



Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Inženieru fakultāte

CILVĒKS.VIDE.TEHNoloģIJAS

21. starptautiskā studentu zinātniski praktiskā konference
2017. gada 19. aprīlis

21st Students International Scientific and Practical Conference

Human. Environment. Technology

Rezekne Academy of Technologies, Rezekne, Latvia
19 April 2017

Par rakstu saturu atbild autori.

Recenzenti/ Reviewers:

Dr.biol., doc. Rasma Tretjakova
Dr.habil.geol., prof. Gotfrīds Noviks
Dr.Ing., prof. Josef Timmerberg
Dr.Ing., prof. Luybomir Lazov
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. Ērika Teirumnieka
Mg.paed. 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, 2017

© Autoru kolektīvs, 2017

Saturs

Informācijas tehnoloģijas, mehatronika, elektronika		
Lauris Aglenieks	Mazbudžeta akvaponikas sistēmas izveide <i>Establishment of low-cost aquaponic system</i>	7.
Artēmijs, Aksjonovs, Edgars, Zaicevs,	3D skeneris. Daudzveidība un darbības principi <i>3D scanners. Diversity and operating principles</i>	13.
Anastasija Aleksejeva, Mihails Zaščerinskis, Jeļena Zaščerinska	E-evaluation of engineering studies: Theoretical overview <i>Inženierstudiju novērtēšana: teorētiskais apskats</i>	19.
Arita Amelko, Agnese Stanka,	Mārketinga tehnoloģijas auditorijas atlasei sociālajā tīklā "Facebook" <i>Marketing technologies for audiences' selection in "Facebook"</i>	27.
Ilmārs Apeināns	Analītiskā un skaitliskā modelēšana ar datorprogrammām Matlab un Maple <i>Analytical and numerical modeling with the computer programs Matlab and Maple:</i>	34.
Andris Balodis	Object recognition methods in computer vision using image processing library Emgu CV <i>Objektu atpazīšanas metodes tehniskajā redzē izmantojot attēlu apstrādes bibliotēku Emgu CV</i>	41.
Sabrina-Julia Best, Kevin Neubauer	Power2Gas in the automotive industry <i>Power2Gas autorūpniecībā</i>	47.
Marc Borchert, Thilo Bruns, Sabrina Hohendahl	Carbon Fiber Reinforced Polymer - the Fabric of the Future?	54.
Anita Daugule, Sandra Dzindzuka,	Informācijas tehnoloģiju loma senioru sociālajā adaptācijā <i>The role of information technology senior social adjustment</i>	62.
Gunta Dukšta, Alla Gaigule, Vladislavs Šindlers	Procesu vizualizācijas sistēmu analīze un pielietojanas iespējas <i>Process visualization system analysis and application opportunities</i>	69.
Vitālijs Dunkins	Lāzerablācijas izmantošana vara slāņa noņemšanai PCB platēm <i>Remove the copper layer of PCB boards by using laser ablation</i>	77.
Maija Elksne	Elektronisko maksājumu drošības nodrošināšanas iespējas <i>Electronic payment safety provide options</i>	83.
Mārīte Elksne, Artūrs Solovjovs	Simulāciju izveide unreal engine vidē un pielietojums izglītībā <i>Simulation development on unreal engine and their applications in education process</i>	89.
Aleksandrs Fadejevs	Interneta aptauju izveidošanas iespējas <i>Internet questionnaires development opportunities</i>	95.
Lauris Glīdzs	Computer security <i>Kiberdrošība</i>	101.

Konstantin Gusev	Nanotechnology application in composite rebar production <i>Pieteikumu nanotehnoloģiju ražošanas kompozītmateriālu armatūras</i>	109.
Lisa Christin Hansen, Philipp Bojahr	Power2Gas in Germany – Technology and Opportunities <i>Power2Gas uz Vācija – Tehnoloģija un iespējas</i>	117.
Jāzeps Ivulis, Aigars Bekmanis	IGBT draiveris un tā izmantošanas problēmas <i>IGBT driver and problems of its application</i>	125.
Edgars Kairiņš	Hafmena saspiešanas algoritms <i>Huffman Compression Algorithm</i>	131.
Andris Keiņš, Ina Komarova	Biznesa procesu modeļi dažādās modelēšanas valodās <i>Business process models in different modeling languages</i>	135.
Olga Kirillova	Design and study of time relays <i>Dizains un studiju laika releji</i>	140.
Ilze Kudiņa, Liene Mežinska, Jeļena Smirnova	Cambridge analytica izveidotās tehnoloģijas iespējas Eiropā un Latvijā <i>The opportunities of cambridge analytica developed technology in Europe and Latvia</i>	143.
Martin Kumm	Hybrid Drive Trains for Light Aircrafts	151.
Andris Lastovskis	Lietotāju autentifikācijas drošība <i>User authentication security</i>	158.
Igor Lubyagin, Anna Ivanova	Microcontrollers in automation systems of escape rooms <i>Mikrokontroleri automatizācijās sistēmās kvestu-istabām</i>	164.
Amil, Nabiyev	Robot vision technology description and analysis <i>Robotu redzes tehnoloģiju apraksts un analīze</i>	170.
Kārlis, Pigožnis,	Carbon fiber and plant fiber composite technology development in high strength parts <i>Oglekļa šķiedras un šķiedraugu kompozītmateriālu tehnoloģijas izstrāde augstas izturības detaļu izgatavošanai</i>	176.
Aldis Plotņikovs	Mākoņskaitļošanas priekšrocības un trūkumi <i>Advantages and disadvantages of cloud computing</i>	180.
I.A.Poberezhsky	Calculation of electromagnetic parameters of axial generator of low power <i>Электромагнитный расчёт экспериментального 3-х-фазного Синхронного ветрогенератора</i>	184.
Jānis Riekstiņš, Artūrs Sivenkovs	Oglekļa dioksīda (CO₂) lāzera marķēšanas procesa parametru ietekme uz polivinilhlorīda (PVC) materiālu lāzermarķējuma kvalitāti <i>Carbon dioxide (CO₂) laser marking process parameter impact on mark quality of polivinylchloride (PVC) material</i>	186.
Mārtiņš Ruskulis, Emīls Kucins	Loģistikas ratiņi <i>Logistic cart</i>	193.
Kārlis Štekels	3D DLP printeris <i>3D DLP printer</i>	200.
Normunds Teirumnieks	Laser hardening of steel C45 <i>Tērauda C45 lāzerrūdišana</i>	204.

Tikhomirov Denis	Flow of incompressible viscous fluid caused by the motion of infinite cone of rotation along the axis of symmetry	210.
Sergey Veselov	Application of internet technology in creation philological educational resources	214.
Kaspars Vogulis	Augstas veiktspējas skaitļošanas risinājumi ar cuda tehnoloģiju <i>High performance computing solutions with cuda technology</i>	215.
Artūrs Zalužinskis	Bez-kontaktu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģiju analīze un to pielietojums Rēzeknes pilsētas infrastruktūras objektos <i>Analysis of contactless radio frequency identification technologies and its usage in Rezekne city infrastructure objects</i>	219.
Vides aizsardzība, inženierzinātnes		
Artūrs Buravcevs	Dzeramā ūdens kvalitātes izpēte kārsavas novada ciematos <i>Drinking water quality research in karsava municipality villages</i>	227.
Agnese Grisone	AS „Olainfarm” notekūdeņu attīrīšanas iekārtu efektivitātes uzlabošana <i>AS „Olainfarm” sewage treatment plant efficiency improvement</i>	233.
Lilita Kaļva	Satelītdatu izmantošana ūdens piesārņojuma noteikšanā <i>Determination of water pollution using satellite data</i>	240.
Jānis Lupiķis	Kokapstrādes uzņēmuma notekūdeņu racionālas apsaimniekošanas tehnoloģiskie risinājumi	248.
Māra Pružinska	Izšķīdušā skābekļa daudzums ūdenī skripstu hes uzpludinājumā <i>Dissolved oxygen level in the skripsti hpp dam</i>	255.
Dana Veselova	Koksnes pelnu izmantošanas eksperimentālais pamatojums <i>Experimental justification use of wood ash</i>	260.

Informācijas tehnoloģijas, mehatronika, elektronika

MAZBUDŽETA AKVAPONIKAS SISTĒMAS IZVEIDE ESTABLISHMENT OF LOW-COST AQUAPONIC SYSTEM

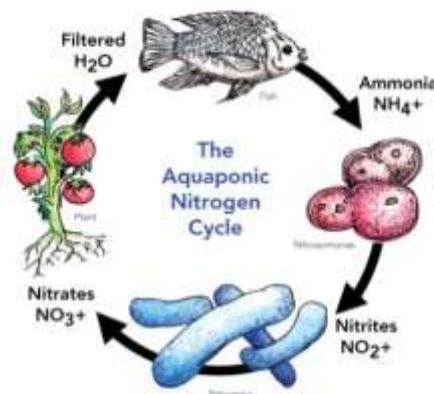
Autors: **Lauris Aglenieks**, e-pasts: Lauris.Aglenieks@gmail.com, +371 27720708
Zinātniskā darba vadītājs: **Andris Martinovs, Dr.sc.ing., asoc. prof.**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. The goal of the project was to establish a low-cost sustainable food production system in a soilless environment which uses nutrient-rich water from fish culture. Also we know it as aquaponic systems, that combines aquaculture and soilless agriculture in closed-loop symbiotic systems. In this process we check the quality of water using ammonia, nitrites, nitrates and pH test kit and starting to grow lettuce, spring onions, persley and wrinkled pea. Study of this project shown how expensive is low-cost aquaponic system building and what kind of materials you needed to build your own food production system.

Keywords: aquaponic, sustainable food system.

Ievads

Pārtikas nozīme ikdienā ir ļoti būtiska katra cilvēka dzīvē un ir svarīgi zināt pārtikas izcelsmi un kvalitāti, lai nodrošinātu pilnvērtīgu un veselīgu uzturu ikvienam no mums. Diemžēl, ļoti daudzos pārtikas veikalos nav pieejama bioloģiska un svaiga pārtika. Vēl skumjāk ir, ka daudzās vietās pasaulē cilvēki cieš badu un pārtika vispār nav pieejama. Akvaponikas sistēma rada iespēju ikvienam sevi nodrošināt ar svaigu pārtiku. Populārākie pārtikas produkti audzēšanai akvaponikas sistēmās: lapu salāti, garšaugi, tomāti, gurķi, kabači, spināti un dažādi citi augi.



1.att. [1]

Sistēmā svarīga nozīme ir arī akvakultūrai, jo zivju izkārnījumu un urīna rezultātā izstrādājas amonjaks, ko „nitrosomonas” baktērijas pārvērš nitrītos un „nitrospira” baktērijas nitrātos, kas dod augiem nepieciešamās barības vielas.[1]

Materiāli un metodes

Lai izveidotu akvaponikas sistēmu sākotnēji tika apskatītas dažāda veida un lieluma sistēmas, kuras ir pieejamas pirkšanai internetveikalos. Tika apskatītas gatavas akvaponikas sistēmas un to iegāde aptuveni izmaksā sākot no piecdesmit eiro līdz vairākiem tūkstošiem eiro, atkarībā no tās izmēra, komplektācijas, efektivitātes, dizaina u.c parametriem. Salīdzināšanai tika apskatītas trīs dažādu izmēru un veidu sistēmas.

1.tabula

Sistēmas nosaukums:	Back to the Roots Water Garden Tank [2] (2.attēls [2])	Springworks Microfarm Aquaponic Garden [3] (3.attēls [3])	AquaUrban [4] (4.attēls[4])
Cena	56 EUR	188 EUR	1220 EUR
Tilpums	11 Litri	38 Litri	227 Litri
Komplektācija	Bioloģiskas redīsu sēklas, zivju barība, dabiskais mēslojums, sūknis, keramzīts.	Bioloģiskas bazilika un raudenes sēklas, apgaismojums, sūknis ar taimeru, instrukcija.	Sūknis, keramzīts, metāla statne, statne gaismai, aerators, termometrs, video apmācība, ūdens kvalitātes tests.



2.att. [2]



3.att. [3]



4.att. [4]

Lai izveidotu akvaponikas sistēmu, materiālus tās izveidei izvēlējamies pēc pieejamības vietējos veikalos, cenas un izmēriem - 2.tabulā attēlotas cenas visām nepieciešamajām detaļām sistēmas izveidei.

2.tabula

Prece	Izmēri (mm)	Skaitis(gab.,m)	Cena (EUR)
Stikla akvārijs 112L	800x350x400	1	36.59
Metāla plaukti	900x400	4	27.24
Saskrūvējams statnis	2000x40x40	4	14.44
Plauktu/statņu stiprinājumi		24	13.20
Skrūves ar uzgriežņiem	D6	80	7.98
Sūknis akvārijiem „MP800”	950x630x510	1	10.98
Ūdens caurule	D14	6	4.74
Saskrūvējams plastmasas uzgalis ūdens caurulēm		8	7.52
Plastmasas sadalītais caurulēm		1	1.40
Gumijas blīve	D25	16	1.60
Kaste ar vāku 27L	550x390x160	2	13.62
Kaste ar vāku 17L	390x340x170	2	9.78
Keramzīts 50L	D10 – D20	1	3.64
Putuplasta loksne	1000x500x20	1	1.04
Dēstu podiņi	65x65x78	50	5.10
Kokosa šķiedras tabletes dēstiem	D36	50	5.89
		Kopā:	164.76

Darba procesā vispirms tika saskrūvēta sistēmas konstrukcija ar divām 13mm uzgriežņu atslēgām. Konstrukcijas plauktu izvietojums izvēlēts pēc akvārija lieluma un paredzot 40cm augstu brīvu vietu augu augšanai uz augšu. Ar elektriskā urbja palīdzību tika izveidoti caurumi 30mm diametrā augu kastēs, lai varētu pievienot klāt saskrūvējamu plastmasas uzgali ūdens cauruļu piestiprināšanai, kā redzams 5.attēlā. Kad katrā kastē tika uztaisīti ieteces un noteces caurumi un saliktas plastmasas saskrūves ūdens caurulēm, pēc tā varēja pievienot pašas caurules.



5.att.

Tālāk ieteces caurules tika pievienotas augu kastēm un noteces novadītas uz akvāriju. Varēja pildīt sistēmu ar ūdeni un testēt tās darbību. Kad tika notestēta sistēmas darbība, nākošais posms bija komplektēt dēstu podiņus ar keramzītu un putuplastā izveidot tiem paredzētus caurums, kā attēlots 6.attēls. Putuplast tika griezts ar kancelejas nazi. Svarīgi, ka sistēmas izveidei tika izvēlētas augu audzēšanas tvertnes ar pārtikas uzglabāšanai izmantojamo plastmasu – polipropilēnu, ko apzīmē ar „5 –PP”.



6.att.



7.att. [5]



8.att. [6]

Izvēloties produktus plastmasas iepakojumos izvairies no savienojumiem- "PC", "PVC", "PC-7", "7-OTHER", kas norādīti uz iepakojuma dibena, šie plastmasas izstrādājumi satur BPA (kā arī #1, #3, #6 numurus, kur satur citus nevēlamus savienojumus). Taču visdrošāk (no plastmasām) izvēlēties HDPE, LDPE un PP. [6]

Lai veiktu ūdens sastāva kvalitātes noteikšanu tika iegādāti testerī un to cenas norādītas 3.tabulā.

3.tabula

Testeris	Cena (EUR)
pH-tests	4.89
Amonija/amonjaka(NH ₄ /NH ₃)	9.09
Nitrītu (NO ₂)- tests	7.29
Nitrātu(NO ₃)- tests	8.59

Testeru iegāde kopā izmaksā nepilnus 30 eiro. Tika veikti testi sākotnēji pievienotajam ūdenim un, kā redzam 9.attēlā, tad amonija/amonjaka, nitrītu un nitrātu skaits ir ap nulli, vai ļoti nedaudz. Pievienotajam ūdenim ir 9 pH, to redzam 10.attēlā.



9.att.



10.att.

Sistēmai tika pievienota viena neliela gūpijas šķirnes zivs, sīpolloku dēsti, salātlapu, pētersīļu un zirņu dēsti ar tiem sagatavotiem podiņiem. Šie paši testi tika veikti pēc 14.dienām un rezultāti tika apkopoti 4.tabulā un redzami 11.attēlā, 12.attēlā.

4.tabula

Ūdens tvertne	NH ₄ /NH ₃ (mg/l)	NO ₂ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	pH
Akvārijs	1	0.6-0.7	0.1-0.2	9
Augu tvertnes	0.5	0.6-0.7	0.1-0.2	9



11.att.

12.att.

Sūknis akvārijam tika izvēlēts pēc tā ūdens celjspējas, kas šim izvēlētajam „MP550” ir 1.2m un sūkņa veiktspēja ir 300-550 l/h, jauda 8w, elektrotīkla spriegums 220-50Hz.

Rezultāti un to izvērtējums

Tika izveidota akvaponikas sistēma iekļaujoties 200 eiro budžetā, kopā ar ūdens analīžu veikšanas testeriem. Sistēma pildīja ūdens apmaiņas paredzēto funkciju. Sākotnēji vietās, kur bija iestiprinātas plastmasas saskrūves ūdens cauruļu piestiprināšanai radās ūdens sūce, taču ar speciāli akvārijiem paredzētu silikonu tika apstrādātas šīs saskrūves un ūdens sūces problēma tika novērsta. Tā kā bija iegādāti caurspīdīgas plastmasas augu trauki, tad drīz vien tika secināts, ka augu saknēm tiks pievadīta gaisma, kas nav vēlams, tāpēc augu kastes tika noklātas ar melnu iepakojšanas plēvi.

Pēc 14 dienu testa režīmā tika veiktas ūdens analīzes, kurās parādījās, ka amonjaka/amonija daudzums ir uzcēlies no 0.5mg/l augu tvertnēs līdz 1mg/l akvārijā un nitrītu daudzums tajā ir 0.6-0.7mg/l., bet nitrātu daudzums veiktajos mērījumos tika uzrādīts ļoti mazā 0.1-0.2mg/l daudzumā.

Pēc trauku tehniskajiem datiem ūdens ietilpība augu tvertnēs sasniedz 88 litrus un akvārija ietilpība 112 litri, kopā veidojot 200 litru tilpumu. Bet testējot sistēmu tās maksimālā ūdens ietilpība augu tvertnēs sasniedza aptuveni 62 litri un akvārijā 110 litri, kopā veidojot 172 litru tilpumu.



13.att.



14.att.

Šīs akvaponikas sistēmas izgatavošana aizņēma dažas stundas un materiālu iegāde ap 200 eiro. Šīs sistēmas tilpums ir 172 litri un to darbina 8w ūdens sūknis. Svarīgi audzēšanas sistēmā bija radīt labvēlīgu vidi baktērijām. Pēc ūdens analīzēm, kas tika veiktas sistēmai pēc 14 dienām, var secināt, ka ūdenī ir izveidojusies „nitrosomonas” baktērija un nedaudz „nitrospira”, jo nitrītu līmenis ir 0.6-0.7ml/l., bet nitrātu 0.1 – 0.2ml/l. Diemžēl, amonjaka/amonija līmenis pārsniedza ieteicamās normas uzrādot 1ml/l akvārijā, bet tikai 0.5ml/l augu tvertnē. Amonjaka līmeņa paaugstināšanos veicināja neapēstā zivju barība. Lai mazinātu amonjaka līmeni akvārijā, tika nomainīts jauns ūdens. Sistēma ir labvēlīga augiem un to augšanas process uzlabojas, bet tomēr ir ieteicams sistēmu papildināt ar papildus apgaismojumu.

Šī sistēma var būt gan kā praktiski izglītojošs materiāls, gan bioloģiskas pārtikas audzēšanas stends, kas var noderēt ikvienam, kam svarīgi bioloģiski un svaigi pārtikas produkti.

Summary

Aquaponic system was successfully established within the budget of € 200, include water testing kits. To build a system it took a few hours of work. Systems capacity is 172 liters and it run by 8w pump. Important was to establish a good environment for bacteria „nitrosomonas” and „nitrospira”. In results of water analysis after 14 days of systems testing stage, we see that nitrite level was 0.6-0.7mg/l, nitrate level 0.1-0.2mg/l, but ammonia level was 0.5mg/l (grow bed) and 1mg/l (aquarium). Ammonia level was evolved by uneaten organic fish food and it was to dangerous for fish living and decided re fulfil aquarium water. System improve plants growth process, but for better growth need to add additional grow light. Aquaponic system we can use as educational material for studying process and also we can grow organic and fresh food for everyone.

Literatūra

1. <https://www.ecoponics.com.sg/what-is-aquaponics/>
2. https://www.amazon.com/Back-Roots-31000-Water-Garden/dp/B00CN52TRM/ref=sr_1_6?ie=UTF8&qid=1492339289&sr=8-6&keywords=aquaponics
3. https://www.amazon.com/AquaSprouts-Garden/dp/B01B4ZRVR4/ref=sr_1_9?ie=UTF8&qid=1492339289&sr=8-9&keywords=aquaponics
4. <https://www.theaquaponicsource.com/shop/full-systems/aquaurban-sleek-systems/aquaurban-sleek-aquaponics-system/>
5. <http://www.horeca.lv/raksti/plastmasas-trauku-bistamas-ipasibas>
6. <http://www.topivesels.lv/lv/veselibai/slimibas-un-to-celoni/plastmasa/bpa-lena-inde-mineraludeni/214/>

3D SKENERIS. DAUDZVEIDĪBA UN DARBĪBAS PRINCIPI 3D SCANNERS. DIVERSITY AND OPERATING PRINCIPLES

Autori: **Artēmijs Aksjonovs**, artemijsaksjonovs@inbox.lv, 26320353,

Edgars Zaicevs, edgars1324@gmail.com, 29770589

Zinātniskā darba vadītājs: **Andris Martinovs, asoc. prof.**, andris.martinovs@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115/k-4 (IF)

Abstract: *The paper deals with existing 3D scanners classification and types. Each 3D scanner given the principle of operation. It examines the scope of application of different type scanners advantages and disadvantages. The aim was based on this data to create a 3D scanner prototype, by means of which an ordinary user can conveniently and easily scan a small, straightforward form objects.*

Keywords: *3D scanners, contact scanners, non-contact scanners, laser light triangulation, occlusion, Raspberry Pi camera.*

Ievads

Lai paveikt darbu, bija nepieciešama daudzu dažādu interneta resursu analīze, un analogu produktu tehniskās dokumentācijas izpēte, kas deva priekšstatus par ierīces darbības principiem. Ir pieejami vairāki open source 3D skeneru projekti, kas pieejami globālajā interneta tīklā. Tas ļauj avancētākiem lietotājiem, kam ir priekšstats par elektroniku, patstāvīgi izveidot šādu iekārtu. Taču, lielākai daļai lietotāju nav nepieciešamo zināšanu un pieredzes līdzīga produkta izveidei. Tas kalpo par vienu no iemesliem kādēļ mēs izvēlamies tieši šo produktu.

Analogu iekārtu izpētes procesā tika apskatīti dauzi konstruktīvi risinājumi, un elektronisko slēgumu shēmas, un tika secināts ka lielāko tiesu šie open source projekti var tikt par iemeslu dažādiem redzes bojājumiem, neuzmanīgas rīkošanās, vai pārliedas intereses par iekārtas darbību rezultātā, paskatoties uz lāzeru staru.

Izstrādājot prototipu, tika ņemti vērā iepriekš minētie trūkumi. Konstrukcija ierobežos lietotāju no neapdomātas vai nejaušas rīcības iekārtas darbības laikā. Konstrukciju bija lemts veidot tā, lai visas 3D skenera komponentes tiktu slēgtas vienā slēgtā korpusā, vērsot, gaismošanas elementus tādā veidā, lai tas neietekmētu lietotāja redzi, un dodot pieeju tikai ierīces rotējošai pamatnei (kas ir lietotājam nepieciešamais iekārtas darba orgāns).

Materiāli un metodes

Teorētiskā analīze, informācijas analīze, datu apstrāde un sakopošana, materiālu izpēte, komplektējošo iegāde, rasējumu sagatavošana, produkta prototipa komplektācija.

3D skeneris – darbības princips un pielietojums

Dažādās cilvēka darbības nozarēs savu vietu ieņem ne tikai 3D printēšanas tehnoloģijas, bet arī 3D skeneri. Ar to palīdzību var veikt dažādu fizisku priekšmetu skenēšanu, iegūstot 3 dimensiju digitālo modeli ar augstu precizitāti. Iegūtie modeļi ar elektroniskajiem datiem par konkrētā objekta formu var tikt pielietoti celtniecības sfērā, medicīnā un spēļu industrijā. Agrāk lai izveidotu objekta 3D modeli būtu nepieciešamas stundas, vai pat dienas, dotajā brīdī ar 3D skenera palīdzību tam nepieciešamas tikai n-tās minūtes.

3D skeners izpēta fizisko objektu un izveido tā tiešu digitālo modeli. Mūsdienīgi 3D skeneri var būt neliela izmēra rokas ierīce, vai arī, stacionāra iekārta, kurā apgaimei izmanto lāzerus vai speciālas lampas, lai palielinātu mērīšanas precizitāti. Darbības princips nosakās pēc izmantojamās skenēšanas tehnoloģijas, taču jebkurā gadījumā ierīce nosaka attālumu līdz skenējamajam objektam.

Skeners nosaka attālumu līdz objektam, izmantojot vienu vai vairākas kameras un apgaismojumu. Ar šo "acu" palīdzību ierīce mēra attālumu dažādos punktos, pēc tam salīdzina un apvieno iegūtos attēlus no kameras. Visi mērījumi tiek ierakstīti, tad tiek veikta analīze un uz ekrāna izvadās gatavs digitālais modelis. Skanēšana var tikt veikta ar lāzera stara palīdzību, kurš pārvietojas pa skenējamā objekta virsmu un mēra attālumu konkrētajā punktā. Tādā veidā tiek ierakstītas visas mērīto punktu koordinātes, kas ļauj izveidot digitālu trīs dimensionālu modeli.

Dažādi skeneru modeļi raksturojas ar dažādiem parametriem un iespējām, bet visi tie tiek pielietoti gadījumos, kad maksimāli ātri nepieciešams tieši piefiksēt objekta formu. Praktiski šādu ierīču priekšrocības tiek nodrošinātas ne tikai atvieglojot 3D modeļa ieguves procesu, bet arī nodrošinot iespēju strādāt ar sarežģītām detaļām un elementiem.

Klasifikācija

Visas tāda tipa iekārtas iedalās 2 lielās grupās:

Kontakta skeneri - tādās iekārtās izmanto kontakta mērīšanas veidu, tas ir, pēta skenējamo objektu burtiski ar tausti, ierakstot visas attiecīgās koordinātes. Šāda tipa skeneru konstrukcijā paredzēts augstas jutības tausts.

Kontakta skeneriem piemīt augsta detalizācija, tie nav atkarīgi no apgaismojuma apstākļiem un tajā, pat laikā tie ir diezgan lēni darbībā un skenēšanas laikā ir risks sabojāt trauslus objektus. Šīs ierīces atgādina rūpnieciskās CNC iekārtas, uz masīvas pamatnes, bet gan uz vārpstas uzmontēts nevis špindelis, bet gan mērīšanas galva ar rubīna lodīti galā. Skenēšana, vai ģeometrisku izmēru kontrole notiek ar kontakta metodi. Tausts lēnām tuvojas mērāmajam objektam, reģistrējot mazāko pieskārienu. Ir arī sistēmas ar kustīgām "locītavām", kurās uzstādīti augstas precizitātes enkoderi. Kad operators pārvieto skenējošo orgānu, šie sensori fiksē visās sistēmas pārvietojumu, un, pamatojoties uz šiem datiem, būvē objekta trīsdimensionālu modeli. [4]

Bezkontakta skeneri – tāda tipa iekārtas var būt aktīvas un pasīvas. Aktīvās iekārtas pašas izstaro speciālos viļņus un pēc tam saņem atstaroto vilni un analizē, lai noteiktu attālumu. Kā izstarotais vilnis varētu būt ultraskaņa vai gaismas viļņi (lāzera stari, speciālās lampas). Pasīvās iekārtas ne rada nekādu starojumu, bet tikai saņem atstaroto no objekta apkārtējo starojumu, piemēram, gaismu.

Bezkontakta skeneri pēc tehnoloģijas iedalās:

Lāzerskeneri – kā ārējais apgaismojuma avots tiek izmantoti lāzera stari, to priekšrocība ir veidojamo 3D modeļu precizitāte, taču lāzerskenerus var izmantot tikai statisku objektu skenēšanai.

Galvenā daļa lāzera skeneru darbojas pēc triangulācijas principa. Triangulācijas 3D skeneru būtība ir tāda, ka augsta kontrasta kamera meklē lāzera staru uz objekta virsmas un mēra attālumu līdz tam. Pie tam kameras un lāzera optiskās asis ir izvietotas atsevišķi, un attālums starp tiem un leņķis ir iepriekš zināms. Tādējādi, veicot nesarežģītus ģeometriskus mērījumus, mēs varam diezgan precīzi izmērīt attālumu līdz objektam, ātri iegūstot punktu mākonī. Salīdzinājumā ar skeneriem kas mēra stara atstarošanas laiku, šīs klases ierīcēm ir skenēšanas diapazona ierobežojums, bet tas skenē objektus ar augstu precizitāti.[4]

Optiskie skeneri – ātras darbības skeneri, kas, palīdz novērst modeļa kropļojumus, kas, rodas ja objekts kustas. Skenēšanas kvalitāte ir zemāka nekā lāzerskeneriem, toties tie ir daudz universālāki, bet ar tiem nav iespējams skenēt priekšmetus ar spīdīgām un spoguļvirsmām.

Šīs ierīces sastāv no vienas vai divām video kamerām kopā ar kinoprojektoru. Kad objekts tiek izgaismots ar "zebras" vai melnbaltiem kvadrātiem, kas izvietoti šaha secībā, kamera analizē iegūtā attēla izliekumu, un pamatojoties uz šiem datiem veido 3D modeli. Šī metode tiek plaši izmantota inversajā inženierijā, juvelier izstrādājumu skenēšanā, bieži izmanto medicīnā (protēzes). Ir vērts atzīmēt doto skeneru izmantošanu protezēšanā, tā kā

trīsdimensiju skenēšana un drukāšana šajā jomā strādā maksimāli efektīvi. Šī tehnoloģija ļauj maksimāli precīzi izgatavot kosmētiskās, funkcionālās vai zobu protēzes.

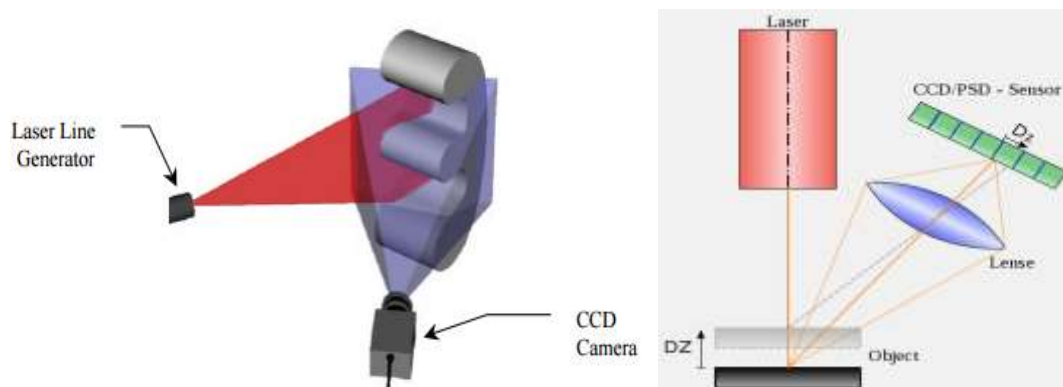
Šīs tehnoloģijas trūkumi varētu būt ierobežojumi lielu objektu skenēšanai, bet šo problēmu efektīvi var atrisināt pārklājot objektu ar speciāliem markeriem, kas ļauj skenēt lielu objektu pa daļām, pēc tam "salīmējot" visas daļas vienā modelī. [4]

Pielietošanas jomas

- Dizains: 3D maketa izveide uz kura bāzes var iegūt sērijveida produktu, dizainer iepakojuma izgatavošana, iespēja tālāk rediģēt iegūtā modeļa formu.
- Medicīna: iespēja izveidot trīs dimensiju modeļus locītavām, kauliem un atsevišķiem orgāniem, dažādu anatomisko un ortopēdisko apavu projektēšanai.
- Reversā inženierija: tieša 3D modeļa iegūšana no objekta, kuru nepieciešams izveidot (klonēt).
- Arhitektūra: 3D skeneri var tikt pielietoti dažādu arhitektūras detaļu un elementu skenēšanai, piemēram, kolonnas, statujas, dekorācijas.
- Izklaides industrija: animācijas modeļu izveide priekš, spēlēm un filmām, iespēja izveidot ciparu multimediju saturu, pamatota uz izstrādātāja konceptuālā modeļa, tas ir aktuāli videospēlēm un datorspēļu varoņu izstrādei.
- Celtniecības rūpniecība: tiltu un būvju rasējumu iegūšana trīs dimensiju izpildījumā, automobiļu ceļu rekonstrukcija.
- Produkcijas kvalitātes kontrole: ražotās produkcijas pārbaude uzstādītajām prasībām un tehniskām normām.
- Muzejos kultūrvēstures mantojuma saglabāšanai: tieša novecojušu skulptūru un pieminekļu formu atjaunošana to rekonstrukcijai.
- Arhivēšana: digitāla arhīva izveide dažādu ierīču prototipiem.
- Kinoindustrija: krāsaina trīsdimensiju cilvēka modeļa izveide.
- Kriminālistika: nozieguma vietas 3 dimensiju modeļa .[1]

Lāzeru līnijas triangulācijas metode

Lāzeru triangulāciju var pagarināt veicot veselu līniju mērījumu paralēli. Tas tiek panākts aizstājot lāzera punktu ģeneratoru ar lāzera līnijas ģeneratoru, kas veido līniju uz objekta virsmas. Vairāki sensori salikti viens uz otra nolasa līnijas garumu. Tas tiek panākts aizvietojo sensoru rindas ar kameru CCD(charge coupled device – analogā integrālā mikrosihēma, kas sastāv no gaismas jūtīgām fotodiodēm). CCD masīvs darbojas kā tīklveida sensors, kas ļauj uztvert vairākus gaisus sektorus, un kļūdainus datus iznīcina.



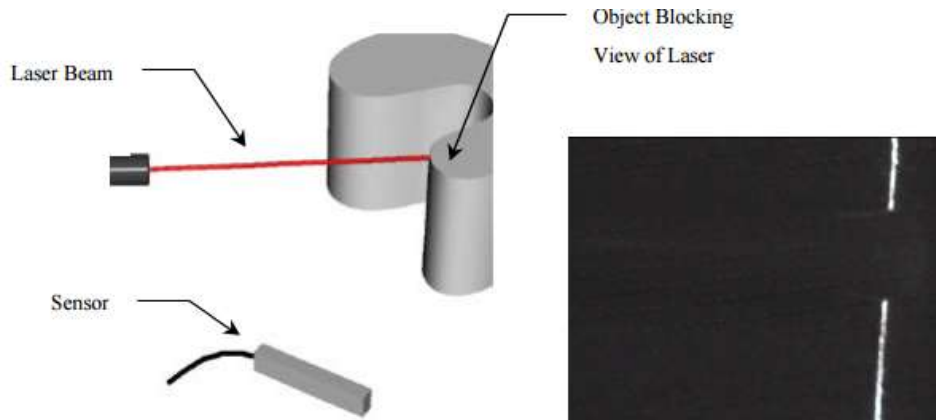
1., 2. att. Triangulācijas vizuāls atainojums [3]

Tāpat kā uz lāzerpunkta balstītai versijai trūkumi ir oklūzijas, atstarošana samazina (vai no kameras pretējās puses tiek uztverta gaisma) uztveršanas leņķi lai samazinātu to ietekmi izmanto pāri gaismas avotu (divus lāzerus) . Citos 3d skeneros izmanto vairākas kameras tas

ļauj mazināt šo problēmu sekas un nolasīt skenētos datus ar mazākiem traucējumiem, tomēr tas rada jaunas problēmas, jo jānosaka katras kameras relatīvās koordinātes. Tā kā triangulācijas leņķis nav nulle, tāpēc skenējot sarežģītus objektus var notikt oklūzija. Izmantojot CCD kameras (off-the-shelf) ir iespējams iegūt precizitāti līdz milimetra desmitdaļām (0.15mm).

Oklūzija

Lāzeru triangulācijai ir nepieciešama kamera vai gaismas jūtīgs sensors lai skaidri redzētu lāzera līniju, kas atrodas uz objekta virsmas. Ja objekta forma ir tāda ka objekts aizsedz lāzera atstaroto staru tad nav iespējam uztvert atstaroto staru, kā redzams attēlā zemāk.[3]



3. att. Oklūzijas vizuāls atainojums [3]

Lai samazinātu oklūzijas iespēju var izmantot šaurāku triangulācijas leņķi, samazinot attālumu no lāzera līdz kamerai, šis paņēmieni var tikt izmantots arī lai uzlabotu precizitāti.[3]

Rezultāti un to izvērtējums

Pēc pastāvošo 3D skeneru tipu analīzes, prototipa izveidei tika lemts piemērot bezkontakta, lāzerskenera tipu.

3D Skenera automatizācijas sistēma tika izvēlēta līdzīga kā "Atlas 3D" 3D skenera vadības sistēma. Par pamatojumu kalpo tirgū izplatītāko 3D skeneru ražotāju iekārtu darbības salīdzinājumu tabula.

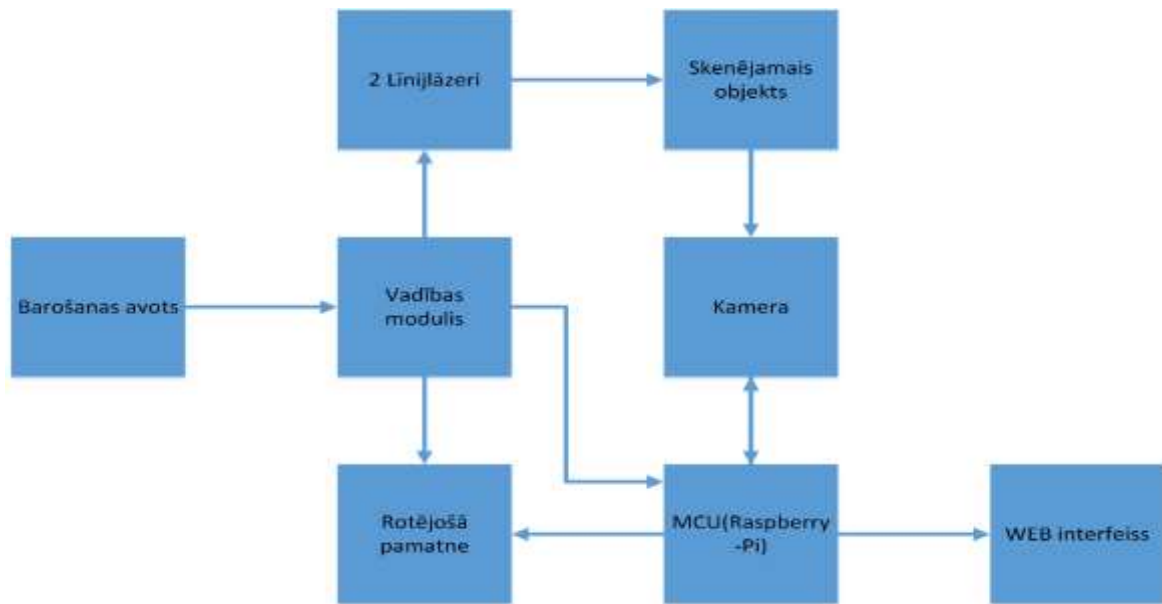
Kā redzams tabulā šis ir optimālākais vadības sistēmas variants, kas nodrošina labu skenēšanas precizitāti, pie tam ieguldot mazāk līdzekļu produkta pašizmaksā.

Kā redzams tabulā, šāda komponentu izvēle ļauj arī veidot krāsainus modeļus, skenējot reāla objekta krāsu. Vēl viena no priekšrocībām ir iespēja manuāli koriģēt iekārtas precizitāti, neiejaucoties elektroniskajā vadībā.

1.tabula

Izplatītāko 3D skeneru ražotāju iekārtu darbības salīdzinājumu tabula. [2]

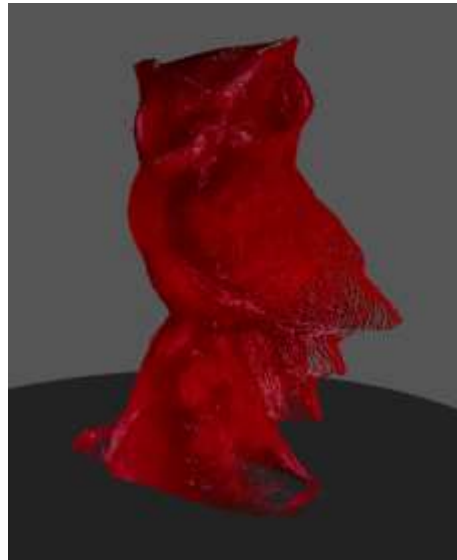
	ATLAS 3D	MakerBot Digitizer	NextEngine
Color Support	Yes	No	Yes
Detail Resolution	0.25 mm	0.5 mm	0.1 mm
Steps Per Rotation	up to 3200	800	N/A
Scan Speed	12+ minutes (depending upon detail)	12 Minutes	Over 30 minutes
360° From Single Scan	Yes	Yes	No
Scan Volume	8 x 6 in	8 x 8 in	13 x 10 in
Sensor	5.0 Megapixels	1.3 Megapixels	Dual 3.0 Megapixels
Calibration	Assisted	Auto	Auto
Price	\$229.00	\$799.00	\$2,995.00



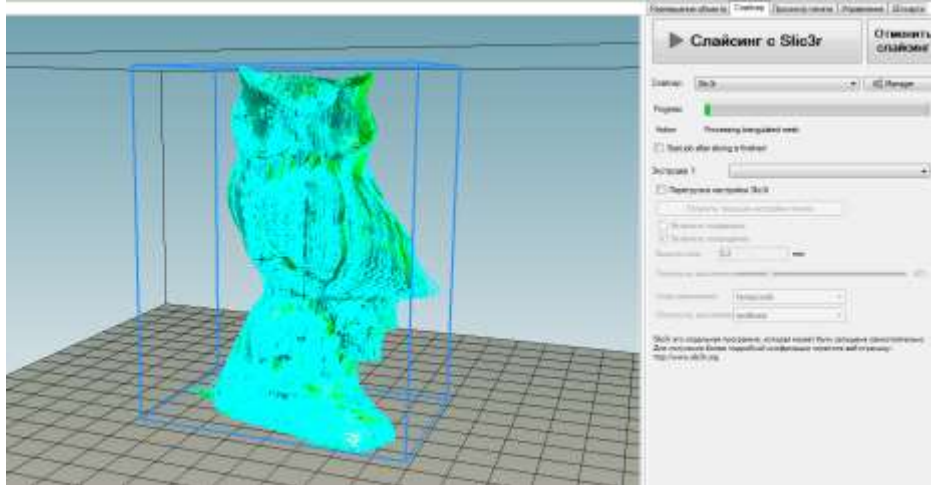
4.att. Skenera elementu darbības blokskāma.



a)



b)



c)

4. att. Objekta 3D modeļa izveides stadiju atainojums

a) Skenējamais objekts, b) Noskenētais modelis, c) 3D modeļa STL formāta paplašinājums

Secinājumi

Darba rezultātā tika izpētītas vairākas 3D skeneru konstrukcijas un modeļi, kā arī izpētīti to darbības principi. Tika izprojektēta konstrukcija kas ļauj pie minimāliem tās gabarītiem ļaus skenēt attiecīgi lielas detaļas (līdz 20cm augstumā un 15cm diametrā). Vadības sistēma ļauj atbrīvoties no jebkādiem savienotājevadiem starp skeneri un datoru uz kura tiks saglabāts 3D modelis, tā kā savienojums ar iekārtu tiks veidots Wi-Fi vai Ethernet tīklā. Lai savienoties ar iekārtu nepieciešams tikai ierakstīt tās nosaukumu pārlūkprogrammā.

Literatūra

1. 3D skeneru darbības princips un pielietošana <http://www.fotokomok.ru/3d-skanery-princip-raboty-i-primenenie/> (skatīts 15.02.2017)
2. Atlas 3D skeneris <http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/inexpensive-but-capable-of-3d-scanner-atlas-for-200/> (skatīts 21.02.2017)
3. G. Bradshaw. (1999). None-Contact Surface Geometry Measurement Techniques. Pieejams internetā: <https://www.cs.tcd.ie/publications/tech-reports/reports.99/TCD-CS-1999-46.pdf> (skatīts 18.03.2017)
4. 3D skeneru veidi un klasifikācija. <http://3dtoday.ru/blogs/top3dshop/3d-scanning-technology/> (skatīts 11.04.2017)

E-EVALUATION OF ENGINEERING STUDIES: THEORETICAL OVERVIEW

INŽENIERSTUDIJU NOVĒRTĒŠANA: TEORĒTISKAIS APSKATS

Authors: **Anastasija Aleksejeva**¹, e-mail: vaset@inbox.lv, **Mihails Zaščerinskis**²,
e-mail: iiizi.info@inbox.lv, **Jelena Zaščerinska**², e-mail: knezna@inbox.lv,
Natalia Andreeva³, e-mail: andreeva_natalia@list.ru

¹ Riga State Technical School, ² Center for Education and Innovation Research, ³ Immanuel
Kant Baltic Federal University

Scientific supervisors: **Julija Melnikova, Dr. Paed.**, e-mail: julija.melnikova@ku.lt,
Klaipeda University, Herkaus Manto g. 84, 92294 Klaipėda, Lithuania

Abstract. *The paradigm shift from input to output based engineering education, on the one hand, and digitalization of engineering education, on the other hand, have influenced the enhancement of such area of engineering studies as e-evaluation. However, e-evaluation of engineering studies has attracted little attention. The aim of the contribution is to analyze theoretical literature on e-evaluation of engineering studies underpinning elaboration of a research question on use of information technologies such as multimedia technologies, information systems, etc for e-evaluation of engineering studies. The meaning of the key concepts of assessment, evaluation and e-evaluation is studied. Moreover, the study shows how the steps of the process are related: theoretical overview of e-evaluation of engineering studies → elaboration of a research question on use of information technologies for e-evaluation of engineering studies → conclusions. The novelty of the present contribution is formulated in the research question on use of information technologies for e-evaluation of engineering studies. Directions of further research are proposed.*

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

Introduction

The paradigm shift from input to output based education in general and engineering education in particular, on the one hand, and digitalization of education in general and engineering education in particular, on the other hand, have influenced the enhancement of such area of engineering studies as e-evaluation as depicted in Figure 1.

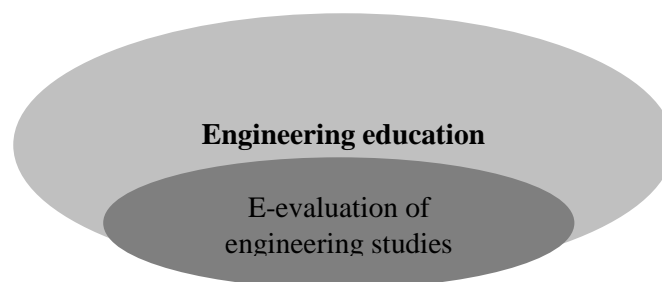


Fig. 1: The relationship between engineering education and e-evaluation of engineering studies

The changes in engineering education are of bi-modal nature as the changes obtain two contrasting modes or forms [2]: on the one hand, there is a transformation from assessment of teaching to evaluation of engineering studies, and, on the other hand, there is a shift from evaluation of engineering studies to e-evaluation of engineering studies.

However, e-evaluation of engineering studies has attracted little attention in research as most of the efforts were devoted to the elaboration of e-assessment system for skill and knowledge assessment in computer engineering education [5].

The aim of the present contribution is to analyze theoretical literature on e-evaluation of engineering studies underpinning elaboration of a research question on use of information technologies such as multimedia technologies, information systems, etc for e-evaluation of engineering studies.

The novelty of the present contribution is formulated in the research question on use of information technologies for e-evaluation of engineering studies.

Materials and methods

The meaning of the key concepts of assessment, evaluation and e-evaluation is studied. Moreover, the study shows how the steps of the process are related: theoretical overview of e-evaluation of engineering studies → elaboration of a research question on use of information technologies for e-evaluation of engineering studies → conclusions.

The methodological foundation of the present research is formed by the System-Constructivist Theory. The System-Constructivist Theory and, consequently, System-Constructivist Approach to learning introduced by Reich [10] emphasizes that human being's point of view depends on the subjective aspect [7]: experience plays the central role in the knowledge construction process [7]. Therein, the subjective aspect of human being's point of view is applicable to the present research.

Exploratory research was employed in the empirical study [9]. Exploratory research is aimed at generating new questions and hypothesis [9]. The exploratory methodology proceeds as shown in Figure 2

- from exploration in Phase 1
- through analysis in Phase 2
- to hypothesis development in Phase 3.
-

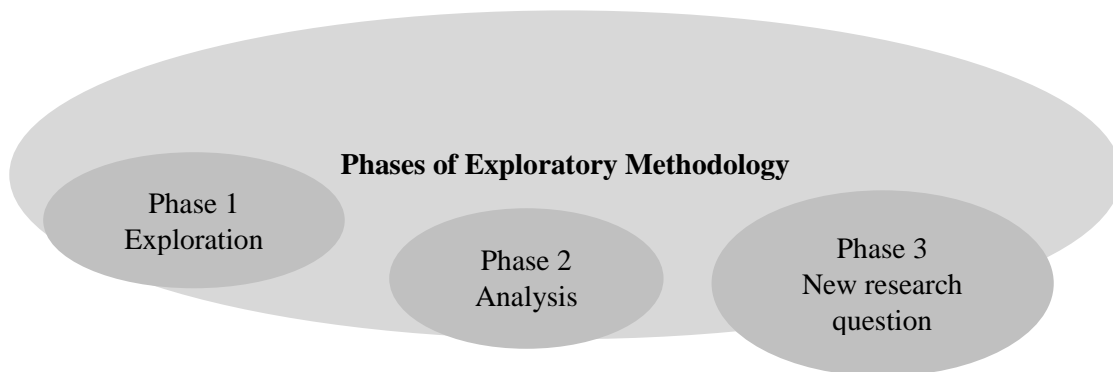


Fig. 2. Methodology of the exploratory research

The interpretive paradigm was used in the empirical study. The interpretive paradigm aims to understand other cultures, from the inside through the use of ethnographic methods such as informal interviewing and participant observation, and establishment of ethically sound relationships [11]. The core of this paradigm is human experience, people's mutual everyday interaction that tends to understand the subjectivity of human experience [6]. The paradigm is aimed at understanding people's activity, how a certain activity is exposed in a certain environment, time, conditions, i.e., how it is exposed in a certain socio-cultural context [6]. Thus, the interpretative paradigm is oriented towards one's conscious activity, and it is future-oriented [6]. Interpretative paradigm is characterized by the researcher's practical interest in the research question [3]. The researcher is the interpreter.

Results

On the one hand, Figure 3 [13] points out the difference between the terms “evaluation” and “assessment”.

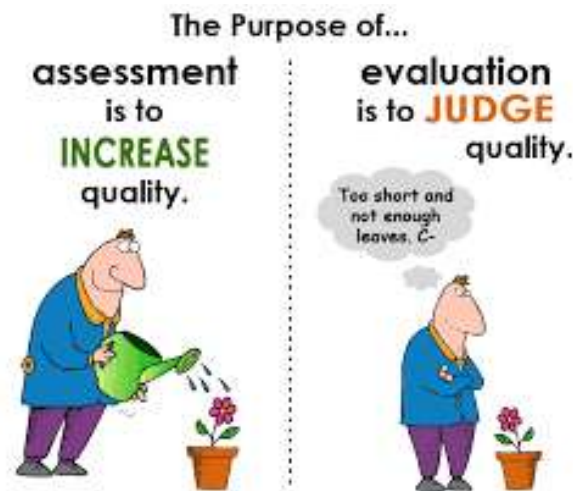


Fig.3. Difference between the Terms “Evaluation” and “Assessment” (adapted from [13])

On the other hand, Figure 4 [1] demonstrates that evaluation includes assessment [4].



Fig. 4. Inter-connections between evaluation and assessment

Traditionally, assessment reveals student advancement, placement and grades [1]. In its turn, evaluation provides feedback on the worth or value of a course, module or curriculum. Moreover, evaluations often utilize assessment data along with other resources to make decisions about revising, adopting, or rejecting a course, module or curriculum [1]. By evaluation, the process of examination and its results is determined [1]. Evaluation provides feedback on the worth or value of a course, module, curriculum and interaction among evaluators [6]. Evaluation is defined as evaluation with the focus not on evaluation of learning results but with the focus on evaluation of inter-connections between learning and its results in the united system of criteria [4,8]. Finally, e-evaluation is considered to be computer-mediated process of examination and its results. The term “evaluation” is further used as an overall umbrella for both evaluation and e-evaluation as e-evaluation is part of evaluation.

