tad viņi var veikt pasākumus savu ikgadējo emisiju samazināšanai,

piemēram, investējot efektīvākās tehnoloģijās vai darbībās, vai viņi var nopirkt papildu emisijas kvotas tirgū.

Politiskā stabilitāte ir nozīmīgs faktors uzņēmējdarbības vides uzlabošanā. Ģeopolitiskā situācija nosaka Latvijas atkarību no Krievijas fosilā kurināmā piegādē. Abpusēja sankciju ieviešana rada piegādes ķēdes pārtrūkšanas draudus daļai Latvijas siltumapgādes uzņēmumu, kuri kā pamata kurināmo izmanto dabasgāzi vai ogles.

2.2. Ekonomiskie faktori

Globālais ekonomikas progress neattaisno uz sevi liktās cerības. 4. rūpnieciskās revolūcijas straujā tehnoloģiskā attīstība, kas noveda pie starptautiskās sadarbības un tirdzniecības struktūras un politiskajām pārmaiņām, izraisīja nenoteiktību un sociālo un ekonomisko spriedzi. Starp nozīmīgām saistītām problēmām ir pieaugoša nevienlīdzība un regulatīvā nenoteiktība, klimata pārmaiņas, piesārņojums un resursu izsīkšana. Pasaules ekonomikas attīstības tendences ietekmēs vides ilgtspējības ekonomika, nodokļu politika, ceturtās industriālās revolūcijas ekonomika, iekļaujoša izaugsme, ražīgums un konkurētspēja, kā arī globalizācija. [2]



1.att. Pasaules ekonomikas izaugsme 2017. gadā un 2018., 2019. gada prognozes
Avots: Latvijas banka, 2017

1. attēls uzskatāmi atspoguļo pasaules ekonomikas attīstības tendences, norādot uz spēku pārdali un jaunu līderu izvirzīšanos. Lai gan ASV joprojām saglabā pasaules lielākās ekonomikas statusu, Ķīna tai strauji tuvojas. Āzijas reģionam jau 2017. gadā bijuši un arī turpmāk tiek prognozēti strauji izaugsmes tempi. Eiropā izaugsme ir relatīvi zema, saglabājoties samērā augstam bezdarba līmenim. Pasaules ekonomika atrodas nepārtrauktā attīstības ciklā. Strauji sarūk tradicionālo fosilo kurināmo ieguve un piegāde. Tas ir iemesls, kāpēc pēdējo desmit gadu laikā uzmanība tiek vērsta uz atjaunojamiem energoresursiem un to izmantojumu enerģētikā. Enerģētikas nozares celmlauži veic aktīvu alternatīvu energoietilpīgo resursu izpēti, lai veicinātu pārmaiņas nozarē un piedāvātu ilgtspējīgus risinājumus.

Emigrācija un imigrācija nodrošina valstis, sabiedrības un migrantus ar iespējām. Tajā pašā laikā tā ir radījusi problēmas, kas saistītas ar integrāciju, sociālo kohēziju, darbaspēku un robežu pārvaldību. ANO lēsa, ka 2017. gadā pasaulē ir 258 miljoni starptautisko migrantu, kas ir 3,4% no pasaules iedzīvotājiem, Iekšējā migrācija ir vēl izplatītāka, jo tiek lēsts, ka vairāk nekā 740 miljoni cilvēku ir mainījuši dzīvesvietu valsts ietvaros. Kā Pasaules ekonomikas forumā sacījis Indijas premjerministrs Narendra Modi „trīs vissvarīgākās civilizācijas problēmas ir klimata pārmaiņas, terorisms un reakcija pret globalizāciju”. [2]

Globalizācija ir kapitāla, cilvēku, resursu, ideju, kultūru plūsma pāri robežām. No globalizācijas lielākie ieguvēji ir Ķīnas vidējais iedzīvotājs un paši bagātākie pasaules iedzīvotāji, taču attīstīto valstu vidusslāņa un pasaules nabadzīgo iedzīvotāju ienākumi ir stagnējuši un viņi drīzāk pieredzējuši globalizācijas negatīvo ietekmi. Šādi apstākļi ir labvēlīga augsne nacionālisma un protekcionisma idejām, kas var izraisīt politiskus pārsteigumus. Tehnoloģijām progresējot, pieaug saražotais apjoms, taču darbavietu skaits samazinās. Sagaidāms darbaspēka atalgojuma pieaugums ražošanas nozarēs uz produktivitātes pieauguma rēķina.

Digitalizācija un viedās tehnoloģijas arvien vairāk ietekmē visu ražošanas industriju, tajā skaitā siltumenerģijas ražošanu. Viedo materiālu, tehnoloģiju un inženiersistēmu ekosistēma ir noteiktu procesu un dalībnieku kopums, kura mijiedarbības rezultātā tiek radīti viedi materiāli – materiāli, kas maina savas īpašības ārējo stimulu iespaidā, un viedās tehnoloģijas un inženiersistēmas – vadāmu procesu kopums, kas ārējo fizikāli ķīmisko vai sociālo vai ekonomisko vai psiholoģiski emocionālo izmaiņu ietekmē adaptīvi mainās. [3]

Latvijas IKP izaugsme 2017. gadā bijusi ļoti spēcīga un lielāka, nekā prognozēts. Lai gan Latvijas Banka prognozē spēcīgu izaugsmes tempu arī turpmāk, tik straujš IKP gada kāpums, visticamāk, vairs neturpināsies. Privātais patēriņš arvien būs spēcīgs bezdarba sarūkuma un reālo ienākumu kāpuma ietekmē. ES fondu līdzekļu ieplūde tautsaimniecībā, kas 2018. gadā turpināsies un pastiprināsies, ļauj paredzēt, ka būvniecība tuvākajos gados nodrošinās nozīmīgu pozitīvu devumu izaugsmē. Turpmāka spēcīga iekšējā un ārējā tirgus pieprasījuma, augstas ražošanas jaudu noslodzes un zemu procentu likmju ietekmē gaidāms, ka arī privātās investīcijas turpinās balstīt ekonomisko izaugsmi. Prognozēta mērena kreditēšanas atvēršanās. Inflācijas dinamika 2017. gadā atbilst gaidītajai, tādējādi 2017. gada inflācijas prognoze joprojām ir 2.9%. Gaidāms, ka arī 2018. gadā inflācija saglabāsies 2.9% līmenī. Paredzams, ka pakalpojumu cenas 2018. gadā vidēji palielināsies vairāk nekā par 3%, atspoguļojot spēcīgu iekšzemes pieprasījumu un darbaspēka izmaksu kāpumu, kas, bezdarba cikliskajai komponentei saglabājoties negatīvai, joprojām būs noturīgs. Turklāt, ja naftas cenu līmenis nostiprināsies virs 60 ASV dolāriem par barelu, inflācija var nedaudz pārsniegt prognozēto.

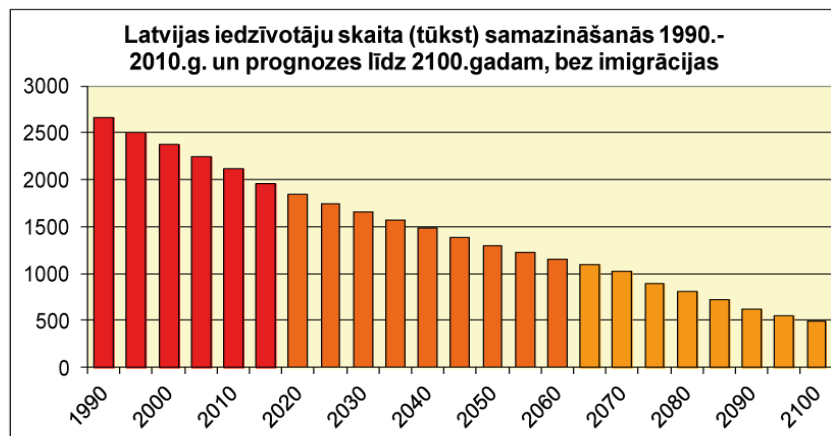
Latvijas IKP izaugsme 2017. gadā bijusi ļoti spēcīga un lielāka, nekā prognozēts. Lai gan Latvijas Banka prognozē spēcīgu izaugsmes tempu arī turpmāk, tik straujš IKP gada kāpums, visticamāk, vairs neturpināsies. Privātais patēriņš arvien būs spēcīgs bezdarba sarūkuma un reālo ienākumu kāpuma ietekmē. ES fondu līdzekļu ieplūde tautsaimniecībā, kas 2018. gadā turpināsies un pastiprināsies, ļauj paredzēt, ka būvniecība tuvākajos gados nodrošinās nozīmīgu pozitīvu devumu izaugsmē. Turpmāka spēcīga iekšējā un ārējā tirgus pieprasījuma, augstas ražošanas jaudu noslodzes un zemu procentu likmju ietekmē gaidāms, ka arī privātās investīcijas turpinās balstīt ekonomisko izaugsmi. Prognozēta mērena kreditēšanas

atvēršanās. Inflācijas dinamika 2017. gadā atbilst gaidītajai, tādējādi 2017. gada inflācijas prognoze joprojām ir 2.9%. Gaidāms, ka arī 2018. gadā inflācija saglabāsies 2.9% līmenī. Paredzams, ka pakalpojumu cenas 2018. gadā vidēji palielināsies vairāk nekā par 3%, atspoguļojot spēcīgu iekšzemes pieprasījumu un darbaspēka izmaksu kāpumu, kas, bezdarba cikliskajai komponentei saglabājoties negatīvai, joprojām būs noturīgs. Turklāt, ja naftas cenu līmenis nostiprināsies virs 60 ASV dolāriem par barelu, inflācija var nedaudz pārsniegt prognozēto.

Viens no jauniem izaicinājumiem pasaules ekonomikā ir pāreja no lineārās uz aplveida ekonomiku. Cirkulārā jeb aplveida ekonomika ietver daudzus zinātnes, tehnoloģiju un sabiedrības ilgtspējas problēmu aspektus un veicina debates starp ieinteresētām pusēm. Cirkulārās ekonomikas koncepcijas pamatā ir ideja par nepieciešamību pāriet no lineārās ekonomikas uz resursus saudzējošu saimniekošanas modeli, veicināt resursu ilgtspējīgu izmantošanu. Boldings (Boulding) savā pētījumā (1966), saskatot līdzību ar pilota kabīni, analizēja pāreju no "kovboja" ekonomikas (bezgalīgas robežas, resursi un spēja pārvietoties, lai pamestu problēmas) uz "kosmosa kuģa" ekonomiku, kur ierobežoti resursi jāizmanto atkārtoti un pārstrāde ir sistēmas ilgtspējīgas dzīvotspējas priekšnoteikums. Cirkulāro ekonomiku veicinoši pasākumi tiek īstenoti arī Eiropas Savienībā, politiskā līmenī ierobežojot apglabājamo atkritumu daudzumu un teritorijas. Lielāka uzmanība tiek pievērsta materiālu otrreizējai pārstrādei. [4]

2.3. Sociālās un kultūras tendences

No diviem miljoniem Latvijas iedzīvotāju 67,8% 2014.gada sākumā dzīvoja pilsētās. Vislielākā apdzīvoto vietu koncentrācija vērojama Rīgas aglomerācijā. Galvenokārt iekšzemes ilgtermiņa migrācijas rezultātā iedzīvotāju skaita samazināšanās dažādās Latvijas teritorijās ir notikusi visai atšķirīgā tempā, bet Pierīgas pagastos un pilsētās pat bija vērojams pieaugums. Visticamāk, turpmākajās desmitgadēs labi apmaksāto darba vietu un apgrūtinātās pakalpojumu pieejamības dēļ nomaļajiem lauku apvidiem un mazpilsētām jāreķinās ar turpmāku iedzīvotāju skaita samazināšanos un aizplūšanu.



2. att. Latvijas iedzīvotāju demogrāfijas prognozes
Avots: Latvijas Vēstneša portāls, 2017

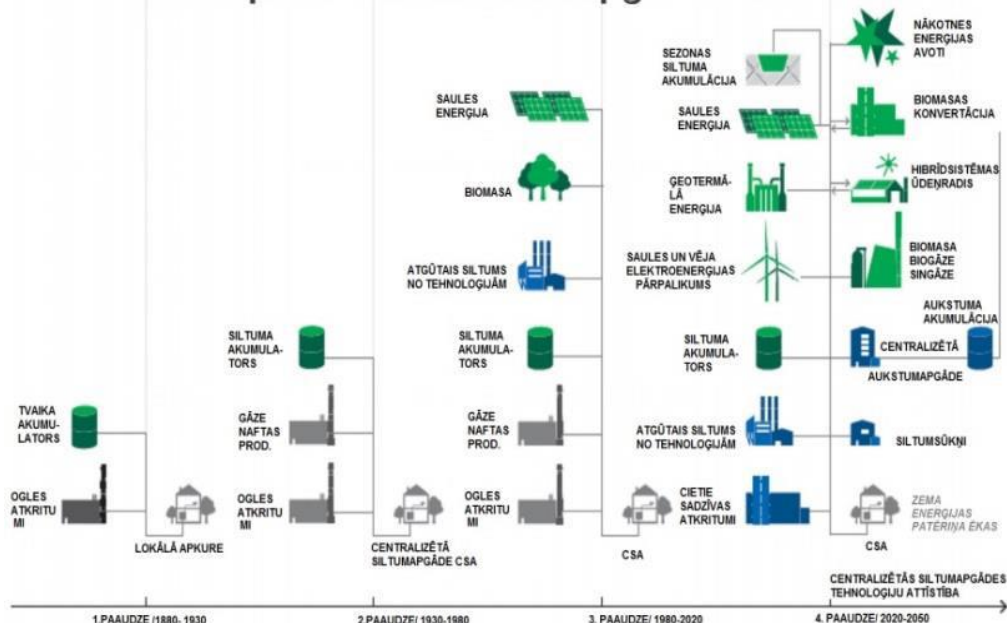
Latvijas iedzīvotāju skaita prognozes ilgtermiņā nav iepriecinošas, skatīt 2. attēlu – ja situācija nemainīsies, 2100. gadā valstī būs vien pusmiljons iedzīvotāju. Sabiedrība noveco, bērnu dzimst maz, uzņēmēji saskaras ar darbaspēka trūkumu. Starptautiskās Migrācijas organizācijas Rīgas biroja vadītājs Ilmārs Mežs stāsta, ka problēmas Latvijā varētu rasties gan iedzīvotāju vecuma struktūras, gan skaitliskā sastāva dēļ. "Ilgspējības ziņā būs ļoti grūti ar cilvēkresursiem. Nākotnes ekonomikā problēma būs lielais senioru īpatsvars un salīdzinoši nelielais darbaspējīgo iedzīvotāju skaits," skaidroja demogrāfs. "Ja tagad, pēc ļoti aptuvenām aplēsēm, ir divi strādājošie uz vienu pensionāru, tad ar laiku šī proporcija būs 1:1". Pēc demogrāfa prognozēm, katru gadu no darba tirgus aizies par aptuveni 10 000 cilvēku vairāk, nekā tajā iesaistīsies. Vislielākais darbaspēka trūkums 2011.–2030. gada griezumā Latvijā gaidāms 2022.–2023. gadā. [5]

Latvijas siltumapgādes tirgu raksturo arī pasīvi un neefektīvi patērētāji. Lai gan noris ievērojams darbs, informējot sabiedrību par dzīvojamo ēku renovācijas un siltināšanas iespējām un ir pieejams Eiropas savienības struktūrfondu finansējums, salīdzinoši maz iedzīvotāju to izmanto. Lai sasniegtu Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijā noteiktos energoefektivitātes mērķus, jāsadarbojas siltumenerģijas ražotājiem un patērētājiem. Latvijā teritorijā 7 gadu laikā pabeigti vien 740 ēku renovācijas projekti.

2.4. Tehnoloģiskā ietekme

Eiropas Komisijas iniciatīva "Viedā pilsēta" radās 21. gadsimta sākumā. Tās mērķis ir paātrināt novatoriskus risinājumus sabiedriski nozīmīgām problēmām, it sevišķi enerģētikā un transporta nozarē. Būtiska šā kompleksa sastāvdaļa ir centralizētā siltumapgādes sistēma. Latvijā 70% no visa patērētā siltuma piegādā centralizēti, valstij ierindojoties trešajā vietā Eiropā pēc centralizētas siltumapgādes pārklājuma līmeņa. Tehniskās attīstības ziņā priekšgalā ir izrāvusies Zviedrija un Dānija, kas lielu uzmanību velta zinātniskiem pētījumiem un inovāciju ieviešanai centralizētā siltumapgādē. Šobrīd Latvija atrodas pārejas posmā no trešās siltumapgādes paaudzes uz ceturto (3.att.). [6]

Principiālā shēma siltumapgādes attīstībai



3. att. Siltumapgādes attīstības shēma

Avots: LSUA prezentācija, 2017

Pirmās paaudzes siltuma sistēmās kā enerģijas avotu galvenokārt izmantoja malku, akmeņogles, nedaudz kūdras. Otrās paaudzes iekārtās šiem avotiem piedroņās gāze un naftas produkti. Nu jau aptuveni 40 gadu trešās paaudzes iekārtās šiem avotiem vērtīgu papildinājumu sniedz arī saules enerģija, biomasa, no tehnoloģijām atgūtais siltums. "Pašlaik Eiropas Savienībā, arī Latvijā, centralizētā siltumapgāde ir pārejas sākumā no trešās uz ceturto paaudzi," skaidro Fizikālās enerģētikas institūta pētniece, zinātņu doktore Maija Rubīna. "Tās svarīgākā iezīme ir enerģijas avotu daudzveidība". Ceturtais paaudzes centralizētās siltumapgādes sistēmā parādās jauni elementi – sezonas siltuma akumulācija, ģeotermālā enerģija, centralizēta aukstumapgāde, ūdeņraža hibrīdsistēmas, siltumsūkņi, īpaša uzmanība tiek pievērsta zema enerģijas patēriņa ēkām. Būtiskas pārmaiņas skars siltuma tīklus: tie kļūs atvērti. Tas nozīmē, ka no individuālas siltuma ražošanas iekārtas lieko siltuma daudzumu par samaksu varēs ievadīt kopējā centralizētā tīklā. Ja patērētājam tā trūks, pēc vajadzības viņš to varēs atgūt no jau minētā tīkla. "Tīklos tiks pazemināta siltumnesēja temperatūra līdz 70/30°C. Šobrīd tā ir 135/70°C," turpina M. Rubīna. "Tādējādi par diviem trim procentiem iespējams samazināt siltuma zudumus, kas ļaus paaugstināt centralizētās siltumapgādes konkurētspēju ar individuālo apkuri." Tāpat tiks nodrošināta enerģijas pārpalikumu savākšana un akumulācija. Latvijā iespējams izmantot pazemes akumulācijas baseinus, kas varētu līdzināties Inčukalna gāzes krātuvei. Jaunajā attīstības fāzē īpašu uzmanību plānots pievērst atjaunojamo energoresursu palielināšanai, kā arī jaunu enerģijas avotu izmantošanai (ūdeņradis, ģeotermālā enerģija). Pazemes siltuma akumulācija kļūst īpaši aktuāla līdz ar ceturtais paaudzes centralizētās siltumapgādes sistēmas attīstību. Šobrīd būtiski tiek modernizētas koģenerācijas tehnoloģijas. Šāda tipa iekārtās patērē par 40% mazāk kurināmā, nekā elektroenerģiju un siltumenerģiju ražojot

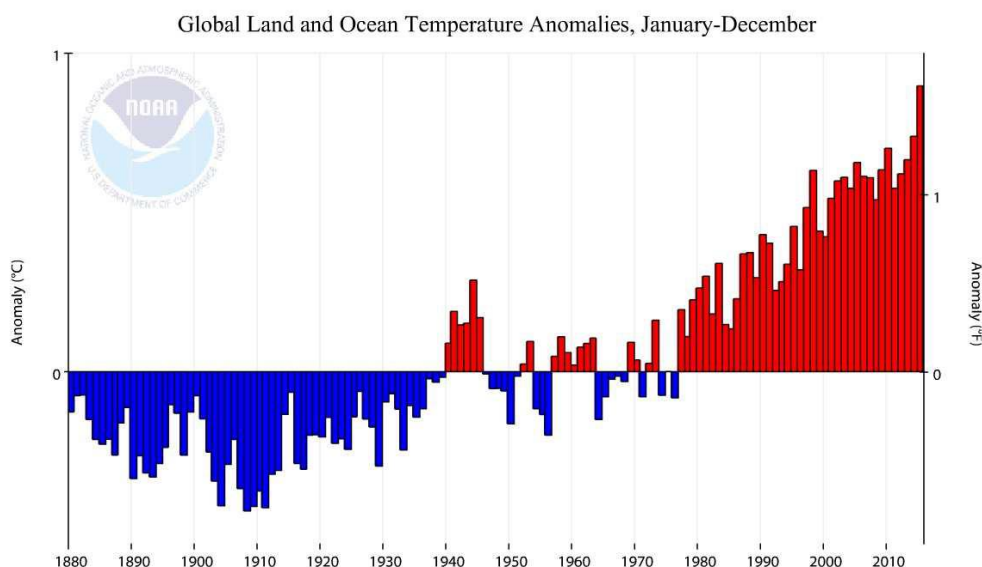
divās atsevišķās iekārtās. Siltumu iespējams iegūt arī no ražošanas tehnoloģiskajiem procesiem, nosūces gaisa. [6]

2.5. Vides faktori

Klimata pārmaiņas un to izraisītās sekas jau vairākus gadus atrodas pasaules notikumu epicentrā, jautājums tiek apspriests augstākajā līmenī Pasaules ekonomikas forumos, to negatīvās ietekmes mazināšana ir izaicinājums vadošajiem klimata pētniekiem un politikas līderiem un veidotājiem.

Klimats ir kompleksa sistēma, kas sevī ietver gan gaisu, gan okeānu temperatūras paaugstināšanos, līdz ar to samazinās ledus sega un okeānos palielinās ūdens līmenis. Globālais klimats šobrīd mainās straujāk nekā jebkurā laikā pēdējos 10 000 gados.

Klimata pārmaiņas ir viens no lielākajiem draudiem ekonomikai, ekoloģiskajai un sociālajai videi. Sasilšanas galvenais cēlonis ir siltumnīcefekta gāzu koncentrācija atmosfērā, kas radusies cilvēku rīcības radīto emisiju rezultātā. Pēdējo 150 gadu laikā vidējā temperatūra ir pieaugusi gandrīz par 0,8 °C pasaulē un par apmēram 1 °C Eiropā. Šī klimata pārmaiņas ietekme jau ir novērojama un ir paredzams, ka tā kļūs vēl vairāk izteikta. (4.att.).[7]



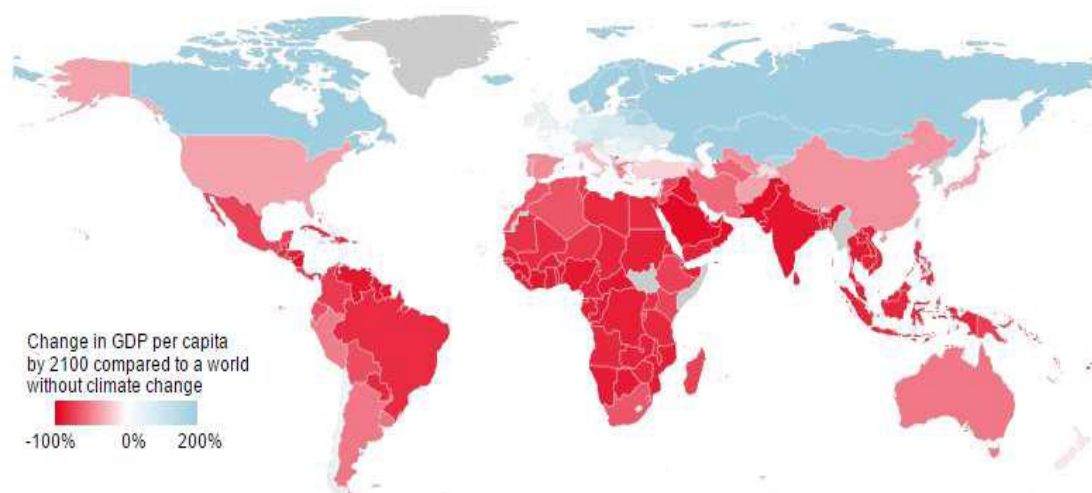
4. att. Globālo zemes un okeānu temperatūru novirzes

Avots: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) datubāze, 2017

Nokrišņu daudzums samazinās Eiropas dienvidos un palielinās ziemeļos. Tas ietekmē dabas ekosistēmas, cilvēku veselību un ūdens resursus. Visnelabvēlīgākās sekas radīsies ēkām un tādām ekonomikas nozarēm, kā mežkopībai, lauksaimniecībai un tūrismam. Siltumnīcefekta gāzu emisijas rodas gan dabīgu procesu, gan cilvēku darbību rezultātā. Cilvēku radītu siltumnīcefekta gāzu avotu skaitā ir [7] :

- ✓ fosilo kurināmo (ogļu, naftas un gāzes) dedzināšana, ģenerējot elektroenerģiju, transporta nozarē, rūpniecībā un mājsaimniecībās;
- ✓ lauksaimniecība un zemes izmantošanas pārmaiņas, piemēram, atmežošana;
- ✓ atkritumu apglabāšana poligonos;
- ✓ rūpniecisku fluoru saturošo gāzu izmantošana.

Klimatam ir būtiska ietekme uz ekonomikas attīstību. Klimata pārmaiņu ekonomisti piekrīt, ka klimata pārmaiņas jau ietekmē mūsu ekonomiku un turpinās to ietekmēt ilgtermiņā. Pētījumi apstiprina saikni starp ekonomisko izaugsmi un temperatūras paaugstināšanos. Ekonomiskā produktivitāte sasniedz maksimumu vidējā temperatūrā 13°C ar strauju produktivitātes kritumu augstāka vidējā temperatūrā. Burke (*Burke*) savā pētījumā secina, ka līdz gadsimta beigām globālais IKP uz vienu iedzīvotāju varētu būt par 23% zemāks attiecībā uz lieliem siltumnīcefekta gāzu emisiju scenārijiem salīdzinājumā ar scenārijiem, kuros nav klimata pārmaiņu. Tas ir spēcīgs iemesls, lai ierobežotu cilvēku radītās emisijas. Zemāk redzamajā 5. attēlā ir atspoguļota klimata pārmaiņu ekonomiskā ietekme uz pasaules valstīm, nosakot IKP izmaiņas uz 1 iedzīvotāju.



5. att. Valstu klimata pārmaiņu ekonomiskās ietekmes prognozes
Avots: Burke, 2015

Šie rezultāti ir pirmie pierādījumi tam, ka ekonomiskā aktivitāte visos reģionos ir saistīta ar globālo klimatu un ir izveidots jauns empīrisks pamats ekonomisko zaudējumu modelēšanai, reaģējot uz klimata pārmaiņām. Ja nākotnes pielāgošana atdarina pagātnes pielāgošanos, sagaidāms, ka nesamazināta sasilšana ietekmēs globālo ekonomiku, līdz 2100. gadam samazinot vidējos globālos ienākumus par aptuveni 23% un paplašinot globālo ienākumu nevienlīdzību salīdzinājumā ar scenārijiem bez klimata pārmaiņām. [8]

Arī Latvijā ir novērojamas klimata pārmaiņas. Laika periodā no 2015. līdz 2016. gadam LVĢMC veica apjomīgāko vēsturisko klimatisko datu analīzi, analizējot datus pārskata periodā no 1961. līdz 2010. gadam. Datu analīze parādījusi, ka Latvijā, tāpat kā citviet Eiropā, pēdējo gadu laikā vērojama temperatūras

paaugstināšanās, kas visizteiktākā ir tieši ziemas periodā - ziemas kļūst mitrākas un siltākas.

Siltumapgādes ietekme uz uzņēmumu konkurētspēju un iedzīvotāju dzīves kvalitāti nav pārvērtējama. Klimata pārmaiņu ietekmē mainās siltuma pieprasījuma tendence ēku siltuma apgādei. Mazinās aukstuma maksimumi, bet pagarinās pieprasījuma sezona. Pieaug pieprasījums pēc telpu dzesēšanas, kas ir klimata pārmaiņu sekas un modernās arhitektūras īpatnības. Visa tā rezultātā arī Latvijā notiek izmaiņas likumdošanas un normatīvajā vidē. Patērētāju iespējas ietekmēt tradicionālo siltuma apgādes sistēmu ekonomiku liek mainīt apgādes uzņēmumu biznesa modeļus. Visai nopietna ietekme būs ES likumdošanas iniciatīvu elektrības tirgus, efektivitātes, atjaunojamās enerģijas un dabas gāzes jomā pārnesei uz Latvijas normatīvo vidi. [9]

2.6. Latvijas siltumenerģijas nozares iespējas un draudi

Veicot uzņēmējdarbības ārējās vides analīzi, tiek noteikti iespējamie draudi - ārējie faktori, kas kavē uzņēmumu noteikto mērķu sasniegšanu, un iespējas - ārējie faktori, kas palīdz uzņēmumiem sasniegt noteiktos mērķus. 1. tabulā apkopoti PESTEL analīzē konstatētie Latvijas siltumenerģijas nozarē darbošos uzņēmumu iespējas un draudi.

1.tabula

Siltumenerģijas nozari ietekmējošie faktori

Nosaukums	Faktori	
Politiskie un juridiskie faktori	SEG emisiju samazināšana un AER īpatsvara palielināšana	Drauds
	Nodokļu administrēšanas sloga pieaugums	Drauds
	Kvotu piešķiršana un tirdzniecība	Iespēja
	Reinvestētās peļņas atbrīvošana no ienākuma nodokļa	Iespēja
	Ģeopolitiskā situācija	Drauds
	Eiropas struktūrfondu pieejamība	Iespēja
Ekonomiskie faktori	Globalizācija un urbanizācija	Iespēja
	Resursu (gan fosilo, gan biomasas) cenu kāpums	Drauds
	Aizdevumu likmes un kredītresursu pieejamība	Iespēja
	Cirkulārās ekonomikas attīstība	Iespēja
Sociālie un kultūras faktori	Iedzīvotāju skaita samazināšanās Latvijā	Drauds
	Cilvēkkapitāla aizplūšana	Drauds
	Lokālu siltumpunktu izbūve jaunajos dzīvojamu māju projektos	Drauds
	Ēku renovācijas stimulēšana	Drauds
Tehnoloģiskie faktori	Atvērti siltumtīkli	Drauds
	Digitalizācijas, viedo tehnoloģiju attīstība	Iespēja
	Jaunu enerģijas avotu izmantošana	Iespēja
	Zema patēriņa ēkas	Drauds
	Centralizēta aukstumapgāde	Iespēja
	Sekundārās enerģijas izmantošana	Iespēja
Vides faktori	Klimata pārmaiņas	Drauds
	Resursu izsīkšana	Drauds
	Apkures sezonas pagarināšanās	Iespēja
	Vides prasību pieaugums	Drauds

Avots: Darba autores veidota tabula

2.7. Finanšu koeficientu analīze

2. tabula

Vidējie finanšu koeficienti trīs gadu periodā no 2014. līdz 2016. gadam

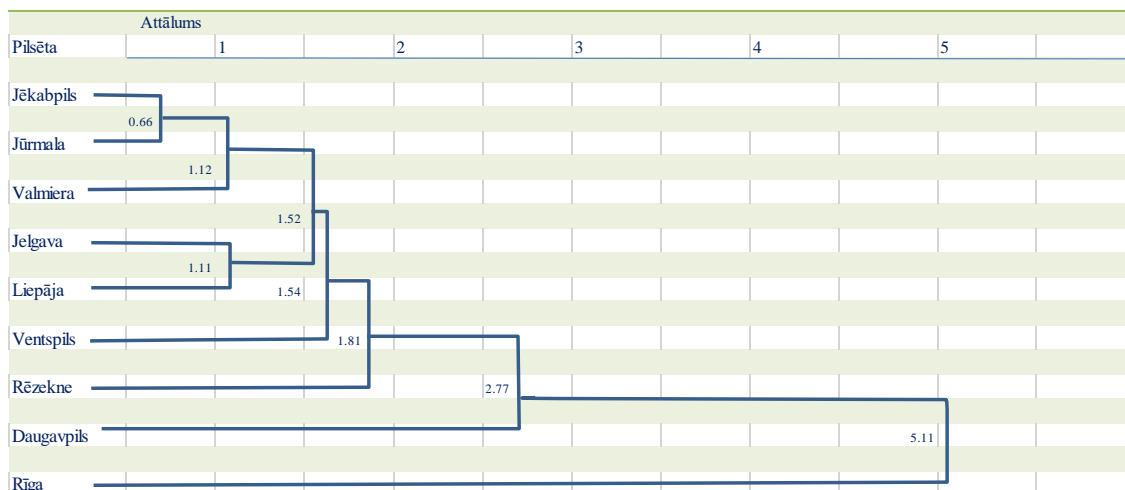
Nr.p.k	Finanšu rādītāji	PSIA "Ventpils siltums"	AS "Rīgas siltums"	SIA "Liepājas enerģija"	SIA "Jūrmalas siltums"	SIA "Jēkabpils siltums"	AS "Rēzeknes siltumfikli"	PAS "Daugavpils siltumfikli"
1	Rentabilitāte							
1.1	ROI (ilgtermiņa ieguldījumu atdeve)	2.04	1.50	7.27	1.42	-2.13	8.30	5.90
1.2.	ROA (aktīvu rentabilitāte)	1.85	1.34	6.77	1.01	-1.72	7.38	3.63
1.3.	ROE (pašu kapitāla atdeve)	6.11	1.89	21.17	1.94	-4.40	16.67	5.64
1.4.	Apgrozījuma rentabilitāte	7.19	2.87	27.27	8.48	9.18	11.47	5.17
2	Likviditāte							
2.1.	Tekošā likviditāte	0.65	0.82	0.61	2.45	0.88	0.58	1.57
2.2.	Ātrā likviditāte	0.58	0.73	0.57	2.34	0.84	0.53	1.52
3	EBITDA, tūkstošos eiro	3 729	16 024	6 736	629	322	1 821	2 274
4	Kapitāla struktūra							
4.1.	Pašu kapitāla līdzdalība	0.30	0.71	0.32	0.56	0.40	0.40	0.61
4.2.	Parāds pret pašu kapitālu	2.31	0.40	2.06	0.90	1.52	1.64	0.65
5	Kopējo aktīvu apgrozījums	0.25	0.99	0.38	0.79	0.53	0.92	0.99

Avots: Darba autores veidota tabula

2.8. Klasteru analīze

Nosaukums klasteru analīzei cēlies no angļu vārda *cluster* — sakopojums, grupa. Klasteru analīzes galvenais mērķis ir sagrupēt novērojumus, balstoties uz to īpašībām, lai beigu objektu klasteri būtu ļoti homogēni klastera ietvaros, bet starp klasteriem heterogēni. Klasteru analīzi var uzskatīt kā aprakstošu un neteorētisku daudzdimensiju analīzes metodi. [10]

Lai standartizētu noteiktās pazīmes, tiek izmantoti aritmētiski vidējie rādītāji un standartnovirze. Standartnovirze raksturo datu izkliedi ap aritmētisko vidējo. Pētījumā izmantoti visu Latvijas Lielo pilsētu siltumapgādes uzņēmumu tehniskie rādītāji - realizētā siltumenerģija, elektroenerģija, tarifs, zudumi, darbinieku skaits un saražotā siltumenerģija ar biomasu. Klasteru analīze veikta pēc tuvākā kaimiņa metodes. Iegūtais rezultāts attēlots dendrogrammā.



6.att. Latvijas Lielo pilsētu siltumapgādes uzņēmumu klasteru analīze
Avots: Darba autores veidota dendrogramma

Klasteru analīze parāda, ka vislīdzīgākie uzņēmumi siltumapgādē, salīdzinot tehniskos rādītājus, ir Jēkabpilī un Jūrmalā, pēc tam šim klasterim pievienojas Valmiera. Klasteru līdzības mērs tika noteikts kā attālums starp objektiem – jo mazāks attālums starp objektiem, jo tie līdzīgāki. Otru klasteri 1.11 attālumā veido Jelgava un Liepāja. Pie 1.52 atzīmes šie abi klasteri izveido vienotu klasteru grupu, kurai pie noteiktām attāluma atzīmēm pievienojas Ventspils (1.54), Rēzekne (1.81), Daugavpils (2.77) un Rīga (5.11), kas viennozīmīgi ir visatšķirīgākais uzņēmums pēc tehniskajiem rādītājiem. Šo sadalījumu pēc tuvākā kaimiņa metodes var izmantot uzņēmumu vadītāji, pārņemot pieredzi no līdzīgākajiem uzņēmumiem.

3. SILTUMAPGĀDES UZŅĒMUMU DARBĪBU IETEKMĒJOŠO FAKTORU KOPSAVILKUMS

3.tabula

Nosaukums	Faktori	Ventspils	Liepāja	Jelgava	Jūrmala	Rīga	Jēkabpils	Rēzekne	Daugavpils	Valmiera	KOPĀ	Summa
Politiskie un juridiskie faktori	SEG emisiju samazināšana un AER īpatsvara palielināšana (AER zem 60%)				x	x	x	x	x	x	6	21
	Papildus ieņēmumi no neizmantoto kvotu tirdzniecības	x	x	x	x		x				5	
	Geopolitiskā situācija (eksportētas dabasgāzes izmantošana)					x		x	x	x	4	
	Eiropas struktūrfondu pieejamība (realizēti projekti)	x	x	x	x	x	x				6	
Ekonomiskie faktori	Globalizācija un urbanizācija				x	x					2	10
	Biomases cenu kāpums	x	x	x	x	x	x				6	
	Cirkulārās ekonomikas attīstība (otreizējās pārstrādes izejvielas)	x				x					2	
Sociālie un kultūras faktori	Iedzīvotāju skaita samazināšanās Latvijā	x	x	x			x	x	x		6	21
	Klientu maksātspējas samazināšanās						x	x	x		3	
	Cilvēkkapitāla aizplūšana	x	x	x			x	x	x	x	7	
	Lokālu siltumpunktu izbūve jaunajos dzīvojamu māju projektos					x					1	
	Ēku renovācija (virs 5% no kopējā)	x	x				x			x	4	
Tehnoloģiskie faktori	Atvērti siltumtīkli					x					1	20
	Digitalizācijas, viedo tehnoloģiju attīstība	x	x	x		x					3	
	Augsta iekārtu efektivitāte	x	x	x				x			4	
	Jaunu enerģijas avotu izmantošana	x		x							2	
	Elektroenerģijas ražošana un tirdzniecība obligātā iepirkuma ietvaros		x	x		x		x	x		5	
	Zema patēriņa ēkas		x			x					2	
	Centralizēta aukstumapgāde					x					1	
Sekundārās enerģijas izmantošana			x		x					2		
Vides faktori	Āra gaisa temperatūra	x	x	x	x	x	x	x	x	x	9	28
	Resursu izsīkšana	x	x	x							3	
	Apkures sezonas pagarināšanās	x	x	x	x	x	x	x	x	x	9	
	Vides prasību pieaugums		x		x	x	x	x	x	x	7	

Avots: darba autores veidota tabula

4. SECINĀJUMI

Siltumapgādes uzņēmumu apgrozījumu ietekmē vairāki faktori:

- ✓ āra gaisa temperatūra (V);
- ✓ apkures sezonas garums (V);
- ✓ klientu skaits, to maksātspēja (S);
- ✓ dzīvojamu ēku renovācijas un siltināšanas pasākumi (S);

Siltumapgādes uzņēmumu peļņas rādītājus ietekmē vairāki faktori:

- ✓ vides prasību pieaugums (V);
- ✓ cilvēku kapitāla aizplūšana (S);
- ✓ politiskie uzstādījumi un mērķi nozares uzņēmumiem (P);
- ✓ investīcijas siltumapgādes sistēmas modernizēšanā (P);
- ✓ kurināmā cenu svārstības (E);
- ✓ iespēja pārdot koģenerācijas stacijās saražoto elektroenerģiju par dubulto tarifu (T);
- ✓ papildus ieņēmumi no kvotu tirdzniecības (P);

- ✓ iekārtu efektivitāte, jaudu atbilstība pieprasījumam (T);
- ✓ iespējas izmantot lētāko kurināmo (T);

Tā kā Latvijas siltumapgādes biznesā ir ienācis privātais un ārvalstu kapitāls (Fortum grupa un SIA “Enerģijas risinājumi”) ar vērienīgiem biznesa paplašināšanas plāniem, pašvaldību kontrolē esošajiem siltumapgādes uzņēmumiem jāspēj saglabāt augsta konkurētspēja.

Ņemot vērā vides politikas nostādnes Ziemeļvalstu reģionā un no tā izrietošo ar biomasu darbināmo katlumāju skaita pieaugumu, saasināsies konkurence par atjaunojamajiem energoresursiem reģionā, kā arī cenu pieauguma dēļ iespējams siltumenerģijas tarifa pieaugums pilsētās, kurās kā kurināmo izmanto šķeldu. Pēc klasteru analīzes līdzīgākie uzņēmumi siltumapgādē ir Jēkabpilī, Jūrmalā, Jelgavā, Liepājā un Valmierā.

Elektroenerģijas lietotāji, maksājot obligātā iepirkuma komponenti, subsidē zemos siltumenerģijas tarifus pilsētās, kur uzstādītas un siltuma ražošanai tiek izmantotas koģenerācijas stacijas un elektroenerģija pārdota obligātā iepirkuma ietvaros.

Siltuma patēriņš mājāsaimniecību un pakalpojumu sektorā samazināsies, rūpniecības sektorā varētu būt sagaidāms pieaugums rūpnieciski attīstītos reģionos, ņemot vērā jaunu uzņēmumu piesaisti un ražošanas ēku būvniecību.

ATSAUCES

- [1] Studente L., Latvijas Vēstneša portāls (2016). Iegūts 2018.gada 16.februārī <http://m.lvportals.lv/visi/likumi-prakse?id=276938> un <http://m.lvportals.lv/visi/likumi-prakse?id=286515>
- [2] The World Economic Forum (2018). *Future of Economic Progress*. Iegūts 2018. gada 20.februārī no <https://toplink.weforum.org/knowledge/insight/a1Gb0000001hXcwEAE/explore/summary>
- [3] Izglītības un zinātnes ministrijas pētījums, (2015). *Viedās specializācijas jomas “Viedie materiāli, tehnoloģijas un inženiersistēmas” ekosistēmas analītisks apraksts*. Iegūts 2018. gada 20.februārī no http://www.izm.gov.lv/images/zinatne/kart%C4%93jums/IZMzino_pielikumsNr12_120416.pdf
- [4] European Academies Science Advisory Council, 2015. *Circular economy: a commentary from the perspectives of the natural and social sciences*. Iegūts 2018. gada 5.martā no www.easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/EASAC_Circular_Economy_Web.pdf
- [5] Helmane I., Latvijas Vēstneša portāls (2017). Iegūts 2018. gada 13.februārī no <http://m.lvportals.lv/visi/likumi-prakse/286795-latvija-2100-gada-varetu-but-vien-pusmiljons-iedzivotaju/>
- [6] Kalns J., Latvijas Vēstneša portāls (2016). Iegūts 2018. gada 13.februārī no <http://m.lvportals.lv/visi/likumi-prakse?id=280223>
- [7] European Environmental Agency (2018). Iegūts 2018.gada 6.februārī no <https://www.eea.europa.eu/lv/themes/climate/intro>

- [8] Burke M., Hsiang S.M. & Miguel E. (2015). “*Global non-linear effect of temperature on economic production*”, Nature, nr. 527, lp. 236-239.
- [9] Forums „*Siltuma un aukstuma ražošanas ekonomika ilgtspējīgā valstī*”, (2017). Iegūts 2018. gada 8.februārī no <http://konferences.db.lv/conferences/siltuma-un-aukstuma-razosanas-ekonomika-ilgtspejiga-valsti/>
- [10] Aldenderfer Mark S., Blashfield Roger K. (1985). Cluster analysis. Quantitative Applications in the Social Sciences) SAGE Publications, Inc

ĀRVALSTU TIEŠO INVESTĪCIJU IETEKME UZ LATVIJAS TAUTSAIMNIECĪBAS ATTĪSTĪBU

D. Kopiščiks

Ventspils Augstskolas
Ekonomikas un pārvaldības fakultāte,
Inženieru iela 101, Ventspils, LV-3601, Latvija

Pētījuma Autors ir izvēlējies šo tēmu pamatojoties uz to, ka ĀTI piesaiste veicina Latvijas, tāpat kā jebkuras citas valsts, ekonomikas attīstību.

Šī pētījuma tēma ir aktuāla, jo ĀTI veicina ekonomisko izaugsmi, nodrošinot tehnoloģiju un zināšanu pārnēsma efektu, kas ir svarīgs priekšnoteikums vietējo uzņēmēju konkurētspējas celšanai un eksporta veicināšanai starptautiskajos tirgos.

Ir acīmredzams, ka Latvijas valdība pievērš lielu uzmanību ārvalstu investoru piesaistei. Šim nolūkam ir vērts izpētīt ĀTI ietekmi uz Latvijas tautsaimniecības attīstību 2010.-2017.gados, kā arī noteikt investīciju vides un nodokļu reformas stiprās un vājās puses, un izstrādāt priekšlikumus investīciju vides uzlabošanai.

Atslēgas vārdi: *Investīcija, ieguldījums, kapitāls, ekonomika, tautsaimniecība, tirgus*

1. IEVADS

Pētījuma mērķis: izpētīt ārvalstu tiešo investīciju piesaistes politiku Latvijā un to ietekmi uz Latvijas tautsaimniecības attīstību.

Pētījuma sagatavošanas laikā ir izmantota šāda metodoloģija:

- *Primārā pētījuma metode:*
 - Intervija ar Finanšu ministrijas Tiešo nodokļu departamenta direktori Astru Kaļāni.
- *Sekundārās pētījuma metodes:*
 - Makroekonomisko rādītāju analīze;
 - Likumdošanas un normatīvo aktu analīze;
 - Makroekonomisko pārskatu analīze.

2. LATVIJAS ĀRVALSTU TIEŠO INVESTĪCIJU PIESAISTES POLITIKA

Latvijas ĀTI piesaistes politikas pamatā ņemti vērā investoriem svarīgākie aspekti: valsts makroekonomisko rādītāju nepārtraukta uzlabošana, kā arī dažādi pasākumi uzņēmējdarbības vides attīstībai, piemēram: birokrātisko procedūru

samazināšana, stabilas un prognozējamās nodokļu politikas izveide, darbaspēka kvalifikācijas celšana, infrastruktūras attīstība, valsts atbalsta programmas uzņēmējdarbības uzsākšanai un attīstībai.

Saskaņā ar Latvijas ĀTI piesaistes politiku zemāk minēto nozaru attīstībai ir īpaši svarīga ražošanas un menedžmenta prasmju apgūšana. Svarīgi arī veidot jaunas darbavietas, lai radītu iespēju izmantot jaunas tehnoloģijas un priekšnosacījumus tehnoloģiju pārnesei. Lai sasniegtu iepriekš minētās prioritātes, ir jāveicina Latvijas integrēšanos starptautiskajā tirdzniecībā un vietējo uzņēmumu iesaistīšanos ražošanas noietu ķēdēs.

Svarīgi pievērst uzmanību arī tam, ka saskaņā ar Latvijas ĀTI piesaistes politiku, valstij galvenokārt jāorientējas uz ģeogrāfiski tuvajām kaimiņvalstīm, jo šo valstu investoriem Latvija ir ļoti pazīstama, un līdz ar to nav jāiegulda papildu resursi informatīviem un reklāmas pasākumiem.

Tajā pašā laikā, ĀTI piesaistes politika galvenokārt orientējas uz ekonomiski stabilām un attīstītām valstīm, kuras tautsaimniecības nozaru attīstības potenciāls un vajadzības atbilst Latvijas perspektīvas sadarbības iespējām - ASV, Francija, Vācija, Lielbritānija, Japāna, Ķīna, Krievija un Indija [1].



2.1. att. Prioritārās nozares ĀTI piesaistei Latvijā

Avots: Ziņojums par Latvijas tautsaimniecības attīstību, 2016.gada jūnijs

Ņemot vērā to, ka Latvijas ĀTI piesaistes politikas pamatā ir pievilcīgas investīciju vides radīšana, šim nolūkam 2014.gada 1.februārī bija izveidota Latvijas investīciju un attīstības aģentūra (turpmāk tekstā - LIAA), lai veicinātu vietējo uzņēmumu konkurētspēju un eksportspēju starptautiskajos tirgos.

Viens no LIAA galvenajiem mērķiem ir sekmēt uzņēmējdarbības attīstību Latvijā, veicinot ĀTI apjoma pieaugumu un palielinot Latvijas konkurētspēju pašmāju un starptautiskajos tirgos [2].

Sākot ar 2010.gadu, LIAA ir uzsākusi stratēģijas "POLARIS" īstenošanu, kas paredz saskaņotu ministriju, pašvaldību, infrastruktūras uzņēmumu un valsts iestāžu

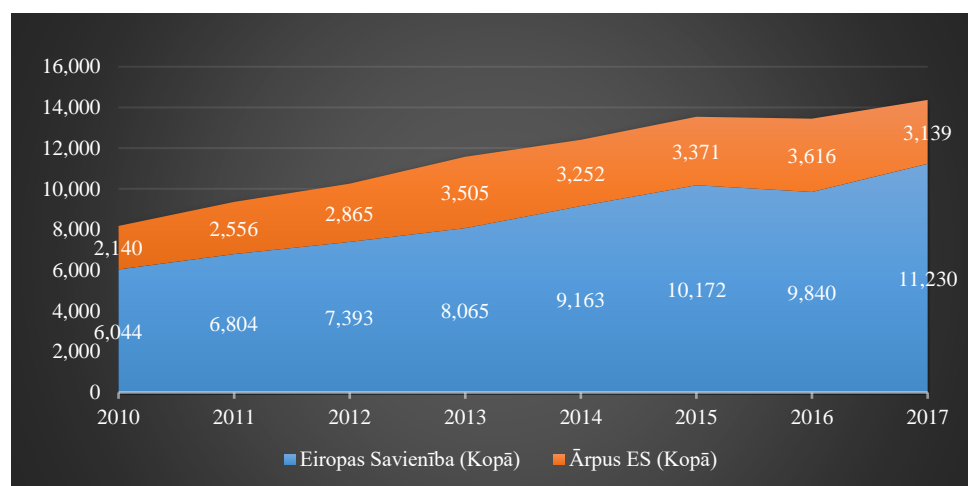
rīcību stratēģiski nozīmīgu gan vietējo, gan ĀTI projektu realizēšanā, iesaistot šajā procesā gan privāto biznesa sektoru, gan pētnieciskās un zinātniskās institūcijas.

3. ĀRVALSTU TIEŠO INVESTĪCIJU NOZĪME UN IETEKME UZ LATVIJAS TAUTSAIMNIECĪBU

3.1. Ārvalstu tiešo investīciju ietekme uz iekšzemes kopproduktu

Veicot Latvijas bankas apkopoto datu analīzi, autors konstatēja, ka ienākošai ĀTI plūsmai vērojama mērena izaugsmes dinamika 2010.-2017.gadu periodā, kaut gan 2016.gadā vērojams plūsmas kritums salīdzinot ar 2015. gadu (-0,6%), sasniedzot 13,4 mljrd. eiro. 2017.gadā kopējā ĀTI plūsma Latvijā sasniedza 14 370 milj. EUR, kas ir par 6,4% vairāk nekā gadu iepriekš. Tas liecina, ka pēdējos gados ir krietni pieaugusi Latvijas investīciju vides pievilcība, jo arvien vairāk investoru saista savus nākotnes plānus ar uzņēmējdarbības attīstību Latvijā. Vislielākā ĀTI plūsma Latvijā nāk no ES valstīm.

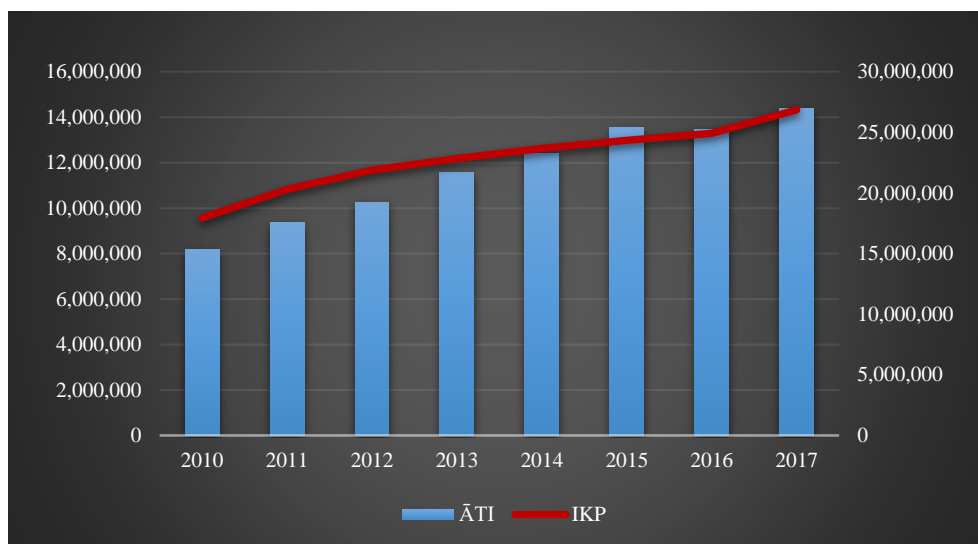
Kā redzams 3.1.attēlā to, ka 2017.gadā ĀTI īpatsvars no ES valstīm sasniedza 11 230 milj. eiro, kas ir par 12,4% vairāk, nekā 2016.gadā (9 840 milj. eiro). Iepriekš minētais liecina, ka Latvijas ĀTI piesaistes politika ir tiešam efektīva, jo pēdējos gados ievērojami pieaug gan investoru skaits, gan ĀTI plūsma no ES valstīm.



3.1. att. ĀTI Latvijā, 2010.-2017.gados, milj. eiro

Avots: Latvijas Banka, 2017

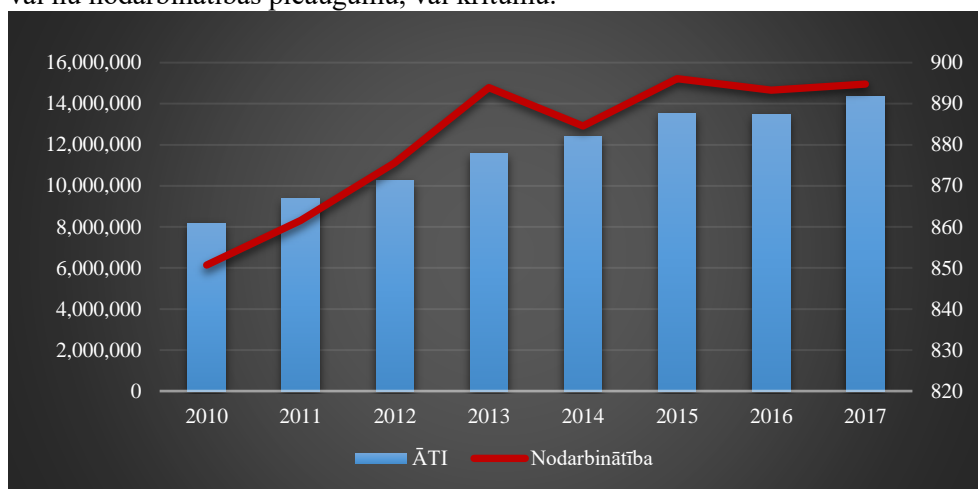
Nākamajā 3.2.attēlā, 2010.-2017.gadu periodā gan ĀTI, gan IKP vērojams mērens izaugsmes trends vai kustības tendence, kas liecina par ciešo saistību starp šiem makroekonomiskajiem rādītājiem. 2017.gada beigās ĀTI sasniedza 53,5% no IKP.



3.2. att. ĀTI ietekme uz IKP, 2010.-2017.gados, milj. eiro
Avots: Latvijas Banka, 2017

3.2. Ārvalstu tiešo investīciju ietekme uz darbaspēku un pirktspēju

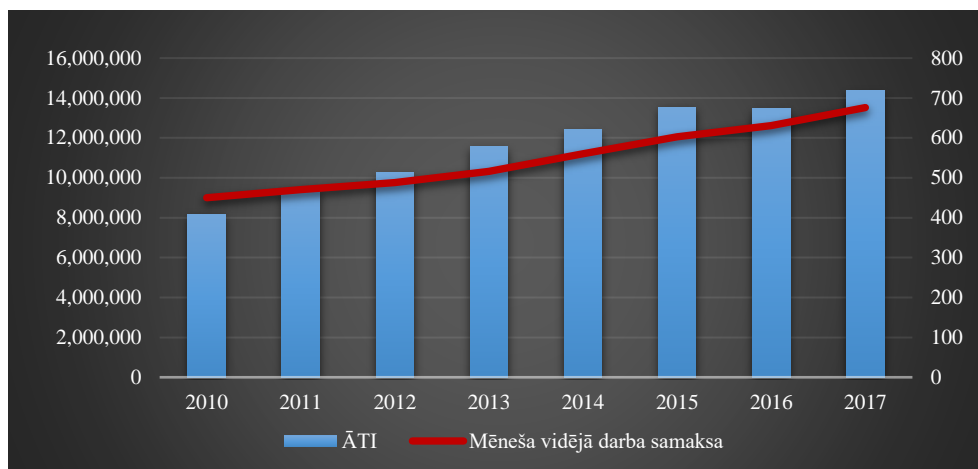
Kā redzams 3.3.attēlā, ĀTI plūsmas pieaugums veicina nodarbinātības kāpumu, un pretēji, ja ĀTI plūsma krīt - samazinās arī kopējais nodarbinātības līmenis. Nevar teikt, ka šiem faktoriem ir ciešs sakars, jo ir arī citi darba tirgus ietekmējošie faktori - nodokļu slogs, likumdošana, demogrāfija u.c., bet ĀTI plūsmas svārstības noteiktā mērā tomēr ietekme uz darbaspēka piedāvājumu un pieprasījumu, kas arī izprovocē vai nu nodarbinātības pieaugumu, vai kritumu.



3.3. att. ĀTI ietekme uz nodarbinātību, 2010.-2017.gados, milj. eiro/tūkst.
Avots: Latvijas Centrālā statistikas pārvalde, 2017

Kā redzams 3.4.attēlā, ĀTI veicina ne tikai darbaspēka piedāvājumu un pieprasījumu, bet arī ietekmē darba algas lielumu. Ja investori pārtrauc investēt kādā valstī, vai vismaz samazina investīciju plūsmas īpatsvaru, tas var negatīvi ietekmēt arī cilvēkresursu cenu. Ir acīmredzams, ka starp ĀTI un darba algas lielumu pastāv

ciešs sakars. Abiem rādītājiem 2010.-2017.gadu periodā vērojama mērena izaugsme, un neskatoties uz to, ka 2016.gadā gan ĀTI, gan mēneša vidējā darba samaksa samazinājās, 2017.gadā ir atsākusies izaugsme, kas norāda uz darba samaksas jutīgumu pret ĀTI ieplūdēm Latvijā.

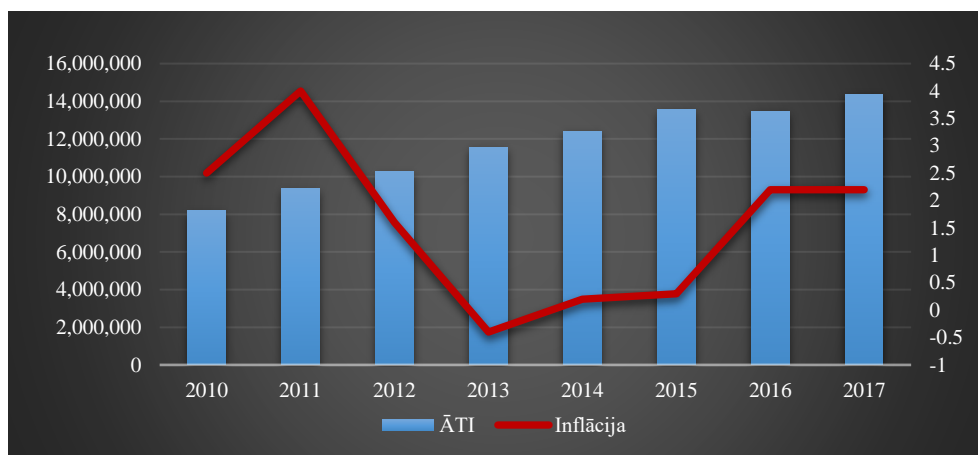


3.4. att. ĀTI ietekme uz vidējo darba samaksas apmēru, 2010.-2017.gados, milj. eiro

Avots: Latvijas Centrālā statistikas pārvalde, 2017

Kā redzams nākamajā 3.5.attēlā, zems inflācijas līmenis - veicina ĀTI piesaisti. Sākot no 2012.gada inflācija Latvijā svārstās 2,2% robežās, kas ir pozitīvs signāls ekonomikas turpmākajai attīstībai un ĀTI piesaistei.

Zems inflācijas līmenis ir labvēlīgs arī Latvijas iedzīvotājiem, jo pie zemas inflācijas pieaug iedzīvotāju ienākumi, viņu pirktspēja un kredītspēja; citiem vārdiem, zema inflācija veicina iedzīvotāju labklājības kāpumu - produkti un pakalpojumi kļūst arvien pieejamāki un/vai lētāki.



3.5. att. ĀTI ietekme uz inflāciju, 2010.-2017.gados

Avots: Latvijas Centrālā statistikas pārvalde, 2017

3.3. Uzņēmējdarbības un investīciju vides konkurētspēja

Latvijas uzņēmējdarbības un investīciju vides konkurētspēju var pētīt pēc dažādiem pasaules reitingiem. Viens no izplatītākiem reitingiem ir PB uzņēmējdarbības vides indekss "Ease of Doing Business", kurš mēra uzņēmējdarbību regulējošās administratīvās procedūras un to piemērošanu dažādās pasaules valstīs.

Saskaņā ar šo reitingu, Latvija 2017.gadā ierindojās 19.vietā - 190 valstu kopējā sarakstā. Neskatoties uz to, ka 19.vieta ir diezgan labs rezultāts, tomēr Latvija joprojām būtiski atpaliek ne tikai no vadošajām Eiropas valstīm, kā piemēram, Dānija (3.vieta), Lielbritānija (7.vieta), Norvēģija (8.vieta), Zviedrija (10.vieta).

PB veiktajā pētījumā "Ease of Doing Business" ir atrodama šāda veida informācija (sk. 3.6.att.). Pētījumā norādīts, ka Latvijas galvenie izaicinājumi ĀTI piesaistei ir liels nodokļu slogs, neefektīvs nodokļu regulējums, lēns piekļuves process finansējuma saņemšanai, politiskā nestabilitāte, birokrātija, un korupcija. Vērojams arī kvalitatīva darbaspēka deficīts, vājā darba ētika, nepietiekama inovāciju ieviešana, nepietiekami attīstīta infrastruktūra un arī citas tirgus barjeras.



3.6. att. Problemātiskie faktori uzņēmējdarbības vides attīstībai Latvijā, 2017.gadā
Avots: Pasaules Banka, 2017

4. INTERVIJA AR FINANŠU MINISTRIJAS TIEŠO NODOKĻU DEPARTAMENTA DIREKTORI ASTRU KAĻĀNI

Iepriekšējie analīzes rezultāti liecina, ka ārvalstu investori arvien augstāk novērtē Latviju kā investīcijām un uzņēmējdarbībai pievilcīgu valsti. Līdz šim veiktās reformas ir pareizs virziens tautsaimniecības konkurētspējas celšanai ilgtermiņā.

Tomēr paliek arī plašs problēmu loks, un to atrisināšanai nepieciešams aktīvs dialogs starp sabiedrību un valdību, lai arī turpmāk veiktas reformas būtu orientētas uz tautsaimniecības attīstību, sabiedrības labklājību un ārvalstu investoru interesēm. Šim nolūkam ir veikta intervija ar FM Tiešo nodokļu departamenta direktori A.

Kaļāni, kas ikdienā saistīta un kompetenta izteikt savu viedokli par jautājumiem, kas skar Latvijas nodokļu sistēmu un ir viens no ĀTI piesaistes instrumentiem.

Intervijas mērķis bija gūt labāku izpratni par ekonomisko vidi, nodokļu sistēmu un ārvalstu investoru noskaņojumu Latvijā, kā arī uzsvērt ĀTI nozīmi valsts ekonomikā. Intervijas pamatdati ir atspoguļoti 4.1.tabulā.

4.1. tabula

Intervijas pamatdati

Intervijas organizēšanas datums:	2018.gada janvāris
Intervijas organizēšanas vieta:	FM ēka, Smilšu iela 1, Rīga
Intervējamā persona:	Astra Kaļāne
Intervējamās personas amats:	FM Tiešo nodokļu departamenta direktore
Intervijas ilgums:	47 minūtes
Intervijas jautājumu skaits:	8 jautājumi

Avots: Autora veidota

Zemāk ir apkopoti intervijas galvenie rezultāti.

Intervijas laikā tika apspriesta esošā ekonomiskā situācija Latvijā un tās ietekme uz ĀTI piesaisti. Kā norāda A. Kaļāne, pēc pasaules ekonomiskās krīzes (2007.-2010.g. globālā finanšu krīze) Latvijas ekonomika ir atgriezusies pie straujākas izaugsmes. Pieaugot ārējam pieprasījumam pēc Latvijas precēm, varētu pieaugt nepieciešamība pēc jaunām investīcijām ražošanas kapacitātes celšanā. Turklāt šobrīd ražošanas jaudas vairākās nozarēs ir tuvu vēsturiski augstākajiem līmeņiem. Piemēram, kokapstrādē, tekstilizstrādājumu un apģērba ražošanā, farmācijā un pārtikas ražošanas nozarēs.

Ņemot vērā augstās noslodzes un stabili ārējo pieprasījumu, uzņēmēji varētu domāt par jaunu investīciju piesaisti, ja vēlētos attīstīties tālāk un palielināt saražoto apjomu.

Kā norāda A. Kaļāne, Latvijas valdība nav atteikusies no mērķa, kas tika definēts "Latvijas nacionālajā attīstības plānā" - panākt "ekonomisko izrāvienu", un šobrīd izstrādātie un arī pieņemtie lēmumi ir vērsti uz šā mērķa īstenošanu.

Valdība arī turpmāk lielu uzmanību pievērsīs nodokļu politikas un nodokļu administrēšanas procedūru pilnveidošanai, izglītības sistēmas stiprināšanai, loģistikas sistēmas pilnveidošanai, atkritumu apsaimniekošanai un enerģētikai, ekonomisko noziegumu apkarošanai, kā arī uzņēmumu konkurētspējas atbalstam. Pamatojoties uz A. Kaļānes teikto, lielākā ĀTI daļa ieplūst finanšu, tirdzniecības, nekustamā īpašuma, apstrādes rūpniecības un lauksaimniecības sektoros. Šajās jomās Latvijai vēsturiski ir izveidojušās priekšrocības un zināšanas, kā arī izdevīga ģeogrāfiskā atrašanās vieta un klimats ir bijis veicinošs faktors.

Savukārt lielākas uzkrāto ĀTI izcelsmes valstis ir Zviedrija, Krievija, Kipra, Nīderlande un Igaunija. Zviedrijas investīcijas lielākoties ieplūst finanšu sektorā (pirmkārt banku sfērā).

Nav noslēpums, ka daļa no Krievijas naudas Latvijā tiek ieguldīta arī caur tādām valstīm kā, piemēram, Nīderlande un Kipra. Arī investīcijas no Igaunijas lielā mērā ir Skandināvijas valstu kapitāls, kas tiek realizēts caur Igaunijā reģistrētiem uzņēmumiem.

Tapāt A. Kaļāne uzskata, ka jaunu investīciju piesaistei joprojām ir vajadzīga sakārtota tiesiskā vide un stabila nodokļu sistēma, kā arī perspektīva demogrāfiskā situācija.

Būtu jāpievērš arī lielāka uzmanība tiesiskajam regulējumam, kā arī valsts pārvaldes pakalpojumu uzskaites, sniegšanas un kvalitātes kontroles pilnveidošanai, kas ir galvenais nosacījums, lai uzņēmēji vēlētos Latvijā uzsākt un paplašināt uzņēmējdarbību. Tas ir pamatnosacījums arī investoru ieinteresētībai veikt ieguldījumus Latvijā, nešauboties par tā drošību un aizsargātību.

Kā teica A. Kaļāne, valsts valdība dara visu iespējamo, lai uzlabotu nodokļu regulējumu, t.sk. pēdējā nodokļu reforma (apstiprinātie grozījumi nodokļu regulējumā) ir būtisks signāls ārvalstu investoriem, jo saprotama un paredzama nodokļu sistēma ir viens no būtiskiem ĀTI piesaistes nosacījumiem. Tiek sagaidāms, ka šādi grozījumi ilgtermiņā varētu stiprināt investīciju vidi Latvijā.

Viens no būtiskiem nodokļu reformas sasniegumiem ir reinvestētās peļņas neaplikšana ar nodokli. Šī prakse tika aizsākta 2000.gadā Igaunijā. Ir veikti daudzi pētījumi, kuros izvērtēta konkrētās reformas ietekme uz Igaunijas ekonomikas tālāko attīstību. Tajos dominē secinājums, ka nodokļu reforma bijusi labvēlīga ekonomikai, veicinot ĀTI piesaisti un uzlabojot kopējo ekonomikas izaugsmi.

Velkot paralēles ar Igaunijas ekonomiku un vadoties pēc esošās ekonomiskās situācijas Latvijā, ir daudz līdzību, tāpēc, prognozējams, kā arī Latvijā UIN nepiemērošana reinvestētajai peļņai būs labvēlīga, sekmējot ĀTI pieaugumu.

Tomēr, visticamāk, ka reformas rezultāti būs vērojami ilgākā laika periodā. Nav noslēpums, ka ne visus ĀTI uzņēmumus Latvijā varētu apmierināt jaunā nodokļu reforma, jo tā savukārt paredz UIN likmi 20% apmērā no bruto summas par sadalīto peļņu līdzšinējo 15% vietā. Kāda uzņēmumu daļa varētu vēlēties samazināt uzkrāto kapitālu, izņemot līdz šim nesadalīto peļņu, pirms jāsāk maksāt 20% par peļņas sadalīšanu, lai vēlāk nav jāšķiras no peļņas piektās daļas.

Tādējādi īstermiņā tas varētu veicināt uzkrāto ĀTI samazinājumu. Tomēr maz ticams, ka šādu soli varētu spert lieli uzņēmumi, kas veido būtiskāko uzkrāto ĀTI daļu, jo ilgtermiņā optimālāk ir izmantot reinvestētās peļņas neaplikšanas ar nodokli priekšrocības.

A. Kaļāne uzskata, ka pieaugot peļņas reinvestēšanai, uzņēmumam pieaugs arī pašu kapitāls, pakāpeniski var mazināties saistības un ar to saistītie secīgie izdevumi. Tas kopumā mazina dažādus iespējamus finanšu riskus. Tādējādi uzņēmumu bilance uzlabosies. Ja uzņēmums lemj attīstīties, tad, piemēram, ņemot kredītu, ir iespēja to saņemt par izdevīgākiem nosacījumiem, piemēram, par zemākām procentu likmēm, ko nodrošina uzņēmuma labie finanšu rādītāji. Turpmāk uzņēmuma veiksmīga attīstība pēc jauno investīciju ieplūdes, visticamāk, kāpinās produktivitāti, kas savukārt veicina peļņas gūšanu.

Rezultātā peļņa pie jaunā reinvestētās peļņas nodokļu regulējuma var būt lielāka, kas pārsniedz "zaudējumus", izmaksājot dividendes ar 20% nodokli, iepriekšējo 15% vietā. Tātad, ja šis ieguvums pārsniedz likmju atšķirības, arī pie jaunā regulējuma dividenžu izmaksa var izrādīties izdevīgāka.

Rezumējot intervijas rezultātus var secināt, ka Latvijā UIN nepiemērošana reinvestētajai peļņai nākotnē varētu mazināt uzņēmumu saistību īpatsvaru, labvēlīgi ietekmējot investīciju vidi, ĀTI piesaisti un ilgtermiņa izaugsmi.

5. ĀRVALSTU TIEŠO INVESTĪCIJU PIESAISTES IESPĒJAS UN TO IETEKME UZ LATVIJAS TAUTSAIMNIECĪBU

Pamatojoties uz LIAA rezultātiem, Latvijas prioritārās tautsaimniecības nozares veido aptuveni 40% no kopējā apkalpoto investīciju pieprasījumu apjoma. Saskaņā ar “Preču un pakalpojumu eksporta veicināšanas un ĀTI piesaistes pamatnostādņēm”, investīciju prioritātes tiek īstenotas “procesu-orientētā” veidā šādos virzienos:

Investīciju projektu pēcapkalpošanas aktivitātes ir saistītas ar jau esošu uzņēmumu paplašināšanās iespējām, kas vienlaikus var sekmēt jaunu darbavietu radīšanu. Savukārt reaktīva investīciju projektu apkalpošana ir aktivitātes, kas saistītas ar potenciālo investīciju projektu apkalpošanu.

Šādiem projektiem ir liela ietekme uz Latvijas tautsaimniecības attīstību. Visbeidzot, proaktīvas darbības investīciju piesaistē ir aktivitātes, kas saistītas ar stratēģiski nozīmīgu investīciju projektu virzīšanu un to ģenerēšanu. ĀTI piesaistei Latvijā šobrīd pastāv vairāki potenciāli stimuli (LR MK tiesību aktu projekti, 2013.gads):

- Nodokļu atvieglojumi speciālajās ekonomiskajās zonās un brīvostās, uzņēmuma ienākuma atlaide lieliem investīciju projektiem, atvieglojumi ieguldījumiem pētniecībā un attīstībā, kā arī atvieglojums par jaunajām ražošanas tehnoloģiskajām iekārtām;
- 2014.-2020.gada ES fondu plānošanas perioda aktivitātes, kas specifiski orientētas uz investoru piesaisti, sniedzot atbalstu darbinieku apmācībām.

Vienlaikus notiek nepārtraukts darbs pie uzņēmējdarbības vides uzlabošanas, lai tādejādi sekmētu investīciju vides attīstību Latvijā, kā arī notiek regulāra investīciju stimulu pārskatīšana, kā arī alternatīvu izvērtēšana.

“Latvijas preču un pakalpojumu eksporta veicināšanas un ārvalstu investīciju piesaistes pamatnostādņēs” izvirzītā mērķa sasniegšanai “Uzlabot Latvijas tautsaimniecības konkurētspēju atvērtos produktu un kapitāla tirgos” tiek plānoti šādi rīcības virzieni:

I.rīcības virziens: “Uzņēmumu konkurētspējas paaugstināšana” pārskata periodā ietver vairākas “ESF” un “ERAF” līdzfinansētas aktivitātes 2007.-2013.gada plānošanas periodā, kuru mērķis ir veicināt:

- Darbspēka pieejamību un tautsaimniecības attīstības vajadzībām atbilstošu izglītības piedāvājumu;
- Uzņēmējdarbības infrastruktūras pieejamības uzlabošanu;
- Inovācijas kapacitātes paaugstināšanu;
- Finanšu pieejamību.

2.rīcības virziens: “Atbalsts ārējo tirgu apgūšanai” pārskata periodā ietver aktivitātes, kas saistītas ar “ERAF” darbību, tādejādi sekmējot Latvijas uzņēmumu starptautisko konkurētspēju un eksporta veicināšanu, kā arī citas aktivitātes eksporta veicināšanai piešķirto līdzekļu ietvaros. Rīcībā iekļautās aktivitātes ietver gan Latvijas ārējo ekonomisko pārstāvniecību tīkla darbības nodrošināšanu, gan tiešos eksporta atbalsta pakalpojumu nodrošināšanu Latvijas komersantiem, kā arī citus plānā norādītos pasākumus uzņēmumu.

3.rīcības virziens: “Turpmākā rīcība ĀTI piesaiste” pamatnostādņu starpposma novērtējuma pārskata periodā ietvertas ar ĀTI piesaistes procesu un mārketinga aktivitātēm saistīti pasākumi, kuru izpildē iesaistīta gan LIAA, uzņēmumus pārstāvošas organizācijas un asociācijas, kā arī nozaru ministrijas un pašvaldības, lai tādejādi sekmētu ĀTI piesaisti un Latvijas kā pievilcīgas investīciju mērķa valsts pozicionēšanā potenciālajiem ārvalstu investoriem. Saņemtā iesaistīto ministriju un LIAA sniegtā informācija liecina, ka kopumā plānā norādītie rezultāti ir sasniegti.

Nobeigumā jāsecina, ka investīciju projekti Eiropā tuvākajā nākotnē visticamāk būs apjoma ziņā mazāki, vairāk selektīvāki un reģionāli koncentrēti, vienlaikus tie būs vērsti uz pieprasījuma apmierināšanu pēc jaunākajām tehnoloģijām, pakalpojumiem, plaša patēriņa precēm un infrastruktūras.

Šajos ierobežotā finansējuma apstākļos, turpmāk valstis un reģioni, kas būs apzinājuši un attīstījuši savas stiprās puses ĀTI tirgū, ieņems konkurētspējīgu pozīciju cīņoties par jaunām ĀTI. Turklāt globalizācijas rezultātā arī ģeogrāfiski attālinātas valstis ar augstu un vidēji attīstītu ekonomiku uzskatāmas par nopietnām konkurentēm investīciju projektu finansējuma iegūšanai.

Tādēļ Latvijai, lai veiksmīgi konkurētu par ĀTI piesaisti, jāpilnveido līdzšinējais investīciju piesaistes modelis un jāidentificē līdzekļi, kuru pielietojums visefektīvāk nodrošinātu ārvalstu finanšu kapitāla ieplūdi esošajās un potenciāli perspektīvās Latvijas tautsaimniecības nozarēs.

6. SECINĀJUMI

Latvijas ekonomikas izrāviena galvenās prioritātes ir eksporta veicināšana un vietējo uzņēmumu konkurētspējas celšana starptautiskajos tirgos. Šī mērķa īstenošanai ir nepieciešams ne tikai valsts atbalsts uzņēmējdarbībai, bet arī ārvalstu tiešās investīcijas, kas veicina ekonomisko izaugsmi caur tehnoloģiju un zināšanu pārnesi. Lai Latvija piedzīvotu ekonomikas izrāvienu, tai jāklūst par investīcijām pievilcīgu mērķa objektu. ĀTI piesaistes politika ilglaicīgi nodrošinās tehnoloģiju un zināšanu pārnesuma efektu, kas nepieciešams vietējo uzņēmēju konkurētspējas palielināšanai, eksporta veicināšanai, jaunu darbavietu radīšanai un dzīves kvalitātes celšanai.

Līdz ar jauno nodokļu reformu, kas stājās spēkā 2018.gada 1.janvārī, tiek plānots stiprināt investīciju vidi Latvijā. Viens no būtiskiem nodokļu reformas sasniegumiem ir reinvestētās peļņas neaplikšana ar nodokli. FM eksperti prognozē, ka UIN nepiemērošana reinvestētajai peļņai varētu piesaistīt jaunus investorus Latvijā, tādejādi stiprinot investīciju vides pievilcību. Ieviešot nodokļu reformu, tiek prognozēts, ka pieaugot peļņas reinvestēšanai, uzņēmumam pieaugs arī pašu kapitāls, pakāpeniski var mazināties saistības un ar tām saistītie izdevumi. Tas kopumā mazina dažādus iespējamus finanšu riskus, kas varētu uzlabot uzņēmuma

bilanci. Rezumējot iepriekš minēto, uzņēmuma peļņa pie jaunā reinvestētās peļņas nodokļu regulējuma var būt lielāka, kas pārsniedz “zaudējumus”, izmaksājot dividendes ar 20% nodokli, iepriekšējo 15% vietā. Tas liecina, ka UIN nepiemērošana reinvestētajai peļņai nākotnē varētu mazināt uzņēmumu saistību īpatsvaru, labvēlīgi ietekmējot investīciju vidi, ĀTI piesaisti un ilgtermiņa izaugsmi.

Tradicionāli lielākā ĀTI plūsma Latvijā nāk no ES valstīm. 2017.gadā ĀTI īpatsvars no ES valstīm sasniedza 11 230 milj. eiro, kas ir par 12,4% vairāk, nekā gadu iepriekš. Tas pamatojams ar to, ka Latvijas investīciju piesaistes politika ir orientēta uz ģeogrāfiski tuvajām kaimiņvalstīm, kurās Latvija ir labi atpazīstama. Gan Latvijas IKP, gan ĀTI plūsmai 2010.-2017.g. laika periodā vērojama mērena augšupejoša tendence, kas liecina, ka šie rādītāji ir savstarpēji saistīti un ietekmē cits citu. Tādējādi var secināt, ka viens no IKP izaugsmes nosacījumiem ir pievilcīga uzņēmējdarbības vide ĀTI, bet investori investē tikai tajās valstīs, kurās saredz ekonomikas un uzņēmējdarbības attīstības potenciālu. Vērtējot Latvijas uzņēmējdarbības un investīciju vides pievilcību ar dažādu pasaules reitingu (“Ease of Doing Business”, “Global Competitiveness Index”, “Index of Economic Freedom”) palīdzību var secināt, ka 2017.gadā Latvijai vērojami būtiski uzlabojumi tautsaimniecības attīstībā un investīciju vides uzlabošanā, kas vērtējams pozitīvi, jo rada labvēlīgus apstākļus ĀTI piesaistei.

Rezumējot intervijas rezultātus ar FM Tiešo nodokļu departamenta direktori A. Kaļāni, var secināt, ka Latvijā UIN nepiemērošana reinvestētajai peļņai nākotnē varētu mazināt uzņēmumu saistību īpatsvaru, labvēlīgi ietekmējot investīciju vidi, ĀTI piesaisti un ekonomikas ilgtermiņa izaugsmi.

ATSAUCES

- [1] Ziņojums par Latvijas tautsaimniecības attīstību. Latvijas Republikas ekonomikas ministrija. 2016.gada jūnijs. Pieejams:
https://www.em.gov.lv/files/tautsaimniecibas_attistiba/2016_jun.pdf
- [2] LIAA mērķi un kompetences. Latvijas investīciju un attīstības aģentūra (LIAA). 2018. Pieejams: <http://www.liaa.gov.lv/lv/par-liaa/merki-un-kompetences>
- [3] Ease of Doing Business in Latvia. World Bank. 2017. Available:
<http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/latvia>
- [4] Preču un pakalpojumu eksporta veicināšanas un ārvalstu investīciju piesaistes pamatnostādnes 2013.-2019.gadam. Latvijas Republikas Ministru kabineta tiesību aktu projekti. 2013. Pieejams:
<http://tap.mk.gov.lv/mk/tap/?pid=40412362>
- [5] Strādājošo mēneša vidējā darba samaksa. Latvijas Centrālā statistikas pārvalde.2017.
Pieejams:http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/Sociala/Sociala__ikgad__dsamaksa/DS0010_euro.px/?rxid=cdbc978c-22b0-416a-aacc-aa650d3e2ce0
- [6] ĀTI Latvijā. Latvijas Banka. 2017. Pieejams:
<https://statdb.bank.lv/lb/Data.aspx?id=128>
- [7] Iekšzemes kopprodukts pavisam, uz vienu iedzīvotāju un uz vienu nodarbināto. Latvijas Centrālā statistikas pārvalde. 2017. Pieejams:
http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/ekfin/ekfin__ikgad__ikp/IK10_0010.px/?rxid=cdbc978c-22b0-416a-aacc-aa650d3e2ce0

KVALIFICĒTA DARBASPĒKA PIESAISTE UN MOTIVĀCIJA RAŽOŠANAS UZŅĒMUMOS LATVIJĀ

A. Lepiksone

Ventspils Augstskolas
Ekonomikas un pārvaldības fakultāte,
Inženieru iela 101, Ventspils, LV-3601, Latvija

Darba tēma ir aktuāla, jo mūsdienās darbinieku ir ļoti grūti motivēt. Viss ir atkarīgs no darbinieka paša motivācijas. Uzņēmuma vadītājs var tikai palīdzēt radīt labākus apstākļus darba videi, piemēram, ar veselībai drošu darba vidi, ar tīru darba vidi, ar ergonomiski organizētu vidi.

Darbā tiek analizēti statistikas dati par darbaspēka kvalifikācijas iedalījumu un raksturojumu, aprakstīta pētījuma metodoloģija un organizācija, dota kvalificēta darbaspēka analīze.

Darba pētījums sniedz uzņēmumiem rekomendācijas par kvalificēta darbaspēka nozīmīgumu, samazinot laiku jeb personāla mainību, kas to ietekmē un tādā veidā paaugstināt saražoto produkcijas daudzumu, kas savukārt paaugstina darba ražīgumu.

1. IEVADS

Darba mērķis ir pamatojoties uz padziļinātu teorētisko informāciju un praktiskā pētījuma analīzi, izstrādāt rekomendācijas ražošanas uzņēmumiem par kvalificēta darbaspēka piesaisti un personāla mainības mazināšanu.

Darbā tika pielietota empīriskā izziņas metode – salīdzināšana. Datu apstrādes statistiskā metode, lai analizētu statistiskos datus. Praktiskā pētījuma analīzei tika izmantota gan kvantitatīvā, gan kvalitatīvā izpētes metode.

Darbs var tikt izmantots ieskata gūšanai par kvalificētu darbaspēku Latvijā, par tās optimizēšanu un aktuālo situācijas analīzi 10 Latvijas ražošanas uzņēmumos.

2. DARBA SPĒKA KVALIFIKĀCIJAS IEDALĪJUMS UN RAKSTUROJUMS

2.1. Darbaspēka kvalifikācija

Darba devējs uzņēmumā vēlas speciālistus ar zināšanām un pieredzi, jo ar nepieredzējušiem darbiniekiem uzņēmums riskē. Pirmkārt pastāv risks, ka darbinieks zināšanu trūkuma dēļ nezinās kā padarīt darbus un padarot darbu slikti, var rasties zaudējumi gan uzņēmumam, gan darbiniekam. Otrkārt, pirms darbinieks labi un pietiekami ātri spēs darīt savu darbu patstāvīgi, tiks patērēts gan uzņēmuma laiks, gan resursi darbinieka apmācībai. Treškārt, iespējams, pašam jaunajam darbiniekam, pēc darba pienākumu iepazīšanās un apgūšanas, zudīs interese par ieņemamo amatu un uzņēmumu.

Latvijas Republikā ir pieejama 8 līmeņu izglītības sistēma:

ISCED līmenis 0 – pirmskolas izglītība

Latvijā pirmskolas izglītību piedāvā vispārējās izglītības iestādes. Šo programmu apgūst bērni no 1,5 līdz 7 gadu vecumam. Ja vecāki vēlas, bērnam var pagarināt vai saīsināt programmas apguvi par 1 gadu. Vecumā no 5 līdz 7 gadiem bērnam obligāti ir jāuzsāk pirmskolas izglītības apguve.

ISCED līmenis 1 un 2 – pamatskolas izglītība

Pamatskolas izglītības programmu bērns apgūst no 7 līdz 16 gadu vecumam. To parasti uzsāk, kad bērnam paliek pilni 7 gadi. Pamatizglītība Latvijā arī ir obligāta. Pamatskolu pabeidzot skolēni kārtu valsts centralizētos eksāmenus – matemātikā, Latvijas vēsturē, latviešu valodā un svešvalodā. Tikai ar sekmīgiem eksāmenu rezultātiem skolēns var turpināt mācības nākamā līmeņa mācību iestādēs.

ISCED līmenis 3 – vidējā izglītība

Latvijā ir pieejamas 2 veidu vidējās izglītības programmas: vispārējās vidējās un profesionālās vidējās izglītības programmas. Vispārējās vidējās izglītības programma ir pieejama dažādos virzienos: vispārīzglītojošais virziens; humanitārais un sociālais virziens; matemātikas, dabas zinību un tehnikas virziens; profesionālais virziens. Skolu beidzot ir jākārtu valsts centralizētie eksāmeni – latviešu valoda, matemātika, svešvaloda un vienā izvēles priekšmetā. Profesionālās izglītības iestādes piedāvā visos ekonomiskās darbības virzienos un ir 4 profesionālās kvalifikācijas līmeņi.

ISCED līmenis 4 – pēcvidējā izglītība

Tā ir programma, ko var apgūt pēc tehnikuma beigšanas vai vispārējās vidējās izglītības iegūšanas. Programma ilgst no 1 līdz 3 gadiem. Šī programma palīdz apgūt profesionālās zināšanas un prasmes. Šī programma neskaitās kā augstākā izglītība, bet pieskaitāma pie vidējās izglītības.

ISCED līmenis 5, 6, 7 – augstākā izglītība

Augstāko izglītību var iegūt koledžā vai augstskolā. Koledžā iegūst 1.līmeņa profesionālo augstāko izglītību. Augstskolā iegūst 1. un 2. līmeņa profesionālo augstāko izglītību. Augstskolā ir 2 veidu programmas – akadēmiskās un profesionālās studijas. Lai iegūtu bakalaura grādu, jāmacās 3 līdz 5 gadus. Pēc šīs izglītības iegūšanas, iespējams turpināt studijas maģistrantūrā, kuras studiju ilgums ir no 1 līdz 2 gadiem.

ISCED līmenis 8 – pēcdiploma studijas

Pēc maģistra grāda pabeigšanas tālāk var studēt doktorantūrā. Šīs studijas ilgst 3 līdz 4 gadus.[1]

2.2. NUTS klasifikācijas pa nozarēm

Teritoriālo vienību skaits Latvijā ir sadalīts pēc Eiropas Savienības kritērijiem. Tas ir izdarīts, lai iedzīvotāju skaits būtu salīdzināms ar citām Eiropas valstīm. Statistiski teritoriālo vienību klasifikācija jeb *NUTS (Nomenclature of Territorial Units for Statistics)* Latvijā ir noteikti 6 statistiskie reģioni:

1. Rīgas statistiskais reģions;
2. Pierīgas statistiskais reģions;
3. Vidzemes statistiskais reģions;
4. Kurzemes statistiskais reģions;
5. Zemgales statistiskais reģions;
6. Latgales statistiskais reģions [2].

Visvairāk nodarbināto Latvijā ir Rīgas reģionā - 310800, tam seko Pierīgas reģions. Kurzemes, Zemgales un Latgales reģionos gandrīz vienāds nodarbināto skaits, savukārt Vidzemes reģionā ir 85300 strādājošo [3]. Tabulā 2.2.1. redzami dati par nodarbinātajiem iedzīvotājiem un to saimnieciskās darbības veida.

2.2.1. tabula

Nodarbinātie pēc saimniecisko darbību veidu grupas (NACE 2.red.) Latvijas reģionos

	Gads	Nodarbinātie iedzīvotāji	(A) Lauksaimniecība, mežsaimniecība un zivsaimniecība	(B-E) Apstrādes un ieguves rūpniecība un citas ražošanas nozares	(F) Būvniecība	(G, I) Tirdzniecība, izmīnāšana un ēdināšanas pakalpojumi	(H, J) Transports, uzglabāšana, informācijas un komunikācijas pakalpojumi	(K-N) Finanšu, apdrošināšanas, zinātniskie, administratīvie pakalpojumi; operācijas ar nekustamo īpašumu	(O) Valsts pārvalde un aizsardzība; obligātā sociālā apdrošināšana	(P) Izglītība	(Q) Veselība un sociālā aprūpe	(R-U) Citi pakalpojumi
Latvija	2015	896,1	71,1	139,9	72	159,2	111,3	102,2	59,1	83	55,8	41,7
	2016	893,3	68,7	149,2	66	154,7	107,2	102	62,2	82	53,6	47,4
	2017	894,8	61,4	145,4	63	161	107,9	106,9	63	82	55,3	48
Rīgas reģions	2015	312,7	1,9	40,4	21	62,1	51,2	55,9	17,9	26	19,4	16,6
	2016	310,5	...	40,2	21	63,5	46,2	53,3	21	26	17,7	20,4
	2017	310,8	...	37,6	19	64,4	48,9	57,5	19,2	26	16,5	20,8
Pierīgas reģions	2015	175,5	13,4	29,5	16	32,5	19,7	19,5	12,1	15	9,2	9,2
	2016	176,5	12,4	31,9	15	31,6	17,9	20,6	12,3	15	10,3	9,2
	2017	177,3	9,7	31,6	14	35,8	19	21	12,3	14	10,6	9,3
Vidzemes reģions	2015	85,2	14,3	14,1	8,6	12,3	6,6	4,3	6,2	9,1	6	3,6
	2016	84,8	14,2	16,9	5,8	11,2	7,7	5,6	5,1	9,7	5,3	3,5
	2017	85,3	14,1	18,2	4,8	12,9	6,4	5,8	5,5	9,6	5	3
Kurzemes reģions	2015	106,9	12,6	20,3	9,6	17,2	12,9	7	6,3	11	5,8	4,4
	2016	108,7	14,3	22,1	10	16,9	11,4	7,8	6,7	8,7	5,4	5,2
	2017	107,9	13,5	21,8	9,6	16,6	11,1	8	7,3	9,4	5,4	5,1

Zemgales reģions	2015	107,3	14,7	18,7	9	19	10,1	7,7	7,8	10	6,9	3,4
	2016	103,5	13	19,4	8,9	17,2	9,8	7,2	8,6	9,5	5,7	4,4
	2017	104,2	11,4	18,2	9,7	17,4	10,5	6,7	8	10	7,1	4,7
Latgales reģions	2015	108,4	14,2	16,9	7,8	16,2	10,8	7,8	8,8	13	8,4	4,5
	2016	109,3	13,9	18,7	5,2	14,3	14,3	7,6	8,6	13	9,3	4,7
	2017	109,3	12,4	18	5,2	14	12	8	10,7	13	10,8	5

Avots: csb.gov.lv

Spriežot pēc pieprasījuma Nodarbinātības valsts aģentūrā, Latvijā šobrīd visvairāk nepieciešami tādi ražošanas darbinieki, kā, piemēram, atslēdznieks, elektromehānisko iekārtu mehāniķis, virpotājs, metinātājs un noliktavas darbinieks. Pēc tam seko būvniecība, kurā nepieciešami namdari un būvstrādnieki. Tirdzniecībā nepieciešami dažādu jomu pārdošanas speciālisti. Tad seko pakalpojumu darbības joma, kurā ir nepieciešams, piemēram, klientu apkalpošanas vadītājs. [4]

Pēc tabulā 2.2.2. attēlotajiem NACE Rev.2 datiem var secināt, ka Latvija no visām 38 Eiropas valstīm pēc apgrozījuma ražošanas nozarē ierindojas 28.vietā.

2.2.2. tabula

Apgrozījums pēc NACE Rev.2 (miljoni EUR) ražošanas nozarē 2015.gadā

	2015	Ražošana milj. EUR
	EU (28 valstīs kopā)	7320000
1	Vācija	2051998
2	Itālija	884825
3	Francija	862822
4	Apvienotā Karaliste	703603,2
5	Spānija	467052,8
6	Nīderlande	328390
7	Polija	289863,8
8	Šveice	286135,1
9	Beļģija	232804,5
28	Latvija	7515,8

Avots: ec.europa.eu/eurostat/data/database

3. PĒTĪJUMA METODOLOĢIJA UN ORGANIZĀCIJA

Lai kvalitatīvi uzrakstītu darba pētniecisko daļu, darba autore veiks ekspertu intervijas ražošanas uzņēmumos visos Latvijas statistikas reģionos. Ir ļoti svarīgi, lai šie dati pēc to iegūšanas būtu ticami. Nepieciešamo datu ieguvei darba autore sastādīja daļēji strukturētu interviju un aptauju.

Pētījumā tiks izmantota stratificēta jeb tipoloģiska izlases metode. No visiem 10'994 apstrādes rūpniecības uzņēmumiem Latvijā tiks proporcionāli izvēlēti uzņēmumi, katrā statistiskajā reģionā. Katrā statistiskajā reģionā tiks aptaujāti proporcionāls skaits uzņēmumu darbinieku un to vadītāji, ar kuriem tiks veiktas ekspertu intervijas. Pēc šīs proporcijas katrā statistiskajā reģionā tiks veikta vienkārša gadījuma izlase. Lai jebkuram ražošanas uzņēmuma darbiniekam būtu iespēja iekļūt izlasē un atbildēt uz jautājumiem. [5]

Respondentu skaits tiks veidots proporcionāls. Lai iegūtie rezultāti un viedoklis par uzņēmumu būtu ticams, no, piemēram, 400 uzņēmumā strādājošajiem, darba autorei jāaptaujā 20 darbinieku. Katrā uzņēmumā tiks aptaujāti 5 % no visiem strādājošajiem.

4. KVALIFICĒTA DARBASPĒKA ANALĪZE

4.1. Darbinieku aptauju un ekspertu interviju datu analīze un interpretācija

Kopā anketā darbiniekiem tika uzdoti 10 jautājumi. Ievada daļā tika uzdoti vispārīgi jautājumi par respondentu dzimumu, vecumu, izglītību un dzīvesvietu. Ražošanas uzņēmumu vadītājiem tika uzdoti 12 jautājumi. Ievada daļā tika noskaidrots vadītāja dzimums, vecums, izglītība un dzīvesvieta.

Visos uzņēmumos gan respondenti, gan vadītāji atzina, ka jūtams kvalificētu inženieru un dažādu ražošanas darbinieku trūkums. Protams, tika pieminēti arī citu kvalificētu darbinieku trūkums, bet šie divi bija visvairāk pieminētie visos uzņēmumos. Uzņēmuma „B” vadītājam ir vidējā profesionālā izglītība. Iespējams, tāpēc viņš no uz interviju atnākušajiem kandidātiem neprasa augstāko izglītību. Anketā gan uzņēmuma „B” vadītājs, darbinieki ir atbildējuši, ka izglītība nav viens no faktoriem, pēc kuriem, izvēlas personālu.

Pēc tam analizējot citus uzņēmumu aptaujas, atklājās, ka uzņēmums „B” nav vienīgais uzņēmums, kurš neņem vērā darbinieku izglītību. Citos uzņēmumos šādu atbildi sniedza to darbinieki. Tas ir tādēļ, ka no potenciālo darba devēju puses nav šādu prasību un jauniešos tas nerada vēlmi turpināt mācības pēc vidusskolas vai pat pamatskolas pabeigšanas. Šīs problēmas risināšanā vajadzētu iesaistīties arī Latvijas izglītības un zinātnes ministrijai un panākt to, ka vispārējā vidējā izglītība vai profesionālā vidējā izglītība, vai arodizglītība būtu obligāta. Ar šādām izmaiņām arī uzņēmēji būtu spiesti vairāk izvērtēt darba ņēmējus un atlasīt tos, kuri ieguvuši augstāku kvalifikāciju.

Uzņēmumā „F” salīdzinot ar pārējiem, vadītājs ir pats vecākais – 58 gadi, jaunākajam vadītājam ir 36 un viņš vada „C” uzņēmumu. Toties uzņēmuma „D” vadītājs ir vienīgais, kurš nav Latvijas pilsonis. Vienīgā vadītāja sieviete vada uzņēmumu „I”.

Katrā uzņēmumā ir kāds, kurš uzskata, ka netiek motivēts. Kādā uzņēmumā šādu darbinieku ir vairāk, kādā mazāk, bet tādu ir katrā. Tāpat darba autore nonāca pie secinājuma, ka tikai dažos uzņēmumos rūpējas par to, lai darbiniekiem ik pa laikam gan atjaunotu jau esošās zināšanas, gan papildinātu tās ar jaunām.

4.2. Ietekmējošo faktoru analīze

Darba autore ekspertu intervijās uzņēmumu vadītājiem uzdeva 2 papildus jautājumus. Pirmais atvērtais jautājums bija par to kāds ir aptuvenais stundu daudzums, kas nepieciešamas, lai apmācītu tikko pieņemtu darbinieku. Uz šo jautājumu tabulā 4.2.1. var redzēt cik stundu katrā uzņēmumā ir nepieciešams, lai pilnvērtīgi apmācītu jauno darbinieku.

4.2.1. tabula

Patērētās stundas jauna darbinieka apmācībai

Uzņēmums	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Patērētās stundas jauna darbinieka apmācībai	160	120	240	240	80	240	480	160	320	480

Avots: darba autores apkopots un veidots

Darba autore izmantoja šādu darba ražīguma formulu:

$$\text{Darba ražīgums} = \frac{\text{Saražotās produkcijas daudzums}}{\text{Izmantoto resursu daudzums (stundu skaits)}}$$

Avots: Siņicins, M. (2009). *Ekonomika*. (lpp. 144-145). Rīga: RaKa.

Uzņēmumā „B” darba ražīguma aprēķina piemērs

1. Pieņemsim, ka ideālā produkcijas ražošanas laikā nav nevienas aizķeršanās un ir visi nepieciešamie materiāli produkcijas saražošanai. Darbinieki ir apmācīti un apgādāti ar visiem nepieciešamajiem instrumentiem, lai darbu paveiktu. Kā arī darbiniekiem ir vēlme un motivācija sasniegt uzņēmuma mēneša saražoto produktu daudzuma mērķi. Laiks tiek mērīts 1 dienas periodā un arī saražotā produkcija ir uzņēmuma vēlamais mērķis dienas laikā.

24 darbinieki saražo 48 produktus mēnesī. Pēc aprēķina $48 / 20 = 2,4$ produkti dienā.

24 darbinieki * 8 stundas = 192 stundas

$2,4$ produkti / 192 stundām = 0,0125 produkti stundā

2. Ja darbu sāk jauns darbinieks un tas ir jāapmāca, visbiežāk vecais darbinieks vēl mēnesi strādā un apmāca jauno darbinieku, tad:

25 darbinieki saražo 48 produktus mēnesī. Pēc aprēķina tie paši 2,4 produkti dienā.

Patērētais laiks mēnesī, ko velta jaunā darbinieka apmācībai uzņēmumā „B” ir 120 stundas, tās izdala ar 160 stundām (mēneša stundu daudzums) un dienā tās ir 0,75 stundas, kuras jāpievieno kā virsstundas, kas tiek veiktas, lai pabeigtu vēlamo produktu daudzumu dienā.

25 darbinieki * 8,75 stundas = 200 stundas

2,4 mašīnas / 200 stundām = 0,010971 produkti stundā

Pēc šī piemēra principa un ar darba ražīguma formulas palīdzību tika aprēķināts darba ražīgums arī citiem uzņēmumiem gan darbiniekiem, kuri ilgstoši strādā uzņēmumā, gan ar darbiniekiem, kuriem ir jāapmāca jaunais darbinieks.

Darba ražīguma aprēķini ražošanas uzņēmumiem

Uzņēmums	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1. Patērētās stundas jauna darbinieka apmācībai	160	120	240	240	80	240	480	160	320	480
2. Darbinieku skaits	150	24	48	170	40	8	17	43	25	10
3. Produktu skaits dienā	5160	2,4	3	805	1050	78	145	1052	630	960
4. Darba ražīgums ar ilgstošiem darbiniekiem	4,3	0,013	0,008	0,59	3,28	1,22	1,07	3,06	3,15	12
5. Virsstundas dienā	1	0,75	1,5	1,5	0,5	1,5	3	1	2	3
6. Darba ražīgums ar jaunu darbinieku	3,8	0,011	0,006	0,5	3,01	1,03	0,73	2,66	2,42	7,93

Avots: darba autores apkopots un veidots

Tabulas 4.2.2. skaidrojumi:

1. Patērētās stundas katrā uzņēmumā, kas nepieciešams, lai apmācītu jaunu darbinieku.
2. Darbinieku skaits, kas nepieciešams, lai darbotos viena konkrēta produktu līnija.
3. Produktu skaits dienā – ir aprēķināts no mēneša uzņēmuma noteiktā mērķa, kas jāsasniedz.
4. Darba ražīgums ar pieredzējušiem darbiniekiem. Tie ir darbinieki, kuri jau kādu laiku strādā un kuri zina savus darbus. Tie ir apmācīti un atbilstoši kvalificēti.
5. Virsstundas dienā – tās ir aprēķinātas ņemot vērā to, cik konkrētam uzņēmumam ir nepieciešamas stundas, lai jaunu darbinieku pilnvērtīgi apmācītu.

6. Darba ražīgums ar jaunu darbinieku – tiek pielikts vēl viens darbinieks, kurš jāapmāca, bet visiem ražošanas līnijas darbiniekiem ir jāturpina sasniegt uzņēmumu mērķi.

Tabulā 4.2.2. var redzēt, ka uzņēmumā „G” tiek patērētas visvairāk stundas jaunu darbinieku apmācībai, toties vismazāk stundas tiek patērētas uzņēmumā „E.” Vidēji uz visiem uzņēmumiem tiek patērētas 252 stundas jaunu darbinieku apmācībai. Un tāpat arī virsstundas, kuras jāstrādā katru dienu ir atkarīgas no laika cik ilgi tiek apmācīts jaunais darbinieks. Vidēji uzņēmumiem ir jāapmaksā vismaz 1,575 stunda virsstundās, gadījumā, ja ir nepieciešams apmācīt jaunus darbiniekus.

Visaugstākais darba ražīgums ir uzņēmumam „J” ar 12 produktiem stundā, viszemākais uzņēmumam „C” ar 0,008 produktiem stundā. Bet šie skaitļi katram uzņēmumam nav salīdzināmi, jo katrs uzņēmums ražo savus produktus.

Pēc šī jautājuma var secināt, ka jaunu darbinieku apmācība uzņēmumā samazina darba ražīgumu. Tātad uzņēmumiem ir jāstrādā pie tā, lai mazinātu personāla mainību un nebūtu jāapmāca jaunie darbinieki, kuri palielina resursu daudzumu, kas nepieciešams, lai saražotu nepieciešamo mēneša produktu daudzumu.

Otrs papildus jautājums ekspertu intervijās bija par to, lai noskaidrotu ietekmējošākos faktorus personāla mainībai uzņēmumos. Uzņēmumu vadītājiem 8 faktori bija jāsarindo secībā no 8 – kā ļoti ietekmējošs līdz 1 – kā personāla mainību neietekmējošs faktors. Apkopojot atbildes, izveidojās rezultāts.

Pēc uzņēmumu vadītāju domām personāla mainību visvairāk ietekmējošākais faktors ir darba samaksa. Šo faktoru, kā pašu ietekmējošāko, atzīmējuši visi uzņēmumu vadītāji kā to var redzēt tabulā 4.2.3. Ar nākamo faktoru domas sāk dalīties. Kā nākamo, svarīgāko vadītāji atzīmējuši darba spēka migrāciju. Trešo vietu daļa 2 faktori – nemateriālie „labumi” un darba vide. Ceturtais faktors ir darba kolēģi, piektais – darba piedāvājumi reģionā, sestais – uzlabojumi darbaspēka kvalifikācijā un septītais – piemaksu modeļi.

Faktoru ietekme uz personāla mainību uzņēmumos

Faktori \ Uzņēmumi	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	MAX=80 punkti	Secība
Darba samaksa	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	80	1
Darbaspēka migrācija	4	7	6	6	7	6	7	6	5	5	59	2
Nemateriālie "labumi"	6	4	1	5	6	4	5	7	4	4	46	3
Darba vide	3	5	7	4	1	7	1	5	6	7	46	3
Darba kolēģi	5	6	3	3	3	2	4	1	7	6	40	4
Darba piedāvājumi reģionā	2	2	4	7	5	3	2	4	3	2	34	5
Uzlabojuimi darbaspēka kvalifikācijā	1	3	5	2	4	5	6	3	2	1	32	6
Piemaksu modeļi	7	1	2	1	2	1	3	2	1	3	23	7

Avots: darba autore apkopots un veidots

Analizējot vadītāju sniegtās atbildes par faktoriem, kas ietekmē personāla mainību, darba autore secināja, ka visi minētie un vēl daudzi citi faktori noteikti ietekmē personāla mainību. Darbinieku mainība samazina ražošanas ātrumu un līdz ar to samazinās arī saražotās produkcijas daudzums, kas savukārt samazina darba ražīgumu. Jo uzņēmums vairāk strādās pie tā, lai darbinieki justos labi, tiktu uzklauti, rūpēsies par to, lai regulāri tiktu izmaksātās algas, uzlabos uzņēmuma konkurētspēju un strādās pie citiem faktoriem, ko darba autore minēja uzņēmumu vadītāju intervijā, jo mazāka būs personāla mainība. Darba ražīgums ir ļoti svarīgs lielums ražošanas uzņēmumiem. Katram uzņēmuma būtu jācenšas uzlabot savu darba ražīgumu.

Pēc darba ražīguma aprēķināšanas gan ar ilgstoši strādājošiem darbiniekiem, gan ar jauniem darbiniekiem, darba autore secina, ka ražošanas uzņēmumi nav viegli salīdzināmi. Tie ir ļoti atšķirīgi savā starpā, jo produkta ražošanai vienam uzņēmumam būs nepieciešami tikai daži darbinieki, citiem tā ir gandrīz visu darbinieku iesaiste. Darba ražīgums arī tiek ietekmēts, ja uzņēmumiem nav atbilstoši darbarīki vai jaunākās tehnoloģijas, kas samazinātu laiku un uzlabotu darba ražīgumu uzņēmumam.

5. SECINĀJUMI

Pēc ekspertu intervijās uzdotā jautājuma par personāla pieņemšanu, uzņēmumu vadītāji atzīmēja, ka ir svarīga gan izglītība, gan iepriekšējā darba pieredze, gan attieksme intervijas laikā.

Ražošanas uzņēmumos Latvijā ir jūtams tādu darbinieku, kā inženieru un kvalificētu ražošanas darbinieku trūkums.

Darba devēji ražošanas uzņēmumos norāda, ka darba alga ir personāla mainības visietekmējošākais faktors.

Darbinieki nejutās novērtēti un pietiekami motivēti strādāt uzņēmuma labā ar pilnu atdevi.

Lielākā daļa aptaujāto uzņēmumu neņem vērā intervējamo personu izglītības līmeni. To apstiprināja lielākā daļa aptaujāto darbinieku.

No 10 aptaujātajiem ražošanas uzņēmumiem tikai vienā vadītāja bija sieviete.

Vidējais ražošanas darbinieku vecums ir 35 gadi, kas ir salīdzinoši neliels.

Lai strādātu uzņēmumā, darbiniekam ir jābūt pašmotivētam. Darba devējs var tikai palīdzēt, nodrošinot labu darba vidi un palīdzēt attīstīties, palielinot atbildību. Uzticot svarīgākus uzdevumus un ceļot darbinieku kvalifikāciju.

Jaunu darbinieku apmācība uzņēmumā samazina darba ražīgumu. Tātad uzņēmumiem ir jāstrādā pie tā, lai mazinātu personāla mainību un nebūtu jāapmāca jaunie darbinieki, kuri palielina resursu daudzumu, kas nepieciešams, lai saražotu nepieciešamo mēneša produktu daudzumu.

ATSAUCES

- [1] *Izglītības sistēma Latvijā*. (2018), Nacionālā izglītības iespēju datubāze. Pieejams: <http://www.niid.lv/node/9>, skatīts 21.02.2018.
- [2] *NUTS klasifikācijas pa reģioniem*. (2018), Centrālās statistikas pārvalde. Pieejams: <http://www.csb.gov.lv/dokumenti/par-statistikajiem-reģioniem-28607.html>, skatīts 21.02.2018.
- [3] *Nodarbinātie pēc saimniecisko darbību veidu grupas (NACE 2.red.) Latvijas reģionos*. (2018), Centrālās statistikas pārvalde. Pieejams: http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/Sociala/Sociala_ikgad_nodarb/NB0083.px/?rxid=cdbc978c-22b0-416a-aacc-aa650d3e2ce0, skatīts 28.02.2018.
- [4] *Vakances*. (2018), Nodarbinātības Valsts aģentūra. Pieejams: <https://cvvp.nva.gov.lv/#/pub/vakances/saraksts>, skatīts 05.03.2018.
- [5] Geske A., Grīnfelds A. (2006). *Izglītības pētniecība*. (lpp. 24, 113, 121). Rīga: LU Akadēmiskais apgāds

METODOLOĢIJAS IZSTRĀDE LATVIJAS UZŅĒMUMU FINANSIĀLĀ STĀVOKĻA NOVĒRTĒŠANAI

A. Pulkstene, S. Hiļķeviĉs

Ventspils Augstskolas
Ekonomikas un pārvaldības fakultāte,
Inženieru iela 101, Ventspils, LV-3601, Latvija

Uzņēmuma finansiālā stāvokļa novērtēšana ir sarežģīts analītisks darbs, un pirmais kritiskais veiksmes faktors ir vēsturisko datu pieejamība par uzņēmuma uzņēmējdarbības rādītājiem. Uzņēmuma novērtēšanas mērķis ir tieši atkarīgs no potenciālā adresāta, kas vēlas gūt ziņas par uzņēmuma komerciālo vērtību. Potenciālie adresāti ir vadība, īpašnieki / investori, kreditori, sabiedrība (piegādātāji, pircēji, valdība u.c.) un darbinieki. Turklāt, lai uzņēmums tiktu veiksmīgi novērtēts, ir nepieciešams lietot dažādas pieejas. Darba mērķis ir izskatīt metodoloģijas, kas varētu tikt izmantotas Latvijas uzņēmumu finansiālā stāvokļa novērtēšanai, iegūtos datus salīdzināt ar Latvijas kapitālsabiedrībām un sniegt vērtējumu par uzrādītajiem rezultātiem. Lai analizētu Latvijas uzņēmumu datus ir nepieciešams apskatīt vairākās literatūrā aprakstītās uzņēmumu finansiālā stāvokļa novērtēšanas metodoloģijas. Pēdējo mēnešu laikā tika izskatītas vairākas literatūrā aprakstītās uzņēmuma finansiālā stāvokļa vērtēšanas metodoloģijas. Par vienu no labākām tika atzīta Audit-it metodoloģija. Saskaņā ar Audit-it metodoloģiju uzņēmumam ir nepieciešams novērtēt divas parametru grupas, kas pēc tam tiks iekļautas galīgajā finanšu rādītāja «Final Rating Score» novērtējumā.

Atslēgas vārdi: *finanšu analīze, uzņēmējdarbības rādītāji, uzņēmuma efektivitāte.*

1. IEVADS

Pētījums ir saistīts ar svarīgu Latvijas tautsaimniecības attīstības problēmu – Latvijas uzņēmumu finansiāli ekonomiskās darbības analīzi. Ir svarīgi veikt precīzu uzņēmuma ekonomisko darbības analīzi, jo pašreizējā finanšu vidē, kur arvien pieaug uzņēmumu vēlme audzēt tirgus varu, pirms pieņem lēmumu par uzņēmumu apvienošanu, ir nepieciešams noskaidrot, cik vērtīgs varētu būt potenciālais sadarbības partneris [1].

Novērtējot uzņēmuma „finansiālo veselības stāvokli” (sk. Robert C. Higgins, Finanšu vadības analīze, pirmā daļa „Uzņēmuma finansiālās veselības novērtēšana”) izkristalizējas, ka tas ir sarežģīts analītisks darbs, un pirmais kritiskais veiksmes faktors ir nepieciešamo vēsturisko datu pieejamība par uzņēmuma uzņēmējdarbības rādītājiem.

Darba mērķis ir izskatīt metodoloģijas, kas varētu tikt izmantotas Latvijas uzņēmumu finansiālā stāvokļa novērtēšanai, iegūtos datus salīdzināt ar Latvijas kapitālsabiedrībām un sniegt vērtējumu par uzrādītajiem rezultātiem. Lai analizētu Latvijas uzņēmumu datus ir nepieciešams apskatīt vairākās literatūrā aprakstītās uzņēmumu finansiālā stāvokļa novērtēšanas metodoloģijas.

Darbā izvirzītā hipotēze ir šāda: uzņēmuma finansiāli ekonomisko rādītāju analīze dod iespēju izstrādāt rekomendācijas uzņēmuma finansiāli ekonomiskās darbības uzlabošanai.

Darbs sastāv no 3 daļām, kur pirmajā un otrajā daļā tiek apskatīta uzņēmuma novērtēšanas teorētiskā puse, izmantotie rādītāji, iesaistītie informācijas lietotāji, kā arī ir izskatītas jau esošās metodoloģijas. Trešajā daļā tiek pārbaudīts izvēlētais metodoloģijas algoritms Latvijas akciju sabiedrību rezultātu novērtēšanai, kā arī tiek salīdzināti akciju sabiedrību un valsts kapitālsabiedrību finanšu rezultāti.

Pētījumā izmantotās metodes: teorētiskās: literatūras par uzņēmuma novērtēšanas metodoloģijām un finanšu rādītājiem izpēte un analīze; empīriskās: dokumentu izpēte, esošo metodoloģiju piemēru izpēte; datu apstrādes metodes: aprakstošā statistikas analīze (tabulas, diagrammas).

2. METODOLOĢIJAS

Dalībniekiem, kas iesaistīti korporatīvajā finanšu jomā, izpratne par uzņēmuma vērtēšanas mehānismiem ir neatņemama prasība. Tas notiek ne tikai tāpēc, ka novērtēšanai ir svarīga nozīme uzņēmuma iegādes un apvienošanās procesā, bet arī tāpēc, ka uzņēmuma un tā struktūrvienību vērtēšanas process palīdz identificēt ekonomiskās iespējas, kā arī draudus, kas var būtiski ietekmēt uzņēmuma darbību. [2]

Uzņēmuma novērtēšanas pieejas tiek klasificētas sešās grupās [2]. Katra no tām tiek skatīta konkrētā griezumā, kad nepieciešams veikt uzņēmuma novērtēšanu, taču galvenokārt, veicot uzņēmuma novērtēšanu, tiek ņemti vērā tādi faktori [3] kā:

- uzņēmuma finansiālo rādītāju salīdzināšana ar analogisku uzņēmumu rādītājiem vai tās pašas nozares vidējiem rādītājiem;
- paša uzņēmuma rādītāju salīdzināšana ar iepriekšējo periodu rādītājiem, izvērtējot tendences;
- ideālu vai normatīvu rādītāju salīdzināšana ar uzņēmuma rādītājiem;
- dažādu integrālo koeficientu aprēķināšana.

Lai uzņēmums tiktu veiksmīgi novērtēts, ir nepieciešams lietot dažādas analīzes metodes, ko detalizētāk var apskatīt uzņēmuma novērtēšanas analīzes metožu tabulā (skatīt 2.1. tab.).

Uzņēmuma novērtēšanas analīzes metožu tabula

Horizontālā analīze	<ul style="list-style-type: none"> • Atskaites periodu salīdzināšana ar plāna perioda datiem • Atskaites perioda datu salīdzināšana ar analogiska iepriekšējā gada perioda datiem
Vertikālā analīze	<ul style="list-style-type: none"> • Aktīvu struktūras analīze • Kapitāla struktūras analīze • Peļņas (zaudējumu) aprēķināšanas struktūras analīze
Salīdzinošā analīze	<ul style="list-style-type: none"> • Salīdzināšana ar vidējiem nozares rādītājiem • Salīdzināšana ar konkurentu finanšu rādītājiem • Atskaites un plāna (normatīvo) rādītāju salīdzināšana
Finanšu rādītāju analīze	<ul style="list-style-type: none"> • Finanšu stabilitātes analīze • Maksāspējas analīze • Aktīvu aprites analīze • Rentabilitātes analīze
Integrālā analīze	<ul style="list-style-type: none"> • Integrālās analīzes Dupona sistēma • Integrālā finanšu analīze, orientēta uz konkrētu objektu

Avots: Rurāne, M. (2007) *Uzņēmuma finanses*. Izdevniecība apgāds „Jumava”: Rīga.

Lursoft novērtēšanas metodoloģija

Uzņēmums SIA ‘Lursoft IT’ sadarbībā ar AS ‘Capitalia’ ir izstrādājis uzņēmuma finansiālā stāvokļa novērtēšanas rīku, kas tiek izmantots, lai noteiktu uzņēmuma, biznesa vērtību. Lursoft novērtēšanas metodoloģija pamatā balstās un vērtējamā uzņēmuma panākumiem – tiek ņemta vērā vērtējamā uzņēmuma rentabilitāte, izaugsme un parādsaistības. Lursoft novērtēšanas metodoloģijas pamatā tiek izmantota salīdzināmo uzņēmumu metode. [4] Tā ir vērtēšanas tehnika, kur tiek noskaidrota uzņēmuma vērtība, ņemot vērā noteiktus rādītājus starp vienas nozares un līdzīga vecuma uzņēmumiem [5]. Lursoft novērtējums balstās uz kompānijas iesniegtajiem vēsturiskajiem finanšu datiem, tā vērtības aprēķins tiek balstīts uz vēsturisko uzņēmuma apgrozījumu, izaugsmi un rentabilitāti [6].

Papildus tam Lursoft novērtēšanas metodoloģija ietver uzņēmuma izvērsto analīzi, lai vienlaikus tiktu apkopoti uzņēmuma finanšu un reģistrācijas dati, kā arī pēc izstrādātiem parametriem tiek noteikts uzņēmuma reitings, kur iespējams aplūkot uzņēmuma attīstību ilgākā laika posmā [7]. Lai informācija būtu vieglāk uztverama, tā tiek atspoguļota grafiskā veidā [8].

Metodikas salīdzinošie rādītāji ir izveidoti, ņemot vērā uzņēmuma reģistrācijas un gada pārskata datus, kā arī tiek ņemti vērā Lursoft izveidotie finanšu analīzes dati [7]. Izmantojot konkrētos rādītājus, ir iespējams noteikt vērtējamā uzņēmuma attīstības tendences, kā arī ir iespējams datus salīdzināt ar citiem nozarē esošiem uzņēmumiem, jo salīdzinošie rādītāji atspoguļo informāciju par uzņēmumu konkrētajā finanšu gadā, kur pārējie Latvijas uzņēmumi atspoguļoti pēc tā paša principa.

Vērtēšanā tiek ņemti vērā tādi rādītāji kā [9]:

- Uzņēmuma vecums: tie tiek sarindoti pēc uzņēmuma reģistrācijas datuma. Rādītājs tiek izmantots novērtēšanā, jo var norādīt uz uzņēmuma stabilitāti;
- Pašu kapitāls: uzņēmuma pozīcija tiek noteikta, sakārtojot uzņēmumus pēc bilancē norādītās pašu kapitāla kopsummas dilstošā secībā;
- Ilgtermiņa ieguldījumi: uzņēmuma pozīcija tiek noteikta, sarindojot uzņēmumus pēc bilancē norādītās ilgtermiņa ieguldījumu kopsummas dilstošā secībā;
- Aktīvu bilance: uzņēmuma pozīcija tiek noteikta, sarindojot uzņēmumus pēc bilancē norādītās aktīvu kopsummas dilstošā secībā;
- Pamatlīdzekļi: uzņēmuma pozīcija tiek noteikta, sarindojot uzņēmumus pēc bilancē norādītās pamatlīdzekļu kopsummas dilstošā secībā;
- Likviditāte: sniedz informāciju par uzņēmuma spēju tikt galā ar īstermiņa saistībām un finanšu riskiem, ja tādi pastāv;
- Rentabilitāte: atspoguļo informāciju par to, cik liela ietekme ir apgrozāmajiem līdzekļiem, ilgtermiņa ieguldījumiem un kredītoru administrēšanai uz uzņēmumu darbību. Ar šo rādītāju izvērtē uzņēmuma vadības lēmumu efektivitāti;
- Reģistrētais pamatkapitāls: uzņēmuma pozīcija tiek noteikta, sarindojot uzņēmumus pēc Uzņēmuma reģistrā reģistrētā pamatkapitāla.

Lursoft uzņēmuma vērtēšanas metodika ietver arī uzņēmuma izvērsto analīzi, kur tiek analizēti un vērtēti 7 kritēriji, kas parāda uzņēmuma vietu nozarē pēc katra no kritērijiem: darbības apjoma, ienesīguma, likviditātes, kapitāla un kapitāla atdeves, rentabilitātes, efektivitātes un aktivitātes. Analīzē tiek atspoguļota katra rādītāja mediāna, kas norāda uz vērtējamā uzņēmuma ieņemto vietu attiecībā pret pārējiem nozares uzņēmumiem. No tā izriet, ka mediānas garums attiecībā pret augstāko vai zemāko vietu vērtēšanas skalā norāda uz uzņēmuma atrašanās vietu attiecībā pret vidējo Latvijas uzņēmumu nozarē. Piemēram, jo garāka ir zaļā daļa, jo uzņēmums tiek vērtēts augstāk, bet ja garāka ir oranžā daļa, tad uzņēmums atrodas zemākā pozīcijā attiecībā pret vidējo uzņēmumu nozarē. [6] Attiecīgi uzņēmuma izvērstās analīzes rezultātā tiek noteikts uzņēmuma kopējais reitings. Lursoft uzņēmuma vērtēšanas metodika paredz uzņēmumus sakārtot pēc katra no rādītājiem. Uzņēmumu kārtošana attiecīgi tiek atspoguļota dilstošā secībā, kur augstāk novērtētais uzņēmums ieņem augstāku pozīciju nekā uzņēmums ar zemākiem rādītāju rezultātiem, kas attiecīgi nozīmē, ka tiek ieņemta zemāka pozīcija. Tādējādi pēc uzņēmumu sarindošanas tiem tiek piešķirti reitinga punkti – 1. pozīcija iegūst 100 punktus, kamēr vidējais uzņēmums, kas var būt gan nozarē, gan Latvijas mērogā, saņem 50 reitinga punktus, bet tie uzņēmumi, kas atrodas zem un virs vidējā saņem punktus proporcionāli iegūtajai pozīcijai, kas nozīmē, ka zemāk novērtētais uzņēmums iegūst 0 punktus. [6]

Audit-it novērtēšanas metodoloģija

Audit-it.ru ir interneta vietne, kuru izveidojis auditoru uzņēmums "Avdeev&Co" 2000. gadā. Vietne piedāvā risinājumus grāmatvedības, nodokļu un audita jautājumiem, kā arī tā ietver uzņēmuma novērtēšanas iespējas. Tā kā nepieciešamība pēc uzņēmuma novērtēšanas radīja arvien lielāku pieprasījumu, tad 2005. gadā tika izveidots unikāls produkts – "Jūsu finanšu analītiķis", kurš kopš izveides dienas tiek nepārtraukti uzlabots. [10] Pēc uzņēmuma piedāvātā ilustratīvā piemēra jebkurš interesents var veikt uzņēmuma novērtēšanu [11]. Kopumā metodoloģiju var iedalīt 4 posmos.

Pirmajā posmā tiek atspoguļoti 8 rādītāji, kas tiek sadalīti divās grupās: finanšu stāvokļa analīzes grupa, kur ietilpst parāda attiecību rādītājs (Debt ratio), ilgtermiņa aktīvi – neto vērtība (Non-current assets to net worth), pašreizējais rādītājs (Current ratio), ātrās attiecības koeficients (Quick ratio) un naudas attiecības koeficients (Cash ratio), taču uzņēmuma darbības efektivitātes analīzes grupa ietver kapitāla atdeves rādītāju (ROE), aktīvu atdeves rādītāju (ROA) un apgrozījuma pieauguma rādītāju (Sales growth). Rādītāji tiek aprēķināti tā, kā aprakstīts 2.2. tabulā, kas izveidota no Audit-it.ru pieejamā metodoloģijas apraksta.

2.2. tabula

Uzņēmuma finansiālā stāvokļa un efektivitātes rādītāji

Rādītājs	Aprēķins	Ieteicamā vērtība
Parāda koeficients	Saistības tiek dalītas ar aktīvu kopsummu, kas parāda uzņēmuma finansiālo stāvokli	$\leq 0,6$ (Optimāls: 0,3-0,5)
Ilgtermiņā aktīvi – neto vērtība	Tiek dalītas ilgtermiņa saistības ar neto aktīviem.	$\leq 1,25$
Pašreizējais rādītājs	Īstermiņa aktīvi tiek dalīti ar īstermiņa saistībām, kas parāda uzņēmuma spēju segt īstermiņa saistības	$2 <$
Ātrās attiecības koeficients	Likvidie aktīvi tiek dalīti ar īstermiņa saistībām, kas parāda uzņēmuma spēju dzēst īstermiņa saistības	$1 <$
Naudas attiecības koeficients	Absolūti likvidie aktīvi tiek dalīti ar īstermiņa saistībām, kas parāda spēju apmaksāt īstermiņa saistības	$0,2 <$
Pašu kapitāla atdeve	Tiek dalīti neto ienākumi ar pašu kapitālu, kas parāda uzņēmuma rentabilitāti	$12\% <$
Aktīvu atdeve	Tiek dalīti neto ienākumi ar aktīvu kopsummu	$6\% <$
Apgrozījuma pieaugums		

Autores izveidota tabula.

Avots: Audit-it.ru. (2011). *Goldstar's Financial Condition Analysis for the Period from 01.01.2008 to 31.12.2010.*

Otrajā posmā katram no rādītājiem tiek piešķirts vērtējums, kas atrodas diapazonā no -2 līdz 2. Vērtējums tiek noteikts pagātnes vērtībām, tagadnes un nākotnes vērtībām. Piešķirtie vērtējumi tiek interpretēti [11]:

- -2 rādītājs ir ļoti slikts;
- -1 rādītājs ir slikts;
- 0 rādītājs atbilst normatīvam;
- 1 rādītājs ir labs;
- 2 rādītājs ir ļoti labs.

Kad ir noteikti vērtējumi, tad tiek aprēķinātas vidējās vērtības, kur piešķirti attiecīgi koeficienti – pagātnēi 0,25, tagadnei 0,6, nākotnei 0,15.

Trešajā novērtēšanas posmā katram no rādītājiem tiek piešķirts svara koeficients attiecīgi pēc svarīguma pakāpes. Katra no rādītāju grupām kopsummā attiecībā uz koeficientiem veido 1. Pēc svara koeficientu piešķiršanas ir svarīgi aprēķināt rādītāju vidējo vērtību, ņemot vērā iepriekš noteiktos koeficientus [11].

Ceturtajā vērtēšanas posmā tiek noteikts uzņēmuma reitings, izmantojot koeficientu piešķiršanu iegūtajiem rezultātiem: uzņēmuma finanšu stāvokļa analīzes rādītāju vidējā vērtējuma īpatsvaru reizina ar 0,6, bet uzņēmuma darbības efektivitātes analīzes rādītāju vidējā vērtējuma īpatsvaru summu reizina ar koeficientu 0,4. Uzņēmuma finansiālā stāvokļa rādītājam tiek piešķirts gala novērtējums, kas attēlots zemāk (skatīt 2.3. tab.). [12]

2.3. tabula

Uzņēmumu finansiālā stāvokļa vērtējums pēc reitinga metodes

Rezultāts		Simbols (vērtējums)	Finansiālā stāvokļa raksturojums	Vērtējuma nozīme
No	Līdz (ieskaitot)			
2	1,6	AAA	Izcils	Reitings "AAA" - "AA" norāda uz izcilu (ļoti labu) finansiālo stāvokli organizācijā, tās spēju izpildīt savas saistības īstermiņā un ilgtermiņā. Šādas organizācijas ietilpst uzticamu aizņēmēju kategorijā ar augstu kredīspējas pakāpi.
1,6	1,2	AA	Ļoti labs	
1,2	0,8	A	Labs	Reitings "A" - "BBB" norāda uz labu (pozitīvu) finansiālo stāvokli organizācijā, tās spēju izpildīt saistības īstermiņā. Organizācijas, kurām ir šis vērtējums, ietilpst aizņēmēju kategorijā, kuriem kredītresursu iegūšanas varbūtība ir augsta (laba kredīspēja).
0,8	0,4	BBB	Pozitīvs	
0,4	0	BB	Normāls	Reitings "BB" - "B" atspoguļo organizācijas normālu (apmierinošu) finansiālo stāvokli, kurā lielākā daļa rādītāju atbilst standarta vērtībām. Organizācijas, kurām ir šis reitings, var uzskatīt par darījumu partneriem, attiecībā uz kuriem ir nepieciešama piesardzīga pieeja riska pārvaldībai. Organizācija var pieprasīt saņemt kredītresursus, taču lēmums lielā mērā ir atkarīgs no papildu faktoru analīzes (neitrāla kredīspēja).
0	-0,4	B	Apmierinošs	

-0,4	-0,8	CCC	Neapmierinošs	Reitings "CCC" - "CC" norāda uz neapmierinošu (sliktu) organizācijas finansiālo stāvokli, kurā parasti finanšu rādītāji neietilpst normatīvā. Šāda uzņēmuma vērtējuma iemesli var būt objektīvi (mobilizēti resursi liela mēroga projektu īstenošanai, lieliem darījumiem, vispārējai lejupslīdei vai krīzes situācijai kādas valsts vai nozares ekonomikā utt.). Šādas organizācijas var pieteikt kredītresursu iegūšanai tikai ar ticamām garantijām par līdzekļu atgūšanu, kas nav atkarīgi no finanšu stāvokļa un organizācijas darbības rezultātiem nākotnē (slikta kredīspēja).
-0,8	-1,2	CC	Nelabvēlīgs	
-1,2	-1,6	C	Slikts	Reitings "C" - "D" attiecīgi ir ļoti slikts vai kritisks organizācijas stāvoklis. Lielākā daļa finanšu rādītāju ir daudz sliktāki nekā regulatīvie rādītāji. Ar reitingu "D" pastāv liela varbūtība, ka organizācijas darbība tiks izbeigta jau īstermiņā (saistību nepildīšanas varbūtība).
-1,6	2	D	Kritisks	

Avots: Audit-it.ru. (2018). *Об авторе и методиках*

Morningstar novērtēšanas metodoloģija

Morningstar uzņēmuma novērtēšanas sistēma tika izveidota 1985. gadā, taču 2002. tā kļuva jēgpilna, jo tika pilnveidota: tika izveidotas kategorijas, kurās tiek vērtēti un salīdzināti nozaru uzņēmumi, kā arī tika pilnveidoti esošie un izveidoti jauni rādītāji, kas galvenokārt mēra peļņas rādītājus un no tiem izrietošos riskus [13]. Papildus tam tika izveidotas mazāku grupu kategorijas, lai varētu atšķirt, kuri rādītāji konkrētajai mērķauditorijai (piemēram, investoram) ir svarīgāki. Nelielās kategoriju grupas ļauj potenciālajam investoram atlasīt vienas nozares līdzīgas uzņēmumus, kas izmanto līdzīgas darbības stratēģijas, ļauj vieglāk novērtēt potenciālo uzņēmumu līdzekļus, pamatojoties, piemēram, uz uzņēmuma koriģēto riska atdevi.

Pamatā *Morningstar* metodoloģija ir balstīta uz paredzamo lietderības teoriju, kurā tiek pieņemts, ka investors ir jutīgāks pret sliktu finanšu rezultātu nekā pret negaidīti augstas peļņas ieguvu. Teorija paredz, ka investors labprātāk atsakās no daļēji paredzamas peļņas, ja, veicot investīcijas, tiek nodrošināta lielāka atdeve ar nelielu risku. [14]

Papildus tam *Morningstar* novērtēšanas metodoloģija ietver informācijas saglabāšanu no vairs nepastāvošiem fondiem, taču jāmin, ka informācijas aptveramība ir ierobežota, jo dati ir pieejami no 2002. gada. Šī iemesla dēļ nav jēgpilni šos datus, kas ir vecāki par 2002. Gadu, izmantot datu analīzei, kas savukārt nozīmē, ka *Morningstar* novērtēšanas metodoloģijai nav praktiska pielietojuma, ja ir nepieciešams datu salīdzināšanā un uzņēmuma novērtēšanā izmantot informāciju par periodiem pirms 2002. gada. [15]

Morningstar vērtēšanas metodoloģija kopumā balstās uz vairākiem mainīgajiem lielumiem, kas, papildus apvienojot finanšu rādītājus, uzņēmuma veikspēju (atdevi) un riskus, sniedz uzņēmuma finanšu stāvokļa gala novērtējumu. Potenciālā uzņēmuma pieejamajai vēsturei ir jābūt ilgākai par 3 gadiem, citādi uzņēmums netiek vērtēts starp pārējiem nozares uzņēmumiem. [16] *Morningstar* novērtēšana ir lietderīga, lai veiktu uzņēmumu novērtēšanu un atlasī, un, lai veicot papildus pētījumus, varētu atlasīt uzņēmumus, kuros ir vērts ieguldīt [17].

Izskatot metodoloģijas, kas balstītas uz uzņēmuma peļņu, izaugsmi un aktīvu atlīdzību un analizējot uzņēmuma aktīvu un pasīvu struktūru, galvenos uzņēmuma

finansiālās ilgtspējas rādītājus, var secināt, ka par pašreiz labāko uzņēmuma novērtēšanas metodoloģiju var atzīt Audit –it metodoloģiju. Tā novērtējot uzņēmuma finanšu rezultātus var aprēķināt finanšu stāvokļa galīgo reitingu. Tā kā kritiskais veiksmes faktors ir datu pieejamība, tad labāk atzītā metodoloģija Audit-it – tiks tālāk izmantota, lai veiktu Latvijas akciju sabiedrību darbības analīzi. Pašreizējos apstākļos, kur nav brīva piekļuve Latvijas uzņēmumu finanšu datiem, lai gūtu informāciju par uzņēmumu darbību, tiks salīdzināts akciju sabiedrību un Latvijas kapitālsabiedrību sniegums. Saskaņā ar Audit-it metodoloģiju uzņēmumam ir nepieciešams novērtēt divas parametru grupas, kas pēc tam tiks iekļautas galīgajā finanšu rādītāja «Final Rating Score» novērtējumā. Pirmā parametru grupa ir «finanšu stāvoklis» (financial position), kas ir atkarīgs no tādiem rādītājiem, ka Debt Ratio, Current Ratio, Quick Ratio, Cash Ratio, NCA/Net worth. Otrā parametru grupa ir «finanšu veiktspēja» (financial performance) kas ir atkarīga no ROE, ROA, Sales Growth.

3. REZULTĀTI

Audit –it metodoloģijas algoritma izmantošana Latvijas akciju sabiedrību darbības analīzei

Sākotnējie dati par Latviju tika iegūti no Nasdaq fondu biržas, kur ir iekļauti 20 Latvijas akciju sabiedrībām saņemto rādītāju paraugi, kas tiks izmantoti tālākai analīzei. Metodoloģija, kas tiks izmantota Latvijas akciju sabiedrību finanšu stāvokļa novērtēšanai, ir revīzijas uzņēmuma “Avdeev & Co” piedāvātā, kā maksas pakalpojums. Iegūtie rezultāti apskatāmi 3.1. tabulā. tabula

3.1. tabula

Latvijas akciju sabiedrību darbības novērtējums

Uzņēmums	Gala novērtējums	Finanšu stāvoklis	Finanšu veiktspēja
Brivais Vilnis	0.05	-1.05	1.7
Ditton pievadķēžu rūpnīca	-0.59	-1.95	1.45
Grindeks	1.352	1.1	1.73
Grobina	-1.1625	-1.7375	-0.3
Hansa Matrix	-0.228	-1.58	1.8
Kurzemes atslega	1.1525	0.7875	1.7
Latvijas Balzams	1.003	0.605	1.6
Latvijas Gaze	1.306	1.13	1.57
Latvijas Juras medicīnas centrs	1.368	1.1	1.77
Olainfarm	1.02	0.5	1.8
PATA Saldus	-0.24	-1.6	1.8
Rīgas autoelektroaparātu rūpnīca	-0.597	-0.415	-0.87
Rīgas elektromašīnbūves rūpnīca	0.274	-0.81	1.9
Rīgas juvelierizstrādājumu rūpnīca	1.387	1.205	1.66
Rīgas kuģu būvētava	0.0125	-0.7725	1.19
SAF Tehnika	1.498	1.31	1.78
Siguldas ciltslietu un mākslīgās apsūkšanas stacija	1.48	1.4	1.6
Valmieras stikla šķiedra	-0.4095	-1.7625	1.62
VEF	0.3645	-0.5125	1.68
VEF Radiotehnika RRR	0.0795	-0.5075	0.96
Vidēji	0.523290909	-0.058272727	1.395636364
Standarta novirze	0.688708182	1.052992855	0.602312715

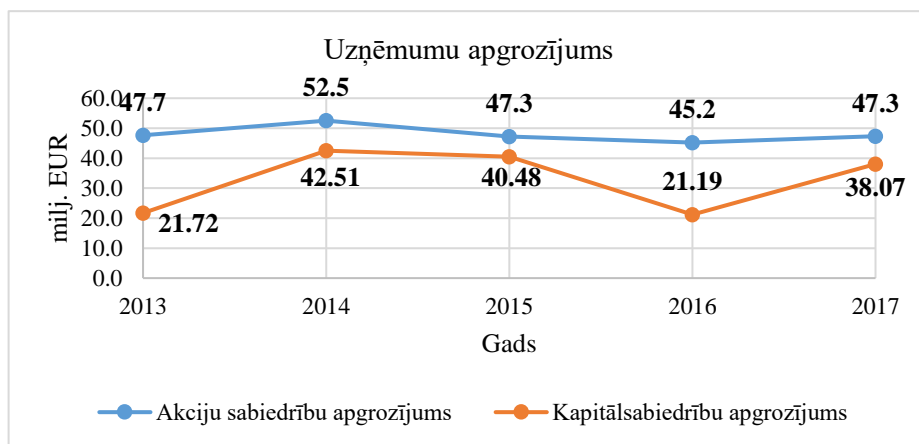
Vērtējot Latvijas akciju sabiedrību vidējo sniegumu, tas tiek novērtēts pozitīvi, saņemot "BBB" novērtējumu, kas nozīmē, ka Latviju akciju sabiedrību sniegums norāda uz labu (pozitīvu) akciju sabiedrību finansiālo stāvokli, to spēju izpildīt savas saistības īstermiņā. Organizācijas, kurām ir šāds vērtējums, ietilpst to kredītņēmēju kategorijā, kuriem kredītresursu iegūšanas varbūtība ir augsta (laba kredīspēja). No Audit-It metodoloģijas izriet, ka par labāk novērtēto uzņēmumu starp Latvijas akciju sabiedrībām var izdalīt SAF Tehniku, kur iegūtais vērtējums ir 1.498, kā arī jāmin Siguldas ciltslietu un mākslīgās apsūklošanas stacija, kas iegūst līdzīgu novērtējumu – 1.48. Abi iepriekš minētie uzņēmumi iegūst vērtējumu "AA" jeb uzņēmumi tiek vērtēti ļoti labi, kas norāda uz labu finansiālo stāvokli organizācijā, to spēju izpildīt savas saistības īstermiņā un ilgtermiņā. Šādas organizācijas ietilpst uzticamu aizņēmēju kategorijā ar augstu kredīspējas pakāpi. Pašreiz sliktākā situācija starp Latvijas akciju sabiedrībām ir AS "Grobiņa", kas iegūst vērtējumu "CC" jeb uzņēmums tiek vērtēts kā nelabvēlīgs. AS "Grobiņa" vērtējums norāda uz neapmierinošu (sliktu) organizācijas finansiālo stāvokli, kurā parasti finanšu rādītāji neietilpst normatīvā. Šāda uzņēmuma vērtējuma iemesli var būt objektīvi (mobilizēti resursi liela mēroga projektu īstenošanai, lieliem darījumiem, vispārējai lejupslīdei vai krīzes situācijai kādas valsts vai nozares ekonomikā utt.). Šādas organizācijas var pieteikties kredītresursu iegūšanai tikai ar ticamām garantijām par līdzekļu atgūšanu, kas nav atkarīgi no finanšu stāvokļa un organizācijas darbības rezultātiem nākotnē (slikta kredīspēja). Tajā pašā laikā neviena no Latvijas akciju sabiedrībām nesaņem ne augstāko novērtējumu, ne pašu zemāko.

Valsts kapitālsabiedrību finanšu rādītāju salīdzināšana ar Latvijas akciju sabiedrību rādītājiem

Tā kā pašreiz Latvijā nav izstrādāta vienota uzņēmumu datu bāze, kur bezmaksas varētu iegūt informāciju par mazo un vidējo uzņēmumu finanšu rādītājiem, tad lai uzskatāmi izpētītu pieejamos datus – Latvijas akciju sabiedrību (AS) un Latvijas kapitālsabiedrību (PKC), tika veikta savstarpēja finanšu rādītāju salīdzināšana un vērtēšana, ņemot vērā esošos rādītājus atsevišķi. Lai tiktu attainota maksimāli precīza informācija, tad pie uzņēmumu novērtēšanas tika skatītas vidējās vērtības, jo Latvijas akciju sabiedrību kategorijā ietilpst 20 uzņēmumi, kamēr eksistē 70 Latvijas kapitālsabiedrības.

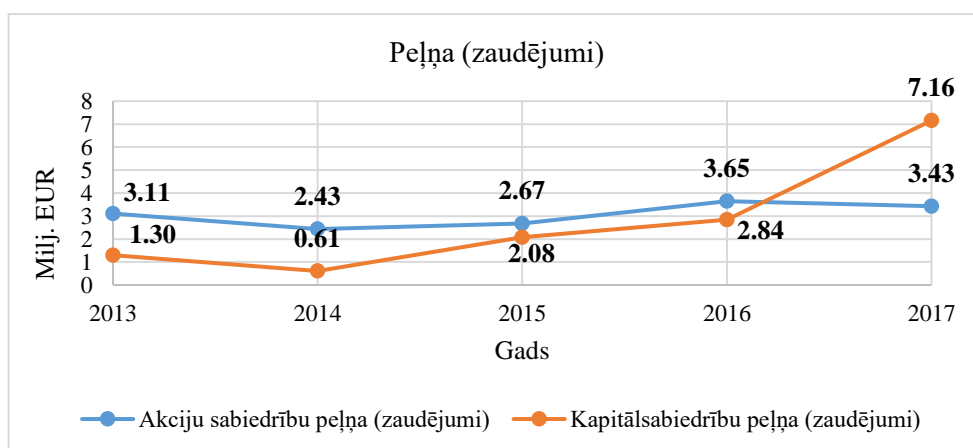
Vērtējot uzņēmumu darbību, ņemot vērā to apgrozījumu, kas parāda pārdošanas apjomus gada griezumā, 3.1. attēlā var redzēt, ka laika posmā no 2013. gada līdz 2017. gadam (ieskaitot) Latvijas akciju sabiedrības strādā ar lielāku apgrozījumu, kā arī akciju sabiedrību ikgadējais apgrozījums atspoguļo vienmērīgu un stabilu situāciju. Tajā pašā laikā kapitālsabiedrībām vērojamas būtiskas atšķirības, ja salīdzina 2013. gadu ar 2014. gadu, tad apgrozījums ir palielinājies gandrīz uz pusi jeb 20,79 milj. euro. Apgrozījuma palielināšanos ir ietekmējuši tādi uzņēmumi kā SIA "Hiponia", kur apgrozījums pieaudzis par 34,13%, AS "Latvenergo", kur apgrozījums pieaudzis par 19,90%, VSIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs", kur apgrozījums palielinājies par 32,37%, SIA "Standartizācijas, akreditācijas un metroloģijas centrs", kur apgrozījums pieaudzis par 29,83%.

3.1.attēls



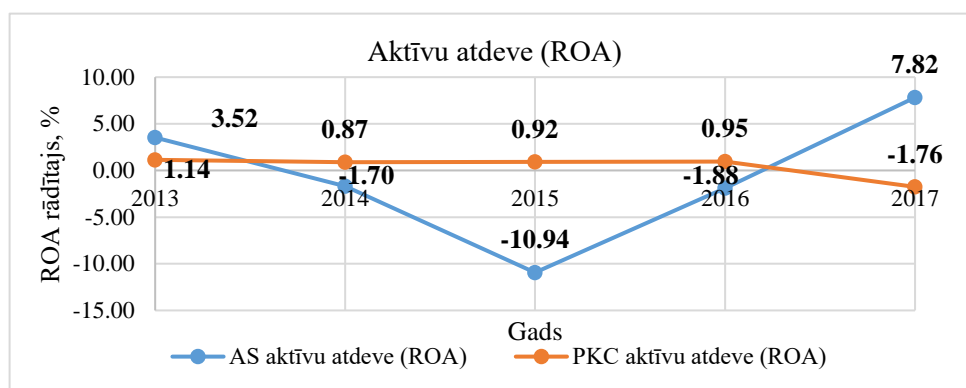
Pie uzņēmumu novērtēšanas ir svarīgi skatīt rentabilitātes rādītājus, kas ir vieni no svarīgākajiem, lai saprastu, vai uzņēmums sniegs peļņu, kā arī lai noteiktu potenciālās peļņas apmēru. Līdzīgi kā pie uzņēmumu apgrozījuma, tā arī pie neto peļņas vērtēšanas tika skatītas akciju sabiedrību un kapitālsabiedrību vidējās vērtības gada griezumā. Pētot 3.2. attēlā esošo rādītāju, var redzēt, ka akciju sabiedrību peļņai no 2014. gada līdz 2016. gadam ir tendence pieaugt, taču pieauguma temps ir lēns, bet kapitālsabiedrībām peļņas pieauguma temps ir straujš, jo īpaši, ja salīdzina 2016. gadu ar 2017. gadu. Lielākais peļņas pieaugums 2017. gadā vērojams tādos uzņēmumos kā AS "AirBaltic Corporation", kur peļņa palielinājusies par 97,45%, AS "Attīstības finanšu institūcija Altum", kur peļņa pieaugusi par 68,75%, VAS "Elektroniskie sakari", kur peļņa pieaugusi par 85,24%, AS "Latvenergo", kur pieaugums bijis 59,45% un VAS "Latvijas dzelzceļš", kur peļņa pieaugusi par 96,62%. Kaut arī valsts kapitālsabiedrību galvenais mērķis ir sniegt pēc iespējas lielāku ekonomisko un sociālo labumu sabiedrībai, esošie peļņas rādītāji liecina par labāku uzņēmuma finanšu stāvokli nekā Latvijas akciju sabiedrībām – 2017. gadā, rēķinot vidējo rezultātu gan kapitālsabiedrībām, gan akciju sabiedrībām, peļņa ir par 52,09 % lielāka tieši kapitālsabiedrībām.

3.2.attēls



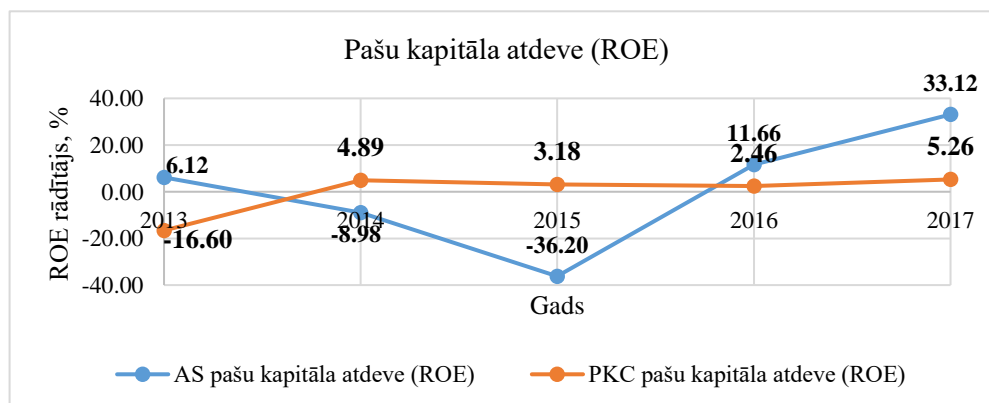
Kaut arī akciju sabiedrībām vidēji peļņa 2017. gadā ir bijusi zemāka nekā kapitālsabiedrībām, ir svarīgi vērtēt arī citus rentabilitātes rādītājus. Aktīvu atdeve ir viens no būtiskiem kritērijiem, lai analizētu uzņēmuma darbības efektivitāti, jo tas atspoguļo, cik ienesīgi ir uzņēmuma aktīvi peļņas veidošanā. Kopumā aktīvu atdeve labāk rezultējas akciju sabiedrībām, kaut arī 2015. gadā ir vērojams straujš kritums, ko varētu saistīt ar 2015. gadā esošajām ekonomiskajām problēmām - rietumvalstu un Krievijas savstarpējo sankciju radītais satraukums rezultējās Krievijas ieviestajā embargo daudzām ES precēm. Attēlā 3.3. dati liecina, ka 2017. gadā akciju sabiedrību un kapitālsabiedrību aktīvu atdeves starpība ir bijusi 9,58%. Kapitālsabiedrībām šis rādītājs vidēji jau no 2013. gada ir vērtējams kā zems, kas liecina par sliktu spēju uzņēmuma aktīvus iesaistīt peļņas veidošanā.

3.3.attēls



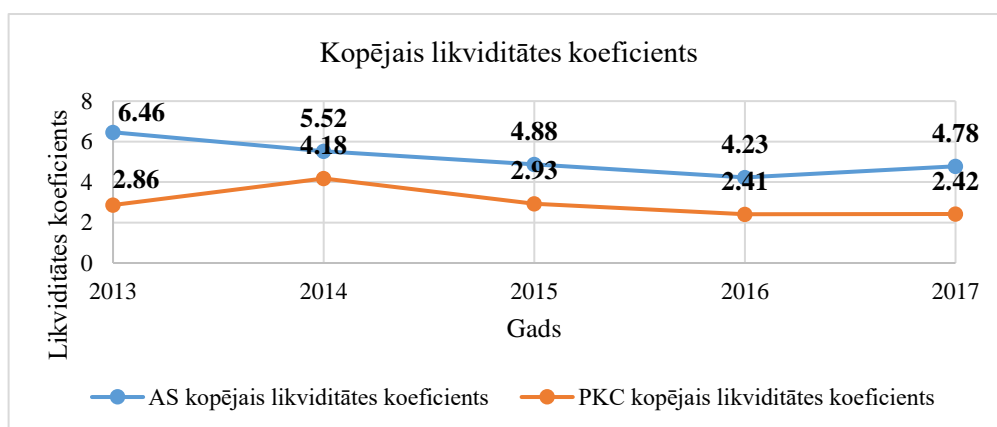
Tikpat svarīgi, kā vērtēt uzņēmuma aktīvu atdevi, ir novērtēt pašu kapitāla atdevi, jo no īpašnieku viedokļa, šis ir būtiskākais rentabilitātes rādītājs; tas rāda, cik daudz peļņas iegūts no katras uzņēmumā ieguldītās naudas vienības. 3.4. attēlā redzams, ka akciju sabiedrībām ROE ir krietni augstāks 2017. gadā nekā valsts kapitālsabiedrībām – starpība ir 27,86%. Līdzīgi kā ar aktīvu atdeves rādītāju, arī pašu kapitāla atdeves rādītājs akciju sabiedrībām 2015. gadā ir bijis kritiski zems. Tā kā ir redzamas krasas izmaiņas akciju sabiedrībām, tad ir būtiski izvērtēt iespējamās investīcijas šajos uzņēmumos, jo ir sarežģīti prognozēt turpmāko rezultātu. Tajā pat laikā valsts kapitālsabiedrībām pašu kapitāla atdeves rādītājs ir stabils un vērtējams kā pozitīvs, kas ir būtisks faktors, lai saņemtu tālākās dotācijas, ziedojumus, kas gala rezultātā rada peļņu.

3.4.attēls



Kā jau 2. nodaļā tika minēts, tad likviditātes rādītājs ir būtisks pie uzņēmuma novērtēšanas, jo tas atspoguļo to, cik lielā mērā uzņēmuma apgrozāmie līdzekļi ir likvidi, lai segtu īstermiņa saistības. Kā 3.5. attēlā redzams gan akciju sabiedrības, gan valsts kapitālsabiedrības izpilda ieteicamo nosacījumu, ka ieteicamā attiecība ir 2:1. Akciju sabiedrībām šis koeficients ir augstāks, kas nozīmē, ka esošie līdzekļi līdz galam netiek racionāli izmantoti. Maksimāli tuvinot rādītāju ideālajai attiecībai ir iespējams aizņemt vairāk līdzekļus, lai palielinātu attīstības iespējas, piemēram, palielināt tirgus daļu.

3.5.attēls



Vērtējot Latvijas akciju sabiedrību darbību analīzi pēc Audit-It metodoloģijas, var secināt, ka tās darbojas labi un ir vieta turpmākai attīstībai. Iegūtie rezultāti apstiprinājās arī pie atsevišķu rādītāju analīzes – gan rentabilitātes rādītāji, gan likviditātes rādītājs liecina par stabilu un veselīgu uzņēmuma vidi. Ja salīdzina Latvijas akciju sabiedrības ar Latvijas kapitālsabiedrībām, tad vērtējums ir nekonkrēts. Akciju sabiedrību darbība ir grūtāk prognozējama, jo ir gan strauji kāpumi, gan kritumi, kur tajā pat laikā kapitālsabiedrību veikums ir stabils ar tendenci uz izaugsmi. Ja uzņēmumu vērtē no peļņas viedokļa, tad viennozīmīgi labākus rezultātus uzrāda kapitālsabiedrības, taču pie uzņēmuma novērtēšanas nav pareizi balstīties tikai uz pagātnes rezultātiem – ir jāvērtē rādītāji, kas būtiski var izmainīt nākotnes situāciju un šajā gadījumā akciju sabiedrībām situācija ir labāka. Akciju sabiedrības labāk spēj izmantot uzņēmumā esošos aktīvus, kā arī likviditātes koeficients (*Current ratio*) ir augstāks, kas nozīmē, ka pastāv brīvi līdzekļi, lai radītu lielāku peļņu uzņēmuma attīstības rezultātā. Ar to arī varētu būt skaidrojama kapitālsabiedrību peļņa, jo kopējais likviditātes koeficients liecina par racionālāku līdzekļu izmantošanu. Ja skatās tagadnes griezumā, tad veiksmīgāk strādā

kapitālsabiedrības, taču, ja skatās nākotnes griezumā, tad labāku rezultātu varētu prognozēt tieši akciju sabiedrībām.

4. SECINĀJUMI

1. Pētījuma rezultāti runā par labu izvirzītajai hipotēzei, jo novērtējot uzņēmuma rādītājus ir iespējams noteikt uzņēmuma attīstības, izaugsmes iespējas, piemēram, vērtējot Latvijas akciju sabiedrību vidējo likviditātes koeficientu, var redzēt, ka pastāv brīvi līdzekļi, lai radītu lielāku peļņu uzņēmuma attīstības rezultātā.
2. Uzņēmuma novērtēšanas mērķis ir tieši atkarīgs no potenciālā adresāta, kas vēlas gūt ziņas par uzņēmuma komerciālo vērtību.
3. Uzņēmuma novērtēšanas informācijas lietotāji ir vadība, īpašnieki/ investori, kreditori, sabiedrība (piegādātāji, pircēji, valdība u.c.) un darbinieki.
4. Uzņēmuma finansiālā stāvokļa novērtēšanai var izmantot vairākās pieejas, kas atšķiras ar izmantojamo rādītāju sarakstu.
5. Kritiskais veiksmes faktors uzņēmuma novērtēšanā ir nepieciešamo datu par uzņēmuma finanšu rādītājiem pieejamība.
6. Pēdējo mēnešu laikā tika izskatītas vairākas literatūrā aprakstītās uzņēmuma finansiālā stāvokļa vērtēšanas metodoloģijas. Par vienu no labākām tika atzīta Audit-it metodoloģija, jo tā ir līdzīga Lursoft metodoloģijai.
7. Saskaņā ar Audit-it metodoloģiju uzņēmumam ir nepieciešams novērtēt divas parametru grupas, kas pēc tam tiks iekļautas galīgajā finanšu rādītāja «Final Rating Score» novērtējumā.
8. Pirmā parametru grupa ir «finanšu stāvoklis» (financial position), kas ir atkarīgs no tādiem rādītājiem, ka Debt Ratio, Current Ratio, Quick Ratio, Cash Ratio, NCA/Net worth.
9. Otrā parametru grupa ir «finanšu veiktspēja» (financial performance) kas ir atkarīgs no ROE, ROA, Sales Growth.
10. Latviju akciju sabiedrību sniegums norāda uz labu (pozitīvu) akciju sabiedrību finansiālo stāvokli, to spēju izpildīt savas saistības īstermiņā.
11. Analizējot Latvijas akciju sabiedrības un Latvijas kapitālsabiedrības izkristalizējās, ka no tagadnes viedokļa labāk tiek vērtētas kapitālsabiedrības, bet no nākotnes viedokļa akciju sabiedrības.
12. Lai uzņēmuma novērtēšana būtu veiksmīga, ir nepieciešams izskatīt vairākus rādītājus, nevis balstīties uz peļņas rezultātu.

ATSAUCES

- [1] Konkurences padome. (2019). *Pieaug uzņēmumu vēlme audzēt tirgus varu un apvienoties*. Pieejams: <https://www.kp.gov.lv/posts/pieaug-uznemumu-velme-audz-et-tirgus-varu-un-apvienoties> skatīts: 15.05.2019.
- [2] Fernandez, P. (2002). *Valuation Methods and Shareholder Value Creation*. Publisher: University on Navarra. Madrid, Spain. 20-47

- [3] Rurāne, M. (2007) *Uzņēmuma finanses*. Izdevniecība apgāds „Jumava”: Rīga. 266.lpp.
- [4] Lursoft. (2018). Uzņēmuma novērtējums. Pieejams: <https://www.lursoft.lv/uznemuma-novertejums/010309210> skatīts 06.09.2018.
- [5] STREETOFWALLS. (2014). COMPARABLE COMPANY ANALYSIS. Pieejams:<http://www.streetofwalls.com/finance-training-courses/investment-banking-technical-training/comparable-company-analysis/> skatīts 06.09.2018.
- [6] Lursoft. (2018). Kā tiek aprēķināts uzņēmuma kopējais reitings? Pieejams: <https://www.lursoft.lv/lv/uznemuma-kopejais-reitings> skatīts 12.09.2018.
- [7] Lursoft. (2015). Finanšu analīze. Pieejams: https://www.lursoft.lv/uploads/Finansu_analizes_paraugs_lv.pdf skatīts 07.09.2018.
- [8] Lursoft. (2018). Uzņēmuma izvērstā analīze. Pieejams: <https://www.lursoft.lv/lv/uznemumu-izversta-analize> skatīts 06.09.2018.
- [9] Lursfot. (2017). Uzņēmuma salīdzinošie rādītāji. Pieejams: https://www.lursoft.lv/companies/about_fin_publ_lv.html skatīts 10.09.2018.
- [10] Audit-it.ru. (2018). Об авторе и методиках. Pieejams: <https://www.audit-it.ru/finanaliz/features/methods.php> skatīts: 11.10.2018.
- [11] Audit-it.ru. (2011). Goldstar's Financial Condition Analysis for the Period from 01.01.2008 to 31.12.2010. Pieejams: https://www.readyratios.com/features/full_report.html Skatīts: 01.10.2018.
- [12] Audit-it.ru. (2018). О разработчике программы "Ваш финансовый аналитик". Pieejams: <https://www.audit-it.ru/finanaliz/info/aboutus.php> skatīts: 01.10.2018.
- [13] Del Guercio, D., Tkac, P. A. (2007). Star power: The effect of Morningstar ratings on mutual fund flow. Atlanta, GA 30309-4470 404-498-8813.
- [14] Graham, J. E., Lassala, C., Ribeiro – Navarrete, B. (2017). A fuzzy-set analysis of conditions influencing mutual fund performance. *International Review of Economics and Finance* xxx (2017) 1–13
- [15] Hanke, B., Keswani, A., Quigley, G., Zagonov, M. (2018). Survivorship bias and comparability of UK open-ended fund databases. *Economics Letters* 172 (2018) 110–114
- [16] Adams, J. C., Nishikawa, T., Rao, R. P. (2016). Mutual fund performance, management teams, and boards. *Journal of Banking and Finance* 92 (2018) 358–368
- [17] Morningstar. (2018). Morningstar Report: Mutual Fund Data Definitions. Pieejams: <http://quicktake.morningstar.com/DataDefs/FundSnapShot.html> skatīts 26.09.2018.

LATVIJAS UZŅĒMUMU FINANSIĀLI EKONOMISKĀS DARBĪBAS NOVĒRTĒŠANAS METOŽU SALĪDZINOŠĀ ANALĪZE

V. Semakina, S. Hiļķevičs

Ventspils Augstskolas
Ekonomikas un pārvaldības fakultāte,
Inženieru iela 101, Ventspils, LV-3601, Latvija

Uzņēmumu darbības analīzē izmanto ļoti daudz dažādu vērtēšanas metožu, bet joprojām šo metožu klasifikācija ir svarīga teorētiskā problēma.

Ir nepieciešams atzīmēt, ka veicot uzņēmuma finansiāli ekonomiskās darbības analīzi, ir jāņem vērā uzņēmējdarbības procesa dalībnieku intereses. Dalībnieku intereses ir dažādas un šī iemesla dēļ uzņēmuma finansiāli ekonomiskās darbības vērtējumi var atšķirties.

Darba ietvaros tika veikta finansiāli ekonomiskās darbības novērtēšanas metožu salīdzinošā analīze, rezultāti tika izmantoti Latvijas uzņēmumu finansiāli ekonomiskā stāvokļa novērtēšanai.

Darba rezultāti varētu būt izmantoti Latvijas akciju sabiedrību finansiāli ekonomiskā stāvokļa novērtēšanai.

Atslēgas vārdi: uzņēmuma darbības analīze, uzņēmuma darbības rādītāji, investīciju teorija

1. IEVADS

Darba mērķis ir piedāvāt jaunu klasifikāciju uzņēmumu finansiāli ekonomiskās darbības analīzes metodēm, izskatīt dažādas pieejas uzņēmuma novērtēšanai, veikt uzņēmuma finansiāli ekonomiskās darbības novērtēšanas metožu salīdzinošo analīzi un pielietot uzņēmumu analīzes teorētiskas metodes Latvijas uzņēmumu darbības novērtēšanai.

Izmantotās metodes: uzņēmuma finansiāli ekonomiskās darbības analīzes metodes (ieņēmumu-izdevumu analīze, naudas plūsmas analīze, likviditātes analīze, finanšu sviras analīze, tirgus vērtības analīze), modelēšana MATLAB vidē.

2. UZŅĒMUMA DARBĪBAS ANALĪZES METOŽU DIVDIMENSIJU KLASIFIKĀCIJA

Šajā darbā ir piedāvāta biznesa rādītāju analīzes metožu divdimensiju klasifikācija. Pirmā dimensija ir saistīta ar analīzes mērķi – kas un kādām mērķim veic biznesa rādītāju analīzi. Parasti biznesa procesa dalībnieki veic biznesa rādītāju analīzi, lai novērtētu, kā tiek apmierinātas viņu intereses noteiktā biznesā, un, lai izstrādātu rekomendācijas biznesa procesu korekcijai, pamatojoties uz savām interesēm. Lai izprastu dažādu biznesa procesa dalībnieku izmantoto biznesa rādītāju analīzes metožu atšķirības, ir jāņem vērā reālo un potenciālo biznesa procesa dalībnieku intereses.

Izdala četrus reālos biznesa procesa dalībniekus – īpašniekus, darbiniekus, menedžerus, valsti, un divus potenciālos – kreditorus un investorus. Visiem biznesa procesa dalībniekiem ir dažādas intereses.

Īpašnieku intereses ir saistītas ar uzņēmuma rentabilitāti un tirgus vērtību, finanšu sviru. Noteicošie rādītāji šajā grupā ir ROE, RE, OF, NPV.

Darbinieku intereses ir saistītas ar darba apstākļiem un algu, tādēļ šajā grupā noteicošie ir ar darba samaksu un sociāliem izdevumiem saistītie rādītāji. Valsts intereses biznesa procesā galvenokārt ir saistītas ar likumdošanas ievērošanu, īpaši attiecībā uz nodokļiem un darba reglamentējošo likumdošanu. Šajā grupā noteicošie ir ar nodokļiem saistītie rādītāji.

Kreditoru intereses ir saistītas ar kredītu atdevi ar lielāko procentu likmi un minimālu risku – noteicošie rādītāji ir kredītrisks, likviditāte un parāda koeficients. Investora intereses ir saistītas ar uzņēmuma tirgus vērtību – noteicošie rādītāji ir NPV, EVA, NOPAT un WACC. Menedžeru intereses biznesa procesā ir saistītas ar visu reālo dalībnieku interešu līdzsvarošanu, ar mērķi nodrošināt uzņēmuma pastāvēšanu ilgtermiņā. Šajā grupā noteicošie rādītāji ir EBITDA, EBIT, EBT, EAT, RE, ROI, ROA, ROE, FA, CA, OF, LTL, CL, TA [1].

Otrā dimensija ir saistīta ar četriem biznesa rādītāju analīzes līmeņiem – operāciju, finanšu pārvaldības, akciju tirgus un funkcionālo. Operāciju līmenī tiek ņemti vērā tādi rādītāji, ka ieņēmumi (EBITDA, EBIT, EBT, EAT, RE), atdeve (ROI, ROA, ROE), līdzekļi (FA, CA, OF, LTL, CL, TA) [1]. Operāciju līmenī ir divi noteicošie rādītāji – pārdošanas norma un apgrozījums pret aktīvu kopsummu. Pārdošanas norma raksturo to, kas ir palicis, kad kopējās darbības izmaksas tiek atskaitītas no pārdošanas. Gan pārdošanas peļņa, gan apgrozījums pret aktīvu kopsummu ir ROTA komponentes, kas tiek aprēķināta kā EBIT dalīta ar aktīvu kopsummu [2].

Finanšu pārvaldības līmenī tiek ņemti vērā tādi rādītāji kā parāds pret pašu kapitālu, procenti, nodokļi, ROE. Finanšu sviras pamatā ir lētu, nevis dārgu iekšējo, ārējo finanšu avotu izmantošana, lai palielinātu ROE, nemainot ROA. No vadības viedokļa, vissvarīgākā problēma šajā līmenī ir nodrošināt pienācīgu līdzsvaru starp peļņu un risku, jo ārējo avotu izmantošana parasti palielina abus. Tas ir iemesls, kāpēc parāda / pašu kapitāla koeficients ir ļoti svarīgs riska pārvaldībā. Akcionāru pamudinājumam sasniegt augstu peļņu ir jābūt līdzsvarā ar risku [2]. Tāpat kā parāda pret pašu kapitālu koeficients, procenti un nodokļi ir ROE noteicošie rādītāji [2]. ROE nosaka atdēvēs rādītāju, ko uzņēmums sniedz akcionāriem [2].

Akciju tirgus līmenī tiek ņemti vērā tādi rādītāji kā NPV, EVA, NOPAT, WACC. Akciju tirgus līmenis ietver arī tirgus bilances rādītāju (*market to book ratio*), kas tiek aprēķināts, dalot ROE ar ieņēmumu ienesīgumu [2]. Ja kāda uzņēmuma izaugsmes perspektīvas ir labas un nākotnē solīs lielu atdevi, šis uzņēmums būs pievilcīgs investoriem, kuri iegādājas sagaidāmo nākotnes atdevi. Tomēr, tajā pašā laikā investori apmaina risku pret peļņu, un, ja pastāv augsts risks, viņi meklē augstu peļņu. Investoriem ir svarīgi vairāki faktori – vispārējās ekonomiskās perspektīvas, rūpniecības sektors, konkrēts uzņēmums [2].

Funkcionālais līmenis iekļauj uzņēmumu struktūrvienību rādītājus. Neatkarīgi no biznesa procesu dalībnieku interesēm, uzņēmumam būtu jāveic tādas standarta uzņēmējdarbības funkcijas kā organizatoriskās struktūras izveide, finanšu, cilvēkresursu un materiālo resursu pārvaldība, uzņēmējdarbības pamatdarbības

organizācija, mārketingu un citas. Šim nolūkam uzņēmumā tiek veidotas speciālas struktūrvienības, un lai raksturotu to izpildi ir jāņem vērā atbilstoši rādītāji [1].

Darbā piedāvātā biznesa rādītāju analīzes metožu divdimensiju klasifikācija ir atspoguļota 1.tabulā.

1.tabula

Biznesa rādītāju analīzes metožu klasifikācija

	Operāciju līmenis	Finanšu pārvaldības līmenis	Tirgus novērtēšanas līmenis	Funkcionālais līmenis
Īpašnieki	EBITDA, EBIT, EBT, EAT, TA, FA, CA, OF, LTL, CL, ROI, ROA, ROE	D/E, ROA, ROE	NPV, EVA, SVA, NOPAT, WACC	Struktūras rādītāji
Darbinieki	Darba alga	Darba alga	Darba alga	Struktūras rādītāji
Valsts	Nodokļi	Nodokļi	Nodokļi	Struktūras rādītāji
Menedžeri	EBITDA, EBIT, EBT, EAT, TA, FA, CA, OF, LTL, CL, ROI, ROA, ROE	D/E, ROA, ROE	NPV, EVA, SVA, NOPAT, WACC	Struktūras rādītāji
Kreditori	EBITDA, EBIT, EBT, EAT, Kredītvēsture	EBITDA, EBIT, EBT, EAT, Kredītvēsture	NPV, EVA, SVA, NOPAT, WACC	Struktūras rādītāji
Investori	EBITDA, EBIT, EBT, EAT, OF, ROI, ROA, ROE	D/E, ROA, ROE	NPV, EVA, SVA, NOPAT, WACC	Struktūras rādītāji

Avots: (Hilkevics & Semakina, 2019)

Turpmāk tiks izskatītas dažas no uzņēmuma finansiāli ekonomiskās darbības novērtēšanas metodēm.

3. UZŅĒMUMA DARBĪBAS NOVĒRTĒŠANAS METOŽU PĀRSKATS

3.1. Audit-it metode

Audit-it metode ir maksas pakalpojums, kuru starptautiskā līmenī sniedz uzņēmums "Avdejevs & Co". Šī metode aprēķina uzņēmuma finanšu stāvokļa reitingu (The Final Rating of Financial Condition), kas sastāv no divām rādītāju grupām – finanšu stāvoklis un finanšu veiktspēja. Finanšu stāvokļa grupa iekļauj: parāda koeficientu (debt ratio), neapgrozāmos aktīvus pret pašu kapitālu (non-current assets to net worth), vispārējo apgrozāmo līdzekļu koeficientu (current ratio), starpseguma koeficientu (quick ratio), absolūtās likviditātes koeficientu (cash ratio). Finanšu veiktspēja iekļauj: pašu kapitāla atdevi (ROE), aktīvu atdevi (ROA) un apgrozījuma pieaugumu (sales growth).

Rādītāji tiek novērtēti skalā no -2 (kritiski) līdz +2 (izcili), tādā veidā salīdzinot tos ar rekomendētām vērtībām. Rādītāju novērtējums tiek veikts trim laika periodiem – pagātnei, tagadnei un nākotnei. Pagātnes vērtība ir aprēķināto rādītāju vidējais aritmētiskais pirms atskaites periodā. Tagadne ir aprēķināto rādītāju vērtības atskaites periodā. Nākotne ir aprēķināto vērtību lineārais trends 1 gadam no atskaites perioda. 2. tabulā ir attēloti rādītāju vērtēšanas kritēriji skalā no -2 līdz 2.

2.tabula

Audit-it metodes vērtēšanas kritēriji

Rādītājs	Kritēriji
Parāda koeficients	"2" < 0.15 ≤ "1" < 0.3 < "0" ≤ 0.5 < "-1" < 0.6 ≤ "-2"
Neapgrozāmie aktīvi pret pašu kapitālu	"2" < 0.5 ≤ "1" ≤ 1 < "0" ≤ 1.25 < "-1" ≤ 2 < "-2"
Vispārējais apgrozāmo līdzekļu koeficients	"-2" < 1 ≤ "-1" < 2 ≤ "0" < 2.1 ≤ "1" < 2.5 < "2"
Starpseguma koeficients	"-2" < 0.5 ≤ "-1" < 1 ≤ "0" < 1.1 ≤ "1" < 1.5 < "2"
Absolūtās likviditātes koeficients	"-2" < 0.05 ≤ "-1" < 0.2 ≤ "0" < 0.22 < "1" < 0.25 ≤ "2"
Pašu kapitāla atdeve	"-2" < 0 ≤ "-1" < 0.06 ≤ "0" < 0.12 < "1" < 0.2 ≤ "2"
Aktīvu atdeve	"-2" < 0 ≤ "-1" < 0.03 ≤ "0" < 0.06 < "1" < 0.1 ≤ "2"
Apgrozījuma pieaugums	"-2" < -0.3 < "-1" < -0.04 < "0" < 0.04 < "+1" < 0.3 < "+2"

Avots: (Audit-it, 2019)

Katram laika periodam (pagātnei, tagadnei un nākotnei) tiek piešķirts "nozīmīguma koeficients" – 25% pagātnei, 60% tagadnei un 15% nākotnei [3].

Papildinot, katram rādītājam tiek piešķirts nozīmīguma koeficients. Rādītāju nozīmīguma koeficienti ir atspoguļoti 3. tabulā.

Audit-it rādītāju nozīmīguma koeficienti

Rādītājs	Nozīmīguma koeficients
Parāda koeficients	0.3
Neapgrozāmie aktīvi pret pašu kapitālu	0.15
Vispārējo apgrozāmo līdzekļu koeficients	0.2
Starpseguma koeficients	0.2
Absolūtās likviditātes koeficients	0.15
Pašu kapitāla atdeve	0.5
Aktīvu atdeve	0.3
Apgrozījuma pieaugums	0.2

Avots: ("Financial Condition Analysis", b.g.)

Uzņēmuma finanšu stāvokļa reitings tiek aprēķināts pēc formulas [4]:

$$\text{Finanšu stāvokļa rādītājs} * 0.6 + \text{Darbības efektivitātes rādītājs} * 0.4.$$

3.2. Lursoft metode

Uzņēmuma reitings tiek aprēķināts, par pamatu ņemot sešus galvenos finanšu darbību raksturojošos rādītājus, kurus izvēlējies Lursoft, konsultējoties ar finanšu ekspertiem. Šie rādītāji ir:

1. Maksātspēja- raksturo uzņēmuma pašu kapitāla īpatsvaru kopējos aktīvos. Šī rādītāja īpatsvars reitinga noteikšanā sastāda 30%.
2. Peļņa pirms nodokļiem - parāda uzņēmuma perioda peļņu vai zaudējumus pirms nodokļa izdevumu atskaitīšanas. Īpatsvars reitinga noteikšanā - 20%.
3. Likviditāte - raksturo uzņēmuma spēju kārtot savas īstermiņa saistības. Šī rādītāja īpatsvars reitinga noteikšanā sastāda 20%.
4. Apgrozījuma pieaugums - pēdējo trīs gadu vidējais apgrozījuma pieaugums. Ja uzņēmums ir jaunāks, tiek rēķināti gada pārskatu dati par pēdējiem pieejamiem gadiem. Īpatsvars reitinga noteikšanā - 10%.
5. Kapitāla atdeve - tīrā peļņa dalīta ar pašu kapitālu. Īpatsvars reitinga noteikšanā - 10%.
6. Saistības - kreditoru aprīte pēdējā atskaites gadā. Īpatsvars reitinga noteikšanā - 10%.

Pēc katra no rādītājiem uzņēmumi tiek saranžēti no lielākā līdz mazākajam. Katram tiek piešķirti reitinga punkti no 0 līdz 100. Uzņēmums, kas rangā atrodas

1.vietā, saņem 100 reitinga punktus, vidējais pēc ranga saņem 50 reitinga punktus un pēdējais - 0 punktus. Pārējie uzņēmumi saņem punktus proporcionāli, atkarībā no vietas rangā. Uzņēmumam reitings tiek veidots gan nozarē, gan starp visiem Latvijā reģistrētiem uzņēmumiem, kuri iesnieguši gada pārskatu LR Uzņēmumu reģistrā.

Uzņēmuma kopējais reitings ir vidējais aritmētiskais rādītājs starp reitingu nozarē un reitingu starp visiem uzņēmumiem valstī [5].

3.3. Uzņēmuma veiksmīguma novērtēšanas metode

Uzņēmuma veiksmīguma novērtēšanas metode ir autoru kolektīva izstrādāta metodoloģija, kuras galvenie uzņēmuma veiksmīguma vērtēšanas kritēriji ir izaugsmes spēja, spēja gūt peļņu un spēja sasniegt mērķus. Lai novērtētu uzņēmuma veiksmīgumu, metodē tiek piedāvāti četri rādītāji – trīs no tiem ir bāzēti uz biznesa rādītājiem, ceturtais rādītājs ir saistīts ar laika faktoru.

Pirmais veiksmīguma novērtēšanas rādītājs ir pārdošanas ieņēmumu izaugsmes rādītājs (BS_1), kas tiek aprēķināts pēc formulas (0.1).

$$\frac{TR - TR^{-1}}{TR^{-1}} \quad (0.1)$$

TR – pārdošanas ieņēmumi pašreizējā gadā

TR^{-1} – pārdošanas ieņēmumi pagājušajā gadā

Otrais veiksmīguma novērtēšanas rādītājs ir pārdošanas apjomu atdeve (BS_2), kas tiek aprēķināta pēc formulas (0.2).

$$BS_2 = \frac{E}{S} \quad (0.2)$$

E – pārskata perioda tīrā peļņa

S – pārskata perioda pārdošanas ieņēmumi

Trešais veiksmīguma novērtēšanas rādītājs ir aktīvu atdeve (BS_3), kas tiek aprēķināta pēc formulas (0.3).

$$BS_3 = \frac{E}{A} \quad (0.3)$$

E – pārskata perioda tīrā peļņa

A – pārskata perioda aktīvu kopsumma

Ceturtais metodē piedāvātais veiksmīguma novērtēšanas rādītājs (R_4^t) ir saistīts ar laika faktoru. Tā minimāla vērtība ir 0, bet maksimāla 1. Rādītājs tiek aprēķināts ar formulu (0.4).

$$R_4^t = \frac{N}{N_{\max}} = \frac{t - T_{\text{found}}}{t - 1991} \quad (0.4)$$

t – pašreizējais gads

N – uzņēmuma pastāvēšanas laiks gados

N_{\max} – uzņēmuma maksimāli iespējamais pastāvēšanas laiks gados (tiek skaitīts kopš 1991)

T_{found} – uzņēmuma dibināšanas (reģistrācijas) gads

Kopējais uzņēmuma veiksmīguma novērtējums tiek izteikts punktos un ir visu rādītāju summa [6].

4. NOVĒRTĒŠANAS METOŽU SALĪDZINOŠĀ ANALĪZE

Darba ietvaros tika salīdzinātas trīs uzņēmuma finansiāli ekonomiskās darbības novērtēšanas metodes - Audit-it, Lursoft un Uzņēmuma veiksmīguma novērtēšanas (UVN) metode. Aprakstīto metožu salīdzinošā analīze tika veikta MATLAB vidē – tika aprēķināti analizēto metožu rezultējošie rādītāji un to korelācijas koeficienti ar akcijas cenas pieaugumu.

Aprēķini tika veikti 20 Latvijas Akciju Sabiedrībām, izmantojot datus no biržas *Nasdaq Baltic* par 2013.-2017. gadiem un Lursoft datu bāzes. Ar darbā veikto novērtēšanas metožu salīdzinošo analīzi ir iespējams iepazīties 4. tabulā.

4.tabula.

Latvijas uzņēmumu finansiāli ekonomiskās darbības novērtēšanas metožu salīdzinošā analīze

Akciju Sabiedrība	Final score	Financial position	Financial performance	sales growth	NI to sales	NI to TA	Lursoft	Akcijas cena 2016	Akcijas cena 2017	Akcijas cenas izmaiņas	Akcijas cenas pieaugums
Brīvais Vilnis	0.05	-1.05	1.70	-0.12	-0.05	-0.05	1.90	0.94	0.80	-0.14	-0.15
Ditton pievadkēžu rūpnīca	-0.59	-1.95	1.45	-0.05	-0.33	-0.30	3.10	0.08	0.19	0.11	1.34
Grindeks	1.35	1.10	1.73	-0.01	0.02	0.02	3.70	4.39	6.80	2.41	0.55
Grobiņa	-1.16	-1.74	-0.30	0.08	-0.24	-0.02	2.20	2.50	6.00	3.50	1.40
Hansa Matrix	-0.23	-1.58	1.80	0.15	-0.04	-0.03	3.20	7.95	8.14	0.19	0.02
Kurzemes atslega	1.15	0.79	1.70	-0.02	-0.02	-0.02	3.50	1.15	1.53	0.38	0.33
Latvijas Balzams	1.00	0.61	1.60	0.03	0.10	0.06	4.00	7.52	8.20	0.68	0.09
Latvijas Gāze	1.31	1.13	1.57	0.02	0.08	0.05	3.60	8.78	10.00	1.22	0.14
Latvijas Jūras medicīnas centrs	1.37	1.10	1.77	0.07	0.07	0.04	3.90	2.50	8.00	5.50	2.20
Olainfarm	1.02	0.50	1.80	0.14	0.12	0.10	3.20	8.51	8.05	-0.46	-0.05
PATA Saldus	-0.24	-1.60	1.80	0.09	0.01	0.02	3.40	17.00	18.50	1.50	0.09
Rīgas autoelektrorūpnīca	-0.60	-0.42	-0.87	-0.31	-7.05	-0.05	1.20	0.23	0.19	-0.04	-0.17
Rīgas elektromašīnbūves rūpnīca	0.27	-0.81	1.90	0.07	0.01	0.01	3.30	1.26	2.87	1.61	1.28
Rīgas juvelierizstrādājumu rūpnīca	1.39	1.21	1.66	0.02	-0.12	-0.05	3.00	0.12	0.09	-0.03	-0.23
Rīgas kuģu būvētava	0.01	-0.77	1.19	-0.31	-0.03	-0.01	2.00	0.36	0.26	-0.09	-0.26
SAF Tehnika	1.50	1.31	1.78	0.04	0.06	0.06	2.90	3.51	6.45	2.94	0.84
Siguldas ciltslietu un mākslīgās apsūkšanas stacija	1.48	1.40	1.60	0.02	0.10	0.07	3.40	3.00	3.60	0.60	0.20
Valmieras stikla šķiedra	-0.41	-1.76	1.62	0.12	0.06	0.05	2.90	3.11	3.70	0.59	0.19

VEF	0.36	-0.51	1.68	0.04	0.09	0.02	3.30	0.43	1.50	1.07	2.49
VEF Radiotehnika RRR	0.08	-0.51	0.96	-0.13	-0.10	0.09	3.50	0.11	0.18	0.07	0.63
Korelācija ar akciju cenas pieaugumu.	-0.04	-0.07	0.05	0.28	0.20	-0.11	0.30				

Avots: (Hilkevics & Semakina, 2019)

Iegūtie salīdzinošās analīzes rezultāti liecina par zemu korelāciju starp analizēto metožu rezultējošiem rādītājiem un akcijas cenas pieaugumu. Visaugstākā korelācija ar akcijas cenas pieaugumu ir Lursoft reitingam (0.30) un Uzņēmuma veiksmīguma rādītājam BS₁ (0.28). Viszemākā korelācija ar akcijas cenas pieaugumu ir Audit-it reitingam (-0.04).

Zemu korelāciju starp metožu rezultējošo rādītāju un akcijas cenas pieaugumu var paskaidrot ar to, ka analizētās metodes ir pārsvarā vērstas uz operāciju līmeni, bet tās neņem vērā finanšu pārvaldības līmeni, kas ir saistīts ar finanšu sviras efektu [1].

Vislabāk finanšu sviras efektu raksturo 1. attēls. Šajā attēlā ir atspoguļota sakarība starp parādu un pašu kapitāla atdevi – ja uzņēmuma pašu kapitāls netiek finansēts ar parādu, tad pašu kapitāla atdeve ir 15%. Ja 90% no pašu kapitāla tiek finansēts ar parādu, tad pašu kapitāla atdeve ir 60% [2].

Degrees of leverage and impact on ROE

Option	(\$000s)		Interest	EBT	Return to equity (before tax)
	Equity	Debt			
1	100	0	0	15	15.00%
2	80	20	2	13	16.25%
3	60	40	4	11	18.33%
4	50	50	5	10	20.00%
5	40	60	6	9	22.50%
6	20	80	8	7	35.00%
7	10	90	9	6	60.00%

Fig. 10.6 Effects of different levels of leverage

1.att. "Finanšu sviras efekts"

Avots: (Walsh, 2003, lpp. 135)

Tas nozīmē, ka uzņēmums, kura darbība ir veiksmīga operāciju līmenī (jo EBT ir viens no noteicošajiem operāciju līmeņa rādītājiem), var gūt nelielu paša kapitāla atdevi un, līdz ar to var nerast interesi investoram.

Ja uzņēmums var piesaistīt finanšu līdzekļus ar procentu likmi, kas ir ievērojami mazāka par peļņu, tad ROE var būt ievērojami augstāks nekā ROA, kas ir ļoti pievilcīgs investoriem un veicina akciju cenu pieaugumu, taču šāda ietekme nav saskatāma operāciju līmenī. Šī iemesla dēļ var secināt, ka nepastāv tiešās sakarības starp operāciju, finanšu pārvaldības un tirgus rādītāju analīzes līmeņiem. Tāpēc, operāciju līmeņa biznesa rādītāju analīzes metodes nevar efektīvi izmantot investīciju lēmumu pieņemšanā – tā vietā jāizmanto citas metodes [1].

Piemērotās metodes izvēle ir ļoti svarīga akciju atlasē – tā ļauj izvēlēties “labu” uzņēmuma akciju grupu, kas lielā mērā sakrīt ar to finansiālo darbību un panākumiem tirgū un noraidīt “nedrošus” uzņēmumus, tas ir tādus, kuru panākumi tirgū ir neuzticami [7].

Uzņēmumu finansiāli ekonomiskās novērtēšanas metožu salīdzinošai analīzei ir divas svarīgas lomas. Pirmā loma ir saistīta ar tādu metožu salīdzināšanu, kas atrodas darba piedāvātās klasifikācijas dažādās rūtīnās. Tipiskais šādas salīdzināšanas jautājums ir – vai, piemēram, ir iespējams izmantot menedžmenta efektivitātes kritērijus investoru lēmumu pieņemšanai. Atbilde ir negatīva [1].

Otrā salīdzināšanas loma ir saistīta ar tādu metožu izskatīšanu, kas atrodas vienā rūtīnā. Šeit noteikti var uzrādīt “labākās” un “sliktākās” metodes. Atrast investīcijas metodi, kas ir labāka par citām metodēm, ir investīciju teorijas svarīgākais jautājums.

5. SECINĀJUMI

Izvirzītais darba mērķis ir sasniegts – darba ietvaros tika piedāvāta jauna klasifikācija finansiāli ekonomiskās darbības analīzes metodēm, izskatītas un pielietotas trīs uzņēmuma finansiāli ekonomiskās darbības novērtēšanas pieejas – Audit-it, Lursoft un Uzņēmuma veiksmīguma novērtēšanas metode.

Novērtēšanas metožu salīdzinošās analīzes rezultāti liecina par zemu korelāciju starp metožu rezultējošiem rādītājiem un akcijas cenas pieaugumu. Iegūtie rezultāti ir skaidrojami ar to, ka darbā analizētās metodes ir vērstas uz operāciju analīzes līmeni, bet neņem vērā finanšu pārvaldības līmeni. Finansiāli ekonomiskās darbības novērtēšanas metožu salīdzinošās analīzes rezultāti liecina par to, ka nepastāv tiešās sakarības starp operācijas, finanšu pārvaldības un tirgus analīzes līmeņiem.

Salīdzinošās analīzes rezultāti liecina par to, ka operāciju līmeņa biznesa rādītāju metodes nav piemērotas investīciju lēmumu pieņemšanai – tā vietā ir nepieciešams izmantot citas metodes.

ATSAUCES

- [1] Hilkevics, S., & Semakina, V. (2019). The Classification and Comparison of Business Ratios Analysis Methods. *Insights into Regional Development* 1(1): 47-56. [http://doi.org/10.9770/IRD.2019.1.1\(4\)](http://doi.org/10.9770/IRD.2019.1.1(4))
- [2] Walsh, C. (2003). *Key management ratios*. Harlow: Prentice Hall Financial Times.
- [3] Audit-it. (2019). *Reiting finansovogo sostojanija*. Pieejams: https://www.audit-it.ru/finanaliz/manual/#_metodika_index.php skatīts 2018. gada 10. Oktobrī

- [4] Financial Condition Analysis. (b.g.). Pieejams:
https://www.readyratios.com/features/full_report.html skatīts 2019. gada
23. janvārī
- [5] LURSOFT. (2019). Uzņēmuma kopējais reitings. Pieejams:
<https://www.lursoft.lv/lv/uznemuma-kopejais-reitings> skatīts 2019. gada
23. janvārī
- [6] Barhatov V.I., P. D. (2016). *Model uspešnogo predpriyatija malogo i srednego biznesa v Rossiji: monografija*. Moskva: Pero.
- [7] Sevastjanov, P., & Dymova, L. (2009). Stock screening with use of multiple criteria decision making and optimization☆. *Omega*, 37(3), 659–671. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2008.04.002>