



Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Inženieru fakultāte

CILVĒKS.VIDE.TEHNoloģIJAS

22. starptautiskā studentu zinātniski praktiskā konference
2018. gada 25. aprīlis

22st Students International Scientific and Practical Conference

Human. Environment. Technology

Rezekne Academy of Technologies, Rezekne, Latvia
25 April 2018

Par rakstu saturu atbild autori.

Recenzenti/ Reviewers:

Dr.biol., doc. **Rasma Tretjakova**
Dr.habil.geol., prof. **Gotfrīds Noviks**
Dr.ing.sc., prof. **Josefs Timmerbergs**
Dr.ing.sc., prof. **Ļubomirs Lazovs**
Dr.paed., doc. **Ilmārs Kangro**
Dr.sc.ing., doc. **Segejs Kodors**
Dr.sc.ing., asoc. prof. **Andris Martinovs**
Dr.sc.ing., prof. **Edmunds Teirumnieks**
Dr.sc.ing., prof. **Pēteris Grabusts**
Mg.chem., lekt. **Ērika Teirumnieka**
Mg.paed., lekt. **Ināra Laizāne**
Mg.sc.comp., lekt. **Aleksejs Zorins**
Mg.sc.comp., lekt. **Mihails Kijaško**

Zinātnisko rakstu krājums sagatavots un izdots ar Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas finansiālo atbalstu.



Šis krājums tiek izplatīts ar internacionālo licenci:

[Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

ISSN 2592-8597

© Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2018
© Autoru kolektīvs, 2018

SATURS

INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJAS, MEHATRONIKA, ELEKTRONIKA		
Sandra Arbidāne, Mārtiņš Silickis, Sergejs Kodors	How Latvian developers learn new technologies. A conclusive review and analysis of survey data <i>Kā Latvijas izstrādātāji apgūst jaunās tehnoloģijas. Aptaujas datu apskats un analīze</i>	7
Renāte Bauska, Artis Teilāns	IPTV statistisko datu izmantošana ekonomisku un stratēģisku lēmumu pieņemšanā <i>IPTV statistical data application for economic and strategic decision making</i>	14
Nauris Dzērve, Artis Teilāns	Industriālu ražošanas iekārtu apkopes sistēmas <i>Industrial production equipment maintenance systems</i>	19
Kristīne Grebeža, Anda Abuže, Artis Teilāns	Kultūrmantojuma repozitorijs <i>Cultural heritage repository</i>	25
Irīna Gutorova, Elva Kristiāna Borisova, Sergejs Kodors	Digitalizācijas process Latvijas banku sektorā 2012-2020 <i>Digitalization process in Latvia banking sector 2012-2020</i>	31
Kristiāna Inķēna, Sergejs Kodors	E-drošības problēmas un aizsardzības metodes <i>E-safety problems and protection methods</i>	37
Andrey Nikiforov, Kushnir Polina	Energy saving. Piezogenerators	43
Arnis Ritiņš, Aleksejs Sergejevs, Sergejs Kodors	Progresīvo tīmekļa lietotņu perspektīvas <i>Perspectives of progressive WEB APPS</i>	50
Sakhankov I., Veselkov A., Ilin A.	Permanent-magnet rotary motors	54
Arturs Škapars, Aigars Laduševs, Pēteris Grabuts	Mūsdienu datoru procesoru struktūra <i>Modern computer processor structure</i>	58
Jānis Stankevičs, Sergejs Kodors	NVIDIA augstas veiktspējas risinājuma CUDA pielietošana attēlu apstrādei <i>NVIDIA high performance computing solution CUDA application for image processing</i>	63
Evgeniy Varmashkin, Anna Vasileva	Comparative analysis of exact and iterative methods for solvin SLAEs <i>Сравнительный анализ точных и итерационных методов решения СЛАУ</i>	69
Artūrs Zalužinskis, Edgars Tabors, Imants Zarembo	Datu apmaiņas arhitektūras un multimediju tehnoloģiju analīze <i>Analysis of data exchange architectures and multimedia technologies</i>	72
Alīna Silaraša, Ivars Meirāns	Informācijas tehnoloģijas elektroniskajā komercijā <i>Information technologies in the electronic commerce</i>	78

VIDES AIZSARDZĪBA, INŽENIERZINĀTNES		
Imants Adijāns, Ieva Kažmere, Ļubomirs Lazovs	CO₂, optiskās šķiedras un diodes lāzeru parametru optimizācija korķa marķēšanai un griešanai <i>Optimization of CO₂, fiber and diode laser parameters for marking and cutting the cork</i>	83
Sintija Bikovska, Ivars Matisovs	Degradēto teritoriju revitalizācijas iespējas Gaigalavas pagastā <i>Revitalization opportunities of brownfields in Gaigalava parish</i>	94
Tatjana Blohina, Ināra Laizāne	Dzeramā ūdens mikrobioloģiskais piesārņojums grodu akās <i>Drinking water microbiological contamination in wells</i>	100
Sandris Duncāns, Ļubomirs Lazovs	Lāzera griešanas procesa optimizācija atkarībā no ātruma un jaudas <i>Laser cutting process optimisation in function of the speed and power</i>	104
Anastasia Fedorova, Victoria Fahretdinova	Ecological and economic problems of linear programming <i>Эколого-экономические задачи линейного программирования</i>	112
Anastasija Jauntirane, Ērika Teirumnieka	AS „OLAINFARM” notekūdeņu ietekme uz vidi <i>JSC OLAINFARM effects of wastewater on the environment</i>	117
Inita Lomanovska, Ērika Teirumnieka	Vides elementu darbības efektivitātes izvērtēšana meliorācijas sistēmās <i>Assessment of the environmental elements performance effectiveness in land drainage systems</i>	123
Ilze Luksta, Ivars Matisovs	Bijušās Līvānu bioķīmiskās rūpnīcas teritorijas atjaunošanas iespējamie risinājumi <i>Possible solutions for previous Livanu biochemical factory territory reconstruction</i>	127
Edgars Magaznieks, Pāvels Narica	CO₂ lāzera parametru optimizācija kokšķiedru plātņu MDF un HDF griešanai <i>Optimization of CO₂ Laser cutting parameters for MDF and HDF wood fiber boards</i>	134
Jānis Matulis, Ērika Teirumnieka	Energoefektivitātes paaugstināšanas plāns <i>Energy efficiency improvement plan</i>	140
Ieva Meļehina, Edmunds Teirumnieks	Type distribution related to pyrolysis technology <i>Riepu otrreizējā pārstrāde pirolīzes tehnoloģijā</i>	146
Ina Šembele, Ērika Teirumnieka	Meža kvalitātes izpēte Maltas pagastā <i>Forest quality research in Malta municipality</i>	152
Risham Singh, Gurpreet Singh, Pēteris Grabusts	Laser as a Visualization Device <i>Lāzeris kā vizualizācijas ierīce</i>	157
Zaiga Sprinģe, Ērika Teirumnieka	Graudaugu augšanu ietekmējošie faktori zemnieku saimniecībā “Ratinieki” <i>factors affecting cereal growth in a farm “Ratnieki”</i>	161

<p>Aleksandrs Volkovs, Ivars Matisovs</p>	<p>Vides kvalitātes komplekss izvērtējums bijušās degvielas uzpildes stacijas teritorijā Jēkabpilī un iespējamie revitalizācijas risinājumi <i>Complex assessment of the environmental quality of the former petrol station territory in Jekabpils city and possible revitalisation solutions</i></p>	<p>165</p>
<p>Linda Volšteine, Irēna Pučkina</p>	<p>Tālavas meža parka dendroloģiskā inventarizācija un ieteikumi apsaimniekošanas pasākumiem <i>Inventory of Tālavas forest park and recommendations for its management</i></p>	<p>172</p>
<p>Diāna Zarecka, Gotfrīds Noviks</p>	<p>Acetonciānhidrīna (ACH) avāriju novēršanas un seku likvidēšanas problēma <i>Acetone cyanohydrin (ACH) accident prevention and consequences of elimination problem</i></p>	<p>177</p>
<p>Jūlija Zeļča, Ērika Teirumnieka</p>	<p>Aku ūdens kvalitāte Sprūževas ciemā <i>The quality of well water in the Spruzeva village</i></p>	<p>183</p>

Informācijas tehnoloģijas, mehatronika, elektronika

HOW LATVIAN DEVELOPERS LEARN NEW TECHNOLOGIES. A CONCLUSIVE REVIEW AND ANALYSIS OF SURVEY DATA KĀ LATVIJAS IZSTRĀDĀTĀJI APGŪST JAUNĀS TEHNOLOĢIJAS. APTAUJAS DATU APSKATS UN ANALĪZE

Authors: **Sandra ARBIDĀNE**, e-mail: sandra.arbidane@gmail.com,

Mārtiņš SILICKIS, e-mail: martinssilickis@inbox.lv

Scientific supervisor: **Sergejs Kodors, Dr.sc.ing.**, e-mail: sergejs.kodors@rta.lv

Rezekne Academy of Technologies

Atbrivosanas Str. 115, Rezekne, LV-4601, Latvia

***Abstract.** The goal of research is to give an overview of the skills, tools and informal learning methods used by Latvian software developers and IT students to learn new technologies and compare results with similar international survey conducted by “Stack Overflow”. Furthermore, another author’s survey campaign aimed at IT industry employers to study their opinion about current workforce situation in Latvia’s IT industry’s labour market, and main criteria that are important for hiring new job applicants. This insight research is based on survey, where 8 employers and 52 software developers and students responded on the questions.*

***Keywords:** e-learning, information technologies, learning platforms, system developers.*

Introduction

Because of technological advancements in the last decades need for information technologies (IT) specialists has increased, but demand is higher than the supply of the skilled specialists. Universities can provide only a fraction of the needed professionals. There is also a strong belief that systems development and knowledge needed for it are one of the most basic and significant competences that are essential to become successful specialists in the field of IT. Nevertheless, there is a gap between the skills academic institutions teach and what the industry needs, as many students graduate without even writing a program that has more than 1000 lines of code, but most of the working systems consist of millions of lines [1].

This is due to the fact that each have a different goal. The companies of IT sector prefer to employ developers that are trained in using the latest tools and techniques, but the academia’s goal, according to Stroustrup, is to produce better professors [1]. On one hand it could be agreed about the academia, but on the other hand they also try to produce better professionals, but there is a gap between what they teach and what is relevant in the industry at the moment. Therefore, there is an emerging trend of people who learn IT related skills through online applications, courses or groups, as they provide the basics and tools and techniques that are compatible with the current trends in the industry.

One of the examples of online learning platforms is “Stack Overflow” (*stackoverflow.com*), that provides tools for learning various programming frameworks and allows to ask questions or problems and discuss them with peers. It provides an environment which in most cases academia lacks, which is a team learning, as it is the most common that in the industry developers are the part of the team and seldomly work alone [1]. Each year the “Stack Overflow” organize survey about how developers learn, build their careers, which tools they’re using, and what they want in a job. Over 100 000 developers took the 30-minute survey [2].

The goal of this study is to ascertain whether a similar situation is found in Latvian IT industry focusing on acquired frameworks and skills in online learning outside of formal education in Latvia. Therefore, data from “Stack Overflow” survey are compared to the survey data acquired by surveying Latvian IT companies and their developers including opinions of students. Using survey results, authors analyse the current recruitment processes for hiring IT specialists and evaluate the role of the formal education in assessing potential employees by the hiring companies.

Materials and methods

Two surveys were completed to understand the situation in Latvian IT industry. One had been prepared for the IT companies working in Latvia and the second - for software developers and students, who are studying to become IT professionals. "Google Forms" online service was used to complete the surveys, which provides data gathering and analysis with graphical reflection of the results. Obtained information was used for the empirical study.

Companies for the survey were selected using online services like "1188" (1188.lv), using recruitment websites like "LikeIt" (likeit.lv) and recruitment fair materials of Riga Technical University, which contained companies that are going to participate, and search engines looking for the leading IT companies in Latvia. Both surveys were sent to 39 IT companies specialized in custom software development, testing, support and other IT related services. The most part of the companies are in Riga. Only five of companies are located in other cities of Latvia like Rezekne, Daugavpils and Liepaja.

The first survey contained questions related with the knowledge and capabilities of company employees. Furthermore, to gain their opinion they were asked about the current employment situation of IT industry and what are the main drawbacks in hiring new professionals, including if the company had vacancies, and whether specialists who have taught themselves or by using online learning tools could be good specialists. Additionally, to the first questionnaire, companies were asked to disseminate the second survey to their software developers.

The second survey contained questions similar to "Stack Overflow" questionnaire in order to be able to compare worldwide situation with Latvian IT industry. Due to the low number of respondents, who are employees of IT companies, students, who study in Rezekne Academy of Technology (RTA), were also surveyed. Furthermore, the survey was circulated in IT forums - *Facebook* group "Freecodecamp" and "boot.ritakafija.lv". The questions ranged from programming experience and education (academic and alternative) to frameworks used daily.

Results and discussion

The following results are based on two surveys described in the section *materials and methods*. Only 8 respondents replied and submitted their answers. 62.5% of companies are located in Riga or in Riga region, others - in the biggest cities of Latvia (Daugavpils, Liepaja, Jelgava, Jurmala, Ventspils, Rezekne etc.). The same percentage (62.5%) can be classified as the small enterprises having up to 50 employees and 37,5 % as micro-enterprises having up to 9 employees employed.

To find out opinions of companies about current labour situation in IT industry, authors asked them to describe it using range from [1; 5], where '1' represents 'very bad' and '5' represents 'very good'. Results are depicted in Fig. 1.

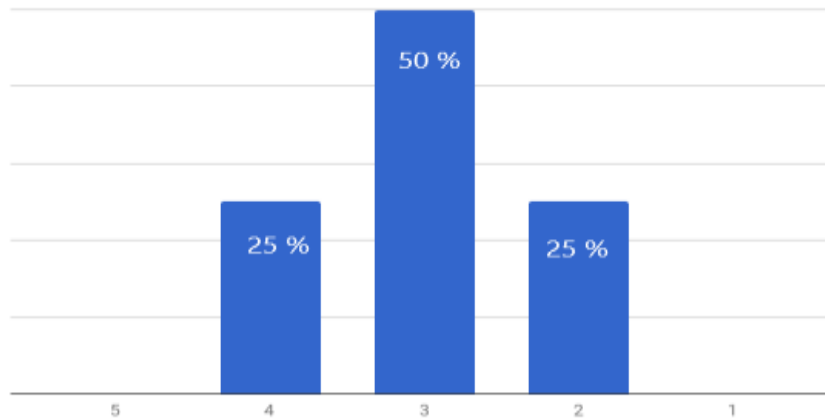


Figure 1. Distribution of answers on the question “How would you describe the current labour force situation in labour market of IT industry of Latvia?”

From all the respondents 50% rated current situation as normal, opinions differed for the other half of answers. Respectively 25% viewed current situation as bad, while other 25% see it opposite as good. Meantime while asked “Do your company currently have any vacancies?” 75% answered “Yes” and 25% replied with “No”. In case if job applicants are not complying with company requirements, authors asked respondents “The main reasons that, in your opinion, make it more difficult to recruit new employees (applicants)” results are following (see Fig. 2):

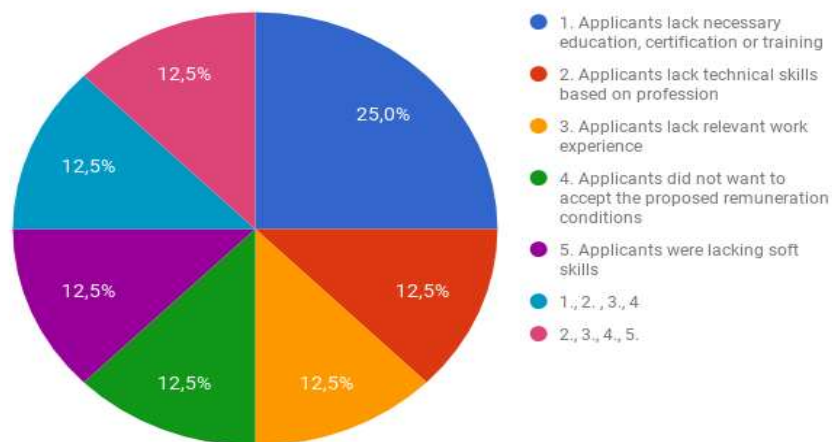


Figure 2. The main reasons, according to companies, why there is difficulty to recruit new employees (applicants)

According to Figure 2, there is no distinct problem or reason for hiring new job applicants. By analysing answers of each respondent, some people have similar opinions: three of them found it difficult to hire new applicants due to their lack of education, certification or lack of necessary training. Other similar opinions were lack of experience, soft skills or technical knowledge based on the job application for which specialists were required. Two of the respondents replied also that one of the reasons was that applicants did not want to accept the proposed pay conditions. This can be viewed also as one of the reasons why our specialists decide to work abroad due to high salary gap comparing to US or other European countries [5]. The Internet recruitment company “CV-Online Latvia” organize special study of salary and remuneration tendencies in Latvia each year. Study includes information on the average monthly net remuneration in Latvia’s main business sectors [6]. According to their newest study

(2017), Latvian IT sector has the average net salary of 13980.00 € in year. Comparing with IT recruitment company “DAXX” results, average yearly software developer salary, for example in Sweden, is 43711.00 € [5], which is almost three time greater than in Latvia.

According to the Ministry of Economics of the Republic of Latvia information and information technology specialists, significant shortage of workforce will be in the closest future [3]. Therefore, the special list of occupations was prepared and harmonized in 2017 as a legislative proposal to attract foreign specialists under following preferential conditions [4]:

- if the employee will want to receive an *EU Blue Card* - the minimum wage should not be lower than average gross wage in Latvia multiplying by coefficient 1.2 (instead of the previous 1.5);
- in other cases - foreigners will be able to attract a vacancy, which has been registered at the State Employment Agency for at least 10 working days (instead of the previous requirement - not less than a month).

The list includes 29 professions, with a significant emphasis on the IT sector. Nevertheless, Latvia’s competition with other European countries for IT specialists is highly difficult due to high salary gap reasons. Additional or improved current preferential conditions should be viewed.

According to authors, there are two perspectives in viewing formal education effectiveness in preparing new IT specialists, who are ready for work immediately after their graduation. One is the non-formal education perspective and another - pro-formal education. According to Peter Andreas Thiel, American entrepreneur and co-founder of payment system *PayPal*, students that has the right skills and talents should skip college and he’ll even pay 100 000 \$ to these students to start their own start-ups [7]. Idea is that usually formal education is not teaching students the latest scripting languages, tools or technologies necessary in starting their own businesses or career in IT sector, thus wasting their time and potential. Many IT industry employers have similar point of view that bachelor or masters diploma in computer science is not a key factor in evaluating applicants’ conformity to job application, instead programming skills and experience has higher evaluation value. During our company’s survey, author’s asked employers “*How many employees in your company have learned technology through self-education without obtaining corresponding formal education?*”, almost majority answered that they have at least one employee that has learned programming outside of confirming formal education. Three of the respondents replied that majority of their staff members are without corresponding formal education in computer science and has self-thought the necessary technologies. Also, all respondents have answered that they would employ a developer or programmer without prior formal work experience, but with a wide software development portfolio and activities on the *GitHub*.

Most of the 52 respondents, who responded to the developer’s survey were male (80.8%), and the rest either did not want to specify or were women, which represents the existing stereotype that the IT industry mostly consists of male specialists. A similar picture was found in the “Stack Overflow” survey, where 92.9% of the participants were male. Opposite to the companies’ results, 57.7% of the developer respondents live in one of the biggest cities and only 30.8% reside in Riga and its region. As can be seen in the Figure 3, the youngest respondents reside in the Latvian biggest cities, excluding Riga. Figure 3 also represents the age of the respondents correlated to their residence. It can be seen that the most of the respondents are 20-24 years old, but it can be explained with the fact, that the survey group included students, who study in RTA. Judging from the results 69.3% of the respondents are below 30 years old. In the “Stack Overflow” questionnaire the 49.2% are in the range of 25-34 years old and 26.1% are younger than 25 years [2]. Situation is not similar, however, authors think, that the study carried out is impacted by the student respondents.

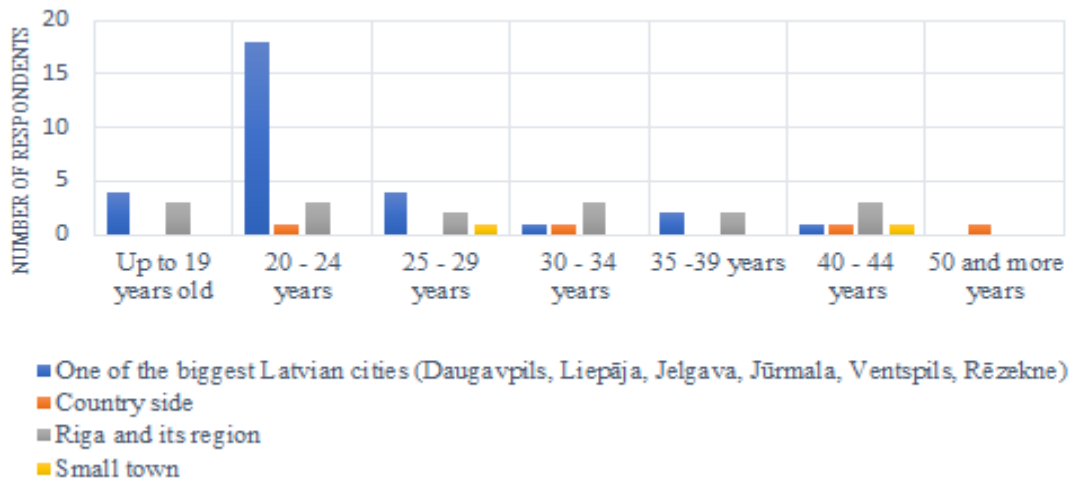


Figure 3. Age of responded developers and their residence

34.6% or 18 respondents currently study to be programmers. As can be seen in Figure 4, 17 out of the 18 respondents currently do not code professionally, but one of them has been doing it for 0-2 years. For the rest of the respondents, there is slight delay for about 2 years between learning and professionally writing code. Additionally, 9 respondents, who have already learned to code some time ago, indicated, that they are still learning and do not code professionally. In the “Stack Overflow” survey 24.8% of respondents expressed, that they have learned to code 2-5 years ago; and 30.1%, - that they professionally code for 0-2 years. Therefore, because of the impacted data by students, data from the “Stack Overflow” survey cannot be compared to the authors’ survey data, but overall it can be concluded, that there is a slight delay, when respondents have learned to code and code professionally as both surveys show this trend.

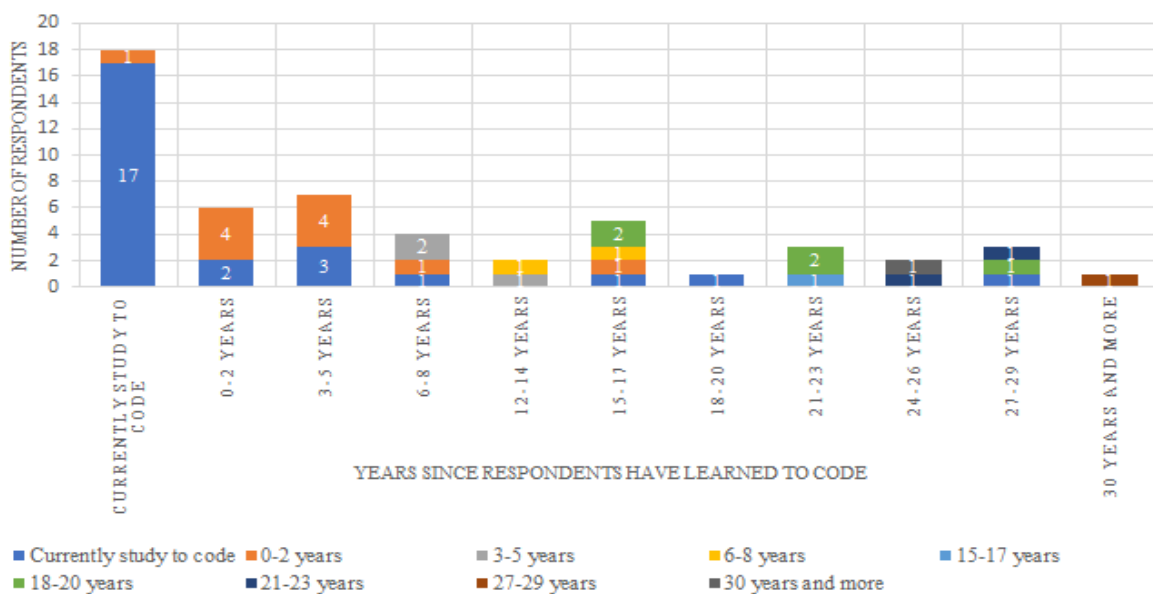


Figure 4. Years since respondents have learned to code and years since respondents code professionally

More than half of the respondents study full time, but the “Stack Overflow” respondents mostly are not students (74.2%), that identifies a slight difference between survey and “Stack Overflow” results. Furthermore, only 32.7% of respondent have a higher education degree (Bachelor or Master’s degree), but the “Stack Overflow” results show, that 68.7% of all

respondents have a higher education. 61% of the respondents, who responded, that they have a higher education have a degree in Computer Science. Similar case was found in the “Stack Overflow” survey - 63.7%. That proves authors believe about students’ impact into survey.

To the question about whether knowledge obtained through academic learning is useful in the daily work, 37% of respondents agreed. As can be seen in Figure 5, 39.1% of the respondents were neutral and 23.9% consider that information gained from their degree is slightly or even not so useful in their daily work. However, it should be noted that the authors’ survey did not contain questions about respondents’ current profession, therefore there might be a situation where respondents do not work in a IT related position and due to this the skills learned are not useful in their daily work.

88.5% of all respondents learned a new framework outside formal education. It is similar to “Stack Overflow” survey, where 86.7% learned a new language themselves. 76.1% of respondents have learned new technologies through online courses of coding, 26.1% have participated in a development of open source software development and 19.6% have participated in *Hackathons*. In the “Stack Overflow” questionnaire the data have a similar trend, but the percentage point is for about 10% higher in each type of learning, which means that Latvian developers are not using the online resources as much as their colleagues from other countries, but the trend is still positive. 44 respondents indicated, that they are using “Stack Overflow” questions and answers to learn on their own. Furthermore, 65.4% of respondents answered, that the usage of the above mentioned sources for learning new skills changes the tendencies in the IT industry, therefore increasing the available specialists for the further increasing IT industry as the academic institutions currently cannot meet the continuously growing demand for IT specialists, which in 2020 will reach 700 000 of new professionals [8].

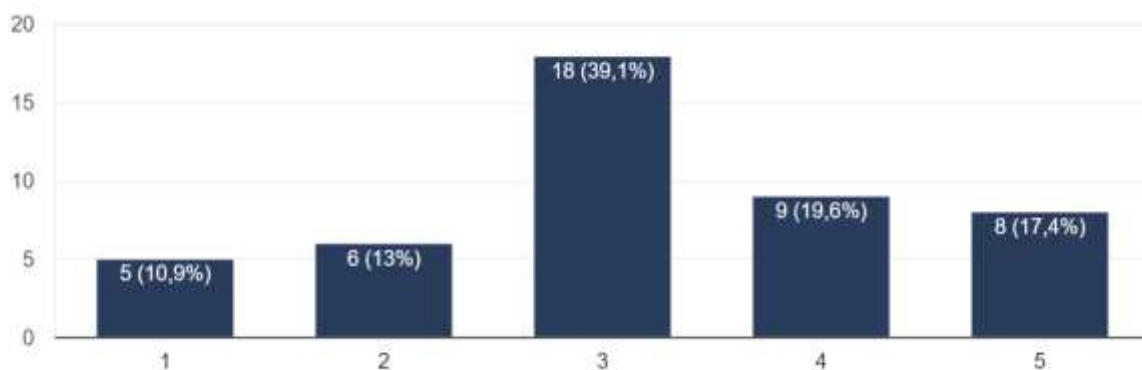


Figure 5: Opinions of the respondents of whether the academic knowledge gained in their academic degree is useful in their daily work (1 -strongly disagree, 5-strongly agree)

The respondents mostly use *HTML/CSS/JavaScript*, *C#*, *C++* and *SQL* in their daily work. The same programming, scripting and mark-up languages are used by surveyed professional in the “Stack Overflow” questionnaire, but amongst the most popular were also found *Java*, *Bash/Shell*, *Python* and *PHP*. The most uses framework and tools in Latvia are *.NET Core*, *Node.js*, *Angular* and *Django*, whereas in “Stack Overflow” *React* and *Spring* are also frequently used. Furthermore, amongst the main databases in both “Stack Overflow” and author’s survey *MySQL*, *SQL Server* and *SQLite* are found to be predominantly used in respondents’ daily work.

Conclusions

According to employers’ answers, the formal education in IT field is not the main factor to select workers, instead programming skills and experience has higher importance. According to the majority of answers, companies have at least one employee who learned programming

skills outside of formal education. Therefore, authors conclude that self-taught programming can be viable as the method of career change. The majority of the surveyed companies has currently open vacancies; that is confirming with reports of Ministry of Economics of the Republic of Latvia about workforce shortage in IT sector. Furthermore, Latvia's competition with other European countries for IT specialists will be highly difficult due to high salary gap reasons. Additional or improved current preferential conditions should be viewed.

For further surveys, authors suggest to prepare an individual survey for students. Current survey doesn't accurately represent the situation of the Latvian IT industry due to the mixed answers of professional developers and students, and the small number of respondents. Furthermore, there is a slight possibility that some respondents could have also participated in the "Stack Overflow" questionnaire, as significant amount respondents indicated that they are using the "Stack Overflow" to learn on their own. However, judging from the results, it can be concluded that e-learning can produce knowledgeable professionals that are skilled in the latest frameworks, databases and tools.

Acknowledgment

This study was conducted with the help of Rezekne Academy of Technologies, its staff helped to distribute the questionnaires among the IT companies and their students.

Bibliography

1. Stroustrup, B. *What should we teach new software developers? Why?*, Communications of the ACM, Vol.53(1), pp.40-42, 2010.
2. https://insights.stackoverflow.com/survey/2018/?utm_source=Iterable&utm_medium=email&utm_campaign=dev-survey-2018-promotion - accessed 17.04.2018
3. <https://www.em.gov.lv/lv/jaunumi/14946-atviegloti-nosacijumi-augsti-kvalificetu-specialistu-piesaistei-no-arvalstim-risinajums-darbaspeka-trukumam-atseviskas-profesijas> - accessed 20.04.2018
4. <http://tap.mk.gov.lv/lv/mk/tap/?pid=40425903> - accessed 20.04.2018
5. <https://www.daxx.com/article/it-salaries-software-developer-trends-2018> - accessed 21.04.2018
6. <https://www.cv.lv/pages/algas2017/realplain> - accessed 21.04.2018
7. <https://www.forbes.com/sites/mattorange/2017/01/03/what-happened-to-the-original-class-of-peter-thiels-college-skipping-fellows-nowwelcome1/#6ccfb8aa6d02> - accessed 21.04.2018
8. <https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/05/13/ibm-predicts-demand-for-data-scientists-will-soar-28-by-2020/#3aa4ac3f7e3b> - accessed 21.04.2018.

IPTV STATISTISKO DATU IZMANTOŠANA EKONOMISKU UN STRATĒĢISKU LĒMUMU PIENĒMŠANĀ

IPTV STATISTICAL DATA APPLICATION FOR ECONOMIC AND STRATEGIC DECISION MAKING

Autore: **Renāte BAUSKA**, e-pasts: renete.bauska@gmail.com

Zinātniskā darba vadītājs: **Artis Teilāns, profesors, Dr.sc.ing.**, e-pasts: artis.teilans@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *Nowadays big data plays a significant role in analysis of society's opinion. Since technologies have evolved rapidly in the last years, it is possible to store and process huge amount of data. Big data is subject to studies in business, science and at the governmental level. In this context IPTV statistical data studies can be used in business and in various sociological researches as well. This paper describes the possibilities of IPTV statistical data processing, analysis and visualization and discusses IPTV data application in business and scientific research.*

Keywords: *big data, data processing, IPTV statistical data, television, visualization.*

Ievads

Pēdējos gados tehnoloģiju pasaulē arvien vairāk uzmanības tiek pievērsts lielo datu izpētei un analīzei. Tehnoloģiju attīstība, to pieaugošās iespējas un pieeja aizvien lielākiem atmiņas resursiem, ļauj uzkrāt milzīgu datu apjomu un veikt to apstrādi ar mērķi gūt atbildes uz dažādiem jautājumiem. [1]

Tā kā socioloģiskas aptaujas ne vienmēr precīzi atspoguļo sabiedrības noskaņojumu un viedokli par kādu jautājumu, jo ne vienmēr cilvēki vēlas izpaust savas patiesās domas trešajām personām, tad šobrīd lielie dati ir kļuvuši par nozīmīgu informācijas resursu, kas daudz lielākā mērā atklāj sabiedrības patiesos uzskatus un intereses. [2]

Šobrīd lielajiem datiem tiek pievērsta pastiprināta uzmanība pētījumos ne tikai biznesā un zinātnē, bet arī valstiskā līmenī. Kā izpētes objekts tiek izmantoti dažādās jomās uzkrāti dati, piemēram, sociālo tīklu dati par lietotājiem, mobilo sakaru operatoru dati, elektronisko pakalpojumu sniedzēju dati, pašvaldību rīcībā esoši dati par iedzīvotājiem, uzņēmumu dati par klientiem u.c.

Šajā kontekstā kā vienu no pētījumu objektiem var izmantot interneta protokola televīzijas (IPTV) statistikas datus. Šie dati ir materiāls, kas varētu dot iespēju analizēt un prognozēt sabiedrības noskaņojumu, tendences un intereses noteiktā laika periodā. Šādu pētījumu rezultāti varētu tikt izmantoti praktiski, piemēram, biznesā un dažāda rakstura pētījumos.

Latvijas IPTV operatori, ko apvieno "Latvijas Telekomunikāciju komersantu asociācija", sniedz savus statistiskos datus nepersonificētā formātā. Tādi dati aptver IPTV statistiku par vairāk nekā 5000 klientiem visā Latvijas teritorijā [3] un varētu tikt izmantoti IPTV datu analīzē.

Šī raksta mērķis ir aprakstīt tehnoloģiskās iespējas strādāt ar lielajiem datiem un raksturot IPTV statistisko datu analīzes lietderību un pētījumu nozīmi, kā arī potenciālo ieguldījumu tādās jomās kā business, mārketing un socioloģija.

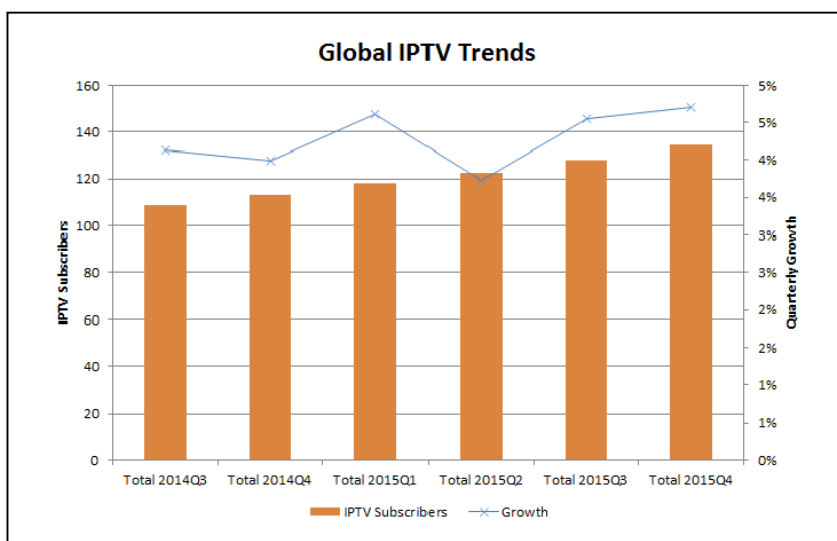
Pētījuma objekti un metodes

IPTV statistisko datu analīzes praktiskā pielietojuma izvērtējums tika veidots, balstoties uz zinātnisko rakstu *IPTV Statistic Data Collection, Processing and Preparation for Use in a Modeling System* [2]. Papildus tam, lai gūtu priekšstatu par lielo datu būtību un to izmantošanas priekšrocībām un iespējām, tika pētītas vairākas publikācijas, kas apraksta lielo datu analīzi un pētījumu rezultātus par tiem.

Pētījumā tika izmantota aprakstošā metode - tika veikta parādības detalizēta izpēte, apkopojot ar tēmu saistītu informāciju un apskatot daudzveidīgus literatūras avotus.

Rezultāti un to izvērtējums

Televīzijai ir ārkārtīgi liela ietekme uz sabiedrību kopumā. Lai gan mūsdienās, pieaugot interneta sniegtajām iespējām, televīzijas iespaids uz sabiedrisko domu mazinās, tomēr joprojām televīzija ir nozīmīgs informācijas avots praktiski jebkurā mājsaimniecībā. [4] Pateicoties interneta un multimediju tehnoloģiju attīstībai, televīzijas skatītājiem ir iespēja izmantot IPTV sniegtās priekšrocības. IPTV ir dažādu mūsdienīgu tehnoloģiju apvienojums, kas televīzijas skatītājiem piedāvā dažāda veida multimediju saturu digitālā formātā (teksts, grafika, video, audio). [5] Tādas IPTV priekšrocības kā augsta attēla izšķirtspēja, video noma, ieraksta un laika nobīdes funkcija padara to par vienu vadošajiem televīzijas satura piegādātājiem pasaulē. Lai arī IPTV nākas konkurēt ar kabeļtelevīziju un satelīttelevīziju, tomēr ar katru gadu IPTV lietotāju skaits pasaulē pakāpeniski pieaug (skat. 1. attēls). [6]



1. att. IPTV popularitāte pasaulē 2014.–2015. gadā [7]

Latvijā tendence ir stipri līdzīga. Salīdzinot ar pasaules datiem Latvijā IPTV popularitātes kāpums ir krietni straujāks. Pieejamie TNS dati par 2011., 2012. un 2013. gadu rāda, ka IPTV popularitāte Latvijā aug. Ja 2011. gadā IPTV izmantoja 8,3% un 2012. gadā 12,4% Latvijas mājsaimniecību ar TV, tad 2013. gadā statistikas dati uzrādīja, ka IPTV lieto 16,5% mājsaimniecību. [8]

Ņemot vērā IPTV popularitāti un pieaugošo tās lietotāju skaitu, ar laiku IPTV statistiskie dati varētu kļūt par nozīmīgu izpētes materiālu, ar kuru palīdzību būtu iespējams veikt nozīmīgus pētījumus dažādās jomās.

Lielo datu apstrādes un vizualizācijas iespējas

Lielie dati, tai skaitā IPTV statistiskie dati ir milzīgas un strukturāli sarežģītas datu kopas, tāpēc to apstrādei, analīzei un vizualizācijai ir nepieciešami šim mērķim paredzēti rīki.

Lielos datus raksturo trīs īpašības:

- 1) milzīgs datu apjoms;
- 2) datu daudzveidība;
- 3) reāllaikā saglabātie dati. [9]

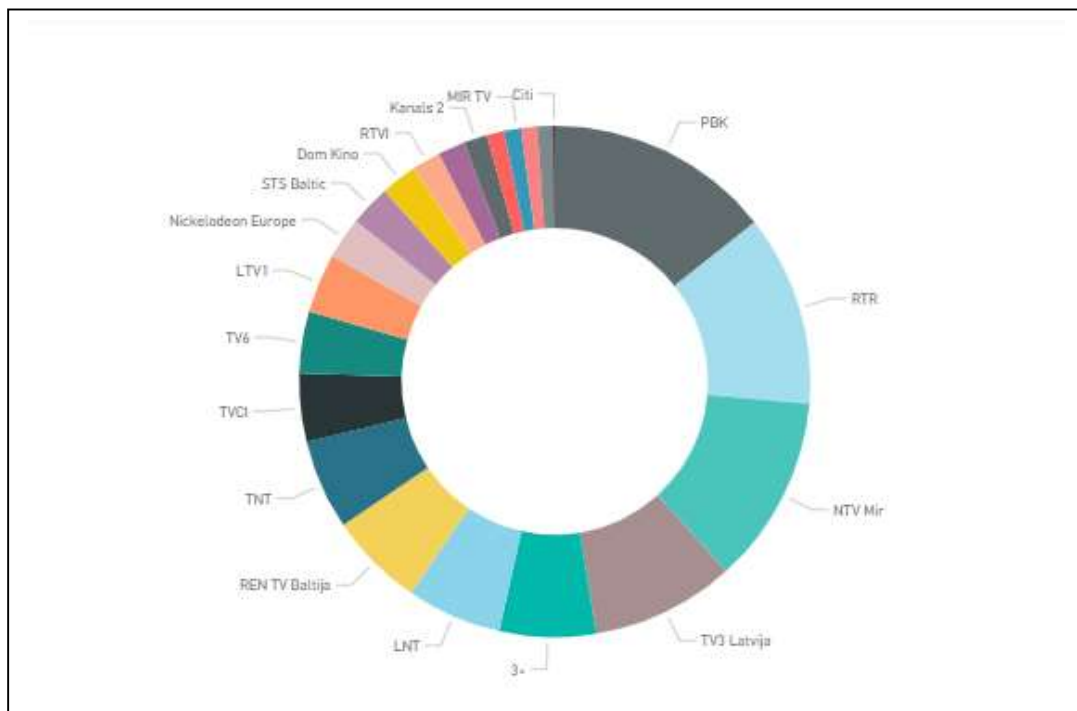
Šie faktori nosaka, ka lielajiem datiem, lai nodrošinātu efektīvu lēmumu pieņemšanu, vairs neder tradicionālie datu apstrādes rīki, kas tika izmantoti pēdējo 30-40 gadu laikā un bija paredzēti darbam ar strukturētiem datiem. Ir nepieciešama jauna pieeja, kas nodrošinātu

iespējas strādāt arī ar daļēji strukturētiem un nestrukturētiem datiem (*VoIP*, sociālo tīklu *Twitter*, *Facebook* datu struktūras).

Pirmkārt, nepieciešama datu bāzu pārvaldības sistēma, kas spētu efektīvi strādāt ar milzīgu strukturētu vai nestrukturētu datu apjomu, kurš pie tam strauji aug. [10] Šobrīd jaudīgākie lielo datu glabāšanas, apstrādes un analīzes rīki ir platforma *Hadoop*, *Hive*, *NoSQL*, *Microsoft HDInsight*, *MySQL* u.c.

Otrs nozīmīgs aspekts ir iespēja datus efektīgi vizualizēt un veiksmīgi demonstrēt mērķauditorijai jeb gala lietotājam. Šobrīd saistībā ar lielo datu aktualitāti ir attīstījušies dažādi datu vizualizācijas risinājumi, piemēram, diagrammas, infografiki, virtuālās un paplašinātās realitātes prezentācijas.

Datu vizualizāciju ir iespējams veikt ar dažādiem rīkiem. Šobrīd zināmākie no tiem ir *Microsoft Power BI* (skat. 2. att.), *Google Chart*, *Tableau*, *Qlikview* u.c. [11]



2. att. LKTA iekļauto IPTV operatoru statistikas datu [3] vizualizācija ar apla diagrammu *Microsoft Power BI*

IPTV pētījumu ieguldījums ekonomikā

No ekonomiskā viedokļa IPTV datu pētījumi dotu nozīmīgus secinājumus par cilvēku interesēm attiecībā uz televīzijas pārraižu saturu, tādējādi tas ļautu televīzijas kanāliem vairāk pielāgoties pieprasījumam, savukārt komersanti un mārketinga speciālisti, analizējot un vērtējot skatītāju aktivitāti un intereses, sekmīgāk spētu izvēlēties izdevīgāko diennakts laiku reklāmu izvietošanai televīzijā.

Piemēram, 2. attēls atspoguļo visbiežāk skatītos kanālus skatītāju vidū 15.01.2018. [3] Pēc šī grafika redzams, ka vislielākā auditorija ir kanālam PBK, kas sastāda 14,3% no visiem IPTV lietotājiem. Šādi un līdzīgi grafiki būtu ceļvedis uzņēmējiem, kas ļautu pētīt televīzijas auditoriju un attiecīgi pielāgoties tai.

IPTV pētījumu ieguldījums sociālo procesu izpētē

IPTV statistisko datu analīze ir plašs lauks arī socioloģisko pētījumu jomā, jo skatītāju televīzijas kanālu un pārraižu izvēle ļautu izdarīt secinājumus par cilvēku interesēm, uzskatiem

un nosliecēm, ļautu veidot skatītāju psiholoģiskos tipus, kā arī meklēt kopsakarības starp visvairāk skatīto pārraižu saturu un dažādiem procesiem sabiedrībā.

Dati satur informāciju ne tikai par skatītājiem kanāliem un skatīšanās ilgumu, bet arī informāciju par to, kādi raidījumi tika skatīti. Klasificējot šos raidījumus pēc žanriem un piešķirot papildus tādas īpašības kā, piemēram, agresijas līmenis vai miermīlības līmenis, varētu saprast, kāds ir sabiedrības noskaņojums konkrētajā laika periodā. Piemēram, Vladimira Solovjova raidījumu "Svētdienas vakars ar Vladimiru Solovjovu", varētu raksturot kā augsta agresijas līmeņa raidījumu [12], un, ja pētījuma laikā tiktu secināts, ka Latvijas iedzīvotāji arvien biežāk skatās šo pārraidi, tad likumsakarīgi sabiedrībā varētu konstatēt agresijas līmeņa paaugstināšanos.

Secinājumi

Šajā rakstā tika apskatītas IPTV statistisko datu apstrādes un vizualizācijas iespējas un risinājumi, aprakstīts IPTV datu pētījumu potenciālais pielietojums tādās jomās kā business, mārketingu un socioloģiskie pētījumi.

Ņemot vērā lielo datu īpatnības, to uzglabāšanai un apstrādei ir nepieciešamas jaudīgas datu pārvaldības sistēmas, kā arī specializēti rīki datu vizualizācijai. Lai vizuāli attēlotu IPTV statistikas datus, autore izmantoja rīku *Microsoft Power BI*, taču secināja, ka, lai arī šis rīks piedāvā dažādas datu vizualizācijas iespējas, tomēr tas ir neparocīgs darbam ar lielām datu kopām un nedot iespēju veidot personalizētus skatus, tāpēc, autoresprāt, ir nepieciešams izstrādāt sistēmu, kas būtu speciāli paredzēta IPTV statistisko datu apstrādei, analīzei un vizualizācijai.

Tā kā darbā aprakstītā tēma šobrīd informācijas tehnoloģiju nozarē ir īpaši aktuāla, autore šajā jomā pētījumus turpinās.

Summary

Due to the rapid development of technologies in recent years more and more attention has been paid to big data research and analysis. Since sociological surveys do not always accurately reflect the public opinion on a particular issue, today big data becomes an important information source that can reveal the true beliefs of a society.

Various data can be used as a research object. IPTV statistical data has a great potential for deep studies in order to analyse and forecast public opinion, trends and interests over a certain period of time. As IPTV are becoming even more popular, the number of subscribers is increasing as well. This means that over the time, these data could become an important research material. Considering the popularity of IPTV and the increasing number of its users, it is possible to carry out significant studies in various fields.

Big data is huge and structurally complex data sets. So appropriate tools are necessary for data processing, analysis and visualization. First of all, a database management system is needed that can efficiently handle a huge amount of structured or unstructured data that is growing rapidly. Now, the most powerful tools for storing, processing and analysing large data sets are Hadoop, Hive, NoSQL, Microsoft HDInsight, MySQL, etc.

Another important aspect is the ability to efficiently visualize the data and successfully demonstrate it to the target audience. The most popular data visualisation tools are Microsoft Power BI, Google Chart, Tableau, Qlikview, etc.

From an economic point of view IPTV statistical data analysis would be able to give important conclusions about people's interests in the content of TV broadcasts that could be used by businessmen and marketing specialists.

Analysis of IPTV statistical data would be useful in the field of sociological research as well. It would allow to search for the interconnections between the content of the most viewed programs and the various processes in society.

Literatūra

1. Lielie dati – iespēja nolasīt sabiedrības noskaņojumu [Tiešsaiste] Pieejams: http://www.tvnet.lv/tehnologijas/nozares_jaunumi/679017-lielie_dati_iespeja_nolasit_sabiedribas_noskanojumu [Pieņemts: 19.04.2018.]
2. Dubovskis, V., Teilāns, A. Visockis, N. IPTV statistic data collection, processing and preparation for use in a modeling system. *Procedia Computer Science* 77, 2015. 221-226 p. [Tiešsaiste] Pieejams: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915038867> [Pieņemts: 19.04.2018.]
3. IPTV statistika 2017.-2018. g. [Tiešsaiste] Pieejams: <https://www.lkta.lv/statistics> [Pieņemts: 19.04.2018.]
4. Liebowitz, S. J., Zentener, A. Clash of the titans: Does Internet use reduce television viewing? [Tiešsaiste] Pieejams: http://www.aenorm.eu/files/nlaenorm2012/file/article_pdfs/byjk5_Liebowitz%20online.pdf [Pieņemts: 19.04.2018.]
5. Suanpang, P. Internet Protocol Television (IPTV) Implication for Education. *A Journal of Software Engineering and Applications*, 5, 2012. 50-54 p. [Tiešsaiste] Pieejams: <http://file.scirp.org/Html/26880.html> [Pieņemts: 19.04.2018.]
6. Global IPTV Market Set for Rapid Growth, To Reach Around USD 93.59 Billion by 2021. [Tiešsaiste] Pieejams: <http://www.marketresearchstore.com/report/iptv-market-z59822> [Pieņemts: 19.04.2018.]
7. IPTV Subscribers – Market Analysis Q4 2015. [Tiešsaiste] Pieejams: <http://point-topic.com/free-analysis/iptv-subscribers-market-analysis-q4-2015/> [Pieņemts: 19.04.2018.]
8. Aizvien vairāk izmanto iespēju skatīties TV ar nobīdi laikā. [Tiešsaiste] http://www.tns.lv/newsletters/2013/39/?category=tns39&id=mp_TV_ar_laika_nobidi [Pieņemts: 19.04.2018.]
9. Fang, H., Zhang, Z., Wang, C. J., A survey of big data research. [Tiešsaiste] Pieejams: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4617656/> [Pieņemts: 19.04.2018.]
10. Trujillo, G., Garcia, R., Jones, S., Kim, C., Murray, J. Understanding the Big Data World. [Tiešsaiste] Pieejams: <http://www.pearsonitcertification.com/articles/article.aspx?p=2427073&seqNum=2> [Pieņemts: 21.04.2018.]
11. Marr, B. The 7 Best Data Visualization Tools In 2017. [Tiešsaiste] Pieejams: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/07/20/the-7-best-data-visualization-tools-in-2017/> [Pieņemts: 19.04.2018.]
12. Par programmas "Rossija RTR" izplatīšanas ierobežošanu Latvijas teritorijā. [Tiešsaiste] Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/281441> [Pieņemts: 19.04.2018.]

INDUSTRIĀLU RAŽOŠANAS IEKĀRTU APKOPES SISTĒMAS INDUSTRIAL PRODUCTION EQUIPMENT MAINTENANCE SYSTEMS

Nauris DZĒRVE

Rēzeknes tehnoloģiju akadēmija, Rēzekne, Latvija

e-pasts: naurisdzerve@gmail.com

Darba vadītājs: Dr.sc.ing., profesors **Artis Teilāns**

Abstract. In today's widely competing food production market, the cost of production, the time of preparation for work and the optimal use of funds are particularly important for the competition in the existing market. A successful and growing manufacturing company is based on the continuous development and optimization of the production process, in order to minimize product modulation, production and delivery times, and provide high quality products to customers.

Keywords: Industrial, maintenance, optimization, production.

Ievads

Mūsdienu plaši konkurējošajā pārtikas ražošanas tirgū ražošanas izmaksām, iekārtu sagatavošanas laiks darbam un optimālu līdzekļu izmantošanai ir īpaši svarīga nozīme, lai konkurētu esošajā tirgū. Veiksmīga un augoša ražošanas uzņēmuma pamatā ir pastāvīga attīstīšanās un ražošanas procesa optimizēšana, lai maksimāli samazinātu produkta modulēšanas, ražošanas un piegādes laikus, kā arī nodrošināt kvalitatīvu servisu.

Iekārtu apkopes

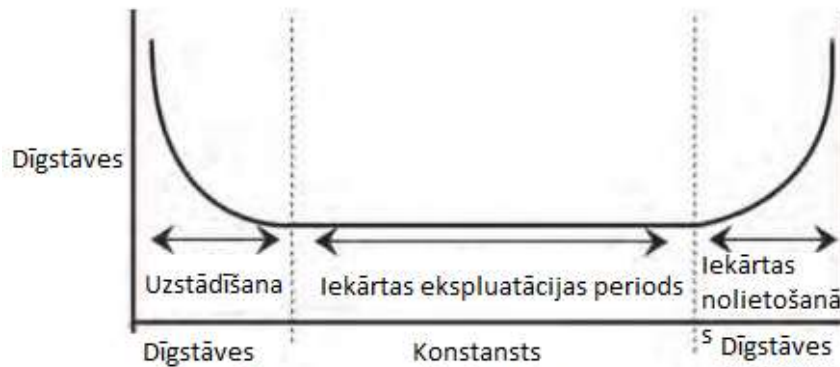
Mūsdienās tehniskās apkopes izmaksas pieaug ātrāk nekā ražošanas izmaksas. Daži pētījumi liecina, ka daudzās rūpnīcās netiek sasniegti tādi ierasti tehniskās apkopes vadības mērķi, kā 95% vai labāka iekārtu pieejamība un drošība, 99% [1] produktu kvalitāte, samazinātas tehniskās apkopes virsstundas, mazākas darba stundas un uzlabota datu apkopošana par remontdarbiem [2]. Ir tendence tehnisko apkopi uzskatīt par “melno caurumu”, kur aiziet pārāk daudz naudas ar nelieliem nosakāmiem rezultātiem. Bet tā kā uzņēmumi mēģina atrast veidus, kā samazināt izmaksas un palielināt produktivitāti, uzņēmumu vadība sāk saprast, ka tehniskajā apkopē slēpjas reālas iespējas samazināt izdevumus abās jomās [3].

Tehniskā apkope var sastādīt līdz pat 60% rūpnīcas kontrolējamu darbības izdevumu. Tā kā tehniskās apkopes izmaksas var ne tikai kontrolēt, bet bieži vien arī būtiski samazināt, tas rāda, ka efektīvas tehniskās apkopes vadība var daudz būtiskāk ietekmēt uzņēmuma galvenos rādītājus, nekā parasti tiek uzskatīts [4].

Iekārtas apkope ir sistemātiska darbu veikšana, lai tiektos uz to, ka iekārta darbojas pilnvērtīgi visu savu darbības laiku, saglabājot iekārtas jaudu un kvalitāti, tajā pašā laikā samazinot ar iekārtu saistītās izmaksas. Iekārtas apkope sevī iekļauj darbību kopumu, kas tiecas uz to, lai saglabātu iekārtu labā darbības stāvoklī [5]. Pasaules prakse rāda, ka iekārtas apkopēm netiek atvēlēti pietiekoši līdzekļi, lai nodrošinātu iekārtu pareizu darbību, kas rada sekas, ka iekārtas tiek remontētas gadījumos, kad iekārta pārstāj darboties, kas savukārt bieži rada finansiālus zaudējumus kas saistīti ar [6]:

- Sabojājusies iekārtas detaļa var sabojāt visu mezglu;
- Sabojājusies detaļa sabojā lielu daudzumu produkcijas, kuru pēc tam nav iespējams realizēt;
- Sabojājusies iekārta var radīt sekas, kad gala patērētājs iegādājas nekvalitatīvu vai sabojājušos produktu, kuru iespējams viņš vairāk nepirks;
- Iekārtas dīkstāvē apstājas ražošana, kur nav iespējams realizēt produkciju, kas var sabojāties
- Nepiegādāta produkcija lielveikaliem rada zaudējumus dēļ noslēgtajiem līgumiem par preču piegādi vai pat klienta zaudēšanu;

- Rezerves daļas bieži jāiegādājas par dārgāku cenu, kā arī rezerves daļas ceļa izdevumi ar ātro pastu ir daudz dārgāki;
- Rezerves daļa ne vienmēr ir iekārtas ražotāja noliktavā, kur bieži izgatavošanas laiks ir pat vairāku nedēļu garumā;
- Sabojājusies iekārta var radīt bīstamību darbiniekiem vai apkārtējai videi;
- Lai arī ražošanas process nenotiek vai notiek ar daļēju jaudu bieži darbiniekiem ir jāmaksā tāda paša apmēra algas.



1. attēls. Iekārtas darba periods

Ideālā gadījumā ja iekārta tiek izmantota standarta nosacījumos un tiek veiktas visas nepieciešamās apkopes, tad iekārtai pilnvērtīgi jāstrādā visu savu ekspluatācijas laiku, izņemot iekārtas uzstādīšanu un iekārtas nolietošanas sliekšni, ko iespējams apskatīt 1. attēls.

Uzstādīšana: Iekārtas uzstādīšanas dīgstāves, kas saistītas ar iekārtas regulēšanu, ražošanas defektiem, darbinieku neprasmi strādāt ar iekārtām, kur uzlabojot nepilnības dīgstāves samazinās.

Iekārtas ekspluatācijas periods: Šajā stadijā iekārtai ir novērsti defekti un iekārta pilnvērtīgi veic savu darbību un, teorētiski, ja tiek savlaicīgi veiktas apkopes pēc pareiza apkopes grafika, ja operatori ir apmācīti un ja iekārta tiek izmantota darbam un videi kādai tā ir paredzēta, dīgstāvēm nebūtu jābūt. Šis periods iekārtām var atšķirties, tas ir saistīts ar pašu iekārtu, iekārtas apkopēm, apkārtējo vidi un citiem faktoriem.

Iekārtas nolietošanas periods: Pēc ilgstošas iekārtas izmantošanas ir novērojamas iekārtas dīgstāvju palielināšanās, kas saistītas ar iekārtas nolietošanos.

Iekārtu ilgstošai un precīzai darbībai ir nepieciešamas apkopes: piedziņas siksnas un ķēdes ir jānosprīgo vai jāmaina, eļļojošie mezgli un vadīklas periodiski ir jānotīra un jāsmērē ar pareizu smērvielu, gultņi un blīvslēgi ir jāmaina un tamlīdzīgi. Katru reizi, kad netiek veiktas plānotās iekārtas apkopes uzņēmuma SIA "Baltic Pack" tehniskā nodaļa samazina iekārtas ekspluatācijas periodu. Katru reizi, kad iekārta negaidīti saplīst, ir nepieciešams dokumentēt notikumu un notikuma iespējamās cēloņus, lai turpmāk šo informāciju izmantotu preventīvajos pasākumos.

1.1. Reaktīvā apkope

Būtībā reaktīvā apkope ir "Strādā līdz apstājas" tipa apkopes veids. Netiek veiktas nekādas darbības iekārtai vai mezgliem. 2000. gadā Amerikas Savienotajās Valstīs veiktajā pētījumā tik atklāts, ka šāda veida apkopes dominē starp citiem apkopju veidiem, kur var novērot, ka vidēji vairāk kā 55% no apkopēm ir reaktīvās apkopes.

Reaktīvo apkopju priekšrocības var apskatīt kā koku ar diviem galiem. Ja uzņēmums strādā ar jaunu aprīkojumu, uzņēmums var rēķināties ar salīdzinoši minimāliem iekārtas

neplānotajiem remontiem. Ja uzņēmuma apkopes vadības modulis ir reaktīvs, uzņēmums ietaupīs uzņēmuma līdzekļus tikai līdz brīdim, kamēr iekārta salūzīs. Ja šajā gadījumā netiek apskatītas apkopju izmaksas, tad šo periodu varētu dēvēt par naudas taupīšanas periodu, bet realitātē ir savādāk, jo, neveicot laicīgas iekārtu apkopes, netiek taupīti iekārtā ieguldītie resursi, kas samazina iekārtas mūžu, palielina iekārtas remonta izmaksas, jo visticamāk iekārtas salūšanas gadījumā darbiniekiem būs jāstrādā virsstundas lai iekārtu saremontētu, kā arī iespējams darbiniekiem būs jāstrādā virsstundas, lai pēc iekārtas salabošanas varētu saražot iztrūkstošo produkcijas apjomu. Papildus izmaksas rada arī rezerves daļu izmaksas, kuru mainīšana izmaksās dārgāk, jo, piemēram, laicīgi nomainīts iekārtas blīvslēgs, kura izmaksas ir salīdzinoši niecīgas, var ļaut iztecēt eļļai no reduktora, kas savukārt var sabojāt visu reduktoru, kā arī bojāts blīvslēgs gultnim, ļaus gultnim piekļūt ūdenim un netīrumiem, kas savukārt sabojās gultni, kurš ķīlēšanas brīdī var sabojāt asi vai kādu citu elementu, kuru izmaksas pārsniedz desmitiem, simtiem vai vēl vairāk reižu viena blīvslēga izmaksas kopā ar ieguldītajiem resursiem šī blīvslēga maiņai.

1. tabula

Priekšrocības/ trūkumi reaktīvajai apkopju sistēmai

Priekrocības:

- Zemas izmaksas
- Mazāk darba

Trūkumi:

- Palielinātas izmaksas dēļ iekārtas dīkstāves;
- Palielinātas darbinieku algas, īpaši virsstundu dēļ;
- Izmaksas, kas saistītas ar iekārtas remontu un iekārtas maiņu;
- Rezerves iekārta, kura nepieciešama lai novērstu dīkstāves;
- Neefektīva resursu izmantošana.

1.2. Preventīvā apkopju sistēma

Preventīvā apkopes sistēma var būt definēta kā: Darbības, kuras veiktas laika vai iekārtas darba ciklu izteiksmē, kuras novērš vai mazina iekārtas mezglu nolietojamās detaļas iespēju salūzt, to apkopjot vai arī laicīgi nomainot lai novērstu situāciju, ka tā saplīst negaidīti [7].

ASV jūras spēki ieviesa šāda veida sistēmu kuģu uzturēšanai, lai palielinātu kuģu uzticamību. Iztērējot nepieciešamos resursus darbiem, kurus rekomendējis veikt kuģu izgatavotājs, bija pozitīvas sekas, radot kuģus uzticamākus un palielinot to darba ilgumu, kā arī ietaupot lielu naudas summu [15].

Preventīvā apkopes sistēma nav efektīvākā apkopes sistēma, bet salīdzinot ar reaktīvo apkopes sistēmu šai sistēmai ir daudz priekšrocību. Veicot iekārtas izgatavotāja priekšlikumus iekārtas apkope ļauj iekārtai atrasties tuvu jaunas iekārtas konstrukcijai, saglabājot to uzticamību un saražotās produkcijas kvalitāti. Iekārtas preventīvie darbi (eļļošana, filtru maiņa u.c) ļaus iekārtai strādāt pilnvērtīgāk un ietaupīt ar iekārtām saistītos izdevumus nenovēršot neparedzamo detaļu salūšanas dīkstāves, bet novēršot dīkstāves, kas rodas paredzamo detaļu saplīšanas gadījumā.

Priekšrocības/ trūkumi preventīvajai apkopju sistēmai

Priekrocības:

- Izdevumi, kuri atmaksājas no dažādiem aspektiem
- Palielināts komponentes, iekārtas vai mezgla dzīves ilgums
- Energoefektivitāte
- Gaidāms vismaz 12-18% izmaksu samazinājums
- Var novērst nekvalitatīva produkta nonākšanu tirgū

Trūkumi:

- Netiek pilnībā novērsta dīkstāvju iespējamība
- Darbietilpīgs process
- Darbības kuras tiek veiktas ne vienmēr ir nepieciešamas
- Iespēja sabojāt kādu detaļu veicot apkopi kura nav nepieciešama

1.3. Prognozējamā apkopes sistēma

Prognozējamā apkopes sistēma ir definējama kā sistēma ar mērījumiem, kas mēra iekārtas mezglu bojāšanās sākumu. Prognozējamā apkopes sistēma izmanto dažādas ievadierīces, kuras atrodas uz kritiskajiem iekārtas mezgliem pastāvīgi, vai arī ar intervāliem.

Prognozējamā apkopes sistēma sevī iekļauj [3]:

Vibrāciju analīze- Vibrācijas uzraudzības tehnikas var izmantot, lai noteiktu, vai sistēmas ar rotējošām vai kustīgām detaļām, piemēram, gultņi, ātrumkārbas, asis, sūkņi, motori, dzinēji un turbīnas, darbojas pareizi. Šādu mehānisko sistēmu darbība atbrīvo enerģiju vibrāciju veidā ar frekvences komponentēm, kurām var izsekot līdz pat konkrētai sistēmas sastāvdaļai. Katras atsevišķas vibrācijas sastāvdaļas amplitūda paliek nemainīga, ja vien nemaina sistēmas darbības dinamiku. Vibrāciju var raksturot ar trim parametriem: amplitūda, ātrums un paātrinājums. Vibrācijas analīzi stāvokļa uzraudzībā veic, salīdzinot pašreizējās darbības vibrācijas raksturlielumus ar bāzliniju, kas noteikta, kad iekārta darbojas normāli [8].

Termogrāfija- Termogrāfija nosaka virsmas temperatūru, izmantojot infrasarkanu starojumu, tā vislabāk piemērota, lai noteiktu sistēmas problēmas, kas saistītas ar karstuma nodošanu vai uzkrāšanu. Infrasarkanu staru kameras parāda virsmas temperatūras variācijas, kas uzstādītas, lai nodrošinātu absolūtās temperatūras gradientus, izmantojot melnbaltus vai krāsu variantus. Nenormālus termālos apstākļus uztver kā brīdinājumu par iespējamām sistēmas problēmām [9].

Smērvielu analīze – triboloģija Lai noteiktu smērvielu ķīmisko sastāvu, var izmantot daudz dažādu tehniku. Izmantojot ferogrāfiju un magnētisko čipu noteikšanu, lai noteiktu nodiluma veidu un pakāpi, var pārbaudīt par nodilumu liecinošu dzelzs daļiņu klātbūtni smērvielās. Spektrometrijas smērvielu analīze mēra piesārņojuma klātbūtni smērvielās, izmantojot atomu emisiju vai spektrometra absorbciju, un nosaka jebkādu metālisku vai nemetālisku elementu klātbūtni, ko var saistīt ar dažādu iekārtas sastāvdaļu kļūmēm. Izmantojot selektīvo absorbciju un analīzi, hromatogrāfija mēra eļļošanas īpašību izmaiņas, piemēram, viskozitāti pH un ūdens saturu [10].

Ultrasonogrāfija. Ir vairāki ultrasonogrāfijas pārbaudes veidi, bet tos visus izmanto, lai noteiktu metinātu savienojumu, pārklājumu, vadu sistēmas, cauruļu, asu kļūmes. Pārsūtot ultraskaņas impulsus vai viļņus caur materiālu un novērtējot rādītājus, nosaka plaisu, spraugu, nosēdumu, erozijas, korozijas un ieslēgumu atrašanās vietu un bojājumu pakāpi [11].

Vizuālā pārbaude. Iekārtu vizuālā pārbaude ir vienkārša problēmu noteikšanas metode. Turklāt šādas pārbaudes var vienkārši veikt paralēli citām tehniskās apkopes procedūrām. Tādējādi ar vizuālo pārbaudi saistītās papildizmaksas parasti ir niecīgas [12].

Šādas sistēmas atmaksāšanās ir atkarīga no ļoti daudziem faktoriem un izmantotā aprīkojuma specifikācijas, iekārtas ražotāja norādītā apkopes grafika precizitātes u.c, bet vidēji šāda veida sistēmas ieviešana rada šādus pozitīvus aspektus, kā uzņēmums bez apkopes sistēmas [13].

3. tabula

Apkopes sistēmas atmaksāšanās

Investēšanas atmaksāšanās	10 reizes
Apkopju izmaksas samazināšanās	25-30%
Iekārtas salūšana	70-75%
Dīgstāves samazināšanās	35-45%
Saražotās produkcijas pieaugums	20-25%

4. tabula

Priekšrocības/trūkumi prognozējamai apkopju sistēmai

<p>Priekrocības:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Palielināts komponentes darbības laiks/pieejamība • Ļauj veikt preventīvus apkopes pasākumus • Samazina iekārtas dīkstāves • Samazinās detaļu darba izmaksas • Labāka produkcijas kvalitāte • Uzlabota drošība darbiniekam un videi • Uzlabojas darbinieku attieksme pret darbu • Energoefektivitāte • Paredzamas 8-12% naudas ietaupījums salīdzinājumā ar preventīvo apkopes programmu <p>Trūkumi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Naudas ieguldījumu diagnostikas aprīkojumā • Naudas ieguldījumi personāla apmācībā • Ietaupījumi neiedziļinoties nav redzami uzņēmuma vadībai

1.4. Uz uzticamību centrēta apkopes sistēma

Pamatā šāda sistēma novērš nepilnības, kuras rodas izmantojot citas sistēmas. Tā nosaka, ka visi aprīkojumi nav vienādi un dažādiem aprīkojumiem atšķiras nepieciešamība pēc konkrētas apkopes sistēmas. Tā arī nosaka, ka atsevišķu mezglu salūšana var nebūt tik kritiska salīdzinot ar citu mezglu salūšanu, kā arī izvērtē nepieciešamos naudas un cilvēkresursus šo mezglu apkopes nodrošināšanai. Pēc šādas izvērtēšanas atsevišķi mezgli var tikt apkopoti pēc dažādām apkopes sistēmām, piemēram, atsevišķu mezglu saplīšana neapstādina ražošanu, tādēļ šo mezglu apkopi var veikt ar reaktīvo apkopes tipu, bet mezgli, kuri sabojāšanās gadījumā var apstādināt ražošanu, sabojāt produkciju vai arī traumēt kādu darbinieku var nodalīt citās apkopju sistēmās, kas aptuveni varētu sadalīties šādi [14].

5. tabula

Apkopju sadalījums

<10%	Reaktīvā apkopju sistēma
25-35%	Preventīvā apkopju sistēma
45-55%	Prognozējamā apkopju sistēma

Tā kā šī sistēma ir tik lielā mērā svarīga, izmantojot progresīvās tehniskās apkopes tehnoloģijas, šīs programmas priekšrocības un trūkumi atspoguļo pašu šos tehniskās apkopes darbus. Papildus šīm priekšrocībām šī sistēma ļaus saskaņot resursus ar reālām vajadzībām tajā pašā laikā uzlabojot uzticamību un samazinot izmaksas.

6. tabula

Priekšrocības/ trūkumi uz uzticību centrētai apkopju sistēmai

Priekšrocības:

- Var būt visefektīvākā apkopes programma
- Samazinātas izmaksas neveicot detaļu maiņu, kuras iespējams vēl nav jāmaina
- Samazina kapitālo remontu biežumu
- Samazināta iespējamība negaidītai iekārtu salūšanai
- Iespējams vērst apkopi uz kritiskajiem punktiem
- Iekļauj sākotnējo cēloņu analīzi

Trūkumi:

- Ievērojami lielas izmaksas sistēmas ieviešanai, kā arī personāla apmācībai
- Neiedziļinoties nav redzami panākumi uzņēmuma vadībai

Izmantotā literatūra

- [1] E. B.V, *Development of sensing interface for preventive maintenance of machine tools*, Japan, 2016.
- [2] S. R. T. K. T. S. M. M. Roy R, *Continuous Maintenance and the Future – Foundations and Technological Challenges*, *Annals of the CIRP*, 2016.
- [3] J. A. M. J. Campbell JD, *Asset Management Excellence: Optimizing Equipment Life-Cycle Decisions*. second edi., NW: Taylor and Francis Group, LLC, 2011.
- [4] D. M. M. Dini G, *Applications of Augmented Reality Techniques in Through-Life Engineering Services*, *Proceedings of the 4th International Conference on TES*, 2015.
- [5] H. L. Barlow R, *Optimum preventive maintenance policies*, *Oper Res*, 1960.
- [6] E. CE, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, Waveland Press, 2005.
- [7] B. R. a. P. F, *Statistical theory of reliability and life testing: probability models*, New York: Holt, Rinehart and Winston, 1975.
- [8] A. M. W. C. Laws, *Periodic and Continuous Vibration Monitoring for Preventive/Predictive Maintenance of Rotating Machinery*, *J. Eng. Gas Turbines Power*, 1987.
- [9] S. T. A.S.N. Huda, *Suitable features selection for monitoring thermal condition of electrical equipment using infrared thermography*, *Infrared Physics & Technology*, 2013.
- [10] S. L. W. H. J. L. J. Y. Liu, Schaefer, *Friction and adhesion in boundary lubrication measured by microtribometers*, *Tribology International*, 2006.
- [11] R. B. Alaa Abdulhady Jaber, *The State of the Art in Research into the Condition Monitoring of Industrial*, *School of Mechanical and System Engineering*, 2014.
- [12] A. Jardine, *Optimizing condition based maintenance decisions*, *Reliability and Maintainability Symposium*, 2002.
- [13] T. Wireman, *Computerized maintenance management system (second edition)*, *Industrial press inc.*, 1994.
- [14] E. D. J. B. Bansal D, *A real-time predictive maintenance system for machine systems*, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 2004.
- [15] NASA, *Reliability Centered Maintenance Guide for Facilities and Collateral Equipment.*, *National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C.*, 2000.

KULTŪRMANTOJUMA REPOZITORIJS CULTURAL HERITAGE REPOSITORY

Autores: **Kristīne GREBEŽA**, e-mail: kristinegrebeza92@gmail.com, tālr.: +371-29965484,
Anda ABUŽE, e-mail: anda.abuze@rta.lv, tālr.:+371-26649610,
Zinātniskā darba vadītājs: **Artis Teilāns, Dr.sc.ing.**, Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. *The author of the article develops a Heritage object database on the DSpace platform, which would provide an international heritage ontologies, so to the digital media for object metadata and objects, documents, articles, images, and 3d (three Dimensions) storing virtual 3d objects. To create the required metadata module, the authors conducted heritage ontologies standards and 2 Digital museum metadata analysis by comparing the descriptive data. By performing metadata analysis, author have created the descriptive data sets that will be used by the new system. The newly acquired metadata set will be appropriate for both the Catalog of national Museums and the CIDOC standard.*

Keywords: *Cultural heritage, Digital Object., DSpace, Repository*

Ievads

Latgales reģionā darbojas daudzi amatu meistari, arī t.s. Latgales tematiskie ciemi (LTC). Tūrisma informācijas avoti sniedz ziņas par 14 keramikas darbnīcām, 13 kokapstrādes un kokgriezumu darbnīcām, 8 audēju un tekstilmākslinieku darbnīcām, 7 zāļu tēju darbnīcām (ar vai bez pirts), 2 kalēju darbnīcām, 1 ādas izstrādājumu darbnīcu un 6 gleznotāju darbnīcām (galvenokārt Daugavpilī un Krāslavā). Šīs darbnīcas un LTC sevī satur plašu vietējo kultūras mantojumu, kas ir nozīmīgs reģionālās attīstības resurss, taču informācija par to ir “izkaisīta” un nepietiekoši ērti pieejama interesentiem, t.sk. tūristiem un tūrisma jomas darbiniekiem. Latvijā nav vienotas digitālas vietnes, kurā muzeji varētu ievietot un glabāt visu nepieciešamo informāciju par eksponātiem, kultūrmantojuma repozitorijs nodrošinās šādu iespēju un tas būs pieejams un atvērts visiem. Repozitorijs informācijas tehnoloģijā - centrālā vieta, kurā organizēti tiek veidots un uzturēts datu sakopojums. Repozitorijā var būt gan vieta, kas tieši pieejama lietotājiem, gan arī vieta, no kuras var iegūt specifiskas datu bāzes datnes vai dokumentus, lai tos pārvietotu vai izplatītu datoru tīklā [1].

Semantiskā tīmekļa pamatā ir datu apmaiņas formāti un notācijas, kas dod iespēju formāli aprakstīt noteiktas zināšanas, terminus un to attiecības. Semantiskā tīmekļa mērķis ir padarīt globālajā tīmeklī pieejamo informāciju saprotamu ne tikai cilvēkiem, bet arī datoriem, lai sistēmas spētu saprast arī vārdu un teikumu nozīmi.

Darba mērķis ir izstrādāt Latgales tematisko ciemu kultūrmantojuma repozitoriju, kas atbilstu semantisko tehnoloģiju prasībām un ievērotu jau esošo kultūrmantojuma ontoloģiju. Darbs ir sākotnējā stadijā, ar šī pētījuma palīdzību tiek veidota repozitorija specifiskācija un projektējums.

Atbilstoši darba mērķim, raksta autores izstrādā kultūrmantojuma objektu datu bāzi uz DSpace platformas pamata, kur būs nodrošināta starptautiskai kultūrmantojuma ontoloģijai atbilstoša objektu metadatu un objektu digitālo mēdiju – dokumentu, rakstu, attēlu un 3D (trīs dimensijas) virtuālu telpisku objektu glabāšana. Kultūrmantojuma repozitorijam jānodrošina pieslēgumi citām kultūrmantojuma datubāzēm, lai “Mūsu” mantojums būtu apskatāms un izmantojams tūrisma maršrutu plānošanā, interesentiem par konkrētiem faktiem un padziļinātai pētniecībai visā Latvijā un pasaulē.

Ontoloģija datorzinātņu izpratnē, t.i., precīzi formulētu un netieši izteiktu savstarpēji saistītu jēdzienu un to attiecību apraksts formālā valodā [2]. Ar ontoloģiju palīdzību var attēlot zināšanu shēmas, kas ir pamats semantiskajam tīmeklim. Šobrīd ar vien vairāk ontoloģijas tiek izmantotas, veidojot objektu aprakstus. Ontoloģiju izmantošana kultūrmantojuma jomā ļauj attēlot objektus un to īpašību hierarhiju, kas atvieglo saprotamību un meklēšanu globālajā

tīmeklī. Šajā gadījumā semantiskās tehnoloģijas dod iespēju izveidot intuitīvi lietojamas saskarnes, kas ļauj lietotājiem aprakstīt savus objektus kultūrmantojuma kolekcijās [3].

Digitālo repozitoriju jomā viens no pasaulē plaši izmantotiem rīkiem ir *DSpace*. Šī sistēma ir atvērta koda, to izstrādājis Masačūsetsas Tehnoloģiju institūts, sākotnēji paredzot akadēmiskam darbam. Itāļu firma "4Science" ir izveidojusi ietvaru *DSpace - CRIS*, kas ir kā papildinājums *DSpace*. *DSpace - GLAM (Digital Library Management System - Digitālo bibliotēku vadības sistēma)* ir abu iepriekšminēto sistēmu apvienojums, kas paredzēta kultūrmantojuma datu vadībai. *GLAM (Galleries, Libraries, Museum, Archives)* ir paredzēts galerijām, bibliotēkām, muzejiem, arhīviem un citām līdzīgām iestādēm, šī virsbūve atbalsta semantiskās klases un pielāgo saskarni nepieciešamajām vajadzībām. *DSpace - GLAM* ļauj ērti pārvaldīt, apkopot būtisku informāciju par ikvienu kultūrmantojuma svarīgu sfēru. Piemēram, personām, pasākumiem, vietām, koncepcijām, utt.[4]. Izmantojot šo platformu paredzamas ļoti plašas kultūrmantojuma digitalizācijas iespējas – tiks apkopota, apstrādāta un sistēmā ievietota informācija un materiāli par t.s. Latgales tematisko ciemu (mājražotāju, amatnieku, mazo ražotāju) pārstāvjiem un viņu saglabāto vietējo kultūras mantojumu.

Pētījuma objekti un metodes

Kultūras mantojums ir cilvēka garīgās darbības liecības nemateriālā vai materiālā formā. Kultūras mantojums ietver sevī mākslinieku, arhitektu, mūziķu, rakstnieku, zinātnieku darbus, anonīmu mākslinieku darbus, kā arī dzīves jēgu veidojošu un piešķirošu cilvēces vērtību sistēmu un gara izpausmi [5].

Latvijas Lauku Tūrisma asociācijas (LLTA) - Lauku ceļotājs, kultūras mantojumu iedala šādās kategorijās – materiālais (kultūras pieminekļi – muižas, baznīcas, viduslaiku pilis, kulta pieminekļi u.c.) un nemateriālais (tradīcijas, ēdiens, dzēriens, mutvārdu daiļrade, mūzika, godi, pasākumi, svētki, degustācijas u.c.) [6].

Latvijā muzeju darbības nodrošināšanai jau darbojas Latvijas Nacionālā muzeju krājumu kopkatalogs. Pēc šī kopkataloga datiem, kultūras mantojums tiek iedalīts 5 kategorijās – lietiskie priekšmeti, rakstiskie priekšmeti, tēlojošie priekšmeti, audio-vizuālie un IT priekšmeti un dabas priekšmeti [7].

Lai objekti darbotos kā informācijas nesēji, tas ir, dokumenti, tiem vienmēr ir nepieciešami metadati, jo tie objektu ievieto gan materiālā, gan informatīvā kontekstā. (Metadati ir informācija par objektu kā informācijas nesēju. Ja muzeja priekšmets ietver ārējas zināšanas, tad metadati ir iekšējās zināšanas par objektu. Tādējādi mākslinieka, kolekcionāra vai nacionālā muzeja veidotā kolekcijā objekts var tikt interpretēts atšķirīgi. Turklāt kolekcijas kā kopuma nozīme, kā to dokumentē tās metadati, zināmā mērā ietekmēs interpretāciju attiecībā uz objekta piederību šai kolekcijai [8].

Lai izveidotu nepieciešamo metadatu moduli, autores veica kultūrmantojuma ontoloģijas standartu un 2 digitālo muzeju metadatu analīzi, salīdzinot aprakstošos datus. Pētījumā tika izmantots *ICOM– CIDOC* (Starptautiskā muzeju dokumentācijas padome) standarts, metadatu paraugi no Nacionālā muzeju krājumu kopkataloga un *The History Museum in Sweden* (Zviedrijas vēstures muzejs) metadatu apraksts.

ICOM– CIDOC ir starptautiskais standarts, kas ir vairāk nekā desmit gadus ilga standartu izstrādes darba rezultāts, ko veikusi Starptautiskās Muzeju padomes (*ICOM*) Starptautiskā Dokumentācijas komiteja (*CIDOC*). Darbs pie tā aizsākās 1996.gadā *ICOM-CIDOC* izveidotās Dokumentācijas standartu darba grupas vadībā. Visā standarta izstrādes gaitā tas bija pazīstams ar nosaukumu „*CIDOC* Konceptuālais norāžu modelis” (*CIDOC Conceptual Reference Model*) jeb *CRM* [2].

Autores metadatu analīzei izvēlējās Latvijas Nacionālo muzeju krājumu kopkatalogu, Zviedrijas muzeju un *CIDOC* standartu. Apkopotos datus var skatīt 1. tabulā.

1.tabula

Metadatu analīze

Nr.	ICOM-CIDOC standarts [2]	<i>The History Museum in Sweden</i> [9]	Nacionālā muzeju krājumu kopkatalogs [7]
1.	Virsraksts	Krājuma identifikācija kolekcijā	Virsraksts vai nosaukums
2.	Autors	Interneta adrese un sīktēlu adrese	Autori vai darinātāji
3.	Izveides datums	Lietas apraksts	Priekšmeta tips
4.	Autora tautība	Posteņa prezentācijas apraksts, ieskaitot sīktēlus	Izgatavošanas datums/gads
5.	Autortiesību statuss	Ģeogrāfiskās atrašanās vietas koordinātes	Kolekcija
6.	Publicēšanas statuss	Muzeja informācija par objektu	Priekšmeta apraksts
7.	Tiesību datums-metadatu izpēte	Konteksts, kad tas tika izveidots, kādam stilam tā pieder utt.	Materiāls
8.		Ekspozīcijas specifikācija, piemēram, izmēra un veida krājums – glezna, skulptūra un tml.	Izgatavošanas vieta

Pamatojoties uz 1.tabulas datiem, autore veica secinājumu, ka vislabākais metadatu salikums ir Latvijas Nacionālā muzeju krājumu kopkatalogam, tajā iekļautā metadatu informācija daļēji atbilst *CIDOC* standartam, kas ir vērtējami pozitīvi. Autore tālākajā darba gaitā izmantos šo metadatu salikumu, lai veiktu Latgales tematisko ciemu kultūrmantojuma datu ievadišanu *DSpace - GLAM* sistēmā.

2.tabulā ir apkopoti metadatu paraugi, par piemēru tika ņemts amatnieka Valda Grebeža kolekcijas eksponāti, kurš ir viens no Tematiskā ciema amatniekiem.

2.tabula

Kolekcijas eksponātu apraksts

Metadati	Eksponāta metadati	Attēls
1	2	3
Virsraksts vai nosaukums	<i>Eļļas spiede</i>	
Autors vai darinātājs	<i>Valdis Grebežs</i>	
Priekšmeta tips	<i>Keramiska glezna</i>	
Izgatavošanas datums/gads	<i>2000.g.</i>	
Kolekcija	<i>Tautas</i>	
Priekšmeta apraksts		
Materiāls	<i>Māls, āda, koka rāmis.</i>	

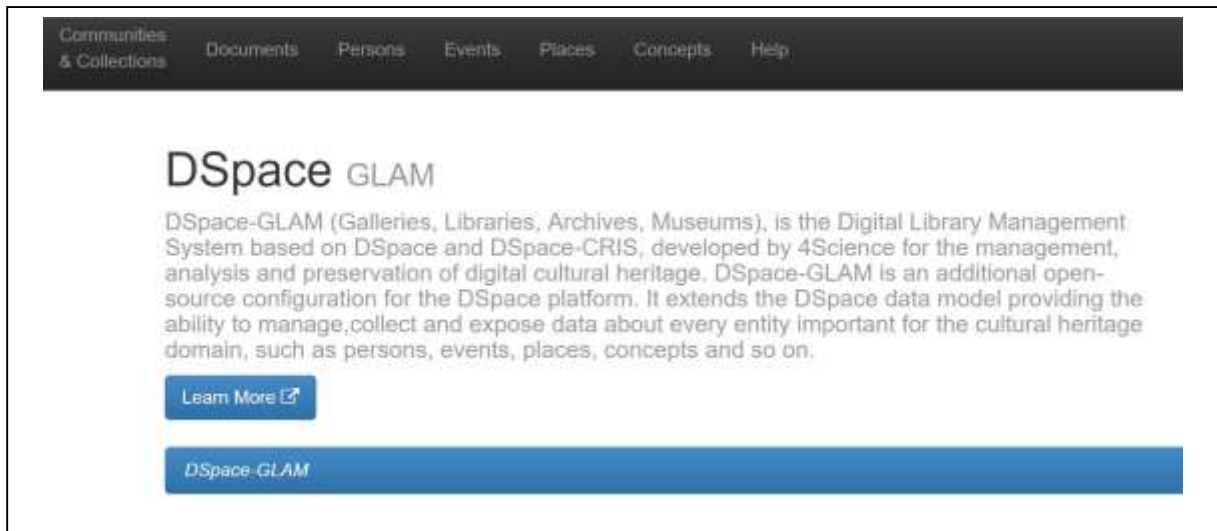
1	2	3
Virsraksts vai nosaukums	<i>Ķirbis</i>	
Autors vai darinātājs	<i>Valdis Grebežs</i>	
Priekšmeta tips	<i>Dārza dekors</i>	
Izgatavošanas vieta	<i>Višķu amatnieku ciems</i>	
Izgatavošanas datums/gads	<i>2011.g.</i>	
Kolekcija	<i>Dārzs</i>	
Priekšmeta apraksts		
Materiāls	<i>Gāzbetons, fasādes krāsa</i>	
Virsraksts vai nosaukums	<i>Alus meistars</i>	
Autors vai darinātājs	<i>Valdis Grebežs</i>	
Priekšmeta tips	<i>Koka skulptūra</i>	
Izgatavošanas vieta	<i>Višķu amatnieku ciems</i>	
Izgatavošanas datums/gads	<i>2012.g.</i>	
Kolekcija	<i>Koks</i>	
Priekšmeta apraksts		
Materiāls	<i>Apses koksne, impigrants.</i>	
Virsraksts vai nosaukums	<i>Meitene</i>	
Autors vai darinātājs	<i>Valdis Grebežs</i>	
Priekšmeta tips	<i>Keramiska glezna</i>	
Izgatavošanas vieta	<i>Višķu amatnieku ciems</i>	
Izgatavošanas datums/gads	<i>2014.g.</i>	
Kolekcija	<i>Audums + māls</i>	
Priekšmeta apraksts		
Materiāls	<i>Māls, audumi, koka rāmis.</i>	

Rezultāti un to izvērtējums

Veicot metadatu analīzi, ir izveidoti aprakstošo datu komplekti, kas būs jāizmanto jaunajā sistēmā. Jauniegtais metadatu komplekts būs atbilstošs gan Nacionālā muzeju krājumu kopkatalogam, gan *CIDOC* standartam.

Kultūrmantojuma repozitorijs tiks veidots *DSpace - GLAM* platformā, kas ļauj nodrošināt elastīgu datu modeli jeb izveidot atbilstošus aprakstošos laukus tieši katram muzeju, tematisko ciemu eksponātam. *DSpace - GLAM* ir izveidota atbilstoši visiem standartiem. Eksponāti var būt publiski – apskatāmi ikvienam – vai privāti. – redz tikai administrators. Tematisko ciematu mērķis ir popularizēt latgaliešu izsenās vērtības un prasmes, tāpēc lielākā daļa eksponātu būs pieejami visiem skatītājiem. Režīms “privāts” var noderēt eksponentu izveides sākumā, kamēr tas vēl nav pieejamas reālajā vidē, tas būtu kā sagatavošanās posms pirms publicēšanas.

“*DSpace*” pamatā ir *BSD (Berkeley Software Distribution)* licence, kas ļauj pielāgot un paplašināt programmatūru pēc lietotāju vajadzībām un ietver *Dublin Core* metadatu standartu, kas atbilst *Open Archives Initiative* nosacījumiem [10]. Sistēma atbalsta daudzvalodību, kas ir nepieciešams šajā gadījumā, jo lietotājiem informāciju vēlamā attēlot latviešu, angļu, krievu, vācu valodā un latgaliešu dialektā. Šī platforma ir īpaši ērta, jo datu modeli var sagatavot programmas “*Excel*” failā (*XLS*) un importēt sistēmā. 1.attēlā ir attēlota *DSpace-GLAM* sistēmas saskarne, pēc šī parauga ir jāveido kultūrmantojuma repozitorijs.



1.attēls. *DSpace – GLAM* sistēmas saskarne [4]

Sistēmas pamatā ir *MVC (Model-View-Controller)* Modelis – Skats - Kontrolieris arhitektūras šablons. Bibliotēku un informācijas zinātnē salīdzinoši jauns termins ir **tīmekļa vietņu rasmošana** (angļu val. – *Web harvesting*) – “automatizēta internetā pieejamo tiešsaistes publikāciju vākšana un arhivēšana” [11] *DSpace – GLAM* nodrošinās datu savākšanu no citiem arhīviem, kas atvieglos lietotāju datu ievadi un iegūšanu.

Pētījumā iegūtie rezultāti būs pamats tālākai kultūrmantojuma repozitorija izstrādāšanai un ieviešanai. Darba gaitā tiks izstrādāta repozitorija specifikācija un projektējuma apraksts, pēc šiem dokumentiem arī tiks veidota nepieciešamā sistēma.

Secinājumi

1. Latgales tematiskie ciemi ir nozīmīgs reģionālās attīstības resurss, kuriem vēl joprojām nav kopējas informācijas sistēmas. Ar šo pētījumu ir uzsākts darbs pie kultūrmantojuma repozitorija izstrādes un ieviešanas.
2. Ontoloģiju izmantošana kultūrmantojuma jomā ļauj attēlot objektus un to īpašību hierarhiju, tas mašīnām un cilvēkiem atvieglo meklēšanu globālajā tīmeklī.
3. *DSpace – GLAM* dos iespēju ilgtspējīgai Latgales tematisko ciemu eksponātu glabāšanai digitālā formātā. Izmantojot *DSpace - GLAM*, būs iespēja apkopot, apstrādāt, ievietot un attēlot informāciju visā pasaulē.
4. Pētījuma gaitā iegūtie dati un rezultāti, ļauj definēt nepieciešamo metadatu komplektu eksponātu grupām, kas tiks ievadītas izveidotajā kultūrmantojuma repozitorijā.
5. *DSpace – GLAM* nodrošina elastīgu datu modeli, kas atvieglos tematisko ciemu eksponātu aprakstīšanu. Datu modeli var sagatavot programmas “*Excel*” failā (*XLS*) un importēt sistēmā.
6. Repozitorija saskarnes ir jānodrošina latviešu, angļu, krievu, vācu valoda, kā arī latgaliešu dialekts.
7. *DSpace - GLAM* pamatā ir *MVC* arhitektūras šablons, kas ir pietiekoši ērti lietojams un maināms, atbilstoši lietotāju vēlmēm.
8. *DSpace – GLAM* nodrošinās datu savākšanu no citiem arhīviem ar rasmotāja palīdzību, tas atvieglos lietotāju datu ievadi un iegūšanu.
9. Pētījumā iegūtie rezultāti būs pamats tālākai kultūrmantojuma repozitorija izstrādāšanai un ieviešanai.

Summary

In the Latgale region work craftsmen and Thematic villages (LTC). The Latgale handicraft workshops and LTC are local cultural heritage. The cultural heritage is an important resource for regional progression, but the information about this are not easily accessible to interested tourists and employees.

According with the purpose of the work, the article authors develop cultural heritage objects database, which would store digital objects, such as documents, articles, images, 3D virtual, images, video. The Cultural heritage repository should provide connection to other databases.

To create the metadata module, the authors an analysis standard of cultural heritage and 2 digital museum metadata by comparing descriptive data. In work the authors compare the metadata formats from the Latvian National Museum Catalogue, The History Museum in Sweden and the CIDOC standard. Based on the results, was concluded that he best combination of metadata is the Latvian National Museum Catalogue and the CIDOC standard.

The cultural heritage repository will be created on the DSpace - GLAM platform, which are flexible and extensible data model it means allow creating appropriate descriptive fields for each exhibit of museums. DSpace - GLAM is free open source platform for Cultural Heritage Data Management, compliant with open standards. The system supports multilingualism, which is necessary in this case, information needed to display in Latvian, English, Russian, German and Latgalian dialect. Data model configuration can be imported from XLS files. DSpace - GLAM will provide data collection from other archives.

The results of the study will be the basic for further development and implementation of the Cultural heritage repository.

Literatūra

1. "Akadēmiskā terminu datubāze AkadTerm". [Tiešsaiste]. Pieejams: <http://termini.lza.lv/term.php?term=repozitorijs&lang=LV> [Skatīts: 22-apr-2018].
2. "ISO STANDARTS ISO 21127:2006", Standartizācijas birojs, 2010.
3. Damiano Rossana, Lombardo Vincenzo, Lieto Antonio, un Borra Davide, "Exploring cultural heritage repositories with creative intelligence. The Labyrinth 3D system", *Entertainment Computing*, 2016. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875952116300167#!> [Skatīts: 17-apr-2018].
4. "DSpace GLAM". [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://dspace-glam.4science.it/>. [Skatīts: 17-apr-2018].
5. nacionala-identitate, "MATERĪLAIS KULTŪRAS MANTOJUMS". [Tiešsaiste]. Pieejams: <http://nacionala-identitate.lv/materialais-kulturas-mantojums/>. [Skatīts: 18-apr-2018].
6. J. Smaļinskis, "Mūsdienīgs, veiksmīgs un pieprasīts kultūras mantojuma produkts, lauku tūrismā." [Tiešsaiste]. Pieejams: https://www.celotajs.lv/cont/proj/Interreg_IVA-Heritage_Tourism/Prezentācijas/Kulturas_mantojums_piemeri.pdf [Skatīts: 18-apr-2018].
7. "NACIONĀLĀ MUZEJU KRĀJUMA KOPKATALOGS". [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.nmkk.lv/>. [Skatīts: 18-apr-2018].
8. Navarete Trilse un Ouens Džons Makenzijs, "Muzejs kā informācijas telpa: metadati un dokumentēšana". [Tiešsaiste]. Pieejams: http://www.muzeologija.lv/sites/default/files/muzejs_ka_informacijas_telpa.pdf [Skatīts: 22-apr-2018].
9. Damova Mariana un Dannells Dana, "Reason-able View of Linked Data for Cultural Heritage", *Advances in Intelligent and Soft Computing*, 2011. [Tiešsaiste]. Pieejams: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-23163-6_3. [Skatīts: 18-apr-2018].
10. Rampāne Ilga, "Akadēmiskas institūcijas repozitārija veidošana : Latvijas Universitātes bibliotēkas pieredze", *Bibliotēku Pasaul.*, lpp. 52.-55, 2012.
11. Dankova Margarita, "Timekļa vietņu rasmošana", 2011. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://lbbjss.wordpress.com/2011/09/21/rasmosana/>. [Skatīts: 22-apr-2018].

DIGITALIZĀCIJAS PROCESS LATVIJAS BANKU SEKTORĀ 2012-2020 DIGITALIZATION PROCESS IN LATVIA BANKING SECTOR 2012-2020

Autores: **Irīna GUTOROVA**, e-mail: irina.gutoorva@inbox.lv, phone: +371 26478014

Elva Kristiāna BORISOVA, e-mail: elva_borisova@inbox.lv, phone +371 29354177

Zinātniskā darba vadītājs: **Dr.sc.ing. Sergejs Kodors**, e-mail: sergejs.kodors@rta.lv

Rēzeknes tehnoloģiju akadēmija

Atbrīvošanas aleja 115

Abstract: *This article is related with digitalization process in Latvia banking sector 2012-2020. The main guideline of the article is assumption that bank clients prefer to use internet neither to come directly into a bank for consultations. In computer age, everything can be done using smartphones and other gadgets, therefore it is easier to find answers to questions using assisting software. The European Union has passed out new directive, that appoints to give a possibility for citizens to complete all their payments in faster, simpler and more convenient way, as well as to promote the development of innovations, at the same time improving the safety of payments and standardize the payment systems all around the Europe. This article points out that mobile applications take a big part in every day of bank clients' lives, therefore there is an proposal to create a consolidated internet bank and the mobile "wallet", which would allow to access bank accounts, which are in different banks, that is fast and effectively solution based on software usage. As a result, there is digitalization process in banking sector not only in Latvia but in Europe as well.*

Keywords: *digitalization, bank, application, internet bank.*

Ievads

1999.gadā Bills Geitss savā grāmatā „Business gaismas ātrumā” (*“Business @ the Speed of Thought”*) rakstīja, ka cilvēki maksās rēķinus un pārvaldīs savas finanses izmantojot internetu [1]. Uz doto brīdi ir 2018.gads un tiešām tā ir – mēs izmantojam bankas pakalpojumus, maksājam ikdienās, kā arī gadījuma rēķinus un pārvaldām savas finanses internetā, izmantojot datoru, kā arī mobilo telefonu.

Latvijas iedzīvotāji aktīvi izmanto finanšu pakalpojumus un saskaņā ar Pasaules bankas veikto pētījumu 90% iedzīvotājiem virs 15 gadiem ir atvērts konts kādā no bankām [6].

Var spriest, ka internetbankas attīstība sākās no prastām opcijām, tādām kā apskatīt konta bilanci vai samaksāt rēķinu par pakalpojumu, piemēram, par komunālajiem maksājumiem, pat līdz šodienai ir attīstījies pakalpojums līgumu parakstīšanai internetbankā. Šobrīd, izmantojot internetbanku, klientam ir iespēja pieteikties un izmantot gandrīz jebkuru bankas pakalpojumu, neapmeklējot bankas filiāles, kas vienkāršo savu finanšu pārvaldi ikdienās ekonomējot laiku citiem nolūkiem. Kā arī tuvākajā nākotnē, iespējams jau šogad, no vienas internetbankas būs iespējs pārvaldīt visus savus kontus pārējās Latvijas bankās, bet varbūt pēc diviem, trim gadiem arī Eiropas bankās.

Pētījuma objekti un metodes

Pētījuma uzdevums veikt analīzi par digitalizācijas procesu banku sektorā Latvijā, periodā sākot no 2012.gada līdz 2020. gadam. Pētījumā tiek izmantota **monogrāfiskā jeb aprakstošā metode**.

Pētījums pamatojas uz statistikajiem datiem par periodu sākot no 2012.gada līdz 2017.gadam ieskaitot, kurus publisko Latvijas komercbanku asociācija. Banku sektorā digitalizācijas attīstības prognozes sastādītas līdz 2020.gadam, pamatojoties uz esošiem datiem.

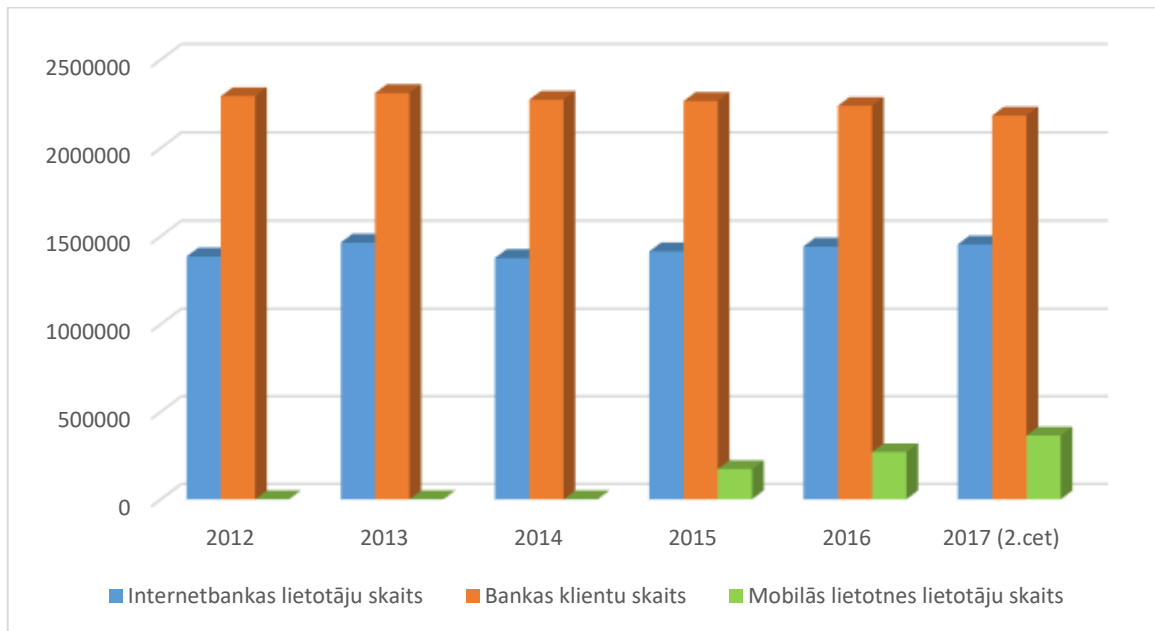
Rezultāti un vērtējums

Autores secina, kā kopējais banku klientu skaits Latvijā 2017.gada vidū, pēc LKA (Latvijas komercbanku asociācija) datiem, bija 2,18 milj. banku klienti, kas ir par ~110 tūkstošiem klientu mazāk nekā 2012.gada beigās sk. 1. attēlu. Tas nozīmē, ka kopējais banku klientu skaits samazinās katru gadu. Pamatojums tam – šajos gados bija izmaiņas banku sektorā,

<http://dx.doi.org/10.17770/het2018.22.3640>

tika likvidētās AS “Krājbanka”, pārstrukturēta VAS “Hipotēku banka”, nestabila situācija AS “Parex banka” (šobrīd AS “Citadele bank”).

Internetbanku lietotāju skaits Latvijā 2017.gada vidū, pēc LKA (Latvijas komercbanku asociācija) datiem, bija 1,45 miljoni banku klientu, kas ir par ~70 tūkstošiem klientu vairāk nekā 2012.gada beigās sk.1.attēlu. Respektīvi, banku klientu skaits samazinās, bet internetbankas lietotāju skaits palielinās, pamatojums tam visam, ka klienti ar katru gadu aktīvāk izmanto digitālo risinājumu savu finanšu pārvaldībai. Ja 2012.gadā internetbanku lietoja 60%, tad 2017.gada vidū tas jau sasniedza 67%, piecu gadā laikā internetbanku lietotāju skaits palielinājies par 5% (sk. 2. attēlu).

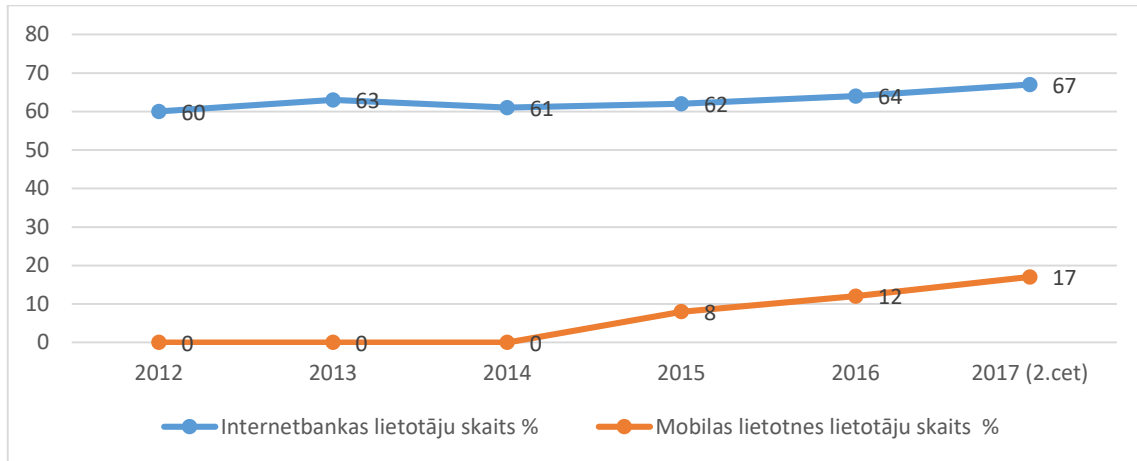


1. attēls. Bankas klientu, internetbankas un mobilās lietotnes lietotāju skaits Latvijā [2]

Ja saglabāsies esošā tendence, internetbankas lietotāju skaits līdz 2020.gadam var pieaugt līdz 70% (vidēji katru gadu ir pieaugums par 1%, bet 2017.gada par 6 mēnešiem pieaugums sastādīja pat 3% procenti), kas ir krietni vairāk no kopējā banku klientu skaita, jo ar katru gadu samazinās bankas filiāļu skaits un bankas ar katru dienu aktīvāk piedāvā digitālus risinājumus.

2015.gada tirgū ienāca jaunā tendence banku sektorā – mobilās lietotnes. 2014.gadā Latvijā bankas vēl nepiedāvāja mobilās lietotnes, bet 2 gadu laikā mobilās lietotnes attīstījās ļoti strauji. Divu gadu laikā to sāka izmantot 12% no kopēja klientu skaita, bet 2017.gadā 6 mēnešu laikā skaits palielinājies par 5% un sasniedza 17% (sk. 2. attēlu) un ar katru dienu vairāk un vairāk klientu sāk izmantot mobilās lietotnes.

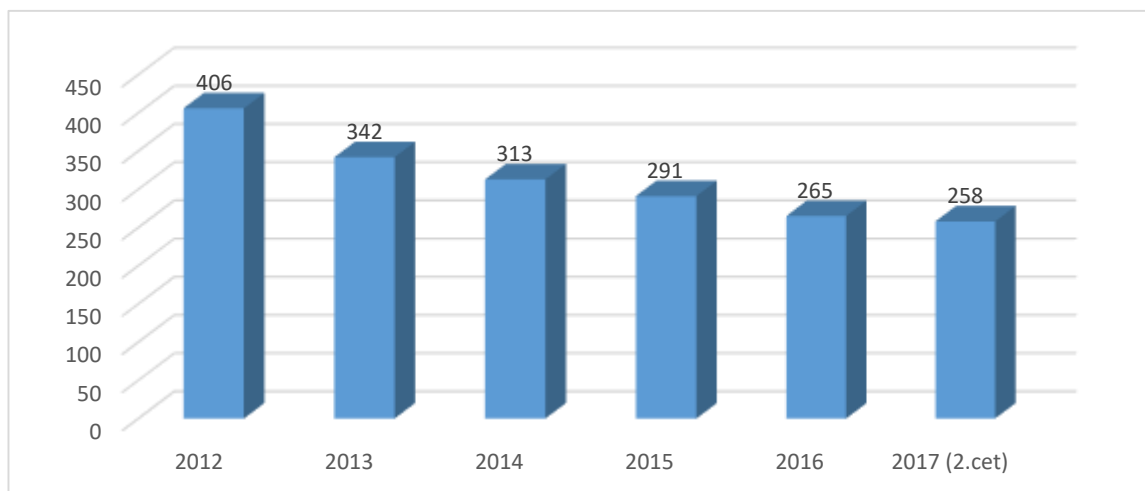
Ja saglabāsies esošā tendence, mobilās lietotnes lietotāju skaits līdz 2020.gadam var pieaugt līdz 42 % (vidēji katru gadu ir pieaugums par 6%, bet 2017.gada par 6 mēnešiem pieaugums bija par 5 %) vai krietni vairāk no kopēja banku klientu skaita, jo ar katru gadu vairāk un vairāk sāk izmantot viedtālruni un bankas ar katru dienu aktīvāk piedāvā digitālus risinājumus.



2. attēls. Internetbankas un mobilās lietotnes lietotāju skaits % no kopēja klientu skaitā [2]

Klienti izvēlas internetbanku un bankas dara visu, lai pielāgotos savu klientu vēlmēm, kas 20 gadu laikā ir pilnībā mainījušies. Ilustrējot situāciju ar skaitļiem – 1998.gadā filiālēs norēķinus veica 90% klientu, bet internetbankā vien nedaudz vairāk kā 10%. Savukārt 2013.gadā šī proporcija bija apmēram 5% un 95%. Tieši tāpēc banku filiāļu skaits pēdējā laikā ir samazināts, jo aizvien pieaug to klientu skaits, kas izmanto bankas pakalpojumus internetā, tāpēc bankām par prioritāti kļuvusi elektronisko pakalpojumu klāsta papildināšana un uzlabošana.

No 2012.gada līdz 2017.gadam 2.ceturksnim banku klientu apkalpošanas centru skaits Latvijā ir samazinājies no 406 centriem līdz 258 centriem (sk. 3. attēlu). Piecu gadu laikā slēgti 148 klientu apkalpošanu centri, kas sastāda 36% no kopēja skaita.



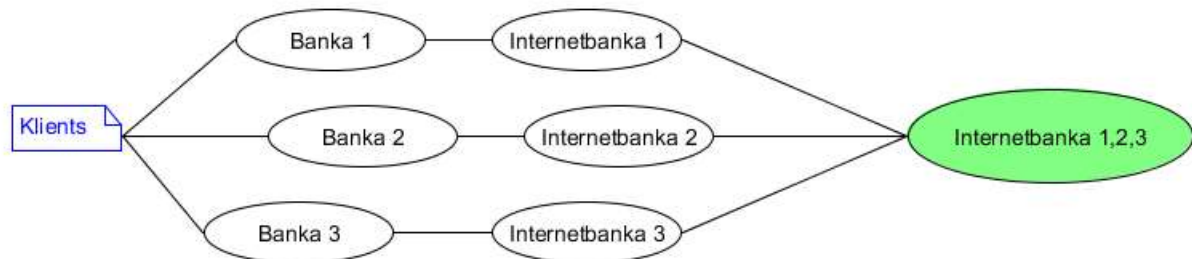
3. attēls. Klientus apkalpojošo centru (filiāļu, norēķinu grupu) skaits [2]

Internetbankas pakalpojumus Latvijā piedāvā katra banka, šobrīd Latvijā darbojas 16 bankas, bet mobilās lietotnes 2016.gada beigās piedāvāja tikai 8 bankas.

AS “Swedbank” valdes loceklis, Baltijas Klientu servisa kompetenču centra vadītājs Ģirts Bērziņš komentē digitalizāciju, “kā pašlaik privātpersona apmeklē internetbanku vidēji trīs, četras reizes mēnesī, savukārt, aktīvi mobilās lietotnes izmantotāji to lieto 20 un vairāk reizes mēnesī. Bankai, kā pakalpojuma sniedzējai, tā ir izcila iespēja, jo klients komunicē. Taču pakalpojuma sniedzējiem mobilajā vidē jāpasniedz jauna attīstības pakāpe, jāsaprot un jāpiedāvā klientiem visprecīzāk piemērotais risinājums. Jāpiedāvā tik daudz informācijas, cik var parādīt ekrānā. Šī kanāla attīstībā jāveic papildu ieguldījumi, pakalpojumi vēl vairāk jāvienkāršo” [7].

Tehnoloģijas un likumdošanas prasības nestāv uz vietas. 2018.gadā stājās spēkā ES “Otrā maksājumu pakalpojumu direktīva” (*PSD2 Payment Services Directive*). Direktīvas galvenais mērķis ir sniegt iespēju iedzīvotājiem ātrāk, ērtāk un vienkāršāk veikt elektroniskus norēķinus par precēm un pakalpojumiem, kā arī veicināt inovāciju attīstību, vienlaikus uzlabojot maksājumu drošību un standartizējot maksājumu sistēmas visā Eiropā. Galvenā prasība bankām ir dalīties ar datiem, lai tos var izmantot (pēc klientu vēlmes) arī citi uzņēmumi, piedāvājot savus finanšu pakalpojumus. Papildus, sekojot tendencēm finanšu pasaulē un klientu prasībām, bankas izvērtē plašākas sadarbības iespējas arī ārpus *PSD2* noteiktajiem pakalpojumiem [4].

Plānotie jaunie pakalpojumi dos iespēju iedzīvotājiem vienkopus un uzreiz saņemt informāciju par visiem saviem kontiem (un arī to saturu), tādējādi iegūstot iespēju labāk plānot savas finanses. Iedzīvotājiem, kuriem ir konti vairākās bankās, lai saņemtu informāciju par saviem kontiem, pašlaik būtu secīgi jāpieslēdzas katras konkrētās bankas internetbankai. Gadījumos, kad ir nepieciešams apzināt klienta finanšu stāvokli visos kontos, to nav iespējams izdarīt konsolidētā veidā, par visiem kontiem, visās bankās kopā (sk. 4. attēlu, autoru veidots). Kontu informācijas pakalpojumu sniedzēji, iegūstot piekļuvi attiecīgā klienta kontiem, varēs nodrošināt konsolidēto informāciju par visiem klienta kontiem, kuri atvērti dažādās iestādēs. Būtiski ir tas, ka visi šie piedāvātie pakalpojumi būs droši un uzticami, jo jaunie pakalpojumu sniedzēji tiks licencēti un uzraudzīti, savukārt, datu apmaiņa būs kontrolēta un regulēta.



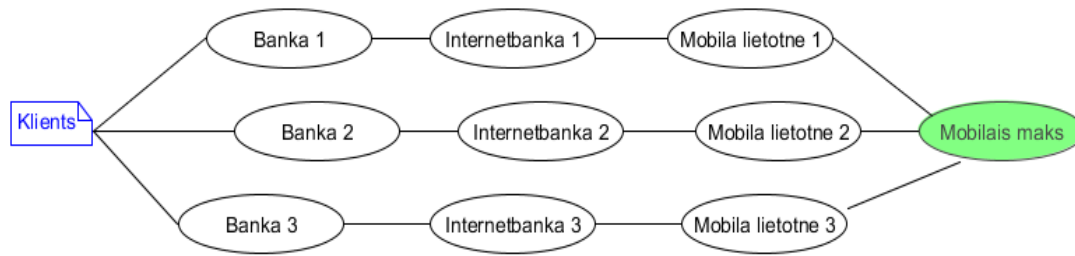
4.attēls. Konsolidēta internetbanka

Tirgū ienāks jauni spēlētāji un jaunie maksājumu pakalpojumu sniedzēji rada zināmu konkurenci bankām. Bet, no otras puses, patērētājam tas būs tikai ieguvums, jo tiks piedāvāti inovatīvi un mūsdienīgi risinājumi, kas vienkāršos patērētāja ikdienu un veicinās pozitīvu finanšu pakalpojumu izmantošanas pieredzi [3].

Finanšu sektorā pakalpojuma veids saucas “*Open banking*” – revolūcijā digitālo datu apmaiņā.

Izmantojot digitālus risinājumus var secināt, kā mūsdienās mobilās lietotnes jau sniedz iespēju pārskatīt un pieprasīt naudas līdzekļus citam lietotājam divu sekunžu laikā, zinot tikai otra lietotāja telefona numuru. Un jauni risinājumi parādās katru dienu.

Šobrīd jau ir izstrādes procesā inovatīvi risinājumi, piemēram, *Paytailor* izstrādā iespēju apmaksāt pirkumus tirdzniecības vietās, internetveikalos un pašapkalpošanās punktos ar mobilajiem maksājumiem. Jaunu risinājumu plāno izstrādāt sadarbojoties ar AS “SEB bank”. Inovatīvais uzņēmums plāno izstrādāt jaunu tiešo maksājumu konceptu, kas atvieglos dzīvi tūkstošiem lietotāju, kas vēlas apmaksāt pirkumus ar mobilo tālruni. Pateicoties *Open Banking* iespējām, lietotāji varēs pievienot bankas kontus mobilajam “makam” un viņiem vairs nevajadzēs izmantot vairākas maksājumu kartes. 5. attēlā (izveidoja autores) var redzēt kā tās darbosies [5].



5. attēls. Mobilais “maks”

Autores secina, ka pirms 10 gadiem apkalpošanā banku filiālēs pakāpeniski sāka izmantot internetbankas kanālus, šobrīd tie ir 67 % lietotāju. 2015.gadā banka sāka ieviest mobilās lietotnes un 2,5 gadu laikā lietotāju skaits ir 17 % no visiem banku klientiem. Šobrīd izstrādes procesā ir jaunas tehnoloģijas un jaunās iespējas. Iespējams tuvākajā laikā, izmantojot banku pašapkalpošanās kanālus, mobilie telefoni pilnībā aizvietos datoru, ko nodrošinās viena mobilā lietotne. Lietotājs varēs no vienas lietotnes pilnībā pārvaldīt savas finanses visās bankas, kur ir norēķinu konti.

Arī starptautiski eksperti no “Deloitte” uzskata, ka līdz 2020.gadam digitāli risinājumi banku sektorā būs svarīgs risinājums klientu apkalpošanā. Eksperti uzskata, ka banku sektors attīstīsies ar jaunām inovatīvam tehnoloģijām, mākslīgo intelektu, obotiem un *Fintech* (finanšu tehnoloģiju uzņēmums) risinājumiem [8].

Secinājumi

1. Digitalizācija noved banku sfēru pie tā, ka klients pats sevi pilnvērtīgi var apkalpot, izmantojot internetbanku vai mobilo lietotni. Banku filiāles un apkalpošanas centri nepieciešami, lai sniegtu konsultācijas sarežģītos jautājumus. Kā arī jau daudzas bankas izmanto tiešsaistes konsultācijas (pielietojot rīku *Skype*, piemēram, www.seb.lv), kā arī izstrādes procesā klientu apkalpošanas sfērā, izmantot mākslīgo intelektu.
2. Šobrīd visstraujāk attīstās tehnoloģijas, kuras strādā mobilajos telefonos. Jo telefonu mēs izmantojam ik stundu kā piezīmju grāmatiņu, kā fotoaparātu utt., kā arī svarīgu lomu spēlē mobilās lietotnes izmantošana un viena no tām ir bankas lietotne. Faktu apstiprina dati - ar katru gadu mobilas lietotnes skaits ļoti strauji pieaug. Banku sektorā pakalpojumu izmantošanā no 2012-2020.gadam ceļu aizveda no filiāles līdz mobilajām telefonam.
3. Pateicoties jaunai direktīvai, kura jau stājas spēkā – tirgū ienāks jauni spēlētāji, bankām palielināsies konkurence, bet klientiem būs plašāka izvēle attālināti izmantot banku pakalpojumus.
4. Iespējams tuvākajā laikā, izmantojot banku pašapkalpošanās, mobilie telefoni pilnībā aizvietos datoru, ko nodrošinās viena mobilā lietotne. Lietotājs varēs no vienas lietotnes pilnībā pārvaldīt savas finanses visās bankas, kur ir norēķinu konti. Šī kanāla attīstībā jāveic papildus ieguldījumi, pakalpojumi vēl vairāk ir jāvienkāršo.

Kopsavilkums

Šis raksts galvenokārt ir balstīts uz digitalizācijas procesu Latvijas banku sektorā no 2012.gada līdz 2020.gadam. Kā galvenā vadlīnija ir uzsvērtā tā, ka banku klienti ar vien vairāk sāk izmantot internetbankas, nevis ierodas bankā uz konsultācijām. Tehnoloģiju gadsimtā viss notiek ar mobilo lietotņu palīdzību, līdz ar to banku klientiem ir vieglāk jautājumus atrisināt attālināti ar mobilo lietotņu palīdzību. Digitalizācija noved banku sfēru pie tā, ka klients pats sevi pilnvērtīgi var apkalpot, izmantojot Internetbanku vai mobilo lietotni. Banku filiāles un apkalpošanas centri nepieciešami, lai sniegtu konsultācijas sarežģītos jautājumus. Kā arī jau daudzas bankas izmanto tiešsaistes konsultācijas (pielietojot rīku *Skype*, piemēram www.seb.lv), kā arī izstrādes procesā klientu apkalpošanas sfērā, izmantot mākslīgo intelektu.

Eiropas Savienībā ir izdota jauna direktīva, kas nosaka sniegt iespēju iedzīvotājiem ātrāk, ērtāk un vienkāršāk veikt elektroniskus norēķinus par precēm un pakalpojumiem, kā arī veicināt inovāciju attīstību, vienlaikus uzlabojot maksājumu drošību un standartizējot maksājumu sistēmas visā Eiropā. Pateicoties jaunai direktīvai, kura jau stājas spēkā – tirgū ienāks jauni spēlētāji, bankām palielināsies konkurence, bet klientiem būs plašāka izvēle attālināti izmantot banku pakalpojumus. Mobilās lietotnes ieņem lielu lomu katra bankas klienta ikdienā, līdz ar to kā priekšlikums ir izstrādāt konsolidēto internetbanku un mobilo “maku”, kas ļautu mobilās lietotnes lietotājiem ātri un efektīvi pārvaldīt savus bankas kontus, kas ir atvērti dažādās bankās. Šobrīd visstraujāk attīstās tehnoloģijas, kuras strādā mobilajos telefonos. Jo telefonu mēs izmantojam ik stundu kā piezīmju grāmatiņu, kā fotoaparātu u.t.t., kā arī svarīgu lomu spēlē mobilās lietotnes izmantošana un viena no tām ir bankas lietotne. Faktu apstiprina dati - ar katru gadu mobilas lietotnes skaits ļoti strauji pieaug. Līdz ar to notiek digitalizācijas process banku sektorā ne tikai Latvijā, bet arī Eiropā.

Literatūras un avotu saraksts

1. <http://rus.delfi.lv/techlife/obzory/10-predskazanij-billa-gejtsa-iz-1999-goda-kotorye-sbylis-s-shokiruyuschej-tochnostyu.d?id=49386635> [Piekļuve 14.03.2018]
2. <https://www.lka.org.lv/nozares-dati/produkti-un-pakalpojumi/> [Piekļuve 14.03.2018]
3. <https://www.bank.lv/component/content/article/629-aktualas-temas/maksajumi-latvija-un-pasaule/11135-elektronisko-maksajumu-digitala-transformacija-un-otra-maksajumu-pakalpojumu-direktiva-no-iedzivotaju-skatu-punkta?Itemid=201> [Piekļuve 14.03.2018]
4. [https://www.seb.lv/jaunumi/2017-11-21/seb-banka-atklajusi-open-banking-platformu?field_news_category_tid\[0\]=5001&date_filter\[value\]\[year\]=2017&date_filter\[value\]\[month\]=11](https://www.seb.lv/jaunumi/2017-11-21/seb-banka-atklajusi-open-banking-platformu?field_news_category_tid[0]=5001&date_filter[value][year]=2017&date_filter[value][month]=11) [Piekļuve 14.03.2018]
5. [https://www.seb.lv/jaunumi/2018-02-14/seb-bankas-un-garage48-hakatona-dalibnieki-gatavo-revoluciju-digitalo-datu?field_news_category_tid\[0\]=5001&date_filter\[value\]\[year\]=2018&date_filter\[value\]\[month\]=2](https://www.seb.lv/jaunumi/2018-02-14/seb-bankas-un-garage48-hakatona-dalibnieki-gatavo-revoluciju-digitalo-datu?field_news_category_tid[0]=5001&date_filter[value][year]=2018&date_filter[value][month]=2) [Piekļuve 14.03.2018]
6. <http://www.investeriga.lv/finansu-nozares-sasnigumi-digitalas-transformacijas-joma-un-inovativu-risinajumu-ieviesana/> [Piekļuve 15.03.2018]
7. <https://ecomedia.lv/eksperts-banku-pakalpojumi-parcelas-uz-mobilo-vidi> [Piekļuve 16.03.2018]
8. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/in/Documents/financial-services/in-fs-deloitte-banking-colloquium-thoughtpaper-cii.pdf> [Piekļuve 03.04.2018]

E-DROŠĪBAS PROBLĒMAS UN AIZSARDZĪBAS METODES E-SAFETY PROBLEMS AND PROTECTION METHODS

Autore: **Kristiāna INKĒNA**, e-pasts: kristiana.inkena@inbox.lv, tālrunis: 26588672

Zinātniskā darba vadītājs: **Sergejs Kodors, Dr.sc.ing.**, sergejs.kodors@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. *E-security is the protection of all data stored on computer networks and computer systems against damage, loss or unauthorized access. E-security, based on the definition, is all that can be related to the safe use of the Internet, personal knowledge and behavior, and ethics on the Internet.*

There are examined following threats to websites - the leakage of information, cross-site scripting attacks, injection, unsafe direct object reference, CSRF, security configuration errors, unsafe cryptographic repository, and redirection and transmission without validation.

The author reviews the cyber attacks recorded in Latvia during this year, as well as statistics on recorded incidents during the last year.

The final chapter of the work provides a table that summarizes methods and tools for protecting websites from attacks.

Keywords: *cyber security, e-safety problems, e-safety protection methods.*

Ievads

Drošība e-vidē ir visa datortīklos un datorsistēmās uzglabāto datu aizsardzība no bojājumiem, zaudēšanas vai nesankcionētas piekļuves. E-drošība, balstoties uz definīciju, ir viss, ko var saistīt ar droši interneta izmantošanu, personas zināšanām un rīcībām, kā arī ētiku interneta vidē. Tehnoloģiskā datu aizsardzība, kā, piemēram, programmatūras, vīrusu aizsardzība, ir definējama kā e-aizsardzība.

Jebkurš uzbrukums datiem, sākotnēji tiek izplānots. Uzbrukumu princips parasti ir sekojošs – tiek izpētīta esošā situācija, tiek veikta skanēšana, tiek iegūta piekļuve, piekļuve tiek izmantota un beigās tiek slēptas pēdas par uzbrukumu. [1]

Darba mērķis ir izvērtēt pastāvošos draudus tīmekļa vietnēm un apskatīt drošības risinājumus, kā arī izpētīt statistiskos datus par drošības incidentiem Latvijā.

Internets ir kā platforma, kurā notiek milzīga informācijas aprīte, un ja informācija nav speciāli šifrēta, tā var nonākt tādu personu rokās, kas to var izmantot ļaunprātīgi. Īpaši augsts risks ir gadījumā, kad personas izmanto bezvadu tīklu – atrodoties signāla zonā, šos datus var pārtvert teju ikviens ļaundaris.

Mūsdienās aktuālākie interneta vidē pastāvošie draudi tīmekļa vietnēm ir šādi:

- Informācijas noplūde
- Starpvietņu skriptošanas (XSS) uzbrukumi
- Injekcijas
- Nedroša tiešā objektu norāde
- *CSRF*
- Drošības konfigurācijas kļūdas
- Nedroša kriptogrāfiskā glabātuve
- Novirzīšana un pārsūtīšanas bez validācijas. [2]

Materiāli un metodes

Darbā izmantota monogrāfiska jeb aprakstoša metode, darbam izmantoti statistiskie dati no Informācijas tehnoloģiju drošības incidentu novēršanas institūcijas „CERT.LV”.

Draudi tīmekļa vietnēm

Informācijas noplūde un nekorekta sesiju pārvaldība apdraud visus uzņēmumus, kuriem ir tīmekļa vietne, kurā reģistrējas klienti. Izmantojot trūkums autentifikācijas procesā, uzbrucējs

var izlikties par citu lietotāju un tādā veidā var iespaidot citu personu kontus. Tiklīdz uzbrucējs ir ieguvis pieeju svešam kontam, viņš var veikt nelikumīgas darbības lietotāja vārdā. Visbiežāk uzbrucējs mēģina piekļūt, piemēram, sistēmas administratora piekļuvei, jo tādā veidā kaitnieciskais mērķis var tikt vieglāk sasniegts. Uzbrucēji nereti ir ne tikai anonīmi lietotāji no malas, bet arī reģistrēti lietotāji vai pat uzņēmuma darbinieki. [2]

Šāda veida draudi visbiežāk tiek īstenoti, ja uzņēmuma tīmekļa vietnei ir nepilnīga lietotāju autentifikācijas sistēma, vai arī tiek sesiju pārvaldīšanas nenotiek augstā līmenī, kas rada nepilnības, piemēram, paroles pārvaldībā, atslēgšanās no sistēmas, automātiska atslēgšanās no sistēmas pēc konkrēta neaktīva laika perioda, konta atjaunināšana, paroles atcerēšanās u.c. tamlīdzīgās jomās. [2]

Ja sesijas identifikators tiek saglabāts kā daļa no saites, tad līdz ar „<http://www.abcd.com>” pie saites parādās arī, piemēram, „AfePEYj6oBs8CWZgnlvvrKu-S-m-vFdbtmcXu_LPSbHrp” un persona, pavisam nejauši nosūta citai personai papildus informāciju – sesijas identifikatoru, pēc kura sistēmas var atpazīt lietotāju. Šādā veidā persona var nosūtīt sava profila informāciju citai personai.

Ja persona izmanto publiski pieejami datoru, un tīmekļa vietnei ir uzstādīta pārāk ilga automātiskā atslēgšanās no sistēmas, ir iespējama situācija, kad persona nepiespiež „Log Out”, tā vietā tikai aizverot pārlūkprogrammu un rezultātā nākamā persona, kura nonāk pie šī datora, bez ielogošanās un paroles sniegšanas, tiek automātiski atpazīta kā iepriekšējā persona.

XSS uzbrukums var veikt, ja tīmekļa lapai ir kāda datu ievades forma, kaut vai tikai komentāru sadaļa. Ja tīmekļa vietne nav aizsargāta pret šāda veida uzbrukumiem, uzbrucējs, ievadot tekstu, ko sastāda kods, principā saglabā tīmekļa vietnē savu programmu, kura izpildās lietotāju pārlūkprogrammās un tādā veidā uzbrucējs iegūst lietotāju datus – lietotājvārdu, paroli vai jebkādus citus datus. Šāda veida uzbrukumi sastāda lielu daļu drošības incidentu tīmekļa vietnēs un lai gan parasti mērķis ir lietotājs, ir atsevišķi gadījumi, kad cieš arī pati vietne. Šāds risks pastāv, ja tīmekļa vietnē ir ievades forma, kas ierakstus publicē bez filtrēšanas. [2]

Piemēram, ja komentāru sadaļā kāds konkurents ierakstīts komentāru ar kodu, kas nosaka paziņojuma parādīšanos, katru reizi apmeklējot lapas komentāru sadaļu, pārlūkā parādīsies uzbrucēja izvēlēts ziņojums, kas kaitēs tīmekļa vietnei un reklamēs konkurentu.

Tāpat arī ja tīmekļa vietne izmanto sīkdatnes un nav aizsargāta pret XSS uzbrukumiem, uzbrucējs var piekļūt personas datiem un tos ļaunprātīgi izmantot.

SQL injekcijas ir populārs uzbrukuma veids, ja uzbrucējs plāno uzbrukt tīmekļa vietnes datu bāzei. Tāpat kā XSS uzbrukumos, parasti tiek uzbrukts caur datu ievades formu tīmekļa vietnē, taču ne tikai – SQL injekcijas var notikt arī caur URL. Ievadītos uzbrucēja datus apstrādā datu bāze un tādā veidā uzbrucējs iegūts piekļuvi datu bāzē esošajai informācijai, to labot, dzēst, izpildīt darbības administratora vārdā. Visbiežāk šādi uzbrukumi izdodas gadījumos, ka tīmekļa vietnes ievades datus nevalidē. [2]

Nedroša tiešā objekta norāde nozīmē, ka tīmekļa lapu ģenerēšanas procesā, tiek izmantots faktiskais objekta vārds jeb atslēga. Autorizēti sistēmas lietotāji, izmainot kāda parametra vērtību, no viena sistēmas objekta, kas norāda uz nākamo sistēmas objektu, var nonākt pie tādas informācijas, kura nav lietotājam pieejama. Uzbrukums izpildās, ja tīmekļa vietne lieto neverificētus datus SQL vaicājumā. Šāda parametra izmaiņš var iespaidot visu datus, uz kuriem attiecināms izmainītais parametrs. Ja parametra vērtība ir vienkārša, kā, piemēram, burti vai skaitļi, uzbrucējs salīdzinoši viegli piekļūst veselām datu kopām. [2]

CSRF uzbrukums ir izplatīts gadījumos, kad uzbrucējs var paredzēt visas lietotāja darbības. Uzbrucējs sagatavo viltojumu – HTTP pieprasījumu un panāk, ka lietotājs to nosūta, izmantojot dažādus līdzekļus. Ja lietotājs šo darbību veic autorizējies tīmekļa vietnē, uzbrukums panāk rezultātu. Uzbrukuma rezultātā, lietotājs, pats nezinot, var veikt izmaiņas savos vai sev pieejamajos datos. [2]

Piemēram, uzbrucējs var izveidot pieprasījumu naudas pārvedumam no lietotāja konta uz upura kontu un šo pieprasījumu izvietot tīmekļa vietnē, ko regulē uzbrucējs. Gadījumā, kad

lietotājs šo vietni apmeklē, vienlaicīgi būdams autorizējies savā internetbankā, pieprasījums tiek izpildīts.

Drošības konfigurācijas kļūdas gadījumos, tīmekļa vietnes ievainojamība var izpausties gan tīmekļa serverī, gan platformā, gan programmas kodā. Uzbrukuma laikā uzbrucējs var izmantot noklusējuma kontus, neizmantotas lapas, neaizsargātus failus u.c. vietas, lai nodrošinātu sev neautorizētu piekļuvi sistēmas daļām vai datiem. [2]

Nedroša kriptogrāfiskā glabātuve var kļūt par uzbrukuma upuri, ja uzbrucējs ir sistēmas lietotājs. Ārējie uzbrucēji izvēlas citus uzbrukuma kanālus, jo ir sarežģīti atklāt vājos punktus bez pieejas. Bieži sastopama situācija, kad dati, kuriem būtu jābūt šifrētiem, netiek šifrēti, vai arī tiek šifrēti ar nedrošām atslēgām vai glabāti neatbilstošās vietās. [2]

Piemēram, uzņēmums izveido datu bāzes rezerves kopiju, šifra atslēgu saglabājot kopā ar datu bāzes kopiju. Uzbrucējs pavisam vienkārši tiek pie datu bāzes datiem.

Novirzīšana un pārsūtīšana bez validācijas nozīmē to, ka uzbrucējs izveido saiti uz drošu vietni, lietotājs noklikšķina, un nedrošas pārsūtīšanas rezultāta, uzbrucējs ir ticis garām drošības pārbaudēm. Nedrošas novirzīšanas rezultātā, uzbrucējs var atstāt lietotāja datorā programmatūras, kas darbojas ļaunprātīgos nolūkos. [2]

Ņemot vērā, ka sabiedrība kopumā paliek arvien informētāka par datu drošību interneta vidē, arī ļaunprātīgo programmu veidotāji ir spiesti mainīties un pielāgoties. Tā, piemēram, diezgan sastopama šobrīd ir *scareware* jeb latviskojot „baidatūra”. Tā ir programmatūra, kas paziņo datora lietotājam, ka dators ir nedrošs un rosina lejupielādēt programmu, kas it kā palīdzēs tikt galā ar vīrusiem. Tādā veidā uzbrucējs pierunā lietotāju lejupielādēt ļaunprātīgu programmatūra, kas pēc tam datorā veic sev vēlamās darbības. [3]

Incidentu statistika

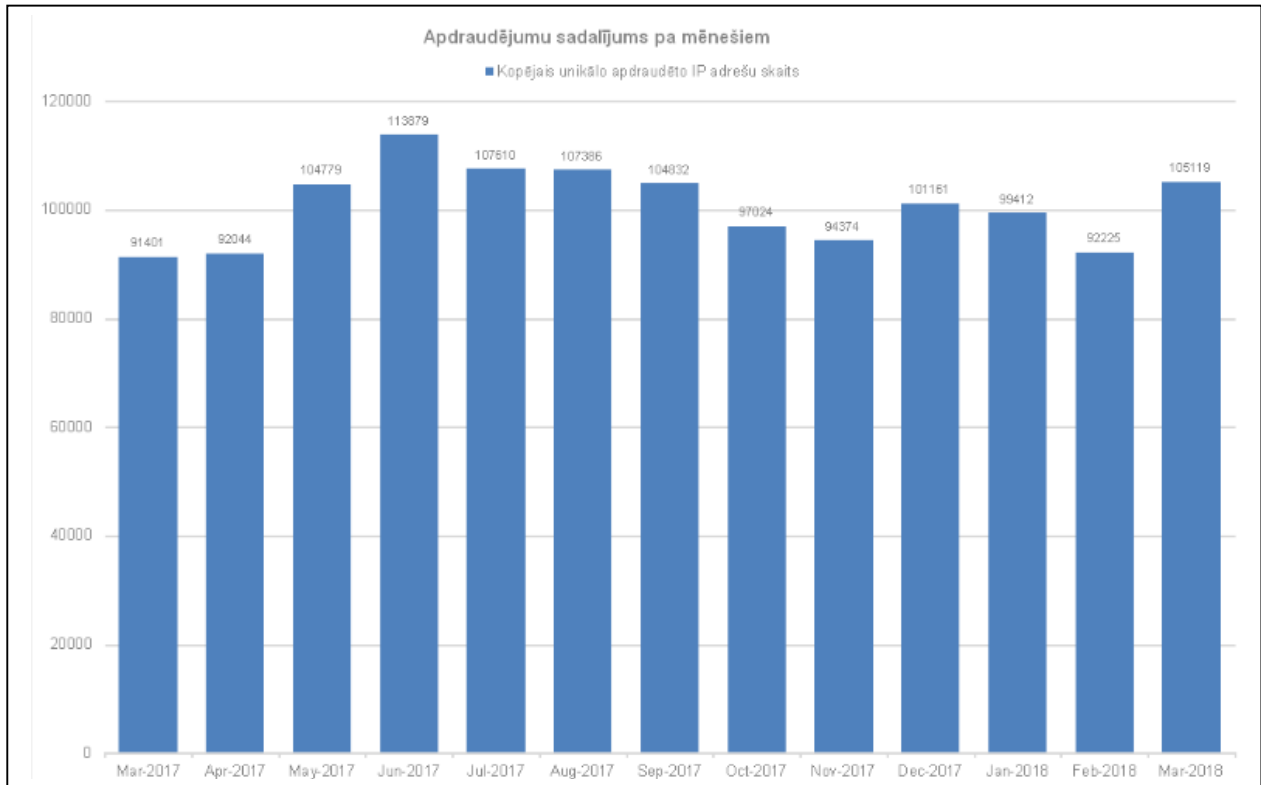
Informācijas tehnoloģiju drošības incidentu novēršanas institūcija „CERT.LV” šī gada martā ir konstatējusi sekojošus incidentus:

- 78 279 IP adresēs konfigurācijas nepilnības
- 17 854 IP adresēs ļaundabīgs kods
- 87 IP adresēs ielaušanās mēģinājumi
- 41 IP adresē krāpšana
- 32 IP adresēs kaitīgs saturs
- 24 IP adresēs kompromitētas iekārtas
- 10 IP adresēs informācijas vākšana. [4]

1.attēlā redzams, ka incidentu skaits Latvijā pēdējā gada laikā ir bijis salīdzinoši vienmērīgs. Vidēji katru mēnesi ir reģistrētas 100810 IP adreses, kurās noticis incidents.

17. janvārī uzbrukumu piedzīvoja informācijas aģentūra LETA. Lai gan uz vairākām stundām piekļuve mājaslapai bija apgrūtināta, uzbrukums tika novērsts. Uzbrukums analogs veselības uzbrukumam – mērķtiecīgi plānots, milzīgs pieprasījumu skaits no dažādām valstīm. [6]

3. martā par mērķtiecīgu ārējo uzbrukumu mājaslapai paziņoja „Biļešu paradīze”. Zīmīgi, ka tieši šajā dienā uzņēmums sāka biļešu pārdošanu uz Dziesmu un deju svētku pasākumiem. Biļetes iegādes process internetā aizņēma vairākas stundas un, sakarā ar uzbrukumu, pat pēc vairāku stundu gaidīšanas, daļa pircēju pie biļetēm netika. Uzņēmuma vadītājs Ēriks Naļivaiko intervijā atturējās no komentāriem par to, kāds ir uzbrukuma mērķis, uzsverot, ka paziņojis informācijas tehnoloģiju drošības incidentu novēršanas institūcijai „CERT.LV”. [7]



1.attēls. CERT.LV reģistrēto apdraudēto unikālo IP adrešu skaits 12 mēnešu griezumā

Metodes tīmekļa vietņu aizsardzībai

1.tabula

Draudi tīmekļa vietnēm un metodes, kā aizsargāties no uzbrukumiem [2]

Drauds	Metodes, kā aizsargāt
Informācijas noplūde	<p>Jāaizsargā autentifikācijas dati un sesiju identifikatori.</p> <p>Jāšifrē lietotāju autentifikācijas dati.</p> <p>Jānodrošina, ka sesijas identifikatori nav attēloti saitē.</p> <p>Jānodrošina automātiska atslēgšanās no sistēmas pēc konkrēta pasīva laika perioda.</p> <p>Jāģenerē sesijas identifikators uzreiz pēc autentifikācijas.</p>
Starpvietņu skriptošanas (XSS) uzbrukumi	<p>Jāatdala neuzticami dati no aktīvā pārlūka satura.</p> <p>Jānodrošina datu pārbaude un filtrēšana, pirms dati tiek attēloti tīmekļa vietnē, kā arī jānodrošina, ka ievaddatus uztver kā tekstu, nevis izpildāmu saturu.</p> <p>Jāizmanto ievaddatu filtrēšana, balstoties uz attiecīgo programmēšanas valodu.</p> <p>Jāatkodē kodētie ievaddati un jāformatē atbilstoši noteiktajam.</p>
Injekcijas	<p>Jāatdala neuzticami dati no komandām un vaicājumiem.</p> <p>Ar testēšanas rīku palīdzību, kontrolētā veidā var veikt uzbrukumus, lai pārbaudītu tīmekļa vietnes drošību.</p> <p>Jāizmanto drošs API, kas nodrošina funkcionalitāti izmantot parametrizētu interfeisu.</p> <p>Jāizmanto ievaddatu validēšana, izvairoties no īpašiem simboliem.</p>

Nedroša tiešā objektu norāde	Jāpārbauda objektu norāžu aizsardzība. Jāpārbauda resursa pieejamība konkrētam lietotājam. Reti kurš automatizēts drošības pārbaudes rīks spēs noteikt objektu norādes drošību, jāveic manuāla testēšana.
CSRF	Jāpārbauda vai saites, kas veic stāvokļa maiņas funkcijas, ir drošas. Jāaplāšina vairāku soļu transakcija.
Drošības konfigurācijas kļūdas	Nodrošināt identiskas izstrādes, kvalitātes nodrošināšanas un produkcijas vides. Izstrādāt tādu sistēmas arhitektūru, kas nodala komponentes no drošības. Jāveic regulāras auditācijas.
Nedroša kriptogrāfiskā glabātuve	Noteikt, kuri dati ir pietiekami svarīgi, lai būtu šifrējami. Izmantot šifrēšanas algoritmus. Jāizveido droša atslēga, kā arī jāparedz periodiskas atslēgas maiņas. Jāšifrē visas datu rezerves kopijas.
Novirzīšana un pārsūtīšanas bez validācijas	Nenorādīt parametru, kas nosaka galamērķi, datu novirzīšanas un pārsūtīšanas gadījumos. Ja parametru ir nepieciešams norādīt, tad šo parametru neizmanto kā faktisku saiti.

Rezultāti un to izvērtējums

Darba autore ir sasniegusi izvirzīto mērķi, darbā ir definēti aktuālākie interneta vidē pastāvošie draudi tīmekļa vietnēm un darba noslēguma nodaļā ir uzskaitīti izstrādātie ieteikumi, lai izvairītos no uzbrukumiem un incidentiem. Vissarežģītākais uzdevums darba procesā bija definēt pastāvošos draudus, jo nozares straujā attīstība un dinamika ir tik mainīga, ka pat identificēti draudi, kombinācijā ar citiem līdzekļiem, var radīt jaunus draudus.

Secinājumi

Ņemot vērā, ka sabiedrība kopumā paliek arvien informētāka par datu drošību interneta vidē, arī ļaunprātīgo programmu veidotāji ir spiesti mainīties un pielāgoties un šis process pastāvēs vienmēr. Darba autore secina, ka pastāv daudz risku tīmekļa vietnēm, taču veicot dažādas pārbaudes un nodrošinoties pret tiem, lielākā daļa risku ir novēršami. Sadarbojoties uzmanīgam interneta lietotājam un apzinīgam tīmekļa vietnes uzturētājam, veidojas drošs tandēms.

Summary

In this paper there are examined following threats to websites - the leakage of information, cross-site scripting attacks, injection, unsafe direct object reference, CSRF, security configuration errors, unsafe cryptographic repository, and redirection and transmission without validation.

The goal of the work is to assess the existing threats to websites and develop solutions, as well as to study the statistical data on security incidents in Latvia.

Any attack on data is initially planned. The attack principle is usually the following: the current situation is being investigated, scanning is done, access is obtained, access is used and the traces of attack are finally hidden.

The number of incidents in Latvia during the last year has been relatively even. On average, 100810 IP addresses are registered each month in which an incident occurred.

The last three major attacks on security systems in Latvia are an attack on the e-health systems, an attack on the homepage of the agency LETA and the "Ticket Paradise" homepage.

On January 16, the e-health system stopped working because of an attack aimed at paralysis of the system, indicating that it was not able to protect itself. The Distributed Service Blocking Method (DDoS) was used to attack - it generates several tens of thousands of requests per second, mostly from Andalucía, Trinidad and Tobago. After the results of the investigation it was confirmed that nobody entered the system and no personal data was obtained.

On January 17, an information agency LETA experienced an attack. Although access to the homepage was difficult for several hours, the attack was prevented. Attack was an analogue to e-health attack - targeted, huge number of requests from different countries.

On March 3, the "Ticket Paradise" was announced for a targeted external attack on the website. It is noteworthy that on this very day the company began selling tickets for the Song and Dance Festival events. The ticket purchase process on the Internet lasted several hours and, due to the attack, even after several hours of waiting, some purchasers did not get the tickets.

The general public is increasingly aware of the security of data in the Internet environment, malware makers are also forced to change and adapt, and this process will always exist. The author concludes that there are many risks to websites, but most of the risks can be eliminated by performing various checks and assisting them. Working with a careful internet user and a dedicated website maintainer, a tandem is certain.

Literatūra

1. Jeremy, Mr Swinfen Green, *Cyber Security*, Gower: Ashgate Publishing, Ltd 2015. 246 lpp.
2. Gori U., *Modelling Cyber Security: Approaches, Methodology, Strategies*, Amsterdam: Amsterdam IOS Press 2009. 2015 lpp.
3. Peter R.J. Trim, *Cyber Security Culture, Counteracting Cyber Threats Through Organizational Learning and Training*, Routledge 2016. 234 lpp.
4. <https://cert.lv/lv/incidenti/statistika> Sk.internetā (18.04.2018)
5. <https://www.lsm.lv/raksts/zinas/latvija/cert-uzbrukums-e-veselibai-visticamak-ir-pasutits.a264709/> Sk.internetā (18.04.2018)
6. <https://www.lsm.lv/raksts/zinas/latvija/noticis-kiberuzbrukums-zinu-agenturai-leta.a264633/> Sk.internetā (19.04.2018)
7. <https://www.lsm.lv/raksts/zinas/latvija/bilesu-paradize-majaslapas-darbibas-atrumu-ietekmejis-arejs-uzbrukums.a270087/> Sk.internetā (19.04.2018)

ENERGY SAVING. PIEZOGENERATORS

Author: **Andrey NIKIFOROV**, e-mail: andeyworkzilla@gmail.com,
Polina KUSHNIR, e-mail: andeyworkzilla@gmail.com,
Pskov State University
Pskov, Lenin Square, 2, office 23

Abstract. *The object of consideration is a static generator of piezoelectric energy. The purpose of the work is to study the operation modes and designs of piezoelectric converters; selection of a suitable design for the converter; the development of the model of the converter and the determination of its output characteristics. The work is devoted to the development, research and creation of piezoelectric generator of static type. This generator can be a small independent power source of autonomous different devices of radio electronics, as it transforms the free energy of vibrations of the external environment into an electrical signal. In addition, solving problems related to strength characteristics will allow us to use this type of piezo-generators in the future under conditions of a nonlinear stress-strain state.*

Keywords *the piezoelectric generator, piezoelectric effect, the piezoelectric element, vibration, electroacoustic transducer.*

Introduction

The development of technical progress stipulates the improvement of developments in the field of electric generators, for the creation of a new generation of methods and devices intended for obtaining electric energy, without polluting the environment.

Currently, there are many works in the field of nutrition of low-power devices. The development, research and creation of piezoelectric generators is a very urgent and important problem. Interest in this problem is due to the prospect of creating small independent and practically inexhaustible power sources for autonomous various devices of radio electronics. Such sources transform the free energy of vibrations, present almost everywhere, into electrical energy and do not require the presence of external power supplies or the need for periodic replacement of batteries. The analysis of numerous works on obtaining electric energy from vibrations for feeding microelectronic devices shows a significant advantage of the piezoelectric method in comparison with electromagnetic or electrostatic.

The main tasks of this work are: description of a small-sized power generation device based on the piezoelectric effect obtained with a static stressed-deformed state of the piezoelectric element, as well as modeling the transient modes of their operation.

The transformation of mechanical energy into electrical energy

There are not so many methods of converting mechanical energy, often use an electromagnetic generator of electrical energy, such as a turbine. Almost all current power plants use this type of conversion. Nuclear, coal, gas and hydraulic power stations with the help of thermal energy bring the turbine into action, then this energy is converted into electrical energy. Electromagnetic devices can be used in the technology of microelectromechanical systems using micro-turbines, but they require a complex design, as well as fuel.

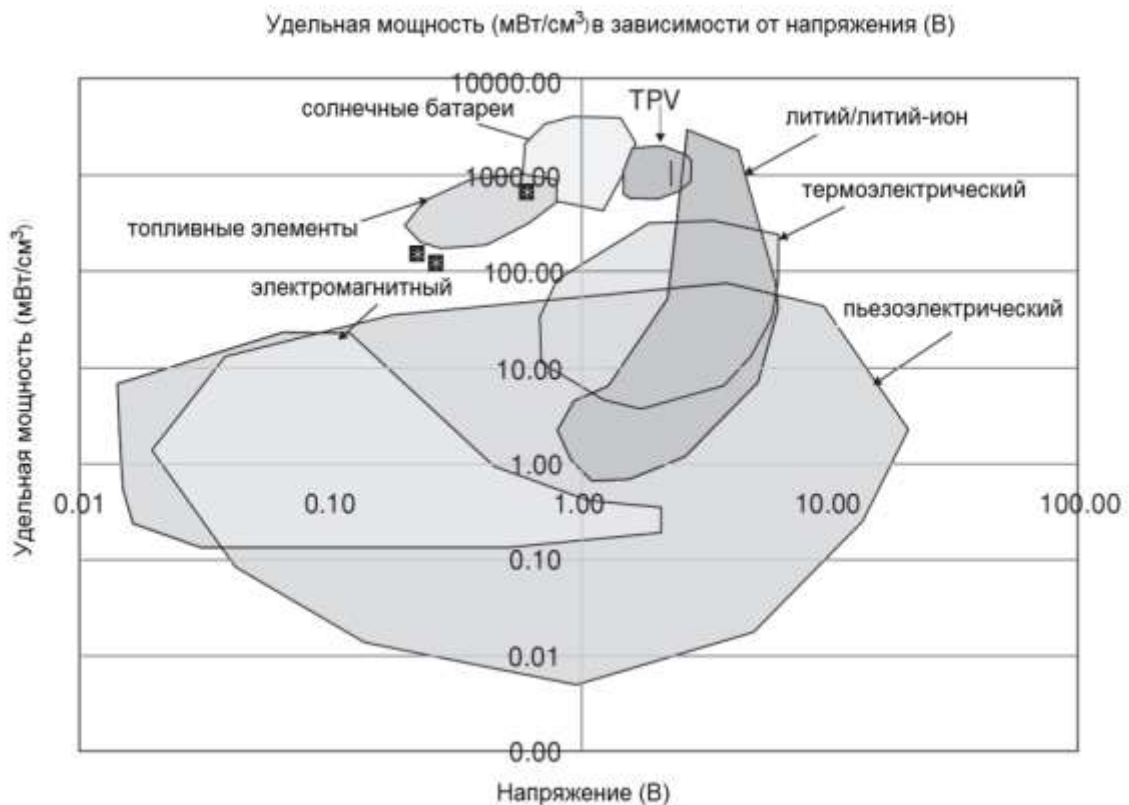
In addition to electromagnetic energy transformations, there are devices for energy conversion: a magnetohydrodynamic generator (MHD) and a piezoelectric generator (PEG). MHD was invented by M. Faraday. Magnetohydrodynamic generators are not used as a portable power source due to high temperature requirements (2000K) [3], meanwhile, until recently, piezoelectric generators have not been considered for this role, due to the low generation of electricity potential. But, as a rule, piezoceramic (PZT) elements are used for active devices (for example, diaphragms) or signaling devices (sensor, resonator).

Among the existing methods of energy conversion methods where solar cells are used, the TP effect, piezo-transformations, are good for portable portable devices that do not require a large amount of energy [2].

Initially, piezoelements do not have a complex design, unlike a turbine. Secondly, piezoceramic elements can be located in a closed housing. Finally, piezo-based devices do not require additional power supplies for energy conversion.

During the last decade, attention has been drawn to obtaining energy from vibration [4]. The motive for conducting research in this direction is to reduce the power requirements of microelectronic components, such as wireless sensors, which are used in passive and active monitoring systems. The ultimate goal of such studies is the development of power systems for such microelectronic devices by using the energy of vibration present around. If this can be done, the requirements for the availability of external power supplies, as well as the need for constant costs for periodic battery replacement and chemical processing of batteries can be reduced.

The main advantage of piezoelectric materials for obtaining energy (in comparison with the other two conversion mechanisms) is a large specific power, which can be obtained with their help, as well as ease of use. The specific power in comparison with the voltage shown in picture 1 shows that the area of piezoelectric energy production occupies a large area of the figure, and the specific power is comparable with the specific power of thin-film and thick-film lithium-ion batteries and thermoelectric generators.



Picture 1. Specific power versus voltage for various regenerative and lithium / lithium-ion power sources

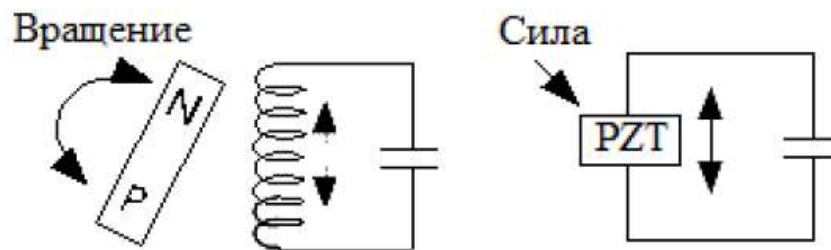
As can be seen in picture 1, the output voltage for electromagnetic power generation devices is usually very small, and a multi-step boost is often required to obtain the voltage level required to charge the consumer device. In a piezoelectric device, the required voltage level can be obtained directly from the piezoelectric element. In the electrostatic power generating device, an input voltage or charge is needed, which must be applied to create relative oscillatory motion of the capacitor elements and to obtain an alternating output voltage.

On the other hand, the output voltage of the piezoelectric device is determined by the properties of the material, which eliminates the need for an external voltage source.

Charge generation from a piezoelectric material

Electromagnetic generators use electromagnetic forces to move free electrons in the coil of a permanent magnet of the rotator. Piezoelectric material, which is used as a non-conductive material, does not have free electrons, so electrons can not freely flow through the material [2]. Since piezoceramics do not have free electrons, they consist of crystals that have many "constant" electrons. These constant electrons can move slightly under the action of an external force, that is, there is a deformation of the crystals. This small movement of electrons changes the state of equilibrium of neighboring materials and creates an electrical force. This force will push, and pull electrons to the electrodes of the piezoelectric crystal.

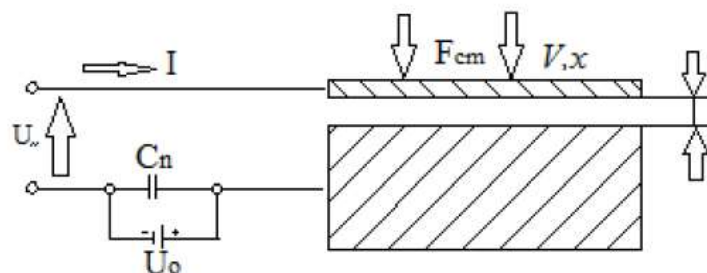
Magnetic and piezoelectric generators work the same way (picture 2). Magnetic generators use mechanical energy to change the magnetic field. This changing field creates the power to move free electrons. In the generator, piezoelectric, free electrons move, changing the electric field "inside" the crystal.



Picture 2. Electromagnetic generator and piezoelectric generator

Static action on the piezoelectric transducer

By analogy with electromagnetic systems, an electrostatic converter can be made reversible and linear by its polarization by a constant electric field. The scheme of the polarized converter is shown in picture 3 .



Picture 3. Polarized electrostatic converter

The polarization voltage U_0 is connected to the electrodes in series with an alternating voltage U_{\sim} . The capacitance C_n , the shunting source of the polarizing voltage, is chosen from the condition $C_n \gg C$, which makes it possible not to distinguish between the voltage U_{\sim} and the variable component of the voltage acting between the electrodes.

As can be seen from Figure 7, when voltage U_{\sim} between the electrodes is applied to the converter, the voltage $U_0 + U_{\sim}$ is applied, therefore, we find the required force of attraction

$$F_{xm} = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{2\delta^2} (U_0 + 2U_n U_0 + U_n^2)$$

For a polarized electrostatic converter, when the linearity condition ($U_0 \gg U_n$) is satisfied, the exciting electrostatic force is directly proportional to the applied electric stress U_n , and the relationship between the force and the voltage is independent of the frequency of the oscillations.

Mathematical modeling of a piezoelectric generator

The task of modeling is the creation of a static piezo generator with increased electric power, in comparison with existing analogues, as well as the use of free energy of vibration of various industrial, construction, road and household structures.

Mathematical modeling of piezo-generators is a promising direction for the development of autonomous power supplies for microelectronic devices and remote sensors that attract the attention of researchers in various fields of technology, including materials science.

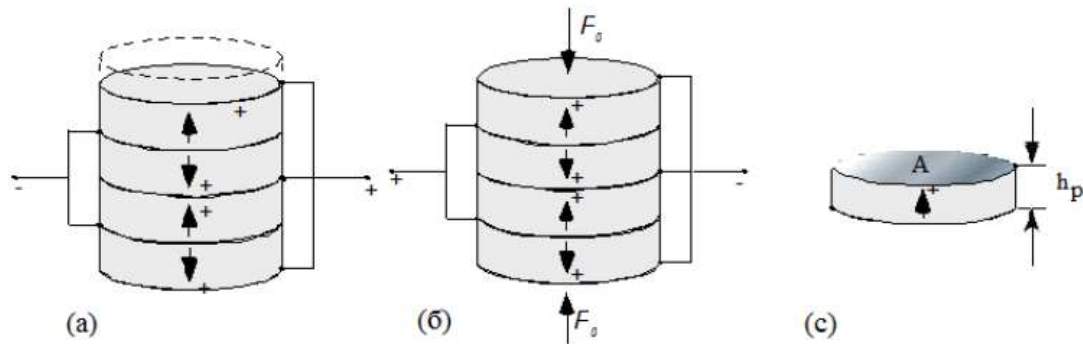
In the early stages, researchers used models with lumped parameters with one mechanical degree of freedom to describe a system similar to that shown in picture 4. The use of a lumped parameter model is justified, since the electrical part already contains lumped parameters: a capacitor representing the internal capacitance of piezoceramics, and a resistor that displays the external load resistance. Consequently, it remains only to obtain concentrated parameters representing the mechanical part so that mechanical equilibrium and electrical equations with lumped parameters would be related to the basic equations of the piezoeffect, and a transformation relation could be established. This was done in [1] and [2]. Although modeling in lumped parameters allows one to get an initial idea of the problem with simple expressions, this approximation is nevertheless limited to one vibrational mode, and it does not take into account some important aspects of the displayed physical system, such as vibration modes and the exact distribution of deformations, on the electrical response.

Since beam piezo generators are excited mainly at the point of attachment of the base, in the literature on piezo generators a widely used approach is based on the use of lumped parameters [5]. This approach is applied both for modeling and for the study of regimes.

The task is solved due to the fact that the static generator of piezoelectric energy contains a piezoelectric transducer, in parallel with which a resistor, a rectifier, a storage capacitor and an output regulating electronic circuit are connected. Also, the proposed generator is provided with a lever and is made in the form of a sectioned converter, the sections of which are electrically connected to each other, and each section consists of one or more piezoelectric elements glued to each other and electrically connected to each other.

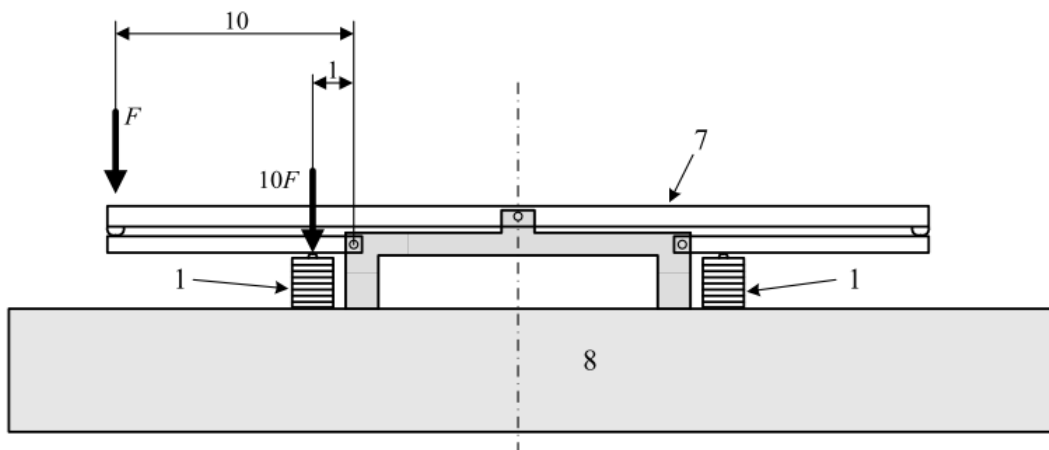
The technical result achieved is an increase in the power of the piezoelectric generator and the output voltage, an increase in the electric charge generated by the piezoelectric generator, a decrease in the generator's own electrical capacity and the possibility of using free energy.

However, taking into account all the qualities of piezoceramics, the piezoelectric element can not create large deformations. Large deformations are created only at a very high electric field strength. In the case of small dimensions of the piezoelectric element and the smallness of the deformation values at simultaneously large electric field values, a brittle material can not be used to generate a voltage. To overcome this drawback, the piezoelements are fastened together. The piezoelectric column is made from a large number of thin piezoelectric plates, which are glued together and connected in parallel. The direction of the force and polarization of such devices is the same - 33. As a result of the gluing, the productivity is increased N times, where N is the number of piezoelectric layers. For this reason, a piezoelectric rod transducer in the form of a column is the most common among the "power generation" devices. The disadvantages of such devices are the inadmissibility of transverse effects due to the brittleness of the ceramic and the relatively small volume of piezoelements.



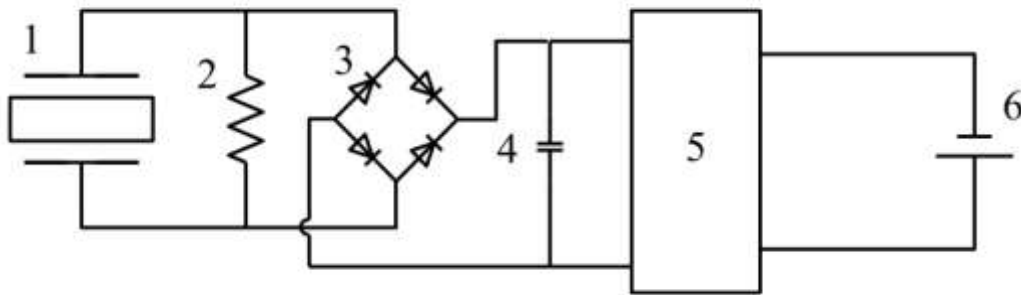
Picture 4. Scheme of the connection of piezoelectric elements taking into account the polarization direction of the plates in a static generator: (a) rod stretching; (b) compression of the rod; (c) one piezoelectric element of thickness h_p .

A rod consisting of connected piezoelectric elements can only be compressed in the longitudinal direction, as shown in picture 4, i.e. creating longitudinal deformations. The application of force can lead to both stretching and compression of the rod. This means that the generation of electricity is not possible with transverse deformations, that is, if there are any lateral forces, the piezoelectric generator must convert them into longitudinal actions.



Picture 5. Nonlinear piezoelectric transducer

Picture 5 shows one possible piezotransformer implementations utility model "Nonlinear piezoelectric transducer" [6] which is adapted partitioned, wherein the sections are mechanically connected to each other in series, so all the sections subjected to equal force, and each section comprises one or more piezoelectric elements glued to each other and electrically connected to each other in series or in parallel, depending on how the output voltage and which output resistance r generators of retrieve.



Picture 6. Schematic of a static piezoelectric generator

The piezoelectric generator (Picture 6) has two or more piezo transducers 1, a resistor 2, a rectifier 3, a storage capacitor 4, a circuit controlling the charge of the battery 5 and a battery.

The piezoelectric transducer 1 (Picture 6) is made in the form of a sectioned foot consisting of a set of polarized rectangular piezoelements combined in a section. Structurally, the piezoelements are connected in series, so that each piezoelement is under the same load, and the mechanical compression stress in each piezoelement is the same. The mechanical load on the transducer exceeds the external force (for example, the weight of a person or car) F in the ratio of the arms of lever 7 (the figure shows an example in which this ratio is 10). The mechanical stress in the piezoelectric element (in Pascals) is equal to the ratio of the load in Newtons to the cross-sectional area in m^2 . The middle of the non-linearity region for piezoceramics, for example of the type CTC-19, is of the order of magnitude of 100 MPa. Therefore, to achieve this voltage with an external force F of, for example, 100 kG (i.e., about 1000 N), with a lever arm ratio of 1:10, the cross section of the piezoelectric element should be approximately 1 cm^2 [6].

The piezoelectric elements inside each section, as well as the sections between themselves, are electrically connected in series or in parallel, depending on what voltage and what power is required from the converter. The converter as a whole densely lies on the base 8 (Picture 5). Thus, the converter can withstand without destroying large static and dynamic loads.

The output voltage of the converter through the terminating resistor 2 is fed to the input of the rectifier 3, and then the rectified voltage is applied to the input of the storage capacitor 4. After the storage capacitor through the electronic control circuit 5, the voltage is applied to the input of the battery 6.

Principle of operation of a static piezoelectric generator

The generator works as follows: the converter is attached to a vibrating element of a building, industrial, household or road structure. The converter can be located on the basis of the type of plate (8 - in Picture 5), which can either fit snugly, for example, to the element of the building structure, or to the floor, or to the roadway, or to the vibrating surface. As a result of the static external action on the piezoelectric element or vibration, as a result of the direct piezoelectric effect at the output of the transducer (Picture 6), an alternating voltage arises that is applied to the resistor 2 and then to the rectifier 3. After rectification, the electric charge accumulates on the storage capacitor 4, then enters the circuit 5, which controls the battery charge. The energy of the charged battery is used by the consumer. Thus, the free energy of external influence, or the vibration of various objects, is used.

Achieved technical result:

1. Increase the power of the piezoelectric generator;
2. The use of free energy of external influence, or vibration of various industrial, construction, road and household structures to generate electricity;
3. Saving or receiving electricity in places where it is not available.

Conclusion

This work is devoted to the review and application of a piezoelectric generator of a static type.

This generator can be a small independent power source for various types of electronics, as it converts energy.

The developed static piezo generator contains a lever and an electric converter, which is made in the form of a piezoceramic column, the elements of which are electrically connected in parallel with each other. Also, the generator is equipped with a resistor, a rectifier, a storage capacitor, a circuit controlling the charge of the capacitor and the battery.

The converter is located on the base, or attached to objects subject to vibration, and generates electrical energy due to the energy of the external force, or the vibration of the object to which it is attached. The lever also performs the function of strengthening the external influence.

The use of the devices presented in this work is possible to reduce the energy consumption of primary information systems (sensors) and to ensure their autonomous operation during practically unlimited time due to the energy of environmental vibrations. In addition, the solution of problems related to strength characteristics can be continued under conditions of a nonlinear stress-strain state.

Bibliography

1. Goncharova N.A. Graduation qualification work of the bachelor, theme static generator of piezoelectric energy, 2016, St. Petersburg
2. Sunghwan Kim., Low power energy harvesting with piezoelectric generators, 2005. p 4.
3. Ohta, T., Energy technology: sources, systems, and frontier conversion, 1st
4. Erturk, A., Inman, D.J., Piezoelectric Energy Harvesting, 2011.
5. Cook-Chennault, K.A., Thambi, N., and Sastry, A.M., Powering MEMS portable devices – a review of non-regenerative and regenerative power supply systems with emphasis on piezoelectric energy harvesting systems., Smart Materials and Structures, 17, 043001., 2008
6. Патент РФ на полезную модель. Нелинейный пьезоэлектрический генератор. Заявка № 2013137643 №136938. Аббакумов К.Е., Цаплев В.М., Степаненко Н.В., Коновалов Р.С. от 09.08.2013.
7. Roundy, S., Wright, P.K., A piezoelectric vibration based generator for wireless electronics. Smart Materials and Structures, 13, 2004. p 1131–1144.

PROGRESĪVO TĪMEKĻA LIETOTŅU PERSPEKTĪVAS PERSPECTIVES OF PROGRESSIVE WEB APPS

Autori: **Arnis RITIŅŠ**, e-pasts: arnis_ritins@inbox.lv;

Aleksejs SERGEJEVS, e-pasts: alexserg@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: **Sergejs Kodors**, Dr.sc.ing., e-pasts: Sergejs.Kodors@rta.lv

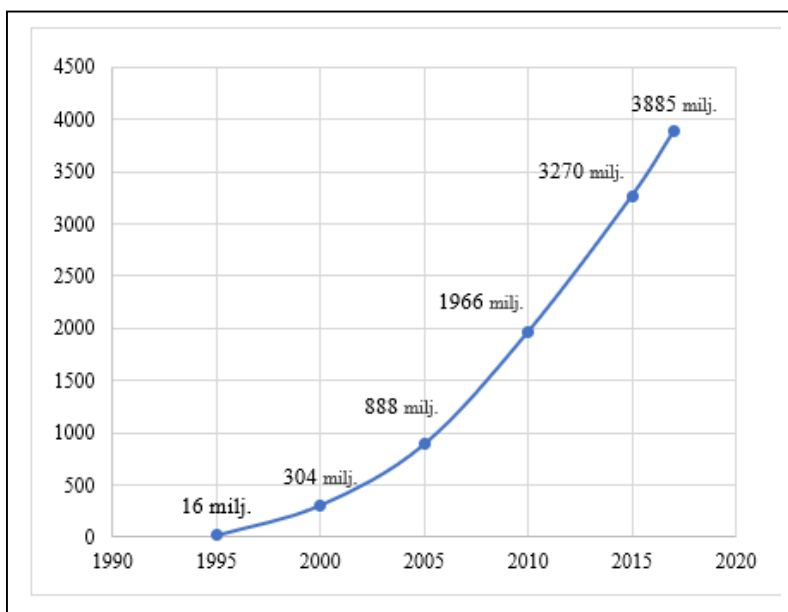
Abstract. Given the monopoly over native mobile market for certain kind of apps, a cheaper and an easier to make alternative is necessary. One such alternative are the progressive web apps which solve some of the issues related to the native mobile apps. The goal of the work is to analyse the pros of progressive web apps and native mobile apps and estimate why and at which scenarios the progressive web apps can outcompete native mobile apps in terms of the pros.

Keywords: PWA, web, mobile, native, HTML, JavaScript.

Ievads

Programmatūras izplatīšana un nogādāšana līdz gala lietotājam ir viens no svarīgākajiem jautājumiem programmatūras dzīves ciklā. Mūsdienās vidējais mobilo ierīču lietotājs mēnesī neinstalē pat vienu vienīgu lietotni. Šī iemesla dēļ tās nedaudzās lietotnes, kas tiek izmantotas, iegūst 80% no visiem lietotājiem. [1] Tā rezultātā jaunas un inovatīvas idejas paliek atstātas novārtā, jo tās nespēj iegūt kapitālu, kas nepieciešams, lai tās veiksmīgi turpinātu attīstīt. Viens no veidiem kā risināt šo problēmu ir progresīvo tīmekļa lietotņu izstrāde.

Dotā temata aktualitāti pamato interneta lietotāju skaita straujais pieaugums (sk. 1.att.), kā arī tīmekļa tehnoloģiju un interneta pārlūkprogrammu straujā attīstība. Mobilo iekārtu lietotāji nav īpaši ieinteresēti jaunu lietotņu lejupielādē, taču mājas lapu atvēršana un jaunu tīmekļa lietotņu izmēģināšana parasti lietotājiem nesagādā lielas grūtības.



1. attēls. Interneta lietotāju skaita pieaugums periodā no 1995. līdz 2017. gadam [10]

Izmantojot tīmekļa tehnoloģijas, mūsdienās ir iespējams izveidot lietotni, kas ir spējīga emulēt lielu daļu natīvo lietotņu funkcionalitātes. Šī darba mērķis ir noteikt progresīvo tīmekļa lietotņu izmantošanas perspektīvas.

Materiāli un metodes

Progresīvo tīmekļa lietotņu būtība

Pēc būtības progresīvā tīmekļa lietotne ir tā pati klasiskā tīmekļa lietotne, kas ir izstrādāta ar tīmekļa tehnoloģijām, kā *HTML*, *CSS* un *JavaScript*, taču lietotājs to var darbināt un izmantot kā natīvo mobilo lietotni. Šī programmatūras tipa idejas pamatā ir apvienot mūsdienu pārlūku piedāvātās iespējas ar mobilo ierīču priekšrocībām.

Service Worker skripti

Viena no galvenajām sastāvdaļām, kas klasisko tīmekļa lietotni padara par progresīvo, ir *Service Worker* skripts.

Service Worker ir konkrēta veida tīmekļa strādnieks (*web worker*). Pēc būtības tas ir *JavaScript* fails, kas tiek darbināts atsevišķi no galvenā pārlūka pavediena. [4] *Service Worker* galvenokārt ir paredzēts, lai nodrošinātu korektu lietotnes darbību bezsaistes režīmā, pārtverot tīkla pieprasījumus un ļaujot saglabāt kešatmiņā dažādus resursus (*HTML* dokumentus, *JavaScript* skriptus, *CSS* stilu lapas, attēlu datnes u.c.). Tāpat arī *Service Worker* skriptam ir iespēja izmantot pašpiegādes paziņojumus un datu sinhronizēšanas API. [6]

Tā kā *Service Worker* darbojas atsevišķi no galvenā pavediena, tad nav tieši atkarīgs no lietotnes. Tam ir daudzas dažādas sekas: [4]

- *Service Worker* nav paredzēts būt pilnībā asinhrons, līdz ar to sinhronie *XML HTTP* pieprasījumi, kā arī *localStorage* nevar tikt lietoti *Service Worker* skripta ietvaros; [4]
- neatkarīgi no tā, vai lietotne ir aktīva, vai ne, *Service Worker* ir spējīgs saņemt *push* ziņojumus no servera. Tas dod iespēju sūtīt pašpiegādes paziņojumus lietotājam pat tad, ja lietotne nav atvērta pārlūkprogrammā; [4]
- *Service Worker* skriptam nav tiešas piekļuves dokumentu objektu modelim *DOM*. Lai sazinātos ar tīmekļa lapu, *Service Worker* izmanto *postMessage()* metodi datu sūtīšanai un *message* notikumam uzturētāju (*event listener*) datu saņemšanai.

Shell arhitektūra

Shell arhitektūra ir viens no veidiem kā izstrādāt progresīvo tīmekļa lietotni, kas nodrošinātu ātru un drošu tās ielādi līdzīgi natīvajām lietotnēm. [7] Lietotnes *Shell* ir minimālais *HTML*, *CSS*, *JavaScript* saturs, kas ir nepieciešams, lai darbinātu lietotāja saskarni. Kad saglabāts kešatmiņā, bezsaistē tas var nodrošināt ātru un stabilu veiktspēju lietotājiem atkārtotos apmeklējumos. Tas nozīmē, ka lietotnes *Shell* netiek ielādēts no tīkla katru reizi. No tīkla tiek ņemts tikai nepieciešamais saturs, kas bieži mainās un atjauninās. [7]

Lietotnes manifesta datne

Manifests ir vienkārša *JSON* datne, kas nodrošina izstrādātājam iespēju kontrolēt to, kā lietotne tiek parādīta lietotājam, kā arī definēt tās izskatu palaišanas brīdī. [5]

Manifesta datne tiek iekļauta *HTML* dokumentā ar *<link/>* taga palīdzību. Manifestā var konfigurēt šāda lietas:

- lietotnes nosaukums – īss nosaukums, kas tiek parādīts uz lietotāja sākuma ekrāna;
- ikona – tiek konfigurēts ikonu kopums, kas attēlojas, saglabājot lietotni uz sākuma ekrāna;
- sākuma lapa – lietotnes tīmekļa vietnādis (*URL*), kas tiek ielādēts, atverot lietotni;
- uzplaisnījuma ekrāna stils – var definēt ekrāna krāsu un stilu, lietotnes palaišanas brīdī;
- ekrāna orientācija – var noteikt lietotnes orientāciju tās palaišanas brīdī [5].

Pārlūkprogrammu atbalsts

Progresīvās tīmekļa lietotnes ir relatīvi jauna tehnoloģija, kas balstās uz iespējām, ko nodrošina pārlūkprogramma, līdz ar to, šī lietotņu veida attīstība ir tieši atkarīga no tīmekļa pārlūkprogrammu attīstības.

Galvenā prasība progresīvo tīmekļa lietotņu darbībai ir *Service Worker* atbalsts. Uz doto brīdi *Service Worker* tiek atbalstīts šādā pārlūkprogrammās:

- *Google Chrome* (pilnīgs atbalsts);
- *Safari* (pilnīgs atbalsts);
- *Firefox* (pilnīgs atbalsts);
- *Microsoft Edge* (izstrādes stadijā) [8].

1. tabula

Rezultāti un to izvērtējums

Priekšrocība	Progresīvās tīmekļa lietotnes	Natīvās mobilās lietotnes
Var lietot lokāli bez interneta pieslēguma	✓	✓
Ir centralizēts veikals, kur ir apkopotas lietotnes lielā apmērā	✗	✓
Spēj veikt vairākas operācijas paralēli	✗	✓
Zems baterijas resursu patēriņš	✗	✓
Spēj izmantot visu iespējamo ierīces funkcionalitāti	✗	✓
Ātri un vienkārši izstrādājams	✓	✗
Vienkārša lietotnes atjaunināšana un uzturēšana	✓	✗
Daudz-platformu atbalsts	✓	✗
Viegli reklamējams	✓	✗
Iespēja lietot bez instalēšanas	✓	✗

Balstoties uz veikto analīzi un iegūtajiem rezultātiem (sk. 1. tabulu), var spriest, ka progresīvo tīmekļa lietotņu izstrāde ir lētāka, ātrāka un to ir vienkāršāk reklamēt, tāpēc nelieliem uzņēmumiem šīs lietotnes ir ideālais variants. Natīvās lietotnes ir pārākas funkcionalitātes un ātrdarbības ziņā, taču tās izstrādes izdevumi ir daudz lielāki, tāpēc šis variants ir ieteicams tikai lieliem uzņēmumiem, vai arī īpašos gadījumos, kad progresīvo tīmekļa lietotņu pieejamās iespējas neapmierina projekta prasības.

Secinājumi

1. Progresīvās tīmekļa lietotnes nav optimālākais risinājums situācijās, kad ātrdarbībai un zēmam baterijas resursu patēriņam ir liela nozīme;
2. Galvenā progresīvo tīmekļa lietotņu priekšrocība ir daudzplatformu atbalsts, kas savukārt būtiski atvieglo izstrādi un uzturēšanas darbus;
3. Izstrādājot progresīvo tīmekļa lietotni, var samazināt kopējās izstrādes izmaksas, jo nav nepieciešams atsevišķi algot atsevišķus programmētājus katrai mobilo ierīču platformai;
4. Turpinoties pārlūkprogrammu attīstībai, progresīvo tīmekļa lietotņu un ierīču atbalsts tikai pieaugs;
5. Alternatīvi progresīvajām tīmekļa lietotnēm un natīvajām mobilajām lietotnēm eksistē hibrīdie varianti, kam piemīt daudzas no šo abu lietotņu priekšrocībām.

Summary

With the rising popularity of the internet, web technologies only get more sophisticated. Given that hardware seems to be less of an issue nowadays, technologies like HTML5 get to be used in several different industries outside it's original domain of expertise. As stated once by the Co-founder of Stack Overflow Jeff Atwood: „any application that can be written in JavaScript, will eventually be written in JavaScript”. [9] Frankly, given that there are even

Desktop apps written in JavaScript, it might eventually come true. It was inevitable that a technology like progressive web apps emerged.

Literatūra

1. Google Chrome Developers. Why Build Progressive Web Apps?. Sk. Internetā (04.09.2017) <https://www.youtube.com/watch?v=1QILz11AzWY>
2. Binariks. Pros of progressive Web Apps. Sk. Internetā (29.01.2018) <http://www.binariks.com/blog/tips/progressive-web-app-development-process-pros-cons-benefits-costs/>
3. Harshith. Do PWAs (progressive web apps) have experience advantages over native apps? Sk. internetā (29.01.2018) <https://ux.stackexchange.com/questions/108830/do-pwas-progressive-web-apps-have-experience-advantages-over-native-apps>
4. Google. Introduction to Service Worker. Sk. Internetā (07.02.2018) <https://developers.google.com/web/ilt/pwa/introduction-to-service-worker>
5. Google. The Web App Manifest. Sk. Internetā (11.02.2018) <https://developers.google.com/web/fundamentals/web-app-manifest/>
6. MDN Web Docs, Service Worker API (11.02.2018) https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Service_Worker_API
7. Google. The App Shell Model. Sk. Internetā (13.02.2018) <https://developers.google.com/web/fundamentals/architecture/app-shell>
8. Vaadin, PWA Browser support. Sk. Internetā (21.04.2018) <https://vaadin.com/progressive-web-applications/learn/browser-support>
9. Atwood J. *The principle of Least Power* Sk. Internetā (22.04.2018) <https://blog.codinghorror.com/the-principle-of-least-power/>
10. Internet growth statistics. Sk. Internetā (22.04.2018) <https://www.internetworldstats.com/emarketing.htm>

PERMANENT-MAGNET ROTARY MOTORS

Authors: **SAKHANKOV I., VESELKOV A.**, e-mail: i.sakhankov@gmail.com, phone:
+79113710533

Scientific supervisor: **Ilin Aleksandr**, e-mail: al.ilyin@yandex.ru
Pskov State University
Pskov, Lenin Square, 2

Abstract. *Different types of traction motors (DC, asynchronous, valve with excitation from permanent magnets) are compared. It is demonstrated that a valve motor with excitation from permanent magnets is the most suitable for using in electric vehicles and electric buses.*

Keywords: *electric vehicle, valve electric drive, asynchronous electric drive, synchronous drive*

Introduction

Every day our planet is exposed to the terrible effects of greenhouse gases produced by autos with internal combustion engines.

Electromobiles are environmentally friendly analogues of gas engine autos with electric motor. They work without usual fuel like diesel fuel or gasoline instead of using clean and renewable electricity energy.

The electric vehicles popularity in Russia is growing: sales of new cars have increased by 30%, and second-hand ones - by 70%.

In autumn 2017 the Moscow City Hall announced a tender for the purchase of electric buses for using as the city public transport. The city authorities are ready to purchase up to 300 such vehicles.

An electric car has a number of undeniable advantages: the absence of exhaust gases that harm the environment and living organisms, low operating costs (since electricity is much cheaper than automobile fuel), high efficiency of the electric motor (90-95% while the efficiency of the gasoline engine is only 22-42 %), high reliability and durability, simplicity design, possibility of recharging from an ordinary outlet, low explosion hazard in accidents, high ride smoothness.

The most important part of the electric vehicle is the electric motor.

The paper purpose is to compare different types of traction electric motor (DC, asynchronous, valve with excitation from permanent magnets) and choose the best option for using in an electric vehicle.

Materials and methods

In some cases DC motors are still indispensable, since they have a large overload capacity, good starting and adjusting properties. However, they have significant drawbacks, which are due to the presence in the DC motors of the brush-collector unit, which is also a source of radio interference and fire hazard.

AC motors does not have these drawbacks. These traction electric drives (both asynchronous and synchronous) prove to be more reliable, lightweight and durable, even despite the fact that they have more complicated and expensive regulation system of the traction electric drive.

The disadvantage of asynchronous alternating current machines is that their windings are distributed over many slots in the stator core. This leads to the occurrence of the long end turns, which increase the dimensions and energy losses in the machine.

Permanent magnet synchronous motor (PMSM) is a synchronous electric motor, the inductor of which consists of permanent magnets.

PMSM advantages are:

- Valve electric motors have higher efficiency (up to 92%), which allows them to be used in cases where energy saving is required
- high efficiency of the valve motors allows increasing their operation time in several times from an autonomous power source
- replacing asynchronous motors with Valve Electromotor in intelligent systems makes significant energy savings possible due to the adjustment of the rotation rate in the range $20 \div 100\%$ of the nominal value while maintaining the maximum performance (momentum, efficiency)
- more stable momentum, vibrations absence and minimal acoustic noise while operating on all modes allows providing much more comfortable living conditions when used in household devices
- heat dissipation in the developed valve motors is 2 times less than in serial asynchronous motors of the same power, with significantly smaller weight and size parameters
- valve electric motors have a high momentum value in a wide range of rotation rate
- significantly better mass and size characteristics in comparison with electric motors of similar capacity. [2]

A control system, for example, a frequency converter or a servo drive, is required for synchronous motor with permanent magnets to work. In this case, there are a large number of ways to manage the implemented control systems. The selection of the optimal control method mainly depends on the task that is put before the electric drive. The main methods of controlling a synchronous electric motor with permanent magnets are given in the table below.

Trapezoidal control using Hall sensors (for example computer fans) is usually used to solve simple problems. A field-oriented control is usually selected to solve problems that require maximum performance from the electric drive. [3]

Various types of magnets can be used in permanent magnet electric motors: Samarium-cobalt (SmCo) and neodymium-iron-boron (NdFeB).

Advantages of SmCo magnets include high residual magnetization B_r (up to 11.5 kG), coercive force H_{ci} (from 5.5 to 25 kOe) and high Curie temperature. The disadvantages of SmCo magnets are their high cost and fragility. This is the most expensive of the available magnetic materials.

NdFeB magnets have a wide range of operating temperatures (from $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$), some of them can be used up to $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Modified magnets can be used up to $+220\text{ }^{\circ}\text{C}$. Exposure to corrosion of NdFeB forces the coating to be applied to the magnets.

It is economically expedient to use magnets NdFeB. [1]

Main methods of controlling a synchronous electric motor with permanent magnets

Control		Advantages	Disadvantages		
Sinusoidal	Scalar		Simple control scheme	Control is not optimal, not suitable for tasks where the load varies, the controllability loss is possible	
	Vector	Pole-Oriented control	With position sensor	Smooth and precise positioning of the rotor and engine rate, large adjustment range	Requires a rotor position sensor and a powerful microcontroller control system
			Without position sensor	No rotor position sensor is required. Smooth and precise positioning of the rotor and engine rate, large adjustment range, but smaller than with the position sensor	Sensorless field-oriented control over the entire speed range is only possible for Valve Electromotor with a rotor with clearly defined poles, a powerful control system
	Direct momentum control		Simple control scheme, good dynamic characteristics, large adjustment range, no rotor position sensor required	High ripple of momentum and current	
Trapezoidal	Without closed-loop		Simple control scheme	Control is not optimal, not suitable for tasks where the load varies, loss of controllability is possible	
	Closed-loop	With position sensor (Hall sensors)		Simple control scheme	Hall sensors are required. There are moment pulsations. Designed to control the Valve Electromotor with trapezoidal feedback EMF, when controlling the Valve Electromotor with a sinusoidal inverse EMF, the average moment is lower by 5%.
		Without position sensor		Requires a more powerful control scheme	Not suitable for low speed operation. There are moment pulsations. Designed to control the Valve Electromotor with trapezoidal feedback EMF, when controlling the Valve Electromotor with a sinusoidal inverse EMF, the average moment is lower by 5%.

Results

The main comparative characteristics of traction motors: asynchronous, valve and DC

Parameters	Type of traction motor	
	Asynchronous	Permanent magnet synchronous motor
Max. power, kWt	160	160
Rated current, A	279	210
Rotational speed, rpm		
• rated	1500	1500
• max	3000	3500
Weight of electric motor, kg	945	350
Efficiency, %	90	94,6
Overall dimensions, mm	1185x845x645	510x510x500

Comparison of different types of traction motors (DC, asynchronous, valve with excitation from permanent magnets) shows that the most promising is a traction valve motor with excitation from permanent magnets, which is 1,5 ... 2,5 times lighter, has the highest

efficiency and the best adjusting characteristics. In the electric transport it is very important to have a low weight, and a stock of spare space for the installation of batteries.

References

1. Lokhin V.V. Non-contact traction electric motor in the valve electric drive structure // Collection of scientific papers “Electromechanical systems” / edited by A.V. Lepeshkina. – Moscow: Moscow Polytechnic University “MAMI”, 1995. – P. 38–43
2. Ovchinnikov I.V. Valve electric motors and drive based on them (low and medium power) [Text] / I.V. Ovchinnikov. – St. Petersburg: Korona-vek, 2006. – 336 p.
3. Sokolovsky G.G. Electric drives of alternative current with frequency control: College book [Text] / G.G. Sokolovsky. – Moscow: “Academia” publishing center, 2007. – 272 p.

MŪSDIENU DATORU PROCESORU STRUKTŪRA MODERN COMPUTER PROCESSOR STRUCTURE

Autors: **Arturs ŠKAPARS**, e-pasts: varabei@inbox.lv, tālrunis.:+37122485481
Autors: **Aigars LADUŠEVŠ**, e-pasts: aigaigarss@inbox.lv, tālrunis.:+37129198285
Zinātniska darba vadītājs: **Pēteris Grabusts Dr.sc.ing. profesors**, e-pasts:
peteris.grabusts@ru.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract: *This article is about computer processor structure, that has improved over time and is still evolving. The goal of this work is to delve into specifics of computer processors and the logic they obey. This paper will overlook parts of modern computer processor structure to understand how they work.*

Keywords: *arithmetic logic unit, central processing unit, registers.*

Ievads

Vecākajām skaitļošanas iekārtām, piemēram, ENIAC (*Electronic Numerical integrator And Computer*) nācās veikt manuālu atsevišķu komponentu pieslēgšanu un atslēgšanu, lai veikt dažādus uzdevumus. Kopš termins CPU (*Central Processing Unit*) tika definēts kā ierīce priekš programm izpildes, agrīnās ierīces, kuras varēja tikt sauktas par CPU nāca kopā ar “uzglabāto-programmu datoru” atnākšanu. “Uzglabāto programmu dators” saglabāja programmas instrukcijas elektroniskajā atmiņā.

Agrākajiem CPU tika piešķirts individuāls dizains, kurš tika izmantots kā daļa no lielāka vai īpatnēja datora. Savukārt šī īpatnējā izstrādes metode deva ceļu procesoru izstrādei ar vairākiem pielietojumiem (*multi-purpose processor*). Šī standartizācija atvērta ceļu uz jaunu tranzistoru lieldatoru un minidatoru ēru un strauju integrēto shēmu (IC) popularizāciju. Integrētās shēmas pieļāva sarežģītāku procesoru izstrādi un ražošanu. CPU minituarizācija un standartizācija palielināja digitālo ierīču klātbūtni modernajā dzīvē, salīdzinot ar laikiem kad ražoja ENIAC datorus. Modernie mikroprocesori ir sastopami vairākās ikdienas elektronikas iekārtās, sākot no automobiļiem, telefoniem un pat rotaļlietām.

Releji un vakuumlampas tika izmantoti kā slēdžu elementi, pilnvērtīgam datoram bija nepieciešami vairāki tūkstoši šo slēdžu ierīču. Sistēmas ātrums tika limitēts ar slēdžu pārslēgšanās ātrumu. Beigu beigās vakuumlampu datori kļuva dominējoši, pateicoties to ātrumam, pārsvērot uzticamību problēmas. Vairākums šo agro sinhrono procesoru darbojās zemos takts signālos, salīdzinot ar modernajiem mikroelektronikas dizainiem. Takts signālu frekvences svārstījās no 100 KHz līdz 4 MHz un tas bija diezgan parasts svārstību intervāls priekš tā laika, kas tika ierobežots sakarā ar slēdžu ierīču uzbūvi.

Centrālais procesors

Centrālais procesors (CPU) ir datora mezgls, kas paredzēts instrukciju nodošanai pēc programmas pieprasījuma izmantojot aritmētiskās, loģiskās, kontroles un ievad/izvad operācija. CPU termins tika izmantots kopš 1960. gadu sākuma un vairāk attiecās uz kontroles un apstrādes iekārtu, nošķirot atslēgas elementus no ārējām datora komponentēm, no izvad/ievad mezgliem un atmiņas nesējiem.

Dizaina un īstenošanas ziņā CPU ierīces mainījās laikam ejot, bet fundamentālās operācijas palika nemainīgas. Galvenās procesora sastāvdaļas palika:

- Aritmētiski loģiskā iekārta (ALU, *arithmetic logic unit*), kura atbild par aritmētiski loģisko operāciju izpildi;
- Procesora reģistri, kuri nodrošina operandus aritmētiski loģiskajai iekārtai;

- Kontroles iekārta, kura vada datu izvēles un atlasēšanas procesus, instrukciju izpildi vadot jau koordinētās aritmētiski loģiskās iekārtas operācijas, reģistrus un citas komponentes. [1]

Lielākā daļa centrālo procesoru ietilpst mikroprocesoru kategorijā, tas nozīmē, ka tie ietilpst vienā integrētās mikroshēmas (IC) čipā. Integrētā shēma saturošā centrālo procesoru tāpat satur arī atmiņu, perifēros interfeisus un citas datora komponentes, šādas integrētās ierīces tiek sauktas par mikrokontrolieriem vai vienkristāla shēmām (no angļu *system on a chip* – SoC). Daudzi datori izmanto vairāk-kodolu procesorus, kur viena shēma satur divus vai vairākus centrālos procesorus, kurus sauc par kodoliem.

Centrālā procesora mērķis ir izpildīt uzkrāto instrukciju secību, kuru sauc par programmu. Programma ir skaitļu sērija, kura tiek turēta datora atmiņas ierīcē. Programmas izpildes procesam ir četri soļi, kurus lieto gandrīz vai visi procesori, tie ir: saņemt, atšifrēt, izpildīt un atbildēt. Galvenās procesora iezīmes ir takts frekvence, ātrdarbība, enerģijas patēriņš, arhitektūra un litogrāfijas procesu normas izgatavojot procesorus. Algoritmu izpildes laikā, procesors veic milzīgu skaitu vienkāršu soļu, kurus sauc par taktīm un to skaitu, ko procesors izpilda vienā sekundē, sauc par procesora takts frekvenci. Takts frekvence tiek mērīta megahercos (MHz), agrāk tā tika mērīta kilohercos (1KHz = 1000Hz), bet mūsdienās, datoriem attīstoties takts frekvence tiek mērīta megahercos (1MHz = 1000KHz), un bieži tā tiek izteikta gigahercos (1GHz = 1000MHz).

Mūsdienu procesora galvenās sastāvdaļas:

- Vadības ierīce – atkodē no atmiņas saņemtās komandas un formē to izpildei nepieciešamos vadības slāņus.
- Aritmētiski loģiskā ierīce – atbild par aritmētisko funkciju izpildi (saskaitīšana, atņemšana, reizināšana un dalīšana), loģiskās (skaitļu salīdzināšanu) un citas datu apstrādes operācijas.
- Reģistru bloks – satur reģistrus, t.i., maza apjoma, ātrdarbīgu atmiņu, kura paredzēta datu īslaicīgai uzglabāšanai. Universālos reģistrus izmanto starprezultātu glabāšanai, bet atmiņas reģistros esošos datus – datu vai komandas adreses vairošanai. Procesors tāpat satur arī specializētus reģistrus, kuri paredzēti konkrētai informācijai, piemēram komandas kodi vai turpmāk izpildāmās komandas adreses.
- Kešatmiņa – izmantojas komandu, datu un starprezultātu glabāšanai. [1]

Aritmētiski loģiskā ierīce (ALU)

Ievads ALU shēmā ir dati, kurus sauc par operandiem un kods norāda, ka ir jāizpilda kāda operācija. ALU izvade ir izpildīto operāciju rezultāts. Dažādos ALU dizainos papildus informācija tiek apmainīta ar statusa reģistru, kurš attiecas uz rezultātu no tagadējām vai iepriekšējām operācijām (skatīt 1. attēlu).

Aritmētiski loģiskās ierīces simboliskā representācijā ar bultiņām attēloti ievada un izvada signāli, katra no bultām attēlo vienu vai vairākus signālus. Kontroles signāli nāk no kreisās puses un statusa signāli iziet no labās puses, dati plūst no augšas uz leju. Aritmētiski loģiskajai iekārtai pastāv vairāki izvada un ievada tīkli, kuri fiziski ģenerē digitālos jeb ciparveida signālus starp ALU un ārējo shēmu. ALU darbojoties ārējā shēma padod signālus uz ALU ievadiem, savukārt ALU ģenerē un vada signālus uz ārējo shēmu, izmantojot izvadus. Parastam ALU ir trīs paralēli datu tilti jeb datu maģistrāles, kuras sastāv no diviem ievada operandiem (A un B operandi) un rezultāta izvads (Y). Katra datu maģistrāle ir signālu grupa, kura nogādā vienu bināro ciparu. Parasti A, B un Y maģistrāļu platumi ir identiski un sakrīt ar vajadzīgajiem ārējās shēmas izmēriem.

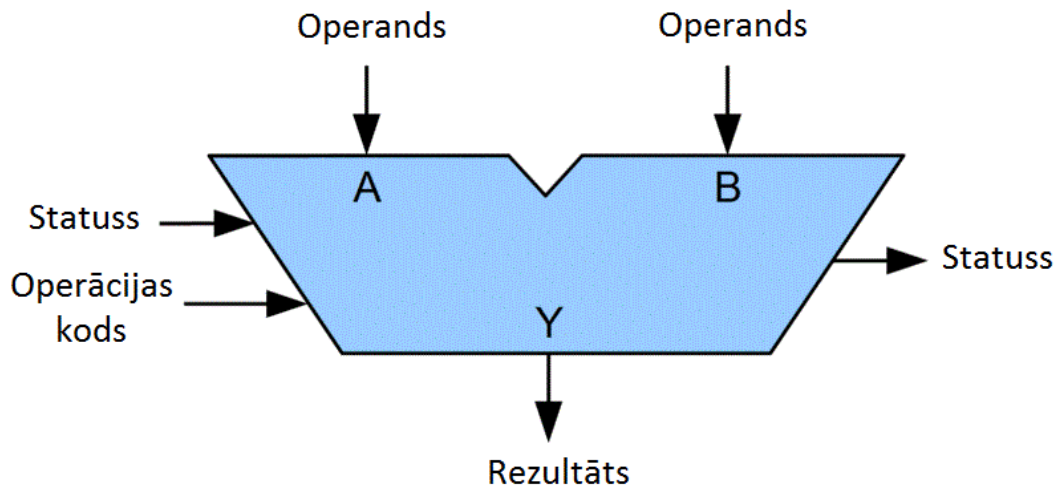
Opkoda (operāciju kods) ievads ir paralēla maģistrāle kura padod operācijas sekciju kodu uz aritmētiski loģisko ierīci. Koda sekcijas tiek uzskaitītas dodot ALU instrukcijas par vajadzīgo aritmētisko vai loģisko operāciju. Opkoda maģistrāles platumš saistīts ar operāciju skaitu ko ALU var veikt; piemēram, četru bitu opkods var specificēt līdz 16 dažādām ALU

operācijām. Parasti ALU opkods nav tādā pašā valodā kā datora, vai citas mašīnas opkods, dažos gadījumos tas var būt šifrēts kā bitu lauks pašas mašīnas opkodā.

Statusa izejas ir individuāli signāli kuri nodod papildus informāciju par ALU operāciju rezultātu. Šie izejas signāli parasti tiek uzglabāti reģistros turpmākai izmantošanai ALU operācijās, lai vadīt nosacījuma zarojumus. Bitu reģistru kopa kura uzglabā statusa izvadus bieži tiek apstrādāta, kā vien, daudzbītu (*single-bit, multi-bit*) reģistrs, citiem vārdiem, kā statusa reģistrs. Parasti ALU satur šādus statusa signālus:

- *Carry-out* - ciparu transportēšana papildus operācijas rezultātā, aizņemšana atņemšanas rezultātā - vai bitu pārpilde binārās maiņas rezultātā.
- *Zero* – norāda, ka visi izvada biti ir loģiskā nulle.
- *Negative* – norāda, ka aritmētiskās operācijas rezultāts ir negatīvs.
- *Overflow* – norāda, ka aritmētiskās operācijas rezultāts ir pārsniedzis cipara diapazona izvadu.
- *Parity* – norāda, ka pāra vai nepāra bitu skaits ir loģiskais vieninieks.

Statusa ievads ļauj ALU piekļūvi pie papildus informācijas operāciju izpildes laikā.[3]



1. attēls. Aritmētiski loģiskā ierīce (ALU)

Vadības iekārta

Kontroles iekārta, jeb CU (*control unit*) ir CPU komponente kura vada procesora operācijas. Tā nosaka kādā veidā datora atmiņa, aritmētiski loģiskā iekārta un izvad/ievad ierīces reaģē uz programmas instrukcijām.[4]

Kontroles iekārta vada citu vienību operācijas nodrošinot kontroles signālus un laika noteikšanu. Liela daļa datora resursu tiek vadīti ar kontroles iekārtas palīdzību, CU vada datu plūsmu starp CPU un citām iekārtām. Modernās konstrukcijās CU parasti atrodas iekšējā CPU daļā un laika gaitā CU operācijas īpaši nemainījās.

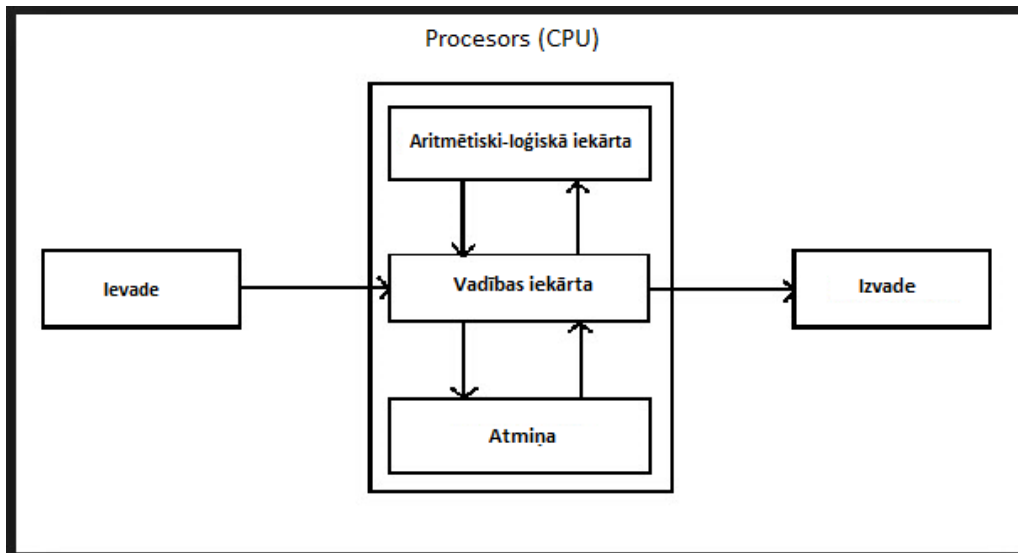
Kontroles iekārta ir digitāla shēma procesorā, kura koordinē datu plūsmas secību uz, no un starp daudzām CPU apakšvienībām. Rezultātā dati tiek izveidoti un nodoti programmai caur vairākām apakšvienībām. Kontroles iekārta vada datu plūsmu iekš procesora un papildus nodrošina kontroles signālus datoram, lai turpmāk vadīt datus un instrukcijas uz/no procesora ārējiem galapunktiem, CU var nosaukt par “smadzenēm smadzenēs”.

Kontroles iekārta nepieciešama gan procesoriem, gan grafiskajiem procesoriem. Kontroles iekārta saņem ārējās instrukcijas vai konvertē komandas kontroles signālu secībās, kuras CU pielieto datu plūsmas ceļā, lai izpildīt reģistru pārsūtes operāciju secību. Konkrētāk, kontroles iekārta ir sarežģītu digitālo shēmu savienojums un kontrolē daudz

vienību izpildi centrālajā procesorā. Kontroles iekārta ir pirmā CPU iekārta, kura saņem instrukcijas no ārējās programmas. CU atšifrē instrukciju sekojošajos soļos, kuri kontrolē un koordinē procesora iekšējās darbības pareizai datu manipulācijai. Sekojošo soļu konstrukcija ir atkarīga no katras instrukcijas vajadzībām un var atšķirties soļu skaitā, izpildes kārtā un iesaistītajās izpildes vienībās. Izmantojot instrukciju programmu atmiņā, CU konfigurē CPU datu plūsmu saskaņoti vajadzībai veikt darbības ar datiem pareizā veidā.

Progresīvākas kontroles iekārtas var tulkot instrukcijas, bet ne datu sekcijas, vairākās mikro-instrukcijās un CU vada mikro-instrukciju kārtību starp izvēlētajām izpildes iekārtām, kurām dati tiek nodoti un izmainīni izejot no izpildes vienības funkcijām (skatīt 2. attēlu).[4]

2. attēls. Vadības iekārtas funkcionālā shēma



2. attēls. Vadības iekārtas funkcionālā shēma

Procesora reģistri

Procesora reģistrs ir daļa no mazāka datu uzglabāšanas komplekta, kurš ir procesora daļa. Reģistri parasti sastāv no neliela atmiņas daudzuma, dažiem reģistriem piemīt specifiskas funkcijas un daži reģistri var būt tikai nolasāmi (*read-only*) vai tikai rediģēti (*write-only*). Reģistri parasti tiek adresēti ar pārējās atmiņas mehānismiem.

Reģistri var saturēt instrukcijas, datu uzglabāšanas adreses vai dažādus datus, piemēram bitu kārtību, vai individuālus simbolus. Programma var saturēt instrukciju, ka divu definētu reģistru saturu, pieņemsim veselos skaitļus, nepieciešams saskaitīt un uzglabāt noteiktā reģistrā. 64-bitu datorā reģistra garumam jābūt ar izmēru 64 biti. Dažādās datoru arhitektūrās tiek izmantoti mazāka izmēra reģistri, piemēram, pusreģistri, paredzēti mazāka jeb īsāka izmēra instrukcijām. Atkarībā no procesora arhitektūras un valodas noteikumiem, reģistri var tikt numurēti vai tiem var tikt piešķirti patvaļīgi nosaukumi.

Procesors parasti satur vairākus indeksa reģistrus. Indeksa reģistri ir shēmas, kuras saņem, uzglabā un izvada instrukcijas paredzētas koda maiņai datorā. Šīs shēmas tāpat arī sauc par adrešu reģistriem vai arī par modifikāciju reģistriem. Efektīvā adrese satur bāzi, rādītāju un relatīvo adresi, tas viss tiek saglabāts indeksa reģistrā, jeb rādītāja reģistrā. Reģistri parasti tiek mērīti bitu skaitā, kurus tie spēj saglabāt, piemēram 8-bitu reģistrs, vai 32-bitu reģistrs. Procesorā parasti ietilpst vairāku tipu reģistri, kuri var tikt klasificēti saskaņā ar to instrukcijām:

- Lietotājam pieejami reģistri var tikt nolasīti un rediģēti izmantojot mašīnas instrukcijas. Plašāk pieejamie lietotāju reģistri atrodas datu un adrešu reģistros.
 - Datu reģistri var saturēt veselos skaitļus, dažas arhitektūras pieļauj decimālo skaitļu, simbolu, nelielu bitu masīvu un citu datu saglabāšanu.

- Adrešu reģistri satur adreses, kuras tiek izmantotas instrukciju izpildes laikā. Instrukcijas piekļūst pie galvenās atmiņas netiešā veidā.
 - Daži procesori satur reģistrus, kuri var tikt izmantoti, lai uzglabātu adresi vai tikai skaitļus.
 - GPRs (*general-purpose registers*) – reģistru tips, kas var saturēt gan datus, gan adreses, reģistru faili retos gadījumos var saturēt arī decimālos skaitļus.
 - Statusa reģistri satur *true/false* mainīgos, izmanto, lai noteiktu, kādas instrukcijas jāizpilda un kādas nē.
 - Decimālo ciparu reģistri, jeb FPRs (*floating-point registers*) satur decimālos ciparus.
 - Konstantes reģistri, satur tādus mainīgos, kā nulle, viens vai arī skaitli *PI*.
 - Vektora reģistri satur datus par vektor apstrādi, kura nepieciešama SIMD instrukcijām (*single instruction, multiple data*).
 - Speciālu mērķu reģistri (SPR) satur programmas stāvokli, tajos ietilpst programmas kārtotāju, vai citiem vārdiem, instrukciju vadības un statusa reģistru. Statusa reģistrs un programmas kārtotājs var tikt apvienoti PSW (*program status word*) reģistrā.
 - Dažādās arhitektūrās modeļa-specifiskie reģistri satur datus un iestatījumus, saistītus ar pašu procesoru. Šie reģistri ir atkarīgi no procesora arhitektūras modeļa un arhitektūras modeļi mainās laikam ejot.[2]
- Iekšējie reģistri – reģistri, kuriem nevar piekļūt instrukcijas, izmanto procesora operācijām.
- Instrukciju reģistri satur pašlaik izpildāmās instrukcijas.
 - Reģistri saistīti ar informāciju izvadi no RAM, ir uzglabāšanas reģistru krājums, kurš atrodas uz atsevišķas no procesora shēmas. [2]

Detāļu reģistri, jeb komponentu reģistri (*hardware register*) ir līdzīgi augstāk minētajiem, bet darbojas ārpus procesora. [2]

Secinājumi

1. Arhitektūras un īstenošanas ziņā CPU ierīces mainījās laikam ejot, bet fundamentālās operācijas palika nemainīgas.
2. Laika gaitā uzlabojās procesora takts frekvence, ātrdarbība, samazinājās jaudas patēriņš un pilnveidojās arhitektūra.
3. Mūsdienās lielākā daļa datoru izmanto vairākkodolu procesorus, kuru viena shēma satur divus vai vairākus centrālos procesorus; tādā veidā ļaujot izpildīt uzkrāto instrukciju secību efektīvāk.

Summary

Nowadays, most computers use multi-core processors, with one circuit containing two or more central processors, thus allowing the sequence of stored instruction to be performed more efficiently. As time goes by, the processor power consumption has decreased but clock speed, performance, and architecture have improved. In terms of design and implementation, CPU devices changed as time went by, but basic operations remained unchanged.

Literatūras saraksts

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Central_processing_unit
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Processor_register
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Arithmetic_logic_unit
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Control_unit

NVIDIA AUGSTAS VEIKTSPĒJAS RISINĀJUMA CUDA PIELIETOŠANA ATTĒLU APSTRĀDEI NVIDIA HIGH PERFORMANCE COMPUTING SOLUTION CUDA APPLICATION FOR IMAGE PROCESSING

Autors: **Jānis STANKEVIČS**, e-mail: janis.stankevics@gmail.com, telefons: 26739913
Zinātniskā darba vadītājs: **Sergejs Kodors, Dr.sc.comp.**, e-mail: sergejs.kodors@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *The goal of this research report is to compare the program execution times using the Central Processing Unit and NVIDIA's high throughput solution CUDA to execute the program on the Graphic Processing Unit. The programs will run an algorithm to convert a raster image into dotted half-tone. CUDA's programming model allows programmers to run their programs on a parallel GPU architecture consisting of several blocks of threads that are being ran in parallel. This dynamic technology allows to further decrease the time it takes to run a program, by simply adding more GPU's or upgrading the existing one*

The research experiment concluded that NVIDIA solution is faster than using usual CPU serial code.

Keywords: *CUDA, high throughput, Graphic Processing Unit, execution time.*

Ievads

Kopš 2005. gada centrālā procesora darbības frekvences uzlabojumi ir samazinājušies, un ātrums ir palicis apmēram tāds pats ar katru jauno procesoru paudzi. Viens no risinājumiem ir palielināt paralēlisma iespējas. Tāpēc mūsdienās CPU ražotāji vairāk koncentrējas uz paralēlisma palielināšanu, piemēram, vairāku kodolu procesora un hiperpavedienu tehnoloģijas.

Tikmēr video kartes ražotājs NVIDIA 2006. gadā izlaida CUDA rīkkopu, kas atļauj programmētājiem izmantot NVIDIA GPU kodolus vairāku, vienkāršu uzdevumu vienlaicīgai izpildīšanai, kas ļauj samazināt slodzi uz centrālā procesora un paātrināt programmas izpildes laiku. Bet šī arhitektūra nespēj pilnībā aizstāt centrālā procesora uzdevumus un ir daudz lēnāka izpildot vienkāršu sērijveida kodus, tāpēc šim darbam joprojām tiek izmantots centrālais procesors.

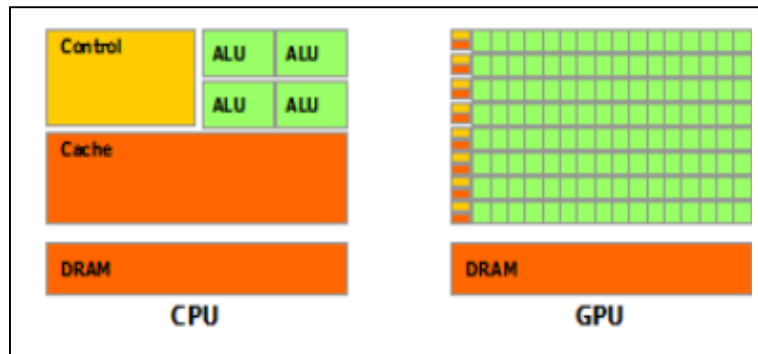
Šī darba **mērķis** ir salīdzināt programmas izpildes laiku starp centrālo procesoru un CUDA risinājumu.

Lai sasniegtu mērķi tika izvirzīti šādi **uzdevumi**:

- 1) Literatūras analīze par CUDA tehnoloģiju.
- 2) Realizēt programmu, kas pārveido attēlu no rastra grafikas uz melnbaltu rastra iespaidumu (*half-tone*) vektorgrafiku pielietojot centrālo procesoru un CUDA tehnoloģiju.
- 3) Realizēt programmu, kas pārveido attēlu no rastra grafikas uz krāsainu rastra iespaidumu (*color half-tone*) vektorgrafiku, pielietojot centrālo procesoru un CUDA tehnoloģiju.
- 4) Salīdzināt attēla apstrādes laikus.

CUDA tehnoloģija

Viena no video kartes galvenajiem uzdevumiem ir liela daudzuma paralēlskaitļošana priekš grafiskās renderēšanas, tāpēc vairāk vietas tiek veltīts skaitļošanas kodoliem un mazāk kešatmiņām un plūsmas vadībām. Videokartēm, salīdzinot ar centrālajiem procesoriem, ir daudz vairāk kodolu, kas ir mazāk efektīvāki izpildīt instrukcijas pēc iespējas ātrāk, bet lielais skaits kodolu ir paredzēti liela daudzuma sarežģītām operācijām ar peldošo komatu izpildei.



1.attēls. Procesora un videokartes arhitektūra [1]

Lai būtu iespējams izmantot *NVIDIA* videokartes priekšrocības vispārēju uzdevumu skaitļošanas uz grafiskās kartes (*General-purpose computing on graphics processing units - GPGPU*) veikšanai ir nepieciešams instalēt papildus rīkkopu *CUDA toolkit*. Šī rīkkopa satur speciālo *NVIDIA* izstrādāto C/C++ kompilatoru, kas ļauj centrālajam procesoram dot komandas priekš *GPU*, lai izpildītu uzdevumus.

CUDA paralēlprogrammēšanas modelis paredz to, ka matemātiskais uzdevums tiks sadalīts vairākās grupās kas sastāv no pavedieniem(*threads*), katra no grupām satur līdz 1024 pavedieniem. Katrs pavedienis veiks kodola(*kernel*) funkcijas izpildi (piem. katrs pavedienis ir *for* cikla iterācija). Katrs pavediena bloks ir neatkarīgs no cita, tas nozīmē, ka *CUDA* programmas ātrdarbība ir iespējams palielināt vienkārši palielinot skaitļošanas kodolu daudzumu.

Materiāli un metodes

Darba metode: eksperimentālā metode.

Eksperimenta apraksts: šajā darba ietvaros tiks veikta eksperimentālā daļa kur attēlu apstrādei tiks izmantota rastra iespiedums(*half-tones*) paņemiems, kurš pārveido rastra grafikas pikselus par dažāda izmēra apaļiem vektora “punktiem”. Kā apstrādajamais attēls priekš pētnieciskā daļas tika izvēlēts attēls “Lena”. Tiks uzņemts paša attēla apstrādes laiks, neieskaitot atmiņas izdales un informācijas nolasīšanas/ierakstīšanas laikus, jo tie atšķiras starp abām metodēm. Tiks izmantoti šāda attēla izmēri: 512x512, 1024x1024, 2048x2048, 4096x4096.

Melnbalta attēla apstrāde ar rastra iespieduma metodi

Priekš melnbalta attēla apstrādes melna krāsas punkta diametra izmērs ir atkarīgs no blakus esošā pikseļu melnās krāsas intensitātes. Melnbalts attēls tika parveidots no *.pgm formāta uz *.svg formātu. Autors izvēlējās tieši *PGM* formātu, jo attēla informācija tiek saglabāta kā ascii simboli un to ir vienkārši izmantot, un nav nepieciešamība izmantot papildus bibliotēkās. 2. attēlā tiek aprakstīts algoritms pseidokodā.

1. Tiek nolasīta informācija:
Attēla izmēri tiek saglabāti mainīgajos **height** un **width**. Attēla pikseļa vērtības tiek saglabātas masīvā **Image** ar *int* datu tipu.
2. Tiek fiksēts sākuma laiks izmantojot:
-CPU- *clock_t*
-CUDA- *cudaEvent_t*
3. Attēla apstrāde pēc šāda algoritma:
counter ← 0
Visiem **h** no 0 līdz **height** ar soli 2 izspildīt:
Visiem **w** no 0 līdz **width** ar soli 2 izspildīt:
$$r_buff_{counter} = 1 - (\text{Image}_{w\ h} + \text{Image}_{w+1\ h} + \text{Image}_{w\ h+1} + \text{Image}_{w+1\ h+1}) / 1020$$

h_buff_{counter=h+1};
w_buff_{counter=r+1};
Palielināt **counter** par 1
Iekšējā cikla beigas
Ārējā cikla beigas
kur:
h- Attēla vertikālās koordinātes
w- Attēla horizontālās koordinātes
4. Tiek fiksēts beigu laiks. Izspildes laiks tiek izvadīts uz ekrāna
5. Tiek izmantota struktūra lai ierakstītu datus pēc *.svg formātā
6. Programmas beigas

2.attēls. Melnbalta attēla apstrādes algoritms

Krāsaina attēla apstrāde ar rastra iespieduma metodi

Kā avota datnes formāts priekš krāsaina attēla tika izvēlēts *.bmp, jo var viegli piekļūt un apstrādāt noteiktos pikselus. Tika izmantota *EasyBMP* bibliotēka lai saglabātu visu attēla Priekš krāsaina attēla punkta diametrs paliek vienmērīgs, bet tā krāsas noteikšanai tiek izmantots euklīda algoritms, kas ir parādīts 3. attēlā [2].

1. Tiek nolasīts attēls, izmantojot *EasyBMP* bibliotēku:
Attēla pikseļa krāsas vērtības tiek saglabātas attiecīgajos *int* datu tipa masīvos **Red**(sarkans), **Green**(zaļš), **Blue**(blue). Attēla augstums un platums tiek saglabāti attiecīgi **height** un **width**
2. Tiek fiksēts sākuma laiks izmantojot:
 - CPU- *clock_t*
 - CUDA- *cudaEvent_t*
3. Visiem **h** no 0 līdz **height** ar soli 2 izpildīt:
Visiem **w** no 0 līdz **width** ar soli 2 izpildīt:
Tiek atrasts loga vidējās vērtības priekš katras krāsas:

$$X_{avg} = \frac{X_w h + X_{w+1} h + X_w h+1 + X_{w+1} h+1}{4}$$
 Kur: **X** –Attiecīgā krāsa (**Red,Green,Blue**)
 h- Attēla vertikālās koordinātes
 w- Attēla horizontālās koordinātes
 Katram loga pikselim tiek aprēķināta euklīda distanci no vidējām vērtībām

$$F(X)_i = \sqrt{(\mathbf{Red}_{avg} - \mathbf{Red}_i)^2 + (\mathbf{Green}_{avg} - \mathbf{Green}_i)^2 + (\mathbf{Blue}_{avg} - \mathbf{Blue}_i)^2}$$
 Tiek atrasts pikselis ar mazāko vērtību, tā vērtības tiek ierakstītas izvades masīvos
 Iekšējā cikla beigas
 Ārējā cikla beigas
4. Tiek fiksēts beigu laiks. Izpildes laiks tiek izvadīts uz ekrāna
5. Tiek izmantota struktūra lai ierakstītu datus pēc *.svg formātā
6. Programmas beigas

3.attēls. Krāsaina attēla apstrādes algoritms

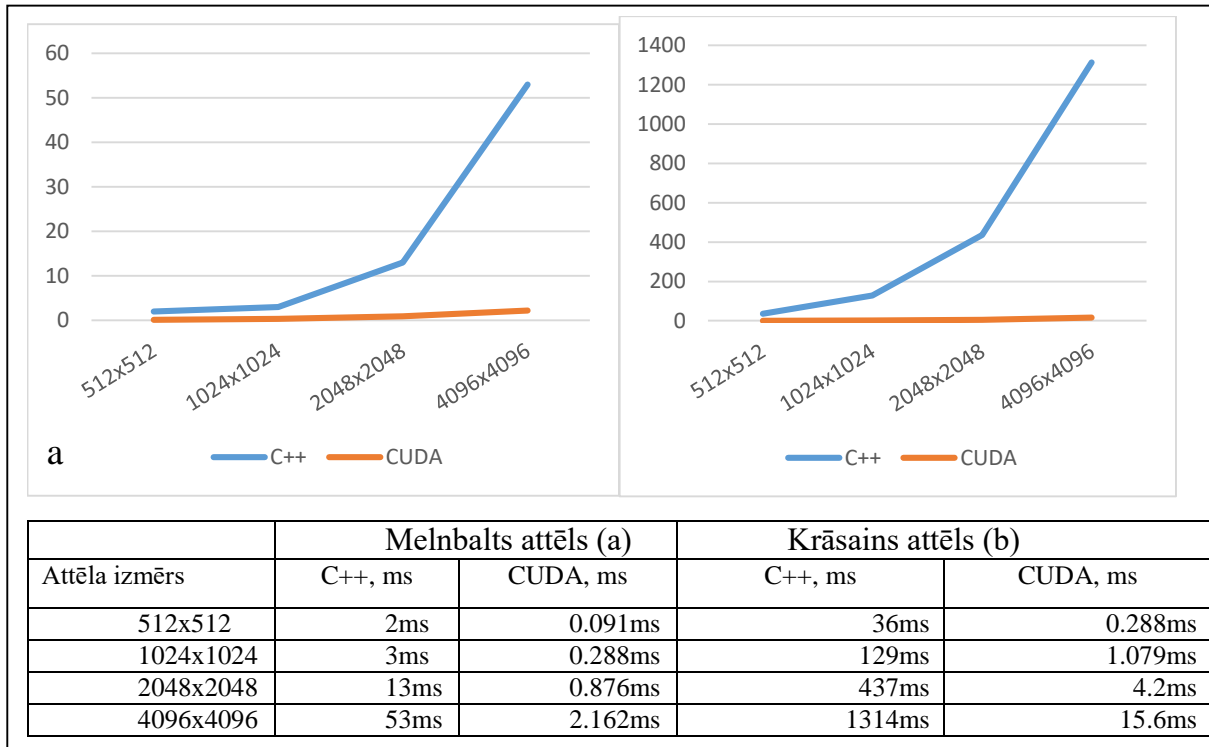
Rezultāti un izvērtējums

Priekš pētījumam tika izmantots dators ar šādu aparatūru:

- Centrālais procesors: *AMD Ryzen 7 1700X Eight-Core Processor (16 CPUs), ~3.4GHz*
- Video karte: *NVIDIA GeForce GTX 1060 6GB*
- Operatīvā atmiņa: *16 GB RAM*

Izmantojamā programmatūra:

- Operatīvā sistēma: *Windows 10 Education 64-bit.*
- Izstrādes vide: *Microsoft Visual Studio 2015 Community.*
- Paralēlskaitļošanas platforma: *CUDA toolkit 8.0.*
- *PGM* un *BMP* attēlu pārskatprogramma: *IrfanView.*
- *SVG* attēlu pārskatprogramma: *Inkscape.*



Algoritma izpildes laiks tika salīdzināts starp, izmantojot tika centrālo procesoru un izmantojot *CUDA* risinājumu. Eksperimenta rezultāti parāda to, ka priekš melnbalta attēla *CUDA* risinājums ir 20 reizes ātrāks, bet priekš krāsainiem attēliem tas ir līdz pat 100 reizes ātrāks. Šī atšķirība ir saistīta ar to, ka krāsaina attēla apstrādes algoritms ir sarežģītāks un sastāv no vairākām matemātiskām operācijām.

Secinājumi

Tika veiksmīgi realizētas *CPU* un *CUDA* programmas melnbalta un krāsaina attēla apstrādei ar rastra iespiedumu. Salīdzinot attēla apstrādes laikus tika secināts ka *CUDA* risinājums ir 20 reizes efektīvāks priekš melnbaltiem attēliem un 100 reizes priekš krāsainiem attēliem. Atšķirība *CUDA* risinājuma efektivitātē starp abiem algoritmiem ir tāpēc, ka krāsaina attēla apstrādei ir daudz lielāks izpildāmo matemātisko darbību daudzums.

Tomēr lielākais *CUDA* tehnoloģijas trūkums ir tāds, ka dati ir jāpārsūta pa mātesplates kopni starp operatīvo atmiņu un *GPU* ierīci. Šī darbība var smagi ietekmēt kopējo programmas izpildes laiku. Tāpēc autors uzskata, ka *CUDA* risinājumu ir vislabāk pielietot gadījumos kad ir jāveic liels daudzums matemātisko operāciju uz datu vienību.

Visi darba uzdevumi tika veiksmīgi izpildīti un darba mērķis tika sasniegts.

Summary

Ever since advancements in processing speeds have stalled out, IT companies and researchers have been looking into parallelism to increase computing efficiency. One of such parallelism technologies is general purpose computing on graphics processing unit. One of the GPU manufacturing companies NVIDIA released their solution that allows programmers to write programs that can use GPU resources for computation on software level. Unlike CPU's, GPU architecture is designed to have several, smaller processing cores that are specifically designed for large amount of floating point computations, but at the cost of longer wait times between operations (latency).

For this research report the goal was set to compare the computing times of 2 versions an algorithm, that converts a raster image into half-tone,

A program that uses standard C++ serial code and will run on central processing unit.

A program that will use CUDA and use GPU for large amount of computations.

The results show that using CUDA gives about 20 times faster computation times for greyscale images and even up to 100 times faster for colored images. The large computation efficiency difference between greyscale and colored images is because the algorithm to convert colored images uses more complex mathematical operations than greyscale one.

Literatūras saraksts

1. CUDA C Programming Guide <http://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-programming-guide/index.html#axzz4fNGmi8QR>
2. Euclidean Distance – Raw, Normalised, and Double-Scaled Coefficients
<http://www.pbarrett.net/techpapers/euclid.pdf>

COMPARATIVE ANALYSIS OF EXACT AND ITERATIVE METHODS FOR SOLVING SLAES

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНЫХ И ИТЕРАЦИОННЫХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ СЛАУ

Author: **Evgeni VARMASHKIN, Anna VASILEVA**, e-mail:
varmashkinevgenii@gmail.com

Abstract. *The numerical solution of systems of linear algebraic equations (hereinafter SLAE) is one of the most frequently encountered problems in scientific and technical research, mathematical physics (numerical solution of differential and integral equations), economics, statistics. According to modern literature, about 75% of all computational problems lead to the solution of systems of linear algebraic equations. And, accordingly, the need to choose the method of solving SLAE, giving, with the use of computer technology, an effective result is actualized. This article compares the different methods for solving SLAE*

Keywords: *conditional thickness method, influence factor, mining block, pillar, roof, stability.*

Вступление

Численное решение систем линейных алгебраических уравнений (в дальнейшем СЛАУ) – одна из наиболее часто встречающихся задач в научно-технических исследованиях, математической физике (численное решение дифференциальных и интегральных уравнений), экономике, статистике. По оценкам современной литературы, около 75 % всех вычислительных задач приводит к решению систем линейных алгебраических уравнений. И, соответственно, актуализируется необходимость выбора метода решения СЛАУ, дающий, при использовании вычислительной техники, эффективный результат.

Материалы и метода

Для рассмотрения были выбраны методы Зейделя, как достаточно быстро сходящийся итерационный метод и метод Жордана-Гауса. Данные измерения были собраны при помощи программы написанной на языке программирования высокого уровня C++. С использованием программного обеспечения . Microsoft Visual Studio13

Результаты

В компьютерных науках, для оценки асимптотики алгоритма используется нотация O-большое.

Рассмотрим асимптотику метода Жордана-Гаусса. Пусть на входе имеется матрица $n*m$ элементов. Тогда выходит, что наша программа проходит n фаз, в каждой из которых мы совершаем ряд действий, а именно 1-находим и переставляем опорный элемент (это мы можем сделать за $O(n+m)$) (стоит отметить, что этот пункт имеет меньшую асимптотику, чем второй.)

2-в случае, если в уравнении найден опорный элемент-прибавляем текущее уравнение ко всем остальным ($O(n*m)$).

Однако, 2 пункт выполняется не более $\min(n,m)$ раз, т.к. ровно столько у нас зависимых уравнений.

Таким образом, итоговая асимптотика выглядит как $O(\min(n,m)*n,m)$.

Ну а при условии, что матрица квадратная, т.е. $n=m$, эта оценка превращается в .

На первый взгляд, это не так уж и много. Однако, при решении СЛАУ большой размерности, уже при $n>10^3$, даже на современных ЭВМ затраты времени достаточно велики.

Например, время решения СЛАУ из 1000 уравнений с помощью последовательной реализации метода Гаусса на бюджетном ПК с конфигурацией Intel Core i2 Duo T5250 (1.5GHz), 2.00GB RAM составляет 4.250 сек. Для решения СЛАУ из 2500 уравнений в

<http://dx.doi.org/10.17770/het2018.22.3633>

тех же условиях требуется 64.985 сек. А для систем из уравнений требуется уже более одного часа.

Метод Зейделя-это модификация метода простой итерации. Однако, он обладает лучшей сходимостью, так как для него характерна тенденция использования приближений, полученных по ходу процесса, наиболее близких к конечному результату.

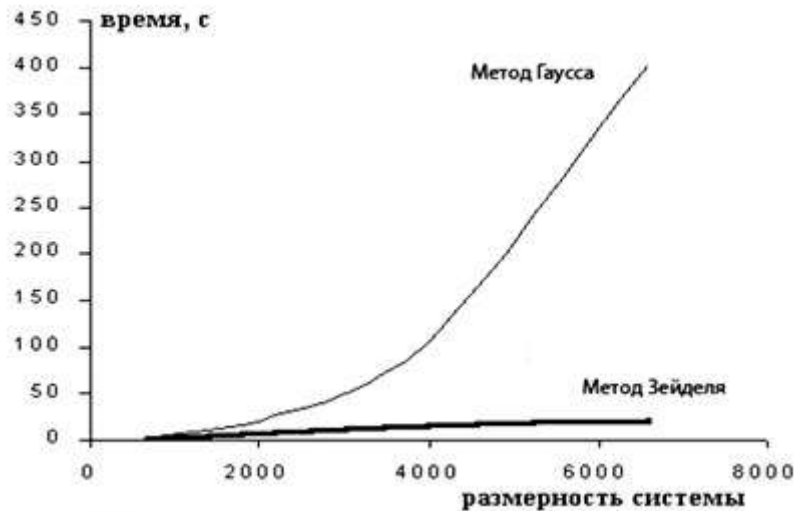


Рис.1. Зависимость времени решения от размерности матрицы при использовании прямого и итерационного метода

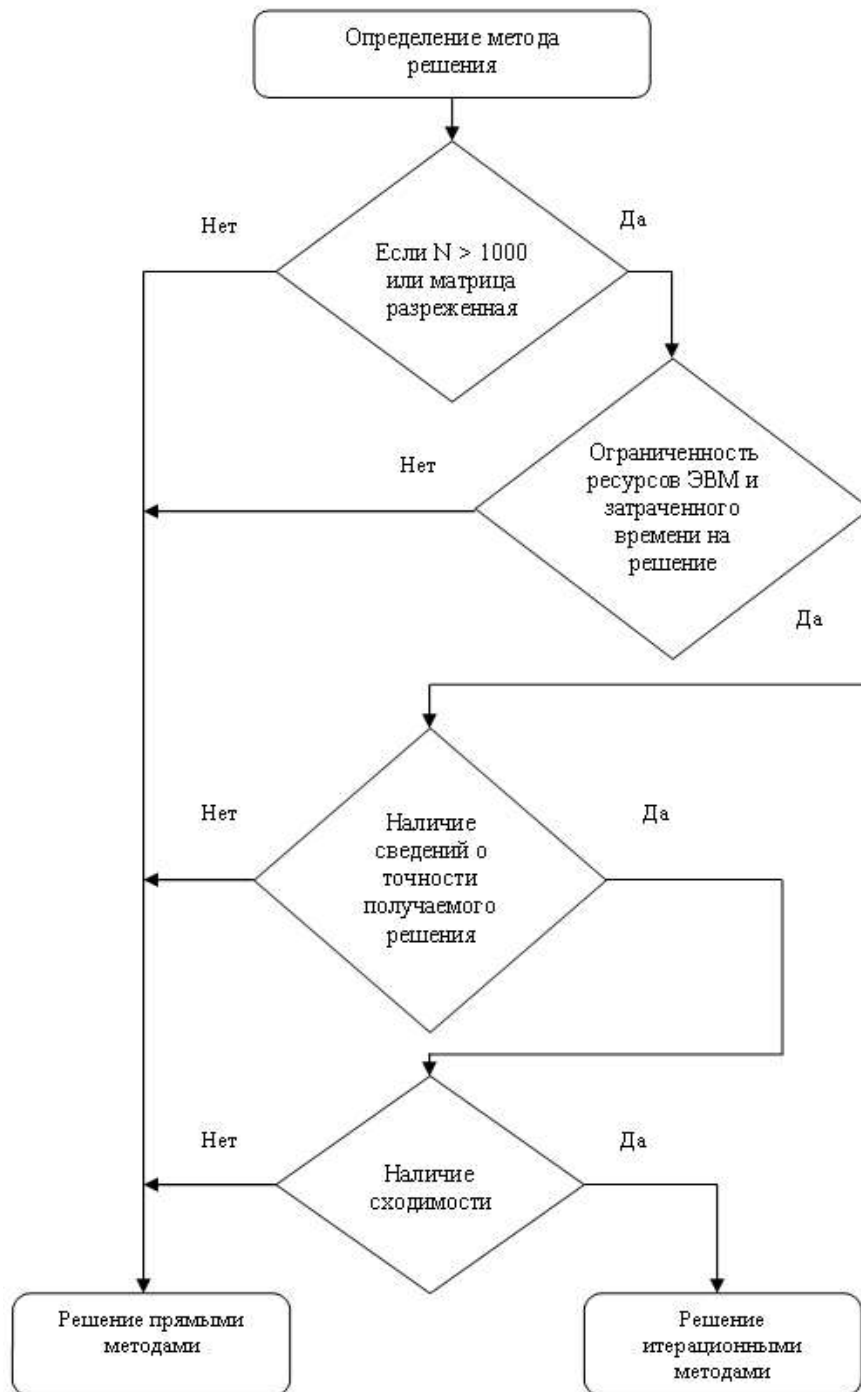
Также не следует забывать про ошибки округления, неизбежно возникающие при вычислениях на компьютере. В ошибки округления обычно накапливаются, и в результате, решение, полученное на компьютере, может значительно отличаться от точного решения задачи. И даже если система такова, что на каждой i -ой фазе $a_{ii} \neq 0$, но в итоге накапливающаяся погрешность Гаусса-Жордана может оказаться настолько огромной, что даже для матриц размера около 20 погрешность будет превосходить сам ответ.

Результаты и обсуждения

Итерационные и прямые методы имеют ряд плюсов и минусов. Так, использование метода Зейделя позволяет сохранить свойство разреженности матрицы, позволяет экономить память ЭВМ, и дают заранее известную погрешность. Однако, возможность решить СЛАУ этим методом существует не всегда-требуется выполнение условий сходимости, кроме того, сходимость этого метода может быть медленной. Применение же метода Гаусса-приводит к тому, что большое число нулевых элементов превращается в ненулевые, и матрица теряет свойство разреженности, требуется выполнение большого количества операций, погрешность этого метода заранее не известна. Но метод Жордана-Гаусса позволяет найти точное решение СЛАУ за конечное число операций, сходимость метода не зависит от начального приближения.

Заключение

Таким образом, алгоритм выбора метода решения можно представить следующим образом:



Подтверждение

Это исследование проводилось в ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет», при поддержке Трофимова Вадима Михайловича-старшего преподавателя кафедры информационных систем и технологий Псковского государственного университета.

Библиография

1. Саул Арно Теукольский, Уильям Генри Пресс, и Уильям Т. Веттерлинг. Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing, 1978,
2. А. А. Самарский, А. В. Гулин. Численные методы 1S89.
3. Анисимов Б.В. Вычислительная техника в инженерных и экономических расчетах 1975
4. О. Зенкевич Метод конечных элементов в технике (рус.)

DATU APMAIŅAS ARHITEKTŪRU UN MULTIMEDIJU TEHNOLOĢIJU ANALĪZE ANALYSIS OF DATA EXCHANGE ARCHITECTURES AND MULTIMEDIA TECHNOLOGIES

Autori: **Artūrs ZALUŽINSKIS**, Bc. comp., e-pasts: artchijs2@inbox.lv, telefons: 27812630,
Edgars TABORS, Bc. comp., e-pasts: mania1993@inbox.lv, telefons: 28672283

Zinātniskais vadītājs: **Imants Zarembo, Dr. sc. ing.**, e-pasts: imants.zarembo@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Abstract. *The main objectives of the research work are to classify information systems by the field of usage and to analyze the data exchange architectures and multimedia technologies for successful development process of electronic information systems. The main data exchange architectures are described, the possible methods of interconnection possibilities of technologies are analyzed.*

Anotācija. *Darbā ir dota informācijas sistēmu klasifikācija, analizētas datu apmaiņas arhitektūras un multimediju tehnoloģiju izmantošanas iespējas jaunu elektroniskās komercijas sistēmu izstrādei. Ir aprakstītas pamata datu apmaiņas arhitektūras, kā arī to apvienošanas iespējas efektīvā datu apmaiņas procesa nodrošināšanai.*

Atslēgas vārdi: *datu bāzu tehnoloģijas, datu pārraide, datu indeksēšana, informācijas sistēmas.*

Ievads

Interneta un programmēšanas tehnoloģiju attīstība pēdējos 20 gados veicināja elektronisko informācijas sistēmu un resursu attīstību. Mūsdienu informācijas sistēmas apvieno sevī programmatūras un aparatūras resursu, tehnoloģiju, cilvēkresursu, kā arī uzglabājamo datu mijiedarbību.

Atbilstoši pielietojumam, informācijas sistēmas var klasificēt pēc sekojošajiem kritērijiem[1]:

- ✓ Statiskas informācijas sistēmas: uz teksta bāzes veidotais saturs (informatīvās datubāzes, ziņojumu apmaiņas sistēmas un citi informatīvie resursi);
- ✓ Dinamiskas informācijas sistēmas: dažāda rakstura audio-vizuālais saturs (piem. Youtube, Vimeo), kā arī sociālo tīklu resursi (piem. Facebook, Twitter);
- ✓ Interaktīvās informācijas sistēmas: dažāda veida 3D CAD/CAM/CAE (*Computer Aided Design/Manufacturing/Engineering*) projektēšanas sistēmas (Autodesk Autocad, Dassault Systems Solidworks), programmatūras adaptīvie izstrādes līdzekļi (Microsoft Visual Studio, Android Studio, Xamarin), kā arī Interneta pārlūkprogrammas;
- ✓ Tiešsaistes aplikāciju informācijas sistēmas: tiešsaistes dokumentu un prezentāciju satura vadības sistēmas (Google Docs, Prezi), reāllaika analīzes un monitoringa sistēmas (piem. Microsoft Honolulu, dažāda rakstura datorsistēmu tehnisko raksturlielumu un stāvokļu monitoringa sistēmas).

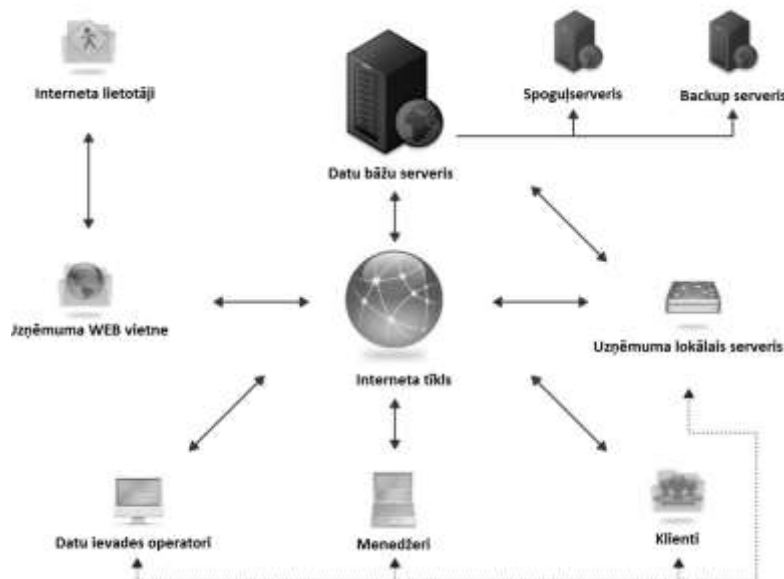
Jaunu elektroniskās komercijas sistēmu izstrādes procesa pamatā ir pareizu izstrādes tehnoloģiju un līdzekļu izvēle. Efektīvu e-komercijas produktu izstrādi un ieviešanu ietekmē sekojošie faktori:

- ✓ Aktuālu programmēšanas līdzekļu, tehnoloģiju un platformu izvēle;
- ✓ Tiešsaistes pakalpojumu sniegšanas veiktspēja un tās optimizācija;
- ✓ Pareizu uzturēšanas līdzekļu izvēle;
- ✓ Risinājuma adaptīvā dizaina izstrādes iespējas, pakalpojumu sniegšanas nodrošināšanai dažādām platformām (galddatoriem, portatīvajiem datoriem, planšetdatoriem, mobiliem telefoniem u.c.);
- ✓ Risinājuma uzturēšanas drošības aspekti, aizsargātā datu pārraides procesa nodrošināšanai (lietojot drošus kriptogrāfijas līdzekļus un aizsardzības protokolus).

Materiāli un metodes

Tiešsaistes elektronisko resursu uzturēšana paredz dažādu elektronisko informācijas sistēmu apvienošanu, kas savukārt nodrošina datu apmaiņu starp pārdevēju un pircēju. Sniedzamo pakalpojumu drošības paaugstināšanai datu pārraide starp pārdevējiem un pircēju tiek nodrošināta, izmantojot dažādus pakalpojumu sniegšanas un datu uzturēšanas resursus:

- ✓ Elektroniskās tirdzniecības nodrošinājuma resursus, izmantojot dažādus šablonus uz satvaru pamata piem. Magento, Joomla! vai Drupal, kā arī individuāli izstrādātus elektroniskās komercijas tirdzniecības līdzekļus;
- ✓ Uzturēšanas risinājumus, izmantojot WEB serverus vai pakalpojumu sniedzēju satura mitināšanas pakalpojumus;
- ✓ Lokāli uzturamus resursus, izmantojot failu serverus vai mākoņrisinājumu servissus;
- ✓ Datu bāzu uzturēšanas līdzekļus, izmantojot relāciju datu bāzes (piem. MySQL, Microsoft SQL Server, Oracle Database, MariaDB vai Firebird), kā arī dokumentorientētus datu uzturēšanas līdzekļus piem. (MongoDB, Redis, Cassandra u.c.);
- ✓ Datu rezerves kopēšanas līdzekļus (piem. Symantec Backup Exec u.c.);
- ✓ Spoguļserverus un datu indeksēšanas resursus (piem. Apache Solr), datu pārraides ātrdarbības paaugstināšanai, uzturēšanas resursu pārslodzes gadījumos, vai aparatūras atteikumpolitikas realizācijai izmantojot administrēšanas rīkus.



1.attēls. Starpsistēmu datu apmaiņas procesu realizācija uz loģistikas kompānijas piemēra [2]

Izstrādājot elektronisko resursu uzturēšanas shēmas, liela uzmanība ir jāpievērš uzturēšanas līdzekļu izvēlei, plānotam klientu skaitam, kā arī sniedzamo pakalpojumu drošībai, lietojot aizsardzības līdzekļus lietotāju autentifikācijai un risinājuma aizsardzībai pret nesankcionētiem uzbrukumiem.

Datu apmaiņas protokolu un tehnoloģiju analīze

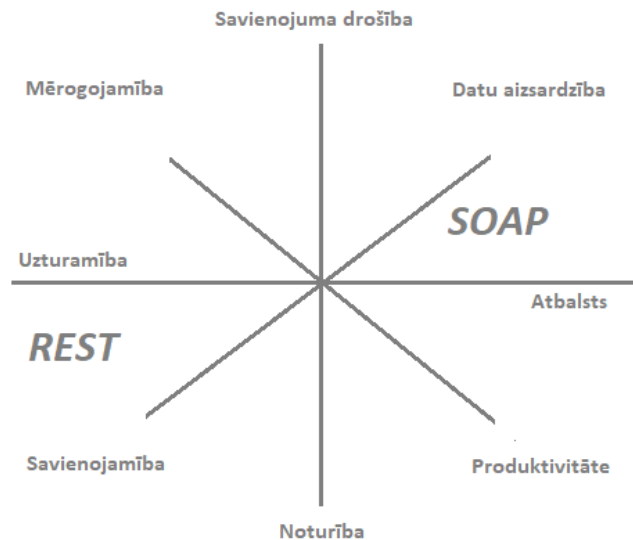
Izmantojot dažādas integrētās izstrādes vides ir iespējams izmantot dažādus datu apmaiņas protokolus un tehnoloģijas elektroniskās komercijas līdzekļu izstrādei. Datu apmaiņas tehnoloģiju, arhitektūru un līdzekļu izvēli ietekmē programmēšanas vides izvēle.

Izstrādājot tiešsaistes elektroniskās komercijas līdzekļus, ir iespējams izvēlēties gan datu apmaiņas dizaina šablonus piem. MVC (*Model-View-Controller*), MVP (*Model-View-Presenter*), Singleton, Spring MVC u.c., gan arī datu apmaiņas tehnoloģijas SOA (*Service*

Oriented Architecture), REST (*Representational State Transfer*), uz kuru pamata iespējams veidot aplikāciju servisu un interfeisu, turpmākai datu apmaiņas procesu realizācijai.

Salīdzinot REST datu apmaiņas arhitektūru un datu pārraidi izmantojot SOAP (*Simple Object Access Protocol*) protokolu, ar kura starpniecību pamatā tiek nodrošināta datu apmaiņa servisorientētā arhitektūrā, var atzīmēt, ka datu pārraides arhitektūras izvēli ietekmē sekojošie faktori, tādi kā [3]:

- ✓ Savienojuma drošība;
- ✓ Datu aizsardzība;
- ✓ Datu pārraides produktivitāte;
- ✓ Sistēmu darbības noturība, saglabājot vai atjaunojot sistēmu pareizu funkcionēšanu kļūdu situācijās;
- ✓ Savienojamības iespējas starp citām saistītām sistēmām vai iekārtām;
- ✓ Uzturamības iespējas – sistēmu veiktspējas uzlabošana, kā arī sistēmu adaptācija darbam uz citām uzturēšanas platformām;
- ✓ Mērogojamības iespējas – sistēmas resursu vai lietotāju skaita palielināšana, saglabājot sistēmu esošo veiktspēju un funkcionālās iespējas.
- ✓



2.attēls. Datu pārraides arhitektūru funkcionālās raksturiezīmes

Izvērtējot SOA un REST datu pārraides arhitektūru apvienošanas iespējas vienas sistēmas ievaros var secināt, ka REST datu pārraides arhitektūras risinājumus ir iespējams pielāgot izmantošanai darbam ar servisorientētās arhitektūras risinājumiem (apmainoties ar XML (*Extensible Markup Language*) ziņojumiem ar HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*) un SOAP datu pārraides protokolu starpniecību), kā arī ziņojumu apmaiņa izmantojot REST datu pārraides arhitektūru tiek nodrošināta ar ievērojami augstāku veiktspēju[4,5].

Analizējot SOA un REST arhitektūru pielietojuma iespējas dažāda veida aplikāciju izstrādē, var secināt, ka:

- ✓ Risinājumu uz servisorientētās datu pārraides arhitektūras pamata darbība ir nodrošināta ar standartizētu protokolu un programmēšanas līdzekļu starpniecību SOAP, WSDL (*Windows Services Discovery Language*), UDDI (*Universal Description, Discovery and Integration*), kas nodrošina integrētās aizsardzības funkcijas. Datu pārraidei tiek izmantoti standartizēti XML (*Extensible Markup Language*) formāta ziņojumi, kas netiek kodēti un tilpsaspiesti, kas ievērojami palielina pārsūtamo datu apjomu un palēnina to apstrādi. Uz servisorientētās datu pārraides arhitektūras pamata tiek uzturētās sistēmas ar

paaugstināto aizsardzības pakāpi – dažāda rakstura biznesa klientu vadības sistēmas, tiešsaistes maksājumu sistēmas u.c.;

- ✓ Ziņojumu apmaiņa starp SOAP WEB servisa nodrošinātājiem un saņēmējiem notiek anonīmi, līdz ar to nenotiek apziņošana vai saņēmējs uz atbildes saņemšanas brīdi atrodas tiešsaistē, kas savukārt var novest pie datu zudumiem un servisa darba nespējas gadījumiem. Šādu situāciju apstrādei izstrādātājiem jāparedz izņēmuma gadījumu apstrādi, kas netiek definētas standarta programmas kodā[6].
- ✓ REST tipa datu apmaiņas arhitektūra nodrošina ziņojumu apmaiņu vairākos formātos – XML, JSON (*Java Script Object Notation*), HTML (*Hyper Text Markup Language*), līdz ar to datu apstrāde tiek realizēta ar ievērojami augstāku veikspēju, bet salīdzinājumā ar SOA tipa arhitektūru nenodrošina integrētās aizsardzības iespējas. Lai izstrādātu efektīvu informācijas sistēmu uz REST tipa datu apmaiņas arhitektūras pamata, izstrādātājiem, lai izvairītos no potenciālajiem uzbrukumiem, ir nepieciešams lietot papildus aizsardzības līdzekļus.

Ņemot vērā statistikas datus, var secināt, ka REST aplikāciju interfeisu risinājumi iegūst arvien lielāku popularitāti izstrādātāju vidū. Pieprasījums pēc REST tipa arhitektūras pielietojuma ir izskaidrojams ar labākas veikspējas nodrošināšanas iespējām, mazāka izmēra ziņojumu izmantošanas iespējām datu apmaiņas procesos, kā arī ar labāku savietojamību starp dažādām programmēšanas vidēm.

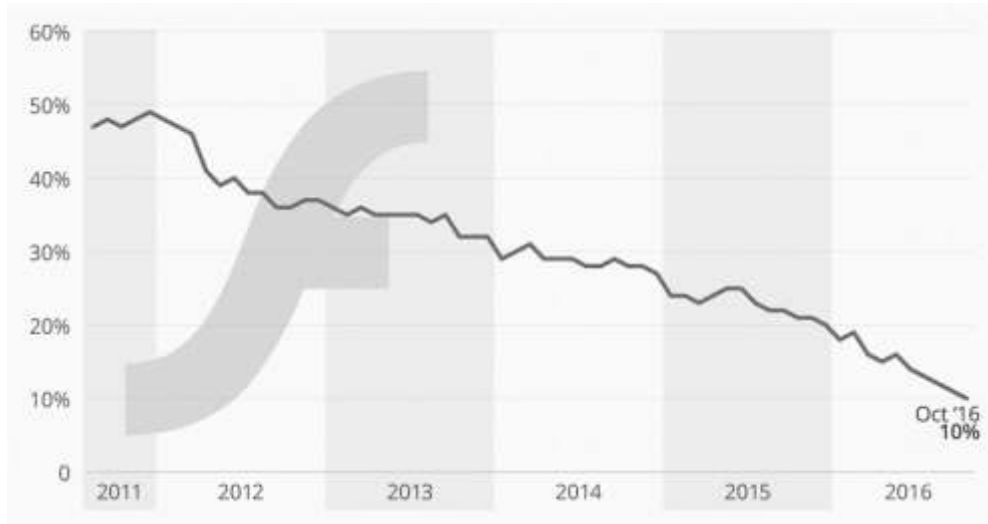
Interaktīvu multimediju tehnoloģiju analīze

Lai uzlabotu preču un pakalpojumu realizācijas iespējas, izmantojot elektroniskās komercijas sistēmas, bieži vien nepieciešams izmantot dažādus interaktīvus līdzekļus: audio un atskaņošanu, procesu izpildes procesu un dažāda specializētā aprīkojuma vizualizāciju, datorspēju industrijā. Šo procesu izpildes nodrošināšanai tiek izmantoti dažādi interaktīvie līdzekļi un tehnoloģijas.

Digitālā satura animācijas un vizualizācijas rīku un tehnoloģiju izvēli ietekmē šādi faktori:

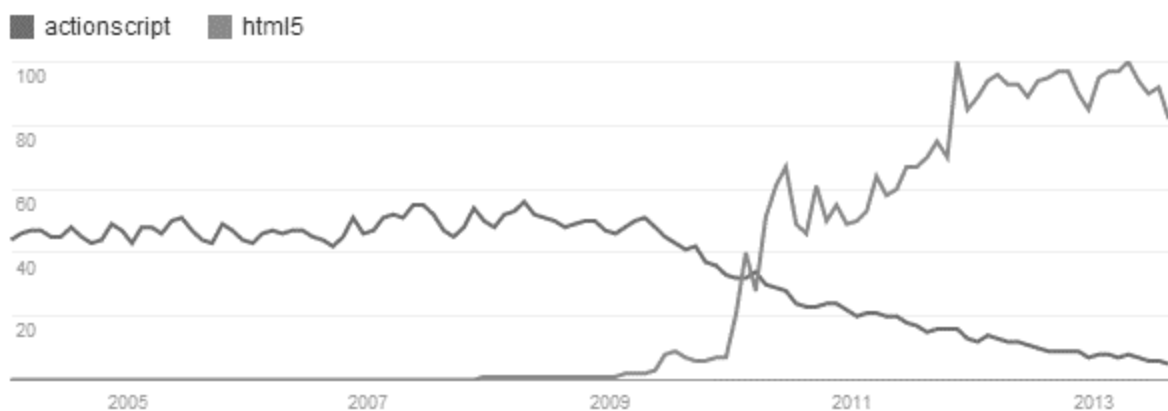
- ✓ izvēlēto tehnoloģiju veikspēja, salīdzinājumā ar citām tehnoloģijām (objektu renderēšanas un ielādes ātrums);
- ✓ risinājumu un pievienojumprogrammu atbalsts plaši izplatītajās pārlūkprogrammās (Microsoft Edge, Mozilla Firefox, Google Chrome);
- ✓ uzturēšanas vides atjaunināšanas iespējas, lai nodrošinātu aizsardzību no potenciālajiem uzbrukumiem Interneta vidē.

Atsaucoties uz korporācijas Adobe oficiālo informāciju[7], sadarbības rezultātā ar vadošajiem pārlūkprogrammu un servisu ražotājiem (Apple, Mozilla, Facebook un Google) tika panākta vienošanās, par to ka, 2020. gadā tiks pilnīgi pārtraukta Adobe Flash tehnoloģiju uzturēšana un atjaunināšana, ņemot vērā citu saistītu tehnoloģiju strauju attīstību. Ņemot vērā statistikas datus uz 2016 gadu, Adobe Flash tehnoloģijas pielietojuma rādītājs pārlūkprogrammu lietotāju vidū sastādīja tikai 10%, un līdz šim laikam turpina sarukt, salīdzinājumā ar saistītu HTML 5 (*Hyper Text Markup Language*) tehnoloģiju.



3.attēls. Web resursu skaits ar Adobe Flash tehnoloģijas pielietojumu

HTML 5 iezīmēšanas valodā izmantotās sintakses un elementu izmantošana ir reglamentēta uz W3C (*World Wide Web Consortium*) un WHATWG (*Web Hypertext Application Technology Working Group*) standartu pamata un tās izmantošanai nav nepieciešamas speciālās pievienojumprogrammas. HTML 5 attīstība tika uzsākta jau sākot ar 2008. gadu, kad tika radīts pirmais publiskais paraugs. Atšķirībā no Adobe Flash tehnoloģijas, HTML 5 nodrošina plašākas programmēšanas iespējas izstrādātājiem. Statistikas dati liecina par HTML 5 tehnoloģijas strauju attīstību[8].



4.attēls. Adobe Flash un HTML 5 tehnoloģiju izmantošana WEB komponentu izstrādē

- Analizējot Adobe Flash un HTML 5 tehnoloģiju priekšrocības, var secināt ka:
- ✓ Adobe Flash programmatūras lietošanai pārlūkprogrammās, atšķirībā no HTML 5 ir nepieciešama papildus atbalsta programmatūra;
 - ✓ Adobe Flash atbalsta programmatūra bieži vien ir pakļauta dažādām problēmām: programmatūras darbības atteikumiem, drošības problēmām, atbalsta problēmām, strādājot ar jaunākām pārlūkprogrammām, līdz ar to atbalsta programmatūru regulāri jāatjaunina;
 - ✓ HTML 5 ir savietojams ar dažādiem SEO (*Search Engine Optimization*) risinājumiem, kas padara tehnoloģijas izmantošanu par lietderīgu dažādu risinājumu izstrādei;
 - ✓ risinājumi kas ir izstrādāti uz HTML 5 tehnoloģijas pamata var nebūt savietojami ar dažādām pazīstamām pārlūkprogrammām[8].

Rezultāti

Jaunu informācijas resursu izstrādes un uzturēšanas procesos svarīgākā loma ir programmēšanas līdzekļu, datu apmaiņas tehnoloģiju un uzturēšanas risinājumu izvēlē. Attīstoties jaunām tehnoloģijām, izstrādātājiem ir pieejams arvien plašāks instrumentu loks savu risinājumu izstrādei[9,10].

Programmēšanas komponentu un uzturēšanas rīku un metožu izvēli ietekmē sekojošie faktori:

- ✓ programmatūras izstrādes rīku izmaksas;
- ✓ izvēlēto tehnoloģiju savietojamības iespējas ar klienta vides aplikācijām un citām informācijas sistēmām un tehnoloģijām;
- ✓ tehnoloģiju integrācijas un datu indeksēšanas iespējas, apvienojot vairākas sistēmas vienā;
- ✓ izstrādāto risinājumu uzturēšanas izmaksas.

Analizējot pētījumā aprakstītās tehnoloģijas, var secināt, ka uz atvērtā koda pamata izstrādātās tehnoloģijas (HTML 5, REST) nodrošina plašākas programmēšanas iespējas izstrādātājiem, kā arī to integrācija un uzturēšana ir salīdzinoši vienkāršāka, nekā maksas analoģu programmatūra. Atvērtā koda programmatūra nodrošina izstrādātājiem uzlabot un papildināt programmas kodu, katram risinājumam individuāli, tādā veidā paplašinot tā funkcionālās iespējas.

Kopsavilkums

Pētījumā ir aprakstītas datu apmaiņas arhitektūru un multimediju tehnoloģiju pielietojuma iespējas elektroniskās komercijas sistēmu izstrādes procesā. Tika veikta tehnoloģiju salīdzinājuma analīze, aprakstītas tehnoloģiju priekšrocības un trūkumi. Apkopota tehnoloģiju izmantošanas statistika un attīstības iespējas.

Darba nobeigumā ir aprakstīti galvenie faktori, kas ietekmē aprakstīto tehnoloģiju un risinājumu izvēli elektronisko informācijas sistēmu izstrādes procesā.

Bibliogrāfija

1. Hallan A. "Difference between static, dynamic and interactive content", 2015 (<http://credible-content.com/blog/difference-static-dynamic-interactive-content/>), Resurss pārbaudīts 16.04.2018.
2. Awery Flight & Cargo Management Software, online documentation, 2010, (<http://awery.net/pages/software.html>), Resurss pārbaudīts 16.04.2018.
3. Zozol N. "RESTful Web Services", 2008 (<https://nicolas-zozol.developpez.com/tutorial/java/rest-jsp-english/>), Resurss pārbaudīts 16.04.2018.
4. "SOAP vs REST Web Services", 2011 (<https://www.javatpoint.com/soap-vs-rest-web-services>), Resurss pārbaudīts 19.04.2018.
5. "How do I use web service?", 2017 (<https://www.quora.com/How-do-I-use-web-service-1>), Resurss pārbaudīts 16.04.2018.
6. "Advantages & Disadvantages of Webservices", November 2007, (<https://social.msdn.microsoft.com/Forums/en-US/435f43a9-ee17-4700-8c9d-d9c3ba57b5ef/advantages-disadvantages-of-webservices?forum=asmxandxml>), Resurss pārbaudīts 16.04.2018.
7. "Flash & Future of Interactive Content", Adobe Corporation, 2017 (<https://theblog.adobe.com/adobe-flash-update/>), Resurss pārbaudīts 17.04.2018.
8. "Adobe Flash is officially dead... how do you feel?", 2015 (<https://www.sitepoint.com/community/t/adobe-flash-is-officially-dead-how-do-you-feel/208938>), Resurss pārbaudīts 17.04.2018.
9. Koranne N. "HTML5 vs Flash: The technical perspective", 2017 (<https://www.chetu.com/blogs/technical-perspectives/html5-vs-flash.php>), Resurss pārbaudīts 17.04.2018.
10. Lublinsky B., "Is REST the future for SOA?", 2011, (<https://www.infoq.com/articles/RESTSOAFuture>), Resurss pārbaudīts 17.04.2018.

INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJAS ELEKTRONISKAJĀ KOMERCIJĀ INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ELECTRONIC COMMERCE

Autore: **Alīna SILARAŠA**, e-pasts: alinasilarasa@inbox.lv, telefons: +371 20216316

Zinātniskais vadītājs: **Ivars Meirāns, Mg.sc.ing.**, e-mail: ivars.meirans@ru.lv

Rēzeknes Augstskola

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija, LV-4601

Abstract. *The paper describes overall development of the Information and electronic commerce technologies, the main methods, types and instruments of electronic commerce and trading principles are described. The statistics of electronic commerce and information technologies usage is analyzed. The paper contains information about the role of electronic advertisements in the electronic commerce, the main types and variations of electronic advertisements are listed. The main roles of mobile technologies in the electronic commerce are described.*

Keywords: *Advertisement, Content Management System, Electronic Commerce, Information technology, Mobile technology.*

Ievads

Interneta un informācijas tehnoloģiju pielietojums pēdējo 20 gadu garumā piedzīvoja strauju attīstību. Arvien populārāka ir kļuvusi elektroniskā pasta izmantošana, dažādu informācijas mēdiņu atvēršana, lai padarītu informācijas pieejamību atvērtāku pēc iespējas plašākai auditorijai. Līdz ar Interneta pakalpojumu sniegšanas attīstību ievērojami palielinājies piedāvāto elektronisko pakalpojumu skaits – pieaudzis Interneta veikalu skaits, parādījās uzņēmumu un saimniecību mājas lapas ar sadarbības piedāvājumiem. Attīstījās arī informācijas tehnoloģijas, piedāvājot izstrādājamiem jaunās programmēšanas iespējas, kas ļāva efektīvi izmantot jaunākus un uzlabotus rīkus un instrumentus. Jauno tehnoloģiju ieviešana uzlaboja komunikatīvās iespējas starp pārdevēju un pircēju, izmantojot jaunās informācijas apmaiņas metodes Internetā – WEB-čatus, forumus, komentārus. Palielinājies arī Interneta veikalu skaits, 2014. gadā sasniedzot 1400 veikalu atzīmi. Interneta veikalu attīstība Latvijā ir veicinājusi preču un pakalpojumu realizēšanas attīstību dažādās jomās.

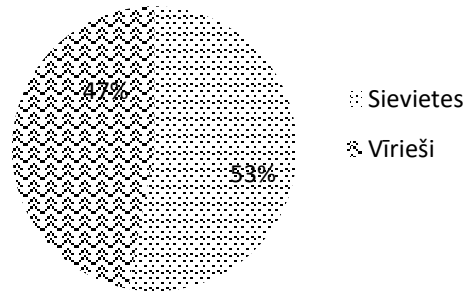
Pētījuma objekti un metodes

Par pētījuma objektiem ir atlasītas dažādas datu apstrādes tehnoloģijas un risinājumi, kas tiek pielietotas elektroniskās komercijas īstenošanā un uzturēšanā. Kā pētījuma metodes tika izmantota dažāda rakstura analītiskā un statistiskā informācija par tehnoloģisku risinājumu pielietojumu elektroniskajā komercijā.

Tika analizēta statistika par Interneta veikalu izmantošanu Latvijā. Pētījumā, ko veica uzņēmums GEMIUS DATI, Latvijas Interneta lietotāju vidū, ir apkopots, ka apmēram 71% aptaujāto regulāri iepērkas Internetā. Pētījumā konstatēts, ka aktīvākie pircēji ir iedzīvotāji vecumā no 25 līdz 34 gadiem, visbiežāk sievietes un dažādu nozaru speciālisti. Baltijas valstīs Interneta iepirkumu līderis ir Igaunija, kur Interneta pircēju daļu veido 78% no visiem Interneta lietotājiem valstī.

Vērojot Interneta pakalpojumu attīstību laika posmā no 2007 līdz 2014 gadam, ir konstatējams ievērojams pieaugums, kas liecina par pakalpojuma izmantošanas popularitāti. Pētījuma dati liecina, ka šajā laika posmā Interneta veikalu pircēju skaits Interneta lietotāju vidū ir pieaudzis no 44% līdz 71%. Papildus, tika apkopoti arī rezultāti starp lietotājiem, kuri neiepērkas Internetā. Apkopotie rezultāti liecina, ka Interneta lietotāju vidū vecumā no 15 līdz 74 gadiem, neiepērkas Internetā no 4 līdz 7%. [1] Pie iemesliem aptaujātie respondenti bieži vien min neuzticēšanos modernajām tehnoloģijām, kā arī apšaubu preču kvalitāti Latvijas Interneta veikalos. Savukārt populārākais iemesls vecākā gājuma cilvēkiem bija tehnoloģiju

apgaves nepieciešamība, lielākā daļa aptaujāto pensionāru un pirms pensijas vecuma cilvēku izmanto Interneta spēlēm, ziņu lasīšanai vai saziņai sociālajos tīklos brīvajā laikā.



1.att. Interneta veikalu pircēji Latvijā

Lai veicinātu savas komercdarbības izaugsmi tiek pielietotas dažādas informācijas tehnoloģijas.

Informācijas tehnoloģiju izmantošana uzņēmējdarbībā radīja tādu jēdzienu kā elektroniskā komercija, jeb e-komercija. Šāda instrumenta izmantošana radās pateicoties jaunām tehnoloģijām, kuras ļāva darboties ne tikai lokāla uzņēmuma ietvaros, bet izvirzīt uzņēmuma darbību, preču un pakalpojumu piedāvājumus, kā arī citu informāciju, visaptverošajā informācijas tīklā – Internetā. Nozīmīgākā no šāda veida tehnoloģijām ir web-tehnoloģija, kura daudziem uzņēmējiem, kas atļāvās uzticētiem jaunajām tehnoloģijām, lika pārvērtēt savu uzņēmumu darbības un virzīšanas principus. Tā radās jauns uzņēmējdarbības veids – tirdzniecība ar Interneta palīdzību.

Attīstoties tirdzniecībai Internetā tika radīts īpašs uzņēmējdarbības veids – elektroniskā komercija. Pirmās elektroniskās komercijas sistēmas un metodes radās pateicoties pārdošanu automatizācijas tehnoloģijām un automatizēto vadības sistēmu ieviešanai korporatīvajā vidē. Viena no pirmajām šāda veida sistēmām tika izveidota 1960.g. apvienojot spēkus tādām amerikāņu kompānijām, kā *American Airlines* un *IBM* automatizētās avio biļešu rezervācijas sistēmas izveidē. Šo pūliņu rezultātā tapa viena no pirmajām elektroniskās komercijas sistēmām - *SABRE (Semi-Automatic Business Research Environment)*, kura deva iespēju pasažieriem iepazīties ar avio lidojumu tarifiem un reisiem, kā arī iespēju priekšlaicīgi rezervēt biļetes uz izvēlēto reisu., kas vienlaicīgi samazināja pakalpojumu izmaksas avio kompānijai, un deva iespēju pasažieriem ērtāk orientēties kompānijas piedāvātajos reisos un izmaksās, kas veicināja pakalpojuma pieejamību.

Attīstoties elektroniskajai komercijai, arvien vairāk informatīvo tehnoloģiju tajā tiek izmantots:

- Elektroniskā datu apmaiņa – šīs tehnoloģijas izmantošana paredz maksimāli attālināties no papīrveida lietvedības pārvietojot to elektroniskajā formātā uz elektronisko vidi, kas nodrošina ātru informācijas nodošanu un apstrādi gan pašā uzņēmumā, gan sazinoties ar partneriem un interesentiem,
- Elektroniskā tirdzniecība – tika veicināta uzņēmējiem cenšoties samazināt produkcijas realizācijas izmaksas, un izvairīties no darījuma starpniekiem (aģenti),
- Elektroniskais mārketinga – efektīvs veids aptauju veikšanai, reklāmu izsūtnei, un citiem pasākumiem, kur nepieciešams īsā laika periodā apzināt iespējami daudz indivīdu un saņemt efektīvu atpakaļsaiti,
- Informatīvi analītiskās sistēmas – paredzētas dažādu procesu modelēšanai, rezultātu prognozēšanai, kas dod rezultātu ātrāk par šo procesu reālo veikšanu.

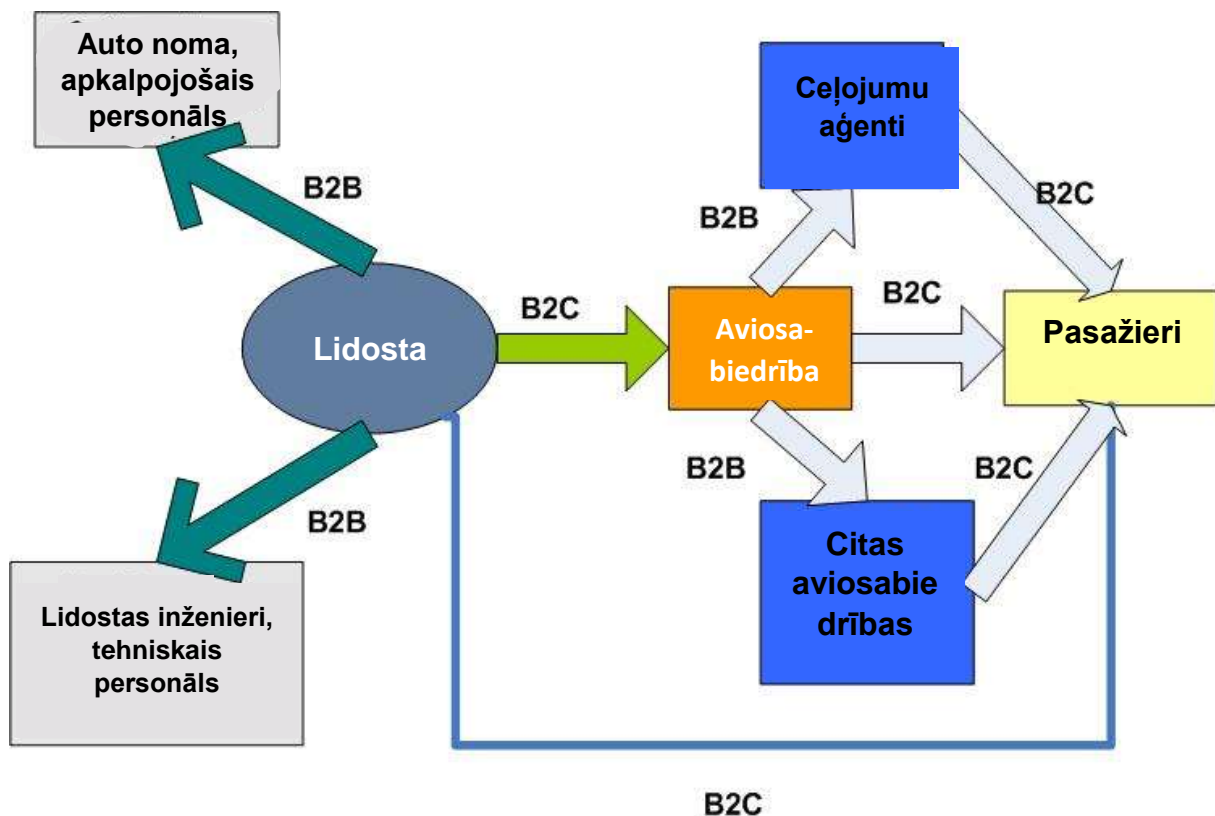
Elektroniskā komercija laika gaitā ir ieguvusi plašu pakalpojumu klāstu, kurā ietilpst:

- Elektroniskā informācijas apmaiņa (*Electronic Data Interchange, EDI*),
- Elektroniskā kapitāla pārvietošana (*Electronic Funds Transfer, EFT*),
- Elektroniskā tirdzniecība (*e-trade*),
- Elektroniskā nauda (maki) (*e-cash*),
- Elektroniskais mārketingš (*e-marketing*),
- Elektroniskie bankas pakalpojumi (*e-banking*),
- Elektroniskā apdrošināšana (*e-insurance*)

Viss pakalpojumu klāsts dalās sīkākās daļās, kurās tiek izdalīti tādi subjekti, bizness un patērētājs. Piemēram, elektroniskajā komercijā ir trīs modeļi:

- B2B – šis apzīmējums attiecas uz elektroniskās komercijas shēmu *business to business*, kas nozīmē ka savstarpējās darbības notiek starp organizācijām Piemēram, www.tpn.com,
- B2C – attiecināms uz shēmu *business to consumer*, kurā elektroniskās komercijas mijiedarbība ir starp organizāciju un patērētāju (klientu) Piemēram, www.amazon.com,
- C2C – elektroniskās komercijas shēma *consumer to consumer*, kur piedalās divi patērētāji (fiziskas personas) Piemēram, www.eBay.com.

Gadās ka vienotā sistēmā ir apvienoti vairāki elektroniskās komercijas modeļi, kā parādīts 1. attēlā.



1.attēls. Dažādu elektroniskās komercijas modeļu sadarbības piemērs

Kā jebkurš jaunievedums, kurš attīstās un laika gaitā stabilizējas, tā arī elektroniskajai komercijai ir savi plusi un savi mīnusi. Gan vieni, gan otri galvenokārt attiecināmi uz Interneta izmantošanas specifiku, jo šis vispasaules tīmeklis arī pastāvīgi attīstās gan izvirzot arvien jaunas prasības, gan piedāvā jaunas iespējas.

Apkopojot saikni Internes + elektroniskā komercija var izdalīt sekojošus ieguvumus:

- Globāla mēroga darījumi,
- Izdevumu samazināšanās, kas saistīti ar reklāmu un preču vai pakalpojumu virzību,
- Darba laiks 24/7/365
- Ātra preču izvietošanas tirdzniecībai,
- Elektronisko produktu piegādes minimāla pašizmaksa,
- Pieejamība no jebkuras valsts, jebkurā diennakts laikā,
- Ātra preču sortimenta un cenu salīdzināšana starp konkurentiem,
- Operatīva preču piegāde,

Toties, kā bija minēts, elektroniskajai komercijai ir arī negatīvās iezīmes:

- Patērētāja neuzticība preces autentifikācijai,
- Iespējamās grūtības iegādātās preces atgriešanai,
- Neskaidrības ar iegādātās preces garantijas saistību izpildi,
- Negarantēta pārdevēja vai pircēja indentifikācija,
- Internets ar savām anonimitātes iespējām ir pievilcīgs dažāda mēroga krāpniekiem.

Rezultāti

Elektroniskā komercija no sava parādīšanās brīža ir veiksmīgi attīstījusies līdz ar jaunu tehnoloģiju parādīšanos, tās apvienojot sevī. Šīs apvienošanās rezultātā ieguvēji ir gan uzņēmēji, gan patērētāji. Neskatoties uz iegūto popularitāti un izplatību, elektroniskā komercija joprojām turpina savu attīstību, jo informatīvās tehnoloģijas joprojām attīstās pieaugošo lietotāju prasību ietekmē. Elektroniskā komercija ir parādījusi ka vienas jomas dažādas metodes un atšķirīgi modeļi ir spējīgi strādāt vienotā informatīvajā sistēmā, kas ir diezgan nozīmīgi sarežģītu sistēmu izstrādē, kurās atšķirīgi posmi papildina pārējos, nevis tiek izdalīti kā atšķirīgi no kopējās sistēmas.

Secinājumi

Kā jebkurai jomai, kurai ir attīstības potenciāls, arī elektroniskās komercijas jaunākajām tehnoloģijām jāseko un jāpievērš liela uzmanība jaunievedumiem un jaunatklājumiem, jo tas nodrošinās kopējo sistēmas novitāti un drošību. Tieši sistēmu drošība ir viens no nozīmīgākajiem faktoriem, pēc kuriem gan lietotājs, gan sistēmas pasūtītājs spriež par gala produkta vērtību. Ja iepriekšējos periodos vairāk uzmanības tika pievērsts kopējai tehnoloģiju attīstībai un izstrādei, šobrīd prioritāte iz novirzīta uz sistēmas drošumu, kas nozīmē, ka sistēmā esoši dati būs drošībā. Tieši elektroniskajā komercijā bieži tiek uzglabāti personiskie un konfidenciali dati.

Vienlīdz ar drošumu elektroniskā komercija būtu jāpopularizē starp mazajiem uzņēmumiem, jo joprojām ir daudz uzņēmumu, kuriem elektroniskā komercija ir nepieciešama, bet pārāk ierobežotas informācijas dēļ, kā arī bieži vien lielo izmaksu dēļ, šī uzņēmumi atturas no iespējām, kuras piedāvā elektroniskā komercijas, tas attiecas gan pasažieru apkalpošanas jomā, gan dokumentu aprites jomā, kur bieži vien līdz ar elektronisko dokumentu plūsmu glabājas papīra formāta birokrātijas krājumi.

Vides aizsardzība, inženierzinātnes

CO₂, OPTISKĀS ŠĶIEDRAS UN DIODES LĀZERU PARAMETRU OPTIMIZĀCIJA KORĶA MARKĒŠANAI UN GRIEŠANAI OPTIMIZATION OF CO₂, FIBER AND DIODE LASER PARAMETERS FOR MARKING AND CUTTING THE CORK

Autori: **Imants ADIJĀNS, Ieva KAŽMERE**, e-pasts: aston@inbox.lv, tālr.: +371
29913903, e-pasts: ievakazmere@inbox.lv, tālr.: +371 22466237

Zinātniskā darba vadītājs: **Lyubomir Lazov, Dr.sc.ing., prof.**, e-pasts:

Lyubomir.Lazov@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Inženieru fakultāte

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. Nowadays, lasers are trying to use as many different industries and processes as possible due to their characteristics. One of the main uses of lasers is the cutting and marking of materials. The most common laser processed materials is wood and metal. Cork is one of the safest and easiest materials to process with laser but compared to wood and metal it is more difficult to predict the end result due to this material non-homogeneity. This study is explored natural cork processing and set optimal parameters to get the best results for cutting and marking with lasers. The essence of the research is to prove that it is possible to get good results in cork laser treatment and that there is a prospect of future processing of cork and similar materials with laser devices. There was made 1260 measurements of laser processing on cork, data was collected and graphs plotted and analysis of collected data was made as well.

Keywords: CO₂ laser, cork laser processing, cutting and marking, diode laser, fiber laser.

Ievads

Liela uzmanība mūsdienās ir pievērsta lāzeru īpašībām un to pielietojanas iespējām. Lāzerus visbiežāk izmanto griešanas un gravēšanas procesos koka, metāla, papīra un auduma materiāliem. Korķa materiāla lāzerapstrādes pētījumi vēl ir tikai procesā un šobrīd šajā nozarē vēl ir daudz ko pētīt un analizēt. Tieši korķa uzbūve, tā nehomogenitāte un apdeguma veidošanās uz materiāla virsmas pagaidām ir tas, kas liedz korķi izmantot kā materiālu veiksmīgai lāzerapstrādei dažādās nozarēs un uzņēmumos. Korķa ķīmiskās un fizikālās īpašības ir svarīgas nosakot to, ar kādiem parametriem būtu vislabāk apstrādāt šo materiālu.

Korķim piemīt smalka slēgtu šūnu struktūra un tas ir izgatavots no korķa ozola mizas. Korķa daļiņas tiek saspīestas ar sveķu saistvielām. Šīs saistvielas ir viegli uzliesmojošas, tādēļ materiāla gravēšanai un griešanai ar lāzeri ir nepieciešams ievērot piesardzību [1]. Veiktajā pētījumā kā materiāla marķēšanas un griešanas galvenie parametri ir griešanas ātrums un izejas jauda. Korķa materiāla marķēšanas procesos lāzera jaudai ir jābūt vidēji 5 reizes mazākai un griešanas ātrumam ir jābūt 4 reizes mazākam salīdzinot ar šo parametru vērtībām korķa griešanas gadījumā. Rezultātā korķa griešanas procesos var iegūt 6 reizes lielāku iegriezumu materiālā nekā ar korķa marķēšanu [2].

Korķi dažādās situācijās griezt un marķēt ir viegli, bet svarīgs ir arī korķa materiāla biezums un korķa kvalitāte [3]. Saliktu korķu īpašības var ietekmēt arī saistviela starp korķa daļiņām. Ja izolācijas korķis sastāv no daudz līmes vai citas saistvielas, tad korķa apstrāde ir grūtāka [4]. Lāzergriešanas procesos svarīgas ir materiālu termiskās īpašības. Termiskās īpašības var ietekmēt korķa ķīmiskais sastāvs, korķa vai katras korķa daļiņas blīvums, izmērs, saistviela (ja tā ir izmantota korķa izgatavošanā) starp korķa granulām. Ir dažādi pētījumi par korķa termiskām īpašībām, piemēram, Mounir et. al. ir pētījis korķa struktūru un to, vai saliktas korķis ar granulām kalpo kā efektīvs termiskais izolators [5].

Šobrīd ir maz pētījumu par korķa materiāla lāzerapstrādi. Hua Zhou B. et. al. savā pētījumā apskatījis nemetālu apstrādi ar CO₂ lāzeri, kurā tika izmantots 60W zemas jaudas CO₂ lāzers un pētīta dažādu nemetālisku materiālu (plastmasas, koka, skaidu plāksnes un gumijas)

griešana. Šie materiāli tika griezti ar dažādām lāzera jaudām un dažādiem materiāla lāzergriešanas ātrumiem. Tika secināts, ka CO₂ lāzers vislabāk ir piemērots plastmasas dēļu apstrādē. Plastmasai piemīt vislielākā lāzera staru absorbcija un griešanas kvalitāte ir ļoti laba. Gumijas apstrāde ar CO₂ lāzeri arī ir pieļaujama, ja iztvaicētie materiāli tiek aizvadīti prom, kā arī šī materiāla lāzergriešanas process rada daudz dūmu. Visu materiālu gadījumā, lāzera iegriezuma dziļums materiālā nemainās lineāri, palielinot lāzera griešanas jaudu. Palielinoties jaudai, palielinās arī griezuma dziļums [6].

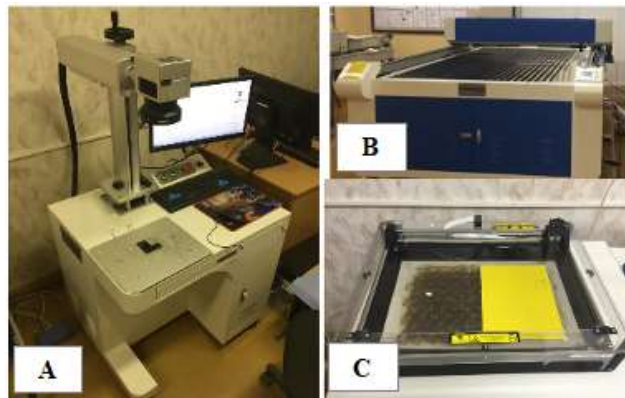
Šī pētījuma mērķis ir novērtēt un noteikt korķa griešanas un marķēšanas optimālākos parametrus CO₂, optiskās šķiedras un diodes lāzeļiem. Pētāmo lāzeļu parametri ir lāzera jauda un lāzera griešanas ātrums korķa materiālā. Veic lāzera griezumu dziļuma un platuma analīzi korķa materiālam, novērtē korķa fizikālās un ķīmiskās īpašības.

1. Aprīkojums, materiāli un metodes

1.1. Lāzeļi

Šajā pētījumā tika izmantoti trīs dažādi lāzeļi. CO₂ lāzersistēma CHANXAN CW-1325 darbojas nepārtraukta viļņa režīmā ar viļņa garumu 10600nm. Lāzersistēma CHANXAN CX-20G ar optiskās šķiedras lāzeļi, kas darbojas impulsu režīmā ar viļņa garumu 1064nm. Diodes lāzersistēma EMBALASER A3 darbojas nepārtraukta viļņa režīmā ar viļņa garumu 445 nm. Lāzersistēmas CHANXAN CW-1325, CHANXAN CX-20G un EMBALASER A3 ir parādītas

1.attēlā, un šo lāzersistēmu parametri ir doti 1.tabulā. Visas trīs lāzersistēmas ir Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas Fizikālo procesu un lāzertehnoloģiju pētnieciskajā centrā, un ar tām var strādāt jaudu diapazonā no 0W līdz 150W. Šajā darbā tika izmantotas jaudas no 0,3W līdz 35W. Šie trīs lāzeļi atrodas dažādos elektromagnētisko viļņu diapazonos: CO₂ lāzers atrodas tālajā infrasarkanā viļņu diapazonā, optiskās šķiedras lāzers atrodas tuvajā infrasarkanā viļņu diapazonā, zilās diodes lāzers atrodas redzamās gaismas viļņu diapazonā (tuvu ultravioletā starojuma spektra daļai). Līdz ar to fotona enerģija $E = hv$ [J] ir atšķirīga minētajiem lāzeļiem, kur $h=6,626 \times 10^{-34}$ J.s Planka konstante, un ν [Hz] frekvence. Vislielākā fotonu enerģija ir diožu lāzeļam, tam seko optiskās šķiedras lāzers un vismazākā fotonu enerģija ir CO₂ lāzeļam. No tā izriet tas, kā šie minētie lāzeļi apstrādā materiālu.



1.att. (A) CHANXAN CX-20G optiskās šķiedras lāzers; (B) CHANXAN CW-1325 CO₂; (C) EMBALASER A3 diodes lāzers

1.tabula

**Lāzersistēmu CHANXAN CW-1325, CHANXAN CX-20G un EMBALASER A3
 tehniskie parametri**

<i>Lāzersistēma</i>	<i>CHANXAN CW-1325</i>	<i>CHANXAN CX-20G</i>	<i>EMBALASER A3</i>
Lāzera tips	CO ₂ gāzes lāzers	Optiskās šķiedras lāzers	Diodes lāzers
Viļņa garums λ [nm]	10600	1064	445
Jauda P [W]	0-150	0-20	0-4
Skenēšanas ātrums [mm/s]	0-400	0-8000	1-100
Stara iedarbības zonas diametrs [μm]	~100	20	50
Marķēšanas laukums [mm]	2500x1300	300x300	410x285
Impulsu atkārtošanās frekvence [kHz]	-	20-200	-
Dzesēšanas sistēma	Ūdens dzesēšana	Gaiss	Gaiss
Palīggāze	Gaiss	-	-

1.2. Materiāli

Korķis ir dabisks materiāls, kurš savu īpašību dēļ visbiežāk tiek izmantots vīna aizbāžņu ražošanai. Pilnus korķa gabalus lieto, piemēram, apavu, mēbeļu, iekštelpu apdares materiālu ražošanā. Tāpat korķi izmanto grīdas un sienas flīžu ražošanai, kas ir piemērotas akustiskai izolācijai. Granulēts korķis tiek izmantots siltumizolācijai [7]. Šajā pētījumā tika izmantota standarta presētā korķa plāksne ar biezumu 3mm. Korķa granulu izmēri 2-5mm. Presētā korķa plāksne ir gaiši brūnā krāsā. Gaisis aizņem 90% no korķa materiāla tilpuma, un veido aptuveni 50% no tā masas. Korķa siltumvadītspēja ir 0,037-0,040W/(mK), blīvums 240kg/m³ [8]. Korķa elektrovadītspēja 1,2x10⁻¹⁰S/m (25°C), specifiskais siltums 350Jkg⁻¹K⁻¹, akustiskā pretestība 1,2x10⁵kgm⁻²s⁻¹, termālā difūzija 1x10⁻⁶m²s⁻¹, un 4x10⁻¹⁰m²s⁻¹ ūdens difūzijas koeficients. Korķa ķīmiskajā sastāvā ir suberīns 45%, lignīns 21-27%, polisaharīdi (celuloze un hemiceluloze) 12-13%, ekstrakcijas 10-19%, pelni 1,2-5%, citi 0,8% [9].



2.att. Korķa plāksne ar lāzera marķējumu

1.3. Metodes

No standarta presētās korķa plāksnes, ar izmēriem 1000x500x3mm, tika izgriezts 21 paraugs, ar izmēriem 130x70x3mm. Paraugiem no vienas puses ar lāzeri tika uzmarķētas 10

paralēlas līnijas ar atšķirīgiem jaudas/ātruma parametriem. Līnijas garums 30mm, attālumi starp līnijām 10mm. Skenēšanas atkārtojumu skaits katrai līnijai ir 1 reize. Līnijas tika marķētas virzienā no plāksnes garenvirziena ass uz plāksnes ārmalu, paralēli plāksnes šķērsvirziena asij. Marķējot lāzera stars neapstājās pie plāksnes ārmas, bet turpināja kustību vēl 30mm aiz plāksnes robežām. Tādējādi izslēdzot dziļuma un platuma izmaiņas, kas varētu rasties atšķirīga lāzera stara skenēšanas ātruma dēļ līnijas vidus daļā un pie plāksnes ārējās malas. Viena no korķa plāksnēm parādīta 2.attēlā. Tika veikti 3 atsevišķi eksperimenti. Ar katru lāzeru ir sava darba metodika.

1.3.1. CO₂ lāzers

CO₂ lāzera mainīgais parametrs bija jauda P ar 4 konstantiem skenēšanas ātrumiem v 5mm/s, 10mm/s, 15mm/s un 20mm/s. Jaudas P vērtības mainījās robežās no 2W līdz 20W, ar soli 2W. Kā arī ar 5 konstantām jaudas P vērtībām 10W, 15W, 20W, 30W un 35W, mainīgais parametrs bija skenēšanas ātrums v, kas mainījās robežās no 10mm/s līdz 100mm/s, ar soli 10mm/s.

1.3.2. Optiskās šķiedras lāzers

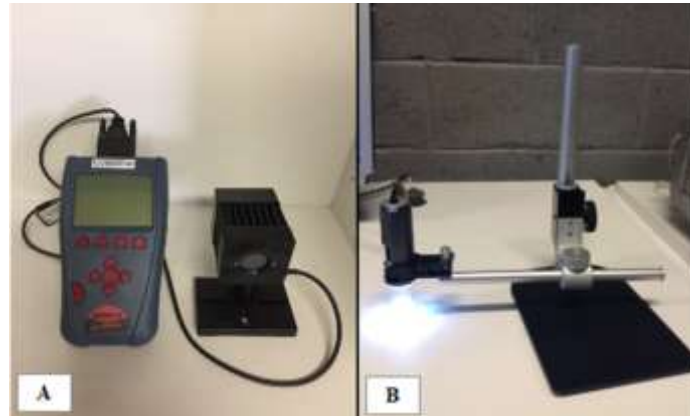
Optiskās šķiedras lāzera impulsa atkārtotāšanās frekvence $f_p=30\text{kHz}$. Mainīgais parametrs bija jaudas regulēšanas koeficients kP. Pie 3 konstantiem skenēšanas ātrumiem v 10mm/s, 15mm/s un 20mm/s jaudas regulēšanas koeficients kP mainījās robežās no 10% līdz 100%, ar soli 10%. Kā arī ar 3 konstantām jaudas regulēšanas koeficienta kP vērtībām 40%, 70% un 100%, mainīgais parametrs bija skenēšanas ātrums v, kas mainījās robežās no 11mm/s līdz 20mm/s, ar soli 1mm/s.

1.3.3. Diodes lāzers

Diodes lāzera mainīgais parametrs bija jaudas regulēšanas koeficients kP. Pie 3 konstantiem skenēšanas ātrumiem v 10mm/s, 20mm/s un 30mm/s jaudas regulēšanas koeficients kP mainījās robežās no 10% līdz 100%, ar soli 10%. Kā arī ar 3 konstantām jaudas regulēšanas koeficienta kP vērtībām 60%, 80% un 100%, mainīgais parametrs bija skenēšanas ātrums v, kas mainījās robežās no 2mm/s līdz 20mm/s, ar soli 2mm/s.

1.4. Mērījumi

Mērījumi tika veikti katras līnijas vidus daļā 3 vietās vienādā attālumā no plāksnes ārmas, un tika aprēķinātas mērījumu vidējās aritmētiskās vērtības. Mērījumi netika veikti līnijas sākumpunktā, kurā lāzera stars uzsāk kustību un vēl nav sasniedzis uzdoto skenēšanas ātrumu, tādējādi izslēdzot nelineāro pārejas procesu ietekmi uz mērījumu rezultātiem. Marķējuma līniju platums b tika mērīts katrai līnijai attālumā 5mm, 15mm un 25mm no plāksnes ārējās malas. Marķējuma dziļuma h mērīšanai, plāksnes tika sagrieztas perpendikulāri marķējuma līnijām. Dziļuma h mērījumi tika veikti katrai lāzermarķējuma līnijai attālumā 5mm, 15mm un 25mm no plāksnes ārējās malas. Pirms eksperimentu uzsākšanas tika veikti lāzera jaudas mērījumi $P=P(kP)$. Lāzera jaudas mērīšanai tika izmantots jaudas mērītājs OPHIR F150A-BB-26 (3.attēls A). Jaudas mērītāja diapazons ir 0,05-150W un maksimālais vidējās jaudas blīvums ir 12kW/cm^2 . Marķējuma līniju platuma b un dziļuma h mērīšanai tika izmantots daudzfunkcionālais mikroskops ar regulējamu tāluma maiņu Dino-Lite Edge AM7115MZT (3.attēls B), kura izšķirtspēja tehniskajos parametros ir norādīta kā 5M pikseļi (2592x1944) un attēla pastiprinājums ir robežās 20x~220x. Mikroskopa precizitāte ir $\pm 0,001\text{mm}$.



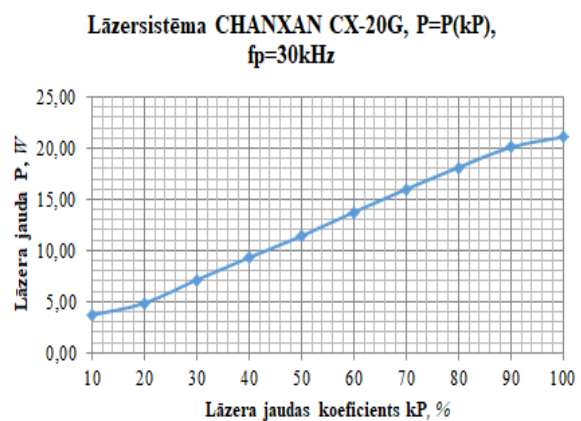
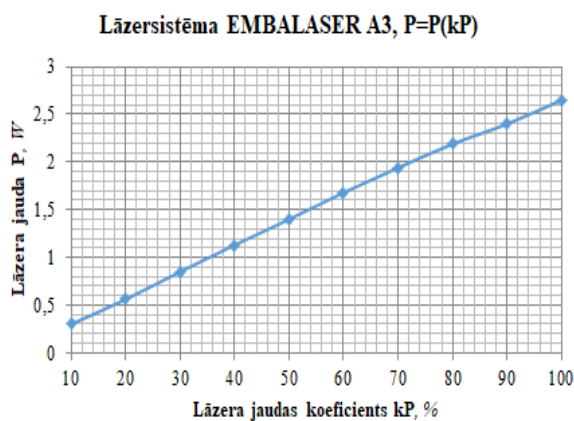
3.att. (A) Jaudas mērītājs OPHIR F150A-BB-26; (B) Daudzfunkcionālais mikroskops Dino-Lite Edge AM7115MZT

2. Rezultāti un to izvērtējums

Ekspērimētos tika mainīti divi lāzera parametri, lāzera jauda P un lāzera stara skenēšanas ātrums v . Tika pētīta CO_2 lāzera, optiskās šķiedras lāzera un diodes lāzera jaudas un skenēšanas ātruma ietekme uz marķējuma līnijas platumu d un dziļumu h .

2.1. Sagatavošanās pētījumam

Tika veikti diodes lāzera un optiskās šķiedras lāzera jaudas mērījumi. Tādējādi tika noteiktas dažādām jaudas regulēšanas koeficienta kP vērtībām atbilstošās jaudas vērtības P . Mērījumi veikti diapazonā $kP=10\%$ līdz $kP=100\%$, ar soli 10% . Diožu lāzeram izejas jauda ir robežās no $P=0,3\text{W}$ līdz $P=2,65\text{W}$, un optiskās šķiedras lāzeram robežās no $P=2,63\text{W}$ līdz $P=21,1\text{W}$. Lāzersistēmu CHANXAN CX-20G un EMBALASER A3 nomērītās izejas jaudas $P=P(kP)$ parādītas 4.attēlā. Tika veikti presētā korķa plāksnes biezuma mērījumi, un izrēķināts tās vidējais biezums. Vidējais korķa plāksnes biezums bija $3,253\text{mm}$.

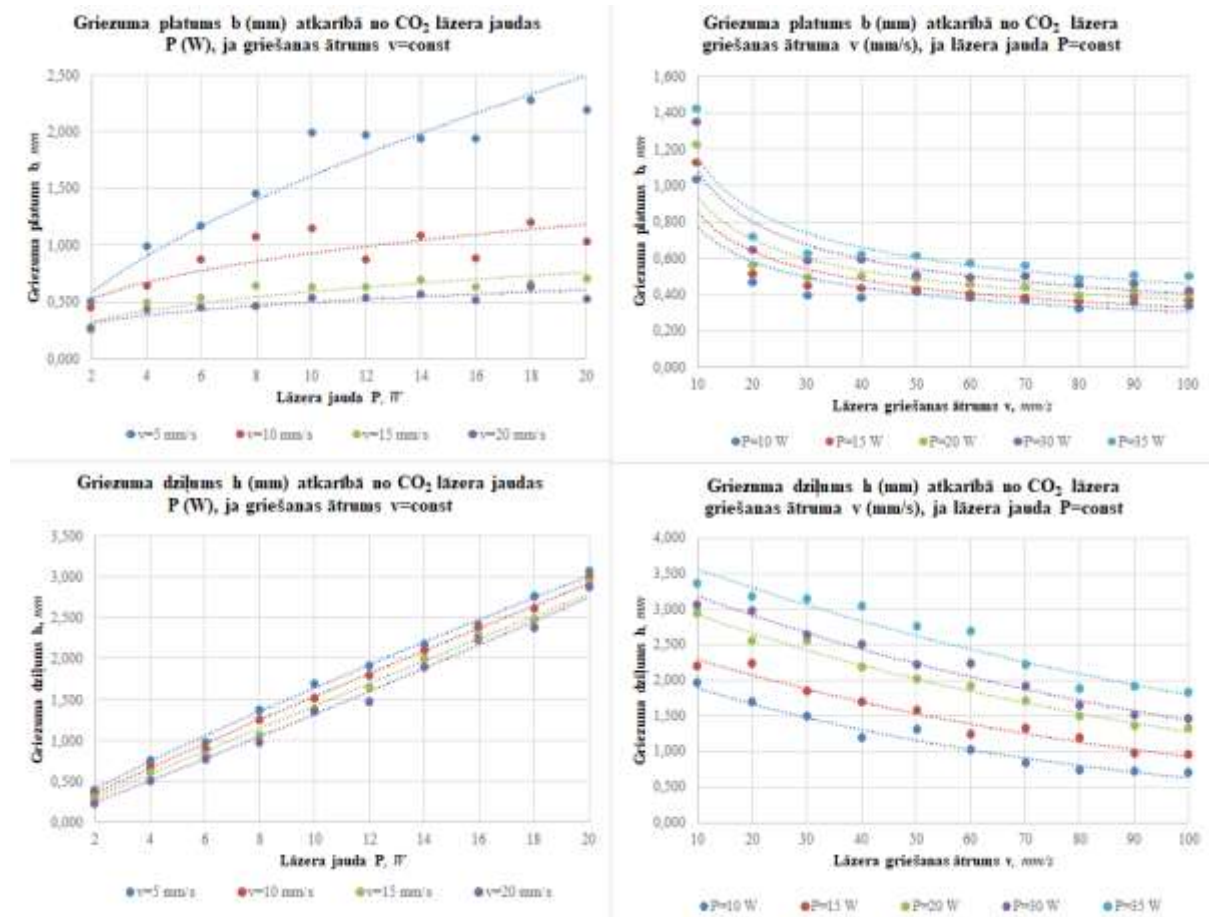


4.att. Lāzersistēmu CHANXAN CX-20G un EMBALASER A3 izejas jaudas

2.2. Pētījuma daļa

2.2.1. Marķēšana un griešana ar CO₂ lāzeri

5.attēlā redzamajos grafikos attēlots CO₂ lāzera uz korķa plāksnes uzmarķēto līniju platuma un dziļuma izmaiņas kā funkciju no jaudas un ātruma $b=b(P)$, $b=b(v)$ un $h=h(P)$, $h=h(v)$.



5.att. Līnijas platums b un dziļums h atkarībā no lāzera jaudas P un skenēšanas ātruma v , marķējot ar CO₂ lāzeru

Mainot P no 2W līdz 20W, marķējuma platums b , pie $v=5\text{mm/s}$, mainās robežās no 0,502mm līdz 2,279mm, pie $v=10\text{mm/s}$ no 0,455mm līdz 1,212mm, pie $v=15\text{mm/s}$ no 0,262mm līdz 0,706mm, pie $v=20\text{mm/s}$ no 0,271mm līdz 0,632mm. Vislielākās b vērtības ir ātrumam $v=5\text{mm/s}$, un vismazākās vērtības ātrumam $v=20\text{mm/s}$. Mainot v no 10mm/s līdz 100mm/s, marķējuma platums b , pie $P=10\text{W}$, mainās robežās no 1,032mm līdz 0,321mm, pie $P=15\text{W}$ no 1,129mm līdz 0,361mm, pie $P=20\text{W}$ no 1,224mm līdz 0,395mm, pie $P=30\text{W}$ no 1,35mm līdz 0,42mm, pie $P=35\text{W}$ no 1,426mm līdz 0,483mm. Vislielākās b vērtības ir pie jaudas $P=35\text{W}$, un vismazākās vērtības pie jaudas $P=10\text{W}$. Griezuma platuma ātruma samazinājums CO₂ lāzera jaudai $P=10\text{--}20\text{W}$ ir būtiski atšķirīgs salīdzinot ar lāzera jaudu $P=2\text{--}10\text{W}$ ($v=5\text{mm/s}$, griezumuma platuma ātruma samazinājums ir 9,33x; $v=10\text{mm/s}$, griezumuma platuma ātruma samazinājums ir 7,51x; $v=15\text{mm/s}$, griezumuma platuma ātruma samazinājums ir 6,45x; $v=20\text{mm/s}$, griezumuma platuma ātruma samazinājums ir 22,36x). Griezumu platumu b vidējās vērtības pie dažādiem CO₂ lāzera griešanas ātrumiem ir statistiski nozīmīgas ($p<0,05$, kur p -varbūtības vērtība, to izmanto nozīmības līmeņu pārbaudei), izņemot griezumuma platumu

b vidējās vērtības starp $v=15\text{mm/s}$ un $v=20\text{mm/s}$, kur to atšķirība nav statistiski nozīmīga. Visām $P=\text{const}$ vērtībām, mainoties v robežās no 20mm/s līdz 100mm/s , b vērtība samazinās nedaudz, un līkni var uzskatīt par taisnu. Pie $v=10\text{mm/s}$ visām P vērtībām b izteikti palielinās. Griezuma platuma ātruma samazinājums CO_2 lāzera griešanas ātruma robežās $10\text{-}20\text{mm/s}$ ir būtiski atšķirīgs salīdzinot ar griezuma platuma ātruma samazinājuma izmaiņu lāzera griešanas ātrumu robežās $20\text{-}100\text{mm/s}$ ($P=10\text{W}$, griezuma platuma b ātruma samazinājums ir $34,13\text{x}$; $P=15\text{W}$, griezuma platuma b ātruma samazinājums ir $33,63\text{x}$; $P=20\text{W}$, griezuma platuma b ātruma samazinājums ir $34,28\text{x}$; $P=30\text{W}$, griezuma platuma b ātruma samazinājums ir $25,13\text{x}$; $P=35\text{W}$, griezuma platuma b ātruma samazinājums ir $24,85\text{x}$). Atšķirība starp griezumu platumu b vidējām vērtībām pie dažādiem CO_2 lāzera griešanas ātrumiem v nav būtiska ($p>0,05$). Mainot P no 2W līdz 20W , marķējuma dziļums h , pie $v=5\text{mm/s}$, mainās robežās no $0,405\text{mm}$ līdz $3,071\text{mm}$, pie $v=10\text{mm/s}$ no $0,346\text{mm}$ līdz $3,01\text{mm}$, pie $v=15\text{mm/s}$ no $0,306\text{mm}$ līdz $2,937\text{mm}$, pie $v=20\text{mm/s}$ no $0,242\text{mm}$ līdz $2,886\text{mm}$. Vislielākās h vērtības ir ātrumam $v=5\text{mm/s}$, un vismazākās vērtības ātrumam $v=20\text{mm/s}$. Atšķirība griezumu dziļumu h vidējām vērtībām pie dažādiem CO_2 lāzera griešanas ātrumiem v nav būtiska ($p>0,05$). Mainot v no 10mm/s līdz 100mm/s , marķējuma dziļums h , pie $P=10\text{W}$, mainās robežās no $1,951\text{mm}$ līdz $0,697\text{mm}$, pie $P=15\text{W}$ no $2,236\text{mm}$ līdz $0,937\text{mm}$, pie $P=20\text{W}$ no $2,951\text{mm}$ līdz $1,312\text{mm}$, pie $P=30\text{W}$ no $3,063\text{mm}$ līdz $1,452\text{mm}$, pie $P=35\text{W}$ no $3,35\text{mm}$ līdz $1,816\text{mm}$. Vislielākās h vērtības ir pie jaudas $P=35\text{W}$, un vismazākās vērtības pie jaudas $P=10\text{W}$. CO_2 lāzera griezumu dziļumu h vidējās vērtības pie dažādām lāzera jaudām ir būtiski atšķirīgas ($p<0,05$), izņemot griezumu dziļumu vidējās vērtības starp $P=10\text{W}$ un $P=20\text{W}$, starp $P=20\text{W}$ un $P=30\text{W}$ un starp $P=30\text{W}$ un $P=35\text{W}$.

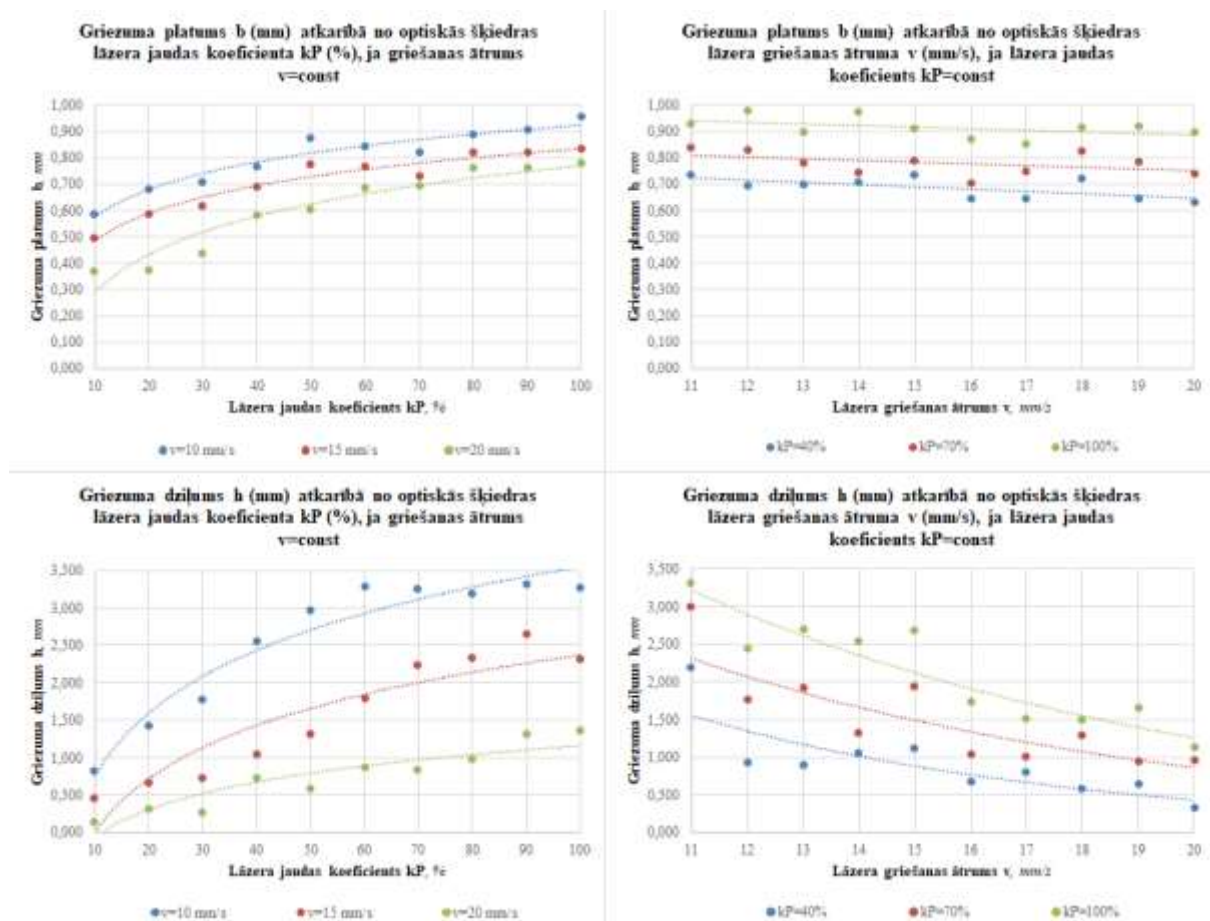
2.2.2. Marķēšana un griešana ar optiskās šķiedras lāzeri

6.attēlā redzami grafiki attēlo ar optiskās šķiedras lāzeri uz korķa plāksnes uzmarķēto līniju platuma un dziļuma izmaiņas atkarībā no lāzera jaudas regulēšanas koeficienta kP un skenēšanas ātruma v . Pie $v=\text{const}$, pieaugot kP , vērtība b pieaug. Pie $v=20\text{mm/s}$ un $kP=10\text{-}20\%$, marķējuma līnija vairs nav nepārtraukta, un ir ar vairākiem pārrāvumiem. Griezuma platuma b ātruma samazinājums lāzera jaudas koeficienta kP robežās $10\text{-}40\%$ ir būtiski atšķirīgs salīdzinot ar lāzera jaudas koeficientu kP robežās $40\text{-}100\%$ ($v=10\text{mm/s}$, griezuma platuma b ātruma samazinājums ir $1,94\text{x}$; $v=15\text{mm/s}$, griezuma platuma ātruma samazinājums ir $2,61\text{x}$; $v=20\text{mm/s}$, griezuma platuma b ātruma samazinājums ir $2,16\text{x}$). Griezumu platumu b vidējām vērtībām ir būtiska atšķirība pie $v=10\text{mm/s}$ un $v=20\text{mm/s}$ ($p<0,05$). Pie $kP=\text{const}$, pieaugot v , vērtība b nedaudz samazinās un līkni var uzskatīt par taisnu. Griezumu platumu b vidējās vērtības pie dažādām lāzera jaudām būtiski atšķiras ($p<0,05$), izņemot griezumu platumu b vidējās vērtības pie $kP=40\%$ un $kP=70\%$ nav būtiski atšķirīgas. Pie $v=\text{const}$, pieaugot kP , vērtība h pieaug. Griezuma platuma b ātruma pieaugums/samazinājums lāzera jaudas koeficienta kP robežās $10\text{-}40\%$ ir būtiski atšķirīgs salīdzinot ar lāzera jaudas koeficientu kP robežās $40\text{-}100\%$ ($v=10\text{mm/s}$, griezuma platuma b ātruma samazinājums ir $4,75\text{x}$; $v=15\text{mm/s}$, griezuma platuma b ātruma pieaugums ir $12,36\text{x}$; $v=20\text{mm/s}$, griezuma platuma b ātruma samazinājums ir $1,85\text{x}$). Griezumu dziļumu h vidējās vērtības pie dažādiem optiskās šķiedras lāzera griešanas ātrumiem v ir statistiski nozīmīgas ($p<0,05$). Atšķirība starp griezumu dziļumu h vidējām vērtībām pie dažādiem jaudas koeficientiem kP (40% , 70% , 100%) ir būtiska ($p<0,05$).

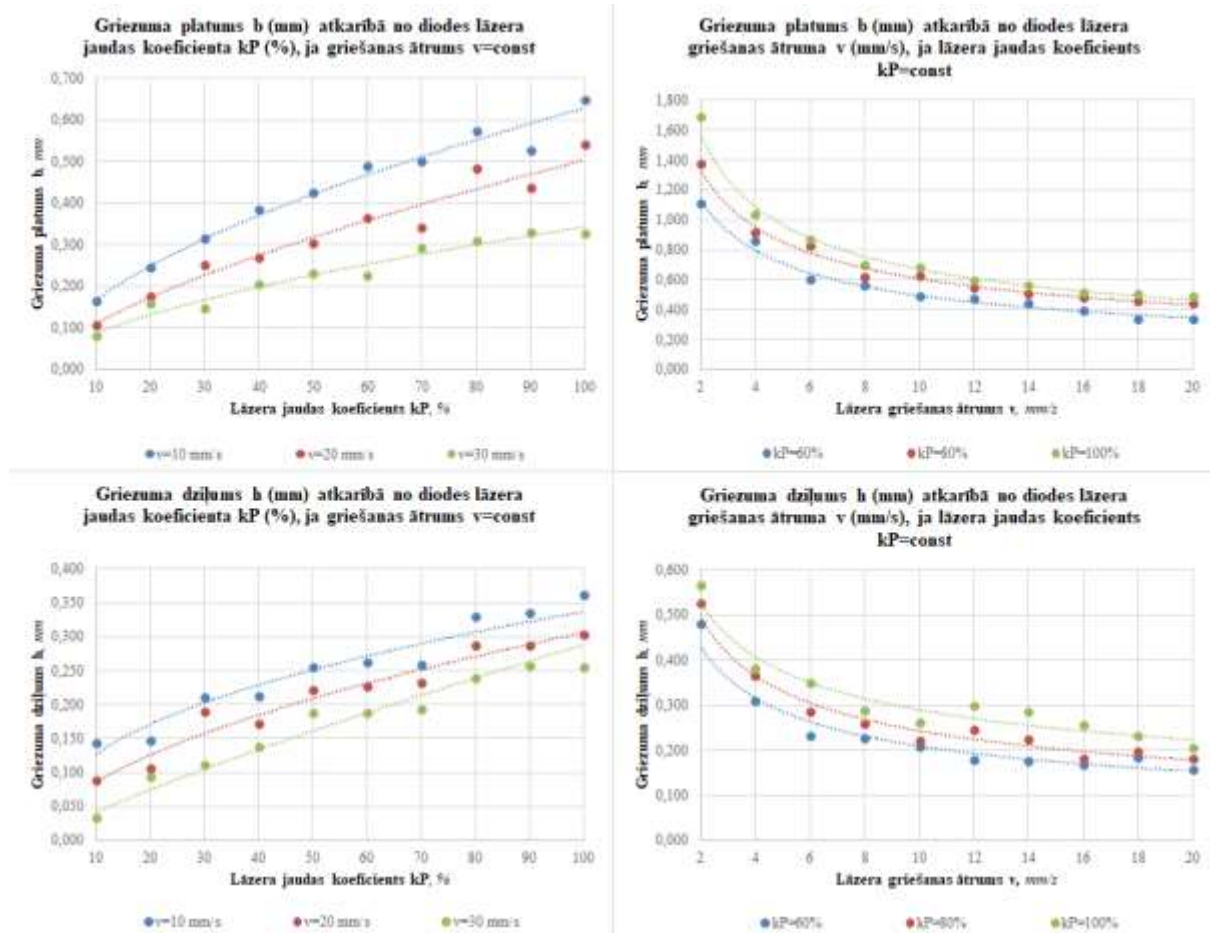
2.2.3. Marķēšana ar diodes lāzeri

7.attēlā redzami grafiki attēlo ar diodes lāzeru uz korķa plāksnes uzmarķēto līniju platuma un dziļuma izmaiņas atkarībā no lāzera jaudas regulēšanas koeficienta kP un skenēšanas ātruma v . Pie $v=\text{const}$, pieaugot kP , vērtība b pieaug. Ar parametriem $v=30\text{mm/s}$ un $kP=10\text{-}20\%$ marķētā līnija ir slikti saskatāma. Atšķirība starp $v=10\text{mm/s}$ un $v=30\text{mm/s}$ vidējiem

griezumu platumiem b ir būtiska ($p < 0,05$). Pie $kP = \text{const}$, pieaugot v , vērtība b samazinās. Griezuma platumā b ātruma samazinājums lāzera griešanas ātruma v robežās 6-20 mm/s ir būtiski atšķirīgs, salīdzinot ar lāzera griešanas ātrumu v robežās 2-6 mm/s ($kP = 60\%$, griezuma platumā b ātruma samazinājums ir 14,74x; $kP = 80\%$, griezuma platumā b ātruma samazinājums ir 20,08x; $kP = 100\%$, griezuma platumā b ātruma samazinājums ir 13,24x). Atšķirība vidējiem griezuma platumiem b pie dažādiem jaudas koeficientiem kP nav statistiski nozīmīga ($p > 0,05$). Pie $v = \text{const}$, pieaugot kP , marķējuma dziļums h pieaug. Vidējie griezuma dziļumi h pie dažādiem diodes lāzera griešanas ātrumiem v kopumā nav statistiski nozīmīgi ($p > 0,05$), taču vidējās griezuma dziļuma h vērtības starp $v = 10 \text{ mm/s}$ un $v = 30 \text{ mm/s}$ ir būtiski atšķirīgas. Pie $kP = \text{const}$, pieaugot v , marķējuma dziļums h samazinās. Griezuma dziļuma h ātruma samazinājums lāzera griešanas ātruma v robežās 6-20 mm/s ir būtiski atšķirīgs, salīdzinot ar lāzera griešanas ātrumu v robežās 2-6 mm/s ($kP = 60\%$, griezuma dziļuma h ātruma samazinājums ir 8,64x; $kP = 80\%$, griezuma dziļuma h ātruma samazinājums ir 12,46x; $kP = 100\%$, griezuma dziļuma h ātruma samazinājums ir 19,24x). Vidējie griezuma dziļumi h pie dažādiem lāzera jaudas koeficientiem kP nav statistiski nozīmīgi ($p > 0,05$), tas nozīmē, ka nav būtiska ietekme diodu lāzera jaudas koeficienta vērtībai kP uz korķa griezuma dziļumu h pie šīm vērtībām. Ar diodes lāzeri korķa plāksnīte netika pārgriezta ne pie kādām kP un v vērtībām. Maksimāli sasniegtais marķējuma dziļums ar diodes lāzeri ir 0,57 mm pie $kP = 100\%$ un $v = 2 \text{ mm/s}$.



6.att. Līnijas platums b un dziļums h atkarībā no lāzera jaudas regulēšanas koeficienta kP un griešanas ātruma v , marķējot ar optiskās šķiedras lāzeru



7.att. Līnijas platums b un dziļums h atkarībā no lāzera jaudas regulēšanas koeficienta kP un skenēšanas ātruma v, marķējot ar optiskās diodes lāzeru

3. Secinājumi

Darbā tika pētīta korķa lāzermarķēšana un lāzergriešana ar CO₂, optiskās šķiedras un diodes lāzeriem.

1. Presētā korķa plāksne ir neviendabīgs materiāls, salīdzinot to ar metālu, plastmasu, koku vai papīru. Tas sastāv no dažāda izmēra granulām 2-5mm, kā arī var atšķirties atsevišķu korķa granulū blīvums. Korķa plāksnes griezumā zem mikroskopa ir redzami tukšumi ar diametru līdz ~1-1,5mm, kuri ir aizpildīti ar gaisu. Tas apgrūtina precīzu parametru piemeklēšanu lāzermarķēšanai un lāzergriešanai, jo marķējuma līnija var veidoties ar dažādu platumu un dziļumu.

2. Kad vidējais marķējuma dziļums pārsniedz 2-2,5mm, tad presētā korķa plāksnē esošo gaisa kabatu un atšķirīgu korķa granulū blīvumu dēļ, lāzera stars dažās vietās 3mm biezu korķa plāksni var pārgriezt. Tiek rekomendēts marķēšanas dziļumu izvēlēties līdz 2mm. Korķis ir arī samērā viegli uzliesmojošs materiāls, tāpēc apstrādājot korķi ar lāzeru ir nepieciešams ievērot piesardzību.

3. Ar CO₂ lāzeri iegūtie dati ir apkopoti tehnoloģiskajā tabulā, kas parādīta 8.attēlā. Lai iegūtu labu marķējuma kvalitāti, tiek rekomendēts nepārsniegt 2mm marķējuma dziļumu. Labai marķējuma kvalitātei tehnoloģiskajā tabulā atbilst lauciņi zaļajā krāsā. Mazs skenēšanas ātrums v=5mm/s rada plašu apdeguma joslu ~0,5-1mm gar marķējuma līnijas abām malām, un marķējuma līnija vizuāli izskatās platāka un ar nelīdzenām malām. Kā arī pie maza skenēšanas ātruma v=5-10mm/s, korķa materiāls var viegli uzliesmot. Korķa plāksnīte tika pilnībā

pārgriezta ar jaudas P un ātruma v parametriem, kas tehnoloģiskajā tabulā atbilst lauciņiem zilajā krāsā. Griežot korķi ar CO₂ lāzeri, vizuāli griezuma malas izskatās nelīdzenas un ar izteiktu melnu apdegumu.

CO ₂ lāzers:	Jauda P [W]												
	2	4	6	8	10	12	14	15	16	18	20	30	35
Ātrums v [mm/s]	5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	30												
	40												
	50												
	60												
	70												
	80												
	90												
100													

■	Kvalitatīvs marķējums, ar dziļumu $h \leq 2$ mm
■	Kvalitatīvs griezums
■	Dziļš marķējums $h > 2$ mm, iespējams daļējs griezums
■	Marķējums slikti redzams, vai ir ar pārrāvumiem
■	Pie dotajām vērtībām mērījumi netika veikti

8.att. Tehnoloģiskā tabula CO₂ lāzerim

4. Ar optiskās šķiedras lāzeri pie $v=20$ mm/s un $kP=10-20\%$ marķējuma līnijā parādās pārrāvumi. Pie vērtībām $v=10$ mm/s, $kP=60-100\%$, un $v=11$ mm/s, $kP=80-100\%$ presētā korķa plāksne tiek pilnībā pārgriezta. Griezuma un marķējuma līnijas ir šaurākas, līdzenākas, un gar to malām veidojas mazāks apdegums. Tādēļ korķa plāksnes griezums un marķējums ar optiskās šķiedras lāzeri vizuāli izskatās pievilcīgāks. Optiskās šķiedras lāzers tiek rekomendēts lai iegūtu korķa griezumu ar līdzenākām griezuma malām. Optiskās šķiedras lāzera tehnoloģiskā tabula ir dota 9.attēlā.

Optiskās šķiedras lāzers:	Jaudas regulēšanas koeficients kP [%]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ātrums v [mm/s]	10	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	11				■	■	■	■	■	■
	12				■	■	■	■	■	■
	13				■	■	■	■	■	■
	14				■	■	■	■	■	■
	15	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	16									
	17									
	18									
	19									
	20	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■	Kvalitatīvs marķējums, ar dziļumu $h \leq 2$ mm
■	Kvalitatīvs griezums
■	Dziļš marķējums $h > 2$ mm, iespējams daļējs griezums
■	Marķējums slikti redzams, vai ir ar pārrāvumiem
■	Pie dotajām vērtībām mērījumi netika veikti

9.att. Tehnoloģiskā tabula optiskās šķiedras lāzerim

5. Ar diodes lāzeri apmierinoša marķējuma kvalitāte tika iegūta gandrīz pie visām jaudas un skenēšanas ātruma vērtībām. Marķējuma dziļums ir robežās $h=0,098-0,570$ mm. Ar skenēšanas ātrumu $v=30$ mm/s un jaudas regulēšanas koeficientu $kP=10-20\%$, marķējuma līnija ir vāji izteikta. Pie visām pārējām v un kP vērtību kombinācijām marķējuma līnijas ir labi saskatāma

un ar mazu apdegumu. Ar diodes lāzeru neizdevās pārgriezt presētā korķa plāksni, tas ir izskaidrojams ar lāzera zemo maksimālo jaudu $P=2,7W$. Mazās jaudas dēļ, diožu lāzeri ir iespējams izmantot tikai marķēšanai. Maksimālais marķējuma dziļums ir $h=0,570mm$, kas tika sasniegts ar lāzera maksimālo jaudu $kP=100\%$ un minimālo skenēšanas ātrumu $v=2mm$. Diodes lāzera tehnoloģiskā tabula ir dota 10.attēlā.

Diodes lāzers		Jaudas regulēšanas koeficients: kP [%]									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ātrums v [mm/s]	2										
	4										
	6										
	8										
	10										
	12										
	14										
	16										
	18										
	20										
	30										

	Kvalitatīvs marķējums, ar dziļumu $h \leq 2$ mm
	Kvalitatīvs griezumš
	Dziļš marķējums $h > 2$ mm, iespējams daļējs griezumš
	Marķējums slikti redzams, vai ir ar pārrāvumiem
	Pie dotajām vērtībām mērījumi netika veikti

10.att. Tehnoloģiskā tabula diodes lāzerim

Pateicības

Autori pateicas Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas Fizikālo procesu un lāzertechnoloģiju pētnieciskā centra darbiniekiem par palīdzību pētījuma veikšanā un noderīgu materiālu un padomu sniegšanā.

Literatūra

- Howells H. (2016). Embellishing, engraving materials using laser technology to create innovative surfaces for recycled and sustainable materials. Masters thesis, University of Huddersfield, p. 1-290.
- Material Settings Guide. Section 5-
http://www.engraversnetwork.com/files/MVX_Laser_Settings-Guide.pdf, sk.26.03.2018.
- Bates-Green, K., Howie, T. Materials for Laser Cutter Machines. MatEdU, Fab Lab Instructional Module -
http://www.materialseducation.org/educators/matedu-modules/docs/Laser_Cutter_Materials.pdf, sk.26.03.2018.
- Safe Materials-
http://fablabdevon.org/wp-content/uploads/2014/08/Laser_Safe_Materials1.pdf, sk.26.03.2018.
- Mounir S., Maaloufa Y., Cherki A., Khabbazi A. (2014). Thermal properties of the composite material clay/granular cork. Construction and Building Materials; 70, p. 183-190.
- Hua Zhou, B., Mahdavian, S. M. (2004). Experimental and theoretical analyses of cutting nonmetallic materials by low power CO₂-laser. Journal of Materials Processing Technology; 146, p. 188-192.
- Factbox: Key facts about cork and its use- <https://www.reuters.com/article/us-portugal-cork-facts/factbox-key-facts-about-cork-and-its-use-idUSTRE6103KA20100201>, sk.26.03.2018.
- Physical & mechanical cork material properties- <https://www.corkstore24.co.uk/properties-of-cork/>, sk.16.04.2018.
- Silva, S. P., Sabino, M. A., Fernandes, E. M., Correlo, V. M., Boesel, L. F., Reis R. L. (2005). Cork: properties, capabilities and applications. International Materials Reviews; 50(6), p. 345-365.

DEGRADĒTO TERITORIJU REVITALIZĀCIJAS IESPĒJAS GAIGALAVAS PAGASTĀ REVITALIZATION OPPORTUNITIES OF BROWNFIELDS IN GAIGALAVA PARISH

Sintija BIKOVSKA

E-mail: sintija.bikovska@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: Mg.sc.env., Mg.geogr. lektors Ivars Matisovs

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *Brownfields are the result of social and economic change, which limits the further use and development of these areas. To promote sustainable development, it is possible to rehabilitate non-managed areas through revitalization projects. The restoration of brownfields offers benefits such as improved landscape quality, the useful use of land, territory, the return of economic activities to renewed areas. The study includes a survey of the degraded territories of the Gaigalava rural municipality, the analysis of land parcels of six sites and a detailed review of one territory, assessing the possibilities of restoring brownfields.*

Keywords: *brownfields, Gaigalava parish, project, revitalization.*

Ievads

Kopš 20. gadsimta otrās puses, kam raksturīgas būtiskas izmaiņas rūpniecības ģeogrāfijā, notika arī daudzu rūpnīcu slēgšana un ražošanas teritoriju atstāšana, kas noveda pie liela skaita degradēto teritoriju visā Eiropā. Degradēto teritoriju apvidus var definēt kā teritorijas, kuru objektu un apkārtējās zemes ir pamestas vai nepietiekami izmantotas, kā arī ir nepieciešama iejaukšanās, lai šīs teritorijas atgrieztu lietderīgai izmantošanai. [1]

Degradētās teritorijas joprojām ir aktuāla vides problēma, jo, ilgstoši pastāvot šīm teritorijām, tiek radīti draudi ilgtspējīgai pilsētu un apkārtējo teritoriju attīstībai. Šos draudus lielākoties var sasaistīt ar neefektīvo teritorijas izmantošanu un degradēto teritoriju negatīvo ietekmi uz apkārtējo vidi. Savukārt, veicinot degradēto teritoriju revitalizāciju, tiek nodrošināta efektīva teritorijas resursu izmantošana, risinātas piesārņojuma problēmas, kā arī iegūtas papildus teritorijas attīstības vajadzībām. [2] Revitalizācijas sniedz iespēju atgriezt teritoriju vai objektu jaunā vizuālā veidolā, tīkamā skatā, dod iespēju “atdzimt” šai degradētajai vietai.

Plānojot degradētās teritorijas iespējamās izmantošanas veidus, jāņem vērā to, kur atrodas šī teritorija, kādā stāvoklī tā ir un citus aspektus. Pēc tam, izanalizējot visus plusus un mīnus, jālemj par labu tai idejai, kas nesīs pēc iespējas lielāku ieguvumu un kas būtu reāli dzīvotspējīga. Protams, daudz kas ir atkarīgs arī no esošās vietas, bet tomēr, lai kur teritorija atrastos – pilsētā, piepilsētā vai laukos –, ir jāspēj izplānot pietiekami labu revitalizācijas risinājumu teritorijas ilgai izmantošanai, kas, protams, nav viegls uzdevums.

Rēzeknes novada Gaigalavas pagastā, kad notika pāreja no sociālistiskās plānveida ekonomikas uz tirgus ekonomiku, dažādi lauksaimniecības objekti kā, piemēram, fermas un darbnīcas tika atstātas novārtā un pārstāja funkcionēt. Šo teritoriju zemes platības netiek apsaimniekotas vai arī tiek apsaimniekotas nepilnvērtīgi, jo šo teritoriju īpašnieki bieži vien nav spējīgi bez īpaša atbalsta panākt situācijas uzlabošanu, atjaunojot teritoriju, lai tā spētu atkal funkcionēt.

Materiāli un metodes

Darba pētījuma objekts ir Gaigalavas pagastā esošās degradētās teritorijas. Gaigalavas pagasts atrodas Austrumlatvijas zemienes Lubāna līdzenumā, Rēzeknes novada ziemeļrietumu daļā. Tas robežojas ar Dricānu, Nagļu, Nautrēnu, Rikavas un Strūžānu pagastu, Balvu novada Bērzpils un Krišjāņu pagastu un Madonas novada Ošupes pagastu. Gaigalavas pagasta ar platību 196,2 km² ir viens lielākajiem pagastiem Rēzeknes novadā. Iedzīvotāju skaits tajā ir 927

(uz 01.01.2018). [3] Tādējādi Gaigalavas pagastā ir viens no mazākajiem apdzīvojuma blīvumiem (4,8 cilv./km²) Rēzeknes novadā.

Pētījums sevī ietver Gaigalavas pagasta degradēto teritoriju apsekojumu, sešu teritoriju augsnes paraugu analīzi un vienas teritorijas detalizētāku apskatu, izvērtējot degradētās teritorijas revitalizācijas iespējas.

Darbā tika veikts Gaigalavas pagastā apsekoto degradēto teritoriju uzskaitījums un vairāku teritoriju augsnes paraugu analīze. Novērtēta bijušās Garanču govju fermas teritorijas bīstamības pakāpes un vides jutīgums, atbilstoši MK noteikumiem Nr. 483 “Piesārņoto un potenciāli piesārņoto vietu apzināšanas un reģistrācijas kārtība” esošajai informācijai [4].

Pētījumā tika veikta augsnes ekoloģisko rādītāju noteikšana, kas ietvēra sevī pH, kalcija daudzumu, kalcija un magnija kopējo daudzumu, hlorīdjonu daudzumu, elektrovadītspēju, kā arī tika noteikts augsnes granulometriskais sastāvs.

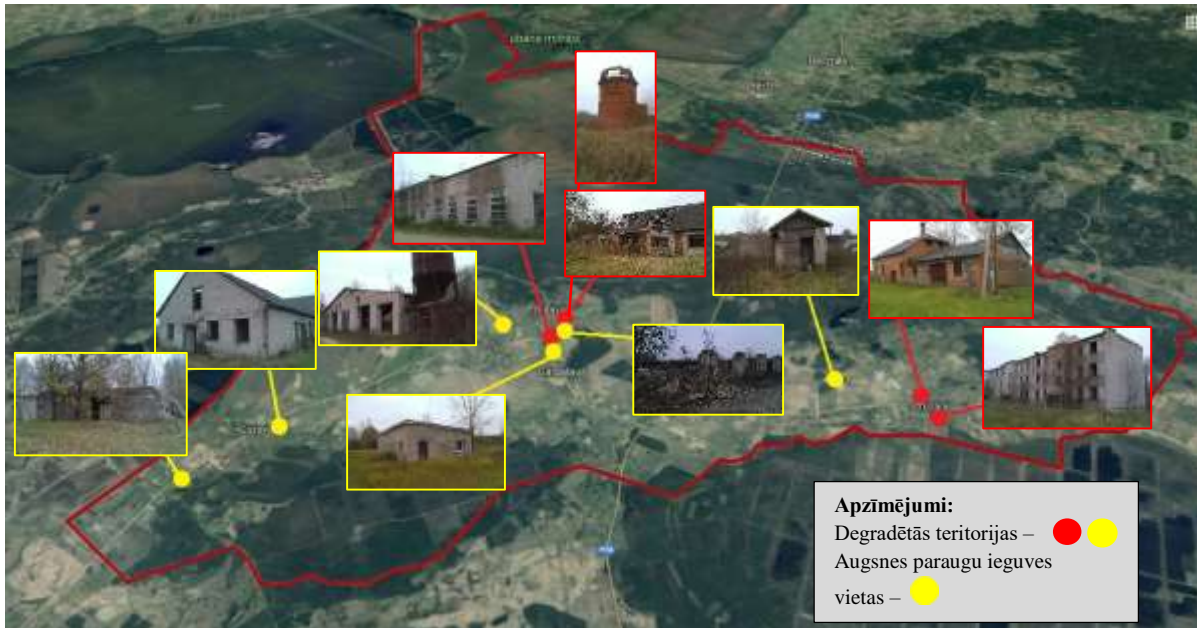
Rezultāti un to izvērtējums

Gaigalavas pagasta teritorijā tika noteiktas 11 degradētās teritorijas. Lielākoties šīs teritorijas ir saglabājušās no kolhoza laikiem, kas ir gan liellopu, gan cūku fermas un to kompleksi, kā arī citas ēkas. Apsekotās degradētās teritorijas ir uzskaitītas 1. tabulā un atzīmētas 1. attēlā.

1. tabula

Gaigalavas pagasta degradēto teritoriju uzskaitījums

<i>N.p.k.</i>	<i>Nosaukums</i>	<i>Atrašanās vieta</i>	<i>Koordinātes</i>
1.	Jaunlopu ferma	Gaigalava	z.p.56°43.907' a.g.027°04.559'
2.	Degvielas uzpildes stacija	Gaigalava	z.p.56°43.663' a.g.027°04.699'
3.	Govju ferma “Kalvīši”	Apšinieki	z.p.56°44.680' a.g.027°09.436'
4.	Nepabeigta daudzdzīvokļu māja	Vecstrūžāni	z.p.56°44.765' a.g.027°11.201'
5.	Govju ferma	Gaigalava	z.p.56°44.038' a.g.027°04.539'
6.	Graudu klēts	Vecstrūžāni	z.p.56°44.789' a.g.027°10.705'
7.	Gaiļu kalna fermu komplekss	Gaigalava	z.p.56°43.823' a.g.027°03.544'
8.	Dispečerdienests	Gaigalava	z.p.56°43.862' a.g.027°04.373'
9.	Žogotu sākumskola	Žogoti	z.p.56°40.553' a.g.027°01.043'
10.	Ūdenstornis	Gaigalava	z.p.56°43.862' a.g.027°04.542'
11.	Garanču govju ferma	Garanči	z.p.56°40.553' a.g.027°01.043'



1. attēls. Degradēto teritoriju attēlojums Gaigalavas pagasta teritorijā

Lai noteiktu degradēto teritoriju ietekmi uz augsnes kvalitāti, tika ievākti augsnes paraugi. Paraugu ieguvei tika izvēlētas sešas teritorijas, kuras varētu būt piesārņotas. Visās tika ievākts pa vienam augsnes paraugam. Augsnes paraugu ieguves vietas tika izvēlētas ne tālāk, kā viena metra attālumā no degradētā objekta. Augsnes parauga ieguvei tika izmantota lāpsta, ar kuras palīdzību vispirms tika izrakts zemes auglīgais slānis, tad, apmēram, 20 cm dziļumā, mērot no augsnes virskārtas, tika ievākta augsne, iebērtā sterilā polietilēna maisiņā, pie kura tika pielikta lapiņa ar augsnes parauga ieguves vietas datiem un datumu. Pēc tam augsnes paraugi tika nogādāti Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas ķīmijas laboratorijā, kur tika veikti turpmākie pētījumi (skat.2. tab.).

Augsnes paraugi tika ievākti 6 teritorijās, pie: jaunlopu fermas Gaigalavā (1); degvielas uzpildes stacijas (2); govju fermas “Kalvīši” (3); Gaiļu kalna fermu kompleksa (4); Žogotu sākumskolas (5);Garanču govju fermas (6).

2. tabula

Augsnes mērījumi

N. p.k.	pH	Ca daudzums, g/l	Cl- daudzums, g/l	Elektrovadītspēja, g/l	Ca un Mg kop. daudzums, g/l	Granulometriskais sastāvs
1.	7,401	0,0028	0,21	3,26	0,0032	Viegls smilšmāls
2.	7,454	0,0028	0,04	3,28	0,0035	Mālsmilts
3.	7,078	0,0021	0,09	3,21	0,0037	Viegls smilšmāls
4.	7,394	0,0021	0,09	3,23	0,0030	Viegls smilšmāls
5.	7,481	0,0018	0,04	3,26	0,0025	Viegls smilšmāls
6.	7,208	0,0028	0,04	3,21	0,0021	Smilšmāls

Visi augsnes paraugi uzrāda niecīgu kalcija un magnija kopējo daudzumu, turklāt magnija saturs ir aptuveni 0,004 g/l, kas var nelabvēlīgi ietekmēt augu augšanu, kā arī veicināt augu lapu dzeltēšanu. Visiem paraugiem pH līmenis svārstās aptuveni 7–7,5, kas atbilst

sārmainai videi. Pie jaunlopu fermas Gaigalavā iegūtais augsnes paraugs saturēja visvairāk hlorīdjonu – 0,21 g/l, tomēr tas nepārsniedz vēlamo robežu. Pēc augsnes granulometriskā sastāva, pārsvarā dominē viegls smilšmāls. Kopumā, var secināt, ka augsne nav pietiekami auglīga, kam par iemeslu var būt zemes neapstrādāšana un nekopšana, tomēr piesārņojuma pazīmes netika konstatētas, līdz ar to nav nepieciešams veikt augsnes sanācijas darbus.

Degradēto teritoriju un objektu novērtēšanai ir izstrādāts vairums kritēriju, kas atrodami Ministru Kabineta noteikumos Nr. 483. “Piesārņoto un potenciāli piesārņoto vietu apzināšanas un reģistrācijas kārtība”, pēc kuriem nosaka to, cik degradēts un bīstams ir šis objekts vai teritorija. Visi kritēriji tiek iedalīti divās lielākās grupās, kas ir potenciāli piesārņoto vietu bīstamība un potenciāli piesārņoto vietu vides jutīgums. Novērtējot potenciāli piesārņoto vietu bīstamību, ņem vērā, parametrus, kas raksturo tā objekta bīstamību, kura darbība radījusi potenciāli piesārņoto vietu un to skaitā ir ziņas par izmantotajām ķīmiskajām vielām un ķīmiskajiem produktiem, atkritumiem, objekta darbības ilgumu un piesārņojuma emisijām. Potenciāli piesārņotās vietas vides jutīguma parametri sevī ietver vietas ģeoloģiskos un hidroloģiskos apstākļus, nekustamā īpašuma lietošanas mērķi, ūdensteču un ūdenstilpņu izvietojumu.

Pēc iepriekš minētajiem kritērijiem tika analizēts viens no degradētajiem objektiem, kurš tika izvēlēts tālākai izpētei, un kuram tiks plānoti revitalizācijas iespējamie risinājumi. Izvēlēta teritorija ir bijusī Garanču govju ferma (skat.2. att.), kas atrodas Rēzeknes novada Gaigalavas pagasta Garančos. Fermas teritorijas kopējā platība ir 2,9 ha. Ferma pieder privātpersonai Antonam Bikovskim, bet fermai apkārtesošā zeme pieder Rēzeknes novada pašvaldībai un to nomā fermas īpašnieka meita Biruta Bikovska.



2. attēls. Garanču govju ferma no dažādiem rakursiem

Pēc kritērijiem tika izvērtēta bijusī Garanču govju ferma un tās teritorija. Gala rezultātā tika konstatēts tas, ka objekts nav bīstams un tam ir konstatēts vidējs vides jutīgums. Tas nozīmē, ka teritorija ir brīva no piesārņojuma, bet attiecīgos apstākļos ir iespējama piesārņojuma izplatība. Bez tam, sasummējot objekta bīstamības un vides jutīguma iegūto punktu skaitu, attiecīgi to salīdzinot ar potenciāli piesārņoto vietu kopējo novērtējumu, tiek noteikts tas, ka govju fermas teritorija atbilst 3. kategorijai, un tas nozīmē, ka vieta nav potenciāli piesārņota.

Pie kam, izskatot Rēzeknes novada teritorijas plānojuma 2013.–2024. paskaidrojuma rakstu pielikumus, tika apskatīts 22. pielikums “Potenciāli piesārņotas vietas Rēzeknes novadā”. Šajā pielikumā nav uzrādīta neviena piesārņota vai potenciāli piesārņota vieta, kas atrastos Gaigalavas pagastā.[5] Līdz ar to pētījumi, salīdzinot iegūtos rezultātus ar šo paskaidrojuma raksta pielikumu, ir ticami.

Viens no svarīgākajiem ilgtspējīgas teritoriālās plānošanas aspektiem ir ilgtspējīga zemes izmantošana, t.i., rūpīgāka pieeja tam, kāda veida zeme tiek izmantota teritoriju attīstībai. Agrāk izmantotās, bet tagad brīvās vietas, kā degradētās teritorijas, šķiet diezgan daudzsološas jauniem teritoriju attīstības projektiem. [6]

Degradēto teritoriju revitalizācija ir stimuls ekonomikas attīstībai un tā ietekmē dažādas tirgus jomas: zemes tirgu, nekustamā īpašuma tirgu, darba tirgu, kapitāla tirgu, finanšu tirgu, resursu tirgu, infrastruktūras tirgu, inovāciju tirgu. [7]

Plānojot iespējamās revitalizācijas risinājumus bijušajai govju fermai, ir iespējami divi varianti: 1) ferma ir jānojauc pilnībā; 2) jāatstāj un jārekonstruē daļa no tās būvapjoma, jo tikai apmēram puse fermas ēkas ir salīdzinoši pieņemamā stāvoklī, savukārt pārējā daļa – jau daļēji nogruvusi. Fermas rekonstrukcija izmaksā salīdzinoši dārgi, tāpēc lietderīgāk būtu to pilnībā nojaukt un atbrīvoto teritoriju izmantot citiem nolūkiem.

Jebkuras ieceres realizācija sākas ar plānošanas darbiem un izmaksu rēķināšanu. Šajā gadījumā bijušajai govju fermai revitalizācijas pasākumi jāsāk ar demontāžas darbiem, būvgružu un būvniecības atkritumu izvešanu. Šādas darbības veikšanai vajag vienoties ar kādu atbilstošu firmu, kas ar to nodarbojas. Neiztikt bez būvniecības atkritumu konteineru nomas. Pieejamo konteineru klāsts ir diezgan plašs – ar ietilpību sākot no 4 m³ līdz pat 40 m³. Fermas nobrukušajam galam būtu nepieciešami aptuveni 5 konteineri, kuru tilpums ir 22 m³. Tas izmaksātu 1250 EUR/diennaktī.

Kā iespējamie revitalizācijas varianti govju fermas teritorijai varētu būt:

- 1) Tās transformācija par lauksaimniecībā izmantojamo zemi;
- 2) Graudu kaltes būvniecība;
- 3) Automašīnu un traktortehnikas servisa ierīkošana.

Viens no iespējamajiem risinājumiem ir pārveidot fermas teritoriju par lauksaimniecībā izmantojamo zemi, kā, piemēram, aramzemi, ganībām vai pļavu. Bijušās fermas teritorijā ir smilšmāla augsne, kas atbilst sabalansētai augsnei – satur pietiekami daudz mitruma, lai tā neizzūtu, bet liekajam ūdenim ļauj notecēt. No tā izriet, ka šajā vietā ir iespējama gan aramzemes izveide, gan pļavu veidošana un ganību iekārtošana. Kopumā šāda risinājuma realizācija izmaksātu aptuveni 7000 EUR.

Ņemot vērā pēdējo gadu klimatiskos apstākļus un turpmākās prognozes nākamajiem gadiem, tad vēl viens variants varētu būt graudu kaltes izveidošana. Bijušās fermas teritorijas apkaimē dzīvo daudz zemnieku, kuriem pašiem nav tāda veida objektu, kā arī tuvākajā apkārtnē nav tādas pieejamas. Tas būtu labs ieguvums apkārtnē esošajām daudzajām zemnieku saimniecībām. Graudu kaltes izveidei nobrukušī daļa tiktu nojaukta līdz galam, bet otrs fermas gals tiktu atjaunots. Kopējās izmaksas varētu būt aptuveni 30 000 EUR. Informācija par izmaksās tika iegūta no līdzīgiem projektiem.

Labs variants būtu arī bijušās govju fermas pārveide par automašīnu un traktortehnikas servisu. Ņemot vērā to, ka zemnieki, rakstot dažādus projektus, savā īpašumā iegūst jaunu traktortehniku, kuru, tās salūšanas gadījumā, paši nespēj remontēt, līdz ar to traktortehnika jāved uz attiecīgiem servisiem, kas nav nemaz tik tuvu, vai jāpieaicina uz savām mājām attiecīgu jomu speciālisti. Līdzīgi ir ar automašīnām. Ne visi ir pietiekami kompetenti automašīnu remontēšanā, vai ja arī ir, tad tiem visbiežāk nav nepieciešamā aprīkojuma (pacelēja, riepu montāžas, instrumentu u.c.). Tuvākajā apkārtnē nav nedz automašīnu servisu, nedz traktortehnikas servisa, līdz ar to, tas arī būtu labs ieguvums tuvumā dzīvojošajiem zemniekiem. Līdzīgi kā graudu kaltei, tā arī šī objekta realizācijai tiktu atstāts tikai tas fermas gals, kurš vēl nav sācis brukt, bet otrs tiktu līdz galam nojaukts. Kopā aptuvenās izmaksas varētu būt 30 000 EUR. Informācija par izmaksām tika iegūta no līdzīgiem projektiem.

Secinājumi

1. Degradētās teritorijas ir teritorijas, kas ir pamestas vai netiek apsaimniekotas, līdz ar to samazinās apkārtējās teritorijas pilnvērtīgas izmantošanas iespējas, kā arī tiek ietekmēta vizuālā ainavas kvalitāte.
2. Gaigalavas pagastā tika konstatētas 11 degradētās teritorijas. Tika izveidots kartogrāfisks materiāls, kurā tika attēlots degradēto objektu izvietojums Gaigalavas pagasta kartē.
3. Visos augsnes paraugos tika konstatēts niecīgs daudzums kalcija, magnija un hlorīdjonu, kas var nelabvēlīgi ietekmēt augu augšanu un attīstību. pH gandrīz visiem augsnes

paraugiem atbilst neitrālai videi. Kopumā augsne pēc tās granulometriskā sastāva ir viegls smilšmāls.

4. Bijusī Garanču govju fermas teritorija tika novērtēta pēc vairākiem kritērijiem, nosakot objekta bīstamību, vides jutīgumu un atbilstību potenciāli piesārņoto vietu kategorijai.
5. Degradēto teritoriju revitalizācija stimulē ekonomikas attīstību, veicina ilgtspējīgu un pilnvērtīgu zemes izmantošanu, kas uzlabo noteiktu teritoriju attīstību.
6. Bijušās fermas teritorijas iespējamie revitalizācijas risinājumi ir: 1) tās transformācija par lauksaimniecībā izmantojamu zemi; 2) graudu kaltes būvniecība; 3) automašīnu un traktortehnikas servisa izveide.

Summary

Degraded areas are areas that have been abandoned or not managed, and this will reduce the opportunities for full use of the area around the territory and also affect the quality of the visual landscape.

Gaigalava parish is a small parish located in the north-western part of Rezekne. In this parish was found 11 brownfields. Mapping materials were created in which the location of degraded objects was spotted in the map of village Gaigalava. From 11 territories, six of them collected soil samples. In the soil samples were found a small amount of calcium, magnesium and chloridone, which may have a negligible effect on plant growth and development. The pH of almost all soil samples corresponds to a neutral environment. The aggregate soil is, according to its granulometric composition, light sand-clay.

One of the degraded objects were planned possible revitalization options. This area is the Garanču cow farm, located in Garanči, Gaigalava parish, Rezekne county. The area of the Garanču cow farm was evaluated on the basis of several criteria for determining the danger of the object, environmental sensitivity and compliance with the category of potentially contaminated sites. It was found that the object is not dangerous and it has an average environmental sensitivity.

Revitalization of depleted areas will stimulate economic development, promote sustainable and full use of land, which improves the development of certain areas. Possible solutions for revitalization of the territory of the former farm are: 1) the transformation of agricultural land; 2) construction of grain drying; 3) cars and tractor machinery service. Taking into account the climatic conditions of recent years and future forecasts for the coming years, the most beneficial solution would be to create a grain dry. This would be a good benefit for the many farms in the area.

Literatūra

1. Pizzol L., Zabeo A., Giubilato E. Timbre Brownfield Prioritization Tool to support effective brownfield regeneration. https://ac.els-cdn.com/S0301479715302826/1-s2.0-S0301479715302826-main.pdf?_tid=ea448450-d5b5-11e7-b2f7-00000aacb360&acdnat=1512036476_daca0628436a453991c88c4cd236edeb, sk. 30.03.2018.
2. Rīgas pilsētas degradēto objektu un teritoriju revitalizācijas programma. http://www.sus.lv/sites/default/files/media/faili/degradeto_teritoriju_revitaliz_pr.pdf, sk. 30.03.2018.
3. Gaigalavas pagasts. <http://rezeknesnovads.lv/pagastu-parvaldes/gaigalavas-pagasts/>, sk. 20.04.2018.
4. Ministru kabineta noteikumi Nr.483 "Piesārņoto un potenciāli piesārņoto vietu apzināšanas un reģistrācijas kārtība" <https://likumi.lv/doc.php?id=55895>, sk. 04.04.2018.
5. Rēzeknes novada teritorijas plānojums 2013. – 2024. Paskaidrojuma raksta pielikumi. <http://rezeknesnovads.lv/wp-content/uploads/2014/05/464874213642120231.pdf>, sk. 04.04.2018.
6. Kocha F., Bilke L., Carolin Helbig C., Schlink U. Compact or cool? The impact of brownfield redevelopment on inner-city micro climate. https://ac.els-cdn.com/S221067071730848X/1-s2.0-S221067071730848X-main.pdf?_tid=ad51c3bc-fc59-11e7-a6c0-00000aacb362&acdnat=1516284955_2f3db7a119fa63e059d2ec011040bb00, sk. 27.03.2018.
7. Jackson J.B., Finka M., Hermann G., Kliučininkas L., Zubková M. (2010) Degradētās teritorijas. Rokasgrāmata Starpdisciplinārs mācību līdzeklis degradēto teritoriju atjaunošanai. Mācību līdzeklis Latvijai un Lietuvai. Rēzekne: RTA Inženieru fakultāte, 140 lpp.

DZERAMĀ ŪDENS MIKROBIOLOĢISKAIS PIESĀRŅOJUMS GRODU AKĀS

DRINKING WATER MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION IN WELLS

Autore: **Tatjana BLOHINA**, e-mail: b.tatjana@inbox.lv, phone: +37128657203.
Zinātniskā darba vadītāja: **Ināra Laizāne, Mg. paed., Mg. biol. Mg. chem.**, e-mail:
inara.laizane@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115, LV-4601, +37128325368, rta@ru.lv

Abstract. *This article is about very important topic, about water microbiological contamination in wells in village side. Water samples were tested with Idexx metoth "Colilert - 18" test, that is ISO (International Organization for Standardization) standard 9308-2:2012 for detecting total coliforms and E.coli in water. This tests allows know answer about water microbiological contamination in 18h. The article tells about this test method and how this method works. Summary were tested five water samples. In all samples were found total coliforms, but E.coli was not found. This means that analyzed water is contaminated.*

Keywords: *drinking water, health, household wells, microbiological contamination.*

Ievads

Mikrobioloģiskā piesārņojuma rādītāji dzeramajā ūdenī ir ļoti nopietni un svarīgi, ko obligāti ir jāpārbauda katru gadu. Tā kā dzeramais ūdens ir nepieciešams dzīvības procesu uzturēšanai, līdz ar to kvalitatīvs ūdens ir viens no veselības uzturēšanas priekšnosacījumiem un ir būtisks sabiedrības labklājības rādītājs.

Ja iedzīvotāji izmanto vienu no senākajiem un mūsdienās arī lētākajiem ūdens ieguves veidiem grodu akas, tad, jo īpaši svarīgi noteikt, vai dzeramajā ūdenī nav mikrobioloģiskā piesārņojuma. Ūdens kvalitāti grodu akās var ietekmēt daudzi faktori, piemēram, akā var nokļūt minerālmēslojums, pesticīdi, lopkopības piesārņojums, kas var radīt nopietnu mikrobioloģisko piesārņojumu. Piesārņots ūdens var saturēt mēslošanas, sintētiskās mēslošanas, dzīvnieku ekskrementu daļiņas un daudz ko vēl. Tādu ūdeni var lietot tikai ļoti labi attīrot un dezinficējot.

Grodu akās dzeramā ūdens kvalitātes riski var būt daudz un dažādi. Viens no tiem ir, ja grodu aka nav pietiekami dziļa, un piesārņojuma avots atrodas pārāk tuvu. Piesārņojošās vielas caur augsnes slāņiem var infiltrēties gruntsūdeņos.

Kā risks dzeramā ūdens kvalitātei grodu akās var būt arī tas, ka urbšanas laikā netiek ievērotas sanitāri – higiēniskās prasības. Grodu akās ūdens mikrobioloģisko piesārņojumu var radīt, tas ka akas korpuss nav pareizi noslēgts, jo tad ūdens no virsējiem slāņiem iefiltrējās iekšā. Svarīgs faktors arī akas konstrukcijas hermetizācija, ja akas korpuss uz virszemes, nav pietiekami augsts un aka nav noslēgta ar vāku, virszemes ūdens var tikt akā. Ūdens kvalitāti grodu akās ietekmē arī tas, vai nav novecojis korpuss (koka, betona gredzeni), jo ar laiku tajos var rasties plaisas un caur plaisām var tiks virszemes ūdens.

Pasaules Veselības organizācijas dokuments "Dzeramā ūdens kvalitātes vadlīnijas" nosaka, ka dzeramais ūdens nedrīkst saturēt patogēnos mikroorganismus (t.s. zarnu patogēnus), kas izraisa saslimšanas.

Grodu akās ir svarīgi izpētīt ūdens nekaitīgumu un kvalitāti, jo īpaši mikrobioloģisko piesārņojumu, lai mazinātu apdraudējumu cilvēka veselībai.

Materiāli un metodes

Pētījums par dzeramā ūdens mikrobioloģisko piesārņojumu tika veikts Audriņu un Čornaja pagastā, kur grodu akās tika paņemti ūdens *paraugi*. Ūdens paraugi *testēšanai bija* paņemti no trim akām Audriņu pagastā un divām akām Čornaja pagastā. Ūdens paraugu ņemšanas vietu apraksts ir apkopots 1. tabulā.

1.tabula

Dzeramā ūdens paraugu ņemšanas vietas grodu akās

Paraugs	Ņemšanas vieta	Pazīmes
1.	Audriņu pagasts	Dzeramais ūdens no akas, ko lieto uzturā. Blakus atrodas tikai māja, akas dziļums ≤ 7 m.
2.	Audriņu pagasts	Ūdens no akas, kas atrodas tuvu dzīvnieku kūtim un ūdens tiek izmantots saimnieciskajiem nolūkiem, kā arī ūdens tiek dzīvniekiem. Akas dziļums ≤ 7 m.
3.	Audriņu pagasts	Jauna aka. Akas dziļums ≥ 13 m. Atrodas augļu dārzā vidū, pagaidām ūdens tiek izmantots tikai saimnieciskajiem nolūkiem, jo nav pabeigts līdz galam akas dibens. Blakus atrodas māja (10 m), siltumnīca (10 m), dīķis 15 m.
4.	Čornajas pagasts	Veca aka, atrodas tuvu pirtij un ūdeni lieto saimnieciskajiem nolūkiem un dažreiz ūdeni lieto uzturā. Akas dziļums ≤ 7 m
5.	Čornajas pagasts	Ūdeni lieto uzturā. Akas dziļums ≤ 10 m. Aka atrodas blakus mājai un garāžai.

Visi paraugi tika ievākti sterilā plastmasas burciņā 100 ml. Tā kā nebija iespējas paņemt ūdeni uzreiz no akas, tika izmantots plastmasas spainis, kas sākumā bija mazgāts ar katras akas ūdeni. Paraugi tika ievākti vienu reizi. Visas akas ir veidotas izmantojot cementa gredzenus.

Analizējamo parametru raksturojums. Visbiežāk dzeramo ūdeni pārbauda uz *E.coli* un kopējām koliformām. Ja ūdenī dzīvo *E.coli*, tas nozīmē, ka ūdens ir fekāli piesārņots. Pats *E.coli* nav ļoti kaitīgs cilvēku organismam, taču mikrobioloģiskajos izmeklējumos, *E.coli*, ir kā ūdens indikatororganisms. Ja ūdenī dzīvo *E.coli*, tad tajā var dzīvot citas patogēnas baktērijas, kas ļoti negatīvi var ietekmēt cilvēku organismu. Daudz patogēno baktēriju ir nāvējošas.

Liela daļa koli formu spēj vairoties ūdens un augsnes vidē un bez grūtībām var tikt ūdens avotā. Kopējās koliformas, kad tiek ūdens vada caurulēs, var dzīvot un vairoties tajās, veidojot bioplēves. Koliformas norāda, vai ūdens apstrāde, dezinfekcija ir bijusi pietiekama.

Ūdens mikrobioloģiskā tīrība ir ļoti nopietns jautājums, jo no ūdens tīrības ir atkarīga cilvēku veselība [1].

Piecos dzeramā ūdens paraugos, kas bija paņemti no grodu akām, tika analizēti tādi parametri kā *Escherichia coli* un koliformas baktērijas. Ministru kabineta noteikumi par dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasībām nosaka maksimāli pieļaujamās normas šiem mikrobioloģiskiem indikatororganismiem dzeramajā ūdenī (skat. 2. tabulā).

2.tabula

Nosakāmie mikrobioloģiski indikatororganismi dzeramajā ūdenī un maksimāli pieļaujamās normas [2]

Nr. p.k.	Rādītājs	Maksimāli pieļaujamā norma
1.	<i>Escherichia coli</i>	0/100 ml
2.	Koliformas baktērijas	0/100 ml

Lai noteiktu paņemtos ūdens paraugos mikrobioloģisko piesārņojumu uz *Escherichia coli* un koliformas baktērijām, ūdens paraugi tika pārbaudīti ar firmas Idexx metodi, “Colilert – 18” testu. Tests ļāva 18 stundu laikā noteikt kopējo koliformu un *E.coli* daudzumu dzeramajā ūdenī. Šī metode ir apstiprināta ar Starptautiskās standartizācijas organizāciju (ISO). ISO standarts 9308-2: 2012, lai noteiktu kopējās koli baktērijas un *E.coli* 100 ml ūdenī [3].

Veicot testu tika izmantota patentēta “Substrate Technology” “substrāta tehnoloģija” barības vielu indikatori ONPG (orto-nitrofenil-β-galaktozīds) un MUG (4-metil-butilberil-β-D-glikuronīda hidrāts), lai noteiktu koliformas baktērijas un *E.coli*. Testa laikā Koliformas

baktērijas izmanto savu β -galaktozīda enzīmu, lai metabolizētu ONPG, un tas maina ūdens krāsu no bezkrāsainas uz dzeltenu.[3]. Kādas izmaiņas testa laikā var notikt ar ūdens krāsu ir apkopotas 3. tabulā.

3.tabula

Analizējamā ūdens krāsas maiņa testējot parametrus

Krāsa	Rezultāts
Dzeltenā	Kopējās koliformas
Luminiscē	<i>E.coli</i>
Caurspīdīga/ krāsa neizmainījās un neluminiscē	Nav

Veicot testu, tika pievienots reaģents 100 ml ūdens paraugam un samaisīts. Tad pārliets speciālajā Quanti-Tray/2000 platē (skat. 1. att.)



1.att. *Quanti-Tray/2000 plate* [3]

Tas tika inkubēts uz 18 h $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Pēc tam saskaitīti cik kvadrātiņu ir iekrāsojušie un cik kvadrātiņu luminiscē. Rezultāti tika nolasīti no speciāli izveidotas tabulas, kas norādīja kkv (koloniju veidojošās vienības) daudzumu dzeramajā ūdenī [3].

Rezultāti un to izvērtējums

Pētījuma rezultāti par pieciem dzeramā ūdens paraugiem, kas bija paņemti no grodu akām, apkopoti 4. tabulā.

4. tabula

Mikrobioloģiskie rādītāji dzeramā ūdens paraugiem no grodu akām

Parauga Nr.	Kopējās koliformas	<i>E.coli</i>	Rezultāts
1.	>2419,6	0	48 lielās un 48 mazās ailes ir dzeltenā krāsā. Nereagēja uz UV gaismu. Pozitīvs, uz kopējām koli formām un negatīvs uz <i>E.coli</i> .
2.	>2419,6	0	48 lielās un 48 mazās ailes ir dzeltenā krāsā. Nereagēja uz UV gaismu. Pozitīvs, uz kopējām koli formām un negatīvs uz <i>E.coli</i> .
3.	>2419,6	0	48 lielās un 48 mazās ailes ir dzeltenā krāsā. Nereagēja uz UV gaismu. Pozitīvs, uz kopējām koli formām. Negatīvs uz <i>E.coli</i> .
4.	27,5	0	20 lielās un 2 mazās ailes ir nokrāsojušās dzeltenajā krāsā. Nereagēja uz UV gaismu. Pozitīvs, uz kopējām koli formām, un negatīvs <i>E.coli</i> .
5.	26,2	0	20 un 1 mazās ailes ir nokrāsojušās dzeltenajā krāsā. Nereagēja uz UV gaismu. Pozitīvs, uz kopējām koli formām, un negatīvs uz <i>E.coli</i> .

Salīdzinot laboratoriskajos izmeklējumos iegūtos rezultātus (skat. 4. tabulu) ar robežlielumiem (skat. 3. tabulu), var secināt, ka ūdens paraugos, kas bija ņemti no grodu akām Audriņu un Čornaja pagastā nav konstatēta *E.coli*. Tās ir normas robežās un atbilst kvalitātes prasībām.

Kā rāda pētījuma rezultāti, koliformas baktērijas dzeramā ūdens paraugos, kas ņemti no lokālām ieguves vietām, neatbilst kvalitātes rādītājiem, un līdz ar to ūdens nav uzskatāms par drošu cilvēka veselībai. No Audriņu pagasta grodu akām ņemtie paraugi uzrādīja īpaši lielu daudzumu koliformo baktēriju (skat. 4. tabulu), un šādas kvalitātes dzeramo ūdeni viennozīmīgi neieteiktu cilvēkiem lietot ikdienā, jo tas var negatīvi ietekmēt veselību. Līdz ar to ir ieteikums Audriņu pagastā regulārāk pārbaudīt ikdienā izmantotā dzeramā ūdens kvalitāti no lokālajām ieguves vietām, grodu akām, ūdeni testējot pēc mikrobioloģiskajiem un arī ķīmiskajiem rādītājiem.

Koliformas baktēriju klātbūtne norāda, ka līdzīgi tam, kādā veidā šīs baktērijas nokļuvušas ūdenī, tādā pat veidā pastāv iespēja tajā iekļūt patogēnām slimības izraisošām baktērijām. Grodu akās, piemēram, Audriņu un Čornaja pagastā koliformu baktēriju klātbūtne parāda, ka akās varētu būt iekļuvis apkārtējās vides piesārņojums (lietus ūdeni u.c.). Iespējams arī ka aku grodi zaudējuši hermētiskumu vai arī to virszemes daļas nav cieši noslēgtas, vai akas nav sen tīrītas.

Ūdens testēšanas rezultāti grodu akās, kuras bija pētītas Audriņu un Čornaja pagastā pēc mikrobioloģiskajiem (koliformas baktērijas, *Escherichia coli* (*E. coli*) rādītājiem, parāda mikrobioloģiskā piesārņojuma esamību.

Secinājumi

1. Pēc veiktā dzeramā ūdens mikrobioloģiskā piesārņojuma izpētes grodu akās var secināt, ka *E.coli* nav konstatēts ūdens paraugos un tās atbilst kvalitātes prasībām.
2. Kā rāda pētījuma rezultāti, koliformas baktērijas dzeramā ūdens paraugos, kas ņemti no lokālām ieguves vietām, neatbilst kvalitātes rādītājiem un līdz ar to ūdens nav uzskatāms par drošu cilvēka veselībai. Ūdens paraugos ir piesārņojums. Dzeramais ūdens akās var saturēt vīrusus, patogēnās baktērijas.
3. No Audriņu pagasta grodu akām ņemtie paraugi uzrādīja īpaši lielu daudzumu koliformo baktēriju, un šādas kvalitātes dzeramo ūdeni viennozīmīgi neieteiktu cilvēkiem lietot ikdienā, jo tas var negatīvi ietekmēt veselību, tāpēc ieteicams Audriņu pagastā regulārāk pārbaudīt ikdienā izmantotā dzeramā ūdens kvalitāti no grodu akām, ūdeni testējot gan pēc mikrobioloģiskajiem, gan arī ķīmiskajiem rādītājiem.

Summary

The research of drinking water microbiological contamination was carried out in the Audriņi and Chornaya areas. The results show that water is polluted with total coliforms, this mean that surface water falls into **household wells**. This means that there are problems with the construction of the well. *E.Coli* in water samples was not found and they meet the quality requirements. This research show, how necessary, it is to take care of the water purity.

Drinking water quality and purity are pledge of people's health and if ascertained some changes of drinking water from the **household** wells, it is necessary, to check it in certain laboratories. Water should be checked once a year.

Literatūra

1. *Dzeramā ūdens kvalitātes nodrošināšanas rokasgrāmata*, 2004. 1. sējums, Pasaules Veselības organizācija. Ženēva (krievu valoda).
2. Ministru kabineta noteikumi Nr. 671, (2017). *Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība*. (sk. 09.03.18) Latvijas Republikas Saeimas likums. "Latvijas Vēstnesis", Nr. 228 (6055), 16.11.2017.
<https://likumi.lv/ta/id/295109-dzerama-udens-obligatas-nekaitiguma-un-kvalitates-prasibas-monitoringa-un-kontroles-kartiba>
3. Mikroorganismu noteikšanas metode "Colilert - 18".
<https://www.idexx.com/en/water/water-products-services/colilert-18/>

LĀZERA GRIEŠANAS PROCESA OPTIMIZĀCIJA ATKARĪBĀ NO ĀTRUMA UN JAUDAS

LASER CUTTING PROCESS OPTIMISATION IN FUNCTION OF THE SPEED AND POWER

Author: **Sandris DUNCĀNS**, e-mail: sduncans@inbox.lv, phone: +37129996922
Scientific supervisor: **Lyubomir Lazov**, Dr.sc.ing., Prof., e-mail: Lyubomir.Lazov@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *This article describes an experiment, which is basically the aim fix is possible with diode laser blue tone spectrum with his length and 5, 5W power 450nm, used for cutting plywood to 3, 48 mm in thickness. Before the experiment explored and found every possible literature (scientific articles, publications, producers of the discovery that scientists do not count as scientific articles and several books). Experiment created experimental stands on the existing compact home craftsmen to 600/2 Stepcraft CNC equipment with China produced in the diodes lasers with the power of 450nm 5, 5W module, measured outgoing power, doing experiment with cutting plywood, laser diodes program "optimum parameters and the method developed by diodes laser optimum for the location parameter.*

Keywords: *diode laser, plywood, cutting, optimization of laser parameters.*

Ievads

CNC lāzera iekārta ir ļoti ērta un ļoti universāla iekārta. Ar to palīdzību ir iespējams apstrādāt tādus tradicionālos materiālus kā dzelzs, koks, plastmasas, stikls, akmens. Tik plānus un trauslus materiālus kā papīrs, audums, āda, gumija kurus jāapstrādāt īpaši akurāti. Daudzi pasaules uzņēmumi mūsdienās izmanto Dizaina izstrādājumu projektēšanai un mēbeļu izgatavošanai plaši pielieto CO2 lāzери, lai griezt koksnes materiālus augstā kvalitātē [1,2]. Literatūrā ļoti daudz rakstu, kuri apraksta par eksperimentiem ar CO2 lāzери metālu griešanu un nemetālu apstrādē. [4,5,6]

Par mazjaudas lāzериem (diodes lāzери) ļoti maz rakstu un veikto eksperimentu, kā arī maz pielieto praksē, kaut pasaulē plaši pielieto diodes lāzera moduli kā YAG lāzera pumpēšanas sistēmu komponentes un plaši pielieto mērīšanas ierīcēs un citur tautsaimniecībā, pēdējie statistikas dati lieci par arvien plašāku diodes lāzери pielietošanu industrijā.[3]

Šajā rakstā tiek aprakstīts eksperiments, kura pamatā tiek izvirzīts mērķis noteikt ir iespējams, ar diodes lāzери zilā toņa spektrā ar viņa garumu 450nm un 5,5W jaudu, pielietot saplākšņa griešanai līdz 3,48mm biezumā.

Eksperimentam izveidots eksperimentālais stends uz esošā kompaktā mājas amatnieku Stepcraft 600/2 CNC iekārtas.

Mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi uzdevumi:

- 1) izpētīt ar doto tēmu saistītu literatūru, tehnisko dokumentāciju, patentus, standartus;
- 2) izstrādāt eksperimentālo stendu pētījumu veikšanai;
- 3) veikt eksperimentus, lai noteiktu dotā lāzera optimālos griešanas parametrus-jaudu, frekvenci, impulsa platumu, lāzera stara pārvietošanās ātrumu, gājienu skaitu, defokusēšanas attālumu u.c.

Materiāli un metodes

Lāzera diodes modulis stends

Lāzera diodes modulis sastāv no lāzera diodes galvas, kura samontētā no vairākām detaļām, lāzera diodes 450nm 5.5W, alumīnija korpuss, ventilators. Vadības bloks no pamatplates, uz kuras samontētas radio detaļas atbilstoši TTL prasībām un iebūvētas divu

kontakta ligzdas, lai pievadītu 12 V, kā arī trīs divu kontaktu ligzdas, lai izvadītu signālu skatīt parametrus (1.tabula).

1.tabula

Lāzera diodes “YZJGDKJ” moduļa tehniskie parametri

Lāzera modeļa nosaukums	YZJGDKJ
Lāzera tips	diode zilais tonis
Viļņa garums λ [nm]	450
Lāzera jauda	5.5W
Darba strāva	12V (7 – 15V)
Dzesēšana	Piespiedu gaisa padeve (ventilators)
Datu apmaiņas savienojums	TTL
Lēcas (atvere) diametrs	5mm
Lāzera stara minimālais diametrs	0.5mm

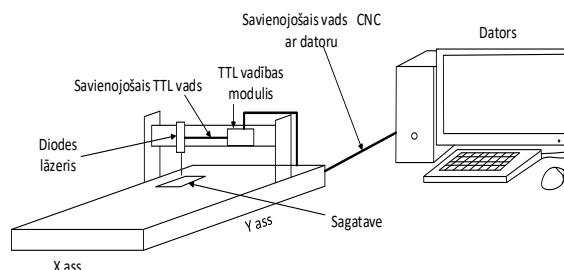
Mājamatnieku CNC iekārta STEPKRAFT-2/600 Mājamatnieku CNC (Computer numerical control, Ciparu Vadāmais Darbagalds) iekārta tiek izgatavota Vācijā, uz kura bāzes tiek veidots eksperimentālais stends parametri uzrādīti (2.tabula). [7]

2.tabula

Mājamatnieku CNC iekārta STEPKRAFT-2/600 tehniskie dati

Iekārtas nosaukums	STEPKRAFT-2/600
Stiprināšanas laukums (X, Y)	312 x 500 mm
Pārvietošanās (X, Y, Z)	420 x 600 x 140 mm
Iekārtas izmēri (X,Y,Z)	570 x 730 x 510 mm
Atkārtotas pozicionēšanas kļūda	+/- 0,04 mm
Tehniskā iekārtas izšķirtspēja	0,005 mm
Pārvietošanās ātrums	3000 mm/min
Ieejošais spriegums	100-230 V~ 1.6 A 50-60Hz
Iekārtas darba spriegums	30V ---3A
Jauda	90 W
Datu savienojums	USB/UC100

Eksperimentālā stenda izveidei apvienoti trīs elementi mājamatniecības CNC iekārta, lāzera diode un dators. Lai viss darbotos kā viens kopīgs stends, pielāgoju programmas TTL un mājamatnieku CNC vadības programmu. Stenda shematiskais izkārtojums un katra elementa apraksts redzams 1.attēlā.



1.attēls. Eksperimentālā stenda shematiskais zīmējums

Saplākšnis

Bērza saplākšņa raksturojums un tā mehānisko īpašību ietekmējošie faktori. Bērza saplākšnis ir salīmēts no 1,45 mm biezām bērza (*Betula sp.*) lobītā finiera loksnēm izmantojot fenola sveķu līmi. Šķiedru virziens blakus esošajām kārtām saplākšņa plātnē ir perpendikulārs. Attēls. 2 Finiera kārtu skaits var būt sākot ar 3 līdz pat 35 finieru kārtām. Lielāko daļu saplākšņa veido līme ar fenola formaldehīda sveķu līme. Bērza saplākšņa Rīga Ply mitrums ir robežās no 7% līdz 10% un blīvums svārstās no 650 līdz 750kgxm⁻³ gaisa temperatūrā 20° C un relatīvā mitrumā 65%. [8]



2.attēls. Saplākšņa šķiedru kārtu virzieni [5]

Saplākšnis, kas pielīmēts ar modificētu Mela mīna – karbamīda – formaldehīda sveķu bāzes līmi

Šāda līmēšana ir izturīga pret gaisa mitrumu vairāku gadu laikā. Tas ir izturīgs pret aukstu ūdeni, kā arī siltā ūdenī uz ierobežotu laiku. Tomēr tas neiztur testu verdoša ūdens. Līmēšana ir izturīga pret auksts ūdens, bet nav pretoties mikroorganismu ietekmei. Saplākšnis, kas ir piestiprināts ar šo metodi, ir paredzētas iekšējās lietojumprogrammas; tas ir piemērots turpmākai apstrādei.

Mela mīna – urīnvielas – formaldehīda sveķu bāzes līmēšana ir saskaņā ar: 1 klase saskaņā ar EN 314-1 un EN 314-2, IW 67 Tips saskaņā ar DIN 68705 1. daļu un H2 Tips (MR pirms) saskaņā ar BS 1203. Līmes stiprības indeksi katru dienu kontrolē laboratorijas ražošanas vietās. Testēšanas metodes, kontroles periodiskums un datu statistiskā apstrāde ir saskaņā ar EN 13986 noteiktajām prasībām.

Nodrošina periodiskus neatkarīgus secinājumus par stiprības atbilstības ielīmēšanu saskaņā ar BFU-100 prasībām Fraunhofer Wilhelm Klauditz Institut. Tas dod uzņēmumam tiesības atzīmēt fenola-formaldehīda saplākšni pamatojoties uz līmēšanu ar BFU-100 reģistru Vācijas tirgū. [5]

Atkarībā no izmantotās līmes veida, Krievijā saplākšni ražo šādās kategorijās: PŠŠ - saplākšnis ar paaugstinātu ūdens izturību, izmantojot fenola-formaldehīda līmes; (ФК –FK C) saplākšņa vidēja ūdens izturība, izmantojot urīnvielas-formaldehīda līmes paredzēts iekšdarbiem; (ФБА–FB fenola formaldehīda) saplākšņa vidēja ūdens izturība, izmantojot albumi no kazeīna līmes.[9]

Eksperimenta metodika

Eksperimenta veikšanai tiek izmantots 25x100x3,48mm liels paraugs no finiera saplākšņa, sagatavotas 5 sagataves uz kurām veikti taisnas 15 mm gari līnijas griezumī. Eksperimenta veikšanai izvirzīti trīs daļas, kurās tiek noskaidrots ko iespējams veikt ar mazjaudas diodes lāzeri.

Pirmajā eksperimenta daļā veicu eksperimentu ar ātruma v noteikšanu, pie kādiem ātrumiem vislabāko rezultātu iespējams iegūt, ātrumi sastāda no 0.83 līdz 5,0mm/s

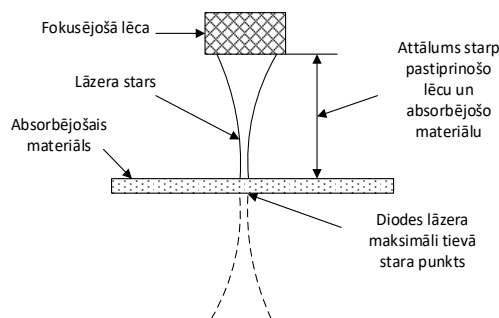
Otrajā eksperimenta daļa veicu eksperimentu ar jaudas q , W/m^2 noteikšanu, ar kādu jaudu vislabāk veikt griezumus un pie kuras jaudas vis kvalitatīvākais griezumus. Materiālu apstrādē vienādojums apraksta lāzera starojuma enerģētisko blīvumu. Pie pietiekami augsta enerģijas blīvuma lāzerus var izmantot, lai griezt lokšņu materiālus, metināt materiālus kopā, kausēt divus materiālus, veikt gravēšanas darbus utt.

$$q = \frac{P}{S} \frac{W}{cm^2}$$

q – jaudas blīvums W/cm^2 ; P – jauda, W ; S – laukums, cm^2 ; [9]

Eksperiments

Pēc vairākiem testiem uz 1,45mm bieziem un 5% mitriem paraugiem noskaidrojās maksimāli labākie divi attālumi, izveidojās divas kombinācijas, ar kurām iespējams maksimāli kvalitatīvi veikt griešanu (3.attēls).

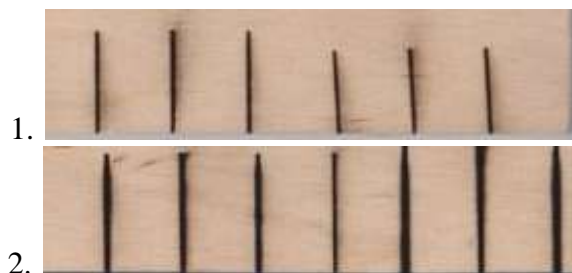


3.attēls. Attāluma noteikšana un lāzera stara kalibrēšana

Arī noteicu, ar kādu ātrumu labāk veikt griešanu izvirzot piecus ātrumus, piecos eksperimenta paraugos noskaidroju kurš ātrums labākais kvalitatīvai griešanai.

Eksperimenta veikšanai izvirzīti trīs etapi, kuros tiek noskaidrots ko iespējams veikt ar mazjaudas diodes lāzeri.

Pirmajā etapā veicu parametru meklēšanu ar dažādiem attālumiem lēcas fokusēšanas un attālumu no lēcas līdz absorbējošajam materiālam, lai noskaidrotu ar kādu attālumu vislabāk veikt griešanas testus. Pēc vairākiem testiem uz 1,45mm bieziem un 5% mitriem paraugiem noskaidrojās maksimāli labākie divi attālumi, izveidojās divas kombinācijas, ar kurām iespējams maksimāli kvalitatīvi veikt griešanu (4.attēls).



4.attēls. Divu piemērotāko paraugu fotogrāfijas

Paraugā ar numuru 1. maksimāli labāko rezultātu ieguvu, uzstādot konstanto lēcas fokusa attālumu 8mm, un attālumu no lēcas līdz absorbējošam materiālam uzrādītajam B paraugs 65mm attēlā 4., kā parādīja mikroskopa uzņemtā foto lāzera stara griezuma platums sastādīja 0,245mm attēls 6. Šis griezumam neizgriezta 100% cauri 1,45mm biezu saplākšņa slāni, tikai daļēji atstājot vietām nepārgrieztas šķiedras attēls 4., paraugs 1. Lielākā daļa paraugu, ar kuriem

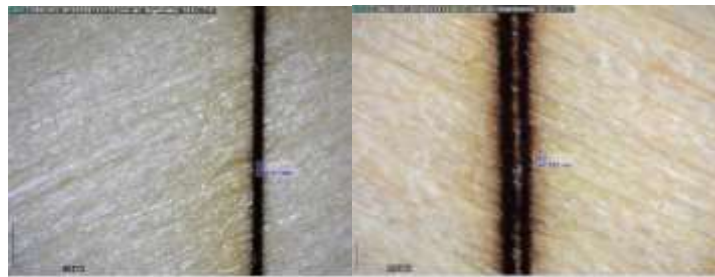
veicu eksperimentus lāzera griešanā uzrādīja līdz 1,2 mm platus griezumus un pavisam nedziļu iegriešanu parauga virsmā, tikai dažus mikronus no virskārtas.



5.attēls. Diodes lāzera griezums parauga mikroskopa fotogrāfija

Paraugam 1., attēla 4., attālums no lēcas līdz apstrādājamam materiālam 70mm, griezuma platums sastādīja 0,280mm, paraugam attālums no lēcas līdz apstrādājamajam materiālam izvēlēts 60mm, griezuma platums sastādīja 0,279mm, paraugam attālums no lēcas līdz apstrādājamajam materiālam izvēlēts 55mm, griezuma platums sastādīja 0,288mm paraugam attālums no lēcas līdz apstrādājamajam materiālam izvēlēts 50mm griezuma platums sastādīja 0,301mm 4. attēls.

Paraugā ar numuru 2. viskvalitatīvāko griezumu ieguvu ar otro attālumu kombināciju, uzstādot konstanto lēcas fokusa attālumu 7,5 mm, un attālumu no lēcas līdz apstrādājamajam materiālam 50mm, kā parādīja mikroskopa uzņemtā foto uzņēmuma lāzera stara griezuma platums sastādīja 0,179mm, bet šis griezums neizgriezta cauri 1,45mm biezu saplākšņa slāni (5.attēls).



6.attēls. Diodes lāzera griezums parauga mikroskopa fotogrāfija

Lielākā daļa paraugu, ar kuriem veicu eksperimentus lāzera griešanā uzrādīja līdz 1,2 mm platus griezumus un pavisam nedziļu iegriešanu parauga virsmā, tikai dažus mikronus no virskārtas. Otrajam paraugam lāzera griezuma parametri izveidojās apgrieztā secībā, tāpēc ka pamainījās lēcas fokusa attālums skatīt attēls 6. Attālums starp lēcu un absorbējamo virsmu palika tieši tāds pats, tagad parauga griezums sastādīja 0,302mm, parauga lāzera griezuma platums sastādīja 0,290 mm, parauga lāzera griezuma platums sastādīja 0,205 mm un parauga lāzera griezums sastādīja 0,190 mm.

Pārējie paraugu fotouzņēmumi nav iekļauti šajā aprakstā, šī daļa vairāk pirmais etaps pirms svarīgākā otrā etapa, kur tiek pētītas mazjaudas lāzera maksimālā jauda un iespējas griežot saplākšni 3.48 mm.

Otrajā etapā izvirzītais mērķis, noskaidrot ar cik reizēm iespējams caur griezt 3,48mm biezu saplākšni. Eksperimentam izvēlējies vienu no ražotāju saplākšņiem, izvēlējies krievijā ražoto saplākšni ar urīnvielas – formaldehīda līmi, paredzēts iekšdarbos, praktiski neizmanto ārā darbos. Lai būtu skaidrāks eksperimenta rezultāts jo katram ražotājam atšķiras pielietojamie izejmateriāli, kā arī izgatavošanas tehnoloģija (lobīšanas iekārta, līmēšanas prese siltā vai aukstā, līmēšanas tehnoloģijas precīza ievērošana).

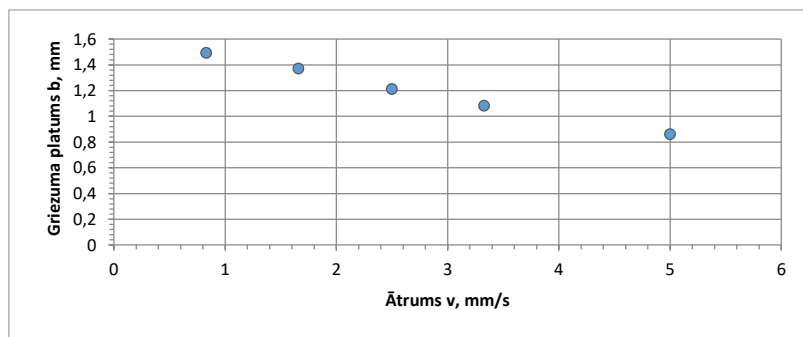
Griežot ar diodes lāzeri pie konstantās jaudas 3 vati mainot ātrumu un griežumu skaitu tika iegūti vairāki parametri, kuri ierakstīti tabulā 4., piemēram pie ātruma 0,83mm/s pēc 5 gājieniem caurgrieza saplākšni attēls 7. Mīnus tādai darbībai, izveidojas pastiprināta koknes apogļošanās, līdz ar to griezuma platums vidēji paplašinās līdz 1,45mm.

3.tabula

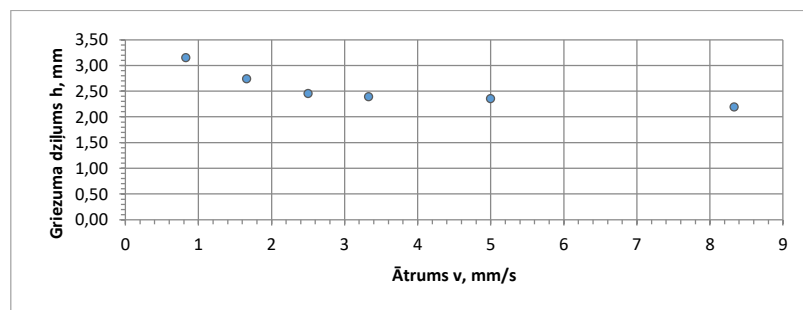
Saplākšņa griezuma platums un dziļums pie noteiktiem ātrumiem

Ātrums v, mm/s	Griezuma dziļums h, mm	Griezuma platums b, mm
0,83	3,48	1,45
1,67	2,74	1,37
2,50	2,45	1,21
3,33	2,39	1,08
4,17	2,35	0,86
5,00	2,19	0,63

Diodes lāzera pastāvīga impulsa iedarbības rezultātā notiek nepārtraukta materiāla apstrāde, lai samazinātu koknes degšanu, jāpiemeklē ātrums ar kuru vislabāk veikt lāzera griešanas procesu skatīties tabulā 4, kā arī grafikos 1 un 2. Pie lielāka ātruma 5 mm/s samazinās griezuma platums toties iespējamais griezuma dziļums arī samazinās, līdz ar to jāveic atkārtota griešana, ar programmas palīdzību iestādām CNC darbagaldu diodes lāzeri veic atkārtotu gājieni pāri tai pašai vietai.. Ņemot šos datus, tabulā 4. jaudas blīvums rāda, ka grafikā 1. Līkne virzās uz augšu samazonoties pārvietošanās ātrumam un grafikā 2. griezuma platuma līknes parāda, ka lāzera stara iedarbība uz vienu vietu padziļina griezumu.



Grafiks. 1. Lāzera diodes griema platums saplākšnī



Grafiks. 2. Lāzera diodes griema dziļums saplākšnī



7.attēls. Krievijas saplākšņa palielinātie griezumi

Jaudas blīvuma q ietekme uz koksnes virsmas labi atspoguļojas grafikos 3 un 4., kas tiek izteikta kā lāzera stara iedarbības ilgums vienā vietā. Lāzera stars pārvietojas pa noteiktu trajektoriju un ar noteiktu ātrumu, mazajudas diodes lāzeri darbojas nepārtrauktā režīmā, līdz ar to lāzera jaudas blīvuma iedarbība uz 1 mm^2 nepārtrauktā iedarbība intensīvāka. Jaudas blīvuma eksperimenta laikā pielietota konstants ātrums 0.83 mm/s , jauda mainījās no 1-5, W (jaudas blīvums q mainījās no $3,5 - 21,20 \text{ W/m}^2$) tabulas 5,6.

4.tabula

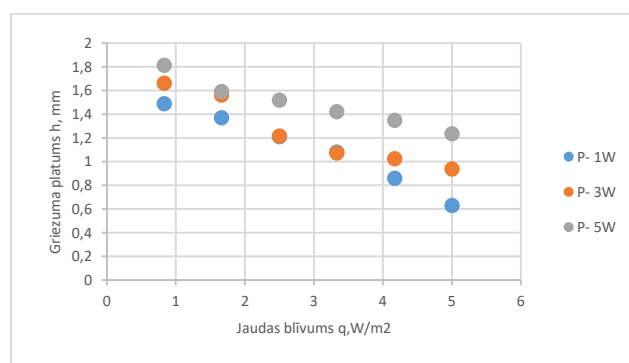
Jaudas blīvuma W/m^2 platums pie noteiktiem ātrumiem

v,mm/s	0,83	1,66	2,5	3,33	4,17	5,00
P- 1W	1,49	1,37	1,21	1,08	0,86	0,63
P- 3W	1,662	1,562	1,215	1,073	1,024	0,936
P- 5W	1,812	1,592	1,518	1,421	1,347	1,234

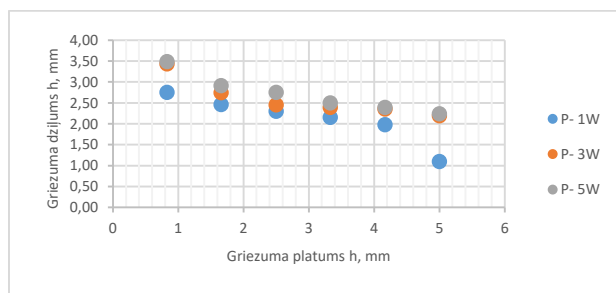
5.tabula

Jaudas blīvuma W/m^2 platums pie noteiktiem ātrumiem

v,mm/s	0,83	1,66	2,5	3,33	4,17	5,00
P- 1W	2,75	2,46	2,30	2,15	1,98	1,10
P- 3W	3,43	2,74	2,45	2,39	2,35	2,19
P- 5W	3,48	2,91	2,75	2,50	2,39	2,24



Grafiks. 3. Lāzera diodes griezuma dziļums saplākšnī jaudas ietekmes rezultāta



Grafiks. 4. Lāzera diodes griezuma dziļums saplāksnī jaudas ietekmes rezultāta

Saplākšņa strukturālā uzbūve arī nosaka griezuma kvalitāti līdz un lāzera stara iedarbības īpašības, kā arī spēju caur griezt atšķirīgus materiālus koksni un līmi. Līmes slānis sastāda aptuveni $0.5 \mu\text{m}$, kā arī daļa līmes iesūcas koksnes virskārtā un koksnes struktūras uzbūve nosaka cik dziļi lāzera stars caur griezīs materiālu. Līdz ar to mazjaudas diodes lāzera jaudas blīvums nav tik spēcīgs lai caur griezt ar vienu piegājienu $3,48\text{mm}$ biezu saplāksni. Grafikos 3 un 4 redzams tikai visu datu apkopotais rezultāts, piemēram pie jaudas blīvuma $21.20 \mu\text{m}^2$ un pie robežas $1,45 \text{mm}$ veikti 5 griezumi lai izgriezt vienu figūru.

Kopsavilkums

Pamatojoties uz teorētiskajiem prognozes un eksperimentālajiem datiem rezultātiem tiek secināts, ka griešana ar mazu jaudu diožu lāzeri iespējams grīst koksnes materiālus.

Eksperimenta laikā noskaidrojās vairāki aspekti, kurus jāņem vērā izvēloties mazjaudas diodes lāzeri, lai pielietot materiālu griešanai. Ar 3 līdz 5 W juadīgiem lāzeriem nav iespējams ar vienu gājienu caurgriezt līdz 4mm biezu koksnes materiālu, kā arī saplāksni it īpaši Latvijas finiera saplāksni ar formoldehīda līmi salīmēto. Daudz arī atkarīgs kādu fokusēšanas lēcu pielieto lāzera diodes fokusēšanai un kādu jaudu izdod elektro vadības bloks (TTL signāla vadības modulis). Noskaidrojās arī vairāki citi aspekti, piemēram koksnes mitruma daudzums, paugstinoties mitrumam materiālā, samazinās lāzera griešana efektivitāte.

Tomēr mazjaudas lāzers labi der plānu materiālu griešanai, protams dažādu metālu materiālus nav iespējams griezt, bet nažfinieri iespējams diezgan veiksmīgi griezt un veidot marketri mozaiku un dažādus dizaina elementus no koksnes materiāla. Kvalitatīvai koksnes materiālu griešanai maksimālais biezums būs vislabākais biezums 2mm , šādu biezumu maksimāli kvalitatīvi iespējams ar tadas jaudas diodes lāzeri griezt.

Bibliogrāfija

1. <https://firstlaser.de/holz-lasern.html>
2. https://www.sculpteo.com/media/ebook/Sculpteo_ultimate_guide_laser_cutting.pdf
3. <https://www.lasertoday.com/2018/01/2017-laser-market-review/>
4. Bercke Ricketti Diode Laser Characteristics Heriot Watt University, School of Engineering and Physical Sciences, Edinburgh, UK, EH14 4AS bvr1@hw.ac.uk
5. https://www.researchgate.net/publication/273694203_Diode_Laser_Characteristics
6. G. Costa Rodrigues*, M. Cuypers, E. Fallahi Sichani, K. Kellens, J.R. Duflou Laser cutting with direct diode laser. Lasers in Manufacturing Conference 2013 G. Costa Rodrigues et al. / Physics Procedia 41 (2013) 558 – 565
7. https://www.researchgate.net/publication/270999605_Laser_Cutting_with_Direct_Diode_Laser
8. Bercke Ricketti Diode Laser Characteristics Heriot Watt University, School of Engineering and Physical Sciences, Edinburgh, UK, EH14 4AS bvr1@hw.ac.uk
9. https://www.researchgate.net/publication/273694203_Diode_Laser_Characteristics
10. <https://stepcraft.us/wp-content/uploads/2015/08/EN-Operating-Instructions-SC2-v2.pdf>
11. Jānis Ciems PLYWOOD HANDBOOK., Latvijas Finieris 2017 Latvia lpp., 14
12. http://studbooks.net/588524/tovarovedenie/tehnologiya_proizvodstva_fanery
13. Halliday, Resnick, and Walker, Fundamentals of physics: extended (Wiley, 2005).

ECOLOGICAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF LINEAR PROGRAMMING

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Anastasia FEDOROVA, Victoria FAHRETDINOVA

Pskov State University
Pskov, Russia, 180760, Lenin Square, 2
Phone: +79532414737

E-mail: nastushkafedorova@mail.ru, fvamak@mail.ru

Abstract. *The article presents the results of teaching the topic "Substantial models of linear programming" for the 3rd year students from the faculty of physics and mathematics of Pskov State University. Given topic contributes to a better understanding of the content of the problem of linear programming and demonstrates applied mathematics resources. The article analyzes the tasks, causing the greatest difficulty for students studying linear programming, and conclusions are made.*

Keywords: *dual task of linear programming, economic interpretation of duality, linear programming.*

Introduction

Human relationship with nature can be seen at all stages of its development. During the transition from traditional to industrial and, afterwards, to a postindustrial society, the problem of environmental pollution becomes more urgent. There are many types of pollutions that have different origins, and the impact on the world around us, all of them are distributed in the air, water and soil. Human activities acquire such proportions that basic principles of ecological balance are violated. Desertification, depletion of fresh water resource, sand ozone layer, the reduction in forest area, sand impoverishment of the gene pool – all of this is the result of human activities.

The principles of minimizing production waste constitutes a single concept, aimed at protection of the environment, improvement of the environmental situation in the region and sanitary conditions for the personnel maintaining the production. The mathematical model of such a problem is an optimization model, and, in particular, the task of linear programming.

Let's consider one task about the environment.

The task: An optimal plan needs to be developed for cutting standard steel sheets, providing the output of the planned number of pieces of different types at the minimum total waste, if it is known that three kinds of different work pieces must be cut out of the batch of sheet steel. A steel sheet of standard sizes can be cut in three ways. A map of the layout corresponds to every possible way of cutting. Output in pieces of various types is known from the layout map, and waste area when cutting a steel sheet for each of the methods of cutting. The data is given in the table below.

Table 1.

These task

Types of pieces	Output of pieces of different types from layout maps (units)			Planned amount for the amount of units
	1	2	3	
1	1	4	0	240
2	1	0	4	200
3	1	1	0	120
Area of waste (m ²)	1,4	0,1	2,1	

What number of steel sheets needs to be cut in one way or another to minimize the waste?

Solution:

Let's compose the mathematical model of the task. The limits in the task are set by the amount of different types according to the production plan. The efficiency function leads to finding the minimum waste while cutting.

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 \geq 240 \\ x_1 + 4x_3 \geq 200 \\ x_1 + x_2 \geq 120 \\ x_{1,2,3} \geq 0 \end{cases} \quad (1.1)$$

where x_i ($i = 1, 2, 3$) - the amount of the initial material (steel sheets), which are necessary to be cut in any of three ways correspondingly.

$$f = 1,4x_1 + 0,1x_2 + 0,1x_3 \rightarrow \min \quad (1.2)$$

Let's compose a task dual to the given and solve it with a simplex method.

$$\begin{cases} y_1 + y_2 + y_3 \leq 1,4 \\ 4y_1 + y_3 \leq 0,1 \\ 4y_2 \leq 0,1 \\ y_{1,2,3} \geq 0 \end{cases} \quad (1.3)$$

where y_i ($i = 1, 2, 3$) - dual variables.

$$g = 240 y_1 + 200 y_2 + 120 y_3 \rightarrow \max \quad (1.4)$$

$$\begin{cases} y_1 + y_2 + y_3 + y_4 = 1,4 \\ 4y_1 + y_3 + y_5 = 0,1 \\ 4y_2 + y_6 = 0,1 \\ y_{1,2,3,4,5,6} \geq 0 \end{cases} \quad (1.5)$$

Table 2.

Solution of a task by a simplex method

Base	Absolute terms	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	Assessment
y ₄	1,4	1	1	1	1	0	0	1,4/4=1,4
y ₅	0,1	4	0	1	0	1	0	0,1/4=0,025
y ₆	0,1	0	4	0	0	0	1	
g	0	240	200	120	0	0	0	
y ₄	1,375	0	1	3/4	1	-1/4	0	1,375/1=1,375
y ₁	0,025	1	0	1/4	0	1/4	0	
y ₆	0,1	0	4	0	0	0	1	0,1/4=0,025
g	-6	0	200	60	0	-60	0	
y ₄	1,35	0	0	3/4	1	-1/4	-1/4	1,35/0,75=1,8
y ₁	0,025	1	0	1/4	0	1/4	0	0,025/0,25=0,1
y ₂	0,025	0	1	0	0	0	1/4	
g	-11	0	0	60	0	-60	-50	
y ₄	1,275	-3	0	0	1	-1	-1/4	
y ₃	0,1	4	0	1	0	1	0	
y ₂	0,025	0	1	0	0	0	1/4	
g	-17	-240	0	0	0	-120	-50	

As while solving a direct task, we are also revising the dual one, let's use a table and write an answer to the original task: $x^*(0;120;50)$. Let's calculate the value of the efficiency function with optimal plan x^* .

$$f = 1,4 \cdot 0 + 0,1 \cdot 120 + 0,1 \cdot 50 = 12 + 5 = 17.$$

Answer: the first way of cutting should not be used; using the second way of cutting you should cut 120 sheets and the third one – 50 sheets. Minimal waste – 17 units.

Materials and methods

An all-purpose method for solving linear programming problems is the simplex method. However, for a deeper understanding and identifying links between parameters of a problem, it is not enough to solve a problem only with the simplex method. You often need to understand how changes of individual parameters of the problem may result in the solution, etc. That is why the concept of "economic interpretation of duality" plays an important role in the identification of such relationships.

I have developed abstracts and held classes on the topics of "dual linear programming problems" and "economic interpretation of duality." [1] In the classroom, the third year students of physics and mathematics (profile Applied Informatics) got acquainted with basic definitions, the rule of formation of a dual pair, duality theorems and properties of dual assessments. All theoretical aspects were given with the examples and solutions for various types of tasks.

In the final lesson, the students were asked to write the test.

Test consisted of two tasks. The students had to create a task, dual to the given task in the first task.

Example of task 1:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_3 - 12x_4 + 7x_5 \geq 13 \\ x_2 + 7x_3 + 5x_4 + 6x_5 = 7 \\ x_1 + 4x_4 - 7x_5 \leq 9 \\ x_{1,2,4} \geq 0 \\ x_{3,5} - \forall \end{cases} \quad (2.1)$$

$$f = x_1 + 2x_2 + 8x_3 - 15x_4 + x_5 \rightarrow \min \quad (2.2)$$

Answer:

$$\begin{cases} y_1 - y_3 \leq 1 \\ y_2 \leq 2 \\ 2y_1 + 7y_2 = 8 \\ -12y_1 + 5y_2 - 4y_3 \leq -15 \\ 7y_1 + 6y_2 + 7y_3 = 1 \\ y_{1,3} \geq 0, y_2 - \forall \end{cases} \quad (2.3)$$

$$g = 13y_1 + 7y_2 - 9y_3 \rightarrow \max \quad (2.4)$$

In the second task they were offered to make a mathematical model, and find a solution to the dual task with a simplex method, solve the given problem of linear programming and economically interpret it.

Example of task 2:

Table 3.

These task

Resource	The rate of raw materials cost per unit of output			The amount of resources
	A	B	C	
1	2	1	1	26
2	7	1	2	84
3	1	8	1	78
Price for the unit of production	15	11	16	

Results and discussions

The first task was completed by 75% of students, 25% of works were not credited. There were the following mistakes: while composing the dual task student didn't take into account, that there should be a specific relationship between the sign of the inequalities in constraints and the striving of the efficiency function to maximum or minimum. Besides, 86% of students forgot the fact that each inequality in the set of constraints in a direct task has a corresponding variable y_i , without constraints to the sign in the dual task, and vice versa, and constraints for the inequalities in the dual task correspond to the negative variables x_k in the direct task.[2]

While solving the task students experienced some difficulties while composing economic-mathematical model of the task and analyzing sensitivity of the task.

Besides the test students were offered to participate in the anonymous survey.

Based on the survey we can make the following conclusions: 76% of students had difficulties while solving the problems of linear programming. As a rule, difficulties were connected with the understanding the text of the task, designing the mathematical model (translation of the task to the mathematical language) and with the task itself.

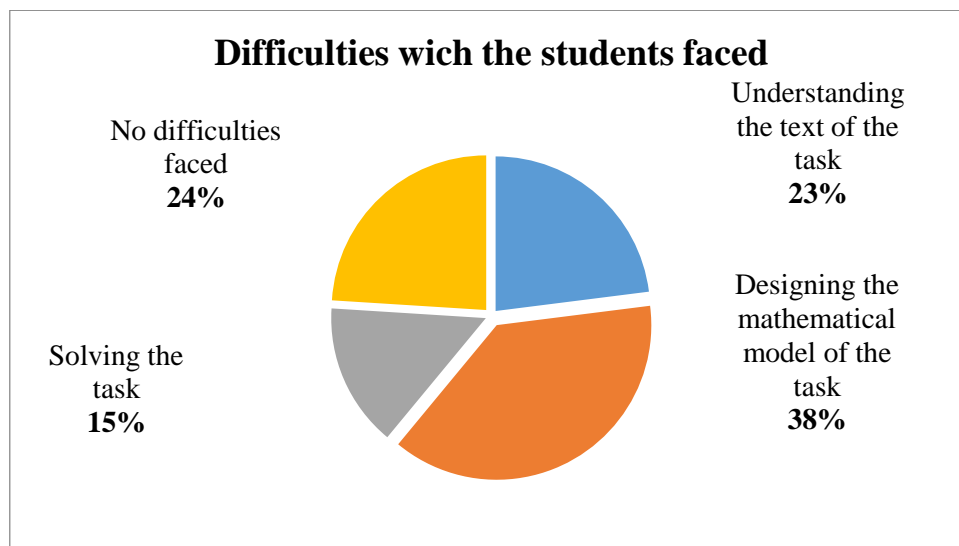


Fig. 1. Chart of results

There was a question in the survey as well: do these types of tasks help to apply obtained mathematical knowledge in the real life?

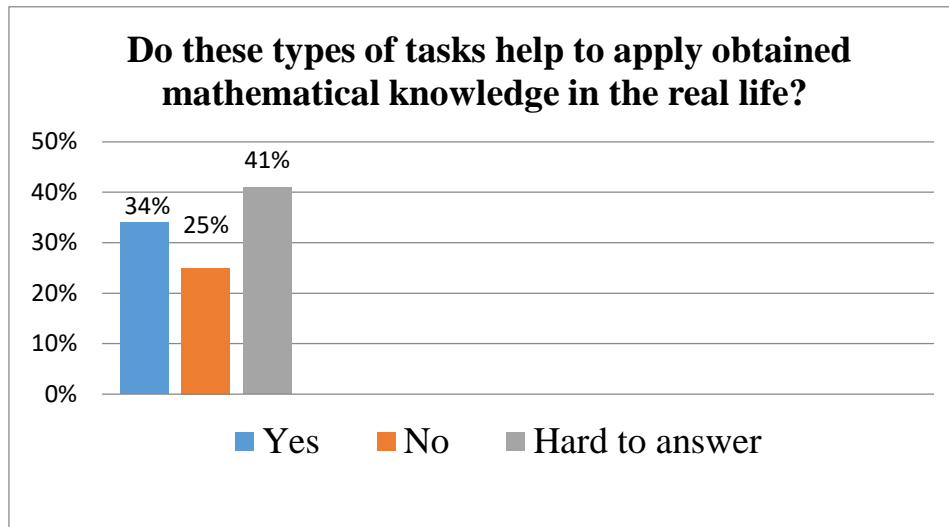


Fig. 2. Chart of results

Conclusions

I believe, that studies designed by me helped students to understand deeper linear programming problems, showed the applied mathematical resources while solving the tasks, explained the relationship between two dual tasks and helped in better understanding of interpretation of duality.

References

1. Fedorova A.D. Value of the subject "Economic interpretation of duality" when studying problems of linear programming // Actual directions of scientific researches of the 21st century: theory and practice. – 2015. - № 9 part 1 (20-1). - Page 409-413.
2. Berezhnaya E.V., Berezhnoy V. I. Mathematical methods of modeling of economic systems: Manual. – M.: Finance and statistics, 2001. – Page 238.

AS „OLAINFARM” NOTEKŪDEŅU IETEKME UZ VIDI JSC OLAINFARM EFFECTS OF WASTEWATER ON THE ENVIRONMENT

Autore: **Anastasija JAUNTIRANE**, e-pasts: butakova@inbox.lv, telefons: 26036588

Zinātniskais darba vadītājs: Mg.chem., **Ērika Teirumnieka**, e-pasts:

Erika.Teirumnieka@rta.lv, telefons: 26443015

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *Industrial wastewater differs from domestic wastewater or municipal wastewater that, is produced by industries as an undesirable by-product. Wastewater Treatment Plants belongs to chemical-pharmaceutical factory JSC Olainfarm is located in the Olaine, 1km from the inhabitable area of the town. The purified water is drained into the small river Pupla, because of this is necessary good quality control and conformity Cabinet of Ministers Regulation. Wastewater treatment should environmental compliance.*

Keywords: *Monitoring, Limit, Environmental pollution, Industrial wastewater.*

Ievads

Noteikumi paredz, ka par notekūdeņiem uzskatāmi sadzīves notekūdeņi, komunālie notekūdeņi, ražošanas notekūdeņi, kā arī lietūs notekūdeņi.[1]

Jebkuri notekūdeņi atšķiras no dabā esošajiem, cilvēku darbības rezultātā nepiesārņotiem, ūdeņiem. Neattīrītu notekūdeņu nokļūšana atklātos ūdeņos vai gruntī nodara lielu kaitējumu dabai un cilvēka veselībai. Prasības notekūdeņu apsaimniekošanai un to attīrīšanas kvalitātei ir noteiktas LR likumdošanā un MK noteikumu normatīvajos aktos. Neattīrītu notekūdeņu nokļūšanu vidē nosaka ne tikai notekūdeņu attīrīšanas iekārtu esamība un to darbības kvalitāte, bet arī visu kanalizācijas tīklu un sūkņu staciju fiziskais stāvoklis. Kaitējums videi, kāds varētu rasties no neattīrītu notekūdeņu nonākšanas vidē ir atkarīgs no:

- notekūdeņu apjoma;
- piesārņojošo vielu sastāva un koncentrācijas;
- vietas un vides, kur notekūdeņi tiek novadīti, vai izplūduši vidē. [2]

Piesārņojuma daudzums ražošanās notekūdeņos ir atkarīgs no ražojamās produkcijas veida un tehnoloģijas. Ražošanas notekūdeņu piesārņojums var būt ar lielām svārstībām un izteikti lielām atsevišķu elementu maksimālām koncentrācijām. Notekūdeņu sastāva prognozēšanai un noteikšanai jāanalizē ražošanas tehnoloģija un pirms notekūdeņu attīrīšanas metodes izvēles un attīrīšanas ietaišu izbūvēšanas jāveic laboratorijas izmēģinājumi. Esošajos objektos jāreķinās ar notekūdeņu sastāva izmaiņām, ja mainīsies ražojamās produkcijas veids vai tehnoloģija. Ja notekūdeņos ir indīgās vielas, kuras nedrīkst ieplūdināt kanalizācijas tīklā, uzņēmumam šie notekūdeņi ir jāsavāc ražotnes vietā un jāved uz šķidro atkritumu izgāztuvēm.[3]

AS „Olainfarm” pieder bioloģiskās notekūdeņu attīrīšanas iekārtas (NAI) projektētas un uzceltas 70. gadu pirmajā pusē ar jaudu 22000 m³diennaktī un bija paredzētas visu Olaines pilsētas komunālo notekūdeņu attīrīšanai. Notekūdeņi pa spiedvadiem tiek padoti vispirms uz mehānisko attīrīšanu. NAI mehāniskā attīrīšanas iekārtas sastāv no smilšu uztvērējiem un restēm, kuras regulāri jātīra manuāli. Pēc mehāniskās attīrīšanas notekūdeņi pašplūsmā nonāk 3 sekciju savācējvertnē jeb izlīdzinātājā (tilpums -15720 m³), kas nodrošina pietiekamu notekūdeņu sajaukšanos un koncentrāciju izlīdzināšanos. Izlīdzinātājs tiek nepārtraukti aerēts. Izlīdzinātājs ir izmantojams arī notekūdeņu uzkrāšanai ārkārtas vai avārijas gadījumos, ja NAI ieplūdē konstatētu piesārņojošu vielu pārsniegumus. Notekūdeņu bioloģiskā attīrīšana notiek secīgos divpakāpju aerotenkošos, kas darbojas autonomi: pirmajā pakāpē ir 3, bet otrajā –5 trīskanālu aerotenkoši. Aerotenkošos notiek notekūdeņu sajaukšanās ar cirkulācijas dūņām. Katrai pakāpei ir savi radiālie nostādinātāji, dūņu sūkņi un lieko dūņu koncentratori. Pirms izplūdes ūdenstilpnē notekūdeņi plūst cauri kontaktrezervuāriem, no

kuriem tos var novadīt arī otrreizējai attīrīšanai. Notekūdeņi pēc attīrīšanas tiek novadīti meliorācijas grāvī (upītē Pulpa), kura pēc 2 km ieplūst Misā. Liekās dūņas no dūņu koncentratoriem tiek novadītas uz drenētiem betona dūņu laukiem, no kuriem drenāžas ūdeņi caur sūkņu aku tiek atgriezti notekūdeņu attīrīšanas procesā. NAI dūņu lauki sastāv no 6 kartēm, ar katras kartes ietilpību $48\text{m} \times 12\text{m} \times 1\text{m} = 576 \text{ m}^3$. Kopējā dūņu lauku ietilpība 3456 m^3 . Attīrīšanas procesa sākumā un attīrīto notekūdeņu izplūdē uzstādīti automātiskie paraugu noņēmēji.[5] Notekūdeņu attīrīšanas iekārtas atrodas aptuveni 2 km no rūpnīcas. NAI teritorija atrodas pie Puplas upes ar izplūdi tajā. Pārējo NAI teritoriju ieskaujmežs. Puplas upes otrā krastā ~ 200 m augšpus atrodas jaunuzceltās Olaines pilsētas bioloģiskās attīrīšanas iekārtas, kuru notekūdeņu izplūde ir turpat.

Materiāli un metodes

Notekūdeņu izplūdē un ieplūdē tiek noteiktas šādu piesārņojošo vielu koncentrācijas:

- 2 reizes gadā pirms attīrīšanas: suspendētās vielas, KSP , BSP^5 , Pkop. , Nkop. ;
- 1 reizi gadā pirms attīrīšanas: Cd, Cr, Ni, hloroforms, fenolu indekss, benzols, monocikliskie aromātiskie ogļūdeņraži (toluols, etilbenzols, ksiloli), kopējais brīvais hlors;
- 1 reizi mēnesī izplūdē: suspendētās vielas, KSP , BSP^5 , Pkop. , Nkop. ;
- 1 reizi ceturksnī izplūdē: Cd, Cr, Ni, hloroforms, fenolu indekss, benzols, monocikliskie aromātiskie ogļūdeņraži (toluols, etilbenzols, ksiloli), kopējais brīvais hlors.

Paraugu ņemšanu un to laboratorisko kontroli veic akreditētā laboratorijā, kas akreditēta valsts sabiedrības ar ierobežotu atbildību „Standartizācijas, akreditācijas un metroloģijas centrs” Nacionālajā akreditācijas birojā atbilstoši standartam LVS EN ISO/IEC 17025:2005 „Testēšanas un kalibrēšanas laboratoriju kompetences vispārīgās prasības”.

NAI izplūdes notekūdeņu paraugi tiek ņemti $1 \times$ mēnesī no automātiskajiem paraugu noņēmējiem. SIA „Vides audits” un AS „Olainfarm” KVD SEL un ūdens kontroles hidroķīmiskā laboratorija (ŪKL).

Rezultāti un to izvērtējums

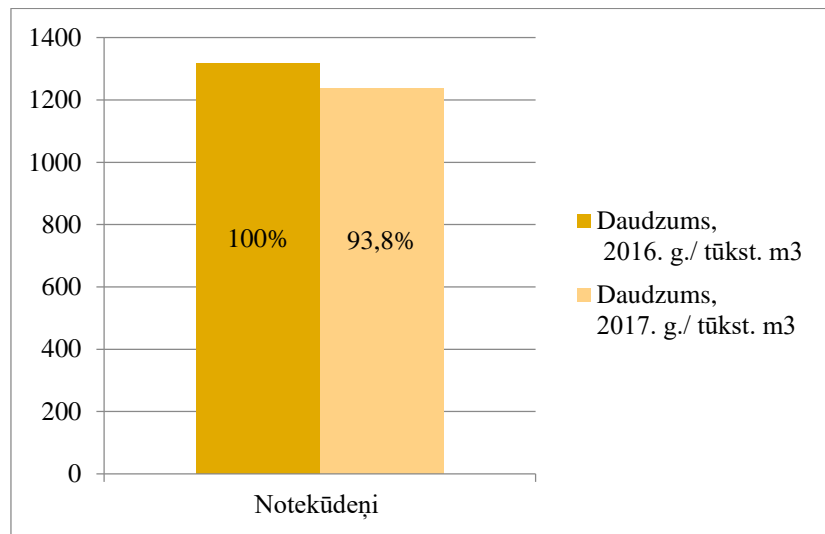
Notekūdeņi izplūdē pēc bioloģiskām attīrīšanas iekārtām nedrīkst pārsniegt piesārņojošo vielu koncentrācijas un limitus, kas noteiktas 1. tabulā.

1.tabula

Piesārņojošās vielas notekūdeņos

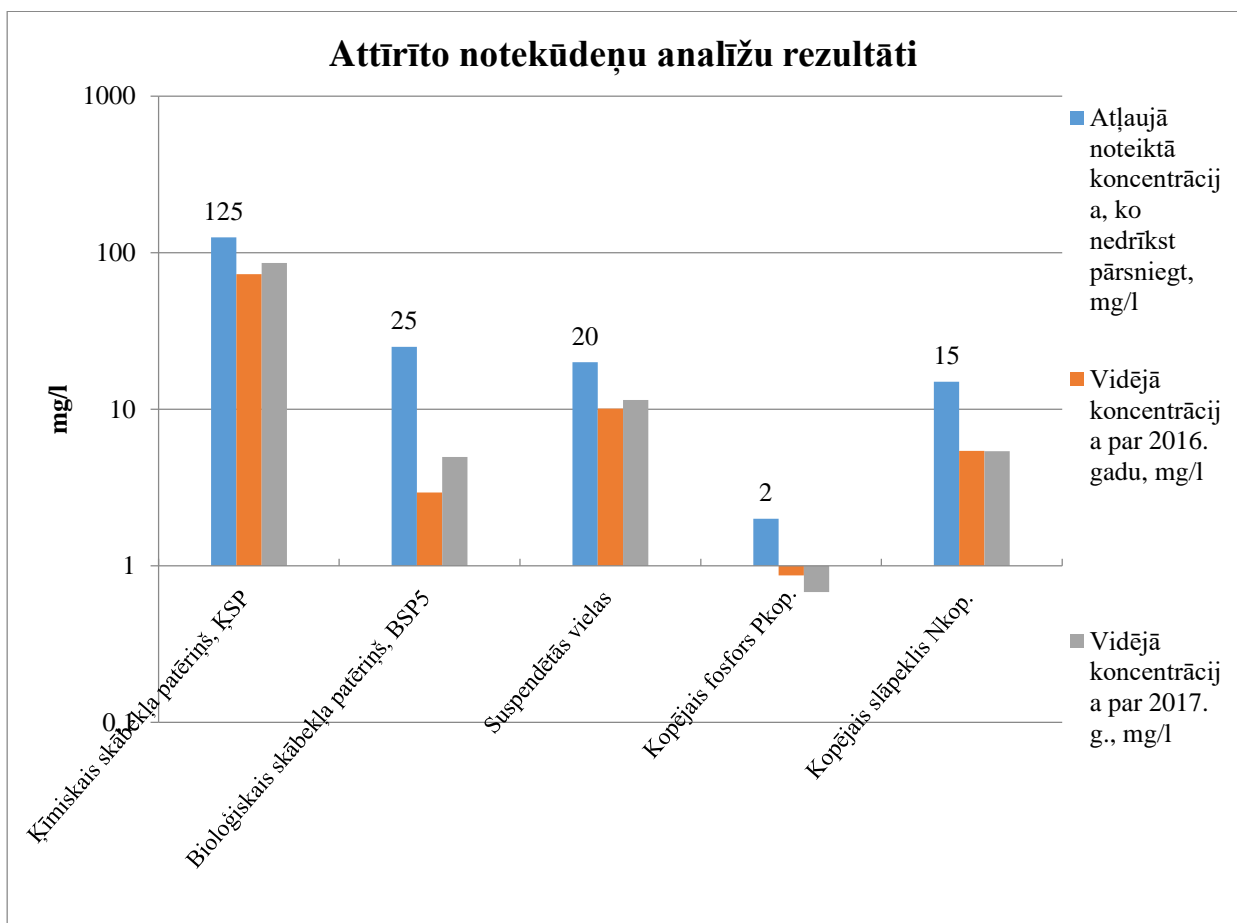
Piesārņojošā viela, parametrs, kods	Atļaujā noteiktā koncentrācija, ko nedrīkst pārsniegt, mg/l
Ķīmiskais skābekļa patēriņš, KSP 230004	125
Bioloģiskais skābekļa patēriņš, BSP_5 230 003	25
Suspendētās vielas 230026	20
Kopējais fosfors $\text{P}_{\text{kop.}}$ 230016	2
Kopējais slāpeklis $\text{N}_{\text{kop.}}$ 230015	15
Hloroforms 230017	0,0025
Kopējais brīvais hlors	0,005
Monocikliskie aromātiskie ogļūdeņraži (toluols, etilbenzols, ksiloli)	0,01
Fenolu indekss 230022	0,005
Kopējais hroma daudzums, Cr 230019	0,011
Niķelis, Ni 230019	0,02
Kadmijs, Cd 230019*	0,0015

Viens no notekūdeņu ietekmes intensitātes rādītājiem ir arī to kopējais apjoms.

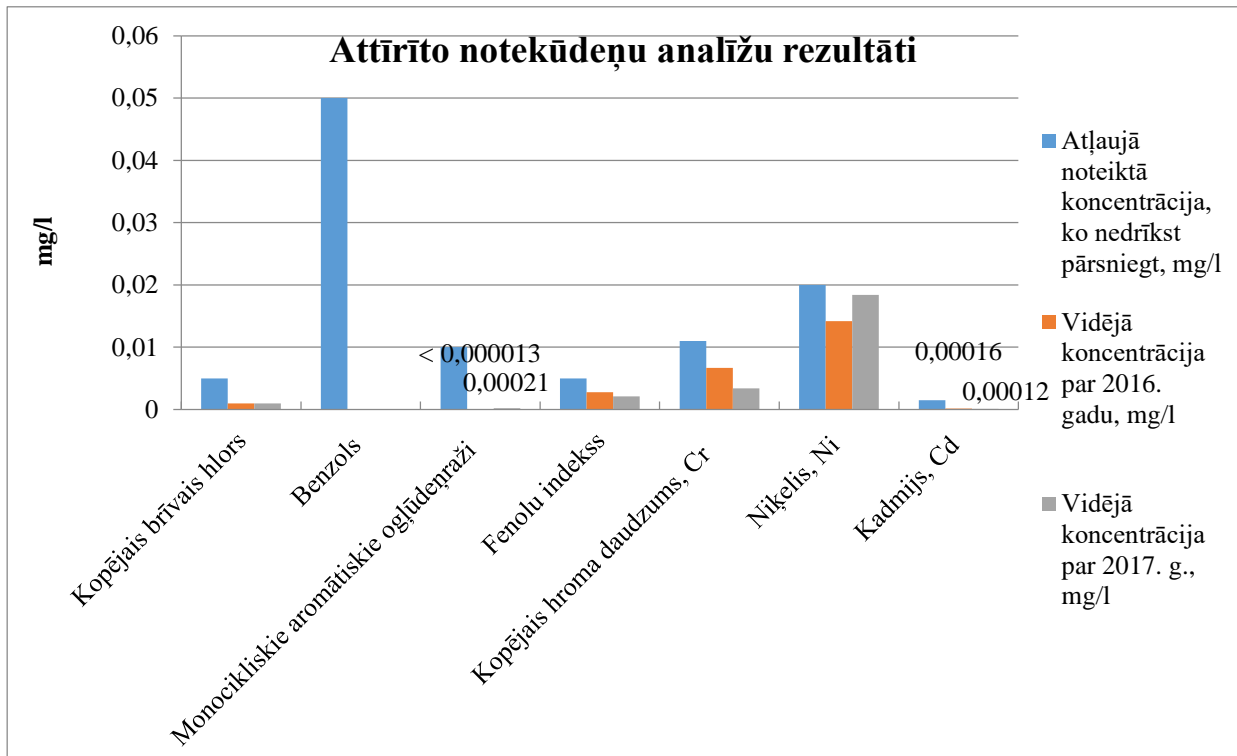


1.attēls. Notekūdeņu daudzuma salīdzinājums 2016.gada ar 2017.gadu

1.attēlā redzams ka samazinājums ir par 6,2 %, kas nozīmē, ka notekūdeņu daudzumā 2017. gadā salīdzinājumā ar 2016. gadu būtisku izmaiņu nav. Pienākošo notekūdeņu daudzumu nosaka ar sertificētiem skaitītājiem.



2. attēls. Attīrīto notekūdeņu analīžu rezultātu izvērtējums par 2016.gadu un 2017. gadu

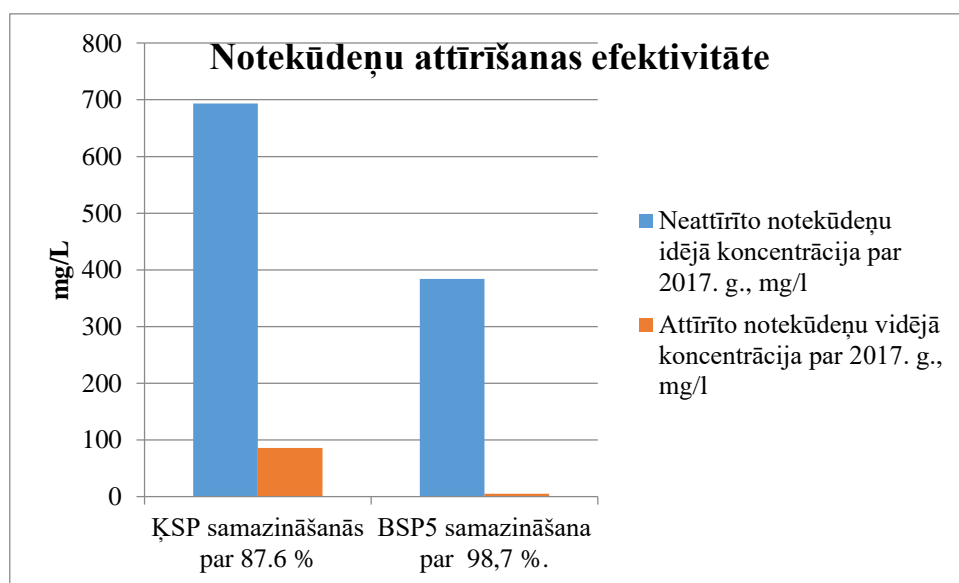


3. attēls. Attīrīto notekūdeņu analīžu rezultātu izvērtējums par 2016.gadu un 2017. gadu

Pēc 2.un 3.attēla redzams, ka attīrīto notekūdeņu kontrolējamie parametri atbilst A atļaujā noteiktai koncentrācijai.

Ieplūdē notekūdeņu koncentrācijas noteiktas 2 - 3 reizes gadā (saskaņā ar A kategorijas atļaujas nosacījumiem – 1 - 2 reizes gadā). Tā kā uzņēmumā ir cikliska ķīmiskā ražošana ar mainīgu produkciju, notekūdeņu koncentrācijas ieplūdē ir svārstīgas. Nelielais paraugu skaits nedod reprezentatīvus rezultātus, lai varētu salīdzināt ieplūstošo notekūdeņu koncentrācijas pa gadiem.

Notekūdeņu attīrīšanas iekārtu efektivitāte ir ļoti svarīga, jo ja vidē nokļūst neattīrīti notekūdeņi, tas būtiski kaitē apkārtējās vides florai un faunai.



4. attēls. Notekūdeņu attīrīšana

4.attēlā redzams, ka notekūdeņu attīrīšanas iekārtās bioloģiskajā attīrīšanā 2017.gadā panākta kopējā ĶSP samazināšanās par 87.6 %, bet BSP5 samazināšana – par 98,7 %.

5.attēlā redzama upīte “Pupla” kurā no NAI izplūd attīrītie notekūdeņi. Tiek veikts Puplas upes monitorings augšpus un lejpus notekūdeņu izplūdes vietas.

Testēšanas pārskati 2.tabulā apliecina, ka notekūdeņu izplūde nepasliktina Puplas upes pieņemošo ūdeņu kvalitāti.



5.attēls. Upīte “Pupla”

2.tabula

Puplas upes testēšanas rezultāti

Paraugs	Parametrs	Mērvienība	Rezultāts	Atļaujā noteiktā koncentrācija, ko nedrīkst pārsniegt, mg/l
Puplas upes ūdens augšpus (~150m) NAI izplūdes	Ķīmiskais skābekļa patēriņš	mg/L	96,4	125
	Bioloģiskais skābekļa patēriņš	mg/L	5,45	25
	Kopējais slāpekļis	mg/L	6,40	15
	Kopējais fosfors	mg/L	0,24	2
Puplas upes ūdens lejpus (~150m) NAI izplūdes	Ķīmiskais skābekļa patēriņš	mg/L	91,6	125
	Bioloģiskais skābekļa patēriņš	mg/L	5,35	25
	Kopējais slāpekļis	mg/L	1,40	15
	Kopējais fosfors	mg/L	0,31	2

3.tabula

Organoleptiskie rādītāji: smarža, duļķainība, krāsa, garša

Ūdens paraugs	Smarža	Krāsa	Garša	Duļķainība
Puplas upes ūdens augšpus (~150m) NAI izplūdes	Maz izteikta	Dzeltēna	Nav	Caurspīdīga
Puplas upes ūdens lejpus (~150m) NAI izplūdes	Maz izteikta	Dzeltēna	Nav	Caurspīdīga

Secinājumi

1. Iepazīstoties ar attīrīto notekūdeņu kontrolējamiem parametriem, var secināt, ka AS „Olainfarm” bioloģiskās attīrīšanas iekārtās ir spējīgas būt draudzīgas videi un spēj pildīt visus normatīvos minētos nosacījumus.
2. Pēc laboratorijā veiktajām analizēm netika konstatētas piesārņojošo vielu koncentrācijas, kas pārsniegtu A atļaujā noteiktu koncentrāciju.
3. Nodrošināta notekūdeņu novadīšanu un attīrīšanu atbilstoši 22.01.2002. MK noteikumiem Nr.34 „Noteikumi par piesārņojošo vielu emisiju ūdenī”.
4. Notekūdeņu attīrīšanas iekārtās bioloģiskajā attīrīšanā 2017.gadā panākta kopējā KSP samazināšanās par 87.6 %, bet BSP⁵ samazināšana – par 98,7 %, kas liecina par notekūdeņu attīrīšanas iekārtās atbilstošu darbību.
5. Attīrīšanai pienākošie notekūdeņi, kuru daudzums ir 4–5 tūkst.kub.m / dnn,veido sadzīves, atmosfēras nokrišņu un ražošanas notekūdeņi.
6. Testēšanas pārskati apliecina, ka notekūdeņu izplūde nepasliktina Puplas upes pieņemošo ūdeņu kvalitāti. Jāatzīme, ka Puplas upes otrā krastā ~ 200 m augšpus atrodas Olaines pilsētas bioloģiskās attīrīšanas iekārtas, kuru notekūdeņu izplūde ir turpat.
7. Ūdens organoleptiskie radītāji uzrādīja vidēji labus rezultātus. Ūdens paraugi bija krāsaini,caurspidīgi un ar maz izteiktu smaržu, bez garšas,kas kopumā liecina par vidēji labu kvalitāti.
8. Pienākošo notekūdeņu daudzuma un sastāva mainīguma dēļ izmešu gaisā noteikšanas iespējas ir vājas.

Summary

Upon acquainted with the controlled parameters of treated waste water, it can be concluded that JSC "Olainfarm" biological treatment plants are capable of being environmentally friendly and capable of fulfilling all the conditions specified in the regulatory enactments.

Laboratory tests revealed no concentrations of pollutants that exceeded the concentration specified in the A license. Provision of waste water discharging and treatment in accordance with 22.01.2002. MK Regulations No.34 "Regulations on the emission of pollutants into water".

In waste water treatment plants in biological treatment in 2017, the total COD decrease was achieved by 87.6%, while the reduction of BOD₅ was 98.7%, which indicates the proper functioning of waste water treatment plants.

The wastewater from the purification, which amounts to 4-5 thousand m³ / day, consists of waste water from domestic, atmospheric precipitation and production.

Test reports confirm that the discharge of sewage does not impair the quality of the receiving waters of the Pupla River. It should be noted that up to 200 m upstream of the Pupla River, there are biological wastewater treatment plants in Olaine, where the discharge of sewage is there.

The organoleptic results of the water showed moderate results. The water samples were colored, translucent and with a little smelling, taste-free, which in general was indicative of moderately good quality.

Due to the variation in the amount and composition of the incoming waste water, the possibilities for the emission of air into the air are poor.

Bibliography

1. https://www.meteo.lv/fs/CKFinderJava/userfiles/files/Vide/Udens/notekudeni/Notekudenu_vadlinijas.pdf
2. Reducing the risk of acid wastewater, Agnese Grisone, Cilvēks. Vide. Tehnoloģijas. 19.starptautiskās studentu zinātniski praktiskās konferences rakstu krājums, 2015.68.lpp.
3. Ē. Tilgalis, V. Krupskis. Notekūdeņu attīrīšanas tehnoloģija un iekārtas. 2000.60.lpp.
4. www.geo.lu.lv/.../10.LEKCIJA-Udens_piesarnojums.pdf
5. AS „Olainfarm” notekūdeņu attīrīšanas iekārtu tehniskā dokumentācija

VIDES ELEMENTU DARBĪBAS EFEKTIVITĀTES IZVĒRTĒŠANA MELIORĀCIJAS SISTĒMĀS ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL ELEMENTS PERFORMANCE EFFECTIVENESS IN LAND DRAINAGE SYSTEMS

Autore: **Inita LOMANOVSKA**, e-pasts: in的角度@inbox.lv, telefons 29192541

Zinātniskais darba vadītājs: Mg.chem., **Ērika Teirumnieka**, e-pasts:

Ērika.Teirumnieka@rta.lv, telefons: 26443015

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Anotācija. Viena no būtiskākajām problēmām saistībā ar ūdeņiem ir eitrofikācija. Eitrofikācija ir ūdens avotu pastiprināta aizaugšana. Lai samazinātu eitrofikācijas procesus ūdensnotekās izbūvē videi draudzīgus meliorācijas elementus: sedimentācijas baseinu, akmens krāvumu, divpakāpju meliorācijas grāvjus, meandrēšanu, kontrolēto drenāžu, mākslīgos mitrājus [5]. Pēc videi draudzīgo meliorācijas elementu izveides, ūdensnotekā palielinās uzkrātās augu barības vielas, tāpēc ir jānodrošina to tālākais apsaimniekošanas process [2]. Raksts satur informāciju par Latgales reģionā pielietotajiem vides elementiem. Tiek veikta informācijas apkopošana, analīze un izvērtēšana par vides elementu efektivitāti. Sniegti priekšlikumi par veids elementu izbūvi un priekšrocībām.

Atslēgas vārdi: eitrofikācija, videi draudzīgi elementi, sedimentācijas baseins, akmens krāvumi, divpakāpju meliorācijas grāvji, meandri, kontrolētā drenāža, mākslīgie mitrāji.

Ievads

Meliorācija ir pasākumu kopums augšņu kvalitātes straujai uzlabošanai noteiktā teritorijā [2]. Uzlabojot augsnes ražību ar meliorācijas palīdzību novadītais ūdens no lauksaimniecības zemēm, tālāk ietek lielākās upēs un aizplūst uz jūru. Šajos ūdeņos ir sastopami dažādi minerālmēslu piemaisījumi, piesērējums, kas pasliktina ūdens kvalitāti, kas savukārt negatīvi ietekmē organismus, kas dzīvo šajās ūdensnotekās. Tādēļ, lai kaut nedaudz uzlabotu ūdensnotekās mītošo dzīvo organismu mājas ir nepieciešams ierīkot videi draudzīgus meliorācijas elementus [4]. Videi draudzīgu meliorācijas sistēmu izveidi finansiāli atbalsta Lauku atbalsta dienesta (LAD) apakšpasākums "Atbalsts ieguldījumiem lauksaimniecības un mežsaimniecības infrastruktūras attīstībā". Latgales reģiona meliorācijas nodaļa projektu realizācijas procesā ir pielietojusi trīs videi draudzīgi meliorācijas elementus: sedimentācijas baseini (sedimentation ponds); akmeņu krāvumi (bottom dams) meandrēšana (meandering).

Materiāli un metodes

Darbā tiek pētīti ūdensnoteku projekti, Valsts vides dienesta tehniskie noteikumi, būves tehniskās apsekošanas atzinumi. Dabā tika apsekoti visi Latgales reģionā izbūvētie videi draudzīgie meliorācijas elementi.

Darbā tiek pielietota teorētiskās pētīšanas metode, teorētiskā analīze, dokumentu izvērtēšana, salīdzināšanas metode. Pieejamās literatūras izpēte un analīze.

Empīriskā pētījuma metode datu vākšana.

Datu apstrādes metode (kamerālie darbi - kartogrāfiskā materiāla sagatavošana, Latgales reģiona objektos tiks izvērtēts izmaksu aprēķins trīs visbiežāk sastopamie videi draudzīgie meliorācijas elementiem, iegūto rezultātu apstrādes).



1.attēls. Sedimentācijas baseins VNŪ Geikinu strauts



2.attēls. Akmens krāvumi VNŪ Puškinevas grāvis



3. attēls. Meandri VNŪ Osinovka

Rezultāti un to izvērtējums

Videi draudzīga meliorācijas elementa izbūve tiek izvēlēta balstoties uz ūdensnotekas apsekošanas rezultātiem, tiek aizpildīts būves tehniskās apsekošanas atzinums, kurā konkrēti norāda izvēlēto elementu. Tiek izvēlēts pēc iespējas optimālākais un lietderīgākais elements, kas nākotnē nodrošinātu to funkcionalitātes efektivitāti.

1.tabula

Videi draudzīgo meliorācijas elementu apkopojums

<i>Videi draudzīgā meliorācijas elementa nosaukums</i>	<i>Skaitis</i>
Sedimentācijas baseins	36
Akmens krāvumi	3
Meandri	6

Kopumā ir izskatīti 38 (trīsdesmit astoņi) ELFLA (Eiropas lauku Fonds lauksaimniecības attīstībai) projekti, no tiem 36 (trīsdesmit seši) ir izbūvēti vai plāno izbūvēt sedimentācijas baseinu, trijos objektos ir izbūvēti akmens krāvumi un sešos saglabāti un nostiprināti meandri.

Sedimentācijas baseini ir lauksaimniecības un meža zemes nosusināšanas sistēmu ūdensnoteku (ūdensteču, novadgrāvju) gultņu paplašinājumi un padziļinājumi ar ūdeni izskalojamo produktu sedimentācijai un bioloģiskai akumulācijai (nostādinātājbaseini) [1]. Sedimentācijas baseinos izgulsnējas augsnes daļiņas, kas ūdenī nonākušas augsnes erozijas ceļā un samazina ar augu barības vielām bagāta piesērējuma veidošanos upes un ezeros.

Akmeņu krāvumi – projektējot atjaunojamas vai pārbūvējamas ūdensnotekas vai novadgrāvja trasi, garenslīpumu un šķērsprofilu, gultnē atstāj lielos akmeņus vai veido akmeņu krāvuma krācītes [1]. Akmens krāvumi veicina ūdens aerāciju un pastiprināt ūdensnotekas bioloģiskos pašattīršanās procesus, ar upē ievietoto akmeņu virsmu veidojot mikrodzīvotnes un veicinot bioloģiskās daudzveidības palielināšanos.

Meandrēšana ir ūdensnotekas gultnes sīklīkumainības veidošana, atjaunojot vecās gultnes posmus vai veidojot jaunus līkumus [1]. Meandru izveidošana esošajā meliorācijas grāvī neietekmēs lauksaimniecības izmantojamo zemju platības, bet palielinās laiku, ko ūdens pavada grāvī. Rezultātā pieaugs bioloģiskā daudzveidīga, suspendētās daļiņas labāk izgulsnēsies, notiks ūdens pašattīršanās process.

Pēc videi draudzīgo meliorācijas elementu izveides, ūdensnotekā palielinās uzkrātās augu barības vielas, tāpēc ir jānodrošina to tālākais apsaimniekošanas process. Sedimentācijas baseins reize gadā jāiztīra no sanesumiem, lai tas varētu pilnvērtīgi funkcionēt. Nav pieļaujama koku un krūmu iesaģšana meandrētos posmos, jo laikā gaitā koku saknes bojās nostiprinātās nogāzes un veidosies papildus izskalojumi. Akmens krāvumi ir regulāri jātīra no dažādiem sīkiem sedimentiem, kas var kavēt ūdens plūsmu. Ūdensnotekas ir regulāri jānopļauj, lai samazinātu uzkrātās augu barības vielu daudzumu un nodrošinātu labu ūdens caurplūdi.

2.tabulā apkopota informācija par videi draudzīgo meliorācijas elementu izmaksām. Vislielākās būvniecības izmaksas ir sedimentācijas baseinam, tālāk seko meandri, un vislētākais ir akmens krāvumi. Akmens krāvumu izmaksas ir nelielas, jo tā izbūvei nav nepieciešams tehnikas pielietojums jeb rakšanas darbi.

Videi draudzīgo meliorācijas sistēmu elementu izmaksu apkopojums

<i>Videi draudzīgi meliorācijas sistēmu elementi, kurus pielieto Austrumlatvijas reģionā</i>	<i>Būvniecības izmaksas, EUR</i>
Sedimentācijas baseins	1640,00
Akmeņu krāvumi	114,00
Akmeņu krāvumi uz grunts pamatnes	95,00
Meandrēšana	1516,00

Secinājumi

1. Videi draudzīgu meliorācijas elementu izbūves galvenais nosacījums ir kavēt ūdens ātrumu, lai tajā esošais piesērējums samazinātos un absorbētos konkrētā ūdensnotekā, nevis nonāktu lielākās upēs.
2. Latgales reģiona objektos visbiežāk tiek pielietoti sedimentācijas baseini, meandrēšana netiek veidota no jauna, ja ir dabiski izveidojušies meandri, tad notiek to pārtīrīšana un nostiprināšana.
3. Lai sedimentācijas baseins varētu lietderīgi funkcionēt pēc tā ierīkošanas, to ik gadu jāpārtīra. Pašlaik likumdošanā, pārtīrīšanas process nav atrunāt.
4. Analizējot literatūru no ārvalstu pieredzēs nācās secināt, ka visefektīvākais līdzeklis, kā samazināt fosfora un slāpekļa savienojumu nonākšanu ūdensnotekās, ir veidot buferjoslas un mitrājus, lai jau ūdensnotekā nonāktu attīrītas ūdens masas. Pašlaik izmantojot iepriekš minētos trīs vides elementus attīrīšanās notiek jau ūdensnotekā nevis pirms tās.

Literatūras saraksts

1. Kārtība, kādā piešķir valsts un Eiropas Savienības atbalstu atklātu projektu konkursu veidā pasākumam "Ieguldījumi materiālajos aktīvos": LR MK noteikumi Nr. 600. Konference Smiltēnē 08. februāris 2018.
2. Meliorācijas likums. Skatīts internetā: <https://likumi.lv/doc.php?id=2039>
3. Owenius S., van der Nat D., Measures for water protection and nutrient reduction. Project Report - Baltic Compass, Work Package 3. 57 p., 2011.
4. United States Environmental Protection Agency (USEPA), Two-stage ditch design. Helping nature improve the function of agricultural drainage ditches. The Nature Conservancy, 2015.
5. Urtāns A.V., Urtāne L., Vadlīnijas bioloģiskās daudzveidības uzturēšanai un plūdu risku mazināšanai, 78.lpp., 2017.

BIJUŠĀS LĪVĀNU BIOĶĪMISKĀS RŪPNĪCAS TERITORIJAS ATJAUNOŠANAS IESPĒJAMIE RISINĀJUMI POSSIBLE SOLUTIONS FOR PREVIOUS LIVANU BIOCHEMICAL FACTORY TERRITORY RECONSTRUCTION

Autore: **Ilze LUKSTA**, e-mail: ilze.luksta@inbox.lv,
Zinātniskā darba vadītājs: Mg.sc.env., Mg. geogr. lektors **Ivars Matisovs**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. *This article summarizes and analyzes the available information about previous Livanu Biochemical factory current situation and offer opportunity for reconstruction solutions. On-site done territorial condition determination- air and soil quality testing. Based on gained information, developed three possibilities about territorial reconstruction solutions.*

Keywords: *brownfield, brownfields revitalization, Livanu Biochemical factory.*

Ievads

Pasaules pieredze rāda, ka līdz ar pilsētas attīstību kādreiz saimnieciski izmantotas un apbūvētas teritorijas vēlāk tiek pamestas vai ir izmantotas nepilnvērtīgi. Šādas teritorijas, kā arī piesārņotās un potenciāli piesārņotās teritorijas ir pieņemts uzskatīt par degradētām. Ilgstoši pastāvot degradētajām teritorijām tiek radīti draudi ilgtspējīgai pilsētas attīstībai. Šie draudi galvenokārt ir saistīti ar neefektīvu pilsētas teritorijas izmantošanu un degradēto teritoriju negatīvo ietekmi uz apkārtējām teritorijām. Savukārt, veicinot degradēto teritoriju atjaunošanu, pilsēta nodrošina efektīvu tās teritorijas resursu izmantošanu, risina piesārņojuma problēmas, kā arī iegūst papildus teritorijas pilsētas attīstības vajadzībām. Tieši pilsētas attīstības kontekstā degradēto teritoriju atjaunošanu ir īpaši nozīmīga, jo tādējādi no apbūvēšanas var tikt pasargātas pilsētas dabas teritorijas. [13]

Degradēta teritorija ir teritorija, kas iepriekš izmantota rūpnieciskā nolūkā vai noteiktiem komerciāliem mērķiem un kas varbūt pakļauta zemas koncentrācijas bīstamo atkritumu vai piesārņojuma iedarbībai, un ko sakopšanas gadījumā ir iespējams atkal izmantot. Dažreiz degradētas teritorijas jēdzienu arī izmanto, lai apzīmētu teritorijas, kuras iepriekš tika attīstītas, bet tagad ir novecojušas, tomēr ne vienmēr piesārņotas. [6]

Līvānos rūpniecība agrāk ir bijusi ļoti attīstīta, vienas no lielākajām rūpnīcām bija Stikla fabrika, Bioķīmiskā rūpnīca, Būvmateriālu un konstrukciju kombināts, Eksperimentālais māju būves kombināts un Kūdras fabrika, kur vienīgā darbojas vēl šobrīd.

Materiāli un metodes

Līvānu pilsētas teritorija atrodas Latvijas DA daļā, Latgales reģionā, Daugavas labajā krastā 170 km no Rīgas un 61 km no Daugavpils. Līvānu pilsētas teritoriju šķērso Dubnas upe, kura pie Līvāniem ietek Daugavā. [2.10.]

Bijusī Līvānu Bioķīmiskā rūpnīca tika atklāta 1934. gadā, kur sākotnēji tika ražots spirts, bet laika gaitā rūpnīcas telpās ir ražota lopbarība (biomicīns) un lopbarības koncentrāts (lizīns). Rūpnīca tika slēgta 1992. gadā, jo tika pārtraukta izejvielu piegāde un samazinājās patērētāju skaits. Līvānu bioķīmiskā rūpnīca no 1994. gada 7. augusta tika nodota privatizācijai. Pētījums tika izdalīts šādos etapos:

1. Teorētiski iepazīties ar pieejamo literatūru saistībā ar degradētajām teritorijām.
2. Veikt teritorijas apsekošanu un informācijas ievākšanu.
3. Analizēt teritoriju pēc noteiktiem kritērijiem.
4. Eksperimentāli noteikt teritorijas augsnes paraugu mehāniskos un ķīmiskos rādītājus.
5. Izmērīt gaisa kvalitāti ar lihenoidikācijas metodi.
6. Veikt ekonomiskos aprēķinus par atjaunošanas projekta izmaksām.



1. attēls. Degradētās teritorijas novietojums Līvānu pilsētas kartē [9]

Rezultāti un to izvērtējums



2. attēls. Augsnes paraugu ņemšanas vietas bijušajā biokīmiskās rūpnīcas teritorijā. [9]

1. tabula

Augsnes granulometriskais sastāvs [1]

Parauga Nr.	Sajūta, berzējot sausu smilti starp rokām	Mitras augsnes veidojamība	Ar nazi grieztas augsnes griezuma virsma	Sausas augsnes blīvums	Augsnes nosaukums
1.	Tikko jūtami smilts graudiņi	Var izveidot lodīti vai zīmuļa resnuma veltīni, kas saliecoties salūzt	Mazliet nelīdzena	Veido izturīgas drupatas, kas mazizturīgas pret saspiešanu	Viegls smilšmāls
2.	Tikko jūtami smilts graudiņi	Var izveidot lodīti vai zīmuļa resnuma veltīni, kas saliecoties salūzt	Mazliet nelīdzena	Veido izturīgas drupatas, kas mazizturīgas pret saspiešanu	Viegls smilšmāls
3.	Nedaudz jūtami smilts graudiņi	Var izveidot tikai neizturīgu lodīti	Stipri nelīdzena	Veido neizturīgas drupatas, kas viegli izjūk	Mālsmilts
4.	Smilts graudiņi nav jūtami	Var savelt garu, pat par sērkokociņu tievāku veltīni, kas saliecot nepārlūst	Spīdīga	Veido blīvas un pret saspiešanu izturīgas drupatas	Māls
5.	Nedaudz jūtami smilts graudiņi	Var izveidot tikai neizturīgu lodīti	Stipri nelīdzena	Veido neizturīgas drupatas, kas viegli izjūk	Mālsmilts

Nosakot augsnes granulometriskā sastāvu tika secināts, ka tā ir starp vieglu smilšmālu un mālsmilts.

2. tabula

Trūdvielu daudzums augsnē [3]

Parauga Nr.	Augsnes krāsa	Trūdvielu daudzums	Aptuvenš trūdvielu daudzums(%)
1.	Pelēcīgi melna	Samērā daudz	3,0 – 5,0
2.	Bālgana	Ļoti maz	0,5 – 1,0
3.	Melna	Ļoti daudz	5,0 – 10,0
4.	Pelēcīgi melna	Samērā daudz	3,0 – 5,0
5.	Melna	Ļoti daudz	5,0 – 10,0

Augsnes paraugos humusa daudzums ir samērā liels un no tā var secināt, ka tas augsnē būtiski ietekmē mitruma režīmu, un tumšā krāsa sekmē saules enerģijas adsorbēšanu, kas nozīmē, ka augsne ir auglīga.

3. tabula

Augsnes paraugu ekoloģisko rādītāju tabula [5]

Parauga Nr.	Augsnes pH	Elektrovadītspēja $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
1.	8,37	334
2.	7,84	337
3.	7,68	328
4.	7,60	320
5.	7,31	328

Mērot augsnes pH, tika secināts, ka augsne ir sārmaina. Šādā augsnē augiem ir problēmas uzņemt fosforu, jo šis barības elements veido nešķīstošus savienojumus ar kalciju un magniju.

Nosakot hlorīdjonu daudzumu augsnē tika iegūts rezultāts 0.17 g/l, kas nozīmē, ka šis daudzums ir zem normas un tas kavē ūdens līdzsvara regulēšanos augsnē.

4. tabula

Kalcija (Ca) un magnija (Mg) jonu daudzums augsnē[2]

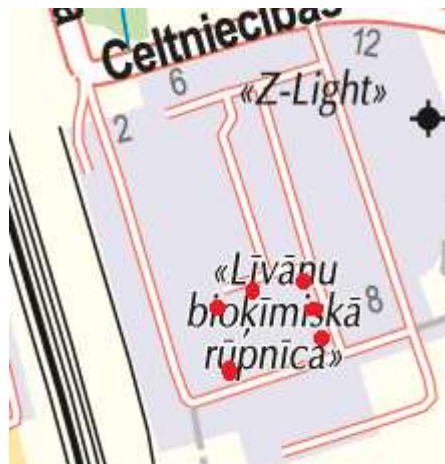
Parauga Nr.	Kalcija (Ca) un magnija (Mg) jonu daudzums augsnē
1.	$2,8 \cdot 10^{-4}$ g/l
2.	$2,2 \cdot 10^{-4}$ g/l
3.	$1,7 \cdot 10^{-4}$ g/l
4.	$1,8 \cdot 10^{-4}$ g/l
5.	$1,2 \cdot 10^{-4}$ g/l

5. tabula

Kalcija (Ca) jonu daudzums augsnē[5]

Parauga Nr.	Kalcija (Ca) jonu daudzums augsnē
1.	$5 \cdot 10^{-5}$ g/l
2.	$1,2 \cdot 10^{-4}$ g/l
3.	$2,4 \cdot 10^{-4}$ g/l
4.	$2,4 \cdot 10^{-4}$ g/l
5.	$3,4 \cdot 10^{-4}$ g/l

Kalcijs un magnijs augsnē tika atrasti mazos daudzumos, tas nozīmē, ka augsnē augu augšanai nav nepieciešamo barības elementu.



3. attēls. Gaisa kvalitātes novērtēšanai apsekoto koku atrašanās vietas bijušajā biokīmiskās rūpnīcas teritorijā. [9]

6. tabula

Lihenoindikācijas rezultāti

Koki	1	2	3	4	5	6	Kopā
Krevju ķērpji (%)	30	20	36	16	5	38	27.9
Lapu ķērpji (%)	25	40	-	-	-	-	9.3
Krūmu ķērpji (%)	-	-	-	-	1	-	0.1
Grupu skaits	2	2	1	1	2	1	1.4
Kopējais segums (%)	55	60	36	16	6	38	37.3

Uz kokiem tika konstatēti ķērpji, kuri parasti ir sastopami tikai piesārņotās vietās, kā, piemēram, *Lepraria incana* (L.) Ach. (viens no visbiežāk sastopamiem ķērpjiem piesārņotās vietās, mitrumu mīlošs, aug ēnainās vietās uz visdažādāko koku stumbru apakšējās daļas ar zemu pH reakciju, kā arī uz cita substrāta), *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. (viens no visbiežāk augošiem ķērpjiem uz ceļmalu kokiem, pilsētu nomalēs, apdzīvotās vietās, alejās u. c. substrāta. Izturīgs pret piesārņojumu), *Cladonia macilenta* Hoffm. (aug uz celmiem, koksnes, koku mizas spraugās stumbra apakšējā daļā), *Evernia prunastri* (L.) Ach. (plaši sastopams ķērpis uz lapu kokiem ar vāju vai vidēji skābu pH koku mizas reakciju, kā arī uz apstrādātas koksnes).

Potenciāli piesārņoto vietu apzināšanas rezultātu novērtējums

Novērtējot potenciāli piesārņoto vietu bīstamību, ņem vērā:

- 1) Parametrus, kas raksturo tā objekta bīstamību, kura darbība radījusi potenciāli piesārņoto vietu –

- Objekta darbības ilgums ir vairāk, kā 50 gadi. (10 punkti)
- Platība ir 10000 m². (4 punkti)
- Objektā izmantotās un uzglabātās vielas nav bīstamas. (2 punkti)
- Teritorijā neuzglabā vielas un atkritumus. (2 punkti)
- Teritorijā esošās iekārtas ir bojātas. (10 punkti)

Kopsummā tika iegūti 28 punkti un secināts, ka objekts nav bīstams.

- 2) Potenciāli piesārņotās vietas vides jutīguma parametrus -

- Bioķīmiskā atrodas rūpniecisko ražotņu un noliktavu teritorijā. (2 punkti)
- Teritorijas tuvumā neatrodas šādi objekti: bērnu dārzi vai skolas, dzīvojamās teritorijas, mazdārziņi, dabas aizsargājamās teritorijas vai dzeramā ūdens ieguves vietas. (0 punkti)
- Grunts veids ir gan smilšmāls, gan mālsmilts. (6 punkti)
- Gruntsūdens līmenis nav zināms. (2 punkti)
- Teritorijas tuvumā nav neviena no virszemes ūdens objektiem. (0 punkti)

Kopsummā tika iegūti 10 punkti tika un secināts, ka objektam ir zems vides jutīgums jeb teritorija ir aizsargāta pret piesārņojumu.

Tādējādi var secināt, ka rūpniecības teritorija nav potenciāli piesārņota.

Teritorijas atjaunošanas iespējamie risinājumi
Teritorijas sagatavošana tālākai izmantošanai un izmaksas

Līvānu Bioķīmiskās rūpniecības teritorijas atjaunošanas pasākumus ir jāsāk ar būvgružu un būvniecības atkritumu izvešanu, jo nevajadzīgās un neizmantojamās ēkas tika nojauktas un teritorija netika iztīrīta. Par būvniecības atkritumu savākšanu ir jāvienojas ar atbilstošu firmu, kā, piemēram, Līvānu teritorijā ar to nodarbojas zemnieku saimniecība „Daugava”, kas tos izved, demontē un arī utilizē atkritumus. Konteineru uzstādīšanas un izvešanas cenas atkarībā no to lieluma svārstās no aptuveni 90 līdz 200 eiro par 5 m³. Tad notiek atkritumu utilizācija, kuras cenas par 1 tonnu ir robežās no 11 līdz 55 eiro, kas ir atkarīgs no būvniecības atkritumu veida. [7]

Pēc būvgružu un būvatkritumu izvešanas un pirms būvdarbu uzsākšanas teritorija tiek sagatavota.

Iespējamie risinājumi

Kad teritorija ir sagatavota būvdarbiem (10000 m²), var sākt izvērtēt piedāvātos variantus, ko ir iespējams realizēt:

1. Peintbola laukums, šķēršļu josla, auto–moto–velo trase, kuru izveides kopējais finansējums ir aptuveni EUR 18000. Elektronenerģijas nodrošinājuma izveide teritorijā – uzstādīts 3 kW vēja ģenerators un 0,88 kW saules fotoelektriskās baterijas, kas nodrošina elektroenerģiju teritorijā un kopējais finansējums ir aptuveni EUR 18000. Bunkura izveide teritorijā un kopējais finansējums ir aptuveni EUR 18100. Inventāra iegāde – iegādāts alpīnisma ekipējums, datortehnika un dažādi priekšmeti Bunkura ēkai un teritorijas uzkopšanai un kopējais finansējums ir aptuveni EUR 7000. Kopējās projekta izmaksas ir 61100 [12]
2. Loģistikas noliktavas galvenās iezīmes:
 - Atbilst Eiropas kvalitātes garantijas normām – laba uzglabāšanas prakse (Good Storage Practice (GSP)) un laba izplatīšanas prakse (Good Distribution Practice (GDP)).
 - Kravas izkraušanas/iekraušanas sektors.
 - Automatizētie hermētiski vārti, kas atbilst visiem kravas automašīnu un mikroautobusu tiptiem.
 - Noliktavas telpas, kas nodrošina aukstas temperatūras režīmus – saldētavu kameras ar temperatūras režīmiem +2 ° C ÷ 8 ° C un +8 ° C ÷ +15 ° C.
 - Mikroklimate monitorings – temperatūras un mitruma kontrole, higiēnas kontrole, uzglabāšana dažādos temperatūras režīmos.
 - Karantīnu un brāķa zonas.
 - Drošības sistēma – video novērošana, diennakts apsardze, ugunsdzēsības signalizācija, ierobežotās pieejas sistēma.
 - Mūsdienīgas ventilācijas un kondicionēšanas sistēmas.
 - Uzglabāšanas procedūras – kravas apstrāde (iekraušana / izkraušana / iepakošana / marķēšana / komplektācija / dokumentācijas noformēšana).
 - Datorprogrammatūras nodrošināšana – kravas nosūtīšanas un saņemšanas kontrole online režīmā, kā arī informācijas apmaiņa elektroniski, automatizētais pasūtījumu process. [11]Aptuvenās loģistikas būvniecības izmaksas varētu būt 1000000 eiro.
3. Apzaļumošana jeb zāliena ierīkošana – izmaksas ir aptuveni 20000. [15]

Secinājumi

1. Analizējot augsnes paraugus, tika secināts, ja kalcija un magnija jonu daudzums augsnē ir ļoti mazs. Ca trūkums izsauc augu sakņu attīstības traucējumus, traucē jauno orgānu attīstību un Mg elementa trūkums var veicināt kaitīgu slāpekļa savienojuma uzkrāšanos.
2. Lai palielinātu Ca daudzumu augsnē, ir jāveic ģipšošana un, lai palielinātu Mg daudzumu, ir jāveic augsnes mēslošana.
3. Mērot gaisa kvalitāti ar lihenoindikācijas metodi, tika konstatēts liels gaisa piesārņojums. Analizējot ķērpjus, var novērot, ka gaisa piesārņojuma ietekme ir bijusi ilgstoša, ko ir ietekmējis blakus esošais dzelzceļš un valdošie rietumu vēji.
4. Pēc potenciāli piesārņoto vietu apzināšanas rezultātiem var novērtēt, ka teritorija nav bīstama, jo šeit nav konstatētas augsni piesārņojošas saimnieciskās un citas darbības. To radītais piesārņojums nevar ietekmēt cilvēka veselību vai vidi un nepārsniedz vides kvalitātes normatīvus.

5. Pēc vides jutīguma novērtējuma rezultātiem var secināt, ka objektam ir zems vides jutīgums jeb teritorija ir aizsargāta pret piesārņojumu.
6. Kā iespējamie atjaunošanas varianti tika izskatīti: peintbola laukuma izveide, loģistikas noliktavas būvniecība vai arī zāliena ierīkošana.
7. Piedāvājot peintbola laukuma ierīkošanu, tika apskatīts Lielvārdes pilsētā realizēts līdzīgs projekts. Iepriekšējais peintbola laukums Līvānos ir likvidēts un jauna laukuma izveide radītu iespēju pilsētniekiem daudzveidīgāk pavadīt brīvo laiku.
8. Loģistikas noliktavas būvniecība ir perspektīva tāpēc, ka, Līvāni atrodas pie A kategorijas autoceļa Rīga–Daugavpils un arī pie dzelzceļa līnijas Rīga–Daugavpils, un tas ir ļoti svarīgs nosacījums loģistikas noliktavas novietojumam.
9. Kā pēdējais variants tiek izskatīta ierīkošanai šajā teritorijā un tās aptuvenās izmaksas ir 20000 eiro.
10. Sazinoties ar teritorijas īpašnieku, tika iegūta informācija, ka šajā vietā iecerēts uzbūvēt loģistikas noliktavu.

Literatūra

1. Kļaviņš, M. (2008) *Vides zinātne*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.
2. Kļaviņš, M., Zaļoksnis, J. (2010) *Vide un ilgtspējīga attīstība*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.
3. Melecijs, V. (2011) *Ekoloģija*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds.
4. Wall, D.H.(2012) *Soil ecology and ecosystem services*. Oxford: Oxford University Press.
5. LR MK noteikumi Nr. 804. "Noteikumi par augsnes un grunts kvalitātes normatīviem".
6. Brownfield land. http://commin.org/en/bsr-glossaries/national-glossaries/latvia/degradeta_teritorija.html [skatīts 27.11.2017.]
7. Būvgružu pārstrāde <http://www.buvgruzi.lv/services> [skatīts 07.01.2018.]
8. Ķērpji http://latvijas.daba.lv/augi_senes/kjerpi/psvk.shtml [skatīts 03.01.2018.]
9. Līvānu karte. http://www.livani.lv/upload/kartes/livani_20.gif[skatīts 11.11.2017.]
10. Līvānu novada teritorijas plānojums 2012. – 2024. gadam. http://www.livani.lv/upload/faili/dome/teritorijas_planojums_jaunais/4-dala-Parskats-Livani-31-08.2012.pdf[skatīts 01.11.2017.]
11. Noliktava <http://3pl.ru/lv/pakalpojumi/noliktavas-pakalpojumi/> [skatīts 04.01.2018.]
12. Peintbola laukums <http://www.aacj.lv/par-mums/es-fondu-apguve/> [06.01.2018.]
13. Rīgas pilsētas degradēto objektu un teritoriju revitalizācijas programma. http://www.sus.lv/sites/default/files/media/faili/degradeto_teritoriju_revitaliz_pr.pdf
14. World Competitiveness Centre - International Institute for Management Development (IMD). <http://www01.imd.ch/wcc/online/> [skatīts 27.11.2017.]
15. Zāliena ierīkošana <http://www.jaunberzi.lv/cenas> [skatīts 07.01.2018]

CO₂ LĀZERA PARAMETRU OPTIMIZĀCIJA KOKŠĶIEDRU PLĀTŅU MDF UN HDF GRIEŠANAI OPTIMIZATION OF CO₂ LASER CUTTING PARAMETERS FOR MDF AND HDF WOOD FIBER BOARDS

Edgars MAGAZNIEKS, edd2004@inbox.lv; +37126402605

Zinātniskais vadītājs: Pāvels Narica, Dr. phys., Mg. oec.

Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. Laser cutting of medium density fibre board (MDF) and high density fibre board (HDF) is a complicated process and the selection of the process parameters combinations is essential to get the highest quality cut section. A CO₂ laser was used to cut two thicknesses 3 mm of laminated HDF and 10 mm of MDF panels.

Keywords: CO₂ laser; MDF; HDF; laser cutting.

Ievads

MDF (vidēja blīvuma kokšķiedru plātnes) un HDF (augsta blīvuma plānas kokšķiedru plātnes) ir inženierijas produkti, kam raksturīga liela strukturālā integritāte, lielāka izmēru stabilitāte un liela elastība attiecībā uz veidošanu. Šīs koksnes kompozītu produkcijas masveida ražošana sākās astoņdesmitajos gados. MDF paneļi ir piemēroti daudzām interjera konstrukcijām un rūpnieciskām vajadzībām. MDF ir tikai viena no šķiedru plātņu šķirnēm, vēl viens šādu plākšņu veids tiek saukts par HDF. Abiem šiem materiāliem ir vairāk līdzību nekā atšķirību, to īpašības ir gandrīz identiskas. Galvenā HDF atšķirība ir tās lielāks blīvums, kas ir robežās no 800 līdz 1000 kg uz vienu kubikmetru un tas pats MDF skaitlis ir mazāks par 800. Augsta blīvuma dēļ HDF izturība ir lielāka, tādēļ plānā HDF plāksne nedod priekšroku biežākai MDF. Biezuma starpība ir divas reizes lielāka, parasti augsta blīvuma plāksne ir 3 vai 4 mm bieza, bet MDF biezums sākas no 6 mm. HDF un MDF ražo no kokapstrādes rūpniecības atkritumiem. Izejvielas tiek žāvētas un sasmalcinātas. Izmantojot augstu spiedienu un temperatūru, koksnes šķiedras tiek presētas iepriekš noteiktā formā un biezumā. Videi draudzīgs materiāls. Plākšņu ražošanā netiek izmantotas ķīmiskās piedevas. Izejvielu līmēšanu nodrošina dabiska sastāvdaļa, kas atrodas pašā koksnē. To sauc par lignīnu, augstu temperatūru ietekmē, tā kļūst par organisku līmi, kas droši salīmē kokšķiedras.

Šī darba mērķis bija noteikt griezuma dziļumu un platumu mainot lāzera parametrus – jaudu un ātrumu. Rezultātā tika iegūti parametri optimālai kokšķiedru plātņu MDF un HDF griešanai, izmantojot CO₂ lāzeri.

Darba mērķis – Noskaidrot griešanas kvalitāti kokšķiedru plātnēm mainot lāzera parametrus. Lai sasniegtu darba mērķi, tika izvirzīti sekojoši **darba uzdevumi**:

- ✓ izpētīt ar doto tēmu saistītos literatūras avotus;
- ✓ izstrādāt eksperimenta plānu;
- ✓ veikt eksperimentālos pētījumus materiāliem MDF un HDF - virsmu lāzerapstrādi pie dažādiem lāzera ātrumiem un jaudām, nemainot citus parametrus;
- ✓ eksperimentālo datu izpēti ar mikroskopa palīdzību.

Eksperimentālie pētījumi

Eksperimenta testiem tika sagatavotas HDF 3 mm plātnes, kurām viena puse ir laminēta un MDF plātnes bez pārklājuma 10 mm biezās. Plātnes tiek plaši pielietotas mēbeļu ražošanā, kā arī auto un vagonrūpniecībā iekšējai apdarei. Rūpnieciski no plātnēm ražo iepakojumu un vairākkārt izmantojamus konteinerus nepārtikas produktiem.

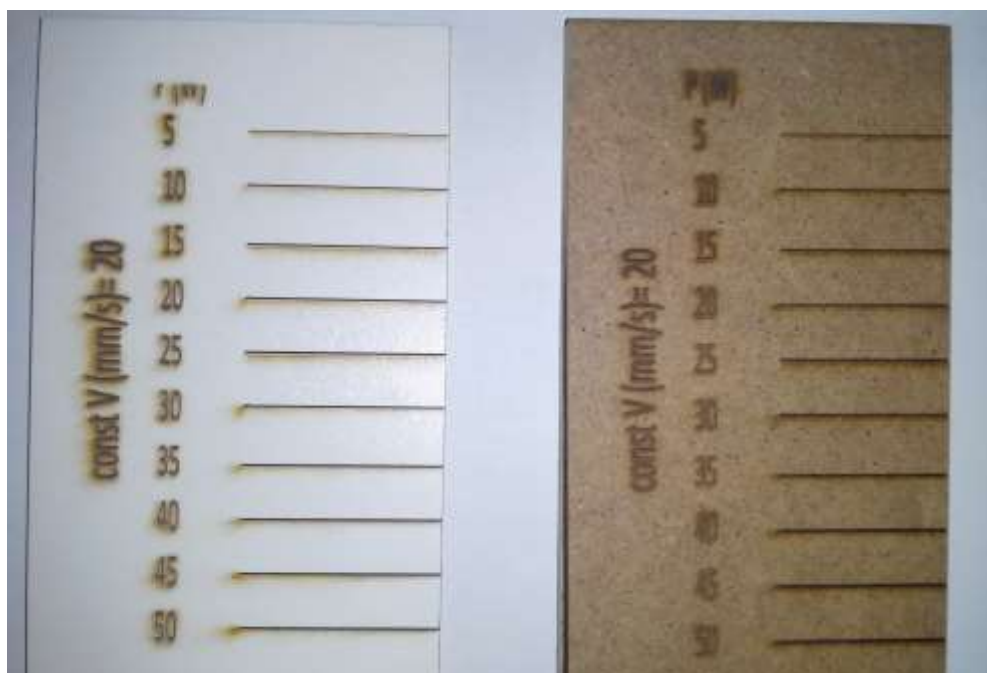
Lāzergriešanas process tika veikts ar CO₂ lāzeriekārtu. Lāzersistēmas raksturojums ir attēlots 1. tabulā.

1. tabula

Lāzersistēmas CHANXAN CW-1325 raksturojums

Lāzera tips	CO2 (oglekļa dioksīds)
Viļņa garums	10600 [nm]
Lāzera jauda, P	0 – 150 W
Marķēšanas laukums	2500 [mm] x 1300 [mm]
Skenēšanas ātrums, [mm/s]	1 - 400
Dzesēšanas sistēma	ūdens
Stara iedarbības zonas diametrs	100 [μ m]
Lāzera drošības klase	4

Paraugi tika griezti ar ātrumu no 5 mm/s līdz 30 mm/s un jaudu no 5 W līdz 75 W. Paraugiem pēc eksperimentu veikšanas tika mērīti griezuma dziļums un lāzera stara ieejas materiālā kanāla platums. Paraugi ir attēloti 1. attēlā, kur kreisajā pusē laminēts HDF un labajā pusē MDF bez pārklājuma.



1. attēls. Paraugi

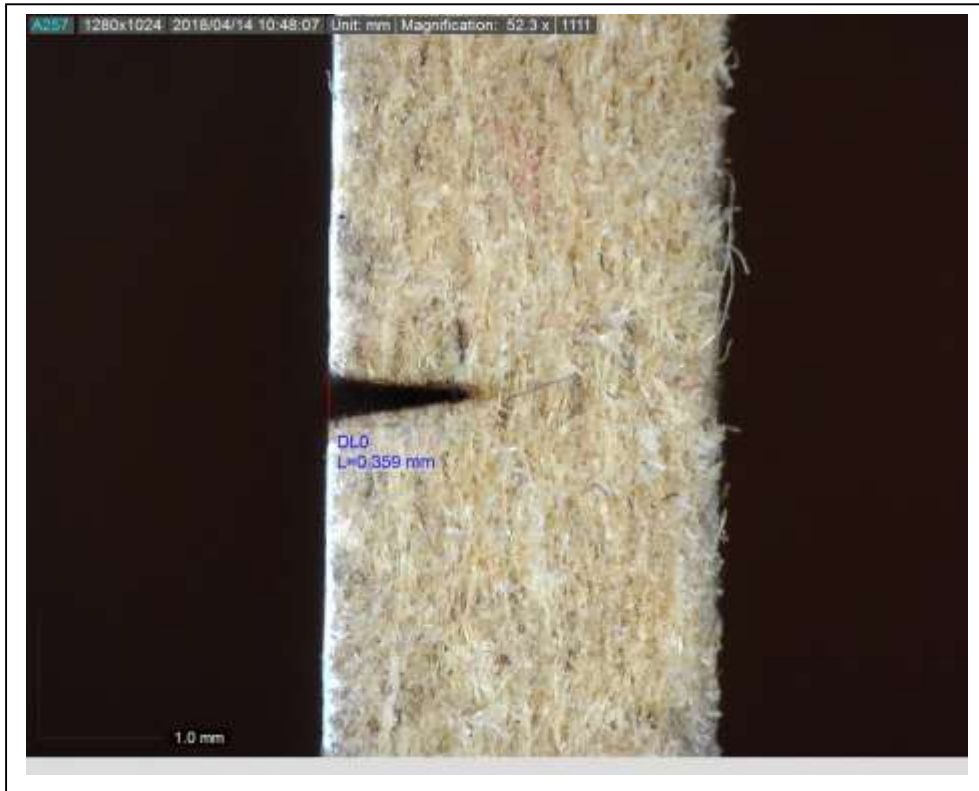
Mērījumi tika veikti ar mikroskopu Dino-Lite Edge AM7115MZT. Mikroskopa tehniskā specifikācija ir attēlota 2. tabulā.

2. tabula

Mikroskopa Dino-Lite Edge AM7115MZT specifikācija

Izšķirtspēja	5M pikseli (2592x1944)
Palielinājums	20x~220x
Apgaismojums	8 balti LEDi
Merījuma laukums	10.5cm (H) x 3.2cm (D)

Paraugu mērījumi mikroskopā ir apskatāmi 2. un 3. attēlos.



3. attēls. HDF 3 mm laminētas plātnes lāzergriezums, kur griešanas ātrums $V=\text{const.}=20$ mm/s un jauda $P=20$ W



4. attēls. MDF 10 mm plātnes lāzergriezums, kur griešanas ātrums $V=8$ mm/s un jauda $P=\text{const.}=30$ W

Eksperimenta rezultāti

Katra parauga mērījumi tika apkopoti 3. un 4. tabulās.

3. tabula

MDF plātnes lāzergriešanas parametri un mērījumi

P=30W V=mm/s	Griezuma dziļums (mm)	Griezuma platums(mm)	V=20mm/s P=W	Griezuma dziļums (mm)	Griezuma platums(mm)
5	5,102	0,521	5	0,215	0,182
6	4,225	0,541	10	0,729	0,345
7	4,029	0,560	15	0,892	0,352
8	3,364	0,554	20	1,042	0,352
9	3,429	0,456	25	1,445	0,390
10	2,871	0,551	30	1,614	0,403
15	2,248	0,490	35	1,826	0,413
20	1,816	0,478	40	2,167	0,437
25	0,503	0,392	45	2,511	0,458
30	0,496	0,333	50	2,728	0,471
			55	2,922	0,488
			60	2,929	0,498
			65	2,931	0,521
			70	3,001	0,560
			75	3,012	0,612

4. tabula

HDF laminētas plātnes lāzergriešanas parametri un mērījumi

P=30W V=mm/s	Griezuma dziļums (mm)	Griezuma platums/izejas platums(mm)	v=20mm/s P=W	Griezuma dziļums (mm)	Griezuma platums/izejas platums(mm)
5	caurgriezts	0,547/0,527	5	0,280	0,312
6	caurgriezts	0,580/0,287	10	0,553	0,359
7	caurgriezts	0,482/0,295	15	0,833	0,342
8	caurgriezts	0,528/0,203	20	1,158	0,359
9	caurgriezts	0,461/0,334	25	1,178	0,384
10		0,465	30	1,646	0,397
15		0,417	35	1,649	0,416
20		0,416	40	1,662	0,429
25		0,346	45	1,790	0,482
30		0,430	50	1,926	0,495
			55	caurgriezts	0,455/0,189
			60	caurgriezts	0,442/0,215
			65	caurgriezts	0,508/0,221
			70	caurgriezts	0,463/0,224
			75	caurgriezts	0,436/0,384

Pamatojoties uz fotogrāfijām, sagriezto virsmu kvalitāte tika novērtēta, ņemot vērā defektu klātbūtni, piemēram, atkritumus. Griežot 10 mm biezu MDF plātņi ar konstantu jaudu 30 W palielinot ātrumu, griezuma dziļums samazinās, bet griezuma platums palielinās. Savukārt griežot ar konstantu ātrumu 20 mm/s un mainīgu jaudu, griezuma dziļums un platums, pieaugot jaudai, palielinās. Eksperimenta gaitā MDF plātne netika caurgriezta, jo ir

nepierciešams lielākas jaudas CO₂ lāzers vai esošajam lāzerim ir jāstrādā ar 100 % jaudu un minimālu ātrumu, kas ir laikietilpīgi un nav lietderīgi.

Griežot 3 mm biezu HDF laminētu plātņi ar konstantu jaudu 30 W palielinot ātrumu tā tika caurgriezta pie ātruma no 5 līdz 9 mm/s samazinoties griezuma platumam. Caurgrieztam HDF tika mērīts griezuma izejas platums, kas palielinoties ātrumam samazinājās, bet labāka griezuma kvalitāte tika vizuāli konstatēta griezumam, kas tika griezts ar ātrumu 5 mm/s un jaudu 30 W. Mainot griešanas jaudu un izmantojot ātrumu 20 mm/s, griezuma platums un dziļums palielinās palielinoties jaudai. HDF plātne tika caurgriezta ar jaudu no 55 W līdz 75 W, kvalitatīvākais griezumam tika panākts pie jaudas 75W (20 mm/s). Eksperimentā tika izpētīti divi konstanti parametri – P(jauda) = 30 W un V(ātrums) = 20 mm/s. Eksperimenti ir jāturpina mainot parametrus un meklējot optimālo variantu, kas ir kvalitatīvs, lietderīgs un ātrs materiāla apstrādē.

Summary

Laser cutting of medium density fibreboard (MDF) and high density fibreboard (HDF) is a complicated process and the selection of the process parameters combinations is essential to get the highest quality cut section. This paper presented a means for selecting the process parameters for laser cutting of MDF and HDF based on the design of experiments (DOE) approach.

Secinājumi

1. Griešanas ātrumam un jaudai ir redzama ietekme uz virsmas raupjumu, siltuma ietekmes zonas platumu un makrobojājumu klātbūtni, piemēram, sārņu klātbūtni.
2. Ar griešanas ātruma samazināšanos platums un griezuma dziļums palielinās, tas noteik arī ja palielina jaudu, bet ātrumu atstāj konstantu.
3. MDF plātnes lāzergriešanas parametrus, kur ātrums $V=20$ /mms un jaudu (P) no 5 W līdz 20 W un parametrus – jauda (P) = 30 W, ātrums (V) ir no 20 mm/s līdz 30 mm/s ir iespējams izmantoto šī materiāla gravēšanai.
4. Griežot HDF laminētu plātņi ar konstantu jaudu 30 W palielinot ātrumu tā tika caurgriezta pie ātruma no 5 līdz 9 mm/s samazinoties griezuma platumam. Vizuāli izpētot HDF plātņi tika konstatēts, ka kvalitatīvāks griezumam ir ar parametriem – P = 30 W un V = 5 mm/s, bet gravēšanai pieteik ar P = 5 W un V = 20 mm/s.
5. Eksperimentā tika izpētīti divi konstanti parametri – P(jauda) = 30 W un V(ātrums) = 20 mm/s. Eksperimenti ir jāturpina mainot parametrus un meklējot optimālo variantu, kas ir kvalitatīvs, lietderīgs un ātrs materiāla apstrādē.

Literatūra

1. Lum KCP, Hg SL, Black I. CO₂ laser cutting of MDF, 1-Determination of process parameter settings. Journal of Optics and Laser Technology 2000 ;32: 67–76.
2. Lum KCP, Hg SL, Black I. CO₂ laser cutting of MDF, Estimation of power distribution. Journal of Optics and Laser Technology 2000; 32 : 77–87.
3. Yusoff N, Ismail SR, Mamat A, Yazid AA. Selected Malaysian wood CO₂-laser cutting parameters and cut quality. American Journal of Applied Science 2008; 5(8):990–6.
4. Librera E., Riva G., Safarzedeh H., Previtali B., On the use of Areal Roughness Parameters to Assess Surface Quality in Laser Cutting of Stainless Steel with CO₂ and Fiber Sources. Procedia CIRP 2015;33:532-537.
5. Kotadiya D.J., Pandya D.H., Parametric Analysis of Laser Machining with Response Surface Method on SS-304. Procedia Technology 2016;23:376-382.
6. Hascalik A., Ay M., CO₂ laser cut quality of Inconel 718 nickel – based superalloy. Optics & Laser Technology 2013;48:554–564.
7. Stelzer S., Mahrle A., Wetzig A., Beyer E., Experimental investigations on fusion cutting stainless steel with fiber and CO₂ laser beams. Physics Procedia 2013;41:399-404.

8. Mao C., Sun X., Huang H., Kang Ch., Zhang M., Wu Y., Characteristics and removal mechanism in laser cutting of cBN–WC–10 Co composites. *Journal of Materials Processing Technology* 2016;230:42-49.
9. Rajaram N., Sheikh-Ahmad J., Cheraghi S.H., CO2 laser cut quality of 4130 steel. *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 2003;43:351–358.
10. Thombansen U., Hermanss T., Stoyanov S., Setup and Maintenance of Manufacturing Quality in CO2 Laser Cutting. *Procedia CIRP* 2014;20:98-102.
11. Powell J., Al-Mashikhi S.O., Kaplan A.F.H., Voisey K.T., Fibre laser cutting of thin section mild steel: An explanation of the ‘striation free’ effect . *Optics and Lasers in Engineering* 2011;49:1069–1075.

ENERGOEFEKTIVITĀTES PAAUGSTINĀŠANAS PLĀNS ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT PLAN

Jānis MATULIS

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV 4601, Latvija
e-pasts: matulis.janis@inbox.lv

Ērika Teirumnieka, Mg. Chem., lektore

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115/K-4 (IF)

Abstract. *As climate change issues and increasing CO₂ emissions are rising, "green energy" or renewable energy sources include solar, wind power, biomass, geothermal energy, etc. One of the most important sectors of the economy is energy. Its main tasks are energy recovery, its processing in all types of energy and delivery to consumers. No energy development is possible without the development of any economic sector. Energy is mainly used for energy production*

Keywords: *climate change issues; energy efficiency.*

Ievads

Klimata izmaiņu tēma, iespējams, ir viens no vissvarīgākajiem un neatliekamākajiem vides problēmjaudājumiem. Zemes gaisa, ūdens un sauszemes sistēmas vienmēr ir pastāvējušas dinamiskā līdzsvarā. Klimata pētījumi pagātnē rāda, ka arī tad ir bijuši mainīgi globālas sasilšanas un globāla aukstuma periodi. Klimata pārmaiņas bijušas gan straujākas, gan lēnākas, taču vienmēr saistītas ar dabā notiekošajiem procesiem.

Par klimata izmaiņām tagad runā daudz. Tas ir tāpēc, ka klimata izmaiņas ir kļuvušas par politikas sastāvdaļu un to regulēšanai tiek pieņemtas starptautiskas konvencijas un vietēja līmeņa normatīvi, gan arī tāpēc, ka šīs izmaiņas klimatā mēs jau varam novērot paši, jo mainās gadalaiku izpausmes un nokrišņi, mainās daba.

Zinātne ir nonākusi pie sprieduma, ka klimata izmaiņas ir realitāte un ka pie tā vainojama tieši cilvēku rīcība, tāpēc arī mūsu atbildība ir darīt visu iespējamo, lai planētas klimats iegūtu sākotnējo līdzsvaru. Lai to nodrošinātu, vidēji viens pasaules iedzīvotājs gada laikā nedrīkst radīt vairāk nekā 3,7 tonnas siltumnīcas efekta gāzu (SEG) jeb CO₂ un katru gadu šis rādītājs ir jāsamazina par 9%.

Lai samazinātu savu ietekmi uz klimatu, svarīgi ir dzīvot nosiltinātā mājā un enerģijas ieguvē neizmantojot fosilo enerģiju. Svarīgi privātās automašīnas vietā ikdienā izmantot sabiedrisko transportu un pēc iespējas mazāk lidot, īpaši jau tur, kur var nokļūt ar vilcienu un autobusu.[e][f][a]

Materiāli un metodes

Ēkas energoefektivitāte ir nenoteikts jeb relatīvs enerģijas daudzums, kas nosaka konkrētas ēkas vajadzības – apkures, ventilācijas, dzesēšanas, apgaismojuma, karstā ūdens apgādes utt. Veicot izpēti ēkām tiek veikti, testa tipa analīze, dokumentācija, kas ir nepieciešama novērtējot ēku kopumā. Analīzes galvenais nosacījums - novērtēt ēkas kopējo stāvokli iekļaujot tās projektu, gadu vai gadsimtu, kad tā tika uzbūvēta un projektēta. Tā kā katra ēka ir individuāla un atšķirīga, tad arī energoefektivitātes rādītāji, zudumi un citi rādītāji būs atšķirīgi. Līdz ar to energoefektivitātes pasākumi, kuri būs veicami katras ēkas ietvaros, būs dažādi. Ēkas energoefektivitāti izsaka kilovatstundās uz kvadrātmetru gadā (kWh/m² gadā). [a][c]

Lai noteiktu ēkas energoefektivitāti, tiek ņemti vērā sekojoši faktori:

- Norobežojošo konstrukciju siltumvadītspēja;
- Apkures sistēma un dzesēšanas sistēma;
- Karstā ūdens apgādes sistēma;

- Gaisa kondicionēšanas sistēma;
- Iebūvētās apgaismes sistēmas (apgaismošana);
- Ventilācija un norobežojošo konstrukciju gaisa caurlaidība;
- Atrašanās vieta un orientācija uz debess pusēm;
- Saules ietekme;
- Ārējie klimatiskie apstākļi;
- Labas energoefektīvas ēkas priekšnoteikumi ir sekojoši:
- Ilgstspējīga ēka;
- Enerģiju taupoša ēka;
- Videi draudzīga ēka;
- Laba iekštelpu gaisa kvalitāte;
- Ekonomiski izdevīga.

Rezultāti un to izvērtējums

Tehnoloģiju un metožu daudzveidība un dažādība sniedz iespēju īstenot renovācijas darbus, pielietojot pasīvas ēkas tehnoloģiju iespējas, piemēram, veicot rekonstrukcijas darbus. Pasīvas ēkas būvniecības darbus spēj veikt, kā arī izstrādāt noteiktus energoefektivitātes projektus, tikai sertificēti speciālisti, tādā veidā garantējot kvalitatīvi izpildītu darbu. Dabiskaie siltuma enerģijas iegūšanas avoti ir organiskie un minerālie dabas materiāli – nafta, gāze un ogle. Materiāli tiek pielietoti ar statēģisku faktoru, krājumi ir ierobežoti. Iegūstamo enerģijas resursu izlietoti apkurei, sasildītot rūpnīcas vai sadzīves vajadzību ēkas. Ēku rekonstrukcijas pasākumi, izmantojot pasīvu ēku komponentes, tiek klasificēti sekojošā veidā:[b]

- Ēkas siltināšana;
- Ēkas hermetizācijas pasākumi;
- Blīvi logi;
- Ventilācijas sistēma (augstas efektivitātes);
- Noteiktu atjaunojamu enerģijas resursu piegāde un izmantošana

Energoefektīvie risinājumi

Vairāku mūsdienu enerģētikas problēmu risinājums. Ir pieejamas vairākas tehnoloģijas, kā uzlabot enerģijas resursu patēriņu, kā modificēt resursu izmantošanu daudz efektīvāka veidā, nepatērējot tos, kā arī samazinot naudas līdzekļu ieguldījumus. Ņemot vērā augstākminētos faktus, Eiropas valstis, kā arī pasaules valstis, meklē risinājumus enerģētikas problēmjautājumu risināšanai, pievēršot uzmanību alternatīvām resursu izmantošanas metodēm.

Ēkas tiek klasificētas noteiktās energoefektivitātes klasēs – no A līdz F klasei. Jo augstāka ir ēkas energoefektivitātes klase, jo tās ekspluatācijas izmaksas uz apkuri ir zemākas. Ar A klasi tiek klasificētas noteiktas “jaunās paaudzes” ēkas – pasīvas mājas, kuras minimāli izmanto apkures sistēmu. To apkurei izmanto pasīvo enerģiju – sadzīves tehnikas siltuma enerģiju, elektrisko priekšmetu siltuma enerģiju, cilvēka siltuma enerģiju, kā arī minimāli izmanto apkuri – slēdz radiatorus ziemas nakts laikā. [a][b][c]

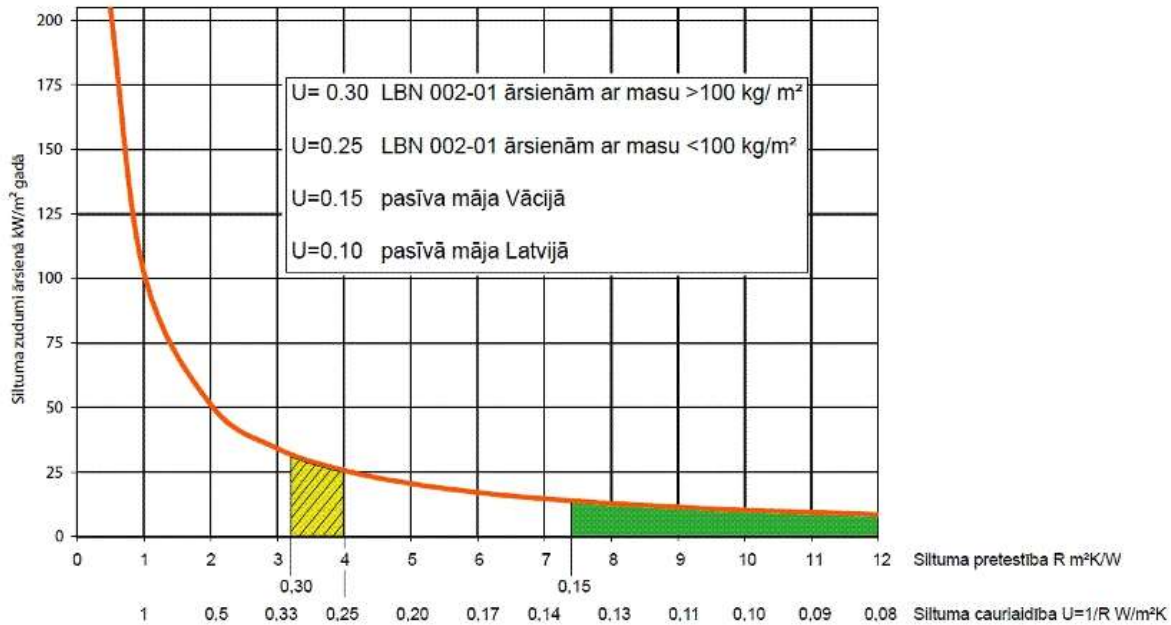
Pasīvas ēkas kritēriji:

- Siltumenerģijas patēriņš mazāks par 15kwh/m² vai 10w/m² siltumslodze.
- Dzesēšanas enerģijas patēriņš atbilst siltumbeģijas patēriņam plus no klimata atkarīgai mitruma regulēšanai.
- Primārās enerģijas patēriņš iekārtām (apkure, dzesēšana, karstais ūdens, mājsaimniecības elektrība).
- Gaisnecaurlaidība maksimums 0,6 gaisapmaiņas kārtas stundās pie 50 Pa spiediena (kas ēkā tiek parbaudīts ar spiediena testu gan pārspiediena, gan zemspiediena).

- Vasaras komforts visās dzīvojamajās telpās jābūt termālajam komfortam visa gada laikā ne vairāk kā 10% pārkarstot par 25 grādiem.
- Projektēšana,energoefektīva.

[d][f]

Pasīvas mājas salīdzinājums Latvijā un Vācijā



[e]

Galvenie energoefektivitātes paaugstināšanas veicamie pasākumi:

- Jumta izolācija (jumta seguma izolācija);
- Sienu izolācija;
- Grīdas izolācija;
- Logu siltumvadīšanas koeficients;
- Ēkas hermetiskums.

Siltuma zuduma apjoma ir atkarīgs galvenokārt no:

- Logu daudzuma, logu pakešu un rāmju biezuma;
- Jumta izolācijas slāņa neesamību vai izolācijas materiāla siltumvadīšanas koeficientu;
- Sienu izolācijas slāņa neesamību vai izolācijas materiāla siltumvadīšanas koeficientu;
- Grīdas izolācijas slāņa neesamību vai izolācijas materiāla siltumvadīšanas koeficientu;
- Ēkas kopējā hermētiskuma.



Ēku kompleksu efektivitāte faktori:

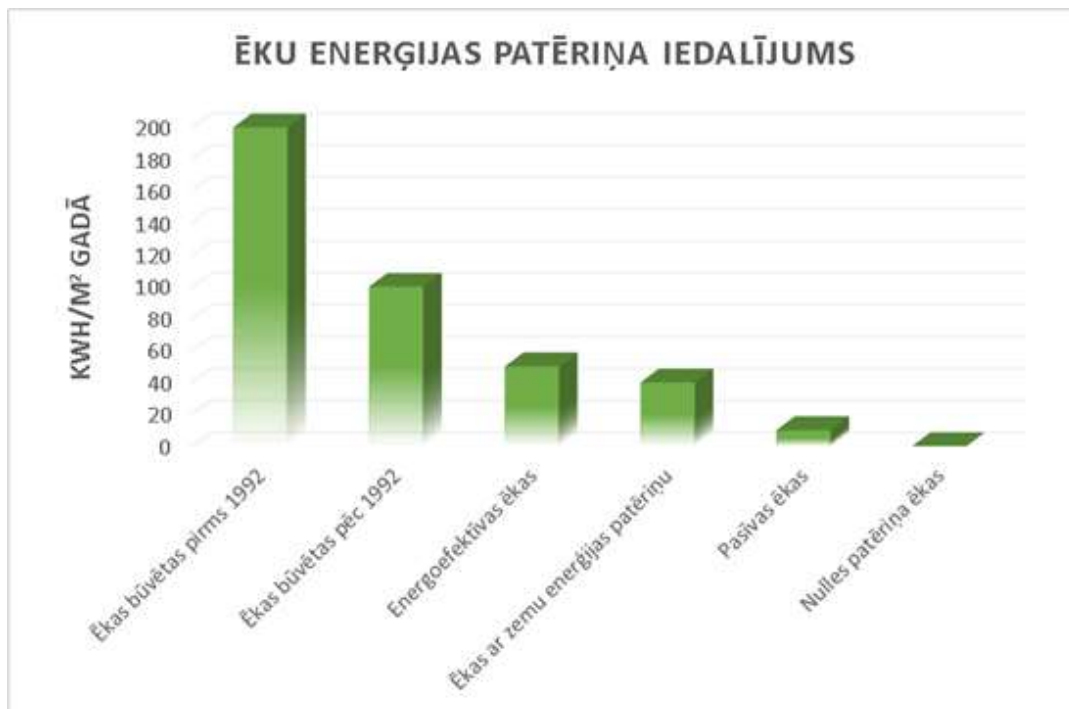
- Kompakts lielums;
- Īss ceļš līdz darbam, centram utt.;
- Sociālais līdzsvars;
- Īss ceļš līdz sabiedriskajam transportam;
- Dabīgā apgaismojuma maksimāla izmantošana;
- Saules enerģijas maksimāla izmantošana;
- Apkārtējās vides kaitīguma minimalizācija utt.[e][f]

Ēkas energoefektivitātes uzlabošanai izmanto šādas metodes un tehnoloģijas rezultātu iegūšanai:

- Siltumizolācija;
- Norobežojošo konstrukciju siltumizolācija;
- Ventilācija (sekmē siltuma zudumu mazināšanos, vienmērīgas gaisa plūsmas uzturēšanu);
- Siltuma zudumu mazināšana, uzlabojot būvniecības kvalitāti;
- Siltuma zudumu mazināšana (siltuma tiltiņu veidošanās iespēju mazināšanās);
- Modernu materiālu izmantošana (piemēram, hidroforu materiālu izmantošana);
- Ekoloģiski tīru materiālu izmantošana;
- Atjaunojošos resursu enerģijas izmantošana utt.[c][b]

Enerģiskās klases tiek raksturotas sekojošā veidā:

- A klase – nulles enerģijas ēkas prasības;
- B klase – apkures energoefektivitāte nepārsniedz 40 kWh/m² gadā;
- C klase – apkures energoefektivitāte nepārsniedz 50 kWh/m² gadā;
- D klase – apkures energoefektivitāte nepārsniedz 60 kWh/m² gadā;
- E klase – atbilst vidējam patēriņam;
- F klase – atbilst noteiktam pieļaujamam enerģijas patēriņa līmenim.[g]



[g]

Šobrīd aktuāla ir Oglekļa mazietilpīgā attīstība jeb (low carbon development) jeb tā sauktais **OMA**-nozīmē pakāpenisku pāreju uz oglekļa mazietilpīgu ekonomiku kas rādīs minimālu siltumnīcas efekta gāzu noplūdi (SEG) ,sevišķi oglekļa dioksīda (CO₂),emisijas.

Tādējādi pārdomāti īstenotai OMA var būt ne vien pozitīva ietekme uz klimatu un vidi, bet arī ekonomiku un sociālo sfēru.[h][a]



Secinājumi

Energoefektivitāte ir noteikti pasākumi, kuri ir vērsti uz ekspluatācijas izmaksu mazināšanu, līdz ar to ietekmējot pieejamo resursu izmantošanu. Ēkas tiek klasificētas noteiktās energoefektivitātes klasēs – no A līdz F klasei. Jo augstāka ir ēkas energoefektivitātes klase, jo tās ekspluatācijas izmaksas uz apkuri ir zemākas. Ar A klasi tiek klasificētas noteiktas “jaunās paaudzes” ēkas jeb “pasīvās mājas”, kuras minimāli izmanto apkures sistēmu. To apkurei izmanto “pasīvo enerģiju” – sadzīves tehnikas siltuma enerģiju, elektrisko priekšmetu siltuma enerģiju, cilvēka siltuma enerģiju, kā arī minimāli tiek izmantoti papildu apkures sistēmas komponenti. Mājsaimniecības papildus apkures komponentus (radiatorus) izmanto, atsevišķos gadījumos, piemēram, aukstas ziemas nakts laikā. Līdz ar to, renovējot ēkas, rodas nepieciešamība izmantot energoefektīvus materiālus, lai nodrošinātu siltumizolāciju, siltuma enerģijas taupīšanu un izmaksas uz apkuri. Radot mājas, kas ir energoefektīvas, pasaulē tiktu mazināts dabas izsmeļamo resursu patēriņš.

Summary

Energy efficiency is a set of definitely activities, which are aimed at exploitation to reduce its costs, thus affecting the use of available resources. Buildings are classified in certain energy efficiency classes – from class A to F. The higher is the energy efficiency classes of the building, the lower is operating costs on heating. With a class A, certain “new generation” buildings are classified in “passive houses”, which minimally use the heating system . They use “passive energy” for heating e.g. heat energy for household appliances, the electrical energy of the objects, human heat energy, as well minimly is used other heating system componets (radiators). Households use radiators in some special cases, such as during high winter nights. Consequently, renovating the building, there is a need to use energyefficient materials, to provide thermal insulation, heat energy saving and to reduce heating costs. Creating an energy efficient houses could reduce the consumption of exhaustive natural resources in the whole world.

Literatūra un avoti (Bibliography)

1. Energoefektīvo ēku risinājums Latvijas klimatiskajos apstākļos
http://www.rea.riga.lv/files/REA_diskusija_27-02-2013_Jurgis_Zemitis.pdf
2. Ēku energoefektivitātes paaugstināšana
http://www.bef.lv/fileadmin/media/Publikācijas_Klimats/2008_eku_energoefektivitates_paaugstias.pdf
3. Ēku energoefektivitāte https://www.em.gov.lv/lv/nozares_politika/majokli/eku_energoefektivitate/
4. Kas ir pasīva māja http://sinergomajas.lv/kas_ir_pasiva_maja/
5. Metodiskie norādījumi Latvijas būvnormatīva LBN 002-01 „Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika” izpildei <http://petijumi.mk.gov.lv/sites/default/files/file/MetNor-Siltumt-LBN-002.pdf>
6. Passive house Latvia <http://www.passivehouse.lv/energoefektivitate/>
7. Классы энергоэффективности зданий - <http://enargys.ru/klassyi-energoeffektivnosti-zdaniy/>
8. Фадеева Г. Д., Пыж Е. В., Железняков Л. А. Методы повышения энергоэффективности зданий // Молодой ученый. — 2014. — №2. — С. 214-216.

TYPE DISTRIBUTION RELATED TO PYROLYSIS TECHNOLOGY RIEPU OTRREIZĒJA PĀRSTRĀDE PIROLĪZES TEHNOĻIJĀ

Ieva MEĻEHINA

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV 4601, Latvija
e-pasts: bakiys20@inbox.lv

Edmunds Teirumnieks, Dr.sc.ing., profesors
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. *Recycling operations for scrap tire waste are of great concern to humankind.*

An urgent problem today is the lack of information about the importance of recycling for climate mitigation. Every year, the sheer product of tire and its heterogeneous composition prompts people to promote the principles of new technology introduction. The study assessed the importance of processing in relation to the composition of final products obtained at the end of the pyrolysis plant's operational process. [2]

During the process, four types of starprints are created, each with different functions. The resulting intermediate principles relate to energy sources and chemicals that are analyzed every time after acquisition. Tailor-made final products The goal of the work is increasingly being sought, seeking new adaptations to develop the performance of Pyrolysis reactors, which recycles end-of-life tires. Emissions of air pollutants have been evaluated. Pyrolysis final product yields with improved machine capacity.

Keywords: *Pyrolysis; tire waste; Pyrolysis reactors*

Ievads

Metāllūžņu riepu atkritumu otrreizējas pārstrādes darbības rada lielas bažas cilvēcei.

Aktuāla problēma mūsdienās ir informācijas nepietiekamība izpratne par otrreizējās pārstrādes svarīgumu klimata mazināšanas kaitīgumu.[1]

Neizmantojamie atkritumu atlikumi ir otrreizējie materiālie resursi, kuru izmantošanai ir nepieciešamas ieviest jaunas tehnoloģijas. Otrreizējo izejvielu resursi konkrētas izejvielas iegūstamos daudzumus. [3,4]

Katru gadu riepu milzīgais ražojums un to neviendabīgais sastāvs cilvēkiem liek veicināt jaunas tehnoloģijas ieviešanas principus. Pētījuma laikā izvērtēts tika pārstrādes svarīgums attiecībā uz Pirolīzes iekārtas darbības procesa beigās iegūtajiem galaproduktu sastāviem. [1]

Procesa laikā veidojas četru veida starpprodukti, kuri viens no otra veic atšķirīgas funkcijas. Iegūstamie starpprodukta principi saistīti ar enerģijas avotiem un ķīmiskām vielām, kuras tiek izanalizētas katru reizi pēc iegūšanas. Riepu iegūtajiem galaproduktiem iedalās frakcijas: šķidrā, gāzveida un cietā frakcija.[4]

Darba mērķis aizvien biežāk, tiek meklēti jauni pielietojumi izstrādājot Pirolīzes reaktoru darbošanās jaudīgumu, kurā tiek pārstrādātas nolietotas autoriepas. Izvērtēti gaisa emisijas piesārņojuma vielas. Pirolīzes procesa gala produkta iegūstamie apjomi ar uzlabotu iekārtas jaudu.[6]

Materiāls un metodes

Termiskās pārstrādes process viens no termiskās pārstrādes procesa, kurā netiek pievadīts skābeklis. Pirolīzes tehnoloģija plaši tiek izmantota riepu otrreizējā pārstrādes uzņēmumos. Pirolīzes procesā pie noteiktām temperatūrām notiek kaučuka destrukcija, kuras rezultātā rodas: eļļas; gāze; ogle. [2]

Pārbaudes apstākļi

Pirolīzes pārstrādes iekārtas process

Pirolīzes process - izejviela autoriepas.

Pārbaudes apstākļi 500 kg riepas

Retortes vide – dīzeļdegviela, pirolīzes gāze.

Temperatūra – 200 – 550 °C
Cikla ilgums – 8 – 12 stundas.

Darba gaita

Retorte sagatavota darbam atbilstoši tās ekspluatācijas instrukcijai. Pārbaudi veic trim maiņas retortēm. Uzpildīta (vertikālā stāvoklī) retorti aizver ar hermētisko vāku un pārbauda blīvējumu ar saspiesto gaisu. Retorti ievieto krāsnī iespējams - aukstā vai karstā krāsnī. Krāsns sildīšanai izmantot gāzi vai cieto kurināmo. [1,4]

Pirolīzes procesā beigām norāda temperatūras un spiediena rādītāji, krāsns stabilizēšana. Nepārtraukta darbība kas samazina gāzes patēriņu krāsns sildīšanai. Krāsns odere-mūris izgatavots no uguns drošiem ķieģeļiem-blokiem. [2]

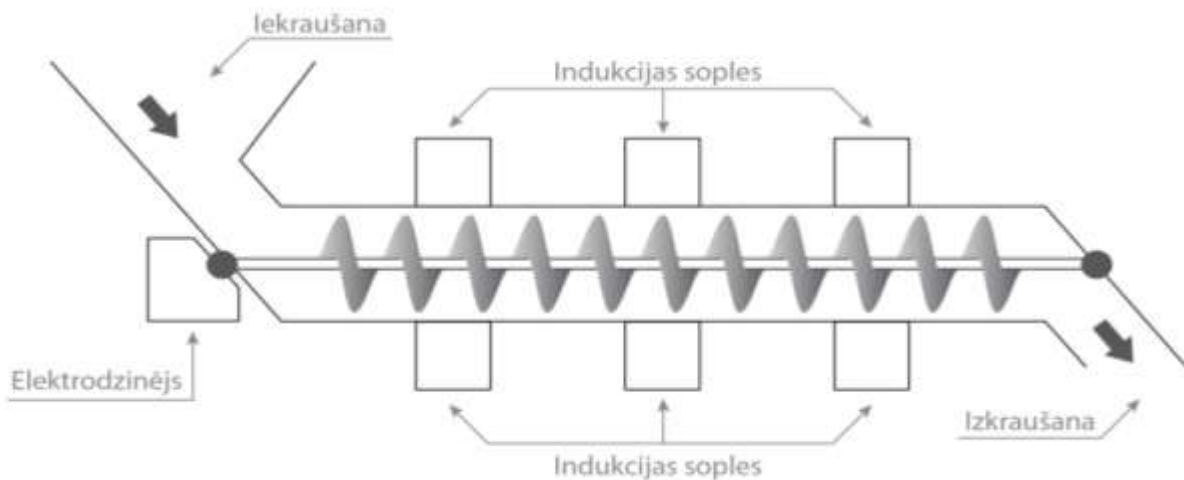
Pirolīzes eļļa - periodiski ar eļļas sūkni tiek pacauruļvadiem nosūtīta uz noliktavas tvertnēm. Retorte pēc atdzišanas tiek izkrauta ar apgāzēju uz vibrosieta metāla korda atdalīšanai no tehniskā oglekļa. [4]

Izkraušanas laikā darbojas putekļu nosūcējs kas nepieļauj oglekļa putekļu nokļūšanu dabā.

Rezultāti un to izvērtējums

Analizējot produkcijas derīgo iznākumu, ievērojot galvenos faktorus jeb apstrādes tehnoloģiju izvēle un tās pogrēšivātātes iespējas. Lai iegūtu integrālu pastāvošu tendenču izvērtējumu objektā, savstarpēji jāsalīdzina ražošanas efektivitātes rādītāji: materiālietilpība; fondietilpība; darba ražīgums. Izgatavošana ir atkarīga no konstrukcijas, ražošanā izmantojamo materiālu īpašībā, tehnoloģijas kvalitātes līmeņa, ražošanas un vadīšanas organizātora. [3]

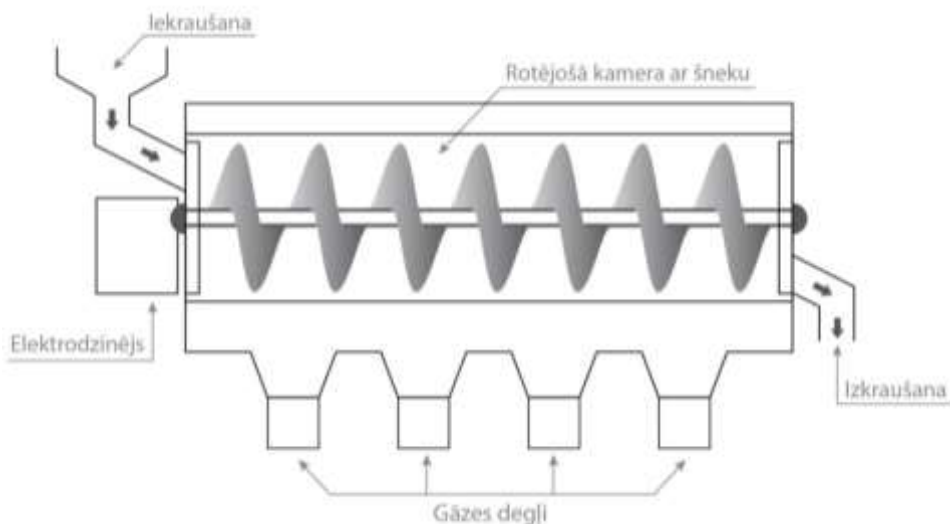
Nolietoto autoriepu pārstrādes nepārtrauktās darbības pirolīzes iekārta parādīta 1.attēlā.



1.attēls. Elektroinduktīvais šneka tipa pirolīzes reaktors

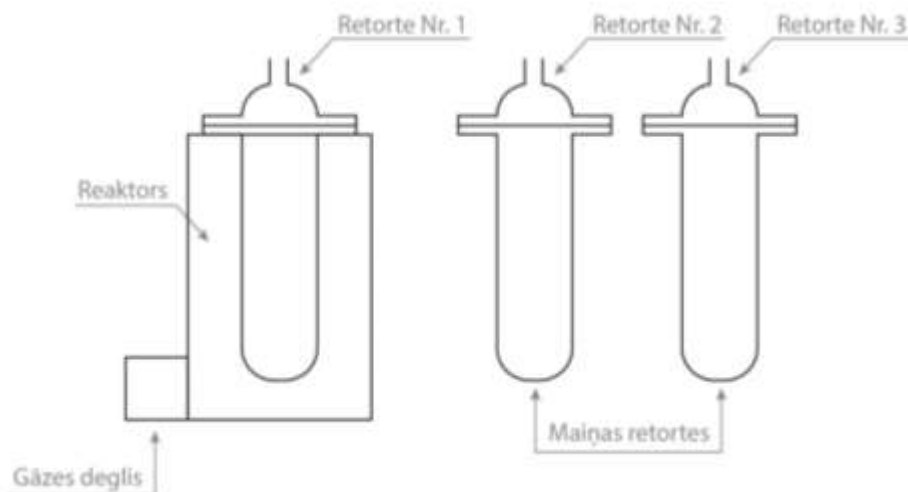
Reaktorā riepās jāsmalcina līdz pārslu izmēram, lielu energopatēriņu apmēram 200kW, karsēšana notiek elektroinduktīvajā laukā. 1. attēlā redzamā pirolīzes shēma. [4]

2.attēla tipa reaktoram riepās jāsmalcina līdz pārslu izmēram, vajadzīga jauda apm. 200kW.



2.attēls. Rotējošais šneka tipa pirolīzes reaktors

Standarta retoršu tipa reaktoram, riepas nav jāsmalcina, tikai jāsgriež apm.15kw.



3.attēls. Retoršu tipa pirolīzes reaktors

Rezultāti

Ražošanas atlikumu daudzums ir tieši atkarīgs no tehnoloģisko procesu, iekārtas, darba organizācijas kvalitātes, strādnieku un inženiertehnisko darbinieku ekonomiskās ieinteresētības maksimāli pilsvērtīgi un racionāli izmantot izejvielas un materiālus.[3] Sabalansētam ražošanas procesam būtu nepieciešams izmantot 4 pirolīzes reaktorus ar 3 retortēm katram. Iegūstot ražošanas jaudu - 2500 - 3000 tonnu autoriepu gadā. [4] Pārstrādājot iegūst: pirolīzes eļļu 875-1050 tonnām; tehniskā oglekļa 875 - 1050 tonnām; metāllūžņu 350 līdz 420 tonnām, gadā. Četru reaktoru ražotnei izstrādātā pirolīzes gāze ir sabalansēta līmenī un nepārtrauktās darbības laikā neizmantojotās gāzes atlikums ir līdz 20%, ar ko pietiek elektroenerģijas ražošanai reaktoru darbības nodrošināšanai[2]

Pirolīzes gala produkti

Pirolīzes gāze izmantojama procesa nodrošināšanai pēc sastāva tuva dabasgāzei (naftas atradnēs) satur Metānu, ūdeņradi un citas gāzes. [4]

Metāllūžņi metāla kods nododams pārstrādei (metāllūžņi).

Tehniskais ogleklis atlikums izmantojams kā kurināmais vai kā sastāvdaļa gumijas ražošanā (gumijas sastāvā 30%) kā arī metalurģijā kā oglekļa piedeva tērauda ražošanā. Tehniskās ogles parametri aplūkoti 2.tabulā.

Pirolīzes eļļa plašas izmantošanas iespējas, izejviela polimēru produktu ražošanā, arī šķidrās kurināmais. [4]

1.tabula

Rezultātu apkopojums pirolīzes eļļai

Pirolīzes eļļa		
Nr.	Iegūšanas metode	Siltumspēja (kCal/kg)
1	Gudrona apakšējā slāņa neitralizācija ar sorbentu	9703
2	Filtru servīta atkritumiem	9340
3	Kuģu degvielas tvertnes tīrīšanas atkritumiem	9827
4	Nolietotām auto riepām	9670
5	Gudrona augšējā "ūdens slāņa neitralizācija sorbentu"	9700

2.tabula

Pirolīzes iegūstajai oglei noteiktie parametri

Parametrs	Mērvienība	Rezultāts	Nemoteiktības kļūda
Mitruma daudzums, W_{ar}	%	1,1	$\pm 0,3$
Pelnu saturs sausam materiālam A_{dry}	%	13,0	$\pm 2,0$
Siltumspēja augstākā pie $V=const Q_{gr ar}$	GJ/ton	29,26	$\pm 1 \%$
	Kcal/kg	6988	
	MWh/ton	8,13	
Siltumspēja zemākā pie $P=const Q_{net ar}$	GJ/ton	27,94	$\pm 1 \%$
	Kcal/kg	6672	
	MWh/ton	7,76	
Sēra saturs sausam materiālam, S	%	2,6	$\pm 0,2$
Hlora saturs sausam materiālam, Cl	%	0,032	$\pm 0,004$
Broms, saturs sausam materiālam, Br	%	0,20	$\pm 0,02$

3.tabula

Piesārņojuma līmenis pēc modelēšanas rezultātiem.

Viela	Gada vidējā koncentrācija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Diennakts koncentrācija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 stundu maksimālā koncentrācija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stundas koncentrācija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Oglekļa oksīds	-	-	322	-
Slāpekļa dioksīds	3,1	-	-	4,0
Sēra dioksīds	-	0,597	-	0,600
Cietās daļiņas	7,4	10,1	-	-
Smakas	5,7	-	-	-

Cietās daļiņas noteiktas 36 augstākā vērtība, sēra dioksīdam – diennakts 4 augstākā vērtība; slāpekļa dioksīdam noteikta stundas 9 augstākā vērtība- sēra dioksīdam - stundas 25.augstākā vērtība, smakai - stundas 98.08 procentiālā koncentrācija; nav datu par smaku emisiju avotiem ietekmes zonā. Modelēšana veikta ar programmu EnviMan (beztermiņa licence Nr. 0479- 7349-8007, versija Beta 3.0D) izmantojot Gausa matematisko modeli. Datorprogrammas izstrādātājs ir OPSIS AB (Zviedrija). Aprēķinos ņemtas vērā reljefa īpatnības un apbūves raksturojums. [2,4].

Riepu pirolīzes iegūtā gāzes. rezultāti apkopoti zemāk esošajā 4.tabulā.

4.tabula

Pirolīzes gāzei (iegūta no riepu pirolīzes processa)

Rādītājs	Mērvienība	Rezultāts
Izmešu avota pievada diametrs mēģināšanai	M	0,30
Izmešu temperatūra	C	231
Izmešu plūsmas ātrums	m/s	11,8
Skābeklis	%	17,1
Oglekļa monoksīds	mg/m ³	43
Slāpekļa oksīds	mg/m ³	93
Sēra dioksīds	mg/m ³	15
Cietās daļiņas (putekļi)	mg/m ³	8,1
Kopējais organiskais ogleklis	mg/m ³	1,6
Hlorūdeņradis	mg/m ³	<0,001
Fluorūdeņradis	mg/m ³	<0,001

Dūmgāzu mērījumos tika noteikti ar dūmgāzu plūsmas fizikālie parametri – izmešu temperatūra 231 °C, izmešu plūsmas ātrums 11,7 m/s, reālā gāzes plūsma 0,83 m³/s. Šādi parametri tika izmantoti arī piesārņojošo vielu izkliedes modelēšanā. Piesārņojošo vielu emisijas aprēķināta, balstoties uz dūmgāzu mērījumiem un dūmgāzu plūsmas fizikālajiem parametriem. [4]

Secinājumi

Reaktori var ievērojami ietekmēt Pirolīzes efektivitāti produktu kvalitāti un iznākumu.

Reaktoru tipu veidiem katram ir savas īpatnības un priekšrocības.

Salīdzinot retortes darbības beigās, iegūstamo galaprodukta izkraušanas laikā, darbojas putekļu nosūcējs kas nepieļauj oglekļa putekļu nokļūšanu dabā, kas nodrošina videi draudzīgu darbošanos procesa izpildes gala rezultātu.[6]

Izpētot darbības procesu Pārstrādājot 1 tonnu nolietotu auto riepu, tiek iegūts līdz 350 kg šķidrās kurināmās degvielas (pirolīzes eļļa), līdz 350 kg tehniskā oglekļa, līdz 160 kg pirolīzes gāzes un līdz 140 kg metāla korda (metāllūžņi) [2]

Izpētot dažādu reaktoru darbības, kopsavilkumā tika iegūta informācija lai izstrādātu jaudīgu pirolīzes reaktoru, kurā tiek pārstrādātas nolietotas autoriepas [4]

Kopsavilkums

The reactor is a very important part of the pyrolysis process. Over the years, the innovation and technological advancement of pyrolysis has advanced considerably. Researchers have developed and studied different reactors and processes to the point where pyrolysis is now an acceptable technique to the deriving of gaseous, liquid, solid fuels, and chemicals. Reactors can have a significant effect on the effectiveness of pyrolysis, product quality and productivity. However, each reactor type has advantages and limitations.

Literatūra

1. Zaļā josta “Cilvēks atkritumi vide” Rīga, 2014
2. Latvijas Atkritumu saimniecības asociācija “Atkritumu saimniecības pamati” Rīga, 1998
3. Niedrītis, J. „Dabas vides aizsardzība un ekonomika” – Rīga: Latvijas Universitāte Ekoloģiskais centrs, izglītības apgāds “Vide” Rīga, 1993
4. Dokumentācija, nepubliskota informācija no uzņēmuma Sia „E -Daugava Tehnoloģiskā instrukcija – Pirolīzes ražotne
5. <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/171866/171866.pdf>
6. http://www.iaeng.org/publication/WCE2014/WCE2014_pp979-985.pdf

MEŽA KVALITĀTES IZPĒTE MALTAS PAGASTĀ FOREST QUALITY RESEARCH IN MALTA MUNICIPALITY

Autore: **Ina ŠEMBELE**, e-pasts: victoria193@inbox.lv, telefons: 27192017
Zinātniskā vadītāja: **Ērika, Teirumnieka, Mg.chem.**, e-pasts: erika.teirumnieka@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV4601

Abstract. *The scientific article contains information about forest stands in the territory of the Malta parish. In the field studies in the plots, the quality of black alder, birch, pine and fir trees has been assessed according to the height, the average, basement area and the number of trees in the plot, and the tree stock is estimated. In general, the quality of forests in the territory of the Malta parish is considered to be good. Problems were detected in the furrows, since after removing the part of valuable materials, the furrows have left branches that are a place of pest control and a potential threat to forest stands. Areas without forest restoration were found.*

Keywords: *forest quality, renewal, biodiversity.*

Ievads

Mežs ir mūsu nacionālā bagātība. Tas aizņem gandrīz pusi Latvijas teritorijas. Meža daudzums un tā kvalitāte nodrošina ne tikai vietēji patēriņu, bet ieņem arī ievērojamu vietu ārējā tirdzniecībā. Mežs, kā atjaunojams dabas resurss, nodrošina pamatu ilgtspējīgai attīstībai. Meži Maltas pagastā pilda nozīmīgas ekoloģiskās, ekonomiskās, sociālās un kultūras funkcijas. Lai saglabātu esošo resursu pagasta teritorijā, nodrošinātu tā racionālu izmantošanu gan saimnieciskajām, gan rekreācijas vajadzībām, kā arī saglabātu meža bioloģisko daudzveidību un ainaviskās vērtības, nepieciešams veikt tā kopšanu un atjaunošanu. Viens no svarīgiem posmiem iepriekšminēto uzdevumu izpildīšanā ir esošās situācijas regulāra apzināšana. Pētījumu rezultāti dod informāciju kādi meža apsaimniekošanas darbi ir jāveic, cik liela ir jau veikto pasākumu efektivitāte.

Maltas pagasta vispārīgs raksturojums

Pagasta kopējā platība: 8983 ha, tajā skaitā: meži – 2874,6 ha, lauksaimniecības izmantojamā zeme – 4486,6 ha. Iedzīvotāju skaits: 3102 (uz 01.01.2014).

Maltas pagasts atrodas Rēzeknes novada dienvidu daļā 21 km attālumā no Rēzeknes un 210 km attālumā no Rīgas. Pašvaldība robežojas ar Rēzeknes novada Feimaņu, Pušas, Mākoņkalna, Lūznavas un Silmalas pagastu. Pagasts atrodas izdevīgā ģeogrāfiskā stāvoklī: Maltas ciemu šķērso automaģistrāle Sanktpēterburga – Viļņa; pašvaldības teritoriju šķērso dzelzceļš Sanktpēterburga – Varšava ar dzelzceļa staciju Malta. Attālumi līdz lielākajām Latgales novada pilsētām: Daugavpils – 71 km, Ludza – 47 km, Krāslava – 62 km. Caur Maltas pagasta teritoriju tek upe Malta, pagasta teritorijā lielākais ir Černostes ezers – platība 213,3 ha (kopā ar salu) [2].

Meža raksturojums Maltas pagastā

Mežs ir sarežģīta ekosistēma, ar vairākstāvu uzbūvi- augšējo aizņem koki, tiem seko krūmi un sīkkrūmi, lakstaugi un viszemāko veido sūnas, ķērpji un sēnes, kas aug nevien augsnē, bet arī uz kokiem. Mežs rada labvēlīgu vidi daudzu zīdītāju, putnu, kukaiņu sugu un citu dzīvo būtņu eksistencei.

Mežus dabiskajās augtenēs pēc augšanas apstākļiem, galvenokārt augsnes auglības un mitruma, iedala trijās augšanas apstākļu tipu (edofiskajās) rindās:

- ❖ Sausie meži, kas aug uz normāla mitruma minerālaugsnēm (sausieņi);
- ❖ Meži uz slapjām minerālaugsnēm (slapjaini);
- ❖ Meži uz slapjām kūdras augsnēm (purvaini) [3].

Meži Maltas pagastā aizņem 2873,8 ha jeb 32 % no pagasta teritorijas kopplatības. Dabas un vēsturiskie apstākļi noteikuši nevienmērīgu mežu platību sadalījumu teritorijā. Pārsvārā meži ir izvietojušies pagasta dienvidaustrumu un austrumu daļā, kā arī Maltas upes labajā krastā no Maltas līdz Leimanišķiem. Galvenokārt ir izplatīti skujkoku meži. Pagasta meža struktūru veido mežaudze – 2955,9 ha (ar kopējo koksnes krāju 609 tūkst.m3), izcirtumi – 187,3 ha, iznīkusi audze – 3,5 ha un bojāta audze – 0,6 ha. Pēc meža augšanas apstākļu tipa izplatītākās ir mežaudzes ar sausām minerālaugsnēm (sausieņi) – 1859,9 ha, (tai skaitā damaksnis – 1045,6 ha un vēris 507,7 ha). Purvaiņi aizņem 496,8 ha (tai skaitā niedrājs – 354,5 ha, dumbrājs – 105,9 ha), kūdreņi – 451,5 ha (tai skaitā šaurlapu kūdrīņai – 346,9 ha, platlapju kūdrīņai – 100,4 ha), āreņi – 88,8 ha, bet slapjāiņi – 58,9 ha [4].

Mežaudžu raksturojums

Mežaudzēs procentuāli lielāko daļu aizņem skujkoki – 68% (416,752 tūkst. m3), savukārt lapu koki - 32% (339,158 tūkst. m3, tai skaitā mīkstie lapu koki 192,158 tūkst.m3). Procentuāli lielākā koksnes krāja ir priedei – 46,83% (285,241 tūkst. m3) un bērzam – 23,97% (146 tūkst. m3). Egle veido 21,59% (131,511 tūkst. m3) mežaudzes, baltalksnis – 4,82% (29,391 tūkst m3), apse – 1,78% (10,834 tūkst. m3) un melnalksnis – 0,95% (5,8 tūkst m3). 72,6% no kopējās mežaudzes ir vecumā no 51 līdz 110 gadiem (442,195 tūkst. m3), līdz 50 gadiem ir 24% (146,430 tūkst. m3), bet 111 gadu un vairāk ir 3,4% (168,8 tūkst. m3) mežaudzes koksnes krājas [5].

Materiāli un metodes

Maltas pagastā meža kvalitātes izpētei parauglaukumi tika izvēlēti- Jaudzemi, Barauha, Višķeri un Regži. Parauglaukumos tika noteikts koku augstums,caurmērs, mērīto koku skaits un šķērslaukums. Iegūtie rezultāti ir apkopoti 1 tabulā. Parauglaukumi atzīmēti 1. attēlā.



1. attēls. Maltas pagasta karte

1.tabula

Meža kvalitātes izpētes rezultāti

	Augstums (H), m	Caurmērs (d), cm	Koku skaits (N)	Šķērslaukums (g), m ²
Jaudzemi (Baltalksnis)	20,8	19,0	1	0,300
	24,5	24,0	1	0,452
	23,2	20,6	1	0,0314
	17,1	16,5	1	0,0201
	18,4	18,4	1	0,0282
Barauha (Priede)	22,5	22,0	1	0,0352
	26	25,0	1	0,0531
	29	28,0	1	0,0616
	31	30,0	1	0,0792
	29	28,0	1	0,0616
Višķeri (Bērzs)	24,0	23,0	1	0,0352
	22,0	20,0	1	0,0314
	27,0	28,0	1	0,0616
	23,5	23,0	1	0,0398
	28	27,5	1	0,0601
Regži (Egle)	21,0	20,0	1	0,0314
	17,0	16,0	1	0,0201
	23,0	24,0	1	0,0452
	26,5	28,0	1	0,0616
	31,5	32,0	1	0,0804

Rezultāti

Caurmēra summa $D = \sum(d \times N)$, kur:

d-caurmērs;

N-koku skaits.

Jaudzemi

$$D = \sum(d \times N) = 98,5 \times 5 = 492,5$$

Barauha

$$D = \sum(d \times N) = 133 \times 5 = 665$$

Višķeri

$$D = \sum(d \times N) = 121,5 \times 5 = 231,5$$

Regži

$$D = \sum(d \times N) = 120 \times 5 = 600$$

Kokaudzes krāja (M)

Atsevišķo koku stumbru tilpumu summa, ko izsaka 3 m/ha. Aprēķina pēc formulas

$$M = k \cdot G \cdot (H + 4), \text{ kur}$$

G – audzes šķērslaukums,

H – audzes vidējais augstums,

k – koeficients, kura vērtība atkarīga no koku sugas.

Koeficienta k vērtības ir sekojošas:

- ❖ priedei $k = 0,390$;
- ❖ eglei $k = 0,415$;
- ❖ bērzam $k = 0,385$;
- ❖ apsei $k = 0,405$;
- ❖ melnalksnim $k = 0,400$;
- ❖ baltalksnim $k = 0,380$ [1]

Pēc iegūtajiem pētījumu rezultātiem var secināt, ka kopumā mežu kvalitāte Maltas pagasta teritorijā ir laba. Problēmas ir kailcirsu vietās, jo pēc vērtīgo materiālu daļas izvākšanas, kailcirtēs ir atstāti zari, kas ir kaitēkļu savairošanās vieta un potenciālais apdraudējums mežaudzēm. Tika konstatētas teritorijas, kurās nav veikta meža atjaunošana. Bet tā kā labā stāvoklī ir dabiski atjunojušās meža teritorijas, kurās ir augsta koku daudzveidība, tad var prognozēt, ka patreiz neatjaunotās meža teritorijas spēs atjaunoties dabiski. No bioloģiskās daudzveidības un ainaviskās vērtības dabiski atjaunojušies meži ir vērtīgāki, bet no iegūstamā kokmateriāla viedokļa vērtīgāki būs mākslīgi atjaunotie meži.

Rekomendācijas meža apsaimniekošanai Maltas pagastā

- Maksimāli veicināt meža dabisko atjaunošanos;
- Nodrošināt aizsargājamo augu un dzīvnieku sugu dzīvotņu aizsardzību Maltas pagasta mežos;
- Saudzēt retos meža biotopus, tas ir ievērot atbilstošus saimnieciskās darbības ierobežojumus vai veikt bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai nepieciešamos pasākumus dabiskajos meža biotopos;
- Samazināt mežsaimniecības radīto traucējumu negatīvo ietekmi, tas ir maksimāli samazināt meža apsaimniekošanas intensitāti veģetācijas periodā un it īpaši aizsargājamo sugu atradņu tiešā tuvumā;
- Veicināt dabiskam mežam raksturīgo elementu sastopamību, tas ir saglabāt liela izmēra kokus, nākotnē palielinot to īpatsvaru.
- Apturēt meža biotopu samazināšanos, tas ir nodrošināt dabisko meža biotopu aizsardzību.

Secinājumi

1. Maltas pagastā visvairāk tiek ietekmēti meži.
2. Nepieciešamo resursu dēļ var vērot, ka lielākā daļa meža tiek iznīcināta.
3. Risinājums ekoloģiskā stāvokļa uzlabošanai ir mežu atjaunošana. Uzlabojot ekoloģisko struktūru mežā un apkārt tam.
4. Veicot apsaimniekošanu katrā kailcirtē, novākt zaru paliekas un izlīdzināt ceļus pēc smagām mežizstrādes mašīnām.
5. Secinot pēc iegūtiem rezultātiem mežs Maltas pagastā ir labs izņemot kailcirsu vietās.

Literatūras saraksts

1. Kokaudzes krājas koeficients
https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fweb.lv%2Fftp%2Fgrozs%2FPrakse%2FMeza_tipi.pdf&name=Meza_tipi.pdf&lang=lv&c=58861a1d871f&page=3 skatīts 27.11.2016
2. Maltas pagasta vispārīgs raksturojums <http://rezeknesnovads.lv/pagastu-parvaldes/maltas-pagasts/> skatīts 09.10.2016
3. Meža raksturojums Maltas pagastā Zigurds Saliņš Mežs-Latvijas nacionālā bagātība skatīts 16.10.2016
4. Meža raksturojums „Meža statistika 2005”, Valsts meža dienests, 2005 skatīts 18.10.2016
5. Mežaudžu raksturojums https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Fwww.ergonomika.lv%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F02%2F2015_Silkans.pdf&name=2015_Silkans.pdf&lang=lv&c=584475c35697 skatīts 18.10.2016

LASER AS A VISUALIZATION DEVICE LĀZERIS KĀ VIZUALIZĀCIJAS IERĪCE

Author: **Risham SINGH, Gurpreet SINGH**, E-mail: singhrisham93@gmail.com, Phone: +371 28131325

Scientific supervisor: **Dr.sc.ing. Peteris Grabusts**, E-mail: Peter.Grabusts@rta.lv

Rezekne Academy of Technologies
Faculty of Engineering
Rezekne, Latvia

Abstract: As known to the prior characteristics of the laser, the new advanced technologies are based on the lasers. It can be used in different ways like scanning, displaying, engraving, cutting, drilling, marking, and many more. In this article, a discussion is made about the use of lasers as a device of visualization in climatic conditions like snow, fog and heavy rain. The existing technology "LiDAR" is one of the systems that will be discussed. LiDAR is a Light Detection and Ranging device used for driving the autonomous vehicles and are also installed on aircrafts in order to scan a vast area like forest, cities, etc. Lidar has been contributing a lot to our intelligence of the Earth's atmosphere for the past few years [2]. But with so many features, this system has its own limitations, with some conditions such as in bad weather and unable to recognize the white color. In this research two types of red-lasers are being used i.e. Diode and He-Ne Laser, of wavelength 650nm & 632.8 nm respectively. Also a green diode laser of wavelength 532nm is used. With the help of these lasers, we will be able to conclude if the laser is able to reflect back from water, snow and fog or it will pass through them without detecting. With this, we can also justify the loss of power that laser generates.

Keywords: Diode-Laser, He-Ne Laser, Laser, LiDAR, Visualizing device.

Introduction

The process of emission of light based upon the optical amplification consisting of stimulated emission of electro-magnetic radiation makes a laser. They are of different types such as: - Gas, Solid, Semi-conductor and Liquid (Dye) lasers. As with the advancement of technology, lasers are the most common devices used in the present time [4]. They are used in every field such as weaponry, industrial, medical, teaching, defensive and many more [4]. Most common usage is for scanning, cutting, engraving, marking and aiming [4]. All of these use different classes of lasers, depending upon the required wavelength. For example, in scanners the class 1 laser of wavelength 650nm is used, as they are used for scanning paper only. But if we talk about cutting, engraving, marking or medical use, the wavelength of their laser is of high energy density, ranging more than 100W of power. And if we talk about the weaponry or defensive system, class 4 lasers are used with the wavelength more than 10064 nm, which are highly dangerous. So, the safety measures are mandatory to remember. In the present era, these laser systems are more preferred, as they are a time and money saving processes [4]. And the fact of this statement can be seen with an example of the autonomous vehicles operated now a day in many countries on the basis of LiDAR system that could be observed in Figure 1. LiDAR is a method of surveying an area by calculating the distance of an object by generating pulsed lasers and receiving it back on a sensor, as shown in Figure 2 [7]. Companies owning this technology on their vehicles are saving a lot of money, as they do not have to hire any more human drivers. But still it is not possible for the autonomous cars to drive through every situation that a human driver can. These cars are designed to drive on their self, but their system does not allow them to drive in some bad climatic conditions. For example, when there is snow all around, their system does not recognize their path of driving as the white color of snow makes the system blind. It is just because of the photons. Because whenever a light strikes a surface it gets reflected back. But some of the amount is absorbed by the surface [5]. But in the case of the white color, none of the light is absorbed and the same wavelength is turned back making no difference in color [5]. But still there is much more effective system for visualizing objects in the path of the laser. This system is called "Airborne LiDAR System." In this system

a laser scanner is attached to an aircraft to make a survey of an area and visualizing it in 3D view, as shown in Figure 3. This setup is much more practical than that of autonomous cars, as it uses laser pulses to scan an area, as shown in Figure 4 [7]. With this arrangement we can obtain a 3D map of a specific scanned field, as it will calculate the time in which the pulsed lasers are reflected back from an object [7].

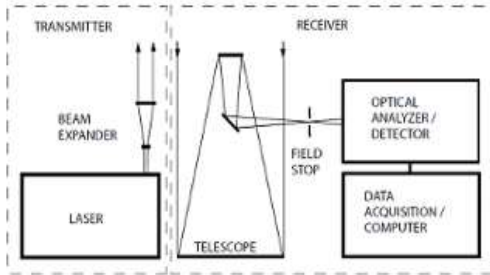


Figure 1: Principle Setup of LiDAR



Figure 2: Airborne LiDAR System

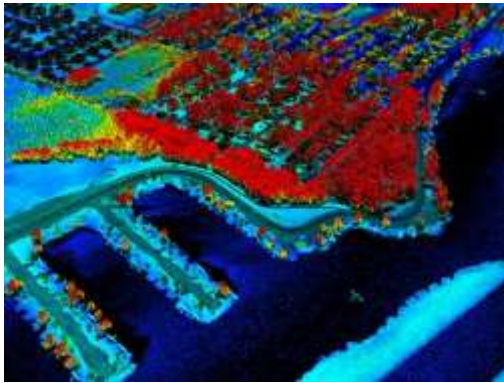


Figure 3: Airborne LiDAR System

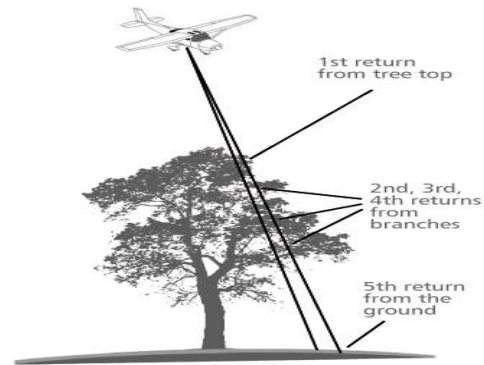


Figure 4: Pulsed Laser Schematic

Methodology

A. Materials

To obtain different climatic conditions for the experiment a transparent acrylic box has been used (can be observed in image 1), so that the walls of the container should not become a barrier for the laser beam. Lasers with wavelength lower than 1000nm has been utilized, as working with higher energy density requires a safe environment and a mentor also. Diode red laser has been used in the first part. It consisted of a transmitter, receiver, mirror, scale and a sensor. In the other part, a He-Ne laser has been placed in the setup as mentioned in the figure B. It consisted of a sensor attached to a voltmeter.



Image 1: Acrylic Box (150mm*100mm*150mm)



Image 2: Suction Pump

B. Experimental set-up

For the experiment different climatic conditions were necessary. So, these conditions were simulated inside a transparent container. For weather conditions, snow for snowy climate, water for water drops (as if of rain) and smoke for the foggy condition has been used. In order to make an unstable foggy condition (i.e. – high wind with fog) a Suction pump (image 2) was employed. Weather conditions like snow, can be explained as the ice crystals that are precipitated from the clouds and experiences the earth's climatic changes ^[1]. It has a density of 0.1-0.8 g/cm³ ^[1]. Also, fog can be described as the visible clouds consisting of water droplets in air, hanging at the earth's surface ^[3]. And rain can be illustrated as the precipitated water drops falling from the clouds formed due to the moisture from the surroundings ^[6].

In the first setup, scale, oscilloscope, speed of light meter, diode laser, receiver, acrylic box, fog maker, Suction pump and a Mirror has been used, as shown in figure A. Experiment took place with the passing of laser through the empty box and the box filled with different material in order to create various climates. The readings were taken. Afterwards, the box was filled with snow, water drops and fog respectively. The readings differed from the earlier once. All of the procedure was repeated with the replacement of the mirror with sensor attached to the voltmeter, in order to make new readings for the power loss by laser, as the energy density of laser decreases due to the high density molecules of snow and fog. Whereas, in the case of water drops (used instead of rain), the laser got scattered in a very small amount which can be ignored.

In the second system, the setup consisted of a He-Ne laser, acrylic box, Sensor, voltage meter, fog maker, Suction pump, snow, water drops, pipes has been used as shown in the figure B. In this setup, once again the red laser was passed through the acrylic box and the voltage reading was taken. Then the box was filled with snow, water drops and fog respectively. Readings were taken and a difference has been recorded.

In the third case, with the help of the green diode laser several similar procedures were done. But, the results were not up to the mark as they were somehow clones of the previous outcomes. The concluded digits differed just because of the varied wavelength of the laser.

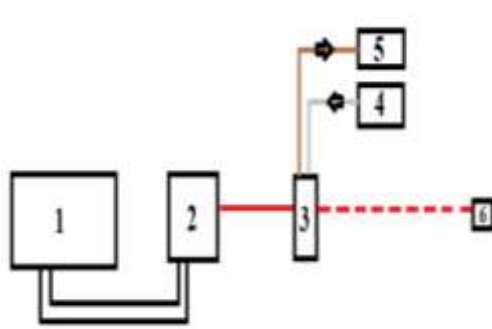


Fig. A. Setup of Speed of Light

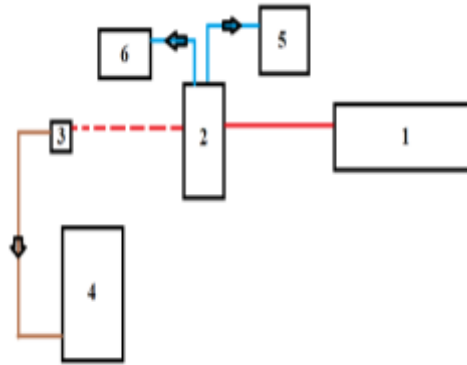


Fig. B. Setup of He-Ne Laser

Table A

No.	Description (Figure A)
1	Oscilloscope
2	Speed of Light Meter/ Diode Laser / Receiver
3	Acrylic box
4	Fog Maker
5	Suction Pump
6	Mirror

Table B

No.	Description (Figure B)
1	He-Ne Laser
2	Acrylic Box
3	Sensor
4	Voltmeter
5	Fog Maker
6	Suction Pump

Results and discussion

This research will be helpful for the sake of humanity, as it will save many lives that are lost in the accidents due to the bad weather situations. Most of the mishaps take place when there is no clear visual to the human eyes. By acquiring more knowledge and good results in the future with this research will be able to see through the climatic conditions like heavy rain, snow and fog. Most of the researchers have been researching about the things which relate to this, but it has been hard to find any article corresponding to my research. For the future I would like to continue my research and more publications.

Conclusion

In the carried out experiments, it has been concluded that red-diode laser with wavelength lower than 1000nm were able to go through the fog but was not reflected back from the mirror, due to the loss of energy density in laser. This loss of energy was determined with the help of the sensor connected to the voltmeter. In the case of water drops the laser changed its direction. When experimented with snow, the laser was totally blocked and was not able to go through, letting no reading for the voltmeter. All the respective results can be seen in the given table 1. Even the He-Ne laser had shown the same results as shown in the table 2. The results were as assumed i.e. decrease in the voltage of laser, as the climatic conditions had a high density of molecules and produced a barrier for the receiver. But in the case of snow, laser didn't go through attaining snow as a barrier. So, for snow, to be predicted by the laser and receive an outlay of it, laser with another wavelength is to be used which can be reflected back from the snow.

According to the experiments carried out, it is necessary that a laser should be used which should not go through the objects but should be reflected back from them, so that we can get an outlined map in climatic conditions where human eyes are not able to see or taking an example

of the airborne LIDAR, a laser generating a number of pulses can also be used in order to receive a 2D/3D view of the path.

Speed of Light Meter

Table 1

Material	Water Drops		Fog		Snow	
With Empty Container						
Distance(mm)	30	30cm	30	30	30	30
Calibration	356	0	None	1	None	None
Voltage(V)	27		0.2		0.2	
With Filled Container						
Distance(mm)	30	30	30	30	30	30
Calibration	0	2	0	None	0	348
Voltage(V)	None		0.1		0.0	

He-Ne Red Laser

Table 2

Material	Water drops	Fog	Snow
With Empty Container			
Voltage(V)	38	0.3	0.3
With Filled Container			
Voltage(V)	None	0.2	0.0

Acknowledgment

Credits: - This study was not possible without the help of my professor Pavels Narcia and my two dear friends i.e. Pavels Cacivkins and Antons Pacejs. I would like to acknowledge all of them for the technical assistance and the provided support.

Bibliography

- 1 Hobbs, Peter V. (2010). *Ice Physics*. Oxford: Oxford University Press. p. 856. ISBN 978-0199587711.
- 2 Ulla Wandinger. Leibniz Institute for Tropospheric Research, Permoserstraße 15, D-04318 Leipzig, Germany. Introduction to Lidar
- 3 Fog and Boundary Layer Clouds: Fog Visibility and Forecasting. Gulpepe, Ismail, ed. Reprint from *Pure and Applied Geophysics* Vol 164 (2007) No. 6-7. ISBN 978-3-7643-8418-0. p. 1126.
- 4 Jeff Hecht. Laser Innovations
- 5 Random Physics Book.
- 6 J. Burton and K. Taylor, *The Nature and Science of Rain* (1997); J. Williams, *The Weather Book* (2d ed. 1997).
- 7 Katharine M. Johnson, William B. Ouimeta, An observational and theoretical framework for interpreting the landscape palimpsest through airborne LiDAR

GRAUDAUGU AUGŠANU IETEKMĒJOŠIE FAKTORI ZEMNIEKU SAIMNIECĪBĀ RATINIEKI *FACTORS AFFECTING CEREAL GROWTH IN A FARM RATNIEKI*

Autore: **Zaiga SPRINĢE**, e-pasts: zaiga.springe94@inbox.lv, telefons: 28601627
Zinātniskā vadītāja: **Ērika, Teirumnieka, Mg.chem.**, e-pasts: erika.teirumnieka@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV4601

Abstract. *Crop production is the most important crop production, since grain production contributes to the economic and political stability of any country, and the well-being of its citizens. The scientific paper summarizes information on the soil's chemical properties. Performed soil samples of the farm "Ratinieki" in the amount of soil, pH and electrical conductivity analysis of soil. On the basis of the research carried out, conclusions were made on the conditions of cereal cultivation on the holding.*

Keywords: *soil, soil properties, sample.*

Ievads

Augsnes fizikāli ķīmiskās īpašības veidojas saistībā ar noteiktu ķīmisko elementu un to savienojumu absolūto un relatīvo daudzumu augsnē, kā arī tur notiekošajiem fizikālajiem un ķīmiskajiem faktoriem. Tās būtiski ietekmē augu spēju uzņemt no augsnes šķīduma tiem nepieciešamos barības elementus, kā arī augsnes un tajā iestrādāto mēslošanas līdzekļu mijiedarbību [5].

Augsnes fizikāli ķīmiskās īpašības

Skābumu augsnē rada dažādas skābes, galvenokārt, ogļskābe un ūdenī šķīstošās organiskās skābes, kas veidojas organisko atlieku sadalīšanās procesā. Zināms daudzums ogļskābes nonāk augsnē ar atmosfēras nokrišņiem, kas ir samērā skābi. Lauksaimniecībā izmantojamās platībās augsnes tiek paskābinātas tās mēslojot ar fizioloģiski skābiem minerālmēsliem, īpaši slāpekļa mēsliem. Augsne paskābinās arī no kūdras iestrādāšanas.

Augsnes pēc skābuma pakāpes iedala 6 grupās:

- ļoti skābas augsnes pH < 4,6
- skābas augsnes pH 4,6-5,0
- vidēji skābas augsnes pH 5,1-5,5
- vāji skābas augsnes pH 5,6-6,0
- vāji skābas līdz neitrālas augsnes pH 6,1-6,5
- bāziskas (sārmainas) augsnes pH > 6,5 [1].

1.tabulā ir apkopota kultūraugiem optimālā augsnes pH. Pārsvārā augiem nepieciešamas vāji skāba līdz neitrāla augsne. Optimālais pH intervāls pamatā svārstās 1 pH vienības robežās, izņemot āboliņu un timotiņu, kas var normāli attīstīties plašākā pH diapazonā.

1. tabula

Kultūraugiem optimālās augsnes reakcijas [1]

Kultūraugi	Optimālā reakcija pH (KCl)	Kultūraugi	Optimālā reakcija pH (KCl)
Ziemas kvieši	6,3 – 7,5	Kartupeļi	5,0 – 6,0
Vasaras kvieši	6,0 – 7,0	Sarkanais āboliņš	5,8 – 7,0
Mieži	6,0 – 7,0	Baltais āboliņš	5,5 – 6,5
Auzas	5,3 – 6,3	Baltais āboliņš	5,5 – 7,0
Rudzi	5,5 – 6,5	Timotiņš	5,0 – 6,5

Augsnes buferspējas raksturo spēja pretoties pH maiņai un no tās ir atkarīga augsnes reakcijas stabilitāte laikā. Kā galvenie augsnes buferspēju noteicošie faktori jāatzīmē organisko vielu un humusa saturs, mehāniskais sastāvs un bioloģiskā aktivitāte augsnē. Vislielākā buferspēja piemīt kūdras augsnēm, tām seko māla, bet vismazākā buferspēja ir smilts augsnēm [2].

Kalcijs. Kalcijs ir nozīmīgs augu augšanas procesos (skat. 2. tabulu). Tā pārvietošanās augos atšķiras no citu elementu pārvietošanās veida. Kalcija uzņemšana un daudzums augu orgānos ir ļoti atkarīgs no transpirācijas ātruma. Vēss, apmācies un lietains laiks samaina iztvaikošanu caur atvārsnītēm, un līdz ar to augos samazinās arī kalcija uzņemšana un pārvietošanās no saknēm uz lapām. Tāpēc, ja vasaras otrajā pusē un rudens sākumā ir daudz lietainu dienu, augi cieš no kalcija trūkuma. Kalcijs ietilpst šūnapvalka sastāvā, nodrošina tā stabilitāti. Kalcija deficīts samazina nitrātu uzņemšanu un olbaltumvielu sintēzi. Kalcija trūkuma dēļ sakņaugi, kāposti, sīpoli un citi dārzeņi slikti glabājas un pūst, tomātiem veidojas sausā galotņu puve. Tāpēc zemkopībā ir svarīgi regulāri veikt augsnes analīzes, kontrolēt augsnes reakciju un augiem izmantojamā kalcija daudzumu [3].

2. tabula

Nepieciešamie elementi, to izmantojamā forma un nozīme augu dzīvē [3]

<i>Elementi</i>	<i>Augiem izmantojamā forma</i>	<i>Galvenās funkcijas</i>
Makroelementi		
Skābeklis	O ₂	Organisko vielu galvenā sastāvdaļa
Ogleklis	CO ₂	Organisko vielu galvenā sastāvdaļa
Ūdeņradis	H ₂ O	Organisko vielu sastāvdaļa
Slāpekļis	NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺	Nukleīdskābju, olbaltumvielu, hormonu un enzīmu sastāvdaļa
Kālijs	K ⁺	Regulē ūdens līdzsvaru šūnās, atvārsnīšu kustības
Kalcijs	Ca ²⁺	Veido šūnapvalku un nodrošina izturību, uztur membrānu struktūru un caurlaidību, aktivizē dažādus enzīmus, regulē dažādas šūnas atbildes reakcijas
Magnijs	Mg ²⁺	Hlorofila sastāvdaļa, aktivizē daudzus enzīmus
Fosfors	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	Nukleīdskābju, fosfolipīdu, dažādu koenzīmu sastāvdaļa
Sērs	SO ₄ ²⁻ , S ²⁻	Olbaltumvielu, enzīmu sastāvdaļa
Mikroelementi		
Dzelzs	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	Citohromu sastāvdaļa, aktivizē dažādus enzīmus
Hlors	Cl ⁻	Aktivizē fotosintēzes reakciju, regulē ūdens līdzsvaru
Bors	H ₂ BO ₃ ⁻	Hlorofila sintēzes kofaktors, var iesaistīties ogļhidrātu transportā un nukleīdskābju sintēzē
Mangāns	Mn ²⁺ , MnO ₄ ²⁻	Piedalās aminoskābju sintēzē, aktivizē dažādus enzīmus
Cinks	Zn ²⁺	Piedalās hlorofila sintēzē, aktivizē dažādus enzīmus
Varš	Cu ⁺ , Cu ²⁺	Varš ietilpst poifenoksīdāzes, askorbīnoksīdāzes, laktozes un citu enzīmu sastāvā. Tas piedalās vai sekmē vairākus svarīgus augu dzīvības procesus: elpošanu, olbaltumvielu un ogļhidrātu vielmaiņu u. c. Vara ietekmē augos paaugstinās hidrofilo koloīdu daudzums, tas savukārt sekmē augu sausumizturību un salciētību. Varš palielina augu pretošanās spēju dažādām sēņu ierosinātām slimībām
Molibdēns	MoO ₄ ²⁻	Nepieciešams slāpekļa fiksēšanai, nitrātu redukcijas kofaktors
Niķelis	Ni ²⁺	Slāpekļa saturošo vielu metabolismā funkcionējošā enzīma kofaktors
Silīcijs		Sekmē sakņu sistēmu attīstību
Kobalts	Co ²⁺	Aktivizē enzīmu, palielina augu sausumizturību

Magnijs. Magnijam ir ļoti liela nozīme fotosintēzes procesā, jo tas ir vienīgais no metāliem, kas ietilpst augu hlorofila sastāvā (skat. 2. tabulu). Magnijs pozitīvi ietekmē arī citu pigmentu (piemēram, karotīna) veidošanos un uzkrāšanos. Ja trūkst magnija, augu lapās samazinās arī fosfora daudzums. Parasti slāpekļa mēslojums palielina magnija iznesi un var radīt tā nepietiekamību. Īpaši liels magnija deficīts augos rodas, ja augsnē ir pārāk liels amonija formas slāpekļa vai kālija daudzums. Magnija trūkums samazina ogļhidrātu daudzumu augsnē [3].

Materiāli un metodes

Augsnes paraugu ņemšana tika veikta 10. oktobrī 2016. gadā zemnieku saimniecībā „Ratnieki” desmit vietās (skat. 1. attēlu). Augsnes kvalitātes ķīmiskā izpēte tika veikta Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijā, Ķīmijas laboratorijā.



1. attēls. Augsnes paraugu ņemšanas vietas zemnieku saimniecībā [4]

Lai veiktu mērījumu, augsnes paraugi tika žāvēti piecas dienas. Kad augsne tika izžāvēta, tika sagatavots augsnes ūdens izvilkums (uz 1 g augsnes – 5 ml destilēta ūdens, uz 56 g augsnes – 280 ml ūdens). Ūdens izvilkums tika filtrēts, kad tas tika izdarīts tika veikti mērījumi, lai noteiktu augsnes ekoloģiskos rādītājus.

Rezultāti

Pēc laboratorijā veiktajiem mērījumiem un iegūto datu matemātiskās apstrādes, iegūtie augsnes ķīmiskie parametri apkopoti 3.tabulā.

3. tabula

Augsnes ķīmiskais sastāvs

<i>Analizējamā augsnes parauga nr.</i>	<i>Hlorīdjonu saturs (g/l)</i>	<i>Kalcija un magnija kopējais saturs (g/l)</i>	<i>Kalcija saturs (g/l)</i>	<i>pH</i>	<i>Elektrovadītspēja, mS</i>
1.	0.17	3.13	0.17	7.14	3.05
2.	0.21	3.80	0.48	6.19	3.10
3.	0.17	3.22	0.31	6.80	3.13
4.	0.21	3.91	0.45	5.74	3.23
5.	0.13	2.53	0.24	6.95	3.16
6.	0.17	2.57	0.30	7.00	3.20
7.	0.21	2.27	0.47	6.77	3.17
8.	0.17	2.81	0.41	6.93	3.20
9.	0.25	2.03	0.30	6.77	3.18
10.	0.21	3.57	0.47	5.73	3.28

Augsnes pH visos ņemtajos paraugos būtiski neatšķiras. Lielākā pH vērtība ir pirmajam augsnes paraugam (7.14) un mazākā – desmitajam (5.73). Hlorīdjonu saturs augsnē arī nav liels, mazākā vērtība 0.13 g/l (5 paraugs), lielākā – 0.25 g/l (9 paraugs). Kalcija un magnija saturs augsnē nepārsniedz 3.91 g/l (4 paraugs) un nav zemāka par 2.03 g/l (9 paraugs). Kalcija saturs augsnē ir robežās no 0.17 līdz 0.48 g/l (1 un 2 paraugs). Elektrovadītspēja katrā paraugā būtiski neatšķiras, vidēji tas ir 3.17 mS.

Izvērtējot augsnes kvalitātes rādītājus, kā arī graudaugu šķirnēm nepieciešamos augšanas apstākļus zemnieku saimniecībā “Ratnieki”, var rekomendēt lielākajos lauka tīrumos visvairāk sēt ziemas un vasaras kviešus, tad skaita ziņā miežus un vismazāk auzas pirmstam apstrādājot zemi (arot, kultivējot, dažreiz arī ecējot).

Secinājumi

1. Katram elementam augsnē ir sava nozīme augu augšanā.
2. Zemnieku saimniecībā “Ratnieki” augsne ķīmiskais sastāvs ir atbilstošs graudaugu audzēšanai.
3. Augsnes paraugu vietās sējot kultūraugus spriežot pēc augsnes skābuma, vispiemērotākie ir ziemas, vasaras kvieši un mieži.

Literatūras saraksts

1. Augsnes skābums. URL: <http://www.priekuliselekcija.lv/zp/augsnas%20skabums.pdf> skatīts: 15.01.2016.
2. Ekoloģiskie jeb vides faktori, URL: http://estudijas.llu.lv/pluginfile.php/129188/mod_resource/content/1/Ekologiskie%20faktori.pdf skatīts: 25.10.2016.
3. O. Nikodemus, A. Kārklīšs, M. Kļaviņš, V. Melecišs. *Augsnes ilgtspējīga izmantošana un aizsardzība*, Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2008.
4. Kartes. URL: <https://www.kadastrs.lv/#> skatīts: 25.01.2017.
5. A. Ružina, A. Adamovičs, B. Bankina, A. Bērziņš, J. Driķis, A. Kārklīšs, D. Kreišmane, D. Kreita, I. Turka, E. Ruža, *Augkopība*, Latvijas Lauksaimniecības universitāte: 2004

**VIDES KVALITĀTES KOMPLEKSS IZVĒRTĒJUMS BIJUŠĀS
DEGVIELAS UZPILDES STACIJAS TERITORIJĀ JĒKABPILĪ UN
IESPĒJAMIE REVITALIZĀCIJAS RISINĀJUMI**
*COMPLEX ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF THE
FORMER PETROL STATION TERRITORY IN JEKABPILS CITY AND
POSSIBLE REVITALISATION SOLUTIONS*

Aleksandrs VOLKOVŠ

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

e-pasts: alexvolkov95@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: Mg.sc.env., Mg.geogr. lektors **Ivars Matisovs**

Abstract. *The paper presents the results of the investigation and the environmental assessment of the degraded territory, namely, the former petrol station in Jekabpils city. During the research development, the information on the degraded territory, territorial planning of the city and possible territory revitalization measures was gathered. The assessment of the degraded territory and its objects and the chemical analysis of soil samples has been conducted, possible revitalization solutions of the degraded territory in accordance with the territorial planning of the city and the estimated costs were analyzed and proposed. The paper contains photographs of the degraded territory under study and its cartographic location in Jekabpils city.*

Keywords: *degraded territory, petrol station, revitalization, urban environment, Jekabpils.*

Ievads

Degradētā teritorija – teritorija ar izpostītu vai bojātu zemes virskārtu vai pamesta apbūves, derīgo izrakteņu ieguves, saimnieciskās vai militārās darbības teritorija. [7.] Pēc PSRS sabrukuma valstī sākās industriālās, strukturālās un ekonomiskās pārmaiņas, kā rezultātā izveidojās degradētās teritorijas un objekti, kas ir sastopami katrā Latvijas pilsētā.

Jēkabpils pilsēta izvietota valsts nozīmes autoceļu un dzelzceļu krustpunktā, kā rezultātā strauji attīstījās rūpniecība un palielinājās iedzīvotāju skaits. Industriālā zona galvenokārt izvietota Krustpils ziemeļu pusē, tādēļ lielākā daļa degradēto industriālo teritoriju atrodas tieši šajā pilsētas teritorijā. Vēsturiskajā Jēkabpils pusē galvenokārt atrodas deviņdesmito gadu laikā pamestas daudzdzīvokļu ēkas, kuru celtniecība netika pabeigta.

Degradētās teritorijas padara pilsētu estētiski nepievilcīgu. Daudzas pamestas ēkas ir sliktā tehniskā stāvoklī, tādēļ var būt bīstamas cilvēka dzīvībai un veselībai. Ēku iekšpuse ir piegrūzota ar būvniecības un mājsaimniecības atkritumiem, apkārtējā teritorija netiek kopta, aizaug ar krūmiem un zāli.

Mūsdienās ekonomiski izdevīgāk ir uzcelt jaunu ēku nevis revitalizēt degradēto objektu, tā rezultātā palielinās pilsētas apbūve. Ēkas, kas ir sliktā tehniskā stāvoklī, revitalizācijas procesa laikā ieteicams nojaukt, pārējās ēkas var atgriezt saimnieciskajā darbībā. Revitalizācija ir vienīgā iespēja atjaunot pilsētas estētisko pievilcīgumu, padarīt ēkas drošas, paaugstināt iedzīvotāju dzīves kvalitāti, kā arī attīstīt saimniecisko darbību vai rūpniecību.

Materiāli un metodes

Tika pētīta degradēta teritorija – bijusī degvielas uzpildes stacija “Latvijas Nafta”, kura atrodas Zaļajā ielā 32, Jēkabpilī. Tā ir potenciāli piesārņota teritorija. [3.]

Darbā ir izmantota LR likumdošana, normatīvie akti, kas attiecas uz degradētajām teritorijām un transportu.

Veikts teritorijas augsnes kvalitātes novērtējums, izmantojot laboratorijas metodes. Jēkabpils pilsētā, Zaļajā ielā 32, degradētajā teritorijā tika paņemti 10 augsnes paraugi. Tika noteikti augsnes ekoloģiskie rādītāji – pH, hlōrīdjonu saturs, kalcijs un kopējais kalcijs un magnija saturs augsnē. Rādītāju noteikšanā izmantotas titrimetriskās analīzes metodes.

Visās titrimetrijas metodēs analizējamās vielas daudzumu nosaka, izmantojot vienādojumu:

$$C_{titr} * V_{titr} = C_{anal} * V_{anal} \quad (1)$$

$$C_{anal} = \frac{C_{titr} * V_{titr}}{V_{anal}} \quad (2)$$

$$C_{titr} = C_N * M_{titr} \quad (3)$$

kur C_{titr} – masas koncentrācija, g/l

V_{titr} – titranta daudzums, ml

C_{anal} – analizējamās vielas daudzums, g/l

V_{anal} – analizējamās vielas ūdens izvilkuma daudzums, ml

Teritorija tika vizuāli apsekota un secināts, ka ir nepieciešami ēku un konstrukciju demontāžas darbi. Palikušās DUS inženierkomunikācijas ir jādemontē, asfalta pārsegums ir jānomaina, jo tas ir zaudējis savas mehāniskās īpašības un traucē demontēt palīgkomunikācija un inženiertīklus. Teritorija pakāpeniski aizaug ar kokiem un krūmiem, tādēļ koki, kas traucē teritorijas revitalizācijai, ir jāizzāģē.

Rezultāti un to izvērtējums

Teritorijā, kuras platība ir 0,88 ha, atrodas pussagruvusi ēka, kura ir piegrūžota ar sadzīves atkritumiem. Ēkas laukums ir 125 m², tās atjaunošana nav iespējama. Teritorija ir asfaltēta, ir palikuši DUS inženierkomunikāciju pamati un caurules. Asfalta pārseguma laukums ir 0,42 ha. Laukums nav nožogots, var brīvi iebraukt ar automašīnu.



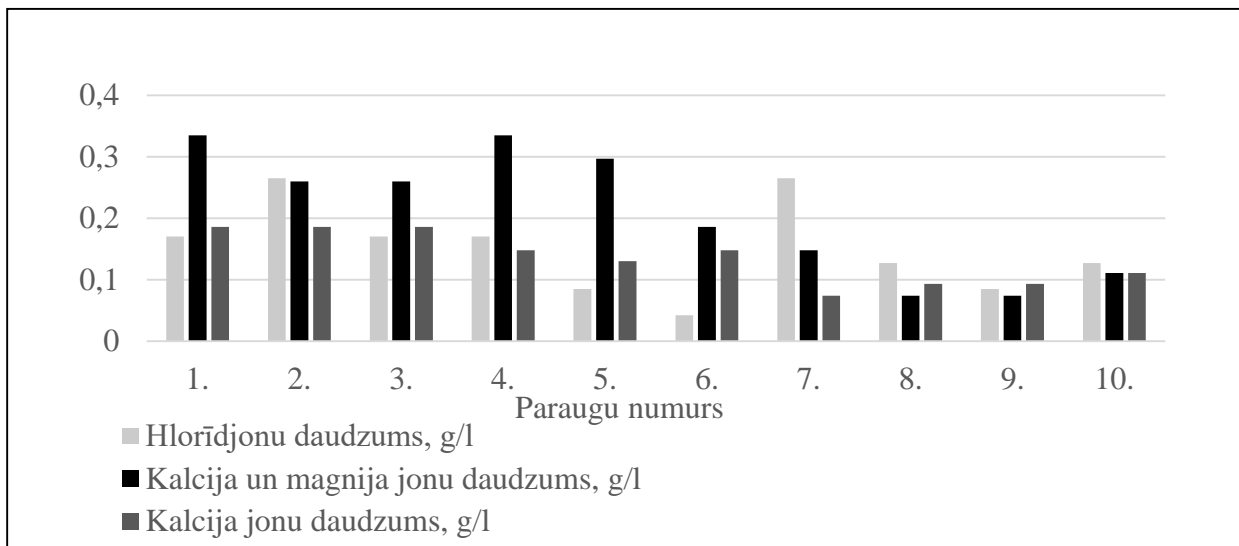
Augsnes parametru noteikšana tika veikta, lai noskaidrotu vai radītais piesārņojums var ietekmēt dzīvo organismu darbību un vai ir nepieciešami sanācijas darbi.

Pēc 3. attēlā iegūtiem datiem var secināt, ka hlorīdjonu daudzums ir zems, jo ir vēlams, lai augsnē būtu apmēram 0,34 g/l hlorīdjonu. Kalcija un magnija jonu daudzums un kalcija jonu daudzums ir ļoti zems, jo norma ir 1,68–2,47 g/l. Kalcijns un magnijs ir galvenie elementi, kas

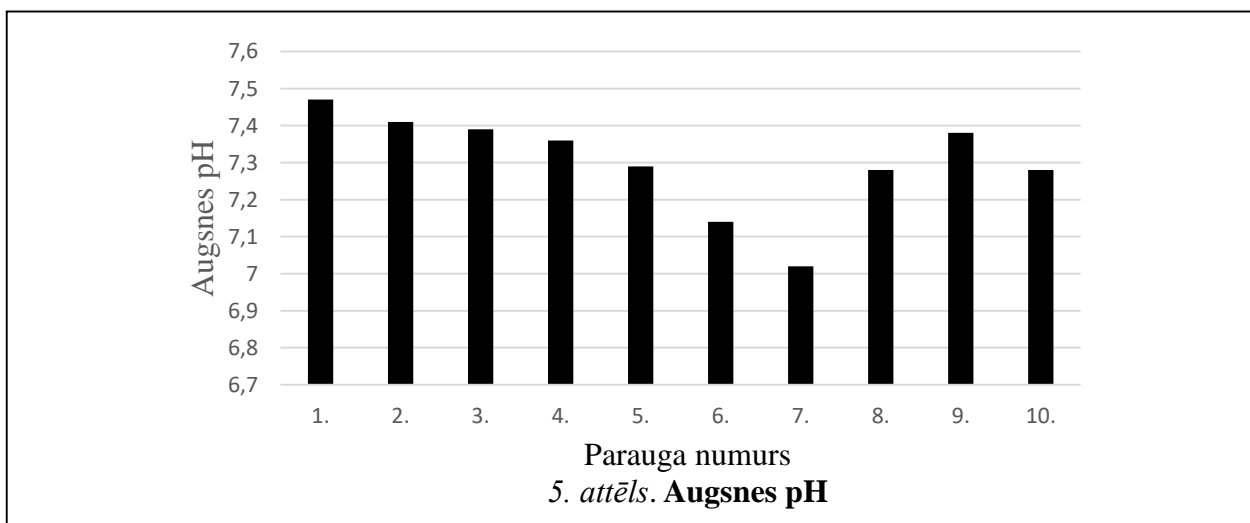
padara augsnes pH tuvu bāziskajam. [2.] Augsnes pH ir paaugstināts. Tas izskaidrojams ar to, ka paraugu ņemšanas vietās pārsvarā ir kaļķaina augsne.



3. attēls. Degradēta DUS ēka un palīgkomunikācijas



4.attēls. Augsnes ekoloģiskie rādītāji



5. attēls. Augsnes pH

Vides jutīgumu novērtē, pamatojoties uz sekojošiem parametriem (skat. 1. tabulu).

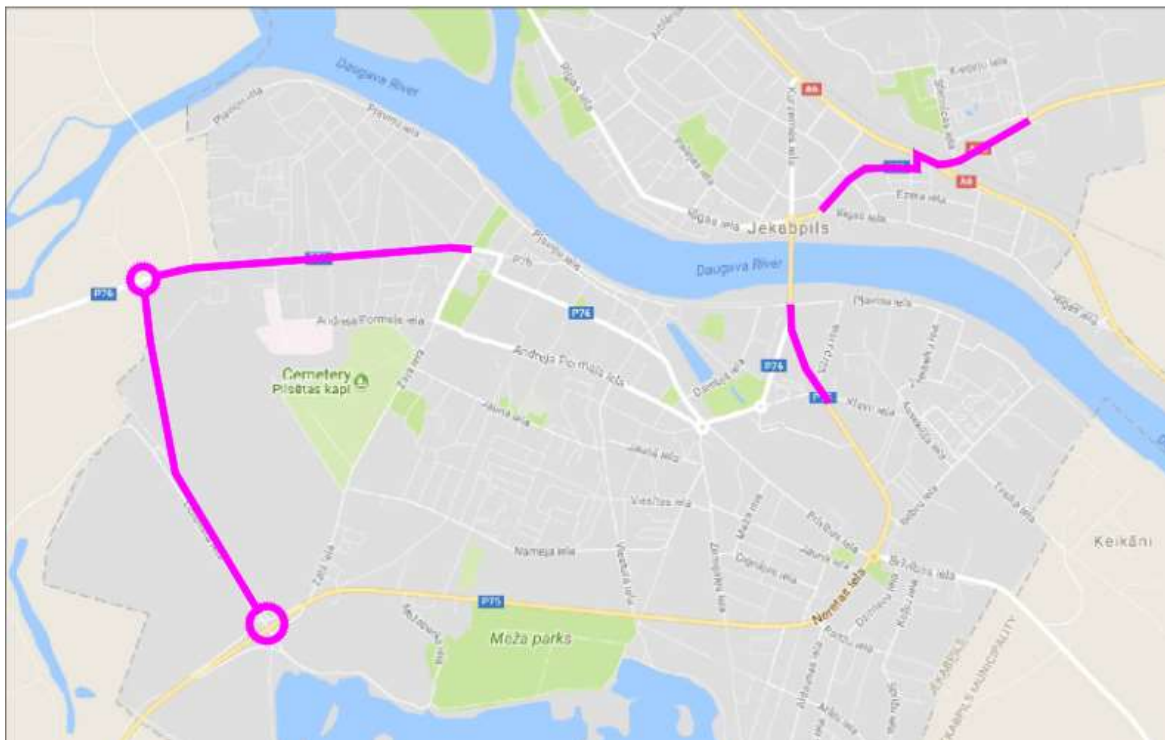
1. tabula

Vides jutīguma novērtējums

<ul style="list-style-type: none"> objekta atrašanās vietas zonējums saskaņā ar ģenerālo plānu (maksimāli — 10 punktu) 		
Nr.p.k.	Teritorijas raksturojums	Punktu skaits
1.	Dzīvojamā teritorija	8
2.	Lauksaimniecībā izmantojamā zeme	10
3.	Rūpniecisko ražotņu un noliktavu teritorijas, ostu un transporta maģistrāļu zonas	2
4.	Zaļā zona, dabas teritorijas un apzaļumotās teritorijas	6
5.	Sporta un atpūtas kompleksi, sabiedriskās celtnes	7
6.	Pilsētu vai apdzīvoto vietu vajadzībām neizmantotās teritorijas, rezerves teritorijas	6
<ul style="list-style-type: none"> piesārņotās vai piesārņotās vietas tuvumā esošie objekti 		
1.	Bērnudārzs, spēļu laukums vai skola, slimnīca	3
2.	Dzīvojamā teritorija	3
3.	Mazdārziņi vai lauksaimniecībā izmantojamā zeme	4
4.	Sporta un atpūtas vietas	2
5.	Dabas aizsargājamā teritorija	4
6.	Dzeramā ūdens ieguves vietas	15
7.	Neviens no iepriekš minētajiem objektiem	0
<ul style="list-style-type: none"> Grunts veids (maksimāli—10 punktu) 		
1.	Māls	2
2.	Grants	10
3.	Smilts	9
4.	Kūdra	4
5.	Smilšmāls	6
6.	Mālsmilts	7
7.	Nav zināms	5*
<ul style="list-style-type: none"> Gruntsūdens līmenis (maksimāli—5 punkti) 		
1.	<1 m	5
2.	1–5 m	4
3.	5–10 m	3
4.	>10 m	2
5.	Nav zināms	2*
<ul style="list-style-type: none"> Potenciāli piesārņoto vietu atrašanās attālums no virszemes ūdeņu objektiem (maksimāli — 10 punktu) 		
1.	Šādi objekti atrodas teritorijā	5
2.	Šādi objekti atrodas 4–100 m attālumā	4
3.	Šādi objekti atrodas 100–300 m attālumā	3
4.	Šādi objekti atrodas 300–500 m attālumā	2
5.	Šādi objekti atrodas attālumā, kas lielāks par 500 m	1
6.	Tuvumā nav virszemes ūdens objekti	0
Vides jutīguma novērtējums		
Nr.p.k.	Punktu summa	Paskaidrojums
1.	Līdz 20	Zems vides jutīgums – teritorija aizsargāta (vai noturīga) pret piesārņojumu
2.	20–30	Vidējs vides jutīgums – teritorija daļēji aizsargāta pret piesārņojumu, attiecīgos apstākļos iespējama piesārņojuma izplatība
3.	Vairāk par 30	Augsts vides jutīgums – teritorija neaizsargāta

Teritorijas vides jutīguma novērtējuma punktu summa ir 9, tas nozīmē, ka ir zems vides jutīgums – teritorija aizsargāta (vai noturīga) pret piesārņojumu.

Jēkabpils pilsētas īstenojamie infrastruktūras projekti ietekmē degradētās teritorijas revitalizācijas iespējas, piemēram, projekti “Jēkabpils pilsētas infrastruktūras sasaiste ar TEN-T tīklu” un “Vanšu tilts pār Daugavu Jēkabpilī”. No Jēkabpils pilsētas pašvaldības sniegtās informācijas izriet, ka perspektīvās pilsētas nozīmes maģistrālās ielas būs Dolomīta iela un Bebru iela. Investējot projektā, kravas satiksme no Daugavas kreisā krasta tiktu novirzīta no dzīvojamās zonas un nodrošinātu autoceļu P75 un P76 sasaisti ar valsts galvenajiem autoceļiem A6 un A12, kas ir iekļauti TEN–T pamattīklā. Projektu īstenošanas rezultātā daļa transporta plūsmas tiks novirzīta uz Neretas ielu, kas ir piesaistīta Zaļajai ielai, uz kuras atrodas degradētā bijušās degvielas uzpildes stacijas teritorija, sekmējot teritorijas ekonomisko izaugsmi un pieejamību. [4;5.]



6. attēls. TEN-T plāns Jēkabpilī

Degradētā teritorija ir nozīmīgu pilsētas autoceļu tuvumā. Teritorija ir jāatjauno un kā viens no labākajiem atjaunošanas risinājumiem ir autotransporta servisa infrastruktūras kompleksa izveide, kas iekļauj degvielas uzpildes staciju, automazgātavu, autoservisu, stāvvietas kravas automobiļiem un atpūtas telpas.

Teritorijas atjaunošana ir jāsāk ar atkritumu savākšanu un apsaimniekošanu, jo bijušās degvielas uzpildes stacijas teritorija un palīgēka ir piegružota ar sadzīves atkritumiem, plastmasu, stiklu, būvgružiem.

Jāveic palīgēkas demontāža, jo tā ir pussabrukšanas stadijā, tādēļ tā ir bīstama cilvēku dzīvībai un veselībai. [6.]

Būvvaldē ir jāaskaņo un jāizveido demontāžas projekts. Pirms demontāžas jāveic detalizēta objekta izpēte un jāizvēlas piemērotākā demontāžas metode atkarībā no darba apstākļiem, celtniecības materiāliem, no kā būvēta nojaukamā ēka. Būvju un ēku demontāžas būvgružus ir pēc iespējas jāizmanto atkārtoti būvniecībā. [1.]

Secinājumi

1. Eksperimentālajā daļā tika pierādīts, ka augsnes piesārņojuma robežlielumi netika pārsniegti. Jāveic augsnes auglīgā slāņa kvalitātes uzlabošanas pasākumus, jo ir zems kalcija un magnija saturs augsnē. Jāveic kaļķošanu ar dolomīta miltiem, lai paaugstinātu auglību un produktivitāti veicot teritorijas apzaļumošanas darbus.
2. Vides jutīguma novērtējums rezultāti parāda, ka degradētajā teritorijā ir zems vides jutīgums. Tas nozīmē, ka teritorija ir aizsargāta (vai noturīga) pret piesārņojumu.
3. Teritorija ir potenciāli piesārņota. Ir ieteicams veikt plašākas grunts analīzes, kas ar lielāku varbūtību paredzētu pieņemamus sanācijas darbus.
4. Degradētā teritorija ir piegružota ar sadzīves un būvniecības atkritumiem. Jāveic teritorijas sakopšanas darbi, ēkas un palīgkomunikāciju demontāža, asfalta seguma nomaiņa, kas izmaksā ap 10 000 eiro.
5. Ēkas demontāžas darbi ir obligāti, jo ēka ir sabrukšanas stadijā un ir bīstama cilvēku veselībai un dzīvībai.
6. Degradēta teritorija atrodas nozīmīgu pilsētas transporta maģistrāļu tuvumā, kas ir svarīgs faktora teritorijas ekonomiskajai izaugsmei.
7. Infrastruktūras projekts "Pilsētu infrastruktūras sasaiste ar TEN-T tīklu" tieši ietekmē dotās teritorijas attīstību, jo transporta plūsma tiks virzīta pa Neretas ielu, kas padara bijušās DUS "Latvijas Nafta" teritoriju ekonomiski izdevīgu.
8. Saskaņā ar Jēkabpils pilsētas teritorijas plānošanu, teritorija ir jauktas ražošanas un sabiedrisko objektu apbūves teritorija. Labākie pieņemamie risinājumi ir autotransporta servisa infrastruktūras kompleksa izveide, kas sevī iekļauj degvielas uzpildes staciju, automazgātavu, autoservisu, stāvvietas kravas automobiļiem un atpūtas telpas. Rezultātā pilsēta iegūs ne tikai estētiski pievilcīgu teritoriju, bet arī infrastruktūras objektu, kas sekmēs tranzīta plūsmas attīstību pilsētā, paaugstinot iedzīvotāju labklājības līmeni.

Summary

The degraded territory of the former petrol station "Latvijas Nafta", located in Jekabpils, Zaļā iela 32 has been investigated. It is a potentially polluted territory. The work is based on the laws and regulations of the Republic of Latvia regarding the degraded territories and transport. The soil environmental quality assessment has been conducted applying laboratory methods. 10 soil samples has been taken at the degraded territory located in Jekabpils city, Zaļā iela 32. Soil environmental indicators were identified – pH, content of chloride ion, calcium and the total content of calcium and magnesium in the soil.

It can be concluded from the obtained data that the quantity of chloride ions is within normal limits, the quantity of calcium and magnesium ions and the quantity of calcium ions is very low, the soil's pH level is increased. The soil requires liming with dolomite powder in order to increase the fertility and productive functions of soil for greening of the territory by covering unused areas with grass, shrubs and other ground covering vegetation. It is recommended to carry out a more extensive analysis of the subsoil, which will allow determining appropriate decontamination and clean-up measures.

The results of the environmental sensitivity assessment shows that the degraded territory has low environmental sensitivity. This means that the territory is protected against (or resilient to) contamination.

According to Jekabpils city territorial planning, the territory is a mixed industrial and residential area. The degraded territory is located near significant urban roads, which is a significant factor for economic growth of the territory. The territory should be revitalized, and one of the best revitalisation solutions, which is correspondent to the territorial planning of Jekabpils city, is the establishment of a complex of motor-vehicle service infrastructure, which

includes fuel filling station, carwash, car service station, parking area for trucks and dining and recreation rooms.

The territory of fuel filling station and the auxiliary building is littered with municipal waste, plastic, glass, building rubble. The revitalization of the territory should begin with collection and disposal of waste. The auxiliary building should be demolished, as it is in a dilapidated state and therefore it is dangerous for human life and health. The demolition project shall be developed and coordinated with the Construction Board of Jekabpils city. A detailed examination of the object shall be performed prior to the demolition and the most appropriate demolition method shall be selected depending on the working conditions and construction materials. Building debris should be re-utilised. The total costs of demolition project may approximately amount to 10 000 euros. As a result, the city will obtain not only an aesthetically attractive territory, but also an object of infrastructure, which will promote the development of transit flows in the city, increasing the level of well-being of inhabitants.

Literatūra

1. Ēku un būvju nojaukšana. (2008). *E būvvaldība*. <http://www.ebuvvadiba.lv/lv/pakalpojumi/eku-un-buvju-nojauksana.html>, sk. 03.01.2018.
2. Osvalde, A., Karlsons, A., Pormale, J., Nollendorfs, V. (2010). Renovation of extracted high bogs in Latvia: mineral nutrition and ecological aspects of American cranberry cultivation. *Anadolu J. Agric. Sci.*, 25, S-2, 120-125.
3. *Piesārņoto un potenciāli piesārņoto vietu datu bāze*; http://oas.vdc.lv:7779/lva/ppv_read_pub/, sk. 03.01.2018.
4. Specifiskā atbalsta mērķa 6.1.4. „Pilsētu infrastruktūras sasaiste ar TEN-T tīklu” pasākuma 6.1.4.2. „Nacionālas nozīmes attīstības centru integrēšana TEN-T tīklā” sākotnējais novērtējums. (2015). SIA „Konsorts”. Rīga.
5. Tilta pār Daugavu un piebraucamo ceļu būvniecība un ceļu rekonstrukcija Jēkabpilī. (2012). *Vides pārraudzības valsts birojs*. <http://www.vpvb.gov.lv/lv/ivn/projekti/?status=3&id=965>, sk. 17.01.2018.
6. Vispārīgie būvnoteikumi. (2014). Ministru kabineta noteikumi Nr.500, 19. augustā. <http://likumi.lv/doc.php?id=269069>.
7. Zemes pārvaldības likums. (2015). Latvijas republikas Saeimas likums Nr. 228, 15 novembrī. <http://likumi.lv/doc.php?id=270317>.

TĀLAVAS MEŽA PARKA DENDROLOĢISKĀ INVENTARIZĀCIJA UN IETEIKUMI APSAIMNIEKOŠANAS PASĀKUMIEM INVENTORY OF TĀLAVAS FOREST PARK AND RECOMMENDATIONS FOR ITS MANAGEMENT

Author: **Linda VOLŠTEINE**, e-mail: lindavol@inbox.lv, phone: +37128452575
Scientific supervisor: **Irēna Pučkina**, Mg.vid.plān., e-mail: irena.puckina@du.lv
Daugavpils University, Parādes iela 1, Daugavpils

Abstract. *It is hard to imagine a modern city without parks or other green spaces. Park is not only a place for relaxing or regaining strength, but also it is a place for local festivities, different sports and a meeting place for friends and families. For reasons mentioned above, it is important to properly manage forest parks and other green territories. Tālavas forest park is located in Alūksne and covers 8.1 hectares. As the popularity of this park grows, it is important to remove all dangerous elements of the forest park. As most of the forest park territory is covered with trees it is important to make sure that all the trees are in good shape. So visual evaluation of trees has been performed. During the study health of trees has been assessed and visual evaluation of trees has been performed. Tree trunk, crown and root quality have been assessed. Also height and diameter of trees were stated. Besides visual evaluation of trees, determination of tree species was performed. After evaluation of trees recommendations for forest park management was made.*

Keywords: *vitality of trees, tree inventory, park inventory*

Ievads

Ir grūti iedomāties mūsdienu pilsētu bez parkiem vai citām apzaļumotām teritorijām. Jau vairāk kā simts gadu parki ir kalpojuši kā atpūtas vietas pilsētas nemītīgajā troksnī un burzmā. Parki ir kļuvuši ne tikai par vietu kur atpūsties un atgūt spēkus, bet gan arī par vietējās pilsētas dzīves svarīgu sastāvdaļu – parki ir vietas, kur norisinās dažādi festivāli un sporta aktivitātes, satiekas cilvēki un aktīvi atpūšas ģimenes [3]. Tā kā parki pozitīvi uzlabo pilsētu tēlu, mūsdienās tiek veidotas un iekārtotas arvien vairāk parku teritorijas. Kā vienu no šādām teritorijām var minēt Tālavas meža parku Alūksnes pilsētas teritorijā. Alūksnes pilsētas 2007. gada teritoriālajā plānojumā tiek minēts, ka šī meža teritorija, kopā ar vēl divām citām teritorijām, tiks pārveidotas par pilsētas meža parku teritorijām. Tā kā Alūksnes pilsētas teritorijas plānojumā (2007) mežiem ir noteikts meža parku un rekreācijas zemju statuss, un kā viena no nākotnē attīstāmām teritorijām minēta arī Tālavas meža parks un līdz šim teritorijas detalizēta izpēte un apsaimniekošana nav veikta, un lai meža parku varētu attīstīt par vietējas nozīmes tūrisma objektu, ir nepieciešams veikt teritorijas izpēti un dendroloģisko inventarizāciju. Pētījuma laikā tika veikta koku inventarizācija, noteiktas kokaugu ģintis un sugas, novērtēta koku vitalitāte.

Materiāli un metodes

Lauka pētījums notika Latvijas Ziemeļaustrumu daļā – Alūksnes pilsētas teritorijā - Tālavas meža parkā. Pētījums norisinājās laika posmā no 2017.gada jūnija līdz 2017.gada septembrim un tā laikā tika veikta koku inventarizācija, noteiktas kokaugu sugas, novērtēta koku vitalitāte. Koku vitalitāte tiek noteikta vizuāli nosakot koku stāvokli, kas sevī ietver koku augstuma noteikšanu, koku stumbru apkārtmēra noteikšanu, kā arī tika veikta koku vizuāla diagnostika – koka vainagu diagnostika, koku stumbru diagnostika un koku sakņu diagnostika.

Koku stumbra diametrs tika mērīts cilvēka krūšu kurvja augstumā, tas ir 1,3 metru augstumā no zemes.

Koku augstuma noteikšanai tika izmantota mērlente un optiskais augstummērs Suunto PM-5/1520. Tad ar mērlenti tika noteikts attālums no koka līdz izvēlētajai vietai (15-20 metru attālumā no mērāmā koka). Optisko augstummēru novieto pie acs un ar otru aci vēro mērāmā koka galotni. Kad ar optisko augstummēru redzama koka galotne, tad tajā ir redzama sarkana

līnija, kā arī skala. Sarkanajai līnijai jāatrodas mērāmā koka pašā galotnē, bet uz skalas redzams lenķis α . Tad iegūtos lielums ievieto formulā koka augstuma aprēķināšanai. Koka augstumu aprēķina pēc formulas: $h=l \cdot \operatorname{tg} \alpha$, kur h -koka augstums; l – attālums no koka; α – lenķis, kas nolasīts no optiskā augstummēra [5].

Koku inventarizācijas laikā tika vizuāli novērtēts koku stumbra stāvoklis – tika novērtēts vai koka stumbram nav novērojami bojājumi (rētas, plaisas), nav kukaiņu eju, trupes vai sēņu augķermeņu u.t.t.

Pētījuma laikā tika novērtēts koku vainags kopumā, koka zari, jaunie dzinumi un lapas (vai nav novērojams lapu zudums), jo vainaga stāvoklis var parādīt kopējo koka veselības stāvokli [1].

Veicot koku vitalitātes novērtējumu ir svarīgi pievērst uzmanību koka saknēm – vai tādas ir redzamas virs augsnes virskārtas, ja tās ir redzamas – vai tās nav bojātas – vai nav novērojami sakņu atsegumi, sakņu plīsumi, atvases pie sakņu kakla u.t.t [1].

Pēc katra koka vizuālā stāvokļa novērtējuma veikšanas un izvērtēšanas tika aizpildīta tabula, kurā tika fiksēta koka suga, apkārtmērs, koka augstums, caurmērs, apraksts un vitalitāte. Vitalitāte tika novērtēta piecu ballu skalā, kur:

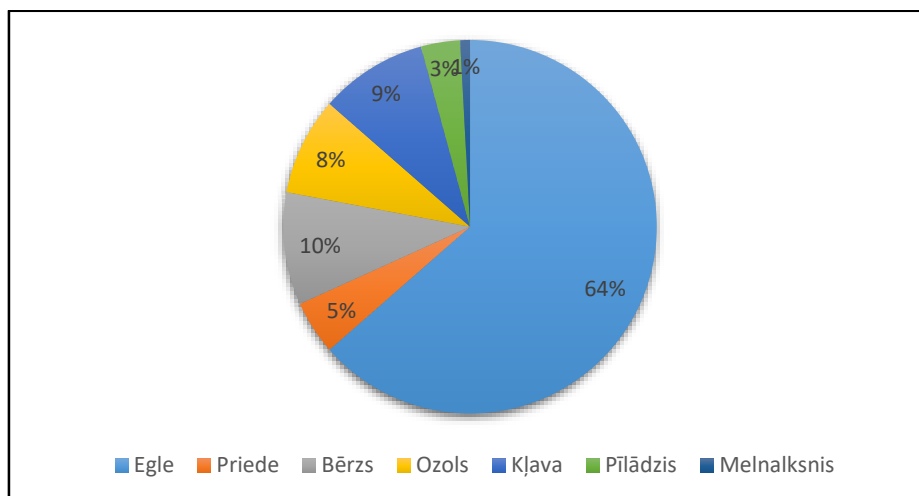
- 1 – koka vitalitāte ir ļoti laba, nav konstatēti defekti.
- 2 – koka vitalitāte laba, ir nelieli un nenozīmīgi defekti.
- 3 – koka vitalitāte apmierinoša, defekti gana nopietni, nepieciešams veikt apsaimniekošanas pasākumus.
- 4 – koka vitalitāte slikta, kokam ļoti nopietni defekti, koks ir sliktā stāvoklī.
- 5 – miruši koki [2].

Rezultāti

Pētījuma laikā tika apsekota Tālavas meža parka teritorija Alūksnes pilsētā. Meža parka teritorijā ir vairāki simti koku, bet apsekoti tika tikai meža parka 1.stāvā sastopamie koki, tātad kopumā tika apsekoti 236 koki.

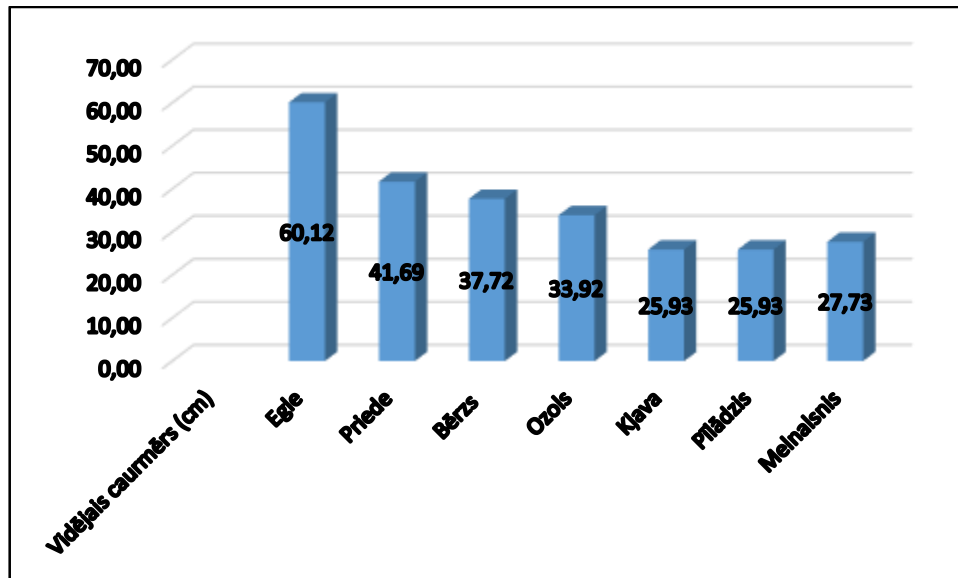
Kokaugu vizuālās diagnostikas laikā tika novērtēts to sakņu, stumbra un vainaga stāvoklis, un vizuālās diagnostikas laikā iegūtie rezultāti tika apkopoti tabulā.

Tālavas meža parka 1.stāvā dominējošā kokaugu ģints ir egle – 150, mazāk ir ozolu – 20 un bērzu – 23. Bez iepriekš minētajiem kokaugiem Tālavas meža parkā aug arī 22 kļavas, 8 pīlādži, 11 priedes un 2 melnalkšņi.



1.att. Tālavas meža parkā konstatēto koku sastāvs

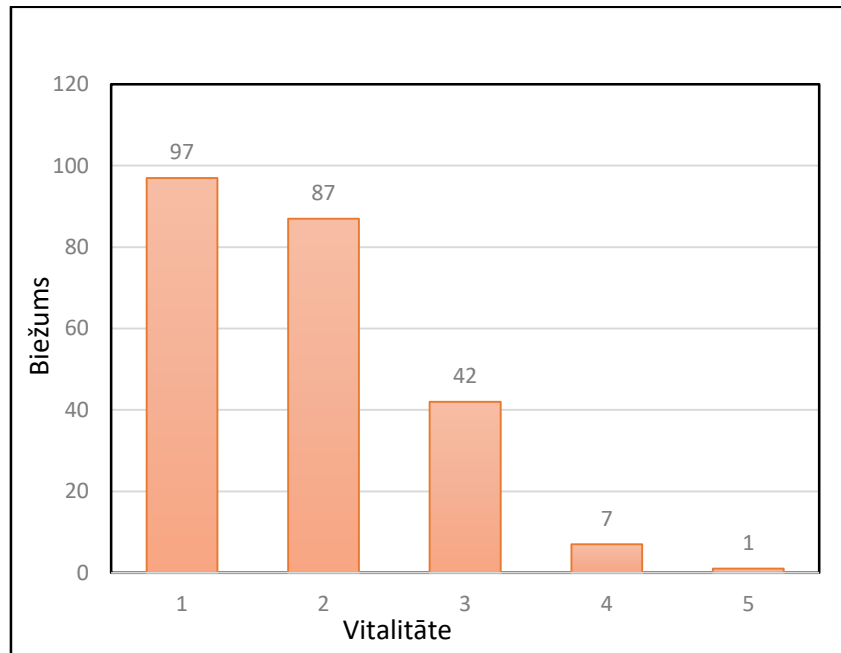
Pētījuma laikā tika noteikts koku stumbra apkārtmērs, kā arī augstums. Koku caurmērs tika aprēķināts ar formulas palīdzību. Koku apkārtmēra noteikšana ir galvenais veids, kā noteikt, vai koks nav sasniedzis dižkoku izmērus. Katrai no koku grupām tika noteikts vidējais caurmērs un koku vidējais augstums. No iegūtajiem datiem tika secināts, ka lielāko vidējo caurmēru sasniedza egles.



2.att. Tālavas meža parkā sastopamo koku vidējais caurmērs (cm)

Pētījuma laikā tika novērtēti koku vainaga vizuālie bojājumi, no kuriem visbiežākā problēma bija sausi un nokaltuši zari, retāk V-veida žākle. Atsevišķiem kokiem tika novēroti stumbra bojājumi – plaisas, ar kambija audiem aizaugušas rētas, kodolkoksnis trupe. Novērtējot sakņu sistēmas stāvokli tika pievērsta uzmanība arī stumbra bojājumiem sakņu kakla rajonā, sakņu atsegumiem, sakņu kakla apbērumiem. Sakņu sistēmas bojājumi tika novēroti vien 7 kokiem.

Ar vislabāko koku vitalitātes novērtējumu – 1, kas liecina par veselu koku, bez defektiem, tika novērtēti 97 koki, ar vērtējumu 2, kas liecina par nebūtiskiem bojājumiem, kas nopietni neietekmē koka stāvokli tika novērtēti – 87 koki. Vitalitātes vērtējums – 3, tika piešķirts 42 kokiem, bet vitalitātes vērtējums 4, kas liecina, ka koks ir sliktā stāvoklī, tika piešķirts 7 kokiem. Ar vitalitātes vērtējumus 5, kas nozīmē, ka koks ir miris, tika novērtēti 1 koks.



3.att. Tālavas meža parka koku vitalitātes biežums

Secinājumi

Veicot dendroloģisko inventarizāciju Tālavas meža parkā tika apsekoti 236 koki. No šiem kokiem lielākā daļa jeb 64% bija egles, retāk sastopami bērzi -10%, kļavas -9% un ozoli- 8%. Veicot koku inventarizāciju tika veikts koku vainaga, stumbra un sakņu stāvokļa novērtējums, ko apvienojot, katram no kokiem tika piešķirts vitalitātes novērtējums skalā no 1 līdz 5, kur ar 1 novērtē kokus, kuru stāvoklis ir ļoti labs, bet ar 5 – mirušus kokus. Tālavas meža parkā vidējais koku vitalitātes novērtējums ir 1,77. 97 no Tālavas meža parkā sastopamajiem kokiem tika novērtēti ar vitalitātes vērtējumu -1, 87 koki tika novērtēti ar vērtējumu – 2, 42 koki tika novērtēti ar 3, septiņiem kokiem tika piešķirts vērtējums - 4, bet vienam kokam tika piešķirts vitalitātes vērtējums – 5.

Summary

It is hard to imagine a modern city without parks or other green spaces. Park is not only a place for relaxing or regaining strength, but also it is a place for local festivities, different sports and a meeting place for friends and families. When talking about parks and urban green spaces, it is important to mention that they have social and economic benefits and furthermore they have a huge impact on the environment. For reasons mentioned above, it is important to properly manage forest parks and other green territories. Tālavas forest park is located in Alūksne and covers 8.1 hectares. As the popularity of this park grows, it is important to remove all dangerous elements of the forest park. As the most of forest park territory is covered with trees it is important to make sure that all the trees are in good shape. So visual evaluation of trees has been performed. During the study visual evaluation of trees has been performed. Tree trunk, crown and root quality have been assessed. Also height and diameter of trees were stated. Besides visual evaluation of trees, determination of tree species was performed. As the Tālavas forest park has perspective to be a place where people can spend their time on different healthy activities, it is necessary to cut down damaged trees and tree branches, which may be dangerous to pedestrians, so recommendations for forest park management was made.

Literatūra

1. European Arboricultural Council (EAC),2005. European Tree Worker. Patzer Verlag, Berlin – Hannover. ISBN 3-87617-109-1. 108-114.
2. Leiburgs G., Grandāne M., Ledaine-Vītoļiņa I., Žīgurs M., Voicesčuka L., Gordejenko M., Kāpostiņš R., Liepiņa U., 2012. Koku inventarizācija ar sakņu un augsnes izpēti. Jaunais Mežaparks, Rīga, Kokneses prospekts 1A. Labie koki. 3-6. lpp.
3. Sherer P.M., The benefits of parks,2006. URL: http://www.eastshorepark.org/benefits_of_parks%20tpl.pdf [Skatīts: 17.04.2017].
4. Suunto,2016. SUUNTO PM-5/1520 Users Guide, 19p.
5. Tjarve D., 2007. Meža ekosistēmas raksturošana un klasifikācija. Metodiski materiāli lauka kursiem botānikā un ekoloģijā. Rīga, Latvijas Universitāte. 2 lpp.

ACETONCIĀNHIDRĪNA (ACH) AVĀRIJU NOVĒRŠANAS UN SEKU LIKVIDĒŠANAS PROBLĒMA ACETONE CYANOHYDRIN (ACH) ACCIDENT PREVENTION AND CONSEQUENCES OF ELIMINATION PROBLEM

Autore: **Diāna ZARECKA**, e-pasts: diana.zarecka@vugd.gov.lv, telefons: 29727737
Zinātniskā darba vadītājs: Dr.Hab.geol. **Gotfrīds Noviks**, e-pasts: Gotfrids.Noviks@rta.lv,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. Environmentally hazardous chemical emergency nowadays is a topical problem which cannot be avoided but that it is possible to do away with the least possible damage to the environment. Considered the situation in Kundzinsala where a 23-ton tank with acetone cyanohydrin began an uncontrollable chemical reaction. Described as crash liquidated.

Keywords. Island Kundzinsala, accident, acetone cyanohydrin.

Ievads

Ķīmiskās avārijās bieži notiek bīstamas ķīmiskās vielas mākoņa veidošanās un tā izplatība vidē. Šāda mākoņa izmērus un bīstamību nosaka bīstamas ķīmiskās vielas fāžu stāvoklis, fizikāli ķīmiskās īpašības, uzglabāšanas apstākļi, meteoroloģiskie apstākļi, apvidus reljefs u.c.

Piesārņojums gaisā var pastāvēt no dažām stundām līdz dažām diennaktīm, bet zemē un ūdenī - vēl ilgāku laika periodu.

Bīstamās ķīmiskās vielas iedarbība var izpausties gan momentāni, gan pēc kāda laika. Ķīmiskajās avārijās cilvēki var saindēties un/vai gūt apdegumus (apsaldējumus), ieelpojot piesārņoto gaisu vai nonākot tiešā kontaktā ar bīstamu ķīmisko vielu. [5]

Pirms uzsākt ķīmiskās avārijas seku likvidēšanu, jāanalizē nodarītais posts un piesārņotās teritorijas robežas. [3]

ACH avārijas likvidācija (citu valstu pieredze):

1. Ja notiek ugunsgrēks: dzesēt konteinerus ar ūdeni, bet nepieļaut vielas kontaktu ar to. No droša attāluma turpināt dzēst ugunsgrēku.
2. Dzēst: ar pulveri, putām, oglekļa dioksīdu. Gāzes un tvaikus šķīdināt izmantojot ūdens aizsegu.
3. Izbirušo vielu savākt konteinerī. Uzmanīgi savākt visus pārpalikumus drošā vietā. Nepieļaut vielas nonākšanu apkārtējā vidē.
4. Likvidējot ACH avāriju, izolēt bīstamo zonu 400 metru rādiusā, evakuēt no tās cilvēkus, atrasties virzienā, no kura pūš vējš, neuzturēties zemās vietās, ievērot ugunsdrošības pasākumus, nesmēķēt. Bīstamajā zonā drīkst atrasties tikai izolētos aizsargkostīmos un elpošanas aparātos. Atrodies vismaz 400 metrus no avārijas, var pielietot tikai elpceļu aizsardzības līdzekļus. [2]

ACH neitralizācija (citu valstu pieredze):

1. ACH padarīt nekaitīgu: avārijas vietu smidzināt ar ūdeni, izmantojot 2 tonnas ūdens uz 1 tonnu ACH vai ar 10% sārma šķīdumu, izmantojot 1.5 tonnu 10% sārma šķīduma uz 1 tonnu ACH.
2. Neitralizēt ACH: ar 10% sārma šķīdumu, izmantojot 5 tonnas 10% sārma šķīduma uz 1 tonnu ACH.
3. Lai smidzinātu ķīmiskās avārijas vietu ar ūdeni vai sārma šķīdumu, pielieto ugunsdzēsāmās mašīnas, smidzināmās mašīnas, automātiskās ūdens laistīšanas stacijas, motorsūkņus, kā arī hidrantus un speciālo tehniku, kura var atrasties bīstamos ķīmisko vielu objektos.

- ACH avārijas vietu mazgā ar lielu ūdens daudzumu, izolē ar smiltīm vai putām, apvaļņo un nepieļauj vielas nonākšanu ūdenī. Ar ACH piesārņoto grunti utilizē, izrokot noplūdes vietā tik lielu grunts slāni, cik dziļi ACH to piesārņojis. Savākšanai izmanto rakšanas mašīnas (buldozerus, skreperus, greiderus, pašizgāzējus). Izrakto bedri aizber ar tīru grunti un profilakses nolūkos skalo ar ūdeni.

Materiāli un metodes

Acetonciānhidrīns (ACH):

Savienojuma toksikoloģija: ACH ir fermentu inde, kura līdzīgi cianīdiem (zilskābes sāļiem) iedarbojas uz elpošanas centriem. Minēto savienojumu toksiskums ir saistīts ar to spēju reaģēt ar fermenta citohromoksidāzes trīsvērtīga dzelzs jonu. Citohromoksidāzes un cianīda kompleksa veidošanos bloķē elektronu transportu oksidēšanos procesos, tādējādi nomācot organisma spēju saistīt elpošanai nepieciešamo skābekli. ACH viegli iesūcas caur ādu, kairina acis un elpošanas ceļus, var izraisīt plaušu tūsku. Saindēšanās simptomi: galvas sāpes, paātrināta sirds darbība, slikta dūša, vemšana, krampji, samaņas zudējums elpošanas centra paralīzes dēļ. Neitralizēt ACH iedarbību var uzņemot antidotus – glikozi, nātrija tiosulfātu. ACH letālā deva ir $LD_{50} = 30 \text{ mg/kg}$ (peles, orāli). Salīdzinājumam: zilskābe ir 8 reizes toksiskāka.

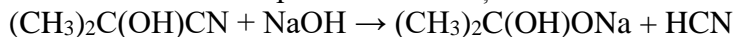
Bezkrāsains vai iedzeltens, gaistošs šķidrums ar rūgto mandeļu smaržu, degošs. Ļoti toksiska viela ieelpojot, nonākot saskarē ar ādu vai norijot. Fermentu inde, kura graužoši iedarbojās uz elpošanas centriem. Pēc iedarbības līdzinās cianīdiem.

Akūtas saindēšanas pazīmes: galvassāpes, paaugstināts sirds ritms, nelabums, vemšana, samaņas zudums.

Videi bīstama viela, toksiska ūdens organismiem.

Akūti toksisks ieelpojot 2. kategorija. Viela pilnībā šķīst ūdenī. [1]

ACH neitralizēšanai pielieto sārma šķīdumus:



Lai neitralizētu 1 tonnu ACH nepieciešams 5 tonnas 10% sārma šķīduma. [4]

ACH ir nestabils ūdens vidē, hidrolizējoties līdz acetonam un zilskābei; pussabrukšanas laiks pie pH 4,01 ir 1,5 dienas, pie pH 6,9 – 7 minūtes, bet pie pH 9,18, mazāk par 5 minūtēm. Verdošā ūdenī pilnīgi hidrolizējas. Izveidotā zilskābe paaugstinātā spiedienā (slēgtā traukā) bāzisko katalizatoru klātbūtnē polimerizējas. Process ir stipri eksotermisks, notiek ar lielu siltumu izdalīšanos, tāpēc ir iespējams sprādziens. ACH viegli uzliesmo. Augstā temperatūrā, atkarībā no degšanas apstākļiem, var veidoties oglekļa monoksīds, oglekļa dioksīds, ūdens, zilskābes tvaiks.

Situācijas analīze

VVD Lielrīgas reģionālās vides pārvaldes (turpmāk – VVD Lielrīgas RVP) inspektori 2009.gada 24.jūlijā apsekoja SIA „Baltic Container Terminal” teritoriju, kurā naktī uz 2009.gada 23.jūliju kāsā cisternā ar ACH sākās nekontrolējama ķīmiskā reakcija, kā rezultātā tilpnē paaugstinājās temperatūra un spiediens, tāpēc draudēja notikt eksplozija. Sākotnēji nostrādāja cisternas drošības vārsts, pa kuru vidē tika izvadīts neliels daudzums šīs bīstamās vielas tvaiku. Taču vēlāk drošības ventilis pārstāja funkcionēt un attiecīgie dienesti nolēma cisternu dzesēt, lai nepieļautu cisternas uzsprāgšanu. Dzesēšanas rezultātā tilpnē esošā viela polimerizējās un sprādziena draudi vairs nepastāvēja (1.attēls)



1.att. Bojātā cisterna ar ACH pēc dzesēšanas

Cisterna ar ACH ir piegādāta Olainē SIA „Olaines ķīmiskā rūpnīca „BIOLARS””.

Negadījuma vietā palika apmēram 3m³ liela polimerizētās vielas kaudze un 2 cisternas, kuras no ārpusē ir ievērojami piesārņotas ar šo melno polimerizēto vielu. Lietus ūdeņu darbības rezultātā polimerizētā viela sāka šķīst un piesārņotie ūdeņi sāka ieplūst lietus notekūdeņu kanalizācijas sistēmā. Pēc VVD Lielrīgas RVP pieprasījuma tika izveidots aizsargvalnis no smiltīm, lai nepieļautu piesārņoto ūdeņu ieplūdi Daugavā. [7]

Rezultāti

VVD inspektori un Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs Vides laboratorijas darbinieki veica virszemes ūdens paraugu noņemšanu Daugavā un termināla teritorijā avārijas vietā 2009.gada 23., 24., 25. un 27.jūlijā.

Izvērtējot testēšanas pārskatos uzrādītos rādītājus, tika konstatēts, ka virszemes ūdens piesārņojums ar cianīdiem ir pieļaujamās koncentrācijas robežās. Avārijas vietā peļķēs piesārņojums ar cianīdiem pārsniedza pieļaujamo robežvērtību.

Tika konstatēts, ka ir apdraudēta Daugavas ekosistēma un nepieciešams steidzami SIA „Olaines ķīmiskā rūpnīca „BIOLARS”” izstrādāt sanācijas programmu un veikt sanācijas pasākumus, kā arī pēc sanācijas darbu izpildes sniegt pārskatu par veiktajiem pasākumiem.

SIA „Olaines ķīmiskā rūpnīca „BIOLARS”” atbilstoši izstrādātajam un saskaņotam sanācijas plānam ir veicis sekojošus pasākumus:

- izvedis tehnogēnajā avārijā cietušo tank-konteineru uz rūpnīcu Olainē, tā atbrīvošanai no polimēra un tanī esošā polimēra neitralizāciju pēc AAS “Polimer” speciālisti ieteiktajām un Centrālā laboratorija pārbaudītām metodikām;
- izvedis no SIA „Baltic Container terminal” teritorijas pārējos tank-konteinerus, uz kuriem nosēdās sveķveidīgais polimērs, to attīrīšanai un nomazgāšanai;

- savāca SIA „Baltic Container terminal” teritorijā palikušās polimēru kaudzes un izveda uz rūpnīcu Olainē to neitralizācijai;
- savāca ar zāģu skaidu palīdzību ūdeni, kas iekrāsots ar polimēra sveķiem un izveda uz rūpnīcu Olainē utilizācijai. [7]

1.tabulā redzams, ka 2009.gada 23.jūnijā (avārijas dienā), maksimāli pieļaujamā cianīdu norma pārsniegta tikai peļķē cisternas tuvumā. Tātad bīstamā viela nav nonākusi ūdenstilpnē.

1.tabula

Testēšanas rezultāti [6]

Ņemšanas vieta	Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Testēšanas rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums	Max pieļaujamā norma
~100 m augšpus, 40 m no krasta (~1 m dziļumā)	Cianīdi kopējie, mg CN/l	<0.01	ISO 6703/1:1984, 1.nod.	23.07.2009.	0.05 mg CN/l
	Ķīmiskais skābekļa patēriņš, mg/L	43±5	DIN 38409 Teil 44:1992	23.07.2009.	
Lejtecē, piestātnes galā, 20 m no krasta (~1 m dziļumā)	Cianīdi kopējie, mg CN/l	<0.01	ISO 6703/1:1984, 1.nod.	23.07.2009.	0.05 mg CN/l
	Ķīmiskais skābekļa patēriņš, mg/L	43±5	DIN 38409 Teil 44:1992	23.07.2009.	
Ņemšanas vieta	Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Testēšanas rezultāts ar nenoteiktību	Testēšanas metodika	Analīzes izpildes datums	Max pieļaujamā norma
Lejtecē, 20 m o piestātnes gala, 20 m no krasta (~1 m dziļumā)	Cianīdi kopējie, mg CN/l	<0.01	ISO 6703/1:1984, 1.nod.	23.07.2009.	0.05 mg CN/l
	Ķīmiskais skābekļa patēriņš, mg/L	43±5	DIN 38409 Teil 44:1992	23.07.2009.	
No peļķes SIA “Baltic Container Terminal” teritorijā, avarējušās cisternas tuvumā	Cianīdi kopējie, mg CN/l	0.188±0.02	ISO 6703/1:1984, 1.nod.	23.07.2009.	0.05 mg CN/l
	Ķīmiskais skābekļa patēriņš, mg/L	1872±244	LVS ISO 6060:1989	23.07.2009.	

Rezultātu analīze

Ķīmiskā piesārņojuma avotu lokalizēšana un pastāvošas bīstamības likvidēšana var ietvert sekojošas darbības:

1. bīstamas ķīmiskās vielas noplūdes lokalizēšana;
2. bīstamas ķīmiskās vielas noplūdes likvidēšana;
3. bīstamu ķīmisko vielu neitralizējošas vielas izmantošana.[5]

Bīstamās ķīmiskās vielas noplūdes lokalizēšanu panāk:

1. Gāzēm - ar mērķi ierobežot mākoņa izplatīšanos vidē, kā arī samazināt bīstamu ķīmisko vielu koncentrāciju gaisā:
 - 1.1. ar ūdens vēdekļa aizsegumiem;
 - 1.2. izmantojot speciālos uzgaļus, piemēram, RV-12 stobram RS-70 vai citas ierīces;
 - 1.3. ar izsmidzinātu ūdeni;

- 1.4. izmantojot ugunsdzēsības stobrus. Pielietojot ugunsdzēsības stobrus, var izmantot neitralizējošo vielu šķīdumus;
- 1.5. iztvaikošanas intensitātes pazemināšana pārklājot virsmu;
- 1.6. pārklājot bīstamās ķīmiskās vielas noplūdes virsmu ar putām vai pārklājumiem. Izmantojot pārklājus, jārēķinās ar bīstamās ķīmiskās vielas kondensēšanās iespējamību un kondensāta savākšanu.
2. Šķidrumiem - ar mērķi novērst noplūdes izplatīšanos, samazināt iztvaikošanas platību un iztvaikošanas intensitāti:
 - 2.1. noplūdes apvaļņošana - atkarībā no situācijas apvaļņošana notiek visā noplūdes perimetrā vai tikai bīstamākajā virzienā.
 - 2.2. savākšana;
 - 2.2.1. izmantojot šim darbam paredzētos sūkņus;
 - 2.2.2. izmantojot absorbentus vai citus absorbējošus materiālus;
 - 2.2.3 sabiezinašana - ar mērķi palielināt vielas viskozitāti.
 - 2.3. sabiezinašana- ar mērķi palielināt vielas viskozitāti.
3. Vielas cieto fāzi - ar savākšanu.

Bīstamas ķīmiskās vielas noplūdes likvidēšanu panāk:

1. gāzēm, tvaikiem vai aerosoliem:
 - 1.1. pārklājot, noslēdzot noplūšanas vietu;
 - 1.2. samazinot vielas temperatūru, lai pārtrauktu iztvaikošanu;
 - 1.3. ievadot ķīmiskas vielas, kas veicina bīstamās ķīmiskās vielas īpašību neitralizēšanu vai iespējamās reakcijas bremsēšanu.
2. šķidrumiem:
 - 2.1. noslēdzot, noblīvējot noplūdes avotu;
 - 2.2. pārsūkņējot atbilstošā tvertnē vai izveidotā tilpnē;
 - 2.3. ievadot ķīmiskas vielas, kas veicina bīstamas ķīmiskās vielas īpašību neitralizēšanu vai iespējamās reakcijas bremsēšanu;
 - 2.4. mainot agregātvokli uz cietu vai želejveidīgu.
3. cietām vielām, novēršot izbiršanu.

Bīstamu ķīmisko vielu neitralizējošas vielas izvēli veic glābšanas darbu vadītājs, nepieciešamības gadījumā izmantojot speciālista - ķīmiķa rekomendācijas.

Bīstamās ķīmiskas vielas noplūdi, izlīšanu, apstādina aizverot krānus, aizspiežot ar speciālu aprīkojumu.

Veicot bojātas tvertnes hermetizāciju bīstamo ķīmisko vielu noplūdi var efektīvi apturēt izmantojot pneimatiskos spilvenus, kā redzams 2. attēlā. [5]



2.att. Pneimatiskā spilvena uzlikšana un savilkšana uz bojātās cisternas

Lai apturētu bīstamo ķīmisko vielu noplūdi (izlīšanu) var izmantot pneimatiskās tapas. Pneimatisko tapu ievieto tvertnē bīstamo ķīmisko vielu noplūdes vietā un piepilda ar gaisu, kā redzams 3.attēlā. Bojātas tvertnes hermetizācijai bīstamās ķīmiskās vielas noplūdes gadījumā var izmantot koka tapas. [5]



3.att. Bojātas tvertnes hermetizācija, izmantojot pneimatisko tapu

Secinājumi

ACH ir nestabils ūdens vidē, ātri reaģē ar ūdeni izdalot zilskābi, kas ir kaitīga cilvēku veselībai un dzīvībai. Transportējot ACH svarīgi, lai viela būtu hermētiskā konteinerī, nedrīkst pieļaut tās nonākšanu ūdens tilpnē. Likvidējot avāriju glābšanas dienestu darbiniekiem jāievēro ķīmisko avāriju likvidēšanas nosacījumi un individuālo aizsardzības līdzekļu pielietošana. Ļoti svarīga ir ACH neitralizācija un avārijas vietas atsārņošana – skalošana, sārnu šķīdumu pielietošana un piesārņotā grunts izrakšana. ACH avārijas likvidācija Kundziņsalā noritēja līdzīgi ārzemju metodēm, bet glābēju zināšanu par ķīmisko vielu reakciju ar ūdeni trūkuma dēļ, sākās nekontrolējama ACH reakcija un izdalījās zilskābe, taču avārijas likvidācija beidzās veiksmīgi, ķīmiskais process tika apstādināts un cisternu varēja aizvest prom uz utilizāciju.

Summary

ACH is unstable in the aquatic environment it rapidly reacts with water releasing hydrocyanic acid that is harmful to human health and life. Transporting ACH it is important that the substance is in a leak proof container and not allow it to enter the water tank. Eliminating emergency, rescue service staff, should detect the conditions for the elimination of chemical accidents and the use of personal protective equipment. ACH neutralization and decontamination of the emergency site is very important – rising, application of alkali solutions and excavation of contaminated soil. ACH elimination of the accident was similar to the foreign methods because of rescue service staff lack of knowledge the reaction of chemicals with water; wise uncontrollable ACH reaction and hydrocyanic acid was released. However, accident elimination was successful chemical process was stopped and the tanks could be taken away from disposal.

Bibliography

1. <http://www.biolar.lv/en/company/informativs-materials/acetoncianhidrins.html>
2. <https://fireman.club/inseklodepia/atsetontsiangidrin-tsianogidrin-atsetona/>
3. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/himicheskie-avarii-i-plan-deystviy-dlya-naseleniya/>
4. <https://studfiles.net/preview/2766406/page:2/>
5. Valsts ugunsdzēsības un glābšanas dienesta Metodiskie ieteikumi “Reaģēšanas pasākumu veikšana bīstamu ķīmisko vielu noplūdes gadījumā”
6. Dokumentācija no Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras
7. Dokumentācija no Valsts vides dienesta

AKU ŪDENS KVALITĀTE SPRUŽEVAS CIEMĀ THE QUALITY OF WELL WATER IN THE SPRUZEVA VILLAGE

Autore: **Jūlija ZELČA**, e-pasts: yulia94@inbox.lv, telefons: 26036588
Zinātniskā darba vadītāja: Mg.chem. **Ērika Teirumnieka**, e-pasts: Erika.Teirumnieka@rta.lv,
telefons: 26443015
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. The article contains information on the water quality of Spruzeva village wells, which was determined by chemical and microbiological indicators. Methods of detection have been described. The analysis of the obtained chemical and microbiological research results and comparison with the drinking water quality targets were carried out. Since microbiological and chemical contamination has been detected in the studied wells, proposals have been made to improve water quality.

Keywords: well, Spruzeva, drinking water.

Ievads

Spruževa ir ciems Rēzeknes novadā, Griškānu pagasta centrs. Daļa ciema iedzīvotāju nav pieslēgti centrālajai ūdensapgādes sistēmai un kā dzeramā ūdens avotu izmanto grodu akas. Ūdens no šiem avotiem parasti nav pakļauts sanitāro un epidemioloģisko staciju kontrolei.

Akās ūdens tiek iegūts no virsējiem gruntsūdeņiem, kas sliktāk nekā pazemes avotu ūdens ir aizsargāti no piesārņojuma. Ūdens kvalitāte šādās akās ir atkarīga no konkrētās vietas hidroģeoloģiskajiem apstākļiem, akas novietojuma attiecībā pret citām saimnieciskajām ēkām, kā arī no akas konstrukcijas.

Ūdens kvalitāti grodu akā var ietekmēt piesērējumu un nogulšņu kārtas izveidošanās akas dibenā, tāpēc aku vēlams izsmelt un iztīrīt nogulsnes ne retāk kā reizi 10 gados.

Materiāli un metodes

Instrumentālā **pH** vērtības noteikšanas metode ir pH mērīšana ar īpašu stikla elektrodu. Elektrodam atrodoties šķīdumā, tā virsmā sārmu metālu katjoni apmainās ar ūdeņraža joniem no šķīduma, un stikla virsma piesātinās ar ūdeņraža joniem. Tādējādi stikla virsma iegūst elektrisko lādiņu, kura lielums atkarīgs no šķīduma pH. Iekārtu, ar kuru nosaka pH vērtību, sauc par pH-metru. pH-metrs ir lietojams visā nepieciešamajā pH intervālā (no 0 līdz 14), mērījumi ir ļoti precīzi (līdz pat 0,001 pH vienībai). Ar digitālo pH-metru var nepārtraukti kontrolēt pH maiņu pētāmajā sistēmā. [1]

Lai izmērītu ūdens **elektrovadītspēju**, izmanto konduktometru. Šīs ierīces darbības princips ir balstīts uz tiešo ūdens elektrovadītspējas atkarību no tajā izšķīdušo savienojumu daudzuma.

Duļķainību nosaka fotometriski (turbidimetriski – pēc atstarotās gaismas pavājināšanās vai nefelometriski – pēc gaismas izkliedes atstarotā gaismā), kā arī vizuāli – pēc 10-12 cm augsta staba duļķainības pakāpes duļķainības mērīšanas mēģenē. Ierīces, kas mēra ūdens duļķainību, ir turbidimetri.[2]

Nitrātu, nitrītu, dzelzs un hlora satura noteikšanai arī izmanto fotometru, ūdens paraugam pievienojot papildus reagentus. Metode balstās uz spektrofotometrijas pamatiem.

Spektrofotometrija pieder pie instrumentālajām analīzes metodēm. Tās priekšrocība ir ļoti augstais jutīgums. Ar parastajām analīzes metodēm nevar noteikt koncentrācijas, kas mazākas par 10^{-5} mol/l, bet ar optiskajām metodēm mazākā vielas koncentrācija, ko var noteikt, ir $5 \cdot 10^{-8}$ mol/l.

Metode balstās uz gaismas (precīzāk- elektromagnētiska starojuma) absorbciju vielās. Metode pamatojas uz 2 pamatatziņām:

- 1) Viela absorbē pilnīgi noteiktus sev raksturīgus viļņu garumus;

2) Gaismas absorbcija ir tieši proporcionāla gaismu absorbējošās vielas koncentrācijai.

Visiem tiem gaismas viļņa garumiem, kurus viela absorbē, ir spēkā Bugēra-Lamberta-Bēra likums $A = \varepsilon \cdot c \cdot l$, kur

A- gaismas absorbcija

c- vielas koncentrācija šķīdumā, mol/l

l - absorbējošā slāņa biezums, cm

ε - molārais absorbcijas koeficients (ekstinkcijas koeficients) , l/mol · cm

Kvantitatīvā analīze.

Ja pati analizējamā viela nav krāsaina, tad ar optiskajām metodēm analīzi var veikt tad, ja ir iespējams atrast reaģentu, kas ar analizējamo vielu veido krāsainu savienojumu. Piemēram, dzelzs(III) jons veido sarkanās krāsas savienojumu ar rodanīdjonu.

Ja krāsainās vielas absorbcijas spektrs ir zināms, var izvēlēties nepieciešamo viļņa garumu (λ_{\max}) un veikt kvantitatīvus mērījumus ar spektrofotometra palīdzību.

No gaismas avota gaisma nonāk uz lēcas, kas to sakopo paralēlā kūlī un tālāk gaisma nonāk uz gaismas filtra. Iekārtā ir filtru komplekts un, izvēloties attiecīgu filtru, no gaismas avota baltas gaismas kūļa izdala joslu, kurā ietilpst nepieciešamais viļņa garums.

Parasti izmanto kalibrēšanas grafika metodi.

Vispirms pagatavo standartšķīdumu sēriju, izmēra to absorbcijas un konstruē kalibrēšanas grafiku $A = f(c)$. Šajos mērījumos c ir neatkarīgais lielums, A- atkarīgais mainīgais, bet ε un l ir fiksētie lielumi.

Pēc tam izmēra absorbcijas lielumu pētāmajam nezināmās koncentrācijas šķīdumam un no kalibrēšanas grafika atrod nezināmo koncentrāciju.

Lielas un mazas absorbcijas gadījumā ir vērojamas novirzes no Bēra likuma, tādēļ jāstrādā noteiktā absorbcijas intervālā 0,1- 1,0.[3][4]

Sulfātjonus var noteikt, pielietojot turbidimetrisko metodi. Ūdenī esošie sulfātjoni ar pievienotajiem bārija joniem veido suspensiju, kurai izmēra duļķainību. Suspensijas stabilizēšanai pievieno želatīna šķīdumu.

Ūdens cietību var noteikt, izmantojot kompleksonometrisko metodi. Tās pamatā ir cietā ūdenī esošo kalcija un magnija jonu spēja reaģēt amonija bufervidē (pH=10) ar kompleksonu III. Ekvivalences punkta noteikšanai izmanto indikatoru – eriohrommelno. Cietību izsaka kā kalcija un magnija jonu koncentrāciju milimolos 1 litrā ūdens.[2]

Enterokoku skaita noteikšanai ūdenī var pielietot Defīnētā Substrāta Tehnoloģijas (DST) *Quanti- Tray* metodi. Ūdens paraugam pievieno reaģentu, ielej to *Quanti- Tray* planšetē, noslēdz un inkubē. Enterokokus saturošās šūnas rezultātā luminiscē, to atbilstību mikroorganismu daudzumam var atrast datu tabulās.[5] Līdzīga metode ir mikroplates izmantošana. [6]

Analizējamie ūdens paraugi tika paņemti 3grodu akās. Paraugu analīzes tika veiktas Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas Ķīmijas un biotehnoloģiju pētnieciskā centra laboratorijās.

Rezultāti un to izvērtējums

Grodu aku ūdens kvalitātes ķīmiskie un mikrobioloģiskie radītāji Sprūževas ciemā parādīti 1. tabulā.

1. tabula

Grodu aku ūdens kvalitātes rādītāji Sprūževas ciemā

	1.paraugs	2.paraugs	3.paraugs	Robežvērtība
EVS	218 μ s	239 μ s	298 μ s	2500 μ s
pH	8.602	8.386	7.646	6,5-9,5
SO₄²⁻	<200 mg/l	<200 mg/l	<200 mg/l	250 mg/l
NO₂⁻	<1 mg/l	<1 mg/l	<1 mg/l	0,50 mg/l
NO₃⁻	25 mg/l	50 mg/l	25 mg/l	50 mg/l
Fe²⁺/Fe³⁺	<5 mg/l	<5 mg/l	<5 mg/l	0,2 mg/l
Cl⁻	<500 mg/l	<500 mg/l	<500 mg/l	250 mg/l
Cietība	178 mg/l	106.8 mg/l	267 mg/l	7 mmol/l
Duļķainība	1.86 NTU	2.57 NTU	0.56 NTU	3,0 NTU
Enterokoki	1 baktērijas šūna uz 100 ml ūdens	1 baktērijas šūna uz 100 ml ūdens	8.5 šūnas uz 100 ml ūdens	0 šūnas uz 100 ml ūdens

- Elektrovadītspēja ir normas robežās.
- pH nepārsniedz normas robežas, to vērtības norāda uz sārmainu vidi.
- Sulfātjoni ir normas robežās.
- Nitrātu un nitrītu jonu daudzums nepārsniedz noteiktās normas.
- Ūdens paraugiem ir paaugstināts dzelzs saturs, bet paaugstināts dzelzs saturs raksturīgs visā Latvijas teritorijā, jo pazemes un gruntsūdeņi ir tiešā kontaktā ar dzelzi saturošiem iežiem.
- Hlorīdjonu saturs ir augsts, kas liecina par antropogēno piesārņojumu, piemēram, ceļu virsmu apstrāde ziemas periodā ar pretslīdes līdzekļiem.
- Ūdens ir ciets, arī paaugstināta ūdens cietība raksturīga visā Latvijas teritorijā, jo pazemes un gruntsūdeņi ir tiešā kontaktā ar karbonātiežiem.
- Duļķainība ir normas robežās.
- Ūdens amonija saturs ir paaugstināts, kas norāda uz antropogēno piesārņojumu, piemēram kūstmēsli.
- Ūdens paraugi satur baktērijas, kas norāda uz avotu mikrobioloģisko piesārņojumu, iespējams no sadzīves notekūdeņiem un sausajām tualetēm.

Kā redzams, vairāki kvalitātes rādītāji pārsniedz normas robežas, kas padara šo ūdeni kaitīgu cilvēka veselībai. Viennozīmīgi var teikt, ka paraugu ūdens kvalitāte ir pārāk zema, nepieciešams to attīrīt, pirms izmantot kā dzeramo ūdeni. Bīstamākais ir mikrobioloģiskais piesārņojums un amonija jonu paaugstinātā koncentrācija. Lai novērstu atklātās problēmas, tiek piedāvāti šādi risinājumi:

1) Notekūdeņu attīrīšana

Pārdomātas un kvalitatīvas notekūdeņu attīrīšanas sistēmas izveide pasargā no piesārņojuma gruntsūdeņus, nodrošinot iespēju iegūt no tiem tīru dzeramo ūdeni - gan spīces, gan grodu akas vai dziļurbuma gadījumā.

Sākumā notekūdeņi jāsavāc, piemēram, ar sūkņu palīdzību, un tad jāattīra. Suspendētās vai koloidālās daļiņas un izšķīdušās vielas no notekūdens var atdalīt fizikāli, pārvērst bioloģiski vai izmainīt ķīmiski. Parasti tiek izmantoti nostādinātāji.[7]

2) Grodu aku ūdens attīrīšana

Sistēmas un filtri

Ātrai ūdens attīrīšanai var patstāvīgi izveidot filtru, bet dzeramā ūdens attīrīšanai iegādāties jonapmaiņas filtru. Tā ir minimāla attīrīšanas sistēma. Maksimālā ietver ūdens analīzes un pilnvērtīgas sistēmas uzstādīšanu.

Var veikt profilaksi, kura izskatās šādi:

- Attīrīšanas darbi;
- Dezinfekcija;
- Hlorēšana;
- Attīrīšana akas iekšienē (nepārtraukta).

Ja aprakstīt šo sistēmu sīkāk, tā darbosies šādi. Uz akas sienām pastāvīgi un aktīvi vairojas baktērijas. Tāpēc ik pa noteiktam laikam tās ir jāattīra. Attīrīšanu veic mehāniski, ar tālāku dezinfekciju. Pēc tam novāc atkritumus no akas dibena un likvidē visas plaisas.

Uzreiz var mainīt ūdens attīrīšanas filtru. Filtrā varētu izmantot ceolītu kā dabīgu adsorbentu.

Pēc tam var dezinficēt ūdeni ar hlorkaļķi. Attīra visu aku un tad pašu ūdeni. Pastāvīgai ūdens attīrīšanai ieteicams lietot hlora patronas. Tā ir tilpne, piepildīta ar kalcija hipohlorīdu vai to pašu kaļķi. Atrodies ūdenī, ūdens sagatavošanas sistēma (filtru komplekss) mēreni to dezinficē.[8]

3) Ūdens filtrācijas veidi

- Uzbūrumtipa attīrīšanas sistēmas.
- Mehāniskas attīrīšanas sieta un diska filtri, kas atdala neizšķīdušas mehāniskas daļiņas, smiltis, rūs, koloīdus.
- Ultravioletie sterilizatori, attīra ūdeni no mikroorganismiem.
- Oksidējošie filtri, atdala dzelzi, mangānu, sērūdeņradi.
- Kompaktie mājāsaimniecību mīkstinātāji un jonu apmaiņas filtri, kas mīkstina un atdala dzelzi, mangānu, nitrātus, nitrītus, sulfātus, smago metālu sāļus, organiskos savienojumus.
- Adsorbcijas filtri, kas uzlabo organoleptiskos radītājus un atdala hlora atlikumus, izšķīdušās gāzes, organiskos savienojumus.
- Kombinētie filtri – kompleksas daudzpakāpju sistēmas.
- Membrānas sistēmas – reversās osmozes ūdens sagatavošanas sistēmas, augstākā attīrīšanas pakāpe. [9]

Tā kā pētāmās akas ir novecojušas, tas var reģenerēt, izmantojot skalošanu vai triecienviļņa un ultraskaņas metodi, kura uzrāda augstu efektivitāti, bet tiek retāk pielietota. [10]

Secinājumi

1. Grodu aku ūdens analīzes parāda zemu ūdens kvalitāti tajās. Bez attīrīšanas šis ūdens var radīt veselības problēmas, lietojot to uzturā.
2. Grodu aku piesārņojuma avotus Sprūževas ciemā nav iespējams novērst pilnībā, tāpēc piesārņojuma draudi pastāvēs arī nākotnē.
3. Enterokoku klātbūtne ūdenī norāda arī uz palielinātu amonija daudzumu tajā. Novērst mikrobioloģisko piesārņojumu varētu ar dezinficēšanas palīdzību.
4. Paaugstināts dzelzs saturs ūdenī veicina baktēriju augšanu, pazemina dzidrumu un citādi negatīvi ietekmē ūdens kvalitāti. Tā ir aktuāla problēma valstī. Atdzelžot ūdeni var, piemēram, ar filtra palīdzību.
5. Tā kā grodu aku ūdens Sprūževas ciemā tiek lietots ne tikai pārtikā, bet arī sadzīvē, tā cietība negatīvi ietekmē iekārtas. Cietības novēršanai var iegādāties ūdens mīkstinātāju, kas tajā pat laikā ir arī filtrs un atdzelžotājs.
6. Ņemot vērā visas pētāmo ūdeņu problēmas, efektīvāk uzlabot to kvalitāti varētu ar speciālu iekārtu izmantošanu. Taču to cena ir augsta un pētāmās akas izmanto pensionāri, kuru ienākumi nav pietiekami augsti.
7. Izpētītās akas ir novecojušas, to ekspluatācija ir bijusi pārāk ilga. Jo vecāka ir aka, jo zemāka ūdens kvalitāte tajā. Varētu pielietot urbuma skalošanu un dezinfekciju, ko veic speciālisti.

8. Ir pieejamas vairākas ūdens attīrīšanas metodes, kuras tika minētas šajā darbā. Piemērotāko tieši savam gadījumam var izvēlēties tikai aku īpašnieki.

Summary

A part of the Spruzeva villagers are not connected to the central water supply system and wells are used as a source of drinking water. Water from these sources is usually not subject to control of sanitary-epidemiological stations.

The analyzes carried out showed a poor quality of water in these wells. In particular, the analyzes show increased levels of ammonium, iron, chloride ions, hardness and microbacteria. Without purification, this water can harm the health of using it in nutrition.

The sources of pollution damage in the Spruzeva village can not be completely eliminated, hence the threat of pollution will continue in the future.

The presence of enterococci in water also indicates an increased amount of ammonium in it. Disinfecting could help to prevent microbial contamination.

Increased iron content in water contributes to bacterial growth, lowers clarity and otherwise adversely affects the quality of water. This is a topical problem in the country. Water can be purified from iron, for example, by means of a filter.

As the well water in the Spruzeva village is used not only in food, but also for household purposes, its hardness negatively affects the equipment. A water softener could be used for hardness elimination, which at the same time also has a filter and iron cleaner.

Taking into account all the water problems of explored wells, it would be possible to improve their quality more efficiently through the use of special equipment. But their price is high and the wells are used by pensioners whose incomes are not high enough.

Explored wells are outdated, their operation has been too long. The older the well the lower water quality in it. Borehole cleaning and disinfection by specialists could be used.

There are several water treatment methods that were mentioned in this work. Only the well owners can choose the right one for their own case.

Literatūra

1. Kaksis Ā., Ķīmija 10. klasei, Lielvārds, 2009, 108 – 110
2. Eiropas Sociālā fonda projekts "Nozaru kvalifikācijas sistēmas izveide un profesionālās izglītības efektivitātes un kvalitātes paaugstināšana"(vienošanās Nr.2010/0274/1DP/1.2.1.1.1/10/IPIA/VIAA/001) Profesionālās kvalifikācijas eksāmena praktiskās daļas uzdevumu komplekti. Pieejams: http://visc.gov.lv/profizglitiba/eksameni/dokumenti/projekts/kim_pke/prakse.pdf
3. Eiropas Sociālā fonda projekts "Inovātīva un praksē balstīta pedagogu izglītības ieguve un mentoru profesionālā pilnveide" Nr.2010/0096/1DP/1.2.1.2.3./09/IPIA/VIAA/001 2. līmeņa profesionālās augstākās izglītības studiju programmas „Skolotājs” studiju atbalsta materiāli studiju kursā „Eksperimenti dabaszinībās skolā I” SPEKTROFOTOMETRIJAS PAMATI
4. P. Dowling, B. Moran, E. McAuley, P. Meleady, M. Henry, M. Clynes, M. McMenamin, N. Leonard, M. Monks, B. Wynne, P. Ormond, A. Larkin. Quantitative label-free mass spectrometry analysis of formalin-fixed, paraffin-embedded tissue representing the invasive cutaneous malignant melanoma proteome. 2016 (angļu valodā).
5. Testēšanas metodes. Pieejams: <http://www.pienslabs.lv/metodes.php>
6. T. Garcia-Armisen, P. Servais. Atbilstošās E.coli un enterokoku punktu un neitrālu avotu ietekmes lielā urbanizētā baseinā (Seinas upe, Francija)2016 (angļu valodā).
7. Lekcija "Notekūdeņu attīrīšana". Pieejams: http://www.geo.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/gzzf/zinas/18-LEKCIJA-Notekudenu_attirisana.pdf
8. Aku ūdens attīrīšana. Pieejams: <http://vodopodgotovka-vodi.ru/ochistka-vody/ochistka-vody-iz-kolodca> (krievu valodā).
9. Referāts: Dzeramā ūdens kvalitāte un cilvēka veselība. 2005. Pieejams: <http://www.bestreferat.ru/referat-59960> (krievu valodā).
10. A.V. Abramova, V. O. Abramovs, V. M. Bajazitovs, R.V. Nikonovs. Ūdens aku reģenerācijas metode, pamatojoties uz triecienu viļņiem un ultraskaņu.2016 (angļu valodā).