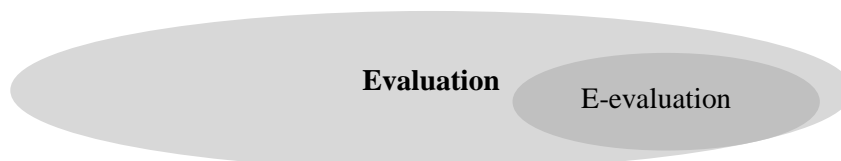


Fig. 5. The relationship between evaluation and e-evaluation

The process of evaluation includes such five phases [6] as preparation of evaluation plan, goal identification, aim of practice change, justification of the criteria and evaluation and presentation of practice changes. Goal of evaluation can vary [4] from diagnostic evaluation in Phase 1 through formative evaluation in Phase 2 to summative evaluation in Phase 3 as depicted in Figure 6. Diagnostic evaluation is carried out at the course beginning to obtain information on the learners' knowledge and skills [4]. Then, formative evaluation is organized in the middle of the course to check the learners' gradual educational progress [4]. And, finally, summative evaluation at the course end reveals the learners' aim achievements and transfer to the next (a higher) educational level [4].

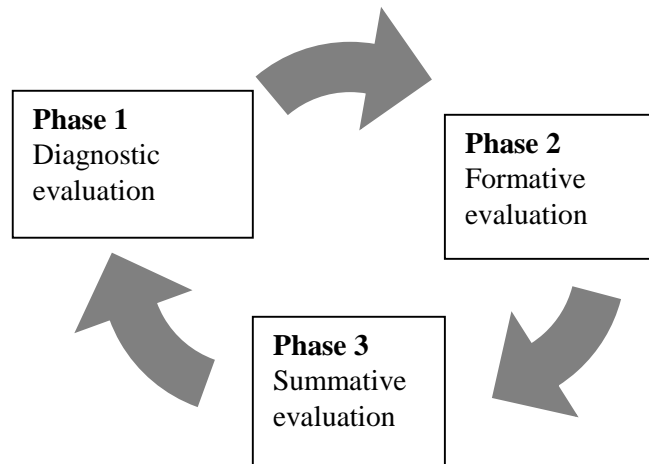


Fig. 6: Goal of evaluation

Evaluation comprises such elements as external evaluation, internal evaluation and self-evaluation. Self-evaluation is defined as the learners' process to think, analyze and plan their learning in accordance with criteria worked out together with the educator that results in a report called *self-evaluation* in a written form [4]. Internal evaluation is determined as the process of the teacher's and learners' evaluation of the learner's work in accordance with the joint criteria as well as the learners' and management's of the educational establishment evaluation of the teacher's work that results in a report called *internal evaluation* in a written form [4]. External evaluation is identified as the process of external experts' evaluation of the work of the teachers, learners and management of the educational establishment in accordance with certain criteria that results in a report called *external evaluation* in a written form [4]. Evaluation proceeds from self-evaluation through internal evaluation to external evaluation as revealed in Figure 7.

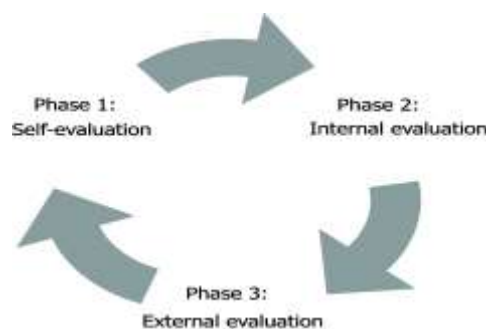


Fig. 7. Methodology of evaluation

Various methods and instruments may be used for gathering the information needed for evaluation such as [12]

- Questionnaires: list of questions to be asked to respondents;
- Observations: evaluation data may be gathered by observing the behaviour of the participants e.g. teachers, students, others. Identify carefully which behavioural traits should be observed and what meanings can be deduced from these;
 - Interviews: oral questionnaire, either structured semi-structured or open. Interviews may be held individually or with groups;
 - Meetings: meetings stimulate people to reflect on things and to discuss them. While doing so evaluation implicitly occurs;
 - Snowballing/Delphi: people may be asked individually what they think of particular things, but it is certainly illuminating for them to hear or read what the same things meant for others. By making a list of the issues raised, or of opinions given, the opportunity is created for others to comment. In this way an overview is created of possible opinions and the support for each of them;
 - Written product: writing about one's experiences is a powerful way of reflecting;
 - Presentations: telling others what happens in your school or in your project forces you to reflect on this as well. This is also occurs with the critical questions which may be raised by your audience. Again this method can prove to be a powerful stimulator for learning from experiences;
 - Flowcharting: by describing the process of a course or training session using a "flowchart" diagram, it will be possible to reflect not only on the different stages of the process but also on the link between the different stages;
 - Critique/reviews: by internal or external experts/colleagues. Inviting others to come and give their views on what they perceive to be happening in a project, at the school or in a programme is a positive way of triggering an internal debate about quality;
 - Unobtrusive measures: some data may be gathered without requiring assistance from other people. How often do students visit the library? How many parents come to meetings or answer correspondence? Recording secondary information such as the speed at which the chairs in the study room deteriorate will determine the intensity with which the room is used.
 - Reports/minutes: Some documents are produced even if no evaluation takes place. Nevertheless they may have a function in an evaluation and support the reflective process that evaluation should trigger. Furthermore the data in these documents may be considered as material for further analysis.

As evaluation techniques include a range of forms which can be also blended [13], learner's assesment may include [13] such forms as (E-) Checklist (observation), (E-) Behavior description (observation, self), (E-) Attitude scale, (E-) Conversation, (E-) Portfolio, (E-) Case, (E-) Report, (E-) Paper, (E-) Simulation, (E-) Presentation, (E-) Competence based interview, Internship, etc. Other instruments valid for evaluation [12] such as

- Thermometer plus immediate feedback: a kind of thermometer is drawn on a flipchart to indicate how participants value the event in which they take part. The flip chart is turned away from the group, and then one by one they pass by the flipchart and mark their position on the line of the "thermometer" with a board pen. You can choose whether you want to identify the dimension on which they score, or leave that open. Afterwards you turn around the flipchart so that the distribution of positions on the line drawn is visible to everybody. This may then be discussed and clarified.
- Letter addressed to yourself: ask people to write a letter to themselves including statements of what they have learned or what they intend to go and do with what they have learned. Then send these letters to the people involved after a certain period. It improves both their learning and the impact of the evaluation.

- Writing an article about the project/programme: nothing is more evaluative than to have to present the experience on paper. This requires analysis, comparisons, reflections, formulation, and articulation;
- Presentation: the advantage of a presentation compared to an article is of course the discussion it triggers. The dialogue that follows is one of the richest ways of learning from experience;
- Contribution to a school or academic journal, a newsletter: this serves a similar purpose, but now the negotiation element of evaluation comes into focus. It not only triggers a discussion aimed at understanding, but also one aimed at interests, division of power, responsibility, authority etc;
- Creating a web site about the project/programme: the use of new technologies adds to the quality of this instrument. Furthermore it serves a similar purpose as writing articles or making a newsletter;
- Self-reflection instruments: there are instruments available which help to reflect on particular aspects of your learning, educating, training, organisation etc. Issues covered by such instruments could be the school climate, the quality of a learning environment/team spirit/effectiveness/ leadership etc. After an experiment with new methods, an instrument might be used to see what effect this new approach has on how the school is perceived or what the effects have been on the learning environment;
- Sparring partner/critical friend: having someone to talk to, to have debates with, to share doubts with, to share your professional kicks with, enriches the learning process enormously. As made clear elsewhere in this document, there must then be a moment when the result of this learning is made explicit and transferable;
- Working with scenarios: one aspect of learning is the ability to do things better in future. Developing future scenarios immediately turns present experiences into options for the future. This facilitates the transfer of what is learned, to future actions, or decisions about the future. It is desirable to develop two or three scenarios rather than one, in order to promote/trigger the dialogue that is needed to provide the rich learning context which makes self-evaluation a learning experience;
- Critical incidents method: reconstruct events from your experience and identify critical moments where you had to make major decisions. Ask others to think about what they would have done in this situation. Describe your choice and compare it with the choices others have made. Identify what it implies for future action;
- Reflective silence STAR (Situation, Time, Actions, Results): it sometimes is very useful to build in silences in the rush-rush, hectic race of daily professional life. Use these moments to reflect and write down what you wish to remember from the experiences you have been through. Consider alternative actions and reflect again on them;
- Learning questions related to personal development plans: most organisations do not have the habit of allowing or encouraging their staff to identify learning questions. If teachers, trainers, managers and others concerned know what they want to learn, they focus much better on the relevant experiences in their work and make progress. Often the learning goals and objectives of the professionals are left vague and ambiguous. This is counterproductive for effective learning and as a consequence for the organisation's quality and its ability to change;
- 360° feedback: this is a deliberate confrontation of observations and views of a professional with the observations or views of superiors, colleagues, subordinate staff or students. The focus is on the different perspectives to which the differences in position might lead, in order to understand better the dynamics of the world in which one operates;
- Visualising things either graphically or more creatively: the power of images is often greater than that of words. However, this is rarely used in evaluation. Try to visualise

things and make them visible, or tangible, or heard in a creative way. This will certainly create a much greater impact;

- Debate, an adversarial evaluation procedure comparable with a trial process in court with a jury: this method, which is very stimulating and which creates high commitment, emphasises the negotiation part of evaluation. At the same time it stimulates the motivation to learn. It may be a time-consuming approach, but it certainly makes evaluation come to life;

- Allocating money as a token of the priorities given to different parts of the project: dividing money clearly shows the values given to various aspect of schooling. It is a way to operationalise the value given to things. People tend to be willing to fight really hard about money. The fight over money makes it clear where people put their priorities, the debate about why and about the evidence that is what it is all about. This is what provides the learning and the clarification of the positions of all parties involved in the school;

- Serving as a consultant in other similar projects: actively helping others in evaluation is often a very good way to analyse your own situation. Because others want to know what your advice is, you will have to be very explicit about what you think may work out, and what you think won't. Questions will be asked about evidence and the background of your advice. Thus you will have to make up your own mind systematically.

Other forms of learners' satisfaction assessment may include distance education orientations, learner profile study, learner satisfaction survey, learner evaluation of effectiveness of distance education. In its turn, staff support assessment can be done via faculty/department/staff satisfaction survey, review of academic credentials for new hires, needs analyses for staff training. Evaluation of teachers can be carried out via learner academic and professional success, too. Assessment of programme effectiveness can be based on the following questions:

- What do you wish to do?(*Vision*);
- What steps should be taken to get there?(*Goals*);
- What do you need to achieve for each step?(*Objectives and Outcomes*);
- How well are you doing it? (*Measures*);
- What and how does a program contribute to the development and growth of its learners?

Learner Learning and Course Assessment Techniques include review of learning resources, course evaluations, classroom inventory, course development review. Such an evaluation form as accreditation comprises the following dimensions: institutional context and commitment, curriculum and instruction, student support, evaluation and assessment. Evaluation of distance education materials is based on the analysis of instructional design, content, textbook, department guide, learner study guide, computer software, computer conferencing software, video, etc. Evaluation can also involve grouped observations of administration, course preparation and instructional design, communication techniques, test instruments and continuous assessment, training of staff. Such e-tools can be integrated into evaluation as monkey survey, webinars, use of the Moodle platform, blogs, use of social media, etc.

Results and discussion

The theoretical findings of the present research allow drawing the conclusion on e-evaluation as part of evaluation.

The theoretical findings outlined the notion of e-evaluation, its methodology, methods and instruments as well as techniques presented in the contribution.

The following research question has been formulated: What principles are to use of information technologies such as multimedia technologies, information systems, etc for e-evaluation of engineering studies? It should be noted that principle is a condition of activity

(Beļickis, Blūma, Koķe, Markus, Skujiņa, Šalme, 2000) or, in other words, use of information technologies in the present contribution.

The present research has *limitations*. The inter-connections between assessment, evaluation and e-evaluation have been set. Another limitation is the theoretical study conducted by involving the educational researchers only.

Further research tends to involve computer scientists in the present research on e-evaluation of engineering studies. Empirical studies on use of information technologies such as multimedia technologies, information systems, etc for e-evaluation of engineering studies are to be carried out. The search for relevant methods for e-evaluation of the use of information technologies such as multimedia technologies, information systems, etc for e-evaluation of engineering studies is proposed. And a comparative research of different countries could be carried out, too.

Bibliography

1. Ahrens, A., Bassus, O., & Zaščerinska, J. (2012). A Methodology of Evaluation of Efficiency of Engineering Curriculum in the Context of Sustainable Development. *Management of Sustainable Development (MSD) Journal*, Volume 4 Nr.2/2012, p. 21-28. Management of Sustainable Development Quality Research Centre, Lucian Blaga University Faculty of Engineering, Sibiu, Romania, 2012.
2. Ahrens, A., Zaščerinska, J. (2014). Students' Attitude to Interdisciplinary Research. *Society, Integration, Education*. Proceedings of the International Scientific Conference. Volume I: Higher Education Institutions Pedagogy, School Pedagogy, Pre-School Pedagogy. May, 23th-24th, 2014, pp. 13-23. – Rēzekne: Rēzeknes Augstskolas Izdevniecība, 2014. – p 616.
3. Beļickis, I., Blūma, D., Koķe, T., Markus, D., Skujiņa, V. (vad.), Šalme, A. (2000). Pedagoģijas terminu skaidrojošā vārdnīca. Termini latviešu, angļu, vācu, krievu valodā. Rīga: "Zvaigzne ABC".
4. Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K. *Research Methods in Education*. Routledge Education. 2007.
5. Hahele, R. Mācīšanās kvalitātes pašnovērtējuma iespējas novērtēšanas sistēmā Latvijā. In: I. Maslo (Ed.). *No zināšanām uz kompetentu darbību*, 148.-161. lpp. Latvijas Universitātes Akadēmiskais apgāds. 2006, 186 lpp.
6. Hettiarachchi, E., Huertas, M.A., Mor, E. E-Assessment System for Skill and Knowledge Assessment in Computer Engineering Education. *International Journal of Engineering Education* 31(2):529–540·January 2015.
7. Luka, I. *Development of Students' English for Specific Purposes Competence in Tourism Studies at Tertiary Level*. (Unpublished doctoral dissertation). Rīga: Latvijas Universitāte, 2007.
1. Maslo, E. Transformative Learning Space for Life-Long Foreign Languages Learning. In: International Nordic-Baltic Region Conference of FIPLV Innovations in Language Teaching and Learning in the Multicultural Context (pp. 38-46), Rīga, 2007.
2. Maslo, I. Kompetences jēdziena izpratnes daudzveidība un ar to saistītas problēmas Latvijas izglītības organizācijas sistēmas izveidē. In: I. Maslo (Ed). *No zināšanām uz kompetentu darbību*, 46.-56. lpp. Latvijas Universitātes Akadēmiskais apgāds. 2006, 186 lpp.
3. Phillips, D. Comparative Education: method. *Research in Comparative and International Education*, Vol. 1, Number 4, 304-319. 2006.
4. Reich, K. *Systemisch-konstruktivistische Pädagogik*. Weinheim:Beltz, 2005.
5. Taylor, P. C., & Medina, M. N. D. Educational Research Paradigms: From Positivism to Multiparadigmatic. *The Journal of Meaning-Centered Education*. 1. 2013.
6. Tilkın, G., Kerkhofs, L. Self-Evaluation in Adult LifeLong Learning. Bilzen, Belgium: Alden Biesen, 2009.
7. Vandeput, L. & Stroobants, I. Framework for competency based (online) learning. Nieuwe Media School (NMS), Mol, Belgium. - February 8th 2016.

MĀRKETINGA TEHNOLOĢIJAS AUDITORIJAS ATLASEI SOCIĀLAJĀ TĪKLĀ “FACEBOOK” MARKETING TECHNOLOGIES FOR AUDIENCES’ SELECTION IN “FACEBOOK”

Autori: **Arita Amelko**, e-pasts: aritaamelko@gmail.com, +371 29441241,
Agnese Stanka, e-pasts: agnese.stanka@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Inta Kotāne, Mg.oec.**, e-pasts: Inta.Kotane@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. *This research work is described as direct marketing (micro targeting) strategies are used in "Facebook" social network to target ads only to people who are potential customers. The research consists of 2 parts - theoretical and practical. The first part of the research summarizes the social network "Facebook" offer to audience about selection tools, and how they can be used. The second part of the research has been carried out "Facebook" users surveying to determine whether the users interviewed have ever responded to "Facebook" ads, and what is their attitude to such advertising optimization in social network. Main part of research consists of 3 sections.*

Keywords: *Facebook, digital marketing, micro targeting, dynamic advertisements.*

Ievads

Mūsdienās droši var teikt, ka dzīvojam tehnoloģiju laikmetā. Interneta vietnes „GlobalWebIndex.net”, kura veic dažādus pētījumus par digitāli aktīviem patērētājiem, rezultāti liecina, ka mūsdienās uz vienu digitāli aktīvu izdzīvotāju ir vidēji 3,6 viedās ierīces [1]. Tehnoloģiju izmantošana dod iespēju ietaupīt laiku un globalizācijas rezultātā ģeogrāfiskais attālums un teritoriālās robežas kļūst par mazsvarīgu faktoru, kas ir īpaši svarīgs aspekts biznesa vidē. Straujais dzīves ritms nosaka to, ka tendences ļoti strauji mainās. Jauno mediju tehnoloģiju aģentūras biznesa attīstības nodaļas direktors Dž. R. Levis savā grāmatā “Facebook marketings” izsaka viedokli, ka sociālais tīkls “Facebook” (turpmāk „Facebook”) reklāmu ietekme mediju tirgū tikai turpinās pieaugt, jo šī vietne nodrošina daudzas iespējas uzņēmumiem atdzīvināt brendu, veidot kopienas, veidot attiecības ar klientiem vēl pirms pirkuma veikšanas u.c. iespējas [2]. Autors arī atzīst, ka pārmaiņas notiek tik strauji, ka jau grāmatas izdošanas laikā visticamāk “Facebook” būs piedzīvojis dučiem pārmaiņu. Pavisam nesen uzņēmumi atklāja, ka, izveidojot sociālo tīklu profilus tādās vietnēs kā „Facebook”, „Twitter” u.c., iespējams ievērojami palielināt uzņēmuma atpazīstamību un piesaistīt papildus potenciālos klientus. Mūsdienu jaunākās tendences digitālajā mārketingā uzņēmumiem rada nepieciešamību pētīt iespējas, kā, izmantojot, piemēram, sociālā tīkla „Facebook” (turpmāk “Facebook”) vietni, individualizēt un parādīt reklāmu vai uzņēmuma lapu tikai tiem lietotājiem, kam tas tiešām varētu interesēt. Šādu mārketinga stratēģiju sauc par tiešo mārketingu.

Tiešais mārketingis ir ziņojumu izsūtīšana klientam un mudināšana uz darbību, kas ietver pozitīvu klientu atsauksmju izmantošana mārketinga aktivitātēs [3].

Lietotāju uzvedības un interešu pētījumi, izmantojot sociālo tīklu aktivitātes, mūsdienās kļūst par galveno digitālā mārketinga tendenci, kas solās pilnībā pārvērst izpratni par interneta reklāmām.

Pētījuma mērķis ir izpētīt mārketinga tehnoloģijas auditorijas atlasei sociālajā tīklā “Facebook”.

Pētījuma mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi uzdevumi:

1. Izpētīt uz klienta interesēm vērstu reklāmu izveides iespējas sociālajā tīklā „Facebook”;
2. Izanalizēt sociālā tīkla “Facebook” lietotāju anketēšanas rezultātus;
3. Apkopot pētījuma rezultātus un izdarīt secinājumus.

Materiāli un metodes

Pētījums sastāv no 2 daļām – teorētiskās un praktiskās. Pētījuma praktisko daļu veido interneta resursos pieejamās informācijas apkopojums par “Facebook” auditorijas atlasē rīkiem, kā arī autores apskata dažādas tiešā mārketinga metodes, kuras tiek izmantotas dinamisko reklāmu palaišanai “Facebook” vietnē.

Pētījuma praktisko daļu veido autoru aptaujas rezultāti. Tika aptaujāti “Facebook” lietotāji. Aptaujas mērķis bija noskaidrot kādas darbības “Facebook” lietotāji ir veikuši pēc vietnē redzētajām reklāmām un kāda ir cilvēku attieksme pret tiešā mārketinga pielietošanu sociālajā tīklā.

1. „Facebook” piedāvātie rīki reklāmas personalizēšanai

Sociālais tīkls „Facebook” tika radīts 2004. gadā kā Hārvardas universitātes studentu sociālais tīkls. Mūsdienās „Facebook” ir ietekmīgākais sociālais tīkls pasaulē. Ik mēnesi „Facebook” lietotni izmanto aptuveni 1.8 miljardi cilvēku visā pasaulē, kas ir aptuveni ¼ no visiem pasaules iedzīvotājiem. Aptuveni 1,1 miljards cilvēku lieto „Facebook” aplikāciju savā mobilajā tālrunī [4]. Vidusmēra digitāli aktīvs cilvēks pavada vidēji 50 minūtes ik dienas savos “Facebook”, “Messenger” un “Instagram” profilos. Mūsdienās sociālie tīkli vairs nav domāti, lai tajos reģistrētos tikai cilvēki. 2008. gadā “Facebook” radīja iespēju uzņēmumiem veidot savas biznesa lapas, kas arī ir “Facebook” reklāmu rašanās iemesls [5]. Kā neatņemama sastāvdaļa veiksmīgam biznesam kļūst uzņēmuma profilu veidošana sociālajos tīklos. Bieži vien maza un vidēja izmēra uzņēmumi vairs neizvēlas veidot atsevišķas mājas lapas, bet tikai savu biznesa lapu “Facebook” vietnē. „Facebook” vietnē darbojas aptuveni 60 miljoni aktīvu biznesa lapu [6].

B. Karters savā grāmatā “ “ Patīk” ekonomika” minējis, ka “Facebook” ir varenākais mārketinga rīks, kāds vien iepriekš ir redzēts. Tas ir pozitīvs rīks, jo “patīk” opcijas izmantošanai ir tālredzīga un neizmērojama ietekme komercijai. “Facebook” patīk opcijas priekšrocības:

- samazina mārketinga izmaksas;
- palielina pārdošanas apjomus;
- uzlabo klientu pievērstās uzmanības apjomus;
- palielina pircēju lojalitāti;
- rada uzticamus klientus, kas palīdz pārdot preces un aizstāv no kritikas [7].

Sociālais tīkls ir arī izstrādājis vairākus rīkus, lai mārketinga aktivitātes sniegtu maksimālu labumu uzņēmumiem. Piemēram, uzspiežot uz reklāmas sociālajā tīklā ne vienmēr lietotājs veic kādu darbību, piemēram, veic pirkumu vai reģistrējas, atstājot savu kontaktinformāciju, taču šāda klienta ieinteresētība ir vērtīgi dati, kurus izmantojot, uzņēmums var sākt veidot attiecības ar konkrēto klientu, lai pavirzītu klienta darbības vēlamajā virzienā. Mūsdienās uzņēmumi analizē un strādā ar šādiem datiem, tādējādi pilnīgāk izmantojot iespējas, ko sniedz sociālā tīkla reklāma. Izmantot lietotāju datus, kas reaģējuši uz reklāmu, tiek atlasīts cilvēku loks, kuri tiešām var kļūt par potenciālajiem klientiem. “Facebook” piedāvā izveidot dinamiskas reklāmas. Lapas administratoram jāveic produktu kataloga augšupielādi un jāuzsāk reklāmas kampaņa, un vēlāk sistēma pati meklēs piemērotus cilvēkus, kam parādīt piedāvājumu. Šī sistēma parāda pircējiem līdzīgus produktus tiem, kurus pircējs jau ir apskatījis citās lapās. Tā arī atgādinās pircējiem par precēm, kuras tie apskatījuši uzņēmuma mājas lapā vai mobilajā aplikācijā, taču nav iegādājušies. Dinamisko reklāmu palaišanai ir izstrādāts speciāls rīks - „Facebook Pixels”. Dotais rīks ir koda daļa kuru jebkurš var ievietot savā mājas lapā, lai iegūtu datus par apmeklētāju darbībām mājas lapā un tādējādi izveido iespējamo klientu auditoriju [8]. „Facebook Pixels” veic tādas funkcijas kā:

- Sniedz datus, kā lietotājs pārslēdzas starp dažādām ierīcēm;

- Optimizē reklāmu atspoguļošanu tikai tiem cilvēkiem, kas visticamāk veiks vēlamās darbības, piemēram, veiks pirkumu, reģistrēsies mājas lapā, aizpildīs aptauju u.t.t.
- Automātiski izveido lietotāju auditoriju, kuriem vēlāk tiks novirzītas reklāmas. Lietotāju auditorija tiek izveidota no cilvēkiem, kuri veic kādas konkrētas darbības mājas lapā, piemēram, apskata kādu konkrētu preci, pievieno preci grozam, veic pirkumu u.t.t.
- Atrod lietotājus ar līdzīgām interesēm, kādas ir esošajiem pircējiem.
- Veido dinamiskās produktu reklāmas. „Facebook” tiek izveidotas atbilstošas un savlaicīgas reklāmas, balstoties uz produktiem, kurus apmeklētāji ir apskatījuši mājas lapā.
- Izveido ieskatu par cilvēkiem, kuri apmeklē mājas lapu [9].

Vairākās elektroniskās komercijas platformās “Facebook pixels” var tikt integrēti automātiski, piemēram, “Shopify”, “Magento”, “BigCommerce”, tādējādi automātiski veidosies uzņēmuma dinamiskās reklāmas. Lai veidotu dinamiskas reklāmas priekš mobilajās aplikācijās, ir izveidots alternatīvs rīks “Facebook pixels”, ko sauc par “Facebook SDK”. Lai lietotu šo rīku, nepieciešams “Facebook App ID”. Tas ir unikāls numurs, kas identificē aplikāciju, kad tiek pieprasītas reklāmas no auditorijas tīkla.

“Facebook” piedāvātais rīks “Lookalike Audience” ir tendēts tieši uz auditorijas veidošanu. Lai sāktu auditorijas izveidi, sākotnēji ir jāizvēlas avota auditorija, kuras intereses, demogrāfiskā informācija, atrašanās vieta, vecums, u.c. dati būs kā prototips potenciālo klientu atlasei. Kā avota auditorija var kalpot esošo klientu datubāze vai biznesa lapas jau esošie sekotāji. Avota auditorijai jā sastāv vismaz no 100 cilvēkiem, taču ieteicams, lai avota auditorijas izmērs ir starp 1000 un 50000 cilvēki. Sistēma automātiski atlasa “Facebook” lietotājus, kuri, pēc atlasītajiem parametriem, atbilst iepriekš uzstādītajam potenciālā klienta prototipam. Biznesa lapas administratoram ir iespējams izvēlēties kāda lieluma auditoriju sistēmai veidot. Ģenerējot maza izmēra auditorijas, tās būs maksimāli līdzīgas avota auditorijai, savukārt ģenerējot lielas auditorijas palielinās mērķauditorijas izmērs, taču samazinās līdzība ar avota auditoriju. Sistēma ģenerē auditoriju 6-24 stundu laikā. Pēc auditorijas izveides, tā atjaunojas ik pēc 3-7 dienām kamēr vien tiek aktīvi veidotas reklāmas šai grupai. [10].

“Facebook Pixels” ir piemērots rīks, lai pētīt un analizēt uzņēmuma mājas lapas apmeklētājus – to darbības, viedo ierīču lietošanas paradumus, vājās vietas uzņēmuma mājas lapā utt. Pēc funkcijām “Facebook Pixels” rīks ir līdzīgs “Facebook Lookalike Audience”, taču tas ir orientēts analizēt darbības, kas notiek uzņēmuma mājas lapā, kas nav izveidota uz “Facebook” platformas. “Facebook Lookalike Audience” ir rīks, kas ir orientēts uz darbu tieši “Facebook” platformā izstrādātajām biznesa lapām, un tā galvenā funkcija ir auditorijas atlase. Kā pamata auditorija var tikt izmantota jau iepriekš pieminētā “Facebook Pixels” izveidotā lietotāju auditorija.

2. Tiešā mārketinga paņēmieni

Dinamiskās reklāmas palīdz atlasīt lietotājus, kuri apmeklējuši vai veikuši citas darbības uzņēmuma mājas lapā, lai vēlāk šiem cilvēkiem mērķētu svarīgāka satura reklāmas [11]. Kā vienkāršākais veids, lai izmantotu dinamiskās reklāmas, ir mērķēt tās cilvēkiem, kuri ir apskatījuši vai pievienojuši grozam kādu produktu, taču nav veikuši pirkumu pēdējo 10 dienu laikā. Tiklīdz kāds no potenciālajiem klientiem ir veicis pirkumu kampaņas ietvaros, tas ir jāizņem no potenciālo klientu saraksta, savādāk tiks lieki tērēta nauda un kaitināts pircējs, reklamējot produktus, kurus tas jau ir iegādājies. Vēlāk, ja pircējs nav apmeklējis mājas lapu 90-180 dienu laikā, ir vērts atkal atsākt reklāmas kampaņas šiem lietotājiem [12].

Parasti cilvēki, kuri pievienojuši produktu grozam, atstāj lielāku potenciālā klienta iespaidu, nekā lietotāji, kuri tikai apskatījuši preci, tāpēc ir vērts apsvērt iespēju izveidot 2 atšķirīgas mērķauditorijas un cenu piedāvājumus, nosakot, ka augstāka cena būs mērķauditorijai, kuri pievienojuši preci grozam, bet nav to nopirkuši.

Cilvēki, kuri vienreiz veikusi pirkumu uzņēmuma mājas lapā ir vērtīga auditorija, jo viņi jau vienreiz ir pierādījuši, ka viņiem patīk uzņēmuma preces un visticamāk varētu veikt arī vēl kādu pirkumu. Lai palielinātu peļņu jau no esošiem pircējiem, tiek izmantotas pirkuma groza palielināšanas stratēģijas - piepārdošanu (angliski *cross-selling*) un augšuppārdošana (angliski *up-selling*). Šāda veida stratēģijā, dinamisku reklāmu uzdevums ir atlasīt cilvēkus, kuri veikusi pirkumu, un piedāvāt viņiem iegādāties saistītas preces, piemēram, pircējam, kurš iegādājies apģērbu, mērķēt reklāmas ar apģērbu aksesuāriem, vai pircējam, kurš iegādājies mugursomu, piedāvāt dažādus ceļojumu aksesuārus utt. Šādu metodi sauc par piepārdošanu[13]. “Facebook” ir pielāgots atcerēties katra konkrēta pircēja pirkumu paradumus, piemēram, ja kāds pircējs regulāri pērk kopā tenisa raķeti un tenisa bumbiņas, tad laika gaitā “Facebook” ik reizi mēģinās piepārdot tenisa bumbiņas brīdī, kad šis pircējs nopirks tenisa raķetes.

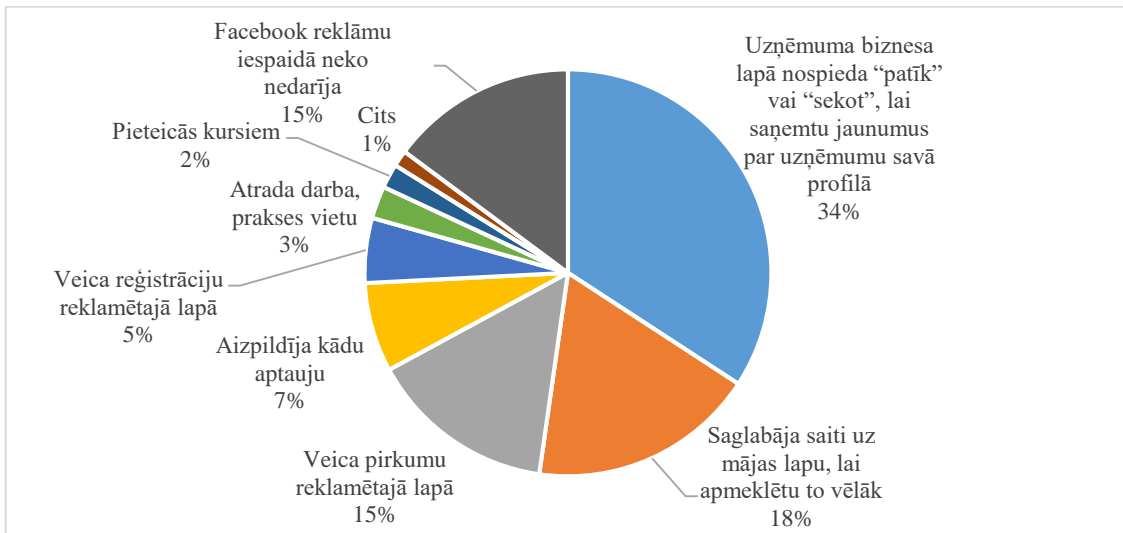
Līdzīgi dinamiskās reklāmas tiek izmantotas, lai novirzītu potenciālo pircēju pie uzņēmumam lielāku labumu nesošas preces (lielāka peļņa, lielāks preces skaits noliktavā utt.). Sistēma piefiksē precī, kuru pircējs apskata un pievieno grozam, un, ar dinamisko reklāmu palīdzību, mēģina ieinteresēt klientam nopirkt dārgāku produktu no tās pašas kategorijas, nekā viņš sākotnēji bija plānojis. Šādu stratēģiju dēvē par augšuppārdošanu. Lai izmantotu šo stratēģiju “Facebook” vietnē, ir nepieciešams izveidot 2 dažādas preču grupas – viena saturēs preces, kuru apskatītājiem tiks piedāvāti otras grupas produkti, kurus uzņēmums mēģina augšuppārdot pircējam, piemēram, preču grupa “skriešanas apavi par 50 eiro”, un atverot šo precī, tiek parādīta reklāma, kurā parādās preces no grupas “skriešanas apavi zem 50 eiro”, taču realitātē, lielāku peļņu uzņēmums gūst pārdodot otrās grupas preces [12].

Šajā nodaļā autore secina, ka “Facebook” reklāmas ne tikai palīdz atrast potenciālos klientus, bet arī darbojas kā pirkuma groza palielināšanas rīki. Pirkuma grozu iespējams palielināt ne tikai pārdodot papildus preču komplektus, bet arī piepārdodot saistītas preces vai uzņēmumam izdevīgākas preces. Piepārdošana palīdz gūt lielāku peļņu jau no esošiem uzņēmuma klientiem, savukārt augšuppārdošana – no klientiem, kuri jau ir ieinteresēti iegādāties kādu precī.

3. Aptaujas rezultāti un to izvērtējums

“Facebook” lietotāju viedokļu noskaidrošanai par reklāmu optimizāciju autore izstrādāja aptaujas anketu un aptaujāja 90 “Facebook” lietotājus no Latvijas vecumā no 20 līdz 65 gadiem. Aptaujas mērķis bija noskaidrot, kādas darbības aptaujātie ir veikusi “Facebook” reklāmas ietekmē un kāds ir aptaujāto viedoklis par reklāmas optimizāciju iepriekš minētajā sociālajā tīklā. Aptaujas anketa ietvēra 6 jautājumus – 2 ievadjautājumi, lai noskaidrotu aptaujājamā dzimumu un vecuma grupu, 2 jautājumi par aktivitātēm, kuras “Facebook” lietotāji kaut reiz ir veikusi pēc reklāmas apskates sociālajā tīklā un 2 jautājumi, kas raksturo aptaujāto attieksmi par reklāmas optimizēšanas izmantošanu.

81 % respondentu atzina, ka ir ievērojuši, ka “Facebook” parādās reklāmas no interneta vietnēm, kuras kādreiz jau ir apmeklējuši. Lielākā respondentu daļa jeb 75%, atbildot uz jautājumu, vai kādreiz pēc “Facebook” reklāmu apskates ir uz tām reaģējuši un veikusi kādu aktīvu darbību. atzīmēja, ka ir reaģējuši uz reklāmām reklamētajā mājas lapā vai uzņēmuma “Facebook” vietnē izveidotajā biznesa lapā (skat.1.attēlu)



1.att. "Facebook" lietotāju aktivitātes pēc "Facebook" reklāmu apskates (n=90)

41 aptaujātais šajā jautājumā atzīmēja vairāk kā vienu atbildi, kas liecina, ka reklāmas radītā interese ir noturīga, jo, piemēram, gadījumā, kad lietotājs veic pirkumu un papildus arī saglabā lapas saiti vai pievienojas lapas sekotāju pulkas, nozīmē, ka pastāv liela iespēja, ka šis pircējs veiks pirkumu arī citas reizes nevis tikai vienreiz, jo viņu ir ieinteresējusi ne tikai nopirktā prece, bet visa uzņēmuma lapa kopumā. Vairākas atbildes atzīmēja arī tie lietotāji, kuri reaģējuši ne tikai uz vienu "Facebook" atspoguļotu reklāmu, bet uz vairākām, kas liecina, ka "Facebook" auditorijas atlases rīki darbojas precīzi un tiešām ieinteresē cilvēkus, kam attiecīgā reklāma ir saistoša.

1.attēlā redzams, ka vairāk kā puse respondentu (52%) pēc reklāmu apskates, kaut vienreiz ir izmantojuši kādu no iespējam saglabāt uzņēmuma mājas lapu vai biznesa lapu "Facebook" vietnē, lai arī vēlāk redzētu jaunumus vai varētu lapu apskatīt vēlāk. Tas liecina, ka reklāmai ir izdevies pievērst cilvēka uzmanību un radīt interesi. 15% respondentu ir veikuši pirkumus "Facebook" reklāmas ietvaros un arī 15% respondentu atzina, ka "Facebook" reklāmas viņus neietekmē, un viņi nekad nav veikuši nekādas aktīvas darbības pēc reklāmas apskates, un šo atbildi bija izvēlējušies 68% no visiem vīriešiem, kas bija piedalījušies aptaujā. 1 respondents arī atzina, ka, pateicoties "Facebook" reklāmām, ir noklausījies dažus vebinārus, savukārt 1 respondents atrada sev interesējošas domubiedru grupas. 5% respondentu ir atraduši darbu, prakses vietu vai kursus tieši izmantojot "Facebook" vietnē piedāvāto informāciju. No tā tika secināts, ka, "Facebook" vietnē lietotie rīki, palīdz atrast potenciālos klientus ne tikai tirdzniecības sektoram, bet ir arī efektīgs rīks darba tirgum un izglītībai.

"Facebook" reklāmu optimizācija ir viena no populārākajām mūsdienu tendencēm digitālajā mārketingā, taču līdz ar tiešo mārketingu un reklāmu šķirošanu, rodas jautājums, vai šie rīki neliedz lietotājiem iepazīties ar citu, sev nezināmu un nepierastu saturu. Lai noskaidrotu, kāda ir lietotāju attieksme pret reklāmu optimizāciju "Facebook" vietnē, tika uzdoti 2 jautājumi.

1. "Vai uzskatāt, ka reklāmas optimizēšanas sociālajos tīklos ir lielisks veids, kā Jūs uzzināt tikai sev interesējošo informāciju, nepiesārņojot savu "Facebook" sienu, ar nevajadzīgu informāciju?" Šajā jautājumā tika paredzēts, ka ar "jā" visticamāk atbildēs cilvēki, kas pozitīvi uztver reklāmu optimizācijas stratēģijas. Ar "jā" atbildēja 69% respondentu, 14% lietotāju atbildēja noraidoši un 17% respondentu nebija viedokļa par šo jautājumu.

2. "Vai uzskatāt, ka šāda veida reklāmas optimizēšana ierobežo Jūsu redzesloku, jo nedod iespēju apskatīt reklāmas, kuras nav pierasto interešu lokā?" Savukārt šajā jautājumā atbildi "jā" sniedza respondenti, kuri uzskata, ka reklāmu auditorijas atlase stipri ierobežo veselīgu reklāmas tirgu. Uz šo jautājumu tikai 27% respondentu atbildēja apstiprinoši, savukārt 57% respondentu atbildēja noraidoši un 16% respondentu nebija viedokļa par šo jautājumu.

Var secināt, ka „Facebook” lietotāji savā profilā labprātāk redzētu sev pierastu un pazīstamu uzņēmumu reklāmas, un vairums „Facebook” lietotāji pat nevēlas redzēt reklāmas, kas ir ārpus to interešu loka.

Secinājumi

Šajā pētījumā ir aprakstīti “Facebook” sociālajā tīklā izmantotie rīki tiešā mārketinga izmantošanā. “Facebook” izstrādātie reklāmu optimizācijas rīki “Facebook Pixels” un “Facebook LookALike audience” ir specializēti potenciālo klientu atlasīšanai. “Facebook Pixels” meklē potenciālos klientus to cilvēku lokā, kuri ir apmeklējuši uzņēmuma mājas lapu, un vēlāk sagrupē šos lietotājus pa grupām, atkarībā no darbībām, ko tie ir veikuši. “Facebook LookALike audience” atlasa potenciālos klientus, balstoties uz iepriekš izveidotu bāzes auditoriju. Pēc auditorijas atlases, abi rīki izsūta dinamiskās reklāmas, atlasītajiem cilvēkiem.

Veiktās aptaujas rezultātā tika secināts, ka, aptuveni 75% respondentus “Facebook” redzētās reklāmas ir pamudinājušas uz aktīvu darbību, piemēram, pirkuma veikšanu, pierakstīšanās, lai saņemtu jaunumus (subscribe) utt. “Facebook” lietotājiem patīk savā profilā redzēt reklāmas no mājas lapām, kuras viņiem ir pazīstamas. Tikai 27% lietotāju šķiet, ka šāda reklāmu optimizācija ierobežo viņu redzesloku, un neļauj uzzināt par jaunām lietām.

Ņemot vērā faktu, ka “Facebook” ir kļuvis par vienu no populārākajiem sociālajiem tīkliem pasaulē, un tas ir kļuvis arī par populāru platformu aplikāciju un biznesa lapu veidošanai, dinamisko reklāmu izmantošana dod iespēju padarīt mārketinga aktivitātes “Facebook” vietnē daudz efektīvākas un sistematizētākas. Tās arī atvieglo uzņēmuma darbu mārketinga ziņā, jo šie “Facebook” rīki, lielu daļa procesu ir padarījuši automatizētu – sistēmas pašas atlasa auditoriju, monitorē lietotāju darbības, izsūta dinamiskās reklāmas u.c. aktivitātes.

Summary

In the spring of 2016, "Facebook" social network was 3 million advertisers. Considering the large amount of ads that every day are created and launched in "Facebook" site, ad optimization tools in the social network it is not just as a tool that improves the efficiency, but also as a necessity that every ad could have an equal opportunity to reach their potential customers. Ad optimization tools developed by the "Facebook", like, "Facebook Pixels" and "Facebook lookalike audience" are specialized to select potential customers. "Facebook Pixels" looking for potential customers to the circle of people who have visited the company's website and later grouped these users, depending on the actions they have taken. "Facebook lookalike audience" selects potential customers based on pre-specified base audience. After selection of the audience, the two tools dispatched dynamic ads to selected people.

Within the survey it was concluded that about 75% of the respondents, answered that the ads they saw on "Facebook" encourage them to an activity, such as a purchase, sign-up to web pages to receive some newsletters, (subscription) and so on. Survey also concluded that "Facebook" users like to see on their profile ads from the websites that they know already. Only 27% of users, think that such an ad optimization is limiting their horizons, and does not let to find out about new things.

Literatūra

1. Buckle, C. Digital consumers own 3.64... [tiešsaiste]. „GlobalWebIndex” publikācija [skatīts 26.03.2017.]. Pieejas veids: <https://www.globalwebindex.net/blog/digital-consumers-own-3.64-connected-devices>
2. Levy, J., Facebook Marketing, . QUE. Indiana, ASV. 2014, 13.lpp.
3. Tiešais mārketingš [tiešsaiste]. “Praktiskā Mārketinga Akadēmija” publikācija [skatīts 02.04.2017.]. Pieejas veids: <http://www.marketings.lv/metodes.html>
4. Facebook Pages [tiešsaiste]. „Facebook.com” publikācija [skatīts 26.03.2017.]. Pieejas veids: <https://www.facebook.com/business/products/pages>

5. Ani, M., The evolution of Facebook... [tiešsaiste]. "JXT Group" publikācija [skatīts 01.04.2017]. Pieejas veids: http://www.jxtgroup.com/the-evolution-of-facebook-advertising_3915946.html
6. Facebook ads [tiešsaiste]. „Facebook.com” publikācija [skatīts 26.03.2017]. Pieejas veids: <https://www.facebook.com/business/products/ads>
7. Carter, B., The like economy. QUE. Indiana, ASV. 2014, 3.lpp.
8. The Facebook Pixel [tiešsaiste]. „Facebook.com” publikācija [skatīts 30.03.2017]. Pieejas veids: <https://www.facebook.com/business/help/651294705016616>
9. Dynamic ads [tiešsaiste]. „Facebook.com” publikācija [skatīts 30.03.2017]. Pieejas veids: <https://www.facebook.com/business/learn/facebook-create-ad-dynamic-ads>
10. Introduction to Lookalike... [tiešsaiste]. „Facebook.com” publikācija [skatīts 30.03.2017]. Pieejas veids: <https://www.facebook.com/business/help/164749007013531>
11. Collins, M., What is dynamic... [tiešsaiste]. Digitālā mārketinga uzņēmuma "Fridays" publikācija [skatīts 04.04.2017.]. Pieejas veids: <https://www.friday.ie/journal/dynamic-digital-advertising%E2%80%8A/>
12. Get the best... [tiešsaiste]. „Facebook.com” publikācija [skatīts 09.04.2017]. Pieejas veids: https://www.facebook.com/business/help/1614292432221509?helpref=faq_content#PixelAppEvents
13. Šnejersons, P., Interneta veikali: kāpēc... [tiešsaiste]. "Laikraksts Dienas Bizness" publikācija [09.04.2017]. Pieejas veids: <http://www.db.lv/viedokli/eksperti/interneta-veikali-kapec-nepacelt-nomestu-naudu-241901>

ANALĪTISKĀ UN SKAITLISKĀ MODELĒŠANA AR DATORPROGRAMMĀM MATLAB UN MAPLE ANALYTICAL AND NUMERICAL MODELING WITH THE COMPUTER PROGRAMS MATLAB AND MAPLE

Autors: **Ilmārs Apeināns**, e-pasts: apeinans@gmail.com, +37129887481
Zinātniskā darba vadītājs: **Ilmārs Kangro, Mg.math., Dr.paed., docents**, e-pasts:
ilmars.kangro@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The author in this work provides insight into the analytical and numerical modeling of natural phenomena, systems and devices As mathematical modeling can be divided in to two different subtypes. Author worked with both, analytical and numerical, to provide better insight in this topic.*

Keywords: *Modeling, Maple, MatLab*

Ievads

Matemātiskā modelēšana – zinātnes un tehnikas nozare, kura nodrošina dabas parādību, sistēmu un ierīču darbību izmantojot matemātiskus aprakstus un modelēšanu, ar vai bez reālu eksperimentu veikšanas [5].

Analītiskās modelēšanas rezultātā tiek izveidota pētāmā procesa matemātiskās izteiksmes formas (atrisinājuma) analītiskā izteiksme – formula viena argumenta funkcijas gadījumā formā [6]:

$$y = f(x) \tag{1}$$

vai divu argumentu funkcijas gadījumā formā

$$u = u(x, y). \tag{2}$$

Nosauktās funkcijas var parādīt grafiski plaknē

$$(y = f(x)) \tag{3}$$

vai telpā

$$(u = u(x, y)) \tag{4}$$

izmantojot datorprogrammu atbilstošos operatorus.

Skaitliskās modelēšanas rezultātā tiek iegūts atrisinājums skaitliski, to var parādīt: ar punktu pāriem

$$(x, y) \tag{5}$$

vai grafiku

$$y = f(x) \tag{6}$$

plaknē, ja meklējamā funkcija ir formā

$$y = f(x); \tag{7}$$

ar punktu trijniekiem

$$(x, y, u(x, y)) \tag{8}$$

vai grafiku (virsmu telpā), ja meklējamā funkcija ir formā

$$u = u(x, y). \tag{9}$$

Parciālie diferenciālvienādojumi

Par parciālajiem diferenciālvienādojumiem sauc vienādojumus, kas satur vairāku argumentu funkcijas un to parciālos atvasinājumus

$$F(x, y, u, u'_x, u'_y, u''_{xx}, u''_{yy}, u''_{xy}) = 0 \tag{10}$$

x, y – neatkarīgiem mainīgie,

$u = u(x, y)$ – nezināmā funkcija,

$u'_x, u'_y, u''_{xx}, u''_{yy}, u''_{xy}$ - funkcijas u attiecīgi pirmās un otrās kārtas parciālie atvasinājumi.

Otrās kārtas parciālie vienādojumi

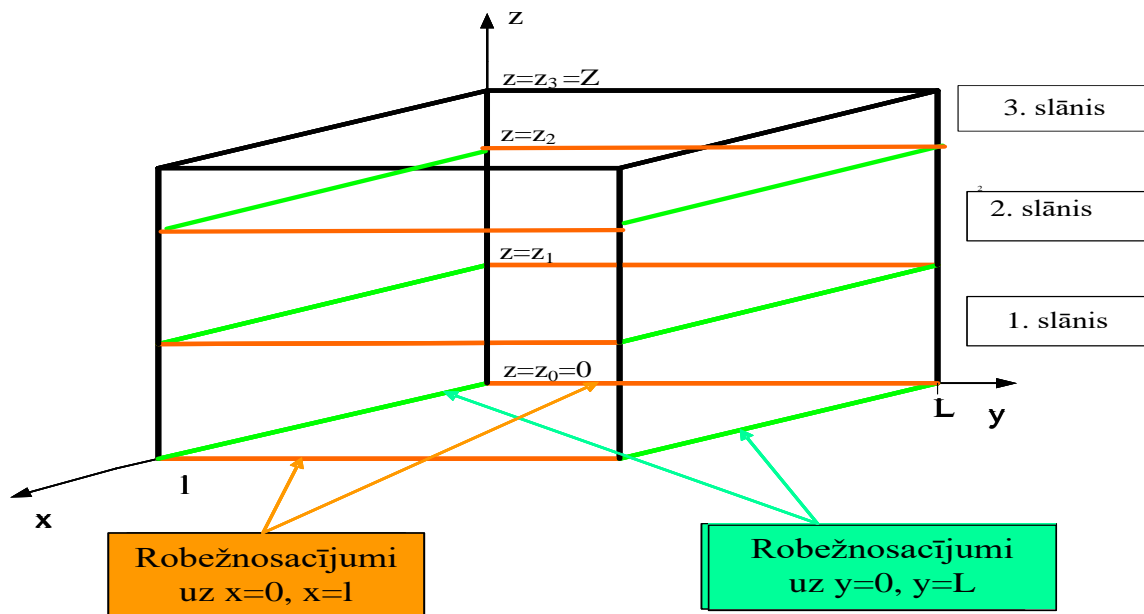
Otrās kārtas parciālos diferenciālvienādojumus izmanto masas un temperatūras pārnese procesu matemātiskai modelēšanai dažādos fizikālos, ķīmiskos un bioloģiskos procesos, piemēram, difūzija, absorbcija, destilācija, ekstrakcija, žāvēšana, mitrināšana, kušana un kristalizācija, iztvaikošana, kondensācija u.c., [1], [3].

Piemēram, trīs dimensiju (3-D) uzdevumam telpā ir jāaprēķina attiecīgā procesa raksturotājas funkcijas

$$u = u(x, y, z, t) \quad (11)$$

(koncentrācija, temperatūra u.c.) skaitliskās vērtības pie dotajiem robežnosacījumiem (funkcijas uz telpas apgabalu ierobežojošajām virsmām) un sākuma nosacījumiem (funkcijas procesa sākuma momentā pie laika t vērtības).

Piemēram, slāņainu vidi var attēlot ar 3 dimensiju paralēlskaldni telpā (1. attēls.)



1.attēls Daudzslāņu vide - paralēlskaldnis 3 dimensiju telpā

Otrās kārtas parciālie diferenciālvienādojumi pārnese procesu matemātiskai modelēšanai:

$$D_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + D_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + f(x, y, z) = 0 \quad (12)$$

(12) ir Puasona vienādojums, modelē stacionāru siltuma lauku un citus ar stacionāru režīmu (nav atkarīgs no laika t) saistītus procesus [4]:

a) masas pārnese, tad

$$u = u(x, y, z) \quad (13)$$

ir meklējamā masas sadalījuma (koncentrācijas) funkcija,

b) siltuma pārnese, tad

$$u = u(x, y, z) \quad (14)$$

ir meklējamā siltuma lauka sadalījuma funkcija.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(k_y \frac{\partial u}{\partial y} \right) + F(x, y, t) = c\rho \frac{\partial u}{\partial t} \quad (15)$$

Vienādojums (15) ir siltuma vadīšanas vienādojums, tas ļauj risināt uzdevumus par siltuma izplatīšanos, difūziju un citus procesus.

$$u = u(x, y, t), \quad (16)$$

(16) - meklējamā temperatūras vai masas sadalījuma funkcija.

Pārneses procesu skaitliskā modelēšana

Bieži vien daudzos uzdevumos, kuri raksturo reālus procesus, nav iespējams atrast parciālā diferenciālvienādojuma precīzo atrisinājumu ar elementāro funkciju palīdzību. Tādos gadījumos lieto tuvinātās metodes ar skaitliskā atrisinājuma meklēšanu. Visbiežāk izmanto galīgo diferencu metodi (Finite Difference Method). Galīgo diferencu vai režģa metode balstās uz atvasinājumu aptuvenu aizstāšanu ar to diferencu izteiksmēm [1]. Piemēram, parciālais atvasinājums pēc x:

$$u_{xx}(x_i, t_n) \quad (17)$$

tiek aizstāts ar diferencu izteiksmi (19), bet atvasinājums pēc t:

$$u_t(x_i, t_n) \quad (18)$$

ar (20).

$$u_{xx}(x_i, t_n) \approx \frac{u(x_{i-1}, t_n) - 2u(x_i, t_n) + u(x_{i+1}, t_n)}{h^2} \quad (19)$$

$$u_t(x_i, t_n) \approx \frac{u(x_i, t_{n+1}) - u(x_i, t_{n-1}))}{2\tau} \quad (20)$$

Skaitliskā modelēšana ar datorprogrammu Maple

Aprēķinu uzdevums. Dots tievs, homogēns stienis ar uzdotu temperatūru. Visam x vērtībām no intervāla (0, 1) sākuma momentā t=0 temperatūru mainās pēc formulas

$U(x, 0) = f(x)$ (sākuma nosacījums).

Stieņa temperatūra galos mainās pēc likuma (robežnosacījumi):

$$\text{Kreisais gals} \quad U(0, t) = \mu_2(t) \quad (21)$$

$$\text{Labais gals} \quad U(1, t) = \mu_2(t) \quad (22)$$

$$\text{Laiks mainās intervālā} \quad 0 \leq t \leq T$$

Jāatrod:

Temperatūras sadalījumu visiem x no intervāla (0,1) laika intervālā $0 \leq t \leq T$, meklējamā funkcija ir:

$$u = u(x, t). \quad (23)$$

Nosacījumi:

$$l = 1$$

$$T = 0,1 \quad (0 \leq t \leq 0,1)$$

Aprēķins:

Aprēķins datorprogrammā Maple tiek veikts vienādojumam, - 2. kārtas parciālajam diferenciālvienādojumam. Ievads programmas logā koda formā redzams 2. attēlā.

PDE4 := diff(u(x, t), t) = diff(u(x, t), x, x);

$$\frac{\partial}{\partial t} u(x, t) = \frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t)$$

*IBC4 := {u(x, 0) = x * (1 - x) + 0.85, u(0, t) = 0.85, u(1, t) = 0.85}; 0 ≤ t ≤ 0.1;*
0 ≤ x < 1;

$$0 \leq x \text{ and } x < 1$$

smod4 := pdsolve(PDE4, IBC4, type = numeric, method = DuFortFrankel,

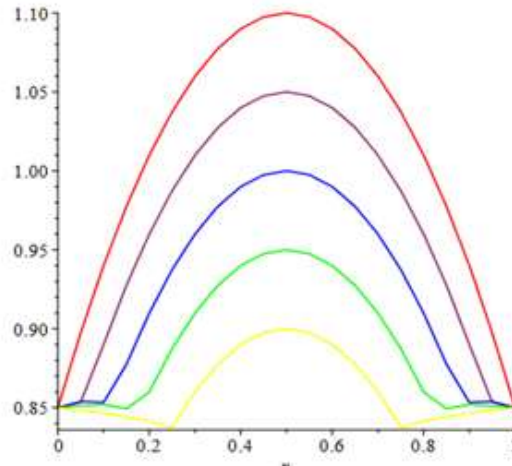
$$\text{startup} = \text{Euler, timestep} = \frac{1}{50} \text{);}$$

2.attēls Maple programmas koda daļa uzdevuma aprēķināšanai

Pēc robežproblēmas aprēķināšanas, ievadot papildus koda rindas ir iespējams attēlot 2. kārtas diferenciālvienādojuma atrisinājuma rezultātu grafiski. Tā attēlošanai 2D grafika veidā nepieciešamas papildus komandas (3. attēls) un rezultāts tiek atveidots xy koordinātu plaknē (4. attēls) [2].

```
p1 := smod4:-plot(t = 0., color = red) :
p2 := smod4:-plot(t = 0.025, color = maroon) :
p3 := smod4:-plot(t = 0.050, color = blue) :
p4 := smod4:-plot(t = 0.075, color = green) :
p5 := smod4:-plot(t = 0.1, color = yellow) :
plots[display]({p1, p2, p3, p4, p5});
```

3.attēls Izejkods 2D grafika veidošanai

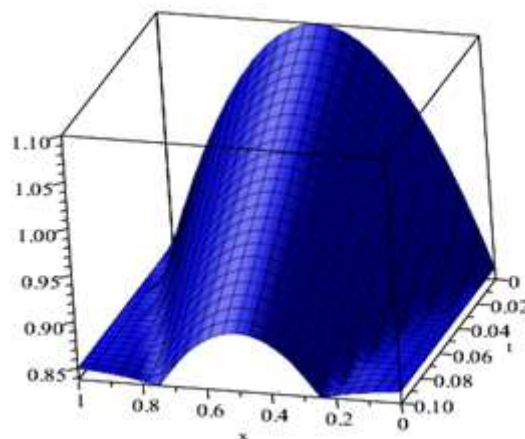


4.attēls Atrisinājuma grafiks 2D telpā

Datorprogramma Maple dot iespēju attēlot robežproblēmas atrisinājumu arī 3D formā, ievadot citas komandas (5. attēls) un rezultāts tiek attēlots telpā xyz (6. attēls), kas dot pārskatāmāku atrisinājumu.

```
smod4:-plot3d(t = 0..0.1, x = 0..1, axes = boxed,
orientation = [-120, 40],
color = [0, 0, u]);
```

5.attēls Izejkods 3D grafika veidošanai



6.attēls Atrisinājuma grafiks 3D telpā

Anālītiskā un skaitliskā modelēšana ar datorprogrammu MatLab

Uzdevumam ar datorprogrammu MatLab tika ņemts uzdevums kur bija arī homogēns metāla stienis ar garumu x (0, 1) un laika intervālu t (0, 3). Uzdevuma aprēķināšanai ir dots parciālais diferenciālvienādojums

$$\pi^2 u'_t(x, t) = u''_{xx}(x, t) \quad (24)$$

robežnosacījums

$$u'(0, t) = 0 \quad (25)$$

$$u'_x(1, t) = -\pi e^{-t} \quad (26)$$

un sākums nosacījums

$$u(x, 0) = \sin \pi x \quad (27)$$

Uzdevumā bija noteikts, ka jāatrod temperatūras sadalījums visiem x , ja stienis tiek sildīts tikai no vienas puses. Robežproblēmas (24 – 27) analītiskais (precīzais) atrisinājums ir formā:

$$u(x, t) = e^{-t} \sin(\pi x). \quad (28)$$

Tas tika izdarīts izmantojot mainīgo atdalīšanas metodi [1].

Datorprogrammā aprēķinu kods tiek ievadīts pa atsevišķām funkcijām (7. attēls) un tiek apvienots pamata izpildes kodā (8. attēls) [3].

```
function pdex1_4_1
m = 0;
x = linspace(0,1,30);
t = linspace(0,3,31);

sol = pdepe(m,@pdex1pde,@pdex1ic,@pdex1bc,x,t);
u = sol(:,:,1);
```

7.attēls Funkcija 2. kārtas diferenciālvienādojuma aprēķinam.

```
function [c,f,s] = pdex1pde(x,t,u,DuDx)
c = pi^2;
f = DuDx;
s = 0;

function u0 = pdex1ic(x)
u0 = sin(pi*x);

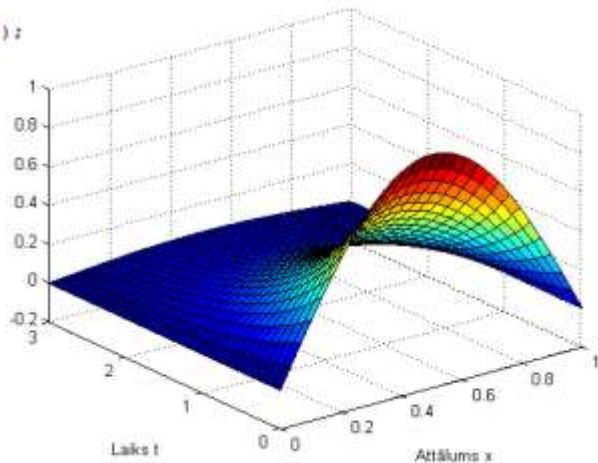
function [p1,q1,pr,qr] = pdex1bc(x1,u1,xx,ux,t)
p1 = u1;
q1 = 0;
pr = pi * exp(-t);
qr = 1;
```

8.attēls Funkcijas atsevišķas aprēķina daļas

Pēc programmas palaišanas ir iespēja attēlot rezultātus grafiski, pielietojot atbilstošos operatorus, ļauj izveidot 3D grafikus ērtākai rezultātu apskatei un prezentēšanai. MatLab ļauj pievienot grafikiem leģendu, kas padara vieglāku rezultātu attēlošanu (9. attēls).

```
figure;
surf(x,t,u);
title('Skaitliskais atrisinājums 30 režģa punktos.');
```

Skaitliskais atrisinājums 30 režģa punktos.

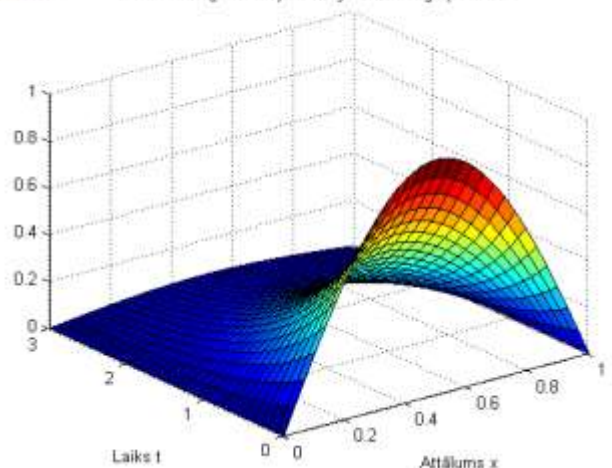


9.attēls Uzdevuma skaitliskais atrisinājums ar 3D grafiku

Dotajam uzdevumam programma ļauj veidot grafiku arī analītiskajam atrisinājumam, jo uzdevums bija speciāli izvēlēts ar mērķi parādīt abus modelēšanas veidus – analītisko un skaitlisko. Analītiskais atrisinājums veidots arī 3D formā (10. attēls).

```
figure;
surf(x,t,exp(-t)*sin(pi*x));
title('Analītiskais (precīzais) atrisinājums 30 režģa punktos.');
```

Analītiskais (precīzais) atrisinājums 30 režģa punktos.



10.attēls Uzdevuma analītiskais atrisinājums 3D formā

Summary

After calculations and making graphs for border issue solution, can be concluded that each program has there own specific characteristics which must be met in future work with them. For example, Maple advantage in 3D graphics making, because they can move freely (range 0-360 degrees) and they look more efficient compared with MATLAB graphs. But MatLab is better for making calculations as code for making them is easier to understand and can be made from separate parts into bigger problem calculating systems.

Literatūra

1. Kalis, H. *Skaitliskās metodes*. Rīga, 2008. -185 lpp.
2. Daugulis, P., Kangro, I., Martinovs, A., Morozova, I. (2008). *Augstākā matemātika, statistika un matemātiskā modelēšana inženierzinātņu studentiem*. Mācību līdzeklis. Rēzekne: Rēzeknes Augstskola, 2008, 656 lpp.
3. Kalis, H., Kangro, I. (2010). *Datorprogrammas MATLAB lietošana matemātikas mācību procesā*. Mācību līdzeklis. Rēzekne: RA Izdevniecība, 2010, 264 lpp.

4. Braun, M. *Differential Equations and Their Applications: An Introduction to Applied Mathematics*. -2nd Edition. - N.Y.: John Wiley and Sons, 1978. 518 p.
5. Математическое моделирование. http://pedsovet.info/info/pages/referats/info_00002.htm
6. Akadēmiskā terminu datubāze AkadTerm.
<http://termini.lza.lv/term.php?term=model%C4%93%C5%A1ana&lang=LV>

OBJECT RECOGNITION METHODS IN COMPUTER VISION USING IMAGE PROCESSING LIBRARY EMGU CV OBJEKTU ATPAZĪŠANAS METODES TEHNISKAJĀ REDZĒ IZMANTOJOT ATTĒLU APSTRĀDES BIBLIOTĒKU EMGU CV

Autors: **Andris Balodis**, e-pasts: shalunn@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing.,prof.**, e-pasts: peteris.grabusts@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *This paper describes how object recognition is being done in delta robot station using computer vision which functionality is based on image processing library Emgu CV. In this paper there are developed some algorithms that determine rectangle form object position, color, angle of rotation and area. All these parameters allow to position and sort objects that move on conveyor belt. Each algorithm testing is being done on delta robot station that already contains video camera and artificial light source. The results show that algorithms do all necessary parameters determination and in addition these algorithms allow determining parameters for square and round objects too. Developed algorithms can be used in several disciplines, for example, in food and stationery products sorting. Application of computer vision simplifies and makes more efficient every monotone process especially when this process is being done by robots which can increase process speed and precision multiple times.*

Keywords: *computer vision, delta robot station, Emgu CV, image processing, object recognition.*

Ievads

Mūsdienās ikvienu ražošanas procesu mēģina automatizēt ar mērķi paaugstināt darba ražīgumu un izvairīties no cilvēkresursu kļūdām.[1] Preču salikšanas procesa automatizācijai bieži pielieto vairākas tehnoloģijas, kuras aizvieto cilvēkresursus. Viens no automatizācijas variantiem ir izmantot preču sortēšanas staciju, kas sastāv no delta robota, tehniskās redzes un konveijera.[2] Priekšmeti, kas nāk pa konveijera līniju un tiek tehniskās redzes darba zonā, tiek atpazīti un datorvadības sistēma, vadot delta robotu, nodrošina priekšmeta satveršanu un pārvietošanu uz noteiktu pozīciju. Šajā darbā tiek veikta vairāku tehniskās redzes algoritmu izstrāde.[3]

Darba mērķis ir izstrādāt algoritmus taisnstūrveida objektu pozīcijas, krāsas, pagrieziena leņķa un platības noteikšanai ar tehniskās redzes palīdzību.

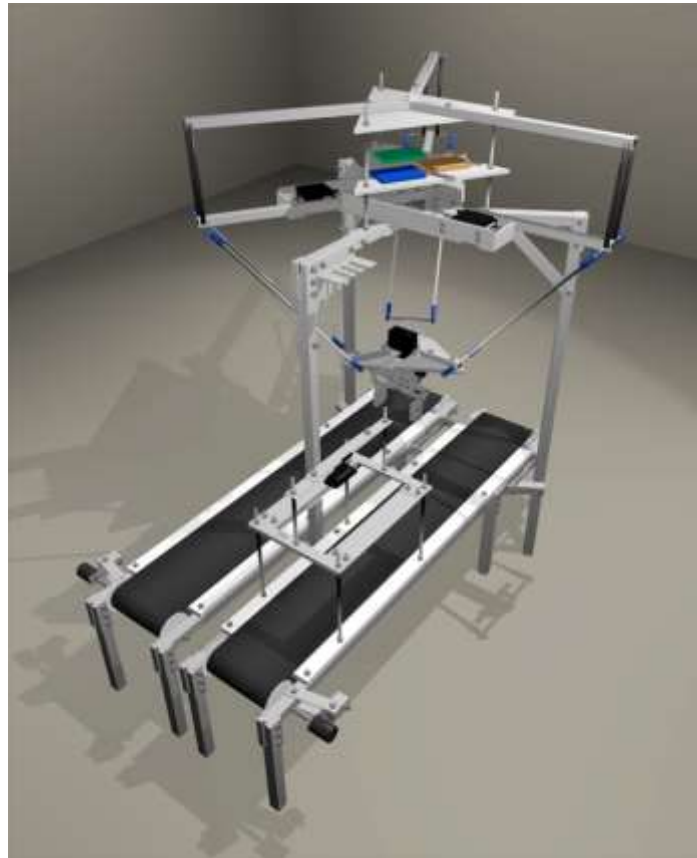
Darbā tiek izpildīti sekojoši uzdevumi:

1. Tiek nodrošināta video kameras attēlu iegūšana datorprogrammā.
2. Tiek nodrošināta attēlu apstrāde objektu pozīcijas, krāsas, pagrieziena leņķa un platības noteikšanai.
3. Tiek piedāvāta metode, kā uzlabot attēlu apstrādes sistēmas darbību.

Objekti un metodes

Lai atvieglotu šo algoritmu izstrādi, ir pieejama delta robota stacija, kura satur video kameru un mākslīgo gaismas avotu. Datorprogrammas izstrāde tiek veikta izstrādes vidē Visual Studio 2012, izmantojot bibliotēku Emgu CV.

Emgu CV ir brīvi pieejama attēlu apstrādes bibliotēka, kuru izstrādāja ar mērķi dot ikvienam cilvēkam iespēju veidot savas attēlu apstrādes sistēmas.[4] Bibliotēkā ir integrētas vairākas gatavās metodes, kas dod iespēju ātrāk un efektīvāk veikt attēlu apstrādi, netērējot laiku bāzes funkcionalitātes izstrādāšanai.[5] Šajā darbā tiek aprakstīts tas, kādā veidā tiek īstenota objektu atpazīšana delta robota stacijā, izmantojot Emgu CV bibliotēku. Izmantojamā delta robota stacija tiek parādīta 1. att.



1. att. Delta robota stacija ar tehnisko redzi

Datorprogrammā attēlu iegūšanai no video kameras, ir nepieciešams izveidot atsevišķu datorprogrammas plūsmu (*Thread*), kas paralēlā režīmā veic datu nolasīšanu no video kameras. Šī datu nolasīšana tiek veikta ar metodi, kura tiek izsaukta 30 reizes sekundē, nodrošinot šādā veidā nepārtrauktu attēlu iegūšanu un apstrādi. Līdz ar to, katru reizi 30 sekundēs datorprogramma veic katra attēla kadra apstrādi, nosakot objektu raksturlielumus reālajā laikā. Zemāk dotā koda rinda saglabā katru video kameras kadru mainīgajā „frame”.

```
Image<Bgr, Byte> frame = _capture.QueryFrame().Clone();
```

Objektu atpazīšanai ir svarīgi nodrošināt objektu labu redzamību attēlā. Šajā darbā ir jānolasa taisnstūrveida kastītes, kas pārvietojas pa konveijera lentu. Kastītes atšķiras viena no otras pēc pozīcijas, krāsas, pagrieziena leņķa un platības. Konveijera lenta ir melnā krāsā. Līdz ar to krāsainās kastītes var būt ļoti novērojamas uz melna konveijera lentes fona.

Kameras izšķirtspēja ir 640x480 pikseļi, no kuriem 640 ir x ass, bet 480 ir y ass. Objekti pārvietojas pa konveijeru x ass virzienā. Objekta centrs var atrasties jebkurā pozīcijā y ass virzienā. Katra objekta garums ir 150 pikseļi, bet platums 100 pikseļi.

Attēls, kas nāk no video kameras, sākotnējā variantā tiek automātiski apstrādāts ar video kameras palīdzību. Šo automātisko apstrādi ir jāizslēdz, lai padarītu attēlu krāsas viendabīgākas. Tomēr tāpat attēls satur digitālos trokšņus, kas rodas mākslīgā gaismas avota iedarbības rezultātā. Šos digitālos trokšņus var noņemt, pamainot attēla kontrastu, spilgtumu, toni un citus parametrus. Tas var būt izdarāms no pašas datorprogrammas, jo Emgu CV bibliotēkā ir iekļautas metodes, kas dod iespēju mainīt video kameras attēla iestatījumus. Eksperimentāli mainot dažādus parametrus tiek iegūts normalizēts attēls, kur ir asi kontūri starp objektiem un fonu. Zemāk dotais kods iestatāta video kameras parametrus.

```
_capture.SetCaptureProperty(CV_CAP_PROP_EXPOSURE, parameters.exposure);
_capture.SetCaptureProperty(CV_CAP_PROP_GAIN, parameters.gain);
_capture.SetCaptureProperty(CV_CAP_PROP_BRIGHTNESS, parameters.brightness);
_capture.SetCaptureProperty(CV_CAP_PROP_CONTRAST, parameters.contrast);
_capture.SetCaptureProperty(CV_CAP_PROP_SATURATION, parameters.saturation);
_capture.SetCaptureProperty(CV_CAP_PROP_WHITE_BALANCE_BLUE_U,
parameters.whiteBalance);
```

Nākamais posms skar attēla apstrādi, jo ir nepieciešams veikt katrā attēlā objektu kontūru noteikšanu. To palīdz izdarīt Emgu CV iebūvētā metode, kas automātiski apstrādā attēlu un visos kontūros starp objektiem un konveijera lentu saliek punktus, tādā veidā katra objekta kontūrs tiek pārvērsts punktētās līnijās. Zemāk dotais kods atrod objektu kontūrus attēlā.

```
MemStorage stor = new MemStorage();
Contour<Point> contours =
frame2.FindContours(CHAIN_APPROX_METHOD.CV_CHAIN_APPROX_SIMPLE,
RETR_TYPE.CV_RETR_TREE, stor);
```

Katrs kontūrs satur ļoti daudz punktu, ar atstatumu ne vairāk par 5 pikseliem starp punktiem. Šos punktus tālāk ir jāapstrādā tā, lai katrs taisnstūrveida objekts saturētu tikai četrus punktus, pa vienam punktam uz katru stūri. Katra kontūra punktu skaita samazināšanu palīdz veikt cita Emgu CV bibliotēkas metode, ar kuras palīdzību punktu kopa tiek optimizēta, un tie punkti, kas atrodas vienā taisnē starp jebkuriem diviem citiem punktiem, tiek izņemti no kopējā punktu saraksta. Tādā veidā visi starppunkti tiek izņemti, un rezultātā katrs kontūrs satur tikai 4 punktus. Katra objekta 4 punkti tiek glabāti atsevišķos List<Point> sarakstos. Zemāk dotais kods izveido optimizēto kontūru punktu sarakstus, analizējot kontūrus ar lielu punktu skaitu.

```
List<List<Point>> contourPoints = new List<List<Point>
contourPoints.Add(new
List<Point>(contours.GetConvexHull(ORIENTATION.CV_CLOCKWISE).ToArray()));
```

Nākamajā posmā ir jānosaka objekta pozīcija uz konveijera lentes. Lai to noteiktu, var izmantot objekta kontūra punktus, atrodot centru starp šiem punktiem. Centra atrašana tiek veikta, nosakot minimālās un maksimālās punktu koordinātes, un tad, saskaitot un izdalot tās ar 2, tiek iegūta to vidējā vērtība. Datorprogramma dod iespēju veikt nepārtrauktu sekošanu pēc objektiem pa visu attēlu, tomēr tas pavisam nav nepieciešams. Pietiek nofiksēt tikai to pozīciju tad, kad tie pārvietojas tieši pāri attēla centram. Šajā momentā ir jāpievieno šī objekta pozīcija kopējā pozīciju sarakstā. Lai viens un tas pats punkts netiktu atkārtoti pievienots katros nākamajos kadros, ir jāveic punktu nepārtraukta salīdzināšana, lai tikai unikālie punkti varētu būt pievienoti kopējā punktu sarakstā. Tiek paredzēts tas, ka jauns punkts katrā iepriekš pievienotajā pozīcijā var būt pievienots tikai pēc noteikta laika intervāla. Pēc šī laika intervāla iepriekš pievienotie punkti maina savu trigeru stāvokli un dod iespēju to y ass pozīcijā pievienot jaunus punktus.

Lai noteiktu objekta platību, var izmantot metodi, kura var apstrādāt iepriekš atrastos kontūrus un izvadīt kontūra platību skaitliskā vērtībā. Šajā gadījumā tiek pielietota trigonometrija, kad starp katriem trim punktiem tiek aprēķināts laukums un pēc tam visi laukumi tiek kopā saskaitīti. Zemāk dotais kods dod iespēju noteikt kontūra platību.

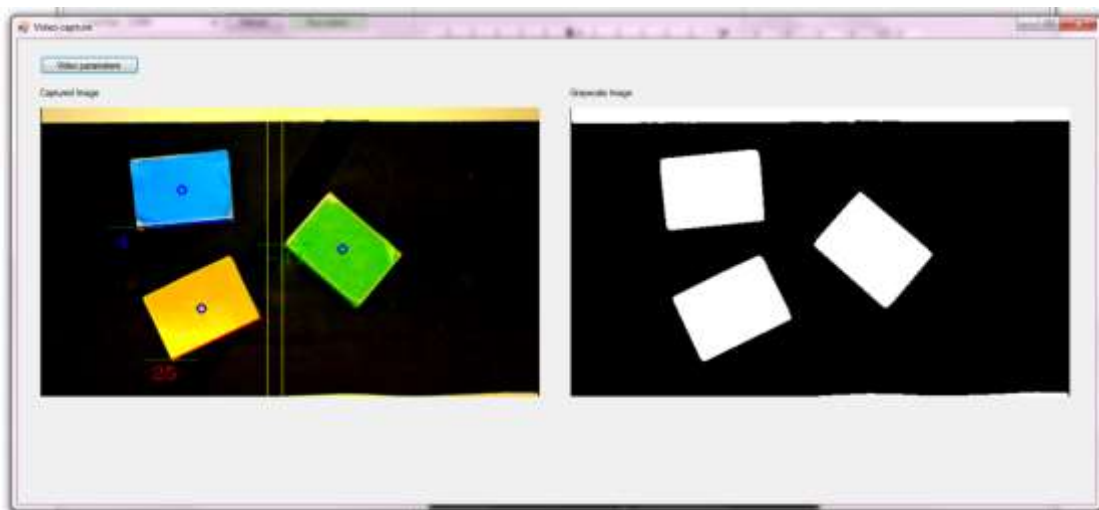
```
contour.ContourArea();
```

Lai atrastu objektu pagrieziena leņķi starp apakšējo garāko objekta malu un video kameras x asi, ir nepieciešams atrast tos divus kontūra punktus, kas atrodas zemāk par pārējiem. Kaut arī katrs objekts satur 4 punktus, nav iespējams viennozīmīgi pateikt, kuri no šiem punktiem atrodas attēla apakšā vai augšā. Līdz ar to ir jāveic vairākas pārbaudes, kuras atlasīs apakšējos punktus pa taisnstūra garāko malu, un tikai tad var aprēķināt objekta pagrieziena leņķi. Zemāk dotais kods dod iespēju aprēķināt objekta pagrieziena leņķi.

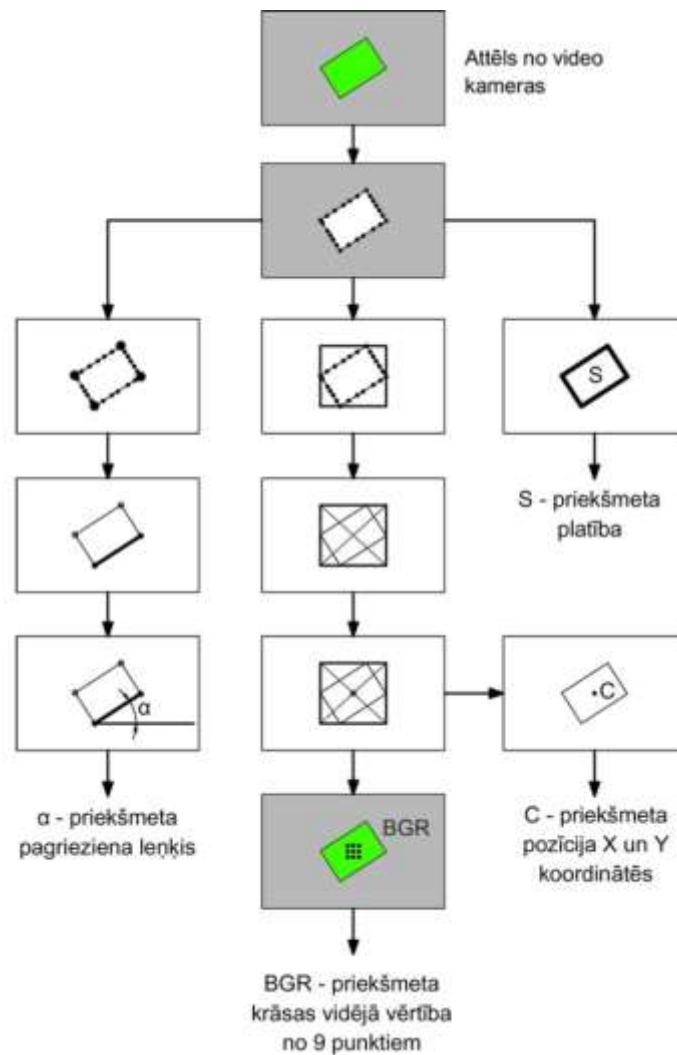
```
double angle = (Math.Atan2(p1.Y - p1.Y, p1.X + 5 - p1.X) - Math.Atan2(p4.Y - p1.Y, p4.X - p1.X)) / ((float)(Math.PI / 180f));
```

Lai noteiktu objekta krāsu, ir jāizmanto objekta centra pozīcija. Eksperimentāli ir noteikts, ka objekta krāsa dažreiz var saturēt nelielus digitālos trokšņus, kas ietekmē krāsas spilgtumu. Līdz ar to kvalitatīvāki rādījumi ir tad, ja izmanto vidējo krāsu starp 9 punktiem ap šo centra pozīciju. Šī krāsa tiek salīdzināta ar standartkrāsām un tiek noteikts tās nosaukums.

Izpildot visas augstāk minētās darbības, tiek iegūti visi nepieciešamie objekta raksturlielumi. Tā kā objekti pa konveijera lentu nepārtraukti pārvietojas ar konstantu ātrumu, tad katrā jaunajā attēla kadrā ir jāveic katras iepriekš atrastās pozīcijas x vērtības palielināšana, lai delta robota satvērējs varētu zināt to, kurā momentā tam ir jāsatver objekts un kur šis objekts atrodas. Apstrādāts video kameras attēls tiek dots 2. att. kreisajā daļā, bet normalizēts attēls ar asiem kontūriem tiek dots 2. att. labajā daļā. Visu algoritmu darbības principu kopsavilkums tiek dots 3. att.



2. att. Apstrādāts un normalizēts video kameras attēls



3. att. Objektu raksturlielumu noteikšanas algoritmi

Rezultāti un to novērtējums

Izstrādātie datorprogrammas algoritmi dod kvalitatīvus rezultātus veicot objektu atpazīšanu. Kaut arī algoritmi ir paredzēti tieši taisnstūrveida objektu satveršanai, tie arī pareizi strādā ar kvadrātveida un apaļiem objektiem. Tika arī eksperimentēts ar trīsstūrveida objektiem, tomēr ar tiem vairākos gadījumos radās problēmas, jo satvērējs nevarēja tos kvalitatīvi satvert.

Iespēja satvert arī apaļos objektus radās tāpēc, ka algoritms apaļajā kontūrā atrada nevis 4 stūra punktus, bet apmēram 16, kas bija vienmērīgi salikti pa visu kontūru. Tādā veidā tika precīzi noteikts apaļā objekta centrs, krāsa un platība. Bet pagrieziņa leņķis šajā gadījumā bija ap 0 grādiem, tāpēc satvērējs to satvēra kā jebkuru taisnstūrveida objektu, kas ir horizontāli novietots.

Pēc eksperimentu datiem tika noteikts tas, ka objekta krāsa attēla vidū pa visu x asi ir spilgtāka, nekā tā ir attēla apakšā vai augšā. Līdz ar to programmā tika pievienota metode, kas automātiski paaugstina krāsas spilgtumu, ja objekts atrodas tuvāk apakšai vai augšai. Šādā veidā tika kompensēta krāsu daudzveidība un tās kļuva viendabīgākas. Krāsu daudzveidību var arī samazināt, ja mākslīgos gaismas avotus novietot nevis x ass virzienā, bet gan y ass virzienā. Tādā veidā visa centrālā daļa būs vienādā spilgtumā un, līdz ar to, visu objektu krāsas būs viendabīgākas.

Secinājumi

Dotajā darbā ir detalizēti paskaidroti datorprogrammas algoritmi, ar kuru palīdzību delta robota stacija var automātiski veikt taisnstūrveida objektu atpazīšanu uz konveijera lentes. Rezultātā tiek iegūti algoritmi, kas veic visu nepieciešamo objektu raksturlielumu noteikšanu un papildus arī dod iespēju veikt kvadrātveida un apaļo objektu raksturlielumu noteikšanu. Izstrādātos algoritmus var pielietot vairākās nozarēs, piemēram, konfekšu vai kancelejas preču šķirošanā.[6][7] Tehniskās redzes pielietošana būtiski atvieglo monotonu darbu, it īpaši tad, kad tehnisko redzi izmanto kopā ar robotiem, kas var vairākkārtīgi paaugstināt procesu veikšanas ātrumu un precizitāti.[8]

Literatūra

1. Ayub, M. A., Mohamed, A. B., Esa, A. H. (2014). In-line Inspection of Roundness Using Machine Vision. Malaysia: Faculty of Mechanical Engineering.
2. Chauhan, V., Surgenor, B. (2015). A Comparative Study of Machine Vision Based Methods for Fault Detection in an Automated Assembly Machine. Canada: Department of Mechanical and Materials Engineering Queen's University.
3. Do, Y. (2012). Intelligent Worm Sorting Using Robot Vision. South Korea: Major of Electronic Control Engineering.
4. Emgu.com (2015). Main Page. http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page, sk. 10.03.2017.
5. Fanuc.eu (2015). Vision functions for industrial robots. <http://www.fanuc.eu/es/en/robots/accessories/vision>, sk. 10.03.2017.
6. Wu, W., Wang, X., Huang, G., Xu, D. (2015). Automatic gear sorting system based on monocular vision. China: Research Center of Precision Sensing and Control.
7. Yuan-yuan, T., Si-yang, L., Qing-chang, T. (2012). Application of Detecting Part's Size Online Based on Machine Vision. China: School of Mechanical Engineering.
8. Zhang, W., Mei, J., Ding, Y. (2012). Design and Development of a High Speed Sorting System Based on Machine Vision Guiding. China: School of Mechanical Engineering Tianjin University Tianjin.

POWER2GAS IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY *POWER2GAS AUTORŪPNIECĪBĀ*

Authors: **Sabrina-Julia Best**, sabrina-julia.best@student.jade-hs.de,

Kevin Neubauer, kevin.neubauer@student.jade-hs.de

Scientific supervisor: **Josef Timmerberg, Dr.-Ing, Prof.** jt@jade-hs.de, +49 4421 985 2372
Jade University, Wilhelmshaven, Germany

Abstract - *Because of the climate change and new laws to reduce the carbon dioxide emission, the automotive industry has a major potential. With alternative actuations and new ways to make fuels accessible, like Power2Gas, it is possible to drive nearly CO2 neutral. This examination considers especial passenger cars and lorries in Germany in terms of costs, different fuels and emission exhaust.*

Keywords: *Automotive Industry, car, CO2, Germany, Power2Gas*

1 Introduction

Because of an EU regulation, the reduction of carbon dioxide emissions from passenger cars is needed. [1] One possibility to achieve this, is the reduction of fossil fuels and their replacement by using the Power2Gas method. As an example, electricity is used to produce hydrogen which can be used as fuel. Thereafter, carbon dioxide from the environment is taken for the chemical reaction to produce natural gas. The following text shows the use of natural gas as fuel for passenger cars and lorries.

2 Natural gas in practice for cars in Germany

The regular consumption of energy in the transport sector, which has to be replaced for e-cars adds up to 683.000 GWh per year. [2] For this example, it is anticipated that every passenger car runs on electricity. To calculate the average fuel consumption, it is necessary to keep in mind that diesel cars are usually driven over longer distances. Therefor it is assumed that they drive 50 % more than cars with petrol actuation. With an estimated consumption of six litres for diesel cars and eight litres for cars with petrol actuation, an average consumption of 6,8 litres can be received.

Table 1

Average values from diesel and petrol

	Diesel	Petrol	Average
Efficiency [%] [3]	33,00	25,00	27,67
Volumetric energy density [kWh/l] [4]	9,86	8,77	9,32
Fuel consumption [l/100 km]	6,00	8,00	6,80

Table 2

Energy consumption per year

	Diesel	Petrol	Sum
Percentage [%] [5]	32,90	65,50	98,00
Number of passenger cars in Germany [5]	15.069.371	30.001.332	45.803.560
Average driving distance [km/a] [6]	14.000	14.000	14.000
Energy content per 100 km [kWh/100 km]	19,52	17,54	37,06
Energy content per kilometre [kWh/km]	0,1952	0,1754	0,3706
Total kilometres in Germany [km/a]	2,1*10 ¹¹	4,2*10 ¹¹	6,3*10 ¹¹
Energy consumption per year [GWh/a]	41.187	73.671	114.859

In this scenario, the energy consumption increases by about 0,17 %. One possibility to supply the additional energy is the installation of wind turbines. If each of them has a power of 3,4 MW and runs with about 2440 full load hours per year [7], in amount of 596 new wind turbines is needed. Another point is, that cars which run on electricity have an increased loading time. Along with the limited space at the filling stations, a loading time of about one hour leads to potential shortages. Because of that, the mobility cannot be provided only with electricity. An opportunity is the Power2Gas method. The best advantage is that passenger cars which run on gas exhaust less carbon dioxide than passenger cars which run on petrol or diesel. The assembly for a gas passenger car is quite like a petrol or a diesel passenger car. A big difference can be seen in the tank for the gas. Since gas has a lower energy density, it can achieve a much higher range by setting it under high pressure of about 200 bar. Nowadays the tank is built in the end of the underbody. This has a positive effect on the driving dynamics and less space is taken up. The characteristic of the gas tank makes this passenger cars more expensive than a petrol or diesel version. This difference is shown in Table 3

Comparison of VW Passat Trendline with different actuations [9]

2.1 Costs of different sources of energy

Since there are no taxes on gas, the price is lower for gas compared to other fuels. An exact cost overview is shown in the following diagramm.

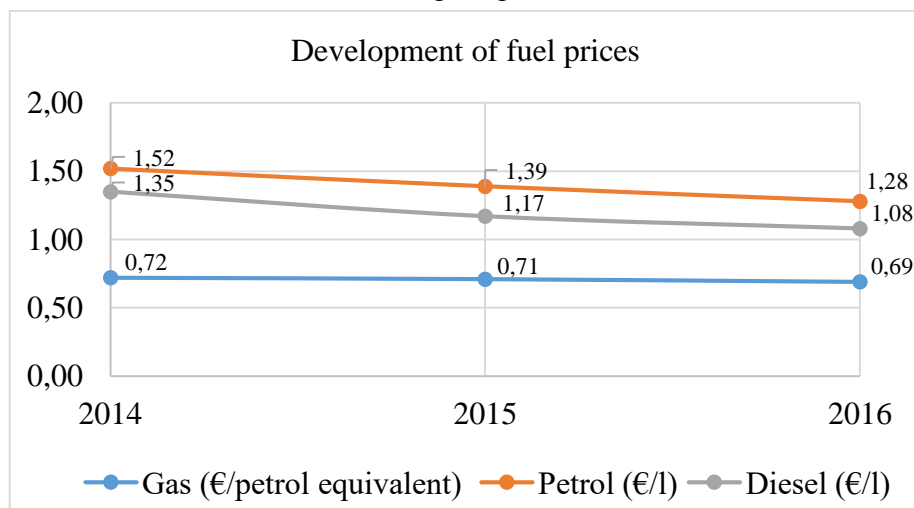


Figure 1: Development of fuel prices [8]

To specify the differences even more, the next table shows the comparison between a petrol, a diesel and a gas VW Passat Trendline. [9]

Table 3

Comparison of VW Passat Trendline with different actuations [9]

Motorization	1.8 TSI	2.0 TDI (DPF)*	1.4 TSI ECOFUEL	
Fuel	Petrol	Diesel	Natural gas	Petrol
Power (kW/HP)	118/160	103/140	110/150	
CO ₂ emission (g/km)	180	146	123	166
Emission class	EURO 5	EURO 5	EURO 5	
Range (km)	946	1.250	467	431
Empty weight (kg)	1.469	1.527	1.602	
Basic price (€)	27.675	28.150	30.525	

* DPF means diesel particulate filters

To get a comparable range, the 1.4 TSI Ecofuel drives with petrol and natural gas. The descending order of the range starts with 1.4 TSI Ecofuel than 1.8 TSI and 2.0 TDI. Apart from the price and the weight the 1.4 TSI Ecofuel has the lowest CO₂ emission which is besides the fuel costs, shown in Figure 1, the major advantage of this version.

2.2 Efficiency

The specified comparison of the VW Passat Trendline shows that a gas passenger car can decrease the greenhouse gas emissions a lot. [9]

gas vs petrol

CO₂ reduce about 80%
 NMHC reduce about 80%
 THG reduce about 20%
 OZON reduce about 40%

gas vs diesel

CO₂ reduce about 10%
 NMHC reduce about 60%
 NO_x reduce about 90%
 THG reduce about 10%
 OZON reduce about 80%

All in all the usage of gas has many advantages for customers and for the car industry, because in 2021 every new passenger car is allowed to exhaust only 95 g CO₂/km. [1] If the natural gas is produced in a green way a cycle of carbon dioxide emissions starts, in which present carbon dioxide is used to produce natural gas and the same amount of CO₂ is going to be released as exhaust gas from passenger cars. With this cycle, it is possible to drive CO₂ neutral.

2.3 Infrastructure

Germany has about 900 natural gas stations and more than 7.000 LPG filling stations. [10] In comparison, there are 6.500 electricity stations [10] and 14.531 regular filling stations [11]. A Disadvantage of the electricity station is, that the plug is not standardized, therefore not every station can be used by any car. This and the loading time problem is a handicap for many customers. The biggest problem for the politic is to supply the complete energy and reduce the carbon dioxide emission.

2.4 Alternative actuations for lorries

Because of the dramatically changing climate and thereby connected climate protection ordinances, the automotive industry had to discover new actuation-options to decrease CO₂ equivalent emissions. This is especially necessary for the logistic department since lorries made up 73% of Germany's haul capacity in the year of 2016. [12] As seen in the following table, the greenhouse gas output of lorries is much higher compared to freight trains and inland navigation vessels. Furthermore, the energy consumption of lorries is more than three times higher than the other two alternatives. Not biogenic petrol is a key factor to decrease these emissions and provide the needed energy.

Table 4

Comparison of average emissions for different transportation means in goods traffic - 2014 [13]

	Lorrie	Freight train	Inland navigation vessel
Greenhouse gas* [g/tkm]	101	24 **	31
Carbon monoxide [g/tkm]	0,125	0,019	0,077
Volatile organic compounds [g/tkm]	0,036	0,005	0,028

Nitrogen oxide [g/tkm]	0,344	0,063	0,433
Particulate matter [g/tkm]	0,005	0,001	0,01
Energy consumption [MJ/tkm]	1,4	0,3	0,44

* CO₂, CH₄ and N₂O specified in CO₂-equivalent

** Designated emission factors for the freight train are based on information about average electricity-mix in Germany

The following chapter shows the potential of not biogenic petrol in comparison to regular diesel for the logistic industry. Therefore, it is necessary to show the ecological and economical differences between a regular diesel lorry and models with LNG or CNG actuation. To show the general cost differences, the comparative cost method is going to be used.

2.4.1 Period-oriented cost comparison

To compare the costs properly the acquisition- and operation costs, capital consumption and capital costs are going to be determined. The acquisition costs are always dependent from amenities, model and brand. To make this comparison as significant as possible, it will concentrate only on the “Iveco Stralis” in its CNG, LNG and diesel version. The CNG and LNG versions use natural gas as fuel which is about 25 % better in matter of CO₂ – output than diesel. They have the least CO₂ – output of all fossil fuels because of their favourable proportion of carbon and hydrogen. CNG is a byword for “Compressed Natural Gas” which is stored at a compression rate of about 200 bar. However, LNG is the same natural gas but in a liquid form (“Liquefied Natural Gas”). The gas must be cooled down to at least 111 Kelvin in order to be fluid. LNG has a volumetric higher energy density than CNG but if there are long periods where the car or lorry is not ridden, there can be evaporation losses. That is why LNG can be perfectly used for lorries because of their continuously use. [14]

The higher acquisition costs of the LNG lorries are not to disregard for an industry that needs a large fleet. Therefore, the German ministry of economics plans facilitation to close the gap between diesel, CNG and LNG lorries and make the new technology more attractive for the logistic industry. The planned facilitation shall grant facilities from around 40 % of the additional costs for large scale manufacturer, 50 % for mid great corporations and 60 % for small corporations. [15] For this comparison the facilitation is going to be ignored since it is not significant yet.

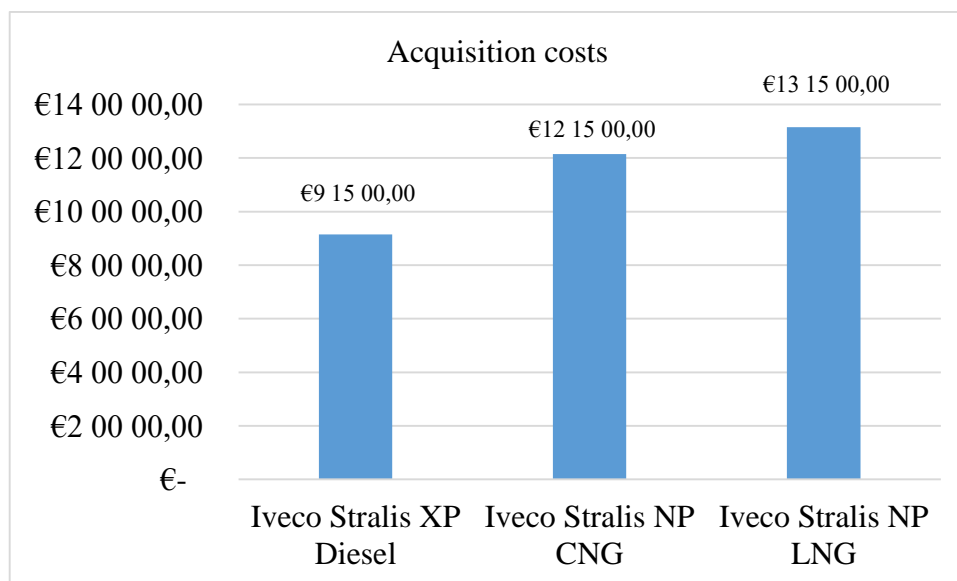


Figure 2: Comparison of acquisition costs [15]

To complete the cost comparison method, this diagram shows all annual costs of each version. All costs are for 60.000 kilometres per year and only the costs that are divergent from each other are mentioned. The operation costs consist of costs for: fuel, diesel exhaust fluid (DEF), repair and service. Other comparable costs are not included here because of their independency of the actuation type. The fuel prices can fluctuate depending on many different factors but it can be assumed that LNG always costs 0,20 € less than diesel. [15] The capital consumption is determined over five years corresponding to the AFA table for lorries linear. [16]

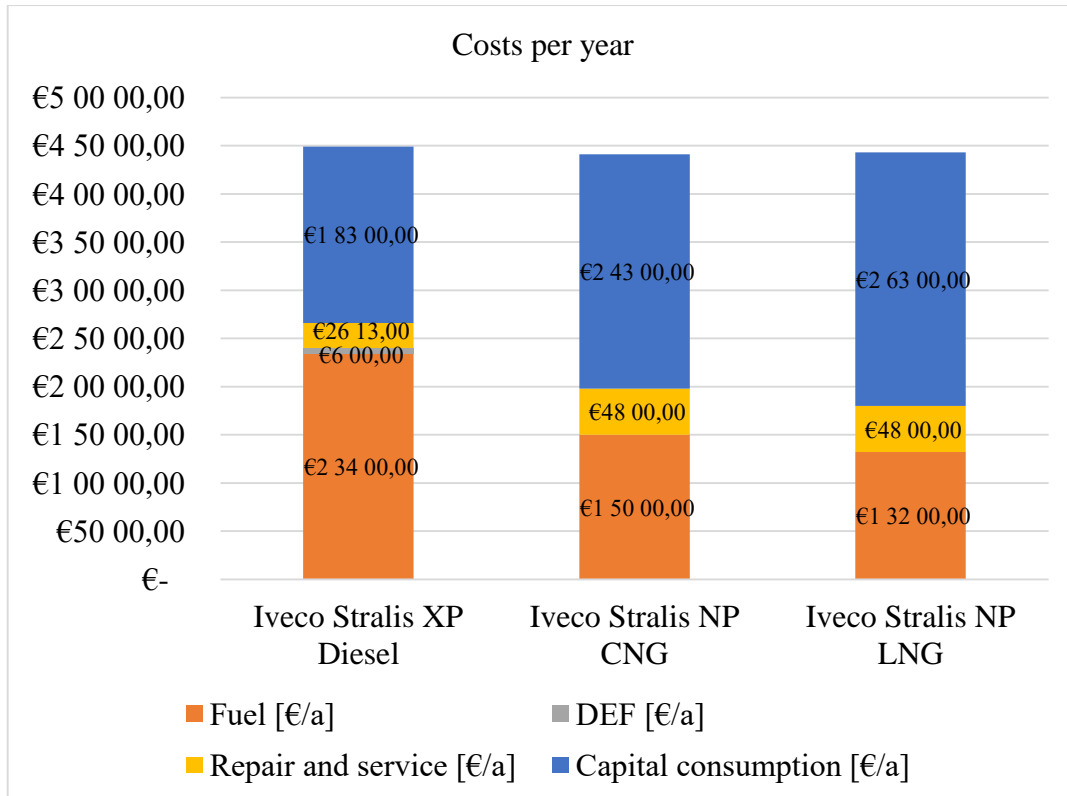


Figure 3: Comparison of annual costs [15]

As it is clearly seen in the diagrams above, both CNG and LNG are cheaper in terms of average costs per year compared to the Iveco Stralis XP. Because of much higher acquisition costs and fuel price compared to the Iveco Stralis NP with CNG actuation, the Stralis with LNG actuation could not beat the costs of the CNG-version. Another main difference can be seen between CNG and LNG. The CNG lorry has a range of about 570 kilometres which is way too little for national and international intercity transport. That is why the Iveco Stralis XP with LNG actuation and 1.500 kilometres of range is the best option out of these three. In addition to these economic benefits, there are many ecological benefits too, as seen in chapter 2.2.

3 Exemplary representation Germans in 2030 and further

As explained in chapter 2, some federal states of Germany decided to avoid internal combustion engines for all new registered cars after 2030. Since this decision is not an actual law yet, a scenario is created in this chapter in which the decision is a general law for Germany. To concretize the first scenario, it is assumed that every new registered car after 2030 must be powered by a natural gas actuation. This change is not only a chance for the climate but has also massive financial impacts.

There are 55.600.000 motor vehicles in Germany in 2017 [17] and it can be anticipated that this number will probably not fluctuate that much anymore. If there are 55.600.000 of them

in 2030 too, and every year around 3.000.000 motor vehicles are going to be registered, it would lead to the following calculation. [18]

$$\frac{55.600.000 \text{ cars}}{3.000.000 \frac{\text{cars}}{a}} = 18,5333 a$$

On basis of this calculation there would be no cars with internal combustion engine in 2049 anymore. To serve all these vehicles with natural gas, new filling stations must be built. Currently there are 14.531 filling stations in Germany [11] of which 877 are for natural gas already [19] [10]. If every remaining filling station would become a gas station at the cost of around 1.000.000 € [15], the total costs would be 13.654.000.000 €. Distributed onto the years that leads to investment costs of 718.631.578,90 € per year till there are no cars with internal combustion engine anymore. This economical effort is accompanied by the ecological chances. If every of the 30.001.332 passenger cars with petrol actuation [20] would change to natural gas, it would reduce the CO emission by 80 %. [9] With 0,66 g per car [13] that leads to a total decrease of:

$$0,66 \frac{g}{car} * 0,8 * 30.001.332 \text{ cars} = 15.840.703,3 g = 15.840,7 kg$$

But not only the CO emissions decrease drastically in this scenario but also the CO₂ emissions for passenger cars compared to petrol or diesel with the same number of cars.

Table 5

CO₂- emissions driven by different actuation (scenario 1)

	CNG	Diesel	Petrol
CO ₂ output [g/km] [21]	86,4	145,8	174,0
Number of cars [20]	45.803.560	45.803.560	45.803.560
Average driving distance [km/a] [6]	14.000	14.000	14.000
Total CO ₂ emissions [t/a]	5,5404*10 ⁷	9,3494*10 ⁷	1,1158*10 ⁸

As seen in chapter 2.2 other greenhouse gases will reduce dramatically as well.

For the second scenario, it is assumed that 50 % of the new registered cars will run on natural gas and the other half will be powered by electricity. In this case, not only the gas filling stations have to be built but also more electricity stations must be built. Since there are 6.620 electricity stations already [10] and it is assumed that every new filling station has eight electricity dispensers, which cost between 590 € and 3.000 € [22], that leads to total investment costs of 13.767.601.960 €. Contrasted to the costs the compared CO₂ emissions for passenger cars show the major advantage e-cars.

Table 6

CO₂- emissions driven by different actuation (scenario 2)

	CNG	E-cars	Diesel	Petrol
CO ₂ output [g/km] [21]	86,4	57,0 [23]	145,8	174,0
Number of cars [20]	22.901.780	22.901.780	45.803.560	45.803.560
Average driving distance [km/a] [6]	14.000	14.000	14.000	14.000
Total CO ₂ emissions [t/a]	2,7702*10 ⁷	1,8276*10 ⁷	9,3494*10 ⁷	1,1158*10 ⁸
Total CO ₂ emissions for CNG and e-cars [t/a]	4,5978*10 ⁷			

Table 6 clarifies the advantage of CNG and electricity actuations in terms of the reduction of CO₂ emissions. All in all, the adjustment to natural gas actuation can help to slow down the climate change dramatically and with future facilitation and a better environment, natural gas is a serious alternative to petrol or diesel.

Bibliography

1. Information on http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eu_verordnung_co2_emissionen_pkw.pdf
2. Information on <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/energieverbrauch-nach-energetraeger-sektoren>
3. Motoren aus technischer Sicht, 2014.
4. Energie Südbayern GmbH, Erdgas: Kraftstoff mit vielen Vorteilen: Energiegehalt der Kraftstoffe.
5. Information on https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b_jahresbilanz.html
6. Information on http://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_methodische_erlaeuterungen_201506_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=5
7. Insa Lütkehus, Hanno Salecker, Kirsten Adlunger, Potenzial der Windenergie an Land: Studie zur Ermittlung des bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergie an Land, 2013.
8. Information on https://www.zukunft-erdgas.info/fileadmin/public/PDF/ERDGAS_im_Markt/Jahresbericht_ERDGAS_2016.pdf
9. Prof. Dr. Ferdinand Dudenhöffer, Dipl. Wirt-Ing. Kai Pietron, CNG as automotive fuel for Europe: CAR Studie.
10. Information on <https://de.chargeapp.com/about/stats/deutschland>
11. Information on <https://www.mwv.de/statistiken/tankstellenbestand/>
12. Dr. Jörg Adolf, Dr. Christoph Balzer et al, Shell Nutzfahrzeug-Studie: Diesel oder alternative Antriebe - Womit fahren LKW und Bus morgen? Fakten, Trends und Perspektiven bis 2040, Hamburg, 2016.
13. Umweltbundesamt, Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Güterverkehr - Bezugsjahr: 2014, Dessau-Roßlau, 2016.
14. M. Hilgers, Alternative Antriebe und Ergänzungen zum konventionellen Antrieb, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2016.
15. Interview with Iveco employee. Telephone call, 2017 (13 March 2017).
16. Bundesministerium der Finanzen, AfA-Tabelle für den Wirtschaftszweig "Personen- und AfA-Tabelle für den Wirtschaftszweig "Personen- und Güterbeförderung (im Straßen- und Schienenverkehr)", 1998.
17. Kraftfahrt Bundesamt, Fahrzeugzulassungen im Dezember 2016 - Jahresbilanz, Flensburg, 2017.
18. Information on http://www.schwackepro.de/marktzahlen-und-studien/neuwagen-zulassungen-und-prognose-jahresend_rallye/
19. Information on <http://www.gas-tankstellen.de/menu.php>
20. Information on https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b_jahresbilanz.html
21. Information on <http://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/kraftstoffverbrauch-in-co2-ausstoss-umrechnen/150/3097/57956>
22. Information on <https://www.impulse.de/auto/stromtankstellen/2106427.html>
23. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Wie klimafreundlich sind Elektroautos?, 2015.

CARBON FIBER REINFORCED POLYMER - THE FABRIC OF THE FUTURE?

Authors: **Marc Borchert, Thilo Bruns, Sabrina Hohendahl**

Scientific supervisor: **Bernd Thoden, Dr.-Ing, Prof.**

University: Jade University of Applied Sciences Friedrich-Paffrath-Straße 101 26389
Wilhelmshaven

Abstract. This Article is about chances for carbon fiber reinforced polymers, following shortened CFRP, concerning its efficient, powerful, ecosensitive, sustainably and new technical inventions in several areas. It discusses this innovative new material concerning previous history, its production, its pros and cons and new possibilities, as well as the recycling in all its perspectives. Also, biodegradable alternatives of CFRP, like green composites and biocomposites are discussed.

CFRP in nowadays

Due to its low weight and high mechanical properties, CFRP is increasingly found in the automotive industry, power engineering, high-performance sports, boatbuilding and aerospace industry. The highly frequently use of CFRP is based on its resource saving possibilities of lightweight construction and long-life cycle. This high-duty CFRP gives the chance for even bigger and solid constructions, for example used for wind power plants. Worldwide there are wind power plants with a performance of about 190GW. In 2010 a growth of 15%, about 30GW a year, was predicted. To accomplish this growth, CFRP is essential needed to design larger, durable and more efficient constructions of wind power plants.

Furthermore, the application of CFRP is essential in order to optimize the fuel consumption and hence resulting reduction of carbon dioxide emission of public transportation. Those public transports gain more and more importance in the United States of America, Europe and Asia as well. In the next years, approximately the aerospace industry and automotive industry will increase the demand of CFRP. (1) (2)

History

Carbon fiber have their beginning of history in the end of 19th century. In the Beginning the fibers were used as filaments for electrical incandescent bulbs. The production of those carbon fibers was protected by patents in 1878 through Swan und 1879/1892 through Edison. The development of composites began in the year 1935 with the production of fiberglass, which had non-satisfying mechanical properties. The further advancement arose a boric fiber, which was thickly vacuum-metallized, an in addition, heat-proof carbon fiber. In 1966 was polyamide initiated. In the 1950s the aerospace industry claimed a new material solid and light construction at the same time. In order to cope with the development required by aerospace industry, an example was taken of the nature, where many anisotropic structures are found. Caused by the advanced research on anisotropic structures, a great aperture was made in 1955. The British Royal Aircraft Establishment produced fibers, with directional crystal structures. (3) (4) (5)

The growing requirement especially in the latest years is shown in Figure 1. The ordinate shows the demand of CFRP in tons per year. The demand for CFRP has almost doubled over the last seven years.

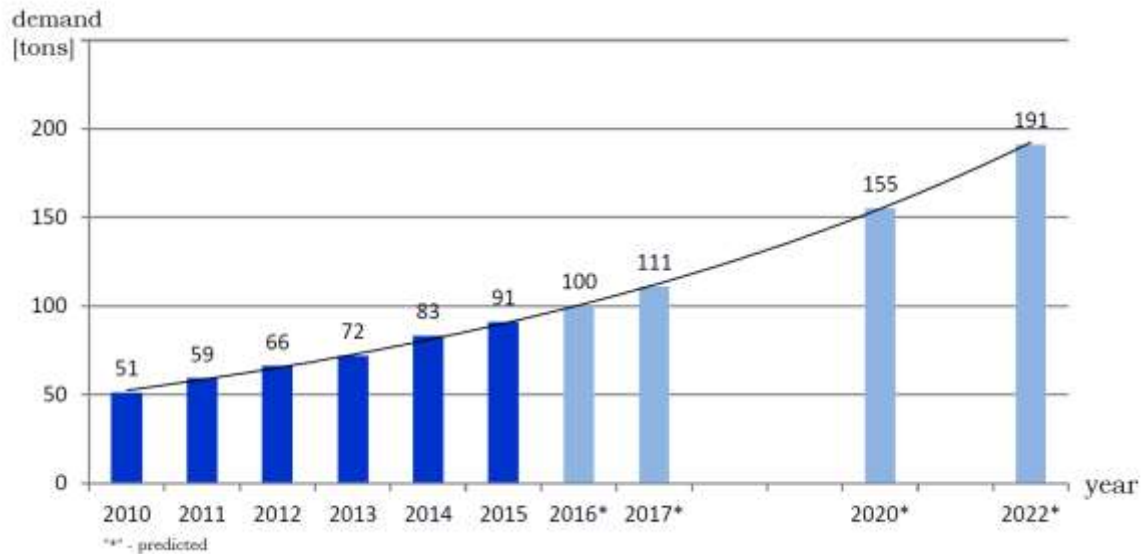


Figure 1 CFRP requirement (2)

Carbon Fiber Reinforced Plastic

CFRP is a combination of carbon fiber (short fiber, long fiber or continuous fiber) and a matrix. The material of the Matrix is distinguished between duroplast, thermoplastics and elastomer, that have different structures. (see Figure 2)

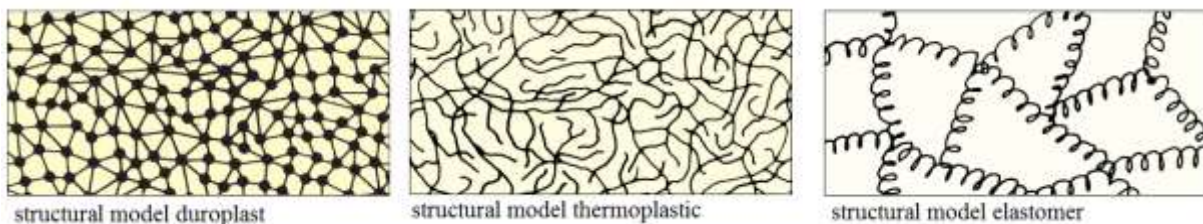


Figure 2: Structural models (6)

Laminate layers are made of the carbon fiber and matrix. These laminate layers are compressed together in unidirectional or multi-directional laminates (sheets) and hardened. For parts with critical high stress locations there are laminates with thickness changes in the sheets, in order to accomplish the high mechanical requirements but to save material and weight at the same time. (3) (6)

The technical process of CFRP is not developed as good as it is in metal processing, because there are a lot less experiences with it. Therefore, engineers are asked to develop ideas to produce faster, more precisely and, above all, more material-saving parts made of CFRP. Moreover, it is important to find an alternative for the high-power demand, that occurs due the production of CFRP in order to establish new, more efficient production methods. One option could be heat supply by microwave plasma. (7)

Production of CFRP

The anisotropic polyacrylonitrile fiber, following shortened PAN-fiber, is stabilized through oxidation in a quasi-continuous, high power demanded process at a temperature of 200°C - 300°C in order to produce an infusible fiber. The stabilized PAN-fiber will be carbonized at 1400°C afterwards. In this process, the fibers react to "molecular bands" that has a graphite like structure. Finally, the fiber surface is treated and a preparation is applied to

wound into a spool. The fibers have a diameter of 5 - 7 μm . There are other fiber types that differ in their modules.

For the matrix is a duroplast or thermoplastic used. Polypropylene is used for thermoplastic CFRP. Duroplast matrices are epoxy or polyester resins. The Duroplast matrix-materials are very good, because they adhere very well to the fibers.

The Fibers are embedded in the matrix so that a laminate single layer is formed. These single layers are laid into unidirectional or multidirectional laminates. They are consolidated under pressure and heat. The curing process takes place in autoclaves at 130°C - 180°C. The pressure inside the autoclave is between 1bar to 10bar pressure.

CFRP has anisotropic behavior due the use of the fibers, which is utilized to produce a fabric which is mechanically, in a definable direction, highly resistant against stress. This characteristic leads to material savings but at the same time the required properties can be adjusted. Anisotropy means that material is very strong in one direction. For CFRP, as an example, it is the longitudinal direction of the PAN fibers. There are components in which the anisotropic property is used to realize an even lighter construction. But if this property is not desired, however, the sheets can be laid unidirectionally, so a quasi-isotropic laminate is produced. (7) (8)

Production of CFRP Components

Components made of duroplast, prepregged CFRP are cured at a temperature of 180°C for several hours in an autoclave. These prepregged sheets are called prepreps. This process is combined with a high-energy input, because some components, especially for the aerospace industry, have great dimensions and therefore the whole space in the autoclave has to be heated. (4)

In addition, there are thermoplastic pre-product sheets, that can be formed under heat and pressure to produce components. Components produced of thermoplastic CFRP have a lower resistance against high temperatures, in comparison to duroplast CFRP components, but the forming need a lot less power. (7)

In contrast to the CFRP's with duroplast or thermoplastic matrices, there are also other composites which can be processed differently and consist of other fibers. One example of this is the production of carbon fibers from renewable raw materials, e.g. lignin or a reinforcement of the polypropylene with hemp fibers. (9)

Development Trend

As a result of the increasing experience with CFRP, the pre-products and components become more and more efficient. The increase in performance will be more and more precisely adapted to the application area in the components and for example, components can be realized with different thicknesses or various fiber orientations, depending on the highest stress direction. Also, research is being carried out on the hybrid constructions in which CFRP and titanium is mated not cutting. These improvements can be calculated very well by the finite element method.

Automation in the area of CFRP is also significantly lower than in the metal sector. An assembly line production, as it is found in the automotive industry, can't yet be realized in the production of CFRP. However, if further steps are made in this area, the resource CFRP becomes more and more profitable so that it can be used not only for high-performance products, but in low cost segments as well.

Benefits and Drawbacks of CFRP

The main advantage of CFRP polymer is its outstanding strength to weight ratio in comparison to other materials. The ultimate tensile strength of carbon fiber alone can be more

than 4000 MPa, which is about five times the ultimate strength of stainless steel. CFRP is lighter than aluminum, stronger than steel, and equipped with higher elasticity than titanium. (10)

Further advantages are the high rigidity and high elasticity combined with a low corrosion tendency and resistance to alkali. Not only for its relative low weight are there many applications of CFRP in aerospace industry, but also CFRP's high resistance to strain and abrasion is very useful for aircraft components, which are exposed to high stress during start, flight and landing. Components made of carbon fiber have an exceptional durability under the stress of constant use. (10)

Also, carbon fibers have low heat expansion ratio and high dimensional stability. CFRP being exposed to high temperature sustains its excellent mechanical performances. Another benefit is the high electric conductivity of CFRP and at the same time the excellent electromagnetic shielding property. (10)

On the downside CFRP has a low resistance to plastic deformation and would break when bending. This is because, the material shows a strong anisotropic behavior, meaning their properties depend on their orientation. The carbon fiber can only reach its good properties, when the load is applied in longitudinal direction along the orientation of the fiber in the matrix. A transverse load applied at 90° to the fiber axis leads to rapid material failure. (10)

A big issue is also the fire behavior of CFRP. Research shows that the ash of the carbon fiber reinforced composite released the fiber. Those released fibers, breathed in, are hazardous to health and generate an impact comparable to asbestos. Normally carbon fibers cannot be inhaled, but if, they reach temperatures of more than 650° Celsius, the fibers change and reach a critical size that can penetrate deep into the lungs. (10) (11)

Another problem is that carbon fiber is extremely high in manufacturing cost, which causes higher material cost for the composite. This is the main reason CFRP does not succeed in the mass market, as it is simply too expensive. (10)

In the beginning of producing CFRP, operating costs were not critical design parameters and neither were the environmental effects of production. So, that the energy demands of this heat intensive process are enormous and also greenhouse gases such as carbon monoxide and nitrogen oxide are released in the manufacturing process. Additionally, the waste produced by CFRP is environmentally unfriendly, because it is difficult to recycle. Now, most of the waste is burned or shredded into smaller parts. The polymer in the composite needs decades to fully break down. (12)

Biocomposites – A biodegradable alternative composite to CFRP

Most of all composite including CFRP are difficult to recycle or to reuse, so that about 94% of composites end up in landfills. More than 30 million tons of plastic waste was produced in the US alone in 2007. But CFRP is not only difficult to recycle, also most of its components is based on crude oil. The raw material polyacrylonitrile for the carbon fiber as well as the plastic for the matrix are based on this limited resource. Studies by the "World Wide Fund for Nature" have shown, that humanity is currently consuming natural resources at a pace 20% faster than Earth can produce them. Thus, there is a growing demand for biodegradable composites. (13)

And biocomposites are intended to fill this gap. A biocomposite is a composite material formed by a matrix and a reinforcement of natural fibers. Natural fibers are subdivided based on their origins, coming from plants, animals or minerals. All plant fibers are composed of cellulose while animal fiber consist of proteins e.g. hair, silk, and wool. For examples plant fibers are produced from the leaves of date palm or sisal, the stem of flax, hemp or jute, bamboo grass or the typical seed of cotton. These are only some examples of sources of natural fiber, but the most used natural-organic fillers are wood flour and fibers. Wood flour can easily be

obtained from sawmill wastes and it is usually sieved before using it. The matrix of biocomposite are normally also made from petroleum-based polymer. (14)

Green composites

A composite made from only eco-sustainable material is called green composite. Green composites have the synthetic matrix replaced with a biodegradable one. Those natural-derived polymers are made from starch, gelatins, polyesters, lignin, lipids, natural rubber. One example is a composite based on starch and bamboo fibers or another one based on soy proteins in combination with pineapple and jute fibers. Those green composites do not achieve the same properties as biocomposite, or even CFRP. Green composites are mainly produced by American, German, Japanese, British and Italian firms (14) (15)

The structure of natural fibers

The main components of natural fibers are cellulose, lignin, pectin, and waxes. The cellulose fibrils are aligned parallel along the length of the fiber, which provides maximum flexural strength and tensile strengths. Lignin is the compound that gives rigidity to the plants. At the moment, there has been no method established by which it is possible to isolate lignin in its native state from the fiber, so that the fiber can only be produced naturally. Pectin give plants flexibility and waxes ensure the cohesion of the fiber. The inner structure of the fiber, the microfibrillar angle, cell dimensions, defects, and the chemical composition of fibers in the matrix are the most important variables that determine the overall properties of them. For example, more parallel to the fiber axis orientated microfibrils, lead to rigid, inflexible fibers, but for high tensile strength. The reason for the reinforcing efficiency of natural fiber lays on the nature of cellulose and its crystallinity. Generally, tensile strength and Young's modulus of fibers increases with increasing cellulose content and the microfibrillar angle determines the stiffness of the fibers. (14)

Application of Biocomposites

Industrial applications of green composites are in general those applications which do not require very high mechanical resistance but, instead, low purchasing and maintenance costs. Some examples of applications are window frames, furniture, railroad sleepers, gardening items, or shelves. Also, the automotive industry played an important role in the field of biocomposites. Already in the late 1990s Mercedes-Benz was the first carmaker to use reinforced polymers with jute fibers in their door panels. After this many other main carmakers followed this example, and natural composites were also used for door panels, roof upholstery, headrests, parcel shelves. The use of biocomposite improved the car companies image regarding the environment, but also the weight, elastic modulus and costs helped to raise awareness of this new material. (15)

Benefits and Drawbacks of Biocomposites

Research makes good progress in investigating the exploitation of natural fibers as load bearing constituents in composite materials. The use of natural fibers in composites has increased due to their relative cheapness in comparison with other fibers like carbon, their ability to recycle and that they can compete well in terms of strength per weight of material. Biocomposites have a low specific weight, which results in a high specific strength and stiffness. They also present safer handling and working conditions compared to synthetic reinforcements. The main benefit of natural fibers is their positive environmental impact. Biocomposites, which raw material is available worldwide and based on a renewable resource, are with production requiring little energy. In fact, they are carbon dioxide neutral which means

they do not return excess carbon dioxide into the atmosphere when, composted or combusted. Further, Biofibers possess high electrical resistance and thermal recycling is possible. (14)

On the other hand, the choice of matrix material is restricted, due to the processing temperature of natural composites is limited to 200°C as green fibers undergo degradation at higher temperatures. Another issue is the high moisture absorption of natural fibers leading to swelling and presence of voids at the interface, which results in poor mechanical properties and reduces dimensional stability of composites. Another restriction to the successful exploitation of biofibers for durable composite application is low microbial resistance and susceptibility to rotting. Now, the major disadvantage of natural fiber reinforced composites is, that the inherent polar and hydrophilic nature of lignocellulosic fibers and the non-polar characteristics of most thermoplastics results in compounding difficulties lead to irregular distribution of fibers within the matrix which impairs the strength of the composite, so that most Biocomposites have a tensile strength in-between 345 to 1035 MPa. So, when very high strength is needed, but the environmental impact of the composite is also important, it is worth to have a closer look at recycling of CFRP. (10) (13) (14)

Recycling

Components produced from CFRP have a lighter weight and thus save resources during use. Nevertheless, the fuel economy for aircraft and vehicles are relatively low. Not to be neglected is the very energy-intensive and cost-intensive production of CFRP. So what happens with the complexly produced CFRP components after their use and the resulting production waste like blends.

Every year, many tons of CFRP waste is generated in Europe, most of which is incinerated, i.e. converted into thermal energy. Even if CFRP has very good thermal data during combustion, it is not economically and ecologically recommended. Demand for CFRP is increasing, but capacity is limited.

The CFRP material circuit must be closed. Thus, CFRP would have considerable advantages in the carbon dioxide balance compared to other composites, would save waste, relieve the environment and reduce costs, since reused or recycled CFRPs are significantly cheaper. (7)

Types of waste

Three groups of waste can be distinguished. Fundamentally, a recovery of the carbon fibers is possible and desirable. Further categories of the classification can be divided into carbon fiber types and matrix types, such as the fiber arrangement.

1. Wastes arising during the manufacture of carbon fibers or semi-finished fiber products: These are pure carbon fibers, which have not been impregnated with resin and are easily recyclable. Other wastes are e.g. in weaving mills in the production of fiber semi-finished products. The sewing causes edge residues and requires the separation of the polyester threads from the carbon fibers. Through various steps, such as grinding, cutting and textile processes, the fibers can be reprocessed into semi-finished products.

2. Production waste resulting from the processing of CFRP semi-finished products: In the processing of semi-finished products, e.g. prepregs can contain up to 35% waste residues. The dimensions of the remains depend on the component and range from a few centimeters to half a meter. Partially, complete Prepreg rolls are disposed of after quality or product inspection. The reason for this are fluctuations in the fiber volume, deviations from the matrix system as well as weaving errors or overlaps. Wastes are also produced during further production processes. The advantage of these materials is the possible re-use for other productions (for certification reasons not in the aviation industry) or tools. Since the fibers have already been

impregnated with a plastic matrix, recycling can only be done by particle recycling or a separation of fiber and matrix, called pyrolysis.

3. Patterned or used parts without further use. The carbon fibers are embedded in a cured matrix. In addition, these wastes are often contaminated with sealants, paint layers, inserts or sandwich cores, which must be removed by methods such as magnetic separation of metallic components. To make matters worse, recycling by pyrolysis is not easily possible.

Recycling of Group 2 and 3 is somewhat more difficult. It is possible by particle recycling or pyrolysis, since the carbon fibers have to be separated from the composite matrix. Furthermore, the problem on contamination should be given more attention. (16)

Waste problem

Some companies only produce very small amounts of CFRP waste and dispose of these as commercial waste instead of collecting and recycling them. Therefore, Recycling has to be generally more profitable, companies must benefit from the closed material cycle and promote it. Laws should not only take account of components, but also, in particular, of production waste. To act sustainable belongs to the quality standard as well.

Recycling types

Currently, methods of recycling are being researched and developed. The challenge is to separate the carbon fibers in their entire length without damage to the composite matrix. It is also desirable to retain the composite matrix. So far only approaches for the recycling and the re-use of CFRP are available, since the products are only crushed and thus also the fibers. The recycling thus results in relatively short fiber, which can be no longer processed into fiber mats for high-quality CFRP components, but are suitable for numerous other applications, e.g. reinforcing components in plastic parts, injection molding of lightweight components, interior lining and vehicle electronics. If, for example, the short fibers obtained from recycling are used for further components, where the fiber lengths are sufficient, the weight of the product and the amount of waste will be reduced further. Moreover, recycled CFRP is significantly cheaper than newly produced CFRP. (16)

Without separation of carbon fibers and matrix

The composite material is melted and formed into a new component. The problem is that not all thermoplastics can be connected, the plastics are subject to wear and tear and thus the quality decreases. (12)

Separation of carbon fibers and matrix

The matrix bursts off the fiber by a hammer blow, the fiber is shortened by this and can be embedded in other plastics as reinforcement. The matrix is thermally processed and reused. Thus, both substances can be reused. (12)

Thermal separation – pyrolysis

The thermal decomposition temperature of carbon fibers is 3600 ° C and is thus higher than that of the matrix (max. 400 ° C.). If the composite is heated, the matrix decomposes and the carbon fiber is retained. A disadvantage of this method is the enormous energy expenditure. (16)

Conclusion

CFRP is definitely the composite of the future. However, as with all other resources sustainable management is required. We must reuse, recycle or recycle products. A simple disposal is neither ecologically and economically justifiable. The plants need to be more

efficient and sustainable, for example through the use of residual heat and renewable energies. Recycling methods must be further developed. Natural fibers are also conceivable in the future, but research must continue in this area.

CFRP should be used deliberately for long-lasting, high-quality products and then reused. It is quite useful to use CFRP in aircraft and vehicle construction as well as in many other areas.

Recycled fibers should increasingly be used in areas of reinforcements or non-structural components.

Bibliography

1. *Zukunft von CFK in der Kombination mit anderen Werkstoffen*. Carbon Composites e.V. Augsburg : Carbon Composites, 2011. p. 4.
2. *Composites-Marktbericht 2016*. Thomas Kraus, Michael Kühnel (CCeV). 2016. p. 47.
3. Wohlmann, Toho Tenax Europe GmbH Dr. Bernd. *Handbuch Faserverbundkunststoffe - Grundlagen, Verarbeitung, Anwendung*. Wuppertal, Germany : s.n., 2009.
4. Airbus Deutschland GmbH. *Laminieren für Profis*. Stade : internal document, 2007.
5. Nöll, Sebastian. BISTECH - Beratungs- und Informationssystem für Technologietransfer im Handwerk. *Carbon Composite (CFK) - Kohlefaserverbundwerkstoffe*. [Online] 12 16, 2010. [Cited: 03 06, 2017.] [http://fachinfo.bistech.de/artikel/790/Carbon+Composite+\(CFK\)+Kohlefaserverbundwerkstoffe](http://fachinfo.bistech.de/artikel/790/Carbon+Composite+(CFK)+Kohlefaserverbundwerkstoffe).
6. Suter Kunststoffe AG. swiss-composite.ch. *Faserverbundwerkstoffe Einfuehrung*. [Online] [Cited: 03 2017, 08.] https://www.swiss-composite.ch/download/faserverbundwerkstoffe-einfuehrung/?_sft_pa_art-des-datenblatt=information&sf_paged=2.
7. *Kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe im Fahrzeugbau - Ressourceneffizienz und Technologie*. Eickenbusch, Heinz. Berlin : VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (VDI ZRE), 2013. VDI ZRE Publikationen: Kurzanalyse Nr. 3. p. 68.
8. Quitter, Prof. Dr.-Ing. Hans Ahlborn / Dorothee. *konstruktionspraxis. Herstellung, Eigenschaften und Varianten kohlestofffaserverstärkte Kunststoffe*. [Online] 11 16, 2007. [Cited: 03 07, 2017.] <http://www.konstruktionspraxis.vogel.de/herstellung-eigenschaften-und-varianten-kohlestofffaserverstaerkter-kunststoffe-a-114270/>.
9. *Automatisierung bleibt Schlüsselthema bei der CFK-Fertigung*. Herrmann, Prof. Dr. Axel. 2012, K-Zeitung.
10. Bergmeister, Konrad. *Kohlenstofffasern im Konstruktiven Ingenieurbau*. s.l. : Ernst & Sohn, 2003.
11. Brünglinghaus, Christiane. Die Schattenseiten von CFK. [Online] August 08, 2014. [Cited: March 03, 2017.] <https://www.springerprofessional.de/leichtbau/werkstoffe/die-schattenseiten-von-cfk/6561174>.
12. Prof. Dr.-Ing. Gerhard Ziegmann, Prof. Dr.-Ing. Axel S. Herrmann. *Organofolien auf Basis rezyklierter Kohlenstofffasern (Organofolien)*. s.l. : TU Clausthal, Faserinstitut Bremen, 2008-2010.
13. *'Green' Composites: Where we are and where we are headed*. Netravali, Anil N. Ames Iowa : Cornell University, 2010. Fiber Science Program. p. 53.
14. John, Maya Jacob and Thomas, Sabu. *Biofibres and biocomposites*. Kerala, India : School of Chemical Sciences, Mahatma Gandhi University, 2007. Review.
15. La Mantia, F.P. and Morreale, M. *Green composites: A brief review*. Palermo, Italien : Elsevier, 2011. Review.
16. *Verbesserung von Verfahren zum werkstofflichen Recycling von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFK)*. s.l. : Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Förderkennzeichen 01RC0064-74, ohne 68 und 70, 2003-2006.

INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJU LOMA SENIORU SOCIĀLAJĀ ADAPTĀCIJĀ THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGY SENIOR SOCIAL ADJUSTMENT

Autori: **Anita Daugule**, e-pasts: anitadaugule@inbox.lv; 26708213,
Sandra Dzindzuka, e-pasts: sandra_dzindzuka@inbox.lv; 28667989
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing., prof.**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzeknē

Abstract: *Nowadays the rapid aging of the population is the world's one of the actual problems. Many governments are unable to meet the needs of seniors and thus isolating them from society. This problem is very acute in Latvia also. Seniors are too few opportunities to participate in social life. Currently, Latvian seniors are part of the population, which are excluded from the society after retiring. Summarizing positive experience of the various countries, it can be adapted to the Latvian situation to help seniors feel better in society. Nowadays, information technology is a good way for including seniors in social life.*

Keywords: *Information systems, mobile application, seniors*

Ievads

Latvijas sabiedrībā ir izveidojies stereotips, ka cilvēka sociālās aktivitātes periods beidzas līdz ar aiziešanu pensijā. Tad viņš attālinās no dažādām sabiedriskajām aktivitātēm, pamazām atsvešinās no bijušajiem kolēģiem, arī bērniem un mazbērniem ir sava dzīve. Seniora ikdienu sāk apgrūtināt arī dažādas veselības problēmas, kad pat no mājām nav vēlēšanās iziet, rodas grūtības kontaktēties. Tomēr mūsdienās senioriem paveras plašākas iespējas iekļauties sociālajā dzīvē, pat neizejot no mājām – un tās ir modernās tehnoloģijas un internets, ko var izmantot gan saziņai, gan arī praktiskām lietām, piemēram, iepirkties internetveikalā, apmaksāt rēķinus, skatīties filmas, dažādus koncertus un pasākumu tiešraides. Neskatoties uz dažādām grūtībām seniori izmanto informāciju un komunikāciju tehnoloģijas to priekšrocību dēļ. Tāpat, kā visiem, kas sāk izmantot šīs tehnoloģijas, galvenā interese ir e-pasta izmantošanā, lai uzturētu kontaktus ar ģimeni un draugiem.

Materiāli un metodes

Pētījuma mērķis ir izpētīt informācijas tehnoloģiju lomu un iespējas senioru sociālajā adaptācijā.

Lai sasniegtu pētījuma mērķi, vispirms tiks izziņāta ārzemju pieredze informācijas tehnoloģiju izmantošanā senioru ikdienā. Kā arī apkopoti statistiskie dati par interneta izmantošanu ikdienā pa vecuma grupām. Tiks pētīts, kādas informāciju tehnoloģijas un aplikācijas ir iespēja izmantot senioriem ikdienā.

Senioru aprūpē izmantojamās informācijas sistēmas

Ārzemju pieredze rāda, ka internetam un tehnoloģijām senioru aprūpē un sociālajā adaptācijā ir nozīmīga loma. Mūsdienų pasaulē informāciju tehnoloģijas palīdz senioriem dzīvot labāk, piemēram:

1. Komunikācija un socializācija – tā, kā mūsdienų pasaulē ģimenes vairs nedzīvo fiziski tuvu viens pie otra rodas saziņas problēma ar gados vecākiem cilvēkiem. Mūsdienų tehnoloģijas tādas kā e-pasts, video zvans var palīdzēt nejusties vientuļiem.
2. Informācijas un pakalpojumu pieejamība – iepirkties un saņemt pakalpojumus no mājām ir lieliska iespēja cilvēkiem, kam ir grūtības iziet no mājām. Ja šo iespēju izmantos seniori, tad tai jābūt pietiekami saprotamai priekš tiem, kas nezauga kopā ar datortehniku.

3. Mūžizglītības veicināšana – zināšanu attīstība datora lietošanā var palīdzēt senioriem, kas grib dzīvot aktīvu dzīvi. Visa jaunā apgūšana palīdz senioriem uzturēt labas prāta spējas.

4. Attālināta aprūpe un medicīna – lielas raizes izraisa medicīnas pakalpojumu sadārdzināšanās priekš cilvēces, kuras tendence ir novecošana. Pilnīgi iespējams, ja daļa pakalpojumu būtu pieejami attālināti, tas varētu samazināt izmaksas un radīt jaunu attieksmi pret palīdzēšanu sev un veselīgu dzīves veidu.

5. Atpaliekošā ekonomiskā aktivitāte un produktivitāte – ekonomiskās bažas par cilvēku novecošanos ir tāpēc, ka pensionārus ir jāuztur ekonomiski aktīvajiem nodokļu maksātājiem, kuru skaits samazinās. Viens no variantiem ir dot pensionāriem iespēju palikt ekonomiski aktīviem un iziet no pensijas vecuma noteiktajām robežām. Informāciju tehnoloģijas paplašina darba iespējas, jo tagad gados vecāki cilvēki var strādāt no mājām.[1]

Vācijā ar sociālās aprūpes dienestu seniori sazinās Skype, tas ir ļoti izplatīts saziņas veids. Ir arī speciālas mājaslapas, kuras piedāvā senioriem ikdienas vajadzībām nepieciešamo pasūtīt internetā, un tad pirkums tiek piegādāts mājās, gan pārtiku, gan medikamentus tādējādi cilvēks saņem, neizejot no mājas. Tehnoloģiju apmācības senioriem piedāvā tautas augstskolas. Ir speciāli portāli, kuri sniedz atbalstu senioriem interneta tehnoloģiju izmantošanā, piemēram, <http://www.senioren-online.info/>. [2]



1.attēls Mājas lapas www.senioren-online.info ekrānuzņēmums

Senioru tehnoloģiju ikdienu atvieglo arī dažādas interaktīvas metodes, piemēram, starptautiskais projekts "Carer+" piedāvā izmantot interneta iespējas arī cilvēkiem pēc insulta, vai jau tad, kad rokas tik labi neklausā. Izveidoti speciāli plastmasas piekariņi jeb tagi ar dažādiem simboliem, kurus tuvinot datoram, automātiski atveras ziņu vai video portāls, e-pasts vai kāda cita senioram ikdienā nepieciešama interneta vietne. Uz katra piekariņa uzrakstīts, kam tas domāts, bet, piemēram, Francijā šos tagus veido kā spēļu kārtis, uz kurām izvietotas, piemēram, ārsta, mazbērnu fotogrāfijas utt. [3]

"TRANS eScouts - atbalsts e-pasniedzējiem starp paaudžu dialoga veidošanā" ir iepriekšējā veiksmīgā projekta "e-Scouts" metodikas pārnese ieviešanai Horvātijā, Latvijā un Lietuvā. Projekts ir daļa no EK Mūžizglītības programmas. Projekta mērķis ir veicināt jauniešu un senioru sociālo un digitālo iekļaušanos, kopības sajūtu, paaudžu savstarpējo dialogu un sapratni. Projekta ietvaros izveidota mācību metodika - aplis, kurā jaunieši māca seniorus izmantot informācijas tehnoloģijas, savukārt seniori dalās ar jauniešiem pieredzē, kā risināt

dažādas pieaugušo dzīves problēmas, iekļauties darba tirgū. Veidojas aplis, kurā notiek mācīšanās, pieredzes apmaiņa un valda aizrautība.[4]

BeClose ir inovatīvs tehnoloģija, kas palīdz senioriem, to ģimenes locekļiem un aprūpētājiem. Izmantojot bezvadu sensorus, kas novietoti pa visu māju, BeClose novēro senioru ikdienu. Aprūpētājs var pārbaudīt, kā jūtas seniors jebkurā diennakts laikā izmantojot privātu, drošu interneta mājas lapu. Ja rodas kāda problēma aprūpētājs tiek brīdināts par telefonu, e-pastu vai īsziņu. Šī bezvadu sistēma ir viegli uzstādāma vienkārši pievienojiet to pie elektrības un izvietojiet ar akumulatoru darbojošos sensorus pa visu māju.



2.attēls BeClose iekārta

GradCare sistēma ir savienota ar jebkuru interneta pieslēgumu un veic datu apmaiņu pa visu māju ar sensoru palīdzību. Aprūpētājs var ienākt GrandCare tīmekļa vietnē, lai nosūtītu paziņojumu senioram, apskatītos viņa aktivitātes un informāciju par viņa veselības stāvokli un uzstādītu automātiskos aprūpes iestatījumus. Aprūpētājs var izvēlēties saņemt zvanus, īsziņas vai e-pastus, ja notiek kāds gadījums (netiek lietotas zāles, neparastas aktivitātes, neparastā laikā atvērtas durvis utml.) GrandCare sevī iekļauj arī socializācijas, izklaides un komunikācijas elementus. Ģimene var sūtīt fotogrāfijas, īsziņas, e-pastus, atgādinājumus, balss pastu, ģimenes video, mūziku un daudz ko citu tieši GrandCare sistēmā. Kā arī ir iespējams izvēlēties kopā ar tuvu cilvēku spēlēt spēles, klausīties mūziku, skatīties ziņas tieši GrandCare sistēmā.

GreatCall kopā ar ātrās reaģēšanas dienestu 5Star piedāvā bezvadu mobilo ierīci PERS, kas dod iespēju aizsargāt sevi un savus tuvos cilvēkus mājās un ārpus tās. Lietotājs var šo mazo iekārta, kas aprīkota ar GPS piekabināt jebkur. Nospiežot pogu uz iekārtas uzreiz tiek nosūtīts signāls speciālistam, kas uzreiz sazinās ar ģimeni un draugiem, izsauc ārkārtas palīdzības dienestu un sniedz citu nepieciešamo palīdzību.

Medikamentu sistēma TabSafe atgādina, sadala, brīdina un publicē informāciju par atbilstību, inventarizāciju un citu medicīnisko informāciju uz jebkuru iekārta, kurai ir pieslēgts internets. Šajā iekārtā var atrasties līdz par 13 dažādiem medikamentiem vienā kārtidžā. Iekārta var izdot zāles pa tabletei vai citai dozi. Mikroshēma, kas ievietota katrā kārtidžā, ļauj farmaceitam ievadīt informāciju par katru pacientu atsevišķāki (iekārtā ir 4 kārtidži). TabSafe Personal Health mājas lapa ir kā datu bāze par medikamentiem, kas tiek piegādāti katram iekārtas lietotājam, katra kārtidža stāvokli uz doto brīdi (kādas zāles atrodas tajā, zāļu atlikums, derīguma termiņš, lietošanas termiņš), receptes informāciju un atbilstību. [5]

Ārņemju pieredze un piemēri rāda, ka moderno tehnoloģiju apguvē senioriem ļoti palīdz jaunatne, brīvprātīgie, kā arī ir pat speciāli interneta portāli. Ir plaši izplatīta senioru dalība projektos, kas saistīti ar tehnoloģiju sniegto iespēju apguvi.

Mobilās aplikācijas senioriem

Moderno tehnoloģiju izstrādātāji piedāvā visdažādākās aplikācijas senioriem, sākot ar tādām, kas saistītas ar veselību un līdz pat izklaidei.

HeartWise Blood Pressure Tracker – kontrolē sirdsdarbību un asinsspiedienu, to var ielādēt viedtālruņos un planšetēs.

Pillboxie – atgādinātājs par medikamentu uzņemšanu. Var uzstādīt dažādas kombinācijas no dažādiem medikamentiem.



3.attēls Aplikācijas “Pillboxie” ekrānu uzņēmums

Eye Reader – aplikācija, kas palielina tekstu, un atvieglo lasīšanu.

Silver Surf – izgaismo noteiktas vietas uz telefona vai planšetes ekrāna, kas noder navigācijai uz svarīgākajām aplikācijām vai kontaktiem.

Park'n'Forget - aktīviem senioriem, kas pārvietojas ar auto. Lielās stāvvietās palīdz noorientēties, kur ir novietots auto, atgādina, kad stāvēšanas laiks ir beidzies.

Lumosity – aplikācija, kas ir spēles formā, lai trenētu un uzlabotu atmiņu.

Flip Board - aplikācija, kas apvieno dažādas sociālo tīklu vietnes, kalpo kā navigācija pa sociālajiem tīkliem un kontiem tajos.[6]

Blood Pressure Monitor – ļoti noderīga vecāka gada gājuma cilvēkiem, lai sekotu līdzī savam asinsspiedienam un svaram. Šī aplikācija ir kā monitorings, kas saglabā datus un dod statistisko pārskatu par veselības stāvokli. Nav nepieciešams vērsties pie ārsta vai meklēt savus pierakstus, lai uzzinātu kā mainījies veselības stāvoklis un nepieciešamības gadījumā šos pierakstus var uzrādīt ārstam.

Voice Reading – ir aplikācija ne tikai senioriem. Šī aplikācija lasa tekstu balsī no interneta, e-pasta, īsziņas vai teksta faila.

Easy Facebook – ir speciāla facebook aplikācija senioriem, kurā ir vienkāršākas funkcijas un nav visu to funkciju ko nelieto seniori.[7]

Senior Phone – aplikācija ir izveidota, lai standarta ekrāna vietā būtu parocīgāks (paredzēts Android). Pierasto mazo ikonu vietā būs lielas un pašas nepieciešamākās. Poga „zvanīt”, „rakstīt”, „atrašanās vieta” un „SOS”. Nospiežot pogu „SOS” uzreiz tiks nosūtīta sms norādītajam kontaktam ar tekstu „SOS”. [8]



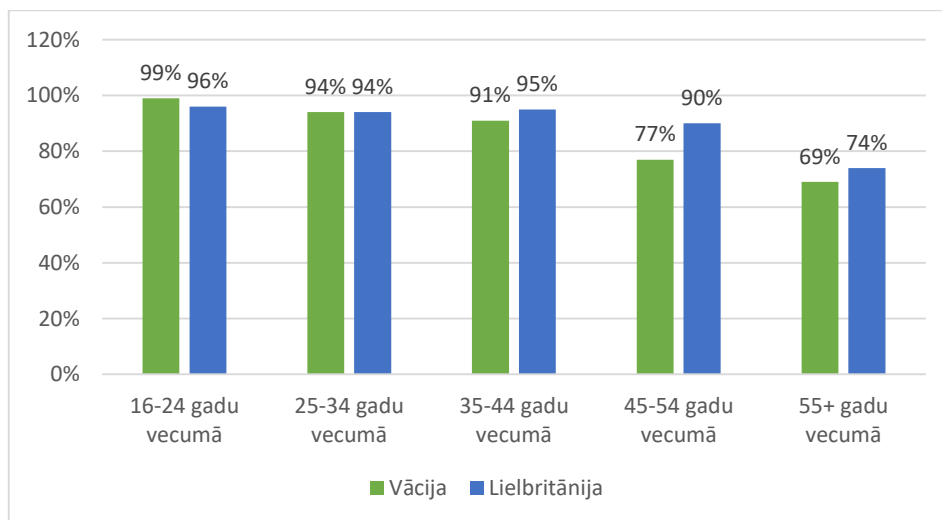
4.attēls Senior Phone aplikācijas ekrānuzņēmums

Šie ir tikai piemēri, jo aplikāciju, ko var izmantot seniori, ir ļoti daudz, un tās var izmantot dažādas dzīves situācijās, gan izklaidei, gan ikdienas nepieciešamībai.

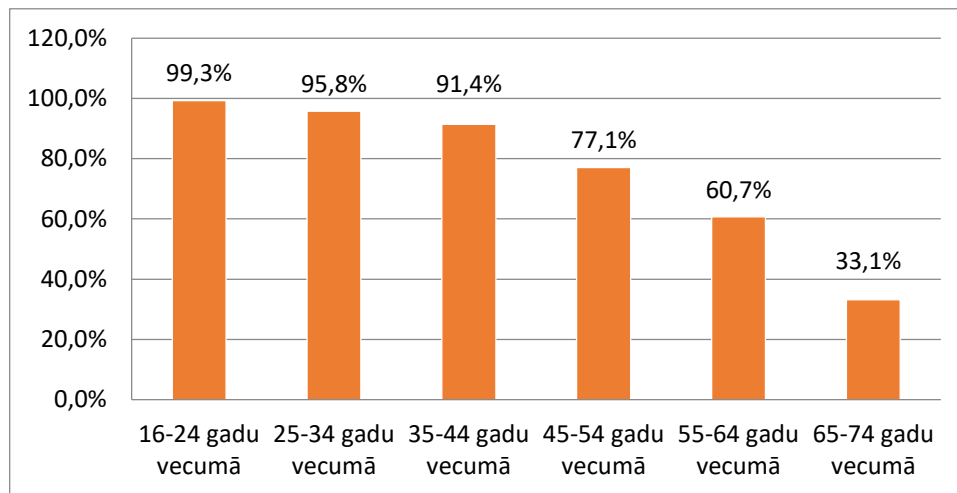
Interneta izmantošanas tendences

Dažādās valstīs iedzīvotājiem ir dažādi interneta lietošanas paradumi. Darba autores apkopoja informāciju par Vāciju un Lielbritāniju un salīdzināja to ar situāciju Latvijā.

5.attēlā ir redzama informācija cik daudz cilvēku konkrētajā vecuma grupā lieto internetu Vācijā un Lielbritānijā. Vairāk nekā divas trešdaļas senioru lieto internetu savā ikdienā. Lielbritānijas iedzīvotāji vecumā 55 gadi un vairāk ir aktīvāki interneta lietotāji.



5.attēls Interneta lietotāju sadalījums pa vecuma grupām Vācijā un Lielbritānijā 2016.gadā [9,10]



6.attēls Interneta lietotāju sadalījums pa vecuma grupām Latvijā 2016.gadā [11]

Latvijas iedzīvotāji vecumā no 55- 64 gadi lieto internetu tikai par 9% mazāk nekā Vācijā. Toties seniori vecumā no 65 – 74 gadiem tikai 33% lieto internetu.

Secinājumi

Pēc veiktā pētījuma darba autore izdara šādus secinājumus:

1. Senioru aprūpei dažādās valstīs ir pieejams pietiekami daudz informācijas sistēmu, kas palīdz atkopties pēc slimībām, komunicēt ar sabiedrību, saņemt apkopi mājā utml.
2. Ikdienas atvieglošanai senioriem ir pieejams liels daudzums dažādu mobilo aplikāciju angļu valodā.
3. Latvijā iedzīvotāji vecumā 55 gadi un vairāk lieto internetu tikai nedaudz mazāk nekā Vācijā un Lielbritānijā. Salīdzinājumā ar Vāciju Latvijā dzīvojošie lieto internetu par 9% mazāk, bet salīdzinājumā ar Lielbritāniju par 14% mazāk.

Summary

Nowadays the rapid aging of the population is the world's one of the actual problems. Many governments are unable to meet the needs of seniors and thus isolating them from society. This problem is very acute in Latvia also. Seniors are too few opportunities to participate in social life. Currently, Latvian seniors are part of the population, which are excluded from the society after retiring. Summarizing positive experience of the various countries, it can be adapted to the Latvian situation to help seniors feel better in society. Nowadays, information technology is a good way for including seniors in social life.

Foreign experience shows that there are many information systems that help seniors to be active. There are variety of information systems that give seniors opportunity to communicate.

For example, "GrandCare" system allows a family member or caregiver to keep up with seniors daily routine with the help of sensors placed around the house. This system also provides socialization features that allow seniors to communicate with friends and family in different ways. Get family video and photos, play games, listen to music and watch movies and shows.

There are many mobile applications that facilitate daily life for seniors. For example, "HeartWise Blood Pressure Tracker" is the application which monitors heart beat and blood pressure. There are also quite a lot of applications, which help seniors correctly pick up the medication. One of such applications is "pillboxes". There is also application called "Senior phone", which helps adjust seniors mobile phone so that it is easier to use it. Icons of mobile phone are bigger and there are only the most necessary buttons.

Foreign experience shows that there are many information systems and applications that could be adapted to the Latvian situation.

Gathering information about Internet usage habits of different age groups, Latvian seniors use the internet slightly less than in Germany and the UK. This means that many information systems and applications, that are used by the rest of the world, could be introduced

Literatūra

1. Older people and information technology are ideal partners. <http://staff.computing.dundee.ac.uk/nalm/AlmetalUDITpaper.pdf>
2. Wie die digitale Welt Senioren helfen kann. <https://www.welt.de/wissenschaft/article148843506/Wie-die-digitale-Welt-Senioren-helfen-kann.html>
3. Seniors ar aprūpētāju sazinās internetā. <http://www.la.lv/seniors-ar-aprupetaju-sazinas-interneta%E2%80%A9/>
4. TRANS eScouts. http://escouts2.eu/moodle/pluginfile.php/747/mod_ernsource/content/1/Buklets.pdf
5. Top 10 Technology Devices for Seniors. <http://www.homecaremag.com/top-10-technology-devices-seniors>
6. 16 helpful Apps for Seniors. <http://seniornet.org/blog/16-helpful-apps-for-seniors/>
7. 18 Unexpectedly Innovative Apps for Seniors. <http://foxhillresidences.com/18-unexpectedly-innovative-apps-seniors/>
8. 10 Helpful Apps for Senior Citizens. <http://www.lifehack.org/447838/10-helpful-apps-for-senior-citizens>
9. Daily internet usage rate in Germany in 2016, by age group <https://www.statista.com/statistics/347945/daily-internet-usage-age-group-germany/>
10. Daily internet usage rate in the United Kingdom (UK) in 2016, by age group. <https://www.statista.com/statistics/348241/daily-internet-usage-age-group-united-kingdom/>
11. Centrālās statistikas pārvaldes datubāze. http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/zin/zin__datoriz__01ikt_datori__01_iedz/?tablelist=true&rxid=cdbc978c-22b0-416a-aacc-aa650d3e2ce0

PROCESU VIZUALIZĀCIJAS SISTĒMU ANALĪZE UN PIELIETOŠANAS IESPĒJAS PROCESS VISUALIZATION SYSTEM ANALYSIS AND APPLICATION OPPORTUNITIES

Autori: **Gunta Dukšta**, e-pasts: margut@inbox.lv, **Alla Gaigule**,
e-pasts: gaiigule68@gmail.com, **Vladislavs Šindlers**, e-pasts: vlad.schindler@gmail.com
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing., prof.**, e-pasts: peteris.grabusts@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *More and more often personal computers (PC) and their networks are integrated in the automation systems. Usually a task of PC in the automation systems is to ensure automated control of processes, their registration and visualization. Internationally such systems are called SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). The most common principle of process tasks distribution among PLC and PC is as follows – PLC controls and regulates the process, whereas PC registers and performs functions of extended process operator panel. The paper deals with the research and analysis of the process visualization system SCADA and its application in JSC Rēzeknes siltumtīkli to improve the performance quality.*

Keywords: *economic indicators cogeneration; statistics; visualization systems SCADA.*

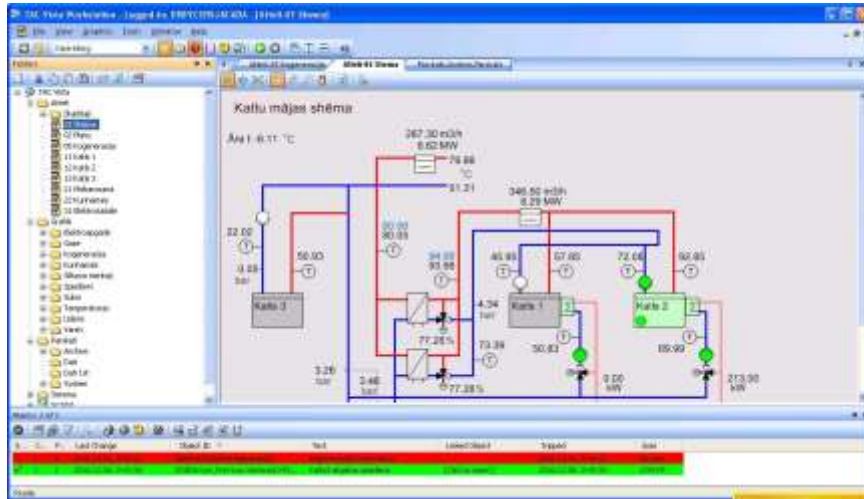
Ievads

Darba mērķis – vizualizācijas informācijas sistēmu apskats un to darbības funkcionalitātes analīze un pielietošanas iespējas.

Darbā tika izpildīti sekojoši uzdevumi:

1. Izpētītas procesa vizualizācijas sistēmas „SCADA” iespējas;
2. Analizēta „TAC Vista 5” – programmatūras izmantošanā AS “Rēzeknes Siltumtīkli” darbības kvalitātes uzlabošanā.

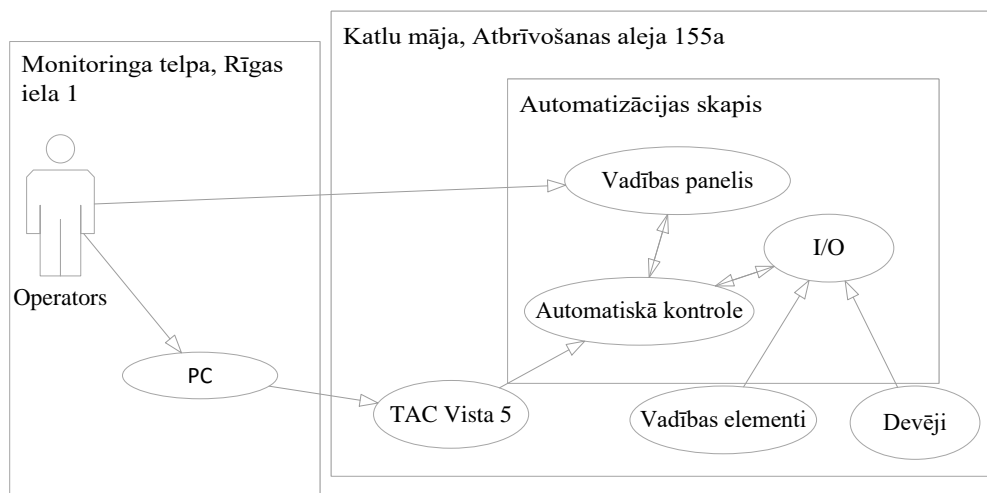
SCADA, tā ir tehnoloģiskā procesa vizualizācijas sistēma. Šo programmu paketes piedāvā gandrīz visas izplatītākās PLC ražotāju firmas (Siemens — WinCC, General Electric Fanuc—Cimplicity, u.c.). Dažas firmas specializējas tikai SCADA programmās (piemēram, Citect, Wonderware), bet jebkura SCADA sistēma gatava rast iespēju nodrošināt komunikāciju ar dažāda veida apmaiņas protokolu palīdzību. Galvenās SCADA funkcijas nodrošināt praktiski gandrīz visu firmu programmas: datu uzskaiti (SQL un citos formātos) un to eksportēšanu citām uzņēmumu struktūrām. SCADA nodrošina nepārtrauktu informācijas nolasīšanu no PLC un citām iekārtām, lai pastāvētu iespēja veikt analīzi saskaņā ar ieprogrammētajām formulām un loģiskajām sakarībām, kā arī nodrošināt to uzskatāma prezentācijas grafiskā un tabulārā formā. Dati tiek uzkrāti, t.i., arhivēti, kā rezultātā procesa norisi var apskatīt par jebkuru sistēmas darbības laika periodu. SCADA savāc visu informāciju par procesu un nodrošina tās uzskatāmu vizualizāciju, lai operators varētu sekot līdzi procesa norisei [1]. Galvenais ir izstrādāt - programmēt procesa vizualizācijas shēmu, kuras vizuālais variants cilvēka apziņai labi asociētos ar reālo procesu. Šai nolūkā ir iespēja veidot iekārtu vizuālos attēlus, kur mainās iekārtu krāsas vai citas pazīmes atkarībā no to stāvokļa (iekārtas var būt ieslēgtas, izslēgtas, rokas režīmā, automātiskajā režīmā, operācijas veikšanas gatavības režīmā, avārijas vai brīdinājuma situācijā, u.c.). Procesu vizualizācijas shēmā bieži ir svarīgi redzēt gaidāmo procesa virzības cenu, trauksmes un notikumu monitoringu. SCADA sistēmai konstatē, attēlo un saglabā trauksmes un citi svarīgi procesu notikumus. Darbā tika pētīta AS „Rēzeknes siltumtīkli” vizualizācijas sistēma SCADA, kas redzama 1. attēlā.



1.att. Vizualizācijas sistēma SCADA

Darba objekts un tā analīze

Darbā tika pētītā SCADA sistēma un tas funkcionālais pielietojums AS „Rēzeknes siltumtīkli” koģenerācijas datu uzskaitē un analizē. Darbā tika raksturota un analizēta AS „Rēzeknes siltumtīkli” SCADA sistēma „TAC Vista 5”, kas atrodas pilsētas ziemeļu rajonā. 2. attēlā redzamā pilsētas ziemeļu rajona informācijas sistēmas shēma.



2.att. Pilsētas ziemeļu rajona IS shēma

Pilsētas ziemeļu rajona katlu mājā atrodas automatizācijas skapis, kurā izvietoti katlu mājas vadības elementi. Automatizācijas skapī izvietotie elementi nodrošina katlu mājas darbību. No vadības elementiem (piemēram, siltummaiņu un degļu vadības sistēmas), kā arī no dažādiem devējiem (piemēram, temperatūras, spiediena, ūdens plūsmas) dati nonāk uz ieejas un izejas punktiem, kuri atrodas automatizācijas skapī. Tiek izmantoti pieci ieejas un izejas punkti. No ieejas un izejas punktiem dati nonāk uz automātiskās kontroles sistēmu, kura datus apstrādā reālajā režīmā. Datu apmaiņa starp automātiskās kontroles sistēmu un ieejas un izejas punktiem notiek nepārtraukti. Starp automātiskās kontrole sistēmu un vadības paneli nepārtraukti tiek nodrošināta datu apmaiņa. Vadības panelis pielietojams datu apskatīšanai reālā laikā, kā arī automatizācijas vadīšanai.

Ja sistēma darbojas normālā darba režīmā, nav konstatēti mehāniski bojājumi un visi IS elementi darbojas korekti, tad ražošana un siltuma padeve tiek realizēta automātiskā režīmā,

līdz ar ko nav nepieciešama cilvēka iejaukšanās. Normālā darba režīmā tehniskais personāls veic tikai kontroli:

- ✓ Katru stundu spiediena un temperatūras kontrole, atbilstoši ārējās temperatūras grafikam;
- ✓ Reizi dienā jāpārbauda ūdens cietība;
- ✓ Katru stundu vizuālā kontrole mehānisko bojājumu noteikšanai.

Ja sistēmai ir kādi trūkumi, vai sistēma kādu iemeslu dēļ nevar nodrošināt korektu darbību, vecākais mašīnists var pārvest nepieciešamos elementus rokas režīma vadībā un uzdot nepieciešamos parametrus, vai tieši konkrētu iekārtu pārvest nepieciešamajā pozīcijā.

AS „Rēzeknes siltumtīkli” katlu mājas automatizācijas sistēma un tās atsevišķi elementi izmanto elektrību datu pārraidei un sistēmas darbībai, līdz ar ko visaugstāko risku veido elektroenerģijas sprieguma kritums. Tās novēršanai visiem vadības un datu apmaiņas elementiem uzstādītas bez pārtraukuma barošanas ierīces (UPS). Gadījumā, ja daži elementi nedarbosies vai pazudīs datu pārraide, sistēma sakonfigurēta tā, lai atpazīt to. Operators ir informācijas sistēmas lietotājs ar atbilstošu pieeju. Operators, kas atrodas monitoringa telpā pieslēdzies stacionārām datoram (PC), kurā ir visa objekta vizualizācija un datu bāze.

Rezultāti un to izvērtējums

„TAC Vista 5” programmatūra nodrošina objekta vizualizāciju, ka arī atspoguļo visus datus. Katru dienu no rīta „TAC Vista 5” automātiski nolasa diennakts rādītājus, kuri nepieciešami katlu mājas darbības uzskaitē un analīzei. Automātiskā rādītāju nolasīšana katru stundu ļauj izsekot un novērst radušās problēmas, kā arī veikt to detalizētu apskati. Darbā tika pētīta un analizēta „TAC Vista 5” programmatūra, un tās pielietošana AS „Rēzeknes siltumtīkli” koģenerācijas datu uzskaitē.

Koģenerācija - vienlaicīga elektroenerģijas un siltumenerģijas izstrāde vienā un tajā pašā tehnoloģiskajā iekārtā un ciklā, kā kurināmo izmantojot dabasgāzi, cietos kurināmos, šķidros kurināmos, biogāzi un kurināmo koksnī [2]. Koģenerācija veicina centralizētās siltumapgādes sistēmas attīstību, nodrošina elektrības ražošanu elektrisko slodžu centros, samazinot elektropārvades zudumus un investīcijas pārvades infrastruktūrā, samazina „bāzes” elektrisko jaudu deficītu un palielina valsts iekšzemē ražotās elektroenerģijas īpatsvaru, ļauj dažādot elektrības ražošanas avotus un dod iespēju izmantot vietējos atjaunojamos energoresursus, kā arī ļauj uzlabot elektroapgādes drošumu, palīdzot nodrošināt elektroapgādi avāriju gadījumos [3].

Koģenerācijas priekšrocības:

- ✓ Efektīvāka kurināmā enerģijas izmantošana;
- ✓ Izmešu daudzuma samazinājums;
- ✓ Ievērojams enerģijas ražošanas izmaksu samazinājums, tādējādi paaugstinot rūpniecisko un komerciālo patērētāju konkurētspēju;
- ✓ Lētākas enerģijas piedāvājums patērētājiem, tai skaitā iedzīvotājiem;
- ✓ Elektroenerģijas un siltumenerģijas decentralizētas ražošanas iespējas, tādējādi samazinot pārvades zudumus maģistrālajos un pārvades tīklos, kā arī palielinot sistēmas manevrējamību, kas it sevišķi izpaužas dabasgāzes izmantošanas gadījumā;
- ✓ Importētā kurināmā daudzuma samazināšanās kurināmā efektīvākas izmantošanas dēļ [4].

Analizējot kopējo situāciju Valstī, tika konstatēts, ka 2015. gadā koģenerācijas stacijās saražotas 3 526,8 gigavatstundas (GWh) elektroenerģijas, kas ir par 17 % vairāk nekā 2014. gadā un kas veido 63 % no kopējā Latvijā saražotā elektroenerģijas daudzuma, liecina jaunākie Centrālās statistikas pārvaldes (CSP) dati. Pērn koģenerācijas stacijās saražotas 5 540,4 GWh siltumenerģijas – 72 % no kopējā saražotā siltumenerģijas daudzuma.

2015. gadā Latvijā darbojās 183 koģenerācijas stacijas – par 8 koģenerācijas stacijām vairāk nekā 2014. gadā. Koģenerācijas staciju kopējā uzstādītā elektriskā jauda 2015. gadā bija 1 275,1 megavati (MW), kas kopš 2007. gada ir divkāršojusies un salīdzinājumā ar 2014. gadu ir pieaugusi par 9,8 MW. 1.tabulā redzami koģenerācijas darbību raksturojošie radītāji 2015.gadā [5].

1.tabula

Koģenerācijas darbību raksturojošie radītāji 2015.gadā

Koģenerācijas staciju uzstādītā elektriskā jauda	Koģenerācijas staciju skaits	Kopējā uzstādītā elektriskā jauda, MW	Saražotā elektroenerģija, GWh	Saražotā siltumenerģija, GWh
PAVISAM	183	1275.1	3526.8	5540.4
līdz 0,2 MW	21	3.1	18.4	38.6
no 0,2 līdz 0,5 MW	37	14.2	81.4	134.7
no 0,5 līdz 1 MW	62	50.3	332.2	634.5
no 1 līdz 5 MW	56	130.0	800.1	1695.5
no 5 līdz 20 MW	3	27.7	105.6	186.1
virs 20 MW	4	1049.8	2189.1	2851.0

Latvijā darbojas četras koģenerācijas stacijas ar uzstādīto elektrisko jaudu lielāku par 20 MW, kas veido 82 % no kopējās koģenerācijas staciju uzstādītās elektriskās jaudas. Tās saražoja 62 % no kopējā koģenerācijas stacijās saražotā elektroenerģijas daudzuma. Trīs no tām darbojās Rīgā, viena – Zemgales reģionā.

Vislielākā uzstādītā elektriskā jauda 2015. gadā bija koģenerācijas stacijām Rīgā – 1 060,0 MW jeb 83 % no kopējās koģenerācijas staciju uzstādītās elektriskās jaudas. Otra lielākā uzstādītā jauda (60,6 MW) bija Zemgales reģionā, kas ir par 2 % vairāk nekā 2014. gadā. Vismazākā uzstādītā elektriskā jauda (27,6 MW) 2015. gadā bija Vidzemes reģionā, kas salīdzinājumā ar 2014. gadu samazinājusies par 3 %.

Vidzemes un Zemgales reģionā ir vislielākais koģenerācijas staciju īpatsvars, kurās izmanto atjaunojamus energoresursus (AER). Piemēram, 2015. gadā Vidzemē AER koģenerācijas staciju uzstādītā elektriskā jauda bija 23,2 MW jeb 79 % no kopējās uzstādītās elektriskās jaudas šajā reģionā. 3. attēlā redzama koģenerācijas staciju elektriskā jauda un kurināmais Latvijas reģionos 2015. gadā [6] [7].



3.att. Koģenerācijas staciju elektriskā jauda un kurināmais Latvijas reģionos 2015. gadā

Ražošanā ļoti svarīgi analizēt datus. Ar „TAC Vista 5” palīdzību datus var atspoguļot grafiski. Tas ļauj novērot tendences, analizēt sistēmas reakciju uz dažāda veida avārijām. Grafikus var apskatīt pa stundām, dienām, nedēļām, mēnešiem un gadiem. Temperatūras, spiediena un citi dati tiek atspoguļoti atsevišķos grafikos, kas savukārt atvieglo operatoriem darbu pētot un analizējot nepieciešamos datus.

Katlu mājas darbības procesa vizualizācija notiek ar „TAC Vista 5” programmatūras palīdzību, kurā tiek atspoguļoti dažādi vadības elementi. Akciju sabiedrība „Rēzeknes siltumtīkli” ieviešot sava darbā „TAC Vista 5” programmatūru, uzlaboja funkcionalitāti koģenerācijas datu uzskaitē un analizē. Koģenerācijas datu plūsmas nepārtraukta uzskaitē, kā arī vērojamas izmaiņas tajās, ļauj detalizētāks veikt analīzi un pieņemt vadībai pareizus lēmumus.

Rēzeknes pilsētas ar siltumenerģijas ražošanu un piegādi, apgādi ar tvaiku un karsto ūdeni nodarbojas AS „Rēzeknes siltumtīkli”. No 2013. gada sabiedrība veic elektroenerģijas ražošanu koģenerācijas procesā. Akciju sabiedrība „Rēzeknes siltumtīkli” Rēzeknes pilsētas administratīvajā teritorijā veic siltumenerģijas ražošanu, pamatojoties uz Latgales pašvaldību daudznozaru sabiedrisko pakalpojumu regulatora 2008. gada 12. decembra licenci Nr. S1011-08 un elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanu koģenerācijā, pamatojoties uz Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijas 2010. gada 30. oktobra licenci Nr. E12144.AS „Rēzeknes Siltumtīkli” 2015. gadā saražoja 142 419 MWh siltumenerģijas par kopējo summu EUR 5 568 119 bez PVN, no kuriem 141 173 MWh pārdoti SIA „Rēzeknes enerģija” [8].

Sabiedrība 2015. gadā saražoja 41 424.457 MWh elektroenerģijas. Obligātā iepirkuma ietvaros sabiedrība 2015. gadā saražoja un pārdeva AS “Enerģijas publiskais tirgotājs” elektroenerģiju 40 325.248 MWh apmērā par kopējo summu EUR 4 464 060 bez PVN, turklāt parastā iepirkuma ietvaros sabiedrība saražoja 760.3028 MWh par kopējo summu EUR 26 914 bez PVN. Sabiedrības apgrozījums 2015. gadā sastādīja 10 059 093 EUR, no tiem apgrozījums no siltumenerģijas ražošanas sastāda 5568119 EUR, savukārt no elektroenerģijas ražošanas – 4 490 974 EUR. Sabiedrības peļņa sastādīja 552 726 EUR. Peļņa gūta, veicot saimniecisko darbību. Izanalizējot uzņēmuma bilanci, var secināt, ka no kopējā apgrozījuma ienākumi no siltuma piegādes pieaug, no elektrības samazinās. 2. tabulā redzams Neto apgrozījums % no siltumenerģijas un elektrības realizācijas.

2.tabula

Neto apgrozījums % no siltumenerģijas un elektrības realizācijas

	2012	2013	2014	2015	2016
% no siltumenerģijas	100	79,48	63,16	55,35	60,46
% no elektrības		20,52	36,84	44,65	39,54

Uzņēmums izmanto divas koģenerācijas stacijas. Viena stacija atrodas Rīgas ielā/ N. Rancāna ielā 5, kura sastāv no divām koģenerācijas iekārtām ar kopējo elektrisko jaudu 3,9 MW. Šī koģenerācijas stacija nodota ekspluatācijā 17.04.2013. Otra koģenerācijas stacija atrodas Atrbrīvošanas alejā 155A. Šī koģenerācijas stacija ietver vienu koģenerācijas iekārtu ar kopējo elektrisko jaudu 1,672 MW, kas nodota ekspluatācijā 16.09.2014. Pilsētas dienvidu rajonā nav uzstādīta koģenerācijas stacija. Visa koģenerācijas stacijās saražotā elektroenerģija tiek pārdota AS "Enerģijas publiskais tirgotājs", pamatojoties uz Ekonomikas ministrijas 29.10.2010. lēmumu Nr.1-6.1-590."Par tiesību piešķiršanu pārdot koģenerācijas procesā saražoto elektroenerģiju obligātā iepirkuma ietvaros", piemērojot nosacījumus un cenu atbilstoši MK 10.03.2009. noteikumiem Nr. 221. Ja salīdzināt tarifus par siltumu ir vērojama pozitīva tendence - iedzīvotājiem-samazināts tarifs par siltumu tajā rajonā, kur ir uzstādīta

koģenerācijas stacija. 3. tabulā redzams ražošanas tarifu sadalījums pēc katlu mājas izvietojuma.

3.tabula

Ražošanas tarifu sadalījums pēc katlu mājas izvietojuma

Nr. p.k.	DG tirdzn. cena līdz EUR/tūkst.nm ³	Tarifs gāzei no 20000 līdz 100000, t.m ³ (7.grupa)	Iepriekšējais ražošanas tarifs KM Rīgas 1/ N.Rancāna 5, EUR/MWh	Spēkā esošais raž.tarifs koģ. Rīgas 1/N. Rancāna 5, EUR/MWh	Iepriekšējais ražošanas tarifs KM Atbr.al.155 A un Meža 1/2, EUR/MWh	Spēkā esošais raž.tarifs katlu māja Meža 1/2, EUR/MWh	Spēkā esošais raž.tarifs koģ. Atbr.al.155A, EUR/MWh
1	128,06	177,65	37,27	29,37	35,52	36,01	35,98
2	135,17	184,76	38,15	29,76	35,33	36,81	36,32
3	142,29	191,87	39,02	30,15	36,13	37,6	36,67
4	149,40	198,99	39,88	30,54	36,94	38,4	37,02
5	156,52	206,10	40,77	30,93	37,75	39,2	37,36
6	163,63	213,22	41,65	31,32	38,55	39,99	37,71
7	170,74	220,33	42,52	31,71	39,36	40,79	38,06
8	177,86	227,45	43,40	32,10	40,16	41,59	38,41
9	184,97	234,56	44,27	32,50	40,96	42,39	38,76
10	192,09	241,67	45,15	32,90	41,78	43,18	39,11
vid.ražošanas tarifs			52,03	36,02	48,24	49,56	43,82
vid. ražošanas tarifa samazinājums /pieaugums %				-30,77%		+2,74%	-9,16%

Spēkā esošais ražošanas tarifs Rīgas 1/N. Rancāna 5 ielās, pēc koģenerācijas ieviešanas samazinājās par 30.77 %, Atbrīvošanas alejā samazinājās par 9,16 %, savukārt Meža ielā, kur nav koģenerācijas iekārtas, tarifs palielinājās par 2,74 %.

Secinājumi

Uzstādot koģenerāciju ir vērojams ieguvums gan uzņēmumam, gan iedzīvotājiem. Koģenerācija ļauj nozīmīgi ietaupīt kurināmo, salīdzinājumā ar dalītu siltuma un elektroenerģijas ražošanu, kas savukārt:

- samazina enerģijas izmaksas, ceļ nacionālās ekonomikas konkurētspēju un iedzīvotāju dzīves līmeni, mazina inflāciju;
- samazina siltuma un elektrības ražošanas ietekmi uz vidi, salīdzinājumā ar dalītu šo enerģijas veidu ražošanas procesu;
- samazina atkarību no kurināmā importa, salīdzinājumā ar dalītu siltuma un elektroenerģijas ražošanas procesu.

Koģenerācijas ciklā iegūto elektroenerģiju iespējams izmantot:

- pašas koģenerācijas stacijas vajadzībām – tās ražošanas procesa nodrošināšanai;
- pārpalikumu pārdodot licencētam elektroenerģijas pārvades vai sadales uzņēmumam.

Veicot „TAC Vista 5” analīzi, tika konstatēta programmatūras nepilnība, kura apgrūtina operatora darbību. Katlu mājas shēma un koģenerācija tika izveidoti kā dažādi elementi izvēlņu joslā, jo koģenerācija katlu mājas darbībā tika ieviesta vēlāk, līdz ar to, kopējā katlu mājas shēmā netika ieviesta. Ja operators vēlējās apskatīt katlu mājas kopējo shēmu, viņam bija jāizmanto izvēlnes elements – shēma. Ieviešot koģenerāciju katlu mājas darbībā, tā tika atspoguļota

izvēlnes elementā - koģenerācija. Ja operators vēlējas apskatīt katlu mājas koģenerāciju, viņam bija jāizmanto izvēlnes elements – koģenerācija.

Apvienojot katlu māju un koģenerāciju vienā kopēja shēmā, tiktu atvieglota operatora darbība. Operators varētu vienlaicīgi redzēt katlu mājas darbību un koģenerāciju, tas savukārt sekmētu laicīgu reaģēšanu uz konstatētām problēmām.

Pateicība

Darba autori vēlas izteikt pateicību AS „Rēzeknes siltumtīkli” vadībai par atbalstu, velītoto laiku un sniegto informāciju.

Summary

The paper deals with the analysis of process visualization systems SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), as more and more often personal computers (PC) are integrated in automatization systems. SCADA is a technological process visualization system, collecting all the information about a process and ensures its visualization, so that an operator to be able to follow the procedure of the process, where it is important to see the expected path of the process, alert and monitoring of events. SCADA systems allow to create a database (in SQL and other formats) and to export it to other structures of companies.

The main goal of the paper – an account of the information visualization system SCADA and analysis of its operational functionality, and application opportunities in JSC Rēzeknes siltumtīkli. The said company generates and supplies heat as well as supplies inhabitants and companies of Rēzekne with steam and hot water. System SCADA controls pressure and external temperature every hour, once a day it checks water hardness, every hour it performs visual control to establish any mechanical damage. If the system operates in a normal mode, there is no mechanical damage established and all the IS elements operate correctly, the generation and heat supply is automatic, consequently, no human involvement is needed. However, in case there is a problem, the system SCADA helps to identify the occurred problem and react on time. One can follow the operation of cogeneration stations using SCADA system. The company has two cogeneration stations and 1 boiler room. In 2015, the company generated 41, 424.457 MWh of electrical energy.

In Latvia, there were 183 cogeneration stations in 2015, which is per 8 cogeneration stations more than in 2014. In 2015, the total electrical power of cogeneration stations was 1,275.1 megawatts (MW), which since 2007 has doubled and in comparison to 2014 has increased per 9.8 MW.

Cogeneration is a technological process where simultaneously both the heat and electrical energy is generated. Cogeneration facilitates the development of heat supply, ensures electricity production in electric load centres, reducing the losses of electric power transmission and investments in transmission infrastructure, reduces deficiency of “basic” electrical powers and increases the proportion of the generated domestic electrical energy, allows differentiating the electricity generation sources and provides an opportunity of using the local renewable energy resources as well as allows improving power supply safety, helping to ensure power supply in emergency cases.

The company has an opportunity to enlarge its business, as the electric energy obtained in the cogeneration cycle may be used both for the needs of the station itself – in order to ensure its production process, and to sell the excess to a licenced electric energy transmission or distribution company.

Analysing the operation of JSC Rēzeknes siltumtīkli the author established that due to the installed cogeneration equipment the heat rates have been reduced per 30.77 %.

Literatūra

1. Moskvins, G. (2008). *Automatizācija: Mācību līdzeklis*. Jelgava: LLU, lpp. 50

2. <http://www.csb.gov.lv/statistikas-temas/metodologija/katlumaju-un-kogeneracijas-staciju-darbiba-37151.html>
3. http://www.rea.riga.lv/files/Energoefektivitates_paaugstinanas_iespejas_siltumapgades_uznemumos.pdf
4. <http://www.greener-energy.lv/timber-2/informativa-dala/kas-ir-kogeneracija/>
5. <http://www.csb.gov.lv/statistikas-temas/metodologija/katlumaju-un-kogeneracijas-staciju-darbiba-37151.html>
6. http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide__ikgad__energetika/?tablelist=true&rxid=9777f82b-9f68-475c-9a33-a05b0175b0b5
7. <http://www.csb.gov.lv/notikumi/palielinas-kogeneracijas-stacijas-sarazotais-elektroenerģijas-daudzums-44037.html>
8. <http://www.resil.lv/images/publicesana/rs/2015/gp/GP2015.pdf>

LĀZERABLĀCIJAS IZMANTOŠANA VARA SLĀŅA NOŅEMŠANAI PCB PLATĒM

REMOVE THE COPPER LAYER OF PCB BOARDS BY USING LASER ABLATION

Autors: **Vitālijs Dunkins**, e-pasts: dvitaly2@inbox.lv,+37126372733
Zinātniskā darba vadītājs: **Andris Martinovs, Dr.sc.ing. asoc. prof.**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The publication describes results of copper laser ablation which shows copper layer dependence of a laser radiation, such as supply, pulse frequency and processing speed reacts.*

Keywords: *laser ablation, PCB, copper, color*

Ievads

Ar katru gadu lāzeru izmantošana palielinās. Tos lieto metālapstrādē, medicīnā, pat izklaides nozarē lāzerus izmanto, veidojot šovus. Pētījumi veicina tehnoloģiju attīstību. Šajā rakstā pētīta problēma, kas saistīta ar lāzera stara izmantošanu vara slāņa noņemšanai no tekstolīta.

Ražojot PCB plates, jāveido celiņi uz tekstolīta platēm. Pašlaik ražošanā pamatā tiek izmantota vara kodināšana.

Pirmkārt, tas ir samērā ilgs process. Vienas plates izgatavošanai, atkarībā no plates izmēra, nepieciešams no vienas līdz dažām stundām[1]. PCB plašu ražošanas procesu var būtiski paātrināt, ja kodināšanu aizstāj ar lāzerablāciju.

Otrkārt, kodināšana ir kaitīga apkārtējai videi. Kodināšana nav ekoloģiski tīrs tehnoloģisks paņēmieni, jo ķīmiju vajag vēl utilizēt pēc tās izmantošanas.

Treškārt, ja nepieciešams izgatavot tikai vienu plātes prototipu, kodināšana nav ekonomiski izdevīga.

Vara absorbcijas koeficients pie lāzera stara viļņa garuma ~600 nm un garākiem ir tikai 5-10%[2]. Līdz ar to, vara apstrāde ar lāzeriem ir problemātiska.

Problēmas, kas saistītas ar vara lāzera apstrādi, jau ir pētījuši vairāki autori. D. Autrique, Z. Chen, V. Alexiades, A. Bogaerts un B. Rethfeld izstrādāja matemātisku modeli vara lāzerablācijai nano sekunžu lāzerim [3]. Citi autori pētīja lāzerablāciju varam, izmantojot nanosekunžu lāzeri[4]. Žurnālā „JOURNAL OF APPLIED PHYSICS” publicēts raksts, kur autori pētīja lāzerablācijas iedarbību uz varu, izmantojot femtosekunžu lāzeru[5]. Procesu, kura laikā tiek izurbti caurumi varā, aprakstīja Chung-Wei Cheng un Jinn-Kuen Chen savā darbā [6]. Kā tiek izmantota lāzerablācijas process PCB plašu izgatavošanai ir aprakstīti vairākos rakstos [7,8,9].

Šī darba mērķis - izstrādāt metodi PCB plašu ražošanai, izmantojot lāzerablāciju ar diode-pumped fiber Yb lāzeru, kura viļņa garums 1064 nm.

Material and methods

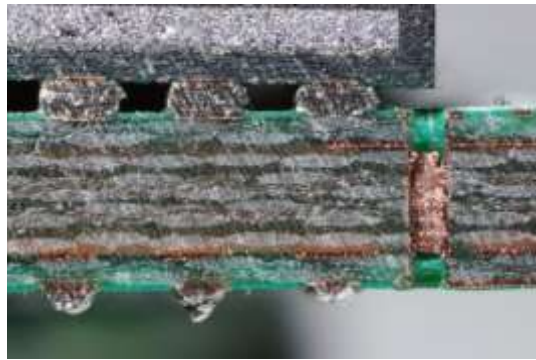
Materiāls

Pētāmais objekts ir stikla tekstolīta plate ar vara slāņa pārklājumu (PCB plate). Stikla tekstolīts tiek izgatavots no atsevišķām plānām stikla šķiedrām (1.att.).



1.attēls Stikla šķiedras orientācija [1]

Ļoti plāns stikla šķiedras audums ir piesūcināts ar sveķiem. Lai izveidotu plati, stikla šķiedras audumus liek vienu uz otru, kā arī liek vara foliju. Tās tiek uzsildītas un presētas. Sildīšana nodrošina, ka sveķi tiek uzsildīti, un tie kļūst mīksti. Sapresējot audumus, mīkstie sveķi aizpilda visus tukšumus un nodrošina visu slāņu sacietēšanu vienā kopīgajā platē (2.att.). [1]



2.attēls Stikla tekstolīta plates šķērsriezums [1]

Lāzeris. Pētījumā tiek izmantots Rofin PowerLine F20 Varia lāzeris.

1.tabula

Lāzersistēma Rofin PowerLine F20 Varia, Tehniskie parametri

Simbols	Nosaukums	Vērtību diapazons	Solis	Mērvienība
f	Impulsu atkārtotības frekvence	2 .. 1000	0.001	kHz
v	Skenēšanas ātrums	1 .. 20000	1	mm/s
τ	Impulsa ilgums	4, 8, 14, 20, 30, 50, 100, 200		ns
Δf	Fokusa nobīde	-10 .. 10	0.5	mm

Procesa parametri

Simbols	Nosaukums	Vērtību diapazons	Mērvienība
P	Vidējā jauda	0 .. 20	W
E_P	Impulsa enerģija	0 .. 1	mJ
P_P	Impulsa jauda	0 .. 12.5	kW

Raksturojums:

Lāzera tips – diode-pumped fiber Yb (optiskā šķiedra, kas leģēta ar iterbiju), impulsu režīms

Viļņa garums – 1064 [nm]

Stara iedarbības zonas diametrs – 30 [μ m]

Marķēšanas laukums – 120 [mm] \times 120 [mm]

Lāzera drošības klase – 4

Dzeses sistēma – gaisdzese.



3.attēls Skanēšanas galvas funkcionālais princips [10]

Mikroskops kvalitātes kontrolei

Mikroskopa modelis Nikon AZ100. Tehniskie dati ir attēloti 2.tabulā.

2.tabula

Mikroskopa parametri

Palielinājums	5x līdz 400x
Palielinājums ar koaksialo apgaismotāju	6.25 līdz 500x
Transfokācijas diapazons	1x līdz 8x
Okulāra palielinājums	10x/22mm
Objektīvu palielinājums	AZ-PlanApo 0,5x, 1x, 4x; AZ-PlanFluor 2x, 5x

Rezultāti

Pētījumā tika veikts eksperiments, kura laikā tika mainīti šādi parametri: jaudas intensitāte (q), apstrādes ātrums (v), impulsu frekvence (f), lāzera stara solis (Δx). Kā atsevišķais eksperiments tika mainīts atkārtotības reizes.



4.attēls Eksperimenta rezultāti

Jaudas intensitāte tiek aprēķināta, izmantojot formulu (1);

$$q = \frac{P}{S} \quad (1)$$

kur: q – jaudas intensitāte [W/cm^2];

P – jauda [W];

S – lāzera stara punkta laukums [cm^2].

Pirmajā rindā tika mainīta jaudas intensitāte robežas no $0,57 \cdot 10^6 W/cm^2$ līdz $2,85 \cdot 10^6 W/cm^2$. Bet nemainīgie parametri ir: apstrādes ātrums – 100 mm/s, impulsu frekvence – 500kHz, lāzera stara solis – 0.01mm.

Otrajā rindā tika mainīta apstrādes ātrums no 100 mm/s līdz 500 mm/s. Bet nemainīgie parametri ir: jaudas intensitāte – $2,85 \cdot 10^6$ W/cm², impulsu frekvence – 500kHz, lāzera stara solis – 0.01mm.

Trešajā rindā tika mainīta impulsa frekvence no 100 kHz līdz 500 kHz. Bet nemainīgie parametri ir: jaudas intensitāte – $2,85 \cdot 10^6$ W/cm², apstrādes ātrums – 100 mm/s, lāzera stara solis – 0.01mm.

Ceturtajā rindā tika mainīts lāzera stara solis no 0.01 mm līdz 0.05mm. Bet nemainīgie parametri ir: jaudas intensitāte – $2,85 \cdot 10^6$ W/cm², apstrādes ātrums – 100 mm/s, impulsu frekvence – 500kHz.

Piektajā rindā tika mainīts atkārtēšanas skaits no 3 līdz 21. Nemainīgi parametri ir: jaudas intensitāte – $2,85 \cdot 10^6$ W/cm², impulsu frekvence – 125 kHz, apstrādes ātrums 100 mm/s, lāzera stara solis – 0.01mm.

Eksperiments parādīja, ka pie dažiem režīmiem vara slānis atslāņojas, bet pie dažiem – vara slānis nomainīja tika savu virsmas krāsu.

Kā redzams 4.att. pirmajā rindā uz pirmajiem četriem kvadrātiem nav nekādas iedarbības. Tikai piektajā vara slānis tiek atslāņots. Otrajā rindā pirmie divi kvadrāti nomainīja savu krāsu, bet pārējiem trim vara slānis tika atslāņots. Trešajā rindā pirmie divi kvadrāti nomainīja savu krāsu uz tumšāku. Trešajā var novērot, ka izveidojas plaisa vara slānī, bet pārējiem diviem kvadrātiem vara slānis atslāņojas. Ceturtajā rindā pirmais kvadrāts nomainīja savu krāsu uz zilu. Uz otrā kvadrāta ir redzama plaisa vara slānī, bet pārējiem kvadrātiem vara slānis tika atslāņots. Pēdējā rindā ir redzams, ka pirmajos piecos kvadrātos nav novērojamas nekādas izmaiņas. Tikai krāsas maiņa uz brūno krāsu. Pēdējais kvadrāts ir pārdedzināts, un ir sabojāts tekstolīts. Sestajā kvadrātā ir redzams, ka tekstolīts gandrīz nav bojāts, un vara slānis tiek atslāņots.

Veiktie eksperimenti rāda, ka arī uz vara var iegūt krāsainu marķēšanu.



$q=2,85 \cdot 10^6$ W/cm²,
 $v=500$ mm/s
 $f=500$ kHz, $dx=0,01$ mm



$q=1,71 \cdot 10^6$ W/cm²,
 $v=100$ mm/s
 $f=500$ kHz, $dx=0,01$ mm



$q=2,85 \cdot 10^6$ W/cm²,
 $v=100$ mm/s
 $f=200$ kHz, $dx=0,01$ mm

6. attēls Piemēri, kur varš nomainīja savu krāsu



$q=2,85 \cdot 10^6$ W/cm²,
 $v=100$ mm/s
 $f=300$ kHz, $dx=0,01$ mm

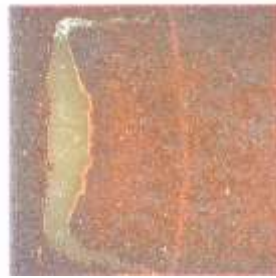


$q=2,85 \cdot 10^6$ W/cm²,
 $v=100$ mm/s
 $f=500$ kHz, $dx=0,025$ mm

7. attēls Piemēri, kur vara slānī ir novērojama plaisa



$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$,
 $v=100 \text{ mm/s}$
 $f=500 \text{ kHz}$, $dx=0,0125 \text{ mm}$



$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$,
 $v=100 \text{ mm/s}$
 $f=400 \text{ kHz}$, $dx=0,01 \text{ mm}$



$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$,
 $v=167 \text{ mm/s}$
 $f=500 \text{ kHz}$, $dx=0,01 \text{ mm}$

8. attēls Piemēri, kur vara slānis sāk atslāņoties

Analizējot kvadrātus, kuros vara slānis atslāņojas, var novērot, ka varš atslāņojas nevienmērīgi. Tas var būtiski ietekmēt plašu ražošanu. Labāki rezultāti tika sasniegti ar sekojošiem parametriem:

$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$, $v=100 \text{ mm/s}$, $f=500 \text{ kHz}$, $dx=0,01 \text{ mm}$ (9.att.) (otrā rinda piektais kvadrāts);

$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$, $v=100 \text{ mm/s}$, $f=500 \text{ kHz}$, $dx=0,01 \text{ mm}$ (9.att.) (trešā rinda piektais kvadrāts);

$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$, $v=100 \text{ mm/s}$, $f=500 \text{ kHz}$, $dx=0,01 \text{ mm}$ (9.att.) (ceturtā rinda piektais kvadrāts).



$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$,
 $v=100 \text{ mm/s}$,
 $f=500 \text{ kHz}$, $dx=0,01 \text{ mm}$



$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$,
 $v=100 \text{ mm/s}$,
 $f=500 \text{ kHz}$, $dx=0,01 \text{ mm}$



$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$,
 $v=100 \text{ mm/s}$,
 $f=500 \text{ kHz}$, $dx=0,01 \text{ mm}$

9.attēls Eksperimentu salīdzinājums

Eksperimenta laikā tika mainīts viens no četriem parametriem. Atsaucoties uz 9.att. ir redzams, ka nav atšķirības, kas tiek mainīts. Rezultāti ar vienādiem parametriem ir vienādi. Tas norāda uz to, ka eksperimenta rezultāti ir ticami.

Apskatot šos kvadrātus pie lielāka palielinājuma ir redzams, ka tekstolīts ir arī labā kvalitātē.

Apskatot eksperimenta pēdējo rindu, var novērot, ka, apstrādājot vienu virsmu vairākas reizes, var iegūt rezultātu, ka pakāpeniski vara slānis tiek noņemts. Jāpiemeklē tikai tik lielu apstrādes daudzumu, lai būtu kvalitatīva apstrāde. Ja apstrādes skaits būs par mazu, netiks noņemts nepieciešamais vara slāņa biezums (10.att.), bet, ja apstrādes skaits būs par lielu, tad tekstolīts tiks sabojāts (12.att.).



$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$,
 $v=100 \text{ mm/s}$
 $f=125 \text{ kHz}$, $dx=0.01 \text{ mm}$
 $R=9$

**10.attēls Vara slānis
noņemts ne līdz galam**



$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$,
 $v=100 \text{ mm/s}$
 $f=125 \text{ kHz}$, $dx=0.01 \text{ mm}$
 $R=18$

**11.attēls Vara slānis
noņemts daļēji**



$q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$,
 $v=100 \text{ mm/s}$
 $f=125 \text{ kHz}$, $dx=0.01 \text{ mm}$
 $R=21$

**12.attēls Vara slānis un
tekstolīts pārdedzināti**

Conclusions

Tika piemeklēti parametri, ar kuriem ir iespējams noņemt vara slāni PCB plašu ražošanai, izmantojot lāzerablāciju. Lietojot Rofin PowerLine F20 Varia lāzeri, optimāli ir šādi parametri: jaudas intensitāte $q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$, apstrādes ātrums 100 mm/s, impulsa frekvence 500 kHz. Tā kā vara slānis tikai atslāņojas nevis iztvaikojas, šajā virzienā vēl jāveic pētījumi. Līdz ar to, nākamie pētījumi varētu būt saistīti ar to, kā var vēl optimizēt iegūtos rezultātus.

Summary

The publication describes results of copper laser ablation which shows copper layer dependence of a laser radiation, such as supply ($q=0,57 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$, $\div q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$, step $q=0,57 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$), pulse frequency (100 kHz \div 500 kHz, step 100 kHz) and processing speed reacts. In experiment was carried out using a PowerLine F20 Varia (laser pulse wavelength: 1050-1075 nm; power: 20 W; laser pulse energy: $\sim 0.95 \text{ mJ}$; repetition frequency: 2-1000 kHz; laser pulse duration: 4-200 ns, selectable). The best result is received with supply $q=2,85 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$, processing speed 100 mm/s, impulse frequency 500 kHz.

References

1. <https://habrahabr.ru/company/madrobots/blog/214153/> (sk. 28.03.17)
2. Dr.-Ing. Bruno E. Bulushek, Manufacture of Laser Welded Composite Tubes. http://www.tubenet.org.uk/technical/swiss_m.html
3. D. Autrique, Z. Chen, V. Alexiades, A. Bogaerts, B. Rethfeld. A Multiphase Model for pulsed ns-Laser Ablation of Copper in an ambient Gas.
4. Andrea Cazzaniga, Rebecca Bolt Ettlinger, Stela Canulescu, Jørgen Schou, Nini Pryds. Nanosecond laser ablation and deposition of silver, copper, zinc and tin
5. K. K. Anoop, R. Fittipaldi, A. Rubano, X. Wang, D. Paparo, A. Vecchione, L. Marrucci, R. Bruzzese, and S. Amoroso. Direct femtosecond laser ablation of copper with an optical vortex beam.
6. Chung-Wei Cheng and Jinn-Kuen Chen. Drilling of Copper Using a Dual-Pulse Femtosecond Laser.
7. Михаил Петров, Лазерная обработка материалов в электронике, Компоненты и технологии №8, 2002;
8. В.Никируй, Лазерные технологии в производстве печатных плат и не только, печатный монтаж 2-3/2009;
9. Лазерная обработка материалов в электронике, Рынок микроэлектроники, http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/02_08/stat_164.htm;
10. PowerLine F Assembly and Operating Instructions Version 1.0

ELEKTRONISKO MAKSĀJUMU DROŠĪBAS NODROŠINĀŠANAS IESPĒJAS *ELECTRONIC PAYMENT SAFETY PROVIDE OPTIONS*

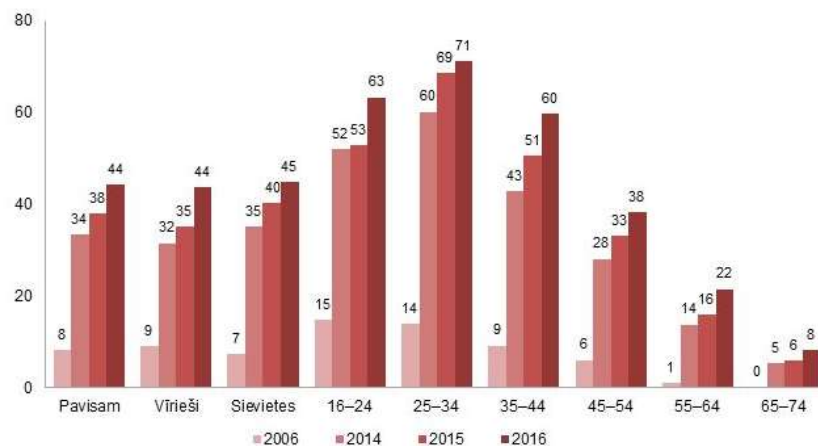
Autore: **Maija Elksne**, e-pasts: maijaelksne@inbox.lv, 37125654765
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing**, e-pasts: Peteris.Grabusts@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. The aim of the reports is to view and compare the electronic payment safety providers. Report consist of three chapters. In the first chapter is witten general information of electronic payments safety. In the second chapter is described security certificate provaider examples and in the third chapter is payment system comparative analysis.

Keywords: Electronic payment safety, payment systems, SET, SSL.

Ievads

Ar katru gadu palielinās iedzīvotāju skaits, kas iepērkas interneta veikalos. Pēc Centrālās statistikas biroja datiem 2016. gadā iedzīvotāju skaits, kas iepirkās interneta veikalos, palielinājās par 6 % salīdzinot ar 2015.gadu. (*1.attēls*)



1.attēls. Preču vai pakalpojumu iegādāšanās internetā (% no iedzīvotāju kopskaita)[1]

2016.gadā visvairāk interneta veikalos iepirkās iedzīvotāji no 25-34 gadiem, savukārt iedzīvotāji no 55-74 gadiem iepirkās visretāk, bet salīdzinot ar 2015. gadu iedzīvotāju skaits šajā vecuma grupā ir palielinājies par 2%.

Tātad tendences rāda, ka iepirkšanās interneta vidē kļūst ar vien populārāka. Viens no svarīgākajiem aspektiem iepērkoties e-vidē ir drošība, tādēļ savu datu drošībai ir jāpievērš liela uzmanība.

1. Elektronisko maksājumu drošība

Lai nodrošinātu maksājumu drošību var:

1. Šifrēt pasūtamo informāciju;
2. Pārbaudīt tirgotāja autentiskumu, svarīgi lai apmeklētā interneta vietne ir droša, to var redzēt ikviens savā pārlūkprogrammā, mājas lapas adreses sākumā. Ja saites sākumā ir *https:*, tad mājas lapa ir droša;
3. Nodalīt informāciju par pirkumu un maksāšanas instrumentu – pirkuma datus jāzina tikai pircējam un pārdevējam, savukārt kartes datus tikai pircējam un bankai;

4. Nedrīkst nevienam sniegt informāciju par savas bankas kartes datiem: PIN kodu, kartes numuru utt.

5. Strādājot ar datoru nesaglabāt paroles un lietotājevārdus. Pēc darba beigām pārbaudīt vai pārlūkprogramma nav saglabājusi lietotājevārdu un paroli. Drošības nolūkos pēc darba notīrīt pārlūkprogrammas vēsturi.

Lielākajos interneta veikalos ir iespējams ikvienam lietotājam izveidot savu profilu, kur nepieciešams izveidot lietotājevārdu un paroli. Šajā gadījumā ir svarīgi izveidot drošu paroli. Laba parole ir:

- Nevienam to nezina;
- Unikāla un neatkārtojama;
- Tāda, ko neaizmirsīsi;
- Vismaz 8 zīmes, kas satur gan burtus, gan ciparus;
- Atjaunota ik pēc trīs mēnešiem;
- Netiek lietota nekādās citās vietnēs;
- Nav pierakstīta ne blociņā, ne telefonā.[2]

2. Drošības sertifikātu nodrošināšanas piemēri

SSL (TLS)-sertifikāts kalpos kā garantija, ka nododamie dati tiks pasargāti ar drošu šifrēšanas algoritmu un nebūs pieejami trešajām personām nesankcionētai apskatei.

Uzņēmuma mājaslapa, kas aizsargāta ar SSL sertifikātu, ievieš klientā vairāk ticības un uzņēmums izskatās daudz drošāks. Droša mājas lapa dot lielāku konkurētspēju interneta vidē.

SSL sertifikātus var iedalīt vairākās grupās:

- Ar domēna pārbaudi (**DV**) – Sākuma līmeņa SSL-sertifikāti ar domēna pārbaudi ir viens no ātrāk izdodamajiem sertifikātu tipiem, tā kā neprasa nekādus dokumentus. Pārbaudes process ir vairāk kā vienkāršs, viss, kas Jums nepieciešams ir atbildēt uz automatisko validācijas vēstuli no sertifikācijas centra. Der tikai mazām mājaslapām.

- Ar uzņēmuma pārbaudi (**OV**) — Biznesa klases SSL-sertifikātam nepieciešams apstiprināt domēna piederību, kā arī uzrādīt Jūsu uzņēmuma dokumentus. Izdošanas process aizņem aptuveni 2-3 darba dienas. Šis sertifikāts der korporatīvajām mājaslapām.

- Ar paplašinātu pārbaudi (**EV**) - SSL-sertifikāti ar paplašinātu pārbaudi ir paši prestižākie visu sertifikātu vidū. Visiem apmeklētājiem pārlūkprogrammas adreses josla iezīmēsies zaļā krāsā, nekavējoties informējot par augsto aizsardzības līmeni. Šie paplašinājumi ir ideāli bankām un interneta veikaliem.[3]

SET (*Secure Electronic Transaction*)

Ir relatīvi jauns starptautisks standarts drošiem maksājumu karšu darījumiem Internetā. Tas ir protokols un datu formāts, kas ar paplašinātas kriptogrāfijas palīdzību garantē:

- ka darījuma informācija pārsūtīšanas laikā nevar tikt viltota;
- ka darījuma un kartes informācija ir aizsargāta pret nesankcionētu izmantošanu;
- ka ar elektronisko sertifikātu palīdzību tiek pārbaudīts visu transakcijā iesaistīto pušu autentiskums. [4]

- SET priekšrocības, salīdzinot ar citiem e-komercijas drošības risinājumiem:
- SET tirgotājiem ļauj izveidot pilnībā automatizētu un drošu kredītkaršu maksājumu pieņemšanas sistēmu Internetā;

- VISA un MasterCard SET transakcijas Internetā ir pasludinājušas par autorizētām gan no pircēja, gan arī no pārdevēja puses. Līdzīgi kā izņemot naudu bankomātā vai iepērkoties veikalā, kur pircējs darījumu apstiprina ar PIN kodu vai personīgo parakstu:[5]

Papildus drošību rada arī jau populāru banku sistēmu izmantošana vai citu populāru maksāšanas sistēmu izmantošana.

Pēc mājaslapas www.sixrevisions.com datiem, 2016.gadā 5 no populārākajām maksāšanas sistēmām bija: Authorize.Net, PayPal, Amazon payments, Stripe.

Authorize.Net

Authorize.Net ir viens no populārākajiem maksājumu sniedzējiem internetā, to izmanto vairāk nekā 440 000 tirgotāju. Authorize.Net ļoti plaši izmanto e-komercijas vietnēs. Plaši izmantotā platforma Magento izmanto maksāšanas sistēmu Authorize.Net, lai vieglāk tiktu izpildīti un apstiprināti maksājumi. [6]

Lai nodrošinātu augstu drošību Authorized.net izmanto SSL sertifikātu un katru gaudu uzņēmuma iekšējo vidi pārbauda pēc standarta: SSAE-16 – izmanto lai novērtētu iekšējo kontroli organizācijās, kas piedāvā ārpakalpojumus.[7]

Cenas: Authorize.Net uzstādīšana ir 99\$ - 20\$ mēnesī, transakcijas maksa 0,10\$.

PayPal

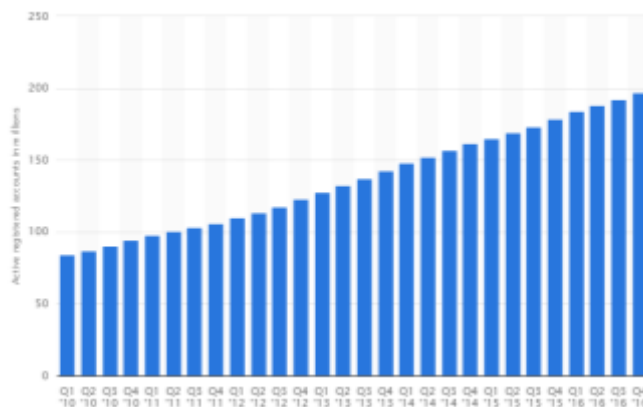
PayPal ir pasaulē visplašāk izmantotais maksājumu sniedzējs, 2011. gadā apstrādāti vairāk nekā 4 milj. maksājumu. PayPal maksājumi tiek veikti izmantojot lietotāja esošo kontu vai kredītkarti. Naudu var nosūtīt tieši uz e-pasta adresi, tādējādi mudinot e-pasta saņēmēju pierēģistrēt jaunu PayPal kontu. Papildus maksājumu saņemšanai, PayPal nodrošina arī tādu iespēju kā, veikt maksājumus uzreiz caur citiem preču vai pakalpojumu tirgotājiem.

Ar PayPal var:

- Iepirkties neskaitāmos interneta veikalos, kas sadarbojas ar PayPal, neizpaužot savus finansiālos datus.
- Ja kaut ko pārdodat internetā (piemēram, *eBay*), samaksu par pārdoto varat saņemt caur *PayPal* kontu.
- Pārskaitīt naudu uz ārzemēm.
- Ziedot naudu labdarībai.[8]

Drošība. PayPal piedāvātās opcijas sakrīt ar tām, ko var veikt tāpat, neizmantojot nekādus drošības pasākumus. Tomēr PayPal galvenā doma ir aizsargāt lietotāju konta numurus un paroles – veicot maksājumu. Maksājuma saņēmējam nekad netiek izpausta nekāda informācija. Samazinās iespēja, ka kāds varētu pēc darījuma piekļūt lietotāja naudai bankas kontā. Turklāt PayPal aizsargā savus klientus - ja pārdevējs ir bijis negodīgs, var iesniegt sūdzību un ir iespējams naudu atgūt atpakaļ.[9]

Tā kā PayPal ir viena no pasaules populārākajām maksāšanas sistēmām, ko izmanto vairāki miljoni pasaules iedzīvotāju (*2.attēls*), tad nepieciešams īpaši nodrošināt maksājumu drošību.



2.attēls. PayPal lietotāju skaits pēc gadiem

PayPal lietotāju skaits kopš 2010.gada līdz 2016.gadam ir palielinājies par 113 milj.[10]

Cenas: 2,9% + 0,30\$ par transakciju, netiek prasīta maksa par konta uzstādīšanu un mēneša maksu.

Amazon Payments

Amazon Payment ļauj tās lietotājiem saņemt naudu izmantojot API (lietojumprogrammas saskarne). Populārā kopfinansējuma vietne Kickstarter izmanto Amazon Payments. [11]

Amazon Payments drošība

- Izmanto SSL šifrēšanas protokolu ar 128 bitu šifrēšanu.
- Lietotāja konts tiek aizsargāts ar unikālu paroli.

Cenas: komisijas maksas sākas no 2.9% + 0,30\$ par transakcijām lielākām par 10\$ (komisijas maksas procents ir mazāks, ja summa ir lielāka). Par transakcijām zem 10\$, komisijas maksa ir 5.0% + 0,05\$ par transakciju.

Stripe

Stripe nodrošina lielisku maksājumu risinājumu priekš mājaslapu izstrādātājiem, kuri vēlētos integrēt šo maksājumu sistēmu savos projektos. Izlaižot klasisko reģistrācijas procesu, Stripe darbojas kā tirgotāju konts saviem pakalpojumu sniedzējiem.

Stripe drošība:

- Izmanto SSL šifrēšanas protokolu
- Visu bankas karšu numuri tiek šifrēti pēc visdrošākā standarta AES-256.
- Atšifrēšanas atslēgas tiek glabātas uz atsevišķām iekārtām.

Cenas: 2,9\$ + 0,30\$ par transakciju bez uzstādīšanas un ikmēneša maksas.[12]

3. Maksāšanas sistēmu salīdzinošā analīze

3.tabula

Vērtēšanas baļļu skaidrojums

X	Nav
5	Ļoti labi
4	Labi
3	Pieņemami
2	Slikti
1	Ļoti slikti

4.tabula

Maksāšanas sistēmu salīdzinājuma tabula

Funkcijas	PayPal	Stripe	Amazon Payments	Authorize Net
Uzstādīšanas maksa	x	x	x	49\$
WooCommerce paplašinājuma izmaksas	x	79\$	x	79\$
Mēneša maksa	x	x	x	25\$
Transakcijas maksa	2.9% + 0,30	2.9% + 0,30\$	2.9%+ 0,30\$	2.9% + 0,30\$
Transakciju mēneša maksa (pamatojoties uz 50 transakcijām, kur katra 100\$)	160\$	160\$	160\$	160\$
Kopējās ikmēneša izmaksas	160\$	160\$	160\$	185\$

Kopējās gada izmaksas (Ieskaitot uzstādīšanas maksu un WooCommerce paplašinājumu)	1920\$	1999\$	1920\$	2348\$
Drošība	5	5	5	5
Produkti un pakalpojumi	4	5	3	3
Cenas	5	5	5	3
Lietošanas ērtums	5	4	4	4
Līguma darbības laiks un pirmstermiņa izbeigšana maksa	x	x	x	x
Reklāma	5	5	4	5
Klientu apkalpošana un tehniskais atbalsts	5	4	4	4
Negatīvās atsauksmes un sūdzības	x	x	1	1
Pozitīvas atsauksmes un rekomendācijas:	5	5	4	4

No apskatītajām maksāšanas sistēmām, visas sistēmas ir drošas un ievēro noteiktus standartus, lai svarīgā informācija tiktu šifrēta un nebūtu pieejama trešajām personām. Visdārgākā sistēma ir Authorize.net, bet lētākās PayPal un Amazon Payments.

Lai maksājumi tiešsaistē būtu droši ir jāskatās, lai vietne atbalstītu SSL sertifikātu, tas būs pirmais garants, ka mājas lapa ir droša.

Summary

Number of users who use online stores, with every year increases. So it is important to ensure the security of e-payments.

SSL (TLS) -certificate is like a guarantee that the transferred user's data will be protected with secure encryption algorithms and will not be available to third parties unauthorized viewing. SET is a relatively new international standard for secure payment card transactions on the Internet. SET is a protocol and data format that with extended cryptographic assistance guarantees that the transaction information can not be a fake during transmission.

In 2016 five most popular payment systems were: Authorize.Net, PayPal, Amazon Payments and Stripe. The most popular payment system is PayPal, in 2016 the number of users reached 113 million. Authorize.Net, PayPal, Amazon Payments and Stripe uses SSL certificates to encrypt data, and they are not accessible to third parties.

Secinājumi

1. SSL (TLS)-sertifikāts ir kā garantija, ka lietotāja nododamie dati tiks pasargāti ar drošu šifrēšanas algoritmu un nebūs pieejami trešajām personām nesankcionētai apskatei.
2. SET ir relatīvi jauns starptautisks standarts drošiem maksājumu karšu darījumiem Internetā.
3. SET ir protokols un datu formāts, kas ar paplašinātas kriptogrāfijas palīdzību garantē ka darījuma informācija pārsūtīšanas laikā nevar tikt viltota
4. 2016.gadā 5 no populārākajām maksāšanas sistēmām bija: Authorize.Net, PayPal, Amazon payments un Stripe.
5. Vispopulārākā maksāšanas sistēma ir PayPal, 2016.gadā lietotāju skaits sasniedza 113 milj.
6. Drošības ziņā gan Authorize.Net, gan PayPal, Amazon payments un Stripe izmanto SSL sertifikātus, lai šifrētu datus un tie nebūtu pieejami trešajām personām.

Literatūra

1. Latvijas Republikas Centrālās Statistikas pārvalde. (2016.g 1.nov) 2016. gada sākumā 44 % iedzīvotāju iepirkās internetā <http://www.csb.gov.lv/notikumi/2016-gada-sakuma-44-iedzivotaju-iepirkas-interneta-44061.html>, sk. 22.03.2017
2. Kas ir SSL sertifikāti un kam tie vajadzīgi? <https://www.cloudhosting.lv/lat/blog/Kas-ir-SSL-sertifikati-un-kam-tie-vajadzigi>, sk. 22.03.2017
3. Interneta attīstības tendences. <http://buzzhairs.blogspot.com/2012/03/interneta-attistibas-tendences.html>, sk.22.03.2017
4. Владимир Шаньгин *Информационная безопасность Москва 2014г. 702.lpp*
5. Drošas paroles. <http://www.drossinternets.lv/page/255>, sk.22.03.2017
6. What we do. <http://www.authorize.net/company/whatwedo/> , sk.22.03.2017
7. Security and compliance. <https://www.authorize.net/solutions/merchantsolutions/merchantservices/security/> , sk.22.03.2017
8. How PayPal works. <https://www.paypal.com/lv/webapps/mpp/personal>, sk.22.03.2017
9. Kā droši iepirkties tiešsaistē? <https://www.esidross.lv/2012/06/29/ka-drosi-iepirkties-tiessaiste/>,Sk. 21.03.2017
10. Number of PayPal's total active registered user accounts from 1st quarter 2010 to 4th quarter 2016 (in millions) <https://www.statista.com/statistics/218493/paypals-total-active-registered-accounts-from-2010/>, sk. 21.03.2017
11. 10 Excellent Online Payment Systems <http://sixrevisions.com/tools/online-payment-systems/>, Sk.20.03.2017
12. About Stripe. <https://stripe.com/about>, sk.20.03.2017

SIMULĀCIJU IZVEIDE UNREAL ENGINE VIDĒ UN PIELIETOJUMS IZGLĪTĪBĀ

SIMULATION DEVELOPMENT ON UNREAL ENGINE AND THEIR APPLICATIONS IN EDUCATION PROCESS

Autori: **Māriete Elksne**, e-pasts: marite.elksne@gmail.com, 26675909,
Artūrs Solovjovs, e-pasts: arturss5@inbox.lv, 29787672
Zinātniskā darba vadītājs: **Sergejs Kodors, Dr.sc.ing., lektors**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *Due to the rapid development of technology in various fields of science, a new problem related to excessive resource consumption arises, as most of the experiments and demonstrations require a certain amount of materials and substances to be successfully performed. The aim of this work is to create a realistic simulation using Unreal Engine 4 and give an insight into its practical applications in education process. Authors have also gathered general information about simulation development and Unreal Engine 4 environment. As a result, a simulation showing friction of three different materials was created. It was also concluded that such applications could replace ordinary experiments because of their simple modifiability and minimal long-term resource consumption.*

Keywords: *education, friction, physics, simulation, Unreal Engine.*

Ievads

Saistībā ar straujo tehnoloģiju attīstību mūsdienās arvien straujāk pieaug resursu patēriņš, kas ierobežo vairāku praktisku eksperimentu veikšanu, īpaši mācību nolūkiem. Lai risinātu šo problēmu, ir pieejamas dažādas efektīvas metodes, piemēram, virtuālās simulācijas, kas spēj nodrošināt reālistisku eksperimenta vides attēlojumu, nepatērējot liekus materiālus līdzekļus.

Par simulāciju sauc eksperimentāliem mērķiem radītu realitātes atdarinājumu, kas ir realizēts ar noteiktu datorprogrammu palīdzību. To priekšrocība ir iespēja ātri mainīt vides apstākļus un pielāgot to katra eksperimenta vajadzībām. Pašlaik šādas metodes tiek plaši izmantotas militārajā jomā, kosmonautikā un atsevišķās zinātnes nozarēs [1].

Attīstoties virtuālajai realitātei, paveras jaunas iespējas reālistisku simulāciju izstrādē. Tās ļautu lietotājam kontrolēt eksperimenta gaitu, kas līdzinātos reālu iekārtu izmantošanas procesam. Šādu realizāciju var panākt vairākās programmēšanas vidēs, kas ir paredzētas datorspēļu izstrādei, piemēram, Unreal Engine un Unity [2].

Šī darba mērķis ir izpētīt simulāciju pielietojuma iespējas izglītības procesā un izstrādāt fizikas eksperimenta simulāciju datorprogrammas Unreal Engine 4 vidē, kas uzskatāmi parāda trīs paraugu virsmas īpašības atkarībā no to materiāla.

Darba uzdevumi:

- 1) izpētīt simulāciju nozīmi un to pielietojumu izglītībā;
- 2) raksturot Unreal Engine 4 vidi un tās piedāvātās simulāciju izstrādes iespējas;
- 3) izstrādāt fizikas eksperimenta simulāciju Unreal Engine 4 vidē.

Materiāli un metodes

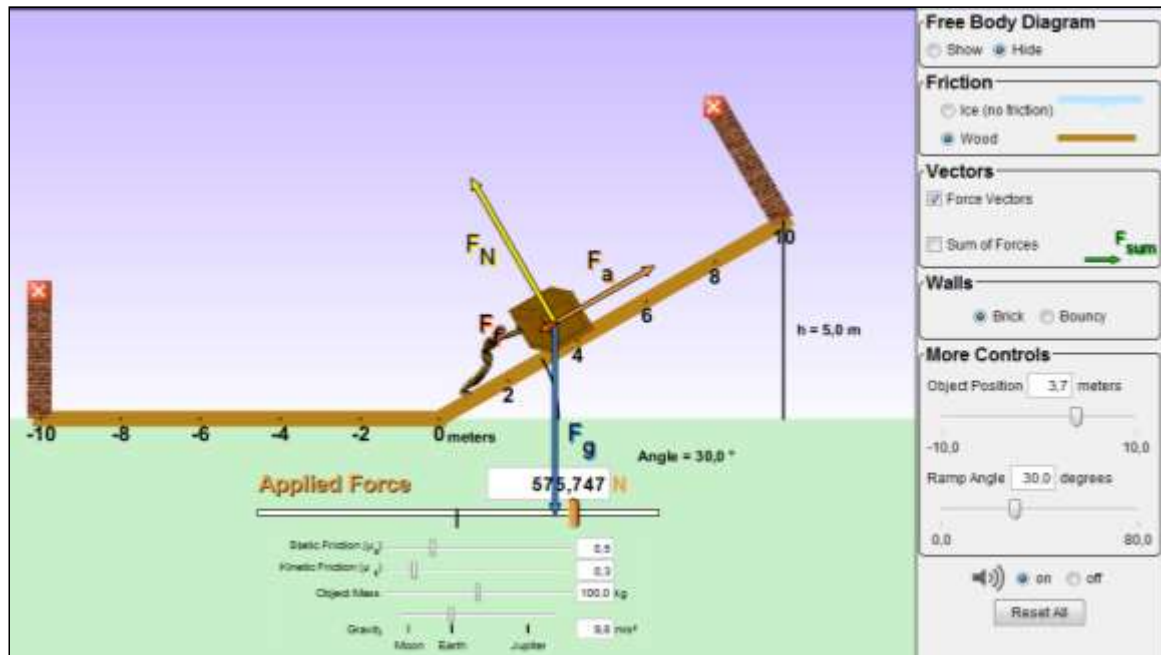
Autoru motivācija šī darba izstrādei ir pievērst cilvēku uzmanību jauno tehnoloģiju izmantošanas iespējām izglītības procesā, uzsverot to priekšrocības saistībā ar paplašinātajām eksperimenta gaitas modifikācijas iespējām, kā arī resursu patēriņa samazināšanu.

Projekta ietvaros tika realizēta fizikas eksperimenta simulācija, kas ietver sevī trīs dažāda veida materiālus, kas viens no otra atšķiras ar to virsmas slīdamības parametru. Simulācija satur vienu rampu un trīs taisnstūra paralēlskaldņus, kas ir izvietoti virs tās. Uzsākot

eksperimentu, objekti uzsāk kustību pa rampu, kur arī izpaužas visu materiālu virsmu saskares īpašības, kas ietekmē to slīdēšanas ātrumu.

Simulāciju nozīme un to pielietojums izglītībā

Pašlaik jau ir pieejamas vairākas divdimensiju simulācijas, kas ir paredzētas izmantošanai mācību procesā. Pārsvārā tās vizuāli attēlo kādu noteiktu fizikālu, ķīmisku vai bioloģisku procesu, kur lietotājam ir dota iespēja ievadīt sākuma parametrus. 1.attēlā ir parādīta uz Java bāzes realizēta spēku un kustības simulācija, kur priekšmeta ātrums mainās atkarībā no pamatnes un paša objekta virsmas materiāla, slīpuma leņķa, kā arī pieliktā spēka. Tas ļauj skolēniem uzskatāmi demonstrēt materiālu virsmu berzes fizikālās īpašības [3].



1.attēls. Spēku un kustības divdimensiju simulācija

Šādu divdimensiju simulāciju galvenās priekšrocības ir to salīdzinoši vienkāršākā izveide, jo darbs neiekļauj telpisku objektu modeļus. Tādas lietotnes atbalsta lielāks skaits sistēmu, jo to aparātūras prasības ir zemākas nekā sarežģītām trīsdimensiju simulācijām.

Neskatoties uz to, šīm programmām ir vairāki trūkumi. Piemēram, to realizācija divdimensiju vidē padara tās mazāk uzskatāmas un nedod reālu priekšstatu par tajās notiekošajiem procesiem, tāpēc ir svarīgi meklēt jaunus tehnoloģiskus risinājumus, kas padarītu šos mācību līdzekļus reālistiskākus un skolēniem saistošākus.

Apgalvojumu par šādu metožu ieviešanu skolās argumentē 2010.gadā Amerikas Savienotajās Valstīs veiktais pētījums, kas pierāda, ka simulācijas piedāvā skolēniem gūt vērtīgu praktisku pieredzi virtuālā vidē ar mērķi uzlabot prasmju pielietošanu arī reālajā dzīvē. Tas savukārt būtiski paaugstinātu audzēkņu motivāciju klases darbos un uzlabotu kopējo apmācības procesa kvalitāti [4].

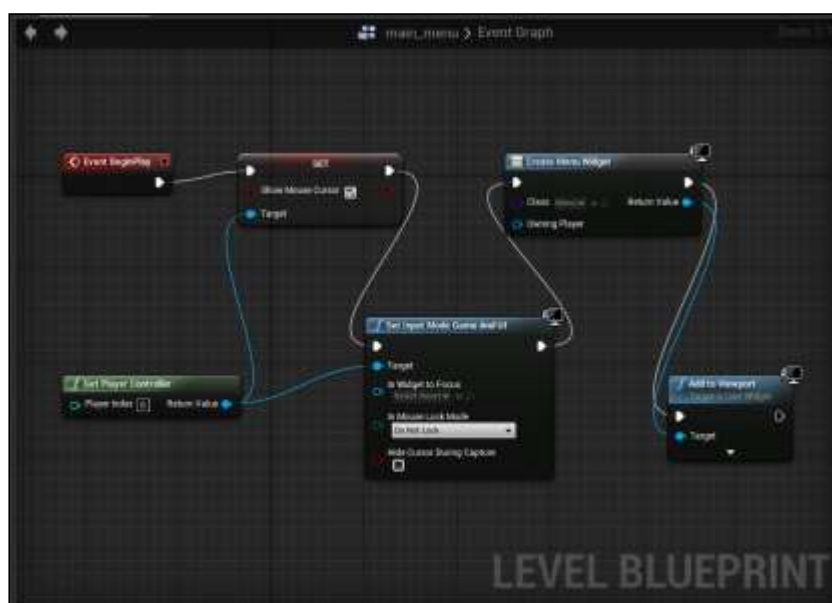
Unreal Engine 4 vides raksturojums

Unreal Engine ir pilnvērtīgs lietojumprogrammu komplekts, kas paredzēts apjomīgu grafisku lietotņu izstrādei divdimensiju un trīsdimensiju vidē. Kā piemērus var minēt datorspēles, 3D filmas, apmācību simulācijas, kā arī vizualizācijas. Projekta sākuma logs ar vairāku objektu un materiālu piemēriem ir redzams 2.attēlā, sniedzot vispārīgu priekšstatu par iepriekšminēto programnodrošinājumu.



2.attēls. Unreal Engine 4 projekta logs ar objektu un materiālu piemēriem

Šo rīku 1998. gadā, izmantojot C++ programmēšanas valodu, izstrādāja kompānija Epic Games, kas pirmo reizi to pielietoja spēles Unreal izveidei. Unreal Engine pamata funkcijas, kas tika realizētas pirmajā paaudzē, balstās uz objektu sadursmju noteikšanu, renderēšanu un mākslīgo intelektu. Otrajā paaudzē tika ieviestas tādas iespējas kā transportlīdzekļu, kā arī daļiņu kustību un mijiedarbības fizika. Attīstoties tehnoloģijām, trešā paaudze jau atbalsta DirectX 9/10 lietojumprogrammu saskarni un darbojas uz vairākām platformām: PC, Xbox 360 un Playstation 3 [5]. Pašā jaunākajā lietotnes versijā tika ieviesta grafiskā skriptu sistēma Blueprint, kas dod iespēju bez koda palīdzības ērti veidot atsevišķu projekta elementu struktūru, funkcijas un saskarni ar lietotāju, kā arī ļauj ātrāk veikt programmas atklūdošanu. Šīs tehnoloģijas piemērs ar savstarpēji savienotiem programmas funkcionālajiem blokiem ir uzskatāmi parādīts 3.attēlā.



3.attēls. Grafiskās skriptu sistēmas Blueprint piemērs

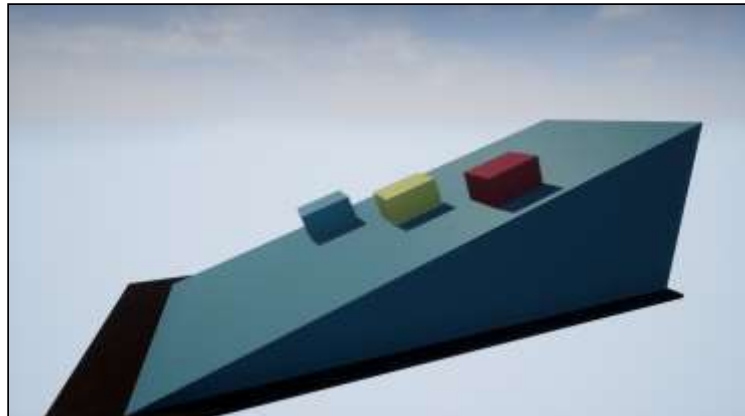
Papildus ir iespējams izmantot arī C++ programmēšanas valodas kodu, kas ļauj tieši manipulēt ar objektiem un to īpašībām. Turklāt, Unreal Engine 4 starpprogrammatūras integrācijas funkcija nodrošina tādu tehnoloģiju kā NVIDIA PhysX un Oculus VR integrēšanu projektos. Tas savukārt padara reālistiskākas objektu fiziskās īpašības un mijiedarbību starp tiem, kā arī sniedz iespēju realizēt virtuālās realitātes programmas [6].

Rezultāti un to izvērtējums

Izstrādātajā simulācijā autori piedāvā apskatīt dažādu materiālu virsmu berzes īpašības, tiem mijiedarbojoties vienam ar otru un radot noteiktu pretestību. Programmā ir iespēja izvēlēties vienu no trīs pieejamajiem eksperimentiem, kur katrs atšķiras ar rampas, pa kuru slīd objekti, materiālu. Krāsa attiecīgi norāda uz materiāla slīdamības pakāpi, kur zila - laba, dzeltena – vidēja, sarkana – vāja slīdamība.

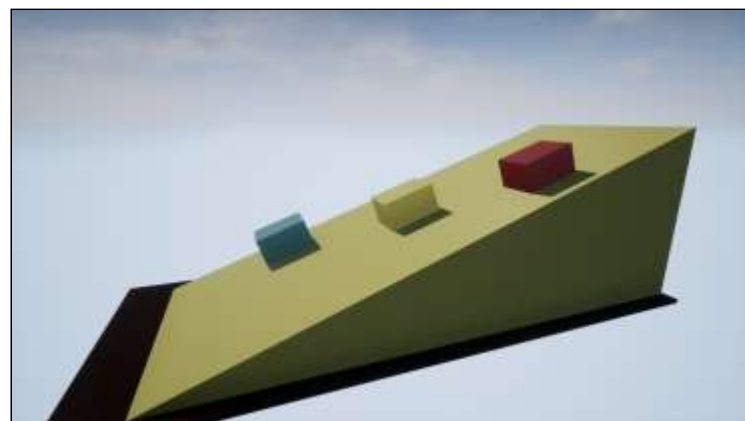
Lai materiāliem piešķirtu vajadzīgās īpašības, Unreal Engine 4 tiek izveidota jauna parametru datne. Eksperimentam nepieciešamais lielums ir „Friction” jeb berze, kuram palielinoties objekts slīd lēnāk. Lai noskaidrotu divu objektu savstarpējo slīdamību, tiek rēķināta virsmas berzes parametru vidējā vērtība jeb „Average” [7].

Pirmais eksperiments ir vizuāli parādīts 4.attēlā. Tajā rampa ir veidota no materiāla ar zemu berzi, piemēram, ledus. Rezultātā visu slīdošo objektu ātrums ir salīdzinoši liels.



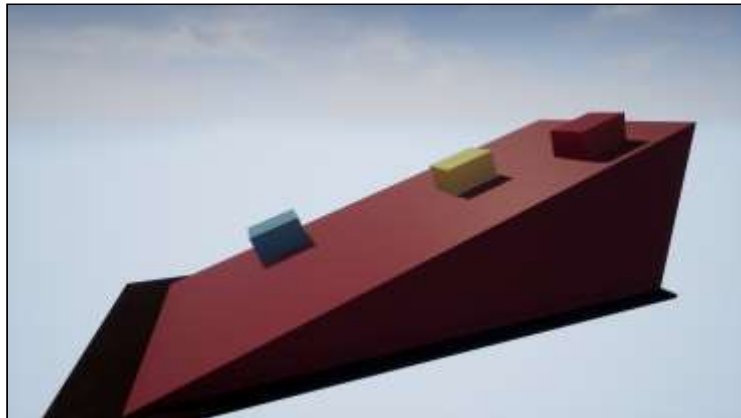
4.attēls. Eksperiments Nr.1

Otrais eksperiments ir apskatāms 5.attēlā, kur rampa ir veidota no materiāla ar vidēju slīdamības pakāpi, piemēram, koka. Uz tās esošo objektu ātrums attiecīgi samazinās berzes ietekmē.



5.attēls. Eksperiments Nr.2

Trešajā eksperimentā, kurš ir apskatāms 6.attēlā, attēlotā rampa ir veidota no zemas slīdamības materiāla, piemēram, gumijas, kā rezultātā slīdošo objektu ātrums ir viszemākais.



6.attēls. Eksperiments Nr.3

Dotā simulācija kalpo kā demonstrācija tam, ko ir iespējams iegūt, izmantojot Unreal Engine 4. Realizējot doto programmu kā reālu līdzekli mācību procesam, būtu vēlams pievienot datu reģistrācijas iespēju, ar kuras palīdzību tiktu ierakstīti katra eksperimenta rezultāti, t.i., objektu ātrums, slīdot pa rampu, laiks, kurā objekts ir sasniedzis rampas beigas, kā arī berzes spēks. Lietotājam ir jābūt iespējai izvēlēties katra objekta materiālu un mainīt rampas augstumu. Lai simulāciju padarītu interaktīvu un skolēniem saistošu, to var pārveidot, izmantojot Unreal Engine 4 virtuālās realitātes iespējas, kas ļautu padarīt mācību procesu, piemēram, fizikas nodarbībās, vieglāk uztveramu.

Secinājumi

1. Pašlaik pieejamās simulāciju izstrādes iespējas ir pietiekoši plašas, lai veidotu reālistiskus, fizikas likumiem atbilstošus, eksperimentu atdarinājumus.
2. Simulācijas jau tiek izmantotas dažādās nozarēs, bet to pielietojums izglītībā ir salīdzinoši zems.
3. Tagad esošās, izglītības nolūkiem izmantotās, simulācijas pārsvarā ir divdimensiju, kas tās padara mazāk reālistiskas.
4. Datorprogramma Unreal Engine 4 ar grafisko skriptu sistēmas Blueprint palīdzību nodrošina ļoti plašas iespējas trīsdimensiju simulāciju izstrādē, kā arī dod iespēju izveidot virtuālās realitātes telpu.
5. Ar izstrādātās simulācijas palīdzību tika uzskatāmi parādīta reālistiska fizikas eksperimenta gaita, uzsverot materiālu virsmas slīdamības īpašības.
6. Reālistiskas trīsdimensiju simulācijas spētu paaugstināt skolēnu interesi apgūt eksakto zinātņu priekšmetus, kā arī dotu iespēju veikt eksperimentus ar paaugstinātu bīstamības pakāpi.
7. Simulāciju izmantošana izglītības procesā ļauj samazināt resursu patēriņu, jo darbs nenotiek ar reāliem materiāliem un vielām.

Summary

Most scientific experiments and demonstrations require a large amount of resources, which consumption is rapidly increasing along with the development of technology in various fields of science. This leads to different kind of limitations in schools which are not funded well enough to acquire necessary substances and equipment such as interactive boards and tablets in order to make the whole learning process more appealing to students. To solve this problem, virtual simulations could be used instead of a conduction of actual experiments. The main

advantage of such applications would be their efficiency, simple modifiability and overall safety.

The aim of this work is to highlight some of the main advantages of simulations and their applications in education process in order to motivate educational institutions to integrate such methods in their line of work. In order to prove the necessity of these interactive pieces of software, authors of this research paper came up with an idea of creating a simulation consisting of physics experiments which show friction of three different materials. This example could be improved further and used as a study aid in physics lessons partially replacing theory books.

There are already several two-dimensional simulations available for educational purposes resembling a large variety of physical, chemical and biological processes. The main advantage is their low system requirements which makes them compatible even with older devices. On the other hand, being two-dimensional, these applications are not realistic enough to give students a thorough insight into the experiment process and the idea behind it. In order to solve this problem, three-dimensional applications could be developed, as, according to recent research, such interactive lessons would motivate students to perform better and be more interested in the according subject.

To accomplish their goal and create a simulation, authors have used Unreal Engine 4, as it is an open source tool suite which is available for free. The main reason for choosing this exact development software was its large scale of features the most important of them being the visual scripting system called Blueprint. It allows developers to use and connect various functional blocks to give objects certain properties and define their interaction with one another without directly editing the source code.

As a result, simulation showing three different material friction with one another was created. Developed application consists of three levels, where each contains one ramp and three blocks each of them being made out of a different physical material with a distinct surface friction property. The material of the ramp itself is different in every experiment while blocks keep the same physical properties throughout the whole simulation.

In the end, it was concluded that three-dimensional simulations would positively affect the quality of education process and motivate students to acquire knowledge through interactive and enjoyable means. These virtual experiments would also allow to perform highly dangerous tasks that otherwise would be impossible to be reproduced in a classroom.

Literatūra

8. Winsberg, E. *Computer Simulations in Science*. Sk. internetā (09.04.2017), <https://plato.stanford.edu/cgi-bin/encyclopedia/archinfo.cgi?entry=simulations-science>
9. Takahashi, D. *In the game engine wars, Epic and Unity aim at enabling VR*. Sk. internetā (09.04.2017), <https://venturebeat.com/2015/08/16/in-the-game-engine-wars-epic-and-unity-aim-at-enabling-vr/>
10. *Ramp: Forces and Motion - PhET Interactive Simulation*. Sk. internetā (08.04.2017), <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/ramp-forces-and-motion>
11. Schuck, P. *Simulations in education*. Sk. internetā (09.04.2017), http://www.westpoint.edu/cfe/Literature/Schuck_10.pdf
12. *History of Unreal Engine*. Sk. internetā (10.04.2017), https://classes.soe.ucsc.edu/cms164/Spring09/ass1/btkachef/Unreal_Engine/History.html
13. *Unreal Engine features*. Sk. internetā (08.04.2017), <https://www.unrealengine.com/unreal-engine-4>
14. Emperore, K., Sherry, D. *Unreal Engine Physics Essentials*. Birmingham: Packt Publishing, 2015 – 198p.

INTERNETA APTAUJU IZVEIDOŠANAS IESPĒJAS *INTERNET QUESTIONNAIRES DEVELOPMENT OPPORTUNITIES*

Autors: **Aleksandrs Fadejevs**, e-pasts: alexz12@inbox.lv, +37126237755

Zinātniska darba vadītājs: **Pēteris Grabusts Dr.sc.ing. profesors**, e-pasts:
Peteris.Grabusts@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *This article is about internet questionnaires, whose are used in sociological research works for business and science. So companies that produce internet questionnaires, for different types of users. The goal of this work is to explore production of the five popular developers of internet questionnaires, compare them by seven chosen criterions.*

Keywords: *internet questionnaires, sociological research, experimental psychology, opinion poll, web-based experiments.*

Ievads

Aptauja ir sākotnējās informācijas ievākšanas metode, kas paredz uzdot pētāmajai kopai mutiskus vai rakstiskus jautājumus, kuri satur pētījuma problēmu empīriskā līmenī, kā arī iegūto atbilžu statistisko apstrādi. Mūsdienās aptaujas metodes tiek pielietotas to jautājumu izpētē, kur informācijas nesējs ir cilvēks [1].

Šobrīd pēc interneta izveidošanas aptaujas tiek veiktas elektroniskā formā. Tas atļauj palielināt cilvēku skaitu, kas piedalās aptaujās, kas savukārt palielina doto pētījumu precizitāti un atvieglo aptauju datu apstrādi.

Interneta aptauju veidošanu šodien piedāvā vairāki uzņēmumi. Dota darba mērķis ir izpētīt vispopulārākos interneta aptauju izstrādātājus, salīdzināt tos pēc uzdotam kritērijam un noteikt labāko.

Materiāli un metodes

Dotā darbā tiek izskatīti 5 uzņēmumi, kas nodarbojas ar interneta aptauju izveidošanu:

- SurveyMonkey
- Google Inc.
- CreateSurvey
- Survio
- SoGoSurvey

Šo uzņēmumu produkcija tiks salīdzināta pēc 7 kritērijiem:

- Cena
- Jautājumu skaits anketā
- Anketu skaits
- Respondentu skaits
- Interfeisa un anketu valodas
- Izplatīšanas iespējas
- Datu analīzes iespējas

Interneta aptauju izstrādātāju apskats

SurveyMonkey ir ASV kompānija, kas nodarbojas ar interneta aptauju izstrādi, izmantojot mākoņu tehnoloģiju, kuru dibināja 1999. gadā Rajans Finlijs. *SurveyMonkey* piedāvā pielāgojamas bezmaksas aptaujas, kā arī maksās programmatūras paketes, kas piedāvā datu analīzi, eksemplāra izvēli, pārvirzes neitralizācijas un datu reprezentācijas instrumentus.

Papildus bezmaksas un maksas pakalpojumu plāniem individuāliem lietotājiem SurveyMonkey sniedz papildus pakalpojumu plānus liela mēroga uzņēmumiem, kas ir ieinteresēti datu analizē, zīmolu vadībā un uz patērētāju orientētas mārketingā. Šim uzņēmumam ir biroji San Mateo, Kalifornijā, Portlandā, Oregonā, Sietlā, Vašingtonā, Dublinā, Īrijā, Otavā, Ontārio un Luksemburgā [2].

Google Inc. ir ASV akciju sabiedrība, kas izstrādāja Google Formas. Tā ir Google Docs ir bezmaksas internetā bāzētā teksta procesora, izklājlapu un prezentāciju programmas daļa, ko izlaida 2006. gadā. Google Formas ir mākoņa pakalpojums, kas ļauj vākt informāciju no lietotājiem, izmantojot personalizētas aptaujas vai viktorīnas. Google Formas pakalpojums var tikt pielietots gan uz personālā datora gan uz klēpj datoriem un citam mobilām ierīcēm, kas atļauj realizēt videofailu un fotogrāfiju ievadīšanu, tas atļauj realizēt attēlot jautājumus respondentiem atkarība no to iepriekšējiem atbildēm [3].

CreateSurvey ir privāts Krievijas uzņēmums, kas nodrošina lietotājus ar tiešsaistes aptauju vadības sistēmu, lai izveidotu savu interneta aptauju. CreateSurvey piedāvā bezmaksas tiešsaistes un bezsaistes aptauju vadīšanas produktus un pakalpojumus. Uzņēmuma birojs atrodas Maskavā. Uzņēmums tika dibināts 1999. gadā. CreateSurvey ir rīks, kas ļauj lietotājiem, izveidot tiešsaistes aptaujas, apkopot un dalīties ar atsauksmēm.[4].

Survio ir mūsdienīga tiešsaistes aptauju veidošanas sistēma. Tā tika izveidota 2012. gadā Čehijā. Survio centrālais birojs atrodas Bruno, Čehijā. Aptaujas var novietot savā mājaslapā vai izplatīt caur sociālajiem tīkliem vai e-pastu. Ar rezultātiem ir iespējams dalīties ar citiem lietotājiem [5].

SoGoSurvey ir uz mākoņu tehnoloģijas "SaaS" balstīta lietotne, kas paredzēta daudzvalodu apsekojumu, veidlapu, aptauju, viktorīnu un novērtējumu radīšanai, izplatīšanai un analīzei. To izstrādāja uzņēmums SoGoSurvey 2013. gadā, kura centrālais birojs atrodas Herndonā, ASV.. Šobrīd SoGoSurvey nodrošina analītiku, datu apstrādi, un patērētāju mārketinga un atgriezeniskās saites sistēmu zīmoliem eBay, Citibank, UNICEF un Marriott [6].

Rezultāti un to izvērtējums

Cena

SurveyMonkey piedāvā bezmaksas versiju ar pamata funkcijām, un piedāvā maksas versijas ar paplašināto funkcionalitāti: Tarifu plāna SELECT maksa 35 € mēnesī (420 € gadā), tarifu plāna GOLD maksa 400 € gadā vienam lietotājam un tarifu plāna PLATINUM maksa 900 € gadā vienam lietotājam [2].

Google Formas ir bezmaksas serviss, kas ir pieejams visiem Google Docs lietotājiem[3].

CreateSurvey nodrošina bezmaksas versiju ar ierobežoto funkcionalitāti (tarifu plāns Sākotnējais) un maksas versijas ar neierobežoto funkcionalitāti. Tarifu plāna Personālais maksa 199 \$ gadā (189,29 € gadā), tarifu plāna Profesionālais maksa 759 \$ gadā (721,96 € gadā) un tarifu plāna Korporatīvais maksa 4500 \$ gadā (4280,41 € gadā) [4].

Survio piedāvā bezmaksas versiju ar pamata funkcijām, un piedāvā maksas versijas ar uzlaboto funkcionalitāti. Tarifu plāna Elite maksa ir 59 \$ mēnesī (673,45 € gadā), tarifu plāna Business maksa ir 25 \$ mēnesī (285,36 € gadā) un plāna Personal maksa ir 14 \$ mēnesī (159,80 € gadā) [5].

SoGoSurvey nodrošina bezmaksas versiju (tarifu plāns Basic) ar ierobežoto funkcionalitāti un maksas versijas ar paplašinātam iespējam. Tarifu plāns Plus tiek piedāvāts par cenu 19 \$ mēnesī (216,87 € gadā), tarifu plāns Pro tiek piedāvāts par cenu 59 \$ mēnesī (673,45 € gadā) un tarifu plāns Enterprise tiek piedāvāts par cenu 169 \$ mēnesī (1929,04 € gadā) [6].

Jautājumu skaits anketā

SurveyMonkey atļauj bezmaksas lietotājiem izveidot anketu, kura sastāv no 10 jautājumiem, taču maksas lietotājiem jautājumu skaits ir neierobežots [2].

Google Forms serviss atļauj lietotājiem izstrādāt anketu, kas sastāv no neierobežota jautājumu skaita [3].

CreateSurvey nodrošina iespēju bezmaksas lietotājiem izveidot anketu ar ierobežoto jautājumu skaitu (10 jautājumi), bet maksas lietotājiem jautājumu skaits ir neierobežots [4].

Survio piedāvā saviem lietotājiem iespēju izstrādāt anketu, kas sastāv no neierobežota jautājumu skaita, neatkarīgi no izmantota tarifu plāna [5].

SoGoSurvey iedod iespēju saviem tarifu plāna Basic lietotājiem izveidot anketu, kas sastāv no 30 jautājumiem, tarifu plānu Plus, Pro, un Enterprise lietotājiem jautājumu skaits ir neierobežots [6].

Anketu skaits

SurveyMonkey atļauj lietotājiem izveidot neierobežoto anketu skaitu, neatkarīgi no izmantota tarifu plāna [2].

Google Forms serviss nodrošina iespēju Google Docs lietotājiem izveidot neierobežoto anketu skaitu [3].

CreateSurvey piedāvā saviem tarifu plāna Sākotnējais lietotājiem iespēju izveidot 5 anketas, tarifu plāna Personālais lietotājiem iespēju izveidot 10 anketas, taču lietotājiem ir iespēja izdzēst liekas anketas, tarifu plānu Profesionālais un Korporatīvais lietotājiem iespēju izveidot neierobežoto anketu skaitu [4].

Survio iedod iespēju saviem bezmaksas lietotājiem iespēju izveidot 5 anketas, tarifu plāna Personal lietotājiem iespēju izveidot 100 anketas, lietotājiem, kas pielieto tarifu plānus Business un Elite, anketu skaits nav ierobežots [5].

SoGoSurvey atļauj saviem tarifu plāna Basic lietotājiem izveidot 15 anketas, tarifu plānu Plus, Pro, un Enterprise lietotājiem anketu skaits nav ierobežots [6].

Respondentu skaits

SurveyMonkey tarifu plāna BASIC lietotājiem respondentu skaits ir ierobežots 100 respondenti uz vienu anketu. Tarifu plāna SELECT lietotājiem respondentu skaits ir ierobežots 1000 respondenti uz vienu anketu, un 010 € par vienu papildus respondentu. Tarifu plāniem GOLD un PLATINUM respondentu skaits nav ierobežots [2].

Google Forms servisa lietotājiem respondentu skaits nav ierobežots [3].

CreateSurvey nodrošina saviem tarifu plāna Sākotnējais lietotājiem iespēju apstrādāt 100 respondentu atbildes uz vienu anketu. Tarifu plānā Personālais respondentu skaits ir ierobežots, 1000 uz vienu anketu. Tarifu plāns Profesionālais nodrošina 20000 respondentu uzturēšanu mēnesī vienam lietotājam. Tarifu plāns Korporatīvais nodrošina 100000 respondentu uzturēšanu mēnesī vienam lietotājam [4].

Survio bezmaksas lietotājiem respondentu skaits ir ierobežots līdz 100 respondentiem mēnesī, tarifu plāna Personal lietotājiem respondentu skaits ir ierobežots līdz 1000 respondentiem mēnesī, tarifu plāna Business lietotājiem respondentu skaits ir ierobežots līdz 10000 respondentiem mēnesī un tarifu plāna Elite lietotājiem respondentu skaits nav ierobežots [5].

SoGoSurvey nodrošina saviem tarifu plāna Basic lietotājiem iespēju apstrādāt 125 respondentu atbildes uz vienu anketu. Tarifu plānu Plus, Pro, un Enterprise lietotājiem respondentu skaits nav ierobežots [6].

Interfeisa un anketu valodas

SurveyMonkey piedāvā lietotājiem iespēju strādāt 17 valodās: Angļu (ASV), Angļu (Lielbritānijas), Spāņu, Portugāļu, Vācu, Nīderlandiešu, Franču, Krievu, Itāļu, Dāņu, Zviedru, Japāņu, Korejiešu, Ķīniešu (tradicionālā), Turku, Norvēģu, Somu [2].

Google Forms lietotne ir pieejama 83 valodās: Angļu (ASV), Angļu (Lielbritānijas), Čehu, Spāņu, Portugāļu, Vācu, Nīderlandiešu, Franču, Ungāru, Krievu, Slovāku, Itāļu, Dāņu, Zviedru, Japāņu, Korejiešu, Ķīniešu (tradicionālā), Turku, Norvēģu, Poļu, Somu, Latviešu, Igaunu, Bulgāru, Serbu, Lietuviešu, Persiešu, Singaliešu, Galisiešu, Afrikandu, Amharu, Basku, Islandiešu, Khmeru, Laosas, Malaizijas, Nepāliešu, Svahili, Urdu, Zulu u. c. [3].

CreateSurvey nodrošina lietotājiem interfeisu angļu un Krievu valodās, taču pašas anketēs var tikt izstrādātas arī citās valodās (atkarība no kodēšanas) [4].

Survio piedāvā lietotājiem iespēju strādāt 15 valodās: Čehu, Vācu, Angļu, Spāņu, Franču, Ungāru, Itāļu, Nīderlandiešu, Norvēģu, Poļu, Portugāļu, Brazīlijas portugāļu, Krievu, Slovāku un Zviedru [5].

SoGoSurvey nodrošina lietotājiem interfeisu angļu valodā, taču pašas anketēs var tikt izstrādātas arī citās valodās [6].

Izplatīšanas iespējas

SurveyMonkey piedāvā lietotājiem iespējas izplatīt aptaujas izmantojot sociālus tīklus, e-pastu un tīmekļa vietnes, ka arī piedāvā e-pastu atbilžu izsekošanu. Pastāv iespēja iebūvēt aptauju vietnē, kā izpildošais logs [2].

Google Forms serviss atļauj atsūtīt gatavu formu pa e-pastu, vai sociāliem tīkliem, ka arī to var iebūvēt tīmekļa vietnē (nav automatizētas izsūtīšanas) [3].

CreateSurvey izveido katrai anketai unikālo adresi, kurš var tikt izvietots tīmekļa vietnē vai atsūtīts respondentiem caur e-pastu, pastāv iespēja publicēt anketēs sociālos tīklos Facebook un Twitter. Maksas tarifu plānu lietotājiem tiek piedāvātas papildus izplatīšanas iespējas: iespēja ievietot anketu lietotāja tīmekļa vietnē (bezmaksas klienti var ievietot tikai saiti uz to), iespēja atsūtīt ielūgumus pa e-pastu uz anketēšanu un atgādinājumu sūtīšanas iespēja (ja ielūgumus tika ignorēts) [4].

Survio piedāvā lietotājiem iespēju nosūtīt lūgumus par anketas izpildīšanu pa e-pastu respondentiem (logotipa ievietošana ir pieejama tikai Business un Elite tarifu plānu lietotājiem), izveidot saiti uz anketas izpildīšanu, ko var iebūvēt tīmekļa vietnē, pastāv arī iespēja iebūvēt anketu paša vietnē (iframe) vai iebūvēt vietne, kā izpildošais logs, pastāv arī iespēja padalīties ar anketu caur sociāliem tīkliem Facebook, Twitter, Google+, LinkedIn un VK. Maksas tarifu plāniem Business un Elite ir iespēja izveidot anketas ar respondentu atpazīšanas iespēju [5].

SoGoSurvey atļauj lietotājiem nosūtīt saiti uz pētījuma URL, nosūtīt e-pasta ielūgumus, atgādinājumus un pateicības ziņojumus HTML formātā; publicēt pētījumus sociālajos tīklos Facebook, Google+, LinkedIn un Twitter. Maksas plānu Plus, Pro, un Enterprise lietotājiem ir iespēja izveidot personalizētus ielūgumus dažādiem lietotājiem. Maksas plānu Pro, un Enterprise lietotājiem ir iespēja nosūtīt automātiskus atgādinājumus respondentiem, kas ignorēja ielūgumus. Maksas plāna Enterprise lietotājiem ir iespēja mainīt pētījumu struktūru pēc tās uzsākšanas [6].

Datu analīzes iespējas

SurveyMonkey piedāvā saņemt atbildes, datu analīzei un secinājumu noteikšanai, un veikt rezultātu izplatīšanu reālā laikā. *SurveyMonkey* uztur automātisku atbilžu teksta analīzi, kas atvieglo lielu datu apjomu apstrādi. Teksta analīze ir iekļauta, sākot no tarifu plāna GOLD, un nav izmantojams Japāņu un Ķīnas valodās. Datus var pārveidot nestandarta diagrammās un atskaitēs rezultātu demonstrācijai. Tarifu plāns SELECT atļauj eksportēt rezultātus formātos XLS (Microsoft Excel), PDF, SPSS («Statistical Package for the Social Sciences» statistiskā pakete sociālām zinātnēm) vai gatavos prezentācijai PPT (Microsoft PowerPoint) failos. Tarifu plāna izmaiņas atļauj salīdzināt aptauju rezultātus ar citiem līdzīgām organizācijām, lai noteikto lietotāja (liela mēroga uzņēmuma, vai korporācijas) reālo stāvokli tirgū [2].

Google Forms atļauj attēlot aptauju datus kā parastas histogrammas, riņķa diagrammas un teksta tabulas. Lietotāji nevar filtrēt rezultātus, bet dati automātiski eksportējas elektroniskā tabulā Google. Google tabulas ir tiešsaistes lietotne, ar kura palīdzības lietotāji var izveidot elektroniskas tabulas un diagrammas, šī lietotne atļauj vairākiem lietotājiem apstrādāt tabulas un diagrammas kopā (iespējams datu eksports) [3].

CreateSurvey piedāvā lietotājiem tiešsaistes grafisko atskaišu izveidošanu. Ir iespēja izveidot detalizētas atskaites pār katru respondentu. Atbildes tiek apstrādātas reāla laika režīmā, un satur visas respondentu atbildes. Pastāv iespēja lejuplādēt atskaites nesaistes darbam, atskaites var atvērt ar lietotnēm Excel (XLS), SPSS un CSV. Pastāv iespēja filtrēt atskaites pēc datuma [4].

Survio veic rezultātu apstrādi reālajā laikā. Rezultāti tiek apkopti tabulas un grafikos (riņķa diagramma, histogramma, histogramma ar izdalīšanu), diagrammas var izdrukāt. Lietotne atļauj izskatīt atsevišķas atbildes. Iespējama filtrācija un segmentācija pēc atbildes, respondenta datuma, bezmaksas lietotāji un tarifu plāna Personal lietotājiem filtrācija ir ierobežota līdz 1 filtram uz anketu. Pastāv iespēja eksportēt grafikus formātos PNG un SVG. Tarifu plānu Personal, Business un Elite lietotājiem ir iespēja saņemt gala atskaiti PDF formātā, Business un Elite lietotājiem ir iespēja saņemt gala atskaiti DOCx formātā, gala atskaites satura noregulēšana ir pieejama tikai tarifu plāna Elite lietotājiem. Tarifu plānu Personal, Business un Elite lietotāji var eksportēt atbildes XLS formātā, vel Business un Elite lietotāji var eksportēt atbildes CSV formātā un Elite lietotāji var eksportēt atbildes XML un HTML formātos [5].

SoGoSurvey veic rezultātu apstrādi reālajā laikā. Tiek izveidoti tiešsaistes pārskati, kas ir pieejami jeb kura laikā caur internetu. Visiem lietotājiem ir iespējas eksportēt pārskatus uz MS Word (DOC), lietotājiem sakot no tarifu plāna PLUS iespējas eksportēt pārskatus uz MS Excel (XLS), MS PowerPoint (PPT) un Native PowerPoint. Lietotājiem sākot no tarifu plāna PRO ir iespēja izveidot pārskati ar statistikas elementiem. Tarifu plāna ENTERPRISE lietotājiem ir pieeja pie Datu tīrīšanas moduļa, kas atļauj rediģēt vai izdzēst neuzticamas atbildes. Visi lietotāji var eksportēt pētījumu datus XML un CSV formātos, sakot no tarifu plāna PLUS pastāv iespēja eksportēt pētījumu datus DOC, HTML, XML un Sogo1 formātos, sakot no tarifu plāna PRO, pastāv iespēja eksportēt pētījumu datus uz MS Access lietotni, un tarifu plāna ENTERPRISE lietotāji var eksportēt datus uz SPSS lietotni. Tarifu plānu PRO un ENTERPRISE lietotāji var importēt pētījumu datus no iepriekšējiem pētījumiem [6].

1.tabula

Interneta aptauju izstrādātāju salīdzinājums

	SurveyMonkey	Google Forms	CreateSurvey	Survio	SoGoSurvey
Cena	0 - 900 € gadā	0 € gadā	0 - 4280,41 € gadā	0 - 159,80 € gadā	0 - 1929,04 € gadā
Jautājumu skaits anketā	10 - ∞	∞	5 - ∞	∞	30 - ∞
Anketu skaits	∞	∞	5 - ∞	5 - ∞	15 - ∞
Respondentu skaits	100 uz anketu - ∞	∞	100 uz anketu – 100000 mēnesī	100 uz anketu - ∞	125 uz anketu - ∞
Interfeisa un anketu valodas	17 valodas (interfeiss un anketas)	83 valodas (interfeiss un anketas)	2 valodas (interfeiss) anketās var izmantot citas valodas (kodēšana)	15 valodās (interfeiss un anketas)	1 valoda (interfeiss) anketās var izmantot citas valodas

Izplatīšanas veids	e-pasts sociālie tīkli tīmekļa vietne	e-pasts (nav automatizētas izsūtīšanas) sociālie tīkli tīmekļa vietne	e-pasts sociālie tīkli tīmekļa vietne	e-pasts sociālie tīkli tīmekļa vietne	e-pasts sociālie tīkli tīmekļa vietne
Datu analīzes formāti	XLS PDF SPSS PPT	Google tabulas (iespējams datu eksports)	XLS SPSS CSV	PNG SVG PDF DOCx XLS HTML (tikai atbildes)	XML CSV DOC HTML XML Sogo1 ADN

Secinājumi un ieteikumi

Pēc informācijas par uzņēmumu lietotnēm apskatīšanas un salīdzināšanas var izdarīt sekojošus secinājumus un ieteikumus.

Ir noteikts, ka visi uzņēmumi, izņemot Google Inc, kas realizē bezmaksas pakalpojumu, piedāvā saviem lietotājiem izmantot lietotnes bez maksas ar ierobežotu funkcionalitāti, tiek ierobežots jautājumu skaits anketā, anketu skaits, respondentu skaits un papildus iespējas. Visi izstrādātāji ļauj lietotājiem izplatīt anketēs izmantojot e-pastu, sociālus tīklus un tīmekļa vietnes. Ir noteikts, ka Google Formas piedāvā vislielāko valodu izvēli, tāpēc to var ieteikt iesācējiem, un cilvēkiem, kas slikti saprot svešas valodas. Uzņēmumi SurveyMonkey, Survio un SoGoSurvey maksas versijā atļauj lietotājiem veikt aptaujas ar neierobežotu respondentu skaitu, tāpēc šo uzņēmumu produkcija ir ieteicama lielā mēroga uzņēmumiem. Uzņēmums SoGoSurvey piedāvā visplašāko datu eksportēšanas formātu izvēli, tāpēc tas ir rekomendēts lietotājiem, kas bieži strādā nesaiste.

Summary

After analysis of the results of the data, it can be concluded, that all companies except Google Inc., which provides free services for its users; to offer to users the free version of applications with limited functionality is limited in the number of questions in the questionnaire, the amount of questionnaires, the number of respondents and additional options. All questionnaires developed by these companies can be distribute, via e-mail, social networks and websites. Google Forms application offer the greatest choice of languages, so author can recommend it for beginners and people who are poorly understood foreign languages. Companies SurveyMonkey, Survio and SoGoSurvey paid version allows users to take surveys with an unlimited number of respondents, so author can recommend the production of these companies for large-scale enterprises. SoGoSurvey Company offers the most comprehensive data export format of choice, so author can recommend it for users who often work offline.

Literatūra

1. Kristapsone S. Zinātniskā pētniecība studiju procesā, Rīga: Turība, 2008.-225.lpp.
2. www.surveymonkey.com
3. <https://www.google.com/intl/ru/forms/about/>
4. www.createsurvey.com
5. www.survio.com
6. www.sogosurvey.com

COMPUTER SECURITY KIBERDROŠĪBA

Author: **Lauris Glīzds**, e-mail: vova456@inbox.lv, 27165715
Scientific supervisor: **Artis Teilāns, Dr.sc.ing. profesors**, e-mail: artis.teilans@rta.lv
Rezekne Academy of Technologies, Atbrivosanas aleja 115, Rezekne

Abstract. *The paper contains information about hacking types and systems which they are suffered the most cyber attack. The main goal is to introduce people how to protect your systems from several cyber attacks following by special guidelines.*

Keywords: *computer security, cyber security, IT security.*

Introduction

Computer security, also known as cyber security or IT security, is the protection of computer systems from the theft or damage to the hardware, software or the information on them, as well as from disruption or misdirection of the services they provide.[1]

It includes controlling physical access to the hardware, as well as protecting against harm that may come via network access, data and code injection[2], and due to malpractice by operators, whether intentional, accidental, or due to them being tricked into deviating from secure procedures[3].

The field is of growing importance due to the increasing reliance on computer systems and the Internet in most societies[4], wireless networks such as Bluetooth and Wi-Fi – and the growth of "smart" devices, including smart phones, televisions and tiny devices as part of the Internet of Things.

Materials and methods

A vulnerability is a system susceptibility or flaw. Many vulnerabilities are documented in the Common Vulnerabilities and Exposures (CVE) database. An *exploitable* vulnerability is one for which at least one working attack or "exploit" exists[5].

To secure a computer system, it is important to understand the attacks that can be made against it, and these threats can typically be classified into one of the categories below:

Backdoors

A backdoor in a computer system, a cryptosystem or an algorithm, is any secret method of bypassing normal authentication or security controls. They may exist for a number of reasons, including by original design or from poor configuration. They may have been added by an authorized party to allow some legitimate access, or by an attacker for malicious reasons; but regardless of the motives for their existence, they create a vulnerability.

Denial-of-service attack

Denial of service attacks (DoS) are designed to make a machine or network resource unavailable to its intended users[6]. Attackers can deny service to individual victims, such as by deliberately entering a wrong password enough consecutive times to cause the victim account to be locked, or they may overload the capabilities of a machine or network and block all users at once. While a network attack from a single IP address can be blocked by adding a new firewall rule, many forms of Distributed denial of service (DDoS) attacks are possible, where the attack comes from a large number of points – and defending is much more difficult. Such attacks can originate from the zombie computers of a botnet, but a range of other

techniques are possible including reflection and amplification attacks, where innocent systems are fooled into sending traffic to the victim.

Eavesdropping

Eavesdropping is the act of surreptitiously listening to a private conversation, typically between hosts on a network. For instance, programs such as Carnivore and NarusInsight have been used by the FBI and NSA to eavesdrop on the systems of internet service providers. Even machines that operate as a closed system (i.e., with no contact to the outside world) can be eavesdropped upon via monitoring the faint electro-magnetic transmissions generated by the hardware; TEMPEST is a specification by the NSA referring to these attacks.

Spoofing

Spoofing, in general, is a fraudulent or malicious practice in which communication is sent from an unknown source disguised as a source known to the receiver. Spoofing is most prevalent in communication mechanisms that lack a high level of security[7].

Tampering

Tampering describes a malicious modification of products. So-called "Evil Maid" attacks and security services planting of surveillance capability into routers[8] are examples.

Privilege escalation

Privilege escalation describes a situation where an attacker with some level of restricted access is able to, without authorization, elevate their privileges or access level. So for example a standard computer user may be able to fool the system into giving them access to restricted data; or even to "become root" and have full unrestricted access to a system.

Phishing

Phishing is the attempt to acquire sensitive information such as usernames, passwords, and credit card details directly from users[9]. Phishing is typically carried out by email spoofing or instant messaging, and it often directs users to enter details at a fake website whose look and feel are almost identical to the legitimate one. Preying on a victim's trust, phishing can be classified as a form of social engineering.

Clickjacking

Clickjacking, also known as "UI redress attack" or "User Interface redress attack", is a malicious technique in which an attacker tricks a user into clicking on a button or link on another webpage while the user intended to click on the top level page. This is done using multiple transparent or opaque layers. The attacker is basically "hijacking" the clicks meant for the top level page and routing them to some other irrelevant page, most likely owned by someone else. A similar technique can be used to hijack keystrokes. Carefully drafting a combination of stylesheets, iframes, buttons and text boxes, a user can be led into believing that they are typing the password or other information on some authentic webpage while it is being channeled into an invisible frame controlled by the attacker.

Social engineering

Social engineering aims to convince a user to disclose secrets such as passwords, card numbers, etc. by, for example, impersonating a bank, a contractor, or a customer[10].

A common scam involves fake CEO emails sent to accounting and finance departments. In early 2016, the FBI reported that the scam has cost US businesses more than \$2bn in about two years[11].

In May 2016, the Milwaukee Bucks NBA team was the victim of this type of cyber scam with a perpetrator impersonating the team's president Peter Feigin, resulting in the handover of all the team's employees' 2015 W-2 tax forms[12].

Systems at risk

Computer security is critical in almost any industry which uses computers. Currently, most electronic devices such as computers, laptops and cellphones come with built in firewall security software, but despite this, computers are not 100 percent accurate and dependable to protect our data (Smith, Grabosky & Urbas, 2004.) There are many different ways of hacking into computers. It can be done through a network system, clicking into unknown links, connecting to unfamiliar Wi-Fi, downloading software and files from unsafe sites, power consumption, electromagnetic radiation waves, and many more. However, computers can be protected through well built software and hardware. By having strong internal interactions of properties, software complexity can prevent software crash and security failure[13].

Financial systems

Web sites and apps that accept or store credit card numbers, brokerage accounts, and bank account information are prominent hacking targets, because of the potential for immediate financial gain from transferring money, making purchases, or selling the information on the black market[14]. In-store payment systems and ATMs have also been tampered with in order to gather customer account data and PINs.

Utilities and industrial equipment

Computers control functions at many utilities, including coordination of telecommunications, the power grid, nuclear power plants, and valve opening and closing in water and gas networks. The Internet is a potential attack vector for such machines if connected, but the Stuxnet worm demonstrated that even equipment controlled by computers not connected to the Internet can be vulnerable to physical damage caused by malicious commands sent to industrial equipment (in that case uranium enrichment centrifuges) which are infected via removable media. In 2014, the Computer Emergency Readiness Team, a division of the Department of Homeland Security, investigated 79 hacking incidents at energy companies[15]. Vulnerabilities in smart meters (many of which use local radio or cellular communications) can cause problems with billing fraud[16].

Consumer devices

Desktop computers and laptops are commonly infected with malware either to gather passwords or financial account information, or to construct a botnet to attack another target. Smart phones, tablet computers, smart watches, and other mobile devices such as Quantified Self devices like activity trackers have also become targets and many of these have sensors such as cameras, microphones, GPS receivers, compasses, and accelerometers which could be exploited, and may collect personal information, including sensitive health information. Wifi, Bluetooth, and cell phone networks on any of these devices could be used as attack vectors, and sensors might be remotely activated after a successful breach[17].

Home automation devices such as the Nest thermostat are also potential targets[17].

Large corporations

Large corporations are common targets. In many cases this is aimed at financial gain through identity theft and involves data breaches such as the loss of millions of clients' credit card details by Home Depot[18], Staples[19], and Target Corporation[20]. Medical records

have been targeted for use in general identify theft, health insurance fraud, and impersonating patients to obtain prescription drugs for recreational purposes or resale[21].

Not all attacks are financially motivated however; for example security firm HBGary Federal suffered a serious series of attacks in 2011 from hacktivist group Anonymous in retaliation for the firm's CEO claiming to have infiltrated their group[22, 23], and Sony Pictures was attacked in 2014 where the motive appears to have been to embarrass with data leaks, and cripple the company by wiping workstations and servers[24, 25].

Government

Government and military computer systems are commonly attacked by activists[26, 27, 28, 29] and foreign powers[30, 31, 32, 33]. Local and regional government infrastructure such as traffic light controls, police and intelligence agency communications, personnel records, student records[34], and financial systems are also potential targets as they are now all largely computerized. Passports and government ID cards that control access to facilities which use RFID can be vulnerable to cloning.

Summary

In computer security a countermeasure is an action, device, procedure, or technique that reduces a threat, a vulnerability, or an attack by eliminating or preventing it, by minimizing the harm it can cause, or by discovering and reporting it so that corrective action can be taken[35, 36, 37].

Some common countermeasures are listed in the following sections:

Security by design

Security by design, or alternately secure by design, means that the software has been designed from the ground up to be secure. In this case, security is considered as a main feature.

Some of the techniques in this approach include:

- The principle of least privilege, where each part of the system has only the privileges that are needed for its function. That way even if an attacker gains access to that part, they have only limited access to the whole system.
- Automated theorem proving to prove the correctness of crucial software subsystems.
- Code reviews and unit testing, approaches to make modules more secure where formal correctness proofs are not possible.
- Defense in depth, where the design is such that more than one subsystem needs to be violated to compromise the integrity of the system and the information it holds.
- Default secure settings, and design to "fail secure" rather than "fail insecure" (see fail-safe for the equivalent in safety engineering). Ideally, a secure system should require a deliberate, conscious, knowledgeable and free decision on the part of legitimate authorities in order to make it insecure.
- Audit trails tracking system activity, so that when a security breach occurs, the mechanism and extent of the breach can be determined. Storing audit trails remotely, where they can only be appended to, can keep intruders from covering their tracks.
- Full disclosure of all vulnerabilities, to ensure that the "window of vulnerability" is kept as short as possible when bugs are discovered.

Security architecture

The Open Security Architecture organization defines IT security architecture as "the design artifacts that describe how the security controls (security countermeasures) are positioned, and how they relate to the overall information technology architecture. These controls serve the purpose to maintain the system's quality attributes: confidentiality, integrity, availability, accountability and assurance services"[38].

Techopedia defines security architecture as "a unified security design that addresses the necessities and potential risks involved in a certain scenario or environment. It also specifies when and where to apply security controls. The design process is generally reproducible." The key attributes of security architecture are[39]:

- the relationship of different components and how they depend on each other.
- the determination of controls based on risk assessment, good practice, finances, and legal matters.
- the standardization of controls.

Security measures

A state of computer "security" is the conceptual ideal, attained by the use of the three processes: threat prevention, detection, and response. These processes are based on various policies and system components, which include the following:

- User account access controls and cryptography can protect systems files and data, respectively.
- Firewalls are by far the most common prevention systems from a network security perspective as they can (if properly configured) shield access to internal network services, and block certain kinds of attacks through packet filtering. Firewalls can be both hardware- or software-based.
- Intrusion Detection System (IDS) products are designed to detect network attacks in-progress and assist in post-attack forensics, while audit trails and logs serve a similar function for individual systems.
- "Response" is necessarily defined by the assessed security requirements of an individual system and may cover the range from simple upgrade of protections to notification of legal authorities, counter-attacks, and the like. In some special cases, a complete destruction of the compromised system is favored, as it may happen that not all the compromised resources are detected.

Today, computer security comprises mainly "preventive" measures, like firewalls or an exit procedure. A firewall can be defined as a way of filtering network data between a host or a network and another network, such as the Internet, and can be implemented as software running on the machine, hooking into the network stack (or, in the case of most UNIX-based operating systems such as Linux, built into the operating system kernel) to provide real time filtering and blocking. Another implementation is a so-called "physical firewall", which consists of a separate machine filtering network traffic. Firewalls are common amongst machines that are permanently connected to the Internet.

Some organizations are turning to big data platforms, such as Apache Hadoop, to extend data accessibility and machine learning to detect advanced persistent threats[40, 41].

However, relatively few organisations maintain computer systems with effective detection systems, and fewer still have organised response mechanisms in place. As result, as Reuters points out: "Companies for the first time report they are losing more through electronic theft of data than physical stealing of assets"[42]. The primary obstacle to effective eradication of cyber crime could be traced to excessive reliance on firewalls and other automated "detection" systems. Yet it is basic evidence gathering by using packet capture appliances that puts criminals behind bars.

Hardware protection mechanisms

While hardware may be a source of insecurity, such as with microchip vulnerabilities maliciously introduced during the manufacturing process[43, 44], hardware-based or assisted computer security also offers an alternative to software-only computer security. Using devices and methods such as dongles, trusted platform modules, intrusion-aware cases, drive locks, disabling USB ports, and mobile-enabled access may be considered more secure due to the

physical access (or sophisticated backdoor access) required in order to be compromised. Each of these is covered in more detail below.

- USB dongles are typically used in software licensing schemes to unlock software capabilities[45], but they can also be seen as a way to prevent unauthorized access to a computer or other device's software. The dongle, or key, essentially creates a secure encrypted tunnel between the software application and the key. The principle is that an encryption scheme on the dongle, such as Advanced Encryption Standard (AES) provides a stronger measure of security, since it is harder to hack and replicate the dongle than to simply copy the native software to another machine and use it. Another security application for dongles is to use them for accessing web-based content such as cloud software or Virtual Private Networks (VPNs)[46]. In addition, a USB dongle can be configured to lock or unlock a computer[47].

- Trusted platform modules (TPMs) secure devices by integrating cryptographic capabilities onto access devices, through the use of microprocessors, or so-called computers-on-a-chip. TPMs used in conjunction with server-side software offer a way to detect and authenticate hardware devices, preventing unauthorized network and data access[48].

- Computer case intrusion detection refers to a push-button switch which is triggered when a computer case is opened. The firmware or BIOS is programmed to show an alert to the operator when the computer is booted up the next time.

- Drive locks are essentially software tools to encrypt hard drives, making them inaccessible to thieves[49]. Tools exist specifically for encrypting external drives as well[50].

- Disabling USB ports is a security option for preventing unauthorized and malicious access to an otherwise secure computer. Infected USB dongles connected to a network from a computer inside the firewall are considered by the magazine Network World as the most common hardware threat facing computer networks[51].

- Mobile-enabled access devices are growing in popularity due to the ubiquitous nature of cell phones. Built-in capabilities such as Bluetooth, the newer Bluetooth low energy (LE), Near field communication (NFC) on non-iOS devices and biometric validation such as thumb print readers, as well as QR code reader software designed for mobile devices, offer new, secure ways for mobile phones to connect to access control systems. These control systems provide computer security and can also be used for controlling access to secure buildings[52].

Secure operating systems

One use of the term "computer security" refers to technology that is used to implement secure operating systems. In the 1980s the United States Department of Defense (DoD) used the "Orange Book"[53] standards, but the current international standard ISO/IEC 15408, "Common Criteria" defines a number of progressively more stringent Evaluation Assurance Levels. Many common operating systems meet the EAL4 standard of being "Methodically Designed, Tested and Reviewed", but the formal verification required for the highest levels means that they are uncommon. An example of an EAL6 ("Semiformally Verified Design and Tested") system is Integrity-178B, which is used in the Airbus A380[54] and several military jets[55].

Secure coding

In software engineering, secure coding aims to guard against the accidental introduction of security vulnerabilities. It is also possible to create software designed from the ground up to be secure. Such systems are "secure by design". Beyond this, formal verification aims to prove the correctness of the algorithms underlying a system[56]; important for cryptographic protocols for example.

Bibliography

1. Gasser, Morrie (1988). Building a Secure Computer System (PDF). Van Nostrand Reinhold. p. 3. ISBN 0-442-23022-2. Retrieved 6 September 2015.
2. "Definition of computer security". Encyclopedia. Ziff Davis, PCMag. Retrieved 6 September 2015.
3. Rouse, Margaret. "Social engineering definition". TechTarget. Retrieved 6 September 2015.
4. "Reliance spells end of road for ICT amateurs", May 07, 2013, The Australian
5. "Computer Security and Mobile Security Challenges" (pdf). researchgate.net. Retrieved 2016-08-04.
6. "Distributed Denial of Service Attack". csa.gov.sg. Retrieved 12 November 2014.
7. "What is Spoofing? - Definition from Techopedia".
8. Gallagher, Sean (May 14, 2014). "Photos of an NSA "upgrade" factory show Cisco router getting implant". Ars Technica. Retrieved August 3, 2014.
9. "Identifying Phishing Attempts". Case.
10. Arcos Sergio. "Social Engineering" (PDF).
11. Scannell, Kara (24 Feb 2016). "CEO email scam costs companies \$2bn". Financial Times (25 Feb 2016). Retrieved 7 May 2016.
12. "Bucks leak tax info of players, employees as result of email scam". Associated Press. 20 May 2016. Retrieved 20 May 2016.
13. J. C. Willemsen, "FAA Computer Security". GAO/T-AIMD-00-330. Presented at Committee on Science, House of Representatives, 2000.
14. "Financial Weapons of War". Minnesota Law Review. 2016. SSRN 2765010.
15. Pagliery, Jose. "Hackers attacked the U.S. energy grid 79 times this year". CNN Money. Cable News Network. Retrieved 16 April 2015.
16. "Vulnerabilities in Smart Meters and the C12.12 Protocol". SecureState. 2012-02-16. Retrieved 4 November 2016.
17. "Is Your Watch Or Thermostat A Spy? Cybersecurity Firms Are On It". NPR.org. 6 August 2014.
18. Melvin Backman (18 September 2014). "Home Depot: 56 million cards exposed in breach". CNNMoney.
19. "Staples: Breach may have affected 1.16 million customers' cards". Fortune.com. December 19, 2014. Retrieved 2014-12-21.
20. "Target security breach affects up to 40M cards". Associated Press via Milwaukee Journal Sentinel. 19 December 2013. Retrieved 21 December 2013.
21. Jim Finkle (23 April 2014). "Exclusive: FBI warns healthcare sector vulnerable to cyber attacks". Reuters. Retrieved 23 May 2016.
22. Bright, Peter (February 15, 2011). "Anonymous speaks: the inside story of the HBGary hack". Arstechnica.com. Retrieved March 29, 2011.
23. Anderson, Nate (February 9, 2011). "How one man tracked down Anonymous—and paid a heavy price". Arstechnica.com. Retrieved March 29, 2011.
24. Palilery, Jose (December 24, 2014). "What caused Sony hack: What we know now". CNN Money. Retrieved January 4, 2015.
25. James Cook (December 16, 2014). "Sony Hackers Have Over 100 Terabytes Of Documents. Only Released 200 Gigabytes So Far". Business Insider. Retrieved December 18, 2014.
26. "Internet strikes back: Anonymous' Operation Megaupload explained". RT. 20 January 2012. Archived from the original on 5 May 2013. Retrieved May 5, 2013.
27. "Gary McKinnon profile: Autistic 'hacker' who started writing computer programs at 14". The Daily Telegraph. London. 23 January 2009.
28. "Gary McKinnon extradition ruling due by 16 October". BBC News. September 6, 2012. Retrieved September 25, 2012.
29. Law Lords Department (30 July 2008). "House of Lords – Mckinnon V Government of The United States of America and Another". Publications.parliament.uk. Retrieved 30 January 2010. 15. ... alleged to total over \$700,000
30. "NSA Accessed Mexican President's Email", October 20, 2013, Jens Glüsing, Laura Poitras, Marcel Rosenbach and Holger Stark, spiegel.de
31. Sanders, Sam (4 June 2015). "Massive Data Breach Puts 4 Million Federal Employees' Records At Risk". NPR. Retrieved 5 June 2015.
32. Liptak, Kevin (4 June 2015). "U.S. government hacked; feds think China is the culprit". CNN. Retrieved 5 June 2015.
33. Sean Gallagher. "Encryption "would not have helped" at OPM, says DHS official".
34. "Schools Learn Lessons From Security Breaches". Education Week. 19 October 2015. Retrieved 23 May 2016.
35. RFC 2828 Internet Security Glossary
36. CNSS Instruction No. 4009 dated 26 April 2010
37. InfosecToday Glossary

38. Definitions: IT Security Architecture. SecurityArchitecture.org, Jan, 2006
39. Janssen, Cory. "Security Architecture". Techopedia. Janalta Interactive Inc. Retrieved 9 October 2014.
40. "Cybersecurity at petabyte scale".
41. Woodie, Alex (9 May 2016). "Why ONI May Be Our Best Hope for Cyber Security Now". Retrieved 13 July 2016.
42. "Firms lose more to electronic than physical theft". Reuters.
43. "The Hacker in Your Hardware: The Next Security Threat". Scientific American.
44. Waksman, Adam; Sethumadhavan, Simha (2010), "Tamper Evident Microprocessors"(PDF), Proceedings of the IEEE Symposium on Security and Privacy, Oakland, California
45. "Sentinel HASP HL". E-Spin. Retrieved 2014-03-20.
46. "Token-based authentication". SafeNet.com. Retrieved 2014-03-20.
47. "Lock and protect your Windows PC". TheWindowsClub.com. Retrieved 2014-03-20.
48. James Greene (2012). "Intel Trusted Execution Technology: White Paper" (PDF). Intel Corporation. Retrieved 2013-12-18.
49. "SafeNet ProtectDrive 8.4". SCMagazine.com. 2008-10-04. Retrieved 2014-03-20.
50. "Secure Hard Drives: Lock Down Your Data". PCMag.com. 2009-05-11.
51. "Top 10 vulnerabilities inside the network". Network World. 2010-11-08. Retrieved 2014-03-20.
52. "Forget IDs, use your phone as credentials". Fox Business Network. 2013-11-04. Retrieved 2014-03-20.
53. Lipner, Steve (2015). "The Birth and Death of the Orange Book". IEEE Annals of the History of Computing. 37 (2): 19–31. doi:10.1109/MAHC.2015.27.
54. Kelly Jackson Higgins (2008-11-18). "Secure OS Gets Highest NSA Rating, Goes Commercial". Dark Reading. Retrieved 2013-12-01.
55. "Board or bored? Lockheed Martin gets into the COTS hardware biz". VITA Technologies Magazine. December 10, 2010. Retrieved 9 March 2012.
56. Sanghavi, Alok (21 May 2010). "What is formal verification?". EE Times_Asia.

NANOTECHNOLOGY APPLICATION IN COMPOSITE REBAR PRODUCTION

PIETEIKUMU NANOTEHNOLOĢIJU RAŽOŠANAS KOMPOZĪTMATERIĀLU ARMATŪRAS

Author: **Konstantin Gusev**, e-mail: k.gusev@polycomposit.com, +79113908050
Scientific supervisor: **Vladimir Solovyev, Dr. Sci., Prof.**, e-mail: solovyev_v55@mail.ru
Pskov State University, Lenin Square 2, 180000 Pskov, Russian Federation

Abstract. *The paper deals with the influence of metal/carbon nanocomposite additives on the physical properties of composite polymer reinforcement samples. Novel methods of composite rebar production have been suggested and tested. The overall positive effect of polymer composite material modification by selected additives has been found and analyzed.*

Keywords: *composite materials, polymers, composite rebar, modification, isomethyltetrahydrophthalic anhydride, metal/carbon nanocomposite.*

Introduction

Polymer composite materials with higher specific performance than the traditional high-strength structural materials based on steel, titanium and aluminium are considered to be the materials of the 21st century. Composite materials reinforced with continuous high strength high modulus glass or basalt fibers, in the form of rebar with diameter from 2 to 40 mm present the greatest interest as structural materials for the construction industry [1].

Structurally they are multicomponent materials consisting of polymer matrix reinforced with fillers, fibers, whiskers, particulate matter, etc. The main advantage of composite material is that by selection of the composition and properties of filler and matrix, their ratio, orientation of the filler it is possible to obtain materials with the required combination of operational and technological properties. The selection of key components is determined by the required functional requirements, operational reliability of the composites, and compatibility of components, adaptability of processing, availability and cost.

Materials and methods

Fiberglass performs a reinforcing function and ensures the necessary strength. Polymer binder, located in the interfiber space is used for distribution of mechanical stresses between the fibers, also partly takes these mechanical stresses and, very importantly, determines the solidity of the material, transfer and stress distribution in the filler, determines the heat-, moisture-, heat - and chemical resistance.

Currently a promising direction to enhance structural strength of fiberglass is the modification of polymer matrix by various nano-additives, or creation a matrix of nanostructures during the synthesis of the material. Updating is understood as the directed change of structure and properties of polymers when administered in the composition of macromolecules of the small number of nanoscale fragments of different nature [2]. The properties of the obtained multiphase nanocomposites are determined by two main factors: 1) the dispersion and distribution of nanoparticles in the polymer matrix, and 2) the interaction between polymer chains and nanoparticles.

The aim of this study is to increase the strength characteristics of fiberglass reinforcement by modification of epoxy resins by sapentia representing isomethyltetrahydrophthalic anhydride (ISO-MTHPA) with a concentration of metal/carbon nanocomposite (NC) Cu/C of 1.125% and the subsequent technological processing. The concrete result manifests itself in the peculiarities of the structure and the distribution of

nanoparticles in the polymer matrix and interphase boundaries even at such small content of nanoparticles as 1-2 weight percent in the composite.

The technology of recovery metal compounds in the polymeric materials matrices consists of mechanochemical and thermochemical stages. This gives a durable nanocomplex metal with the carbon matrix. The amount of the nanoparticle depends on its nature and activity, and on the structure of the main composition. Modified nanocomposites have chemical-physical and mechanical properties, significantly exceeding those of the original [3].

Table 1

Results of physical-mechanical tests

Composition					Heat mode (1) and (2)		Mechanical properties		
	Epoxy resin ED-20, weight parts	ISO-MTHPA, weight parts	UPR, weight parts	1,125% suspension NC, weight parts	T, °C (polymerization in the furnace)	t, min.	Tensile strength, MPa	Modulus of elasticity, MPa	Elongation, %
Check sample	1000	1000	40	-	(1): 245, 240, 230, 200, 200, 190.	8	1110	51733	2,5
Sample 1 (FS Cu/C concentration 0,04%)	1000	964	40	36	(1): 245, 240, 230, 200, 200, 190	8	1158	51360	2,1
Sample 2 (FS Cu/C concentration 0,02%)	1000	980	40	18	(1): 245, 240, 230, 200, 200, 190	8	1150	50980	2,9
Sample 3 (FS Cu/C concentration 0,02%)	1000	980	40	18	(2): 245, 240, 230, 220, 210, 190	8	1196	49820	3,7
Sample 4 (FS Cu/C concentration 0,04%)	1000	964	40	36	(2): 245, 240, 230, 220, 210, 190	8	1224	50140	4,2

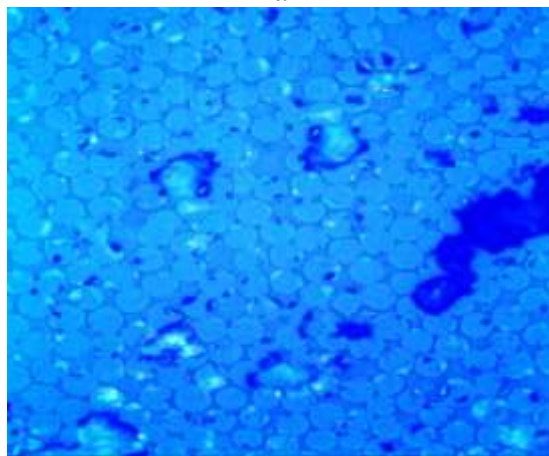
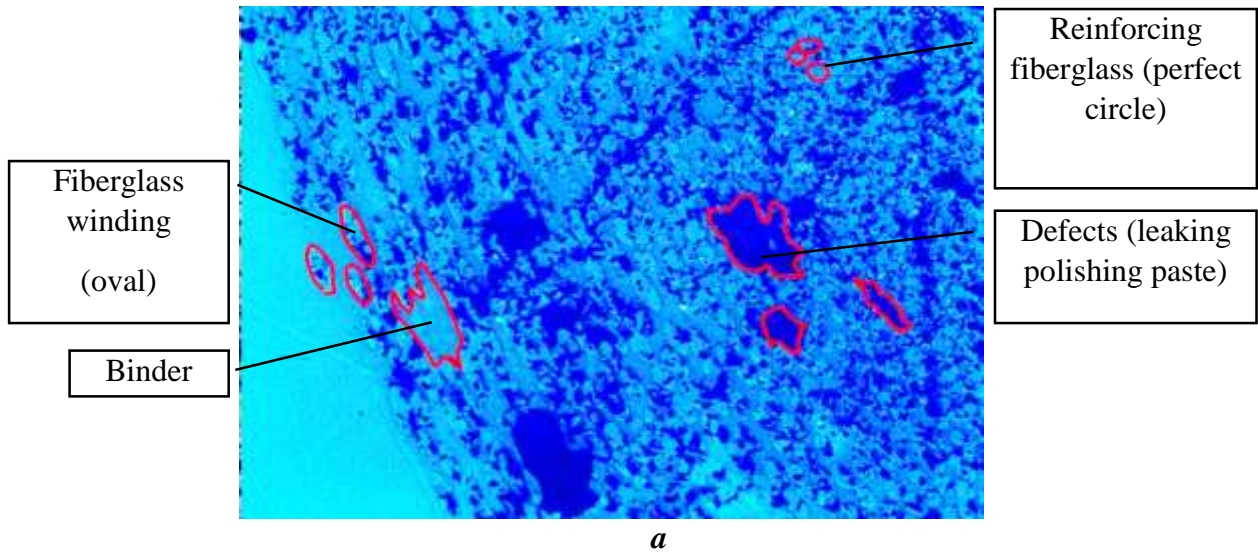


Fig. 1. Check sample (a: x100, b: x200)

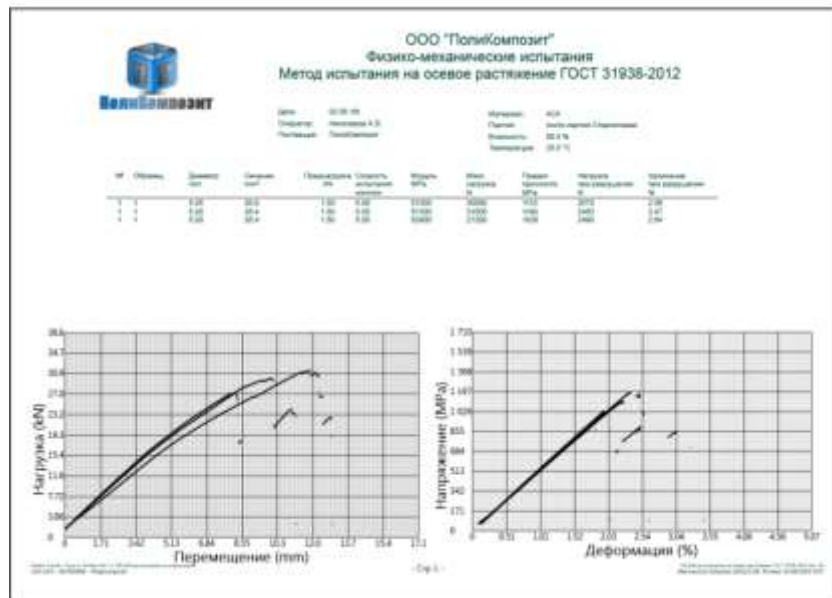
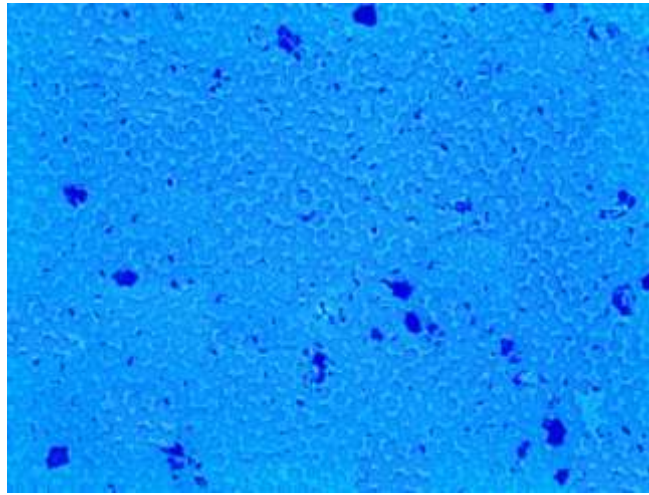
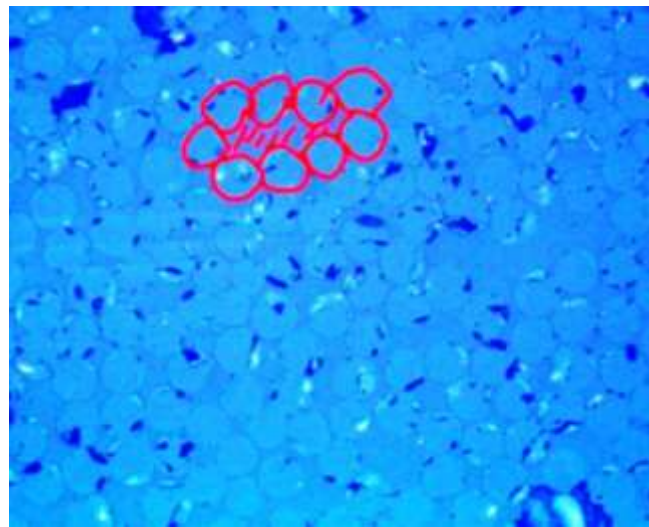


Fig. 2. The tensile strength of 1110 MPa, Modulus of elasticity 51733 MPa



a



b

Fig. 3. Sample 1 (a: x100, b: x200)

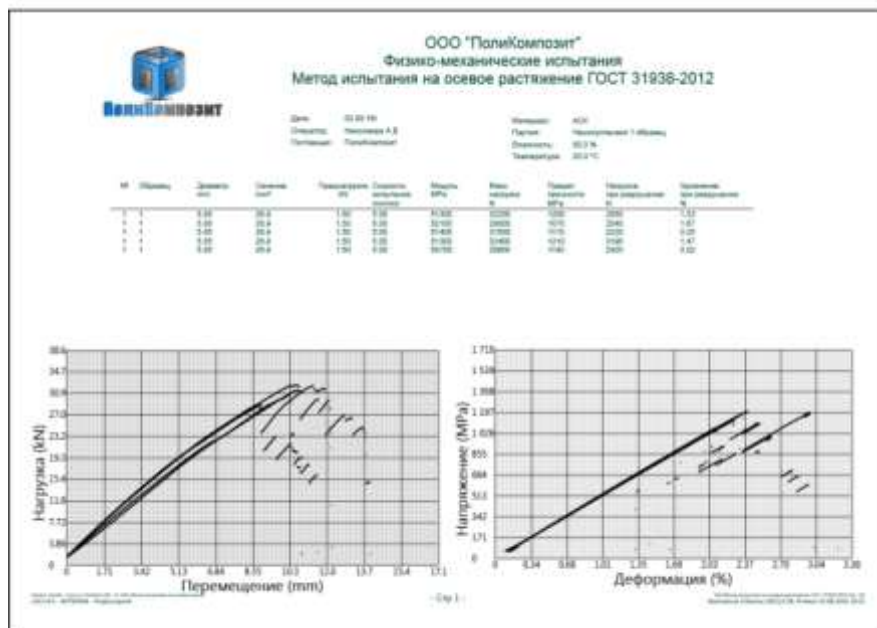
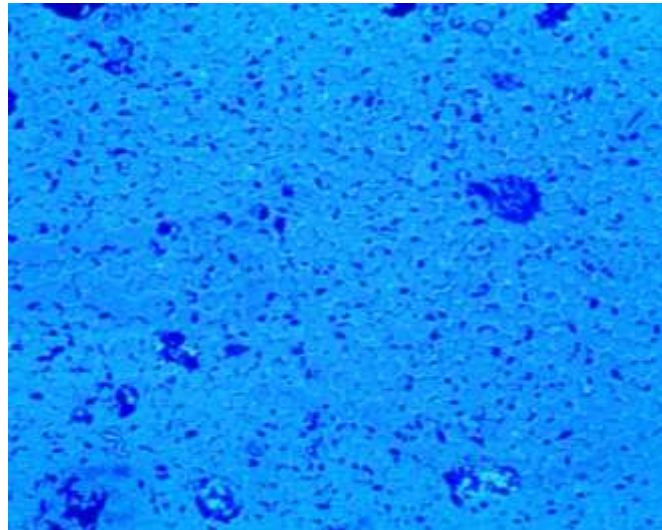
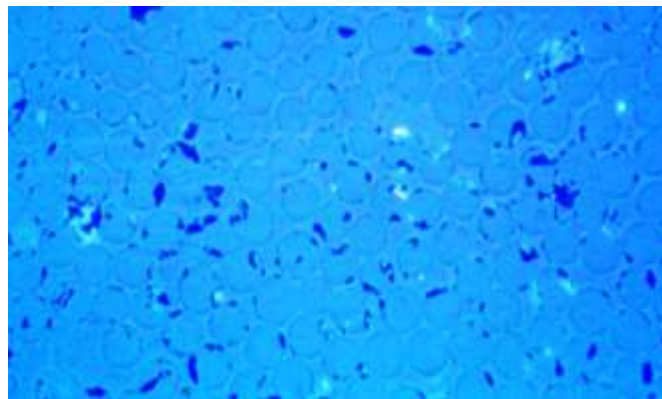


Fig. 4. The tensile strength of 1158 MPa, Modulus of elasticity 51360 MPa



a



b

Fig. 5. Sample 2 (a: x100, b: x200)

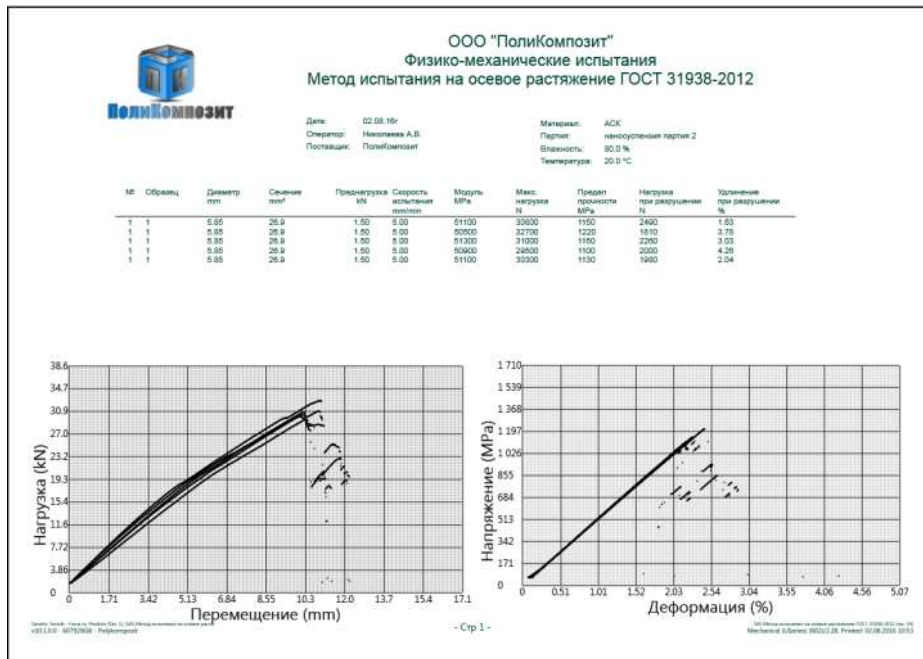
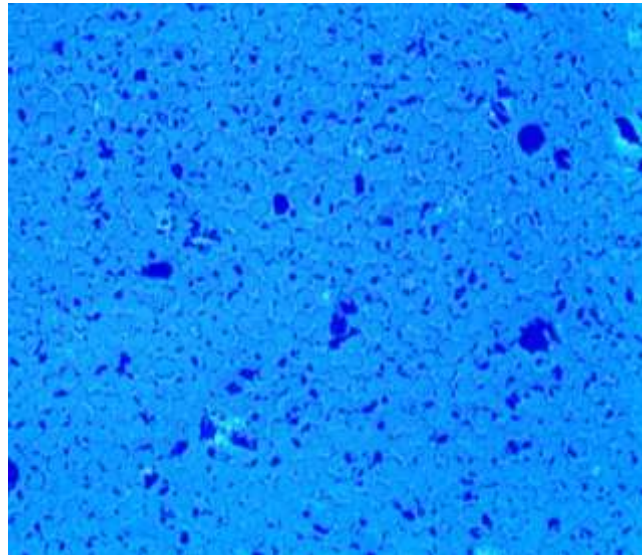
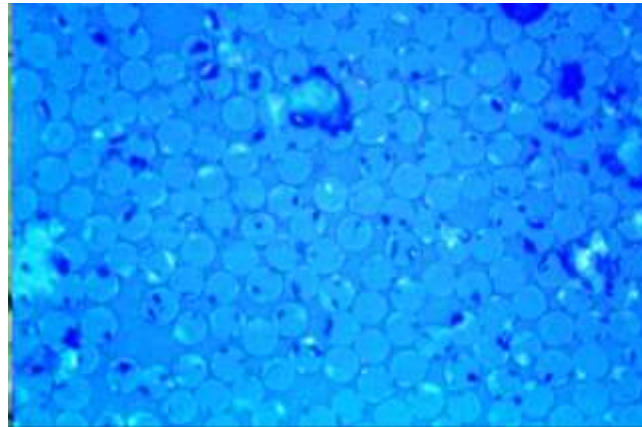


Fig. 6. The tensile strength of 1150 MPa, Modulus of elasticity 50980 MPa



a



b

Fig. 7. Sample 3 (a: x100, b: x200)

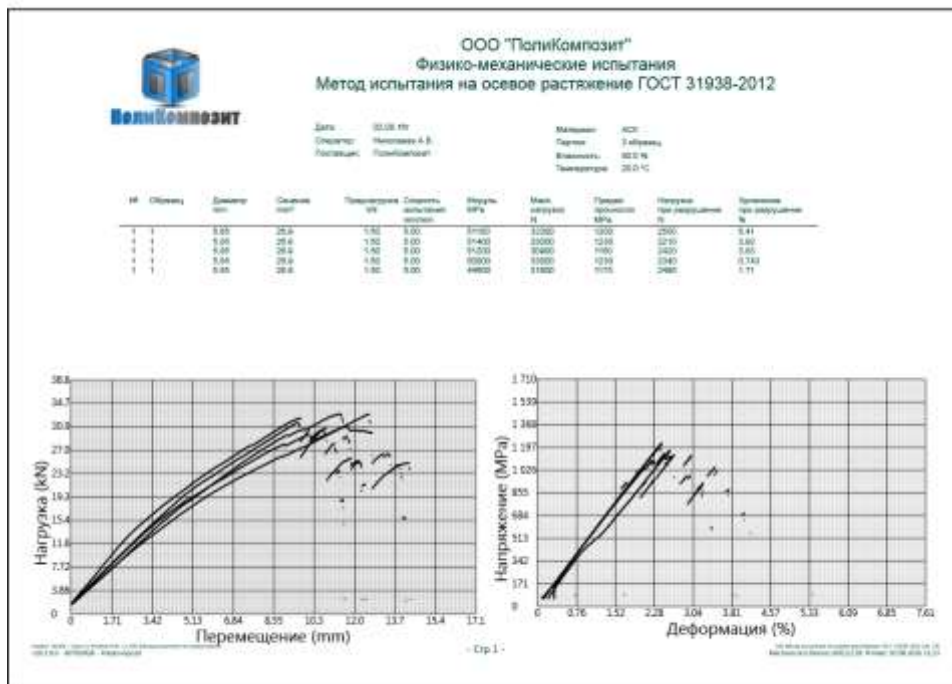
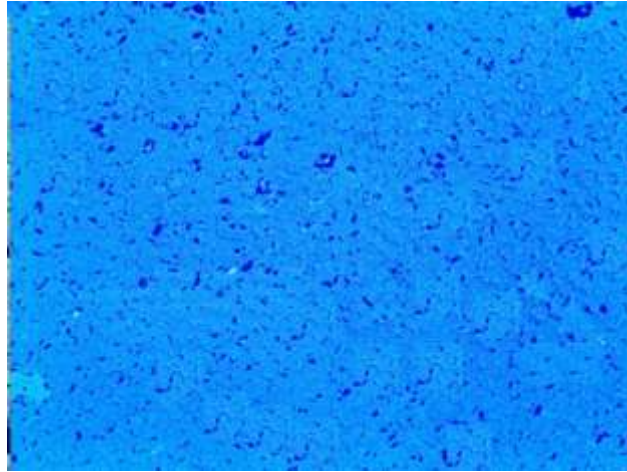
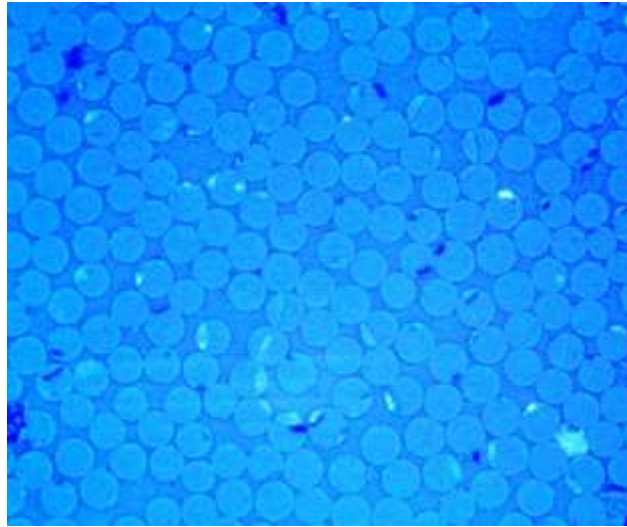


Fig. 8. The tensile strength of 1196 MPa, Modulus of elasticity 49820 MPa



a



b

Fig. 9. Sample 4 (a: x100, b: x200)

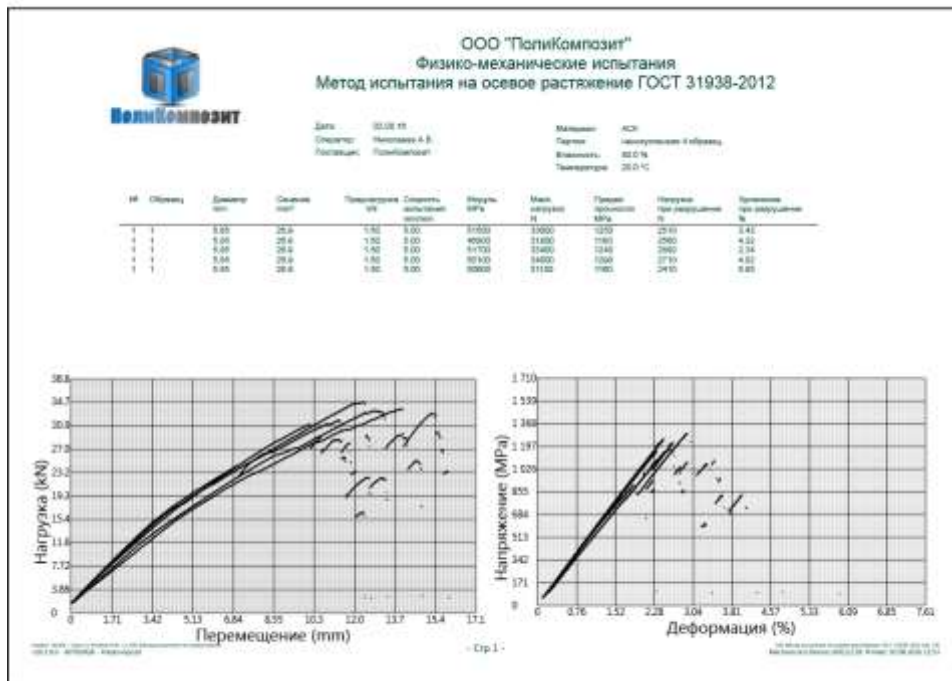


Fig. 10. The tensile strength of 1224 MPa, Modulus of elasticity 50140 MPa

Results

To enable the interaction of components in the suspension, before the experiment on a production line "Polikom-5" "OOO Polikompozit" in the production of fiberglass reinforcement with the method of nightrose, fine suspension (FS) Cu/C NC was subjected to ultrasonic treatment for 20 min. Then FS Cu/C NC was injected into the epoxy binder (resin ED-20 + hardener ISO-MTGFA), processing system in ultrasonic bath for 20 minutes, for uniform distribution of ultrafine particles in the polymer. The optimal NC concentrations (0.02 and 0.04%) were chosen empirically. Further modified compound was poured into a bath of impregnation of the glass strands on the line. The binder composition of fiberglass reinforcement samples (Ø6mm) obtained in the experiment is shown in Table 1.

Some samples were studied optically using their thin sections (Figures 1 – 5) and tested for axial tension according to GOST 31938-2012 "Composite polymer reinforcement for concrete structures reinforcement. General technical conditions".

As a result of epoxy binder modification using a FS Cu/C NC, improvement of glass fiber wettability was visually observed for all samples, which is consistent with the optical study of micro-sections (according to the images of micro-sections, the packing density in these samples is higher than that in the check sample, demonstrating the highest defects content and consequently the lowest limit strength). However, with the introduction of nano-modifier, a decrease in the elastic modulus takes place, which is probably caused by a decrease in plasticity of the binder.

Conclusions

When analyzing data of physical-mechanical tests it was found that the thermal mode "2" increases the tensile strength to 10% as well as the ductility of the epoxy binder. The tensile strength growth in samples 1-4 may be caused by an increase in adhesive interaction between glass and epoxy binder.

Thus, the application of modifying additives makes it possible to control the composite rebar properties in accordance with operational requirements. The overall positive effect of composite rebar modification by selected additives extends the application area of such materials.

Bibliography

1. Frolov N.P. Fiberglass reinforcement and glass-plastic-concrete design. M.: Stroyizdat, 1980 (in Russian).
2. Kochnev A.M., Galibeev S.S. Modification of polymers. Kazan, 2008 (in Russian).
3. <http://nanokompozity.ru/?file=produksiya/metalluglerodnye-nanokompozity>

POWER2GAS IN GERMANY – TECHNOLOGY AND OPPORTUNITIES

Authors: **Lisa Christin Hansen**, lisa.hansen@student.jade-hs.de,

Philipp Bojahr, philipp.bojahr@student.jade-hs.de

Scientific supervisor: **Josef Timmerberg, Dr.-Ing, Prof.**, jt@jade-hs.de, +49 4421 985 2372
Jade University, Wilhelmshaven, Germany

Abstract – *For the future, Germany banks on renewable energy. That bears a challenge, because this energy generation heavily depends on climate conditions. Therefore, a proper storage technology is needed to ensure the energy supply all over the year. Furthermore, the expansion of renewable power plants and the power grid expansion advance in different pace. The power grid operators have to react with feed-in management actions to safe the grid against overloading. As a consequence, operators have to switch off some of their windmills if the wind blows too strong. Suitable storage technologies will help to avoid shutting down renewable power plants to generate the full energy potential. A promising technology is Power2Gas. These facilities transform electrical energy into gas, which could be stored in the huge German gas network.*

Keyword: *electrolysis, feed-in management, methane, power-to-gas, storage*

1. Introduction

At least since the German government determined to shut down all nuclear power plants after the nuclear catastrophe in Fukushima in 2011, the expansion of renewable energy sources speeded up. Germany wants to become a pioneer in backing out of nuclear energy generation. In 2022, the last German nuclear power plant will be shut down.

Much earlier the international community of states had realized that the global warming is the result of increasing carbon emissions. To counteract this development they created climate agreements since 1992 such as the Agenda 21, the Kyoto Protocol or the Paris Agreement. [1] Subsequently the expansion of carbon neutral energy sources is one keystone for reducing carbon emissions and to adjust the global warming.

2. Renewable energy in Germany

In order to reduce the carbon emission and to ensure the energy supply without nuclear power plants, the German government is promoting the renewable energy sources. Despite a small expansion in the 1990's, wind power, photovoltaics and biomass are covering one third of the German gross electricity consumption nowadays. [2] Nearly half of the renewable energy bases on wind energy. [3] Especially the coastal areas are qualified for this technology because of suitable wind conditions all over the year. Therefore many on- and offshore wind farms were and will be built in northern Germany. [4] Continuous increasing of electricity generation is the result (Figure 4 *landfill, sewage and mine gas).

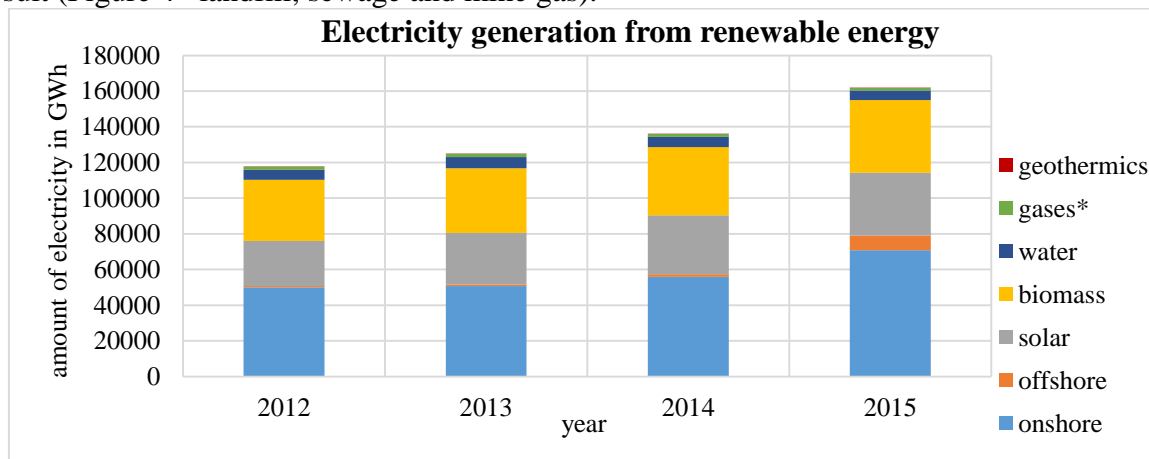


Figure 4 Electricity generation from renewable energy from 2012 – 2015 [3, 5–7]

2.1. German electricity network – current problems

At first appearance the development of renewable energy generation looks good, but there is one big problem. The German electricity grid is not able to transport unlimited electrical power from the north to the south, because the grid expansion is not as fast as it should be. Therefore the grid operators have to draw on feed-in management. That means cutting down the electricity generation. [8]

Table 7

Feed-in management between 2012 and 2016 in GWh [9]

Year	1 st quarter	2 nd quarter	3 rd quarter	4 th quarter	Total
2012	-	-	-	-	385
2013	-	-	-	-	555
2014	-	-	-	-	1581
2015	1135	737	815	2036	4722
2016	1511	534	551	-*	-*

- not published, -* still not published

In the last three to four years the amount of unused renewable energy increased by shutting down the electricity generating plants (Table 7). In 2012 about 400 gigawatt hours were not fed in. Two years later this value nearly reached 1600 gigawatt hours and in the following year it was tripled. The main reasons for shutting down are to protect the power grid against overload and because affordable long-term storage technologies for excess electric energy are missing.

For all these feed-in management actions the grid operators have to pay monetary compensations to the owners of the affected power plants. In 2012 the grid operators payed 33.10 million euros. For the following twelve months 43.74 million euros have been incurred and one year later the compensations increased to 82.69 million euros. For the year 2015 there was a strong increase up to 314.84 million euros. [3]

Table 8

Distribution of lost renewable energy generation according to energy sources between 2012 and 2015 in GWh [3, 5–7]

Year	2012	2013	2014	2015
Energy source				
Wind energy	358.5	480.3	1221.5	4124.9
Solar energy	16.0	65.5	245.2	227.6
Biomass	9.4	8.8	112.1	364.4
Others*	1.1	0.4	2.2	5.1
Total	385.0	555.0	1581.0	4722.0

*gases, water, geothermics and cogeneration

The values for the year 2016 will be published at the end of the year 2017.

Table 8 shows the distribution of lost renewable energy generation according to energy sources. Worst affected from shutting down is the wind energy. Especially the electrical power generated by wind turbines in Schleswig-Holstein exceeds the capacity of the German power grid. In this state alone, about 3079 gigawatt hours were not generated in 2015, which represented 65% of the total value. By far, Brandenburg, Lower Saxony and Mecklenburg-Western Pomerania are following with 689 gigawatt hours, 429 gigawatt hours and 265 gigawatt hours. [3] The power loss from solar energy and biomass is much lower, because these

power plants are distributed evenly all over Germany. Therefore the power grid load caused by them is not as focused as it is by wind energy.

Altogether the development of proper storages for renewable energy is a critical factor to promote the energy revolution successfully. In different projects around the world electric power devices are tested in pilot experiments. Currently, they are often used for short term storage. Excess electrical power that is generated by day can be stored for the night. Tesla, around its founder Elon Musk, installed a solar park with 272 Tesla-Powerpacks on the Hawaiian island Kauai. Thereby the inhabitants do not use diesel generators anymore. [10]

Another pilot project is planned in Varel, Germany, in close vicinity to the Jade Hochschule of Wilhelmshaven by the Japanese consortium Nedo. The battery storage device will need the area of a football pitch and should store plus distribute the renewable energy that is generated in this region. [11]

3. Alternative storage opportunity– gas network in Germany

One promising alternative to electrical power devices is a technology, which converts electrical power into gas. This technology is known as power-to-gas and allows the use of the gas network and gas stores for long-term energy storage. After a look on the German gas grid, the technical and chemical explanation of power-to-gas plants follows in chapter 4.

The volume of work of the German gas grid is about 27.6 million standard cubic metres, which corresponds around one quarter of the European capacity. [3, 12] This quantity represents 30% of the annual German gas consumption. [3, 13] Behind USA, Russia and Ukraine, Germany is the worldwide number 4 in terms of gas storage capacity. [14] This fact shows, how big the German potential is, to store renewable energy in form of gas. 51 underground gas stores allow this high number of storage capacity. In Germany almost exclusively pore and cavern storages are used. [15] With the conversation of electrical power into gas, Germany has the possibility to use renewable energy also for non-electrical processes.

In the last year, German companies and research institutes built power-to-gas plants for testing purposes all over the country. One pilot project is the Audi e-gas project in Werlte, Lower Saxony, about 120 km south west of Wilhelmshaven, which is operated by the automobile manufacturer Audi AG. This plant serves to generate hydrogen for further testing and supply of vehicles with fuel cell drive. In another step it is also possible to convert the hydrogen into methane. This gas can be fed into the normal gas grid and makes the long term storage of renewable energy possible. After some months of research the plant is integrated in the German gas network, since autumn 2013. [16]

In the year 2015, the electrical supplier RWE Deutschland AG activated another demonstration plant in Ibbenbüren, North Rhine-Westphalia. The main research objectives are investigations about the operation flexibility and analysis of the storage process. This plant generates hydrogen, which is fed into the RWE-gas network. [17]

4. Power2Gas – Technological fundamentals

In general, Power2Gas uses electric energy, primarily the excess of renewable energy sources arising because of fluctuation, to generate hydrogen or synthetic methane. Even if the gravimetric energy density of pure hydrogen is the highest, the focus of this paper is the production of methane. The reasons are the higher volumetric energy density of methane and many aspects regarding the easier handling in comparison to pure hydrogen. [18]

4.1. Chemical action principle

Electrolysis, the decomposition of an ion conductor with the help of electricity, forms the technological basis of Power2Gas. Thereby, water is separated into its components oxygen and hydrogen. Figure 5 shows the general principle of water electrolysis. [19]

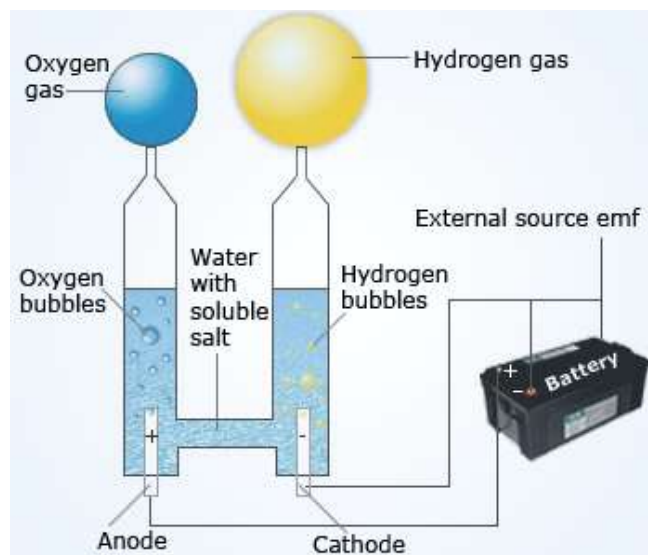


Figure 5 Schematic of electrolysis principle [20]

Two electrodes bathed in an ion conductor are connected to an external power supply. Since pure water is an isolator, acids, alkali or soluble salts are often used to raise the electrical conductivity. The voltage at the electrodes leads to a lack of electrons at the anode and a spillover of electrons at the cathode. OH^- -anions (in alkaline aqueous solutions) or H_2O -molecules (in acid aqueous solutions) move to the anode where they release an electron, meaning they are oxidated. As a result, oxygen rises in its gaseous state. In contrast, positive hydrogen-ions (in acid solution) and H_2O -molecules (in alkaline solutions) wander to the cathode. Hence, each of those cations absorbs an electron, is reduced to hydrogen. Finally, hydrogen gas rises at the cathode and can be absorbed. [19]

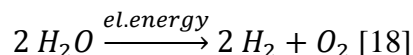
The following redox reactions express these processes:

Table 9

Terms of redox reactions for water electrolysis [19]

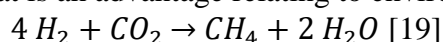
type of aqueous solution	reduction at cathode	oxidation at anode
acid	$4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2$	$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$
alkaline	$4 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2 + 4 \text{OH}^-$	$4 \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{O}_2 + 4 \text{e}^- + 2 \text{H}_2\text{O}$

In sum, hydrogen gas occurs at the cathode and oxygen gas at the anode, independent of the type of solution. The reaction can be summarized to:



Subsequently, the generated hydrogen can either be stored, transported or used directly for example as fuel in vehicles. But in Germany the preferred way is the subsequent methanation. In this case, a chemical synthesis transforms hydrogen and added carbon dioxide into methane (CH_4). [21]

The the redox reaction of the methanation process shows, that there are no other byproducts despite water, what is an advantage relating to environmental aspects:



This synthetic methane can then be led into the existing infrastructure for natural gas without any limits. [19] If the system uses already existing carbon dioxide and does not release it from fossil sources only for this purpose, the generated methane is CO_2 -neutral. Exemplary sources are biogas, waste products from sewage or composting plants as well as the carbon

dioxide existing in the atmosphere. Stripping CO₂ from the air is relatively expensive compared to other methods but would reduce its concentration in the atmosphere. [18]

4.2. Implementation

The implementation of complete systems for power-to-gas plants requires the combination of various components. These are:

- power supply
 - best case: near renewable energy sources
- transformers and rectifiers
 - because electrolysis presumes a d.c. supply at low voltage levels
- **electrolyzer** including electrolyte supply
- supporting components
 - e. g. cooling systems, electrolyte reconditioning, inert gas supplies
- downstream components
 - e.g. compressors, gas cleaners, a **methanation** complex, storages

Sometimes also reconversion attachments are added to generate electrical power from the gas again. But such constructions lower the degree of efficiency distinctly and do not redound to a long-term storage of energy for which reason this paper neglects those. [18, 22]

Two of those components are most important: electrolyzer and methanation complex. For realizing electrolysis in big scales there are three main methods available. These are alkaline electrolysis (AEL), membrane electrolysis (proton exchange membrane, PEMEL) and high temperature electrolysis of steam (HTES, also called solid oxide electrolysis SOEL). They differ in the way of construction, operating behavior under pressure and under dynamic conditions based on fluctuating power supply, temperature and used electrolyte. They have in common that one electrolyzer consists of many electrolytic cells built up in stacks to generate appropriate amounts of gas. [18]

Theoretically methanation can be implemented in two basic manners, catalytic and biological, though biological procedures are only used in laboratories yet. Catalytic procedures need to be developed, too, especially in relation to their flexibility. At the moment it is difficult to work with unsteady gas streams (H₂). But particularly this characteristic is important if the power-to-gas technology shall be used to compensate fluctuating electricity generation. That is why buffer storages for hydrogen are needed at the moment. Anyway, they can be used in sufficient dimensions to make methanation possible. [22]

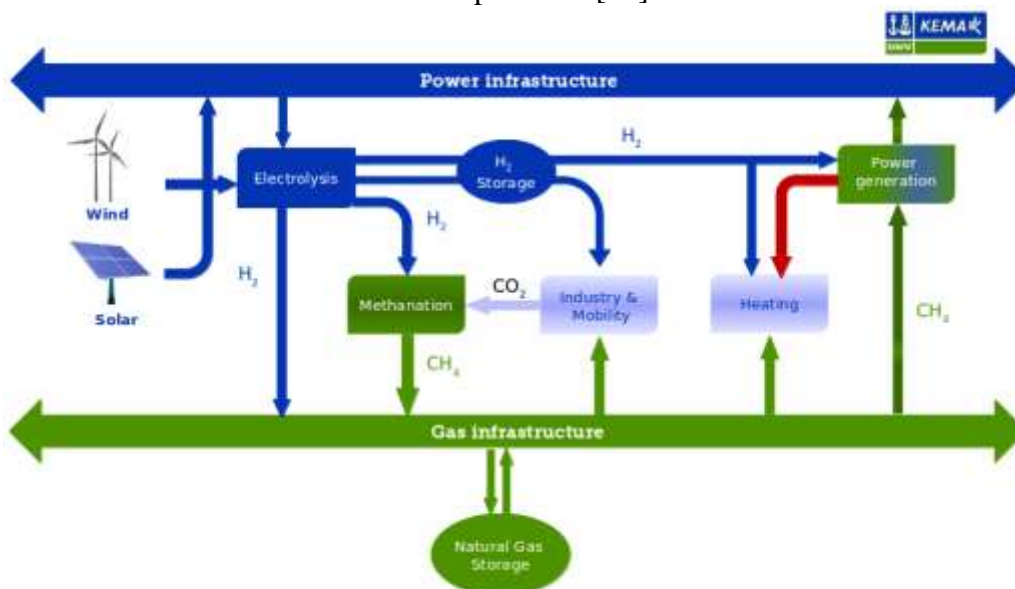


Figure 6 Integration of P2G into power and gas infrastructure [23]

Figure 6 shows a possible integration of complete systems into the existing infrastructure. Produced hydrogen can either be stored, used directly for heating, power generation, in industry and mobility or it can be transformed to methane and then be led into the natural gas infrastructure.

4.3. Technical and economic efficiency

The technical efficiency of the power-to-gas technology depends on many different aspects. Important are for example the sort of electrolyzer, used carbon dioxide sources for methanation, the methanation process itself and whether process heat is used or wasted. [22]

Table 10

Degrees of efficiency

system	degree of efficiency
Power-to-Gas without use of process heat	46 - 53 % [22]
Power-to-Gas with further use of process heat	49 - 79 % [18]

Table 10 assume full use to capacity. So, under realistic conditions efficiency would be a bit smaller. But it still makes clear that a reasonable use of process heat should be considered while planning power-to-gas plants, for example creating a block-type thermal power station or to use the heat for generating steam if HTES electrolyzers are used. [18]

At the moment, a profitable operation is not possible because specific investment costs vary between 2500 and 5000 €/kW and production costs strongly depend on the electricity rate. Compared to prices for natural gas from conventional sources or biogas plants, synthetic methane from power-to-gas plants is too expensive. [18]

But prospectively, power-to-gas can portray an interesting economic opportunity considering German laws and targets regarding a full energy supply through renewables. Especially if the technology can be developed in a way that major plants with higher outcomes can be built and excessive energy from renewables can be used, economic operation is more likely to occur. [18]

5. Conclusion

Summing up, power-to-gas may not be a profitable technology from the economic or financial point of view right now. For a competitive usage degrees of efficiency are too low, investment and operating costs are too high and the systems are not flexible enough to adopt to fluctuating energy supply.

But considering objectives of the German government, for instance to achieve an energy supply that is completely based on renewables, power-to-gas offers opportunities to reach these goals by using the existing gas infrastructure and make long-term energy storages possible. Moreover, further development will lead to a decrease of costs on the one hand and to an increase of efficiency on the other hand. So, economic solutions can probably be realized in the future.

Concluding these aspects, the idea of power-to-gas is a good approach, especially if current problems can be reduced to a minimum, which should be pursued.

Bibliography

1. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Ed.) (2014): Internationale Klimapolitik, 25.08.2014, Berlin, Information on www.bmub.bund.de/P201/ (accessed 4 April 2017).
2. Statista GmbH (Ed.) (2017): Anteil Erneuerbarer Energien an der Bruttostromerzeugung in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2016, Hamburg, Information on

- <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1807/umfrage/erneuerbare-energien-anteil-der-energiebereitstellung-seit-1991/> (accessed 1 April 2017).
3. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen; Bundeskartellamt (Eds.) (2016): Monitoringbericht 2016, version of November 2016, Bonn, Information on https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/DatenaustauschUndMonitoring/Monitoring/Monitoringbericht2016.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (accessed 25 March 2017).
 4. Schwarz, Christian (Ed.) (2011): Windkraft Standorte in Deutschland, Köln, Information on <http://www.erneuerbare-energie-windenergie.de/windkraft-standorte-deutschland> (accessed 1 April 2017).
 5. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen; Bundeskartellamt (Eds.) (2014): Monitoringbericht 2013, version of June 2014, Bonn, Information on https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2013/131217_Monitoringbericht2013.pdf?__blob=publicationFile&v=15 (accessed 25 March 2017).
 6. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen; Bundeskartellamt (Eds.) (2014): Monitoringbericht 2014, version of November 2014, Bonn, Information on https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2014/Monitoringbericht_2014_BF.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (accessed 25 March 2017).
 7. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen; Bundeskartellamt (Eds.) (2016): Monitoringbericht 2015, version of March 2016, Bonn, Information on https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Bundesnetzagentur/Publikationen/Berichte/2015/Monitoringbericht_2015_BA.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (accessed 25 March 2017).
 8. Next Kraftwerke GmbH (Ed.) (2017): Was ist Einspeisemanagement?, Köln, Information on <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/direktvermarktung/einspeisemanagement> (accessed 1 April 2017).
 9. Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (Ed.) (2017): Netz- und System-sicherheit, Bonn, Information on https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Stromnetze/Netz_Systemsicherheit/Netz_Systemsicherheit_node.html (accessed 1 April 2017).
 10. VDI Verlag GmbH (Ed.) (2017): Dank Teslas Akkus gibt es jetzt auch nachts Sonnenstrom auf Hawaii, Düsseldorf, Information on <http://www.ingenieur.de/Themen/Energiespeicher/Dank-Teslas-Akkus-es-jetzt-nachts-Sonnenstrom-Hawaii> (accessed 1 April 2017).
 11. Nordwest-Zeitung Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG (Ed.) (2017): Batteriespeicher in Varel: Hier werden 24 Millionen Euro investiert, 17.03.2017, Oldenburg, Information on https://www.nwzonline.de/friesland/wirtschaft/die-energie-wende-beginnt-in-varel_a_31,2,2679576542.html (accessed 1 April 2017).
 12. Bundesverband Erdgas, Erdöl und Geoenergie e.V. (Ed.) (2017): Speichervolumen in Deutschland, Hannover, Information on <http://www.bveg.de/Erdgas/Erdgasspeicher/Speichervolumen-in-Deutschland> (accessed 1 April 2017).
 13. Statista GmbH (Ed.) (2017): Erdgasverbrauch in Deutschland in den Jahren von 1980 bis 2015 (in Milliarden Kubikmeter), Hamburg, Information on <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/41033/umfrage/deutschland--erdgasverbrauch-in-milliarden-kubikmeter/> (accessed 1 April 2017).
 14. Initiative Erdgasspeicher e.V. (Ed.) (2017): Erdgas, Berlin, Information on <http://www.erdgasspeicher.de/de/erdgasspeicher/erdgasspeicher.html> (accessed 1 April 2017).
 15. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Ed.) (2016): Erdöl und Erdgas in der Bundesrepublik Deutschland 2015, Hannover, Information on http://www.lbeg.niedersachsen.de/download/113516/Untertage-Gasspeicherung_in_Deutschland_Stand_1.1.2016_.pdf (accessed 1 April 2017).
 16. Deutsche Energie-Agentur GmbH (Ed.) (2017): Audi e-gas Projekt, Berlin, Information on <http://www.powertogas.info/power-to-gas/pilotprojekte-im-ueberblick/audi-e-gas-projekt/> (accessed 1 April 2017).
 17. Deutsche Energie-Agentur GmbH (Ed.) (2017): RWE-Demonstrationsanlage Ibbenbüren, Berlin, Information on <http://www.powertogas.info/power-to-gas/pilotprojekte-im-ueberblick/rwe-demonstrationsanlage-ibbenbueren/> (accessed 1 April 2017).
 18. Sterner, Michael; Stadler, Ingo (2014): Energiespeicher: Bedarf, Technologien, Integration, Berlin, Springer Vieweg.
 19. Kurzweil, Peter; Dietlmeier, Otto K. (2015): Elektrochemische Speicher: Superkondensatoren, Batterien, Elektrolyse-Wasserstoff, rechtliche Grundlagen, Wiesbaden, Springer Vieweg.
 20. Wiki Kids Limited (Ed.) (2017): Electrolytic cell, Hyderabad, Information on https://www.wonderwhizkids.com/conceptmaps/Electrolytic_Cell.html (accessed 7 April 2017).
 21. Sterner, Michael; Specht, Michael et al. (2010): Erneuerbares Mathan: Eine Lösung zur Integration und Speicherung erneuerbarer Energien und ein Weg zur regenerativen Vollversorgung. Solarzeitalter - Politik, Kultur und Ökonomie erneuerbarer Energien, 1, 2010, pp. 51–58.

22. Wietschel, Martin; Ullrich, Sandra (Eds.) (2015): *Energietechnologien der Zukunft: Erzeugung, Speicherung, Effizienz und Netze*, Wiesbaden, Springer Vieweg.
23. DNV GL (Ed.) (2017): *Power to Gas - Overview*, Groningen, Information on <http://www.europeanpowertogas.com/about/power-to-gas> (accessed 7 April 2017).

IGBT DRAIVERIS UN TĀ IZMANTOŠANAS PROBLĒMAS IGBT DRIVER AND PROBLEMS OF ITS APPLICATION

Autori: **Jāzeps Ivulis, Aigars Bekmanis**, e-pasts: jazeps.ivulis@gmail.com,
a.bekmanis@hotmail.com, 27316661, 29479689

Zinātniskā darba vadītājs: **Andris Martinovs, Dr.sc.ing.**, e-pasts: andris.martinovs@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. *The paper deals with the problems of creation and application of IGBT driver and their possible solutions. Creating your own IGBT driver and apply it to correctly drive transistors according to the desired purposes might be challenging. In this paper, we in brief summarized the process and main stages of creation and application of IGBT driver. This paper could be used as a guideline for future creations and as a piece of information from what you need to avoid if You want to create and apply your own driver without any setbacks.*

Keywords: *driver, frequency, insulated gate bipolar transistor, pulse-density modulation.*

Ievads

IGBT tranzistors (Insulated Gate Bipolar Transistor – izolētas bāzes binārais tranzistors) ir tranzistors, kas pārslēdzams ar ieejas sprieguma polaritātes izmaiņu, bet ieslēgtā stāvoklī tam ir tiristoram raksturīgās īpašības ar mazu tiešo sprieguma kritumu.

IGBT tranzistors sevī apvieno MOSFET tranzistora, bipolārā tranzistora un tiristora īpašības, kas izveido slēdzi ar nulles statisko vadības strāvu, lielu strāvu, augstu nominālo spriegumu un maziem pārslēgšanas laikiem.

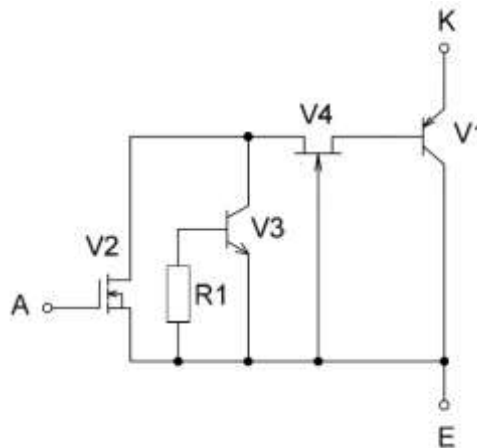
Izolētas bāzes bipolārie tranzistori ir paredzēti izmantošanai lielu strāvu iekārtās – impulse iekārtās un invertoros, līdzstrāvas pārveidošanai maiņstrāvā. IGBT tranzistoru galvenās priekšrocības:

- tranzistoram atrodoties pilnīgi atvērtā stāvoklī ir mazs sprieguma kritums uz kolektora – emitera ķēdi;
- ļoti liela jutība, jo caur MOSFET tranzistora aizvaru neplūst strāva, tātad vadību praktiski veic tikai ar potenciālu;
- ļoti ātrdarbīgs.

IGBT tranzistorus kā elektriskās jaudas slēdzus pielieto daudzviet: dažādu frekvenču piedziņās, elektriskajās automašīnās, dažādu ātrumu vilcienos, ledusskapjos, gaisa atsvaidzinātājos un pat stereo sistēmās ar pārslēdzošiem pastiprinātājiem. Tie tiek izmantoti vidējas līdz augstas jaudas vajadzībām kā pārslēdzamu režīmu barības avotos, vilces motoru vadībā un inductīvajā sildīšanā. Pēdējā piemēra pielietojums ir tieši tas, kurā mēs izmantojam IGBT draiveri un par kuru tālāk tiks aprakstīts.

Materiāli un metodes

IGBT tranzistora uzbūve parādīta 1. attēlā. Kā redzams 1. attēlā, IGBT tranzistora izejā tiek izmantots bipolārais p-n-p tipa tranzistors. Tranzistoru var ieslēgt, padodot uz vadības elektrodu A pozitīvas polaritātes spriegumu attiecībā pret izejas izvadu E, līdzīgi kā n-p-n bipolārajam tranzistoram.



1. attēls. IGBT tranzistora uzbūve

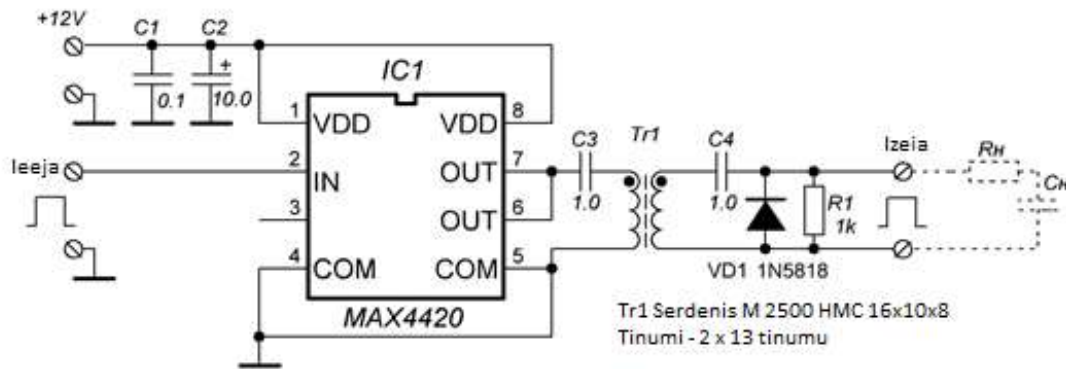
IGBT pustilta draiveris un tā darba iezīmes

Mūsu darbā pie induktīvās apkures iekārtas tika izmantots pustilta draiveris, kurš veica spēka ķēdes pārslēgšanu polaritātes maiņai. Jaudas Regulācija notika ar Pulsa blīvuma modulāciju (Pulse Density Modulation turpmāk tekstā - PDM) jaudas regulācijai. Aprakstot pustilta draiveri, ir jāpiemin, ka jaudas PDM regulēšanas izmantošana iekļauj noteiktas iezīmes pustilta draivera shēmās. Galvenā ir tāda, ka pustilta tranzistora augšējās un apakšējās pozīcijas pie PDM regulēšanas strādā nesimetriski. Pie mazām PDM vērtībām apakšējā tranzistora pozīcija būtībā ir atvērta un aizveras tikai augšējās tranzistora pozīcijas atvēršanās laikā (ņemot vērā “dead-time”). Pie PDM palielināšanas tranzistora augšējā pozīcija atveras aizvien biežāk un biežāk. Un tikai tad, kad PDM ir vienāds ar 100% tranzistora augšējā un apakšējā pozīcija atveras vienlīdz bieži. Tādā veidā pie PDM izmaiņas no 0 līdz 100% tranzistora augšējās pozīcijas vadāmo impulsu aizpildīšanas koeficients palielinās no 0 gandrīz līdz 0.5 (ar uzlabotu “dead-time”), bet apakšējā pozīcija – samazinās no 1 gandrīz līdz 0.5.

Pie tik liela tranzistora apakšējās pozīcijas vadāmo impulsu aizpildījuma koeficienta nav atļauts izmantot izejā transformatoru. Tamdēļ tiek izvēlēts draiveris uz mikroshēmas IR2109 bāzes, kas atļauj funkcionēt pie jebkādiem vadības impulsu aizpildījuma koeficientiem. Tā mērķis ir tāds, lai priekš tranzistora augšējās pozīcijas (ar maziem aizpildījuma koeficientiem) tiktu izmantota transformatora izeja, bet tranzistora apakšējās pozīcijas aizvars būtu pievienots tieši pie draivera izejas bez jebkādas galvaniskās atdalīšanas. Kopējā vadības ķēdes galvaniskā izeja no jaudas tranzistoriem īstenojas pa ieejas signālu ar ātrgaitas optopāra 6N137 palīdzību. Eksperimenti parāda, ka draivera augšējās un apakšējās pozīcijas nesimetriskums gadās diezgan reti, tamdēļ nav nekādas nepieciešamības pēc papildus aiztures kompensācijas.

Draivera viena kanāla shēma

Pustilta draiverim izvēlēts sekojošais shematiskais risinājums. Tranzistora vadības signāli tiek pastiprināti uz MAX4420 un pēc tam galvaniski sadalās ar impulsu transformatora palīdzību ar pasīvo elementu komplektu, kas nepieciešams priekš impulsu signāla vienpolārās nodošanas ar kapacitatīvo slodzi uz tranzistora aizvara. Viena kanāla shēma ir parādīta 2. attēlā.



2. attēls. Viens draivera kanāls ar galvanisko mezglu

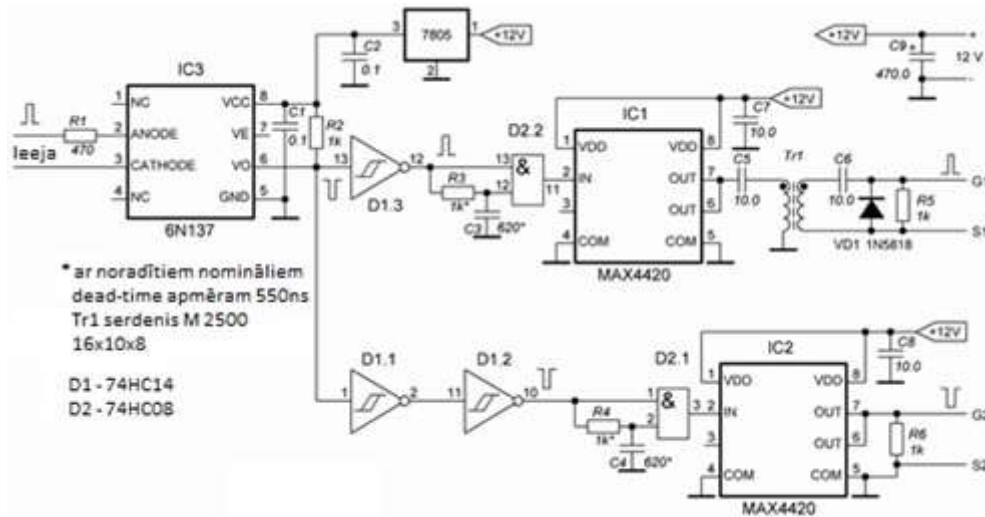
Problēma ir tajā, ka transformatoram ir pareizi jānodod viens polārais signāls. Bet priekš tā, lai izvairītos no serdeņa piesātinājuma, ir nepieciešams novākt nemainīgās sastāvdaļas. Tas tiek izdarīts ar kondensatora C3 palīdzību pirms transformatora pirmā tinuma. Uz Tr1 izejas mēs jau iegūstam divpolāru signālu, kas ideāli sakrīt ar avotu, bet kas pārvietots uz negatīvo apgabalu, kā reiz par šīs novāktās pastāvīgās komponentes lielumu. Tāds signāls mūs pilnībā apmierina, tā kā uz lauktranzistoru aizvaram var padot negatīvu fiksētu signālu. Bet šeit rodas otra problēma: impulsa amplitūda mezgla izejā būs atkarīga no signāla aizpildījuma koeficienta. Darba frekvences diapazona augstajās daļās (300 kHz) “dead-time” ilgums līdzinās sekojošo impulsu periodiem. Tamdēļ aizpildījuma koeficients (impulsa ilguma attiecība pret periodu) mūsu darba diapazonā (100-300 kHz) izmainīsies jau diezgan plašās robežās. Pie dažādiem aizpildījuma koeficientiem impulsa amplitūda uz transformatora sekundārā tinuma arī ir dažāds. Rezultātā vienā darba diapazonā signāls izrādās pārāk mazs priekš uzticamas tranzistora atvēršanas, bet citā, pavisam otrādi, var pārsniegt tranzistora pieļaujamās robežas (parasti 20 V). Tamdēļ vienkāršāk ir atjaunot mūsu signāla pastāvīgās sastāvdaļas pēc galvaniskā mezgla. Priekš tā var izmantot ļoti vienkāršus risinājumus tā saucamajā ķēdes “atjaunošanas” veidā: kondensators C4 un diode VD1 (skat. 2. attēls). Rezistors R1 ir nepieciešams priekš tranzistoru aizvaru izlādes pie impulsu ģeneratora izslēgšanas, pretējā gadījumā uz tranzistora aizvara var palikt lādiņš un tranzistors palikt atvērts.

Kondensatorus C1 un C2 (skat. 2. attēls) ir nepieciešams novietot pēc iespējas tuvāk MAX4420 korpusam. Kondensatoru C3 un C4 ietilpības nomināli, kas uzrādītas 2. attēlā, ir pilnībā piemēroti priekš izvēlētajā frekvences diapazona. Kā VD1 diodi vislabāk ir izvēlēties Šotki diodi. Ar to signāla nulles līmenis ir maksimāli tuvu nullei. Transformatora parametri dotajam frekvences diapazonam uzrādīti shēmā. Ir neliels amplitūdas kritums pie impulsa beigām zemajās frekvencēs, bet tas nav kritiski priekš tranzistora darba. Spole ir ar diviem tinumiem. Tinuma vadiem var izmantot datortīklu kabeļu vītos pārus. Tie jau ir labi savīti, pietiekami biezi un cieti.

Draivera shēma un konstrukcija

Draivera shēma ir parādīta 3. attēlā. Izejas signāls no impulsu blīvuma modulatora aiziet uz optopāra 6N137 ieeju. Optopāra 6N137 izejā signāls tiek invertēts, tamdēļ tiek izmantoti divi papildus invertējošie bufera elementi D1.1 un D1.3.

Vēl viena signāla invertēšana priekš tranzistora apakšējās pozīcijas noris invertorā D1.2. Tālāk tranzistora augšējo un apakšējo pozīciju vadības signāli nonāk dead-time veidojošajā mezglā. Kas ir īstenots uz loģiskajiem “UN” elementiem D2.1 un D2.2. Rezultātā aizture rodas tikai uz ienākošo signālu priekšējām frontēm. Aiztures lielums un sekojoši arī dead-time nosaka $R3 \cdot C3$ un $R4 \cdot C4$ komponentes kuras var tikt koriģētas pēc jaudas moduļa parametriem.



3. attēls. Draivera elektriskā shēma

Tālāka tranzistora augšējās un apakšējās pozīcijas vadības signālu apstrāde noris dažādi. Tranzistora apakšējās pozīcijas signāls vienkārši pastiprinās ar mikroshēmas MAX4420 palīdzību un aiziet uz draivera izeju. Tranzistora augšējās pozīcijas signālam jābūt kopējam vadības “plūstošam” potenciālam. Tamdēļ ir nepieciešama galvaniskā izeja. Dotajā gadījumā tiek izmantota transformatora izeja ar pastāvīgo sastāvdaļu korekciju.

Transformatora parametri, kas tiek izmantots mezglā, ir parādīti 3. attēlā. Šīs vērtības ir orientētas uz frekvences diapazonu 100-300 kHz. Ja ir nepieciešams strādāt pie zemākām frekvencēm, ir jāpalielina transformatora tinumu skaits.

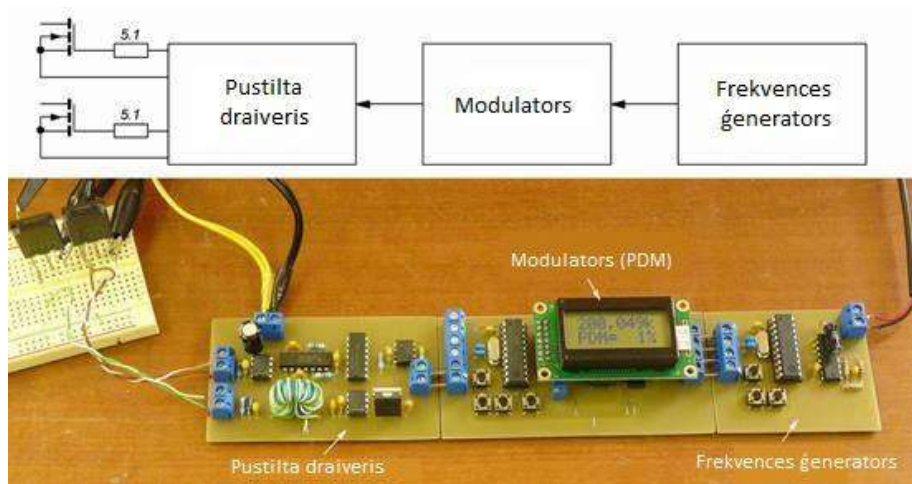
Draivera barība tiek nodrošināta no 12 V sprieguma avota. Optopāra 6N137 izejas posmiem ir nepieciešams 5 V sprieguma barošana. Tamdēļ priekš tā, lai nevajadzētu izmantot vēl vienu barības avota, tiek izmantots integrālais stabilizators L7805. No šī paša stabilizatora barojas mikroshēmas 74HC14 (invertējošie Šmita trigeri) un 74HC08 (4 x 2UN). Pilna draivera konstrukcija ir parādīta 4. attēlā.



4. attēls. Gatavā IGBT draivera plate

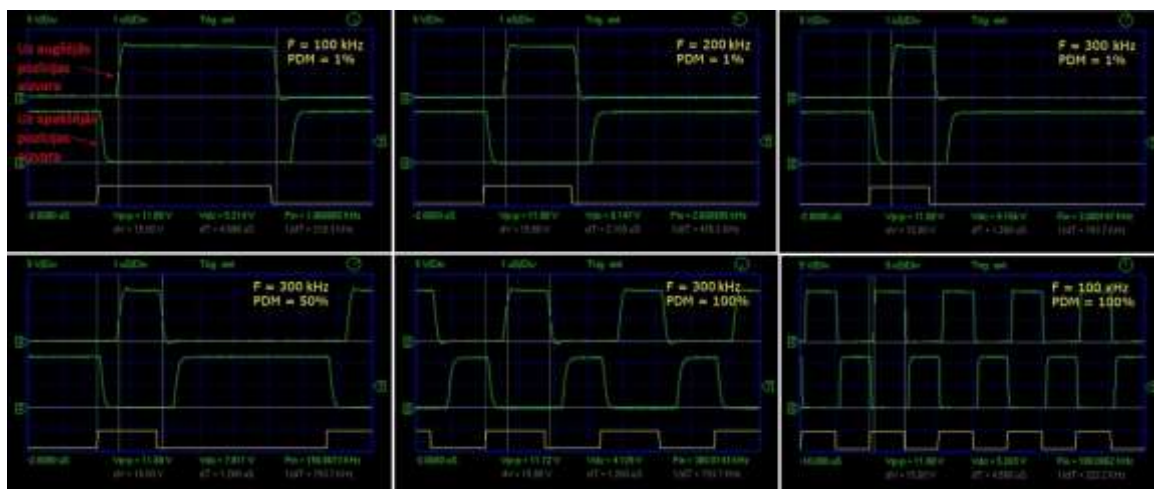
Draivera pārbaude

Tagad ir iespējams izveidot maketu priekš draivera pārbaudes. Maketa blokshēma un kopējais izskats ir parādīts 5. attēlā.



5. attēls. Maketa priekš draivera pārbaudes blokhēma un kopējais ārējais izskats

Kā draivera slodzi var izmantot 10-20 nF kondensatorus vai vienkārši tranzistora aizvarus, kas tiks izmantoti kā invertora jaudas tranzistori. Dotajā gadījumā – tranzistoru IRFPS37N50A aizvari. Protams, ka slodzi vajag pieslēgt caur ierobežojošajiem rezistoriem (5.1 Ω). Draivera, kas izmantoja tranzistoru IRFPS37N50A aizvarus kā slodzi, dažu režīmu izejas signālu oscilogrammas ir parādītas 6. attēlā.



6. attēls. Tranzistoru aizvaru pie dažādām frekvencēm un PDM līmeņiem signālu oscilogrammas

Oscilogrammās ir redzams, ka dead-time pauzes ir labi izteiktas, signālu stājas un frontes uz abiem aizvariem ir pilnībā apmierinošas visā PDM izmaiņas diapazonā un visā frekvences diapazonā. Ja saliekot šādu pustilta draiveri jums izdodas iegūt stipri līdzīgas oscilogrammas varat secināt ka komponentes savienotas pareizi un kvalitatīvi. Pretējā gadījumā jāmeklē bojātā komponente un jāpārbauda ceļiņu kvalitāte.

Rezultāti un to izvērtējums

Veicot IGBT draiveri izveidi, mēs saskārāmies ar dažādām problēmām, kuras bija kā iemesli nepareizi funkcionējoša draivera izveidē.

Viena no tām bija mikroshēmas bāzes izvēle – ir nepieciešams būvēt draiveri uz mikroshēmas IR2109 bāzes, kas atļauj draiverim funkcionēt pie jebkādiem vadības impulsu aizpildījuma koeficientiem.

Vēl viena problēma ir tajā, ka transformatoram ir pareizi jānodod vien polārais signāls. Bet priekš tā, lai izvairītos no serdeņa piesātinājuma, ir nepieciešams novākt nemainīgās sastāvdaļas. To ir viegli izdarīt ar kondensatora C3 palīdzību pirms transformatora pirmā tinuma.

Lai vienā darba diapazonā signāls neizrādītos pārāk mazs priekš uzticamas tranzistora atvēršanas, bet citā, pavisam otrādi, nepārsniegtu tranzistora pieļaujamās robežas (parasti 20 V). Tam izmantojam kondensatoru C4 un diodi VD1 (skat. 2. attēls). Rezistors R1 ir nepieciešams tranzistoru aizvaru izlādei laikā, kad tiek izslēgts impulsu ģenerators. Pretējā gadījumā uz tranzistora aizvara var palikt potenciāls un tranzistors palikt atvērts.

Sekojošā problēma skar izejas signāla kvalitāti - kā VD1 diodi vislabāk ir izvēlēties Šotki diodi, ar kuru signāla nulles līmenis ir maksimāli tuvu nullei, pretējā gadījumā signāls var tikt "izkropļots", ja Šotki diodes vietā izmanto cita tipa diodi, kas var nenodrošināt nulles līmeni.

Atrisinot šīs problēmas un citas nianšes, kuras sīkāk aprakstītas iepriekš, ļāva samontēt funkcionējošu IGBT draiveri, kuru tālāk izmantojām savā projektā.

Summary

In this paper we dealt with IGBT driver and its creation and application to control transistors. Firstly, we explored and chose the right components, that could modify incoming power signals from frequency generator and pulse-density modulator to outgoing signals, that would meet the requirements for correct control of transistors. Of course, that everything wasn't going as planned, because all the components, that were used on IGBT driver, must had been tested if they work all together theoretically and practically. And exactly after practical tests we found some flaws in IGBT driver's work here and there. One of those was that driver must work base of microchip IR2109, that allows driver to work functionally at any fill factor of control signal. The following problem is about quality of outgoing signal – as VD1 diode it is better to choose schottky diode, that allows the zero level of signal to be as close as possible to zero, otherwise outgoing signal can be deformed and useless for specifically applications. There were other details, such as distance between the components needs to be as minimal as possible to avoid power signal losses and disruptions. But if outgoing signal is still not like in picture 6, you should double check all the components, if they're all still alive and all the connections, because if roads, that connects pins of components are thin (like we had), it is very possible, that some connection is damaged. Solving these main problems and other tiny details, that have been looked more closely in this paper, IGBT driver must work just fine and could be used in future creations.

Literatūra

1. С. Кухтецкий, «<http://www.icct.ru/>,» Лабораторный инвертор с PDM-регулированием мощности., 2011. [Tiešsaiste]. Available: <http://www.icct.ru/node/87>. [Pieklūts 13 04 2017].
2. С. Кухтецкий, «<http://www.icct.ru/>,» Простой лабораторный инвертор для индукционного нагрева., 2010. [Tiešsaiste]. Available: <http://www.icct.ru/node/79>. [Pieklūts 13 04 2017].
3. С. Кухтецкий, «<http://www.icct.ru/>,» Простой лабораторный инвертор для индукционного нагрева. Часть 2., 2010. [Tiešsaiste]. Available: <http://www.icct.ru/node/82>. [Pieklūts 13 04 2016].
4. Valery Rudnev, D. Loveless, Micah Black un Raymond L. Cook, Handbook of Induction Heating., Michigan, USA: Marcel Decker Inc., 2003, p. 796.

HAFMENA SASPIEŠANAS ALGORITMS HUFFMAN COMPRESSION ALGORITHM

Autors: **Edgars Kairiņš**, e-pasts: edgars.kairish@gmail.com, +37120093673
Zinātniskā darba vadītājs: **Mihails Kijaško, Mg.sc.comp.**, e-pasts: Mihails.Kijasko@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *In modern IT world, we are returning to the problem of low storage space. May be typically users do not see this problem and still there is more data that companies collect and should store. In this work author analyzed Huffman compression algorithm it's effectiveness, working principles and examples of usage.*

Keywords: *Compression algorithm, Huffman.*

Ievads

Hafmena saspiešanas algoritms pirmo reizi tika aprakstīts Deivida Hafmena rakstītajā publikācijā 1952. gadā[1]. Hafmena saspiešanas algoritms (dažreiz saukts par Hafmena kodu) ir plaši izplatīts algoritms, kurš paredzēts bezzudumu datu saspiešanai. Hafmena saspiešanas algoritma būtība ir kodēt tekstā biežāk sastopamos simbolus ar mazāku bitu skaitu un retāk sastopamos simbolus ar lielāku bitu skaitu. Hafmena saspiešanas algoritms veic datu saspiešanu divos etapos, pirmajā etapā tiek veidota simbolu biežumu tabula un ģenerēti prefikss kodi (prefix codes) katram simbolam no simbolu biežuma tabulas, otrajā etapā teksts tiek kodēts[2].

Prefikss kodi ir kodi kuri nekalpo kā sakuma daļa priekš citiem kodiem, šo kodu izmantošana atvieglo dekodēšanu procesu. Tāpēc ka, neviens no koda vārds nav cita koda vārda prefikss, simbols ar kursu sākas kodētais fails tiek noteikts viennozīmīgi. Kaut arī ir pagājis ilgs laiks, Hafmena saspiešanas algoritms joprojām tiek izmantots, kā pamats vai daļa no citiem saspiešanas algoritmiem, tas tiek lietots arī JPEG algoritmā grafisko attēlu saspiešanai.

Hafmena koda piemērs

Lai attēlotu tiek izmantota tabula(sk. 1. tabula), kas satur simbolu, to cik bieži simbols sastopams teksta rindā un to bināro apzīmējumu.

1. tabula

Hafmena koda piemēra attēlošanas tabula

Simbols	a	b	c	d
Biežums	25	45	20	10
Fiksēta garuma binārais apzīmējums	000	001	010	100
Mainīga garuma binārais apzīmējums (Prefikss kodi)	10	0	110	111

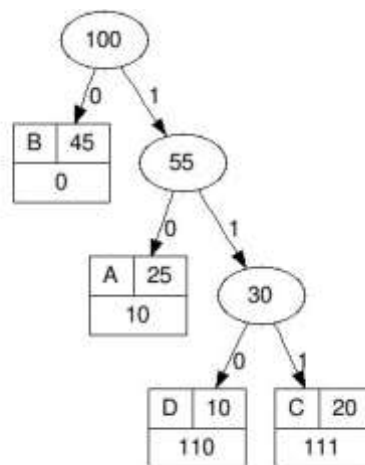
Šāda teksta rinda ar fiksēta garuma bināro apzīmējumu, kur apzīmējums katram simbolam ir 3 bitus garš, kopumā aizņems 300 bitus, ja tiktu izmantota standarta ASCII kodēšanas tabula, kur katrs simbols tiek apzīmēts 8 bitus garu bināro apzīmējumu, teksta rinda kopumā aizņemtu 800 bitus. Taču ja izmantot mainīga garuma bināros apzīmējumus un piešķirt īsākus apzīmējumus tiem simboliem, kas sastopami biežāk tad teksta rinda aizņems tikai 185 bitus. Tādā veidā izmantojot mainīga garuma bināros apzīmējumus, nevis ASCII 8 bitu bināros apzīmējums izdevās ietaupīt 76.9% atmiņas un 38.3% atmiņas, ja tiktu izmantoti fiksēta garuma 3 bitus gari binārie apzīmējumi. Protams saspiešanas efektivitāte samazināsies ja teksta rindā būs sastopami vairāk simboli un ar mazāku biežumu.

Prefikss kodi

Kā prefikss kodi tiek izskatīti tie binārie apzīmējumi, kas nav prefiksi kādam citam mainīga garuma binārajam apzīmējumam[3]. Jebkura simbolu koda teksta nokodēšana ir ļoti vienkāršs process, viss ko vajag izdarīt savienot bināro apzīmējumus, piemēram izmantojot mainīga garuma bināros apzīmējumus, kas attēloti tabulā (sk. 1. tabula) simbolu virkne „abcd” binārajā formā izskatīsies šādi: 10 0 110 111. Kā jau tika minēts galvenā prefikss kodu priekšrocība ir atvieglot dekodēšanas procesu.

Viens no veidiem kā attēlot prefikss kodu piešķiršanu ir binārais koks un tā lapas ir kodējamie simboli[4]. Prefikss koda binārais apzīmējums tiek attēlots kā ceļš no binārā koka saknes līdz lapai kas satur simbolu. Veidojot šādu interpretāciju 0 apzīmē „pāreju pie kreisā meitas mezgla” un 1 apzīmē „pāreju pie labā meitas mezgla”. Zemāk redzamajā attēlā(sk. 1 attēls) ir redzams binārais koks, kas izmanto prefikss kodēšanas metodi. Šāda binārā koka nolāsīšana notiek no saknes elementa pārvietojoties līdz binārā koka lapām, simbolam binārais kods tiek sastādīts iegaumējot ceļu līdz binārā koka lapai, piemēram, (sk. 1. attēls)lai no saknes elementa nonākt līdz binārā koka lapai, kas satur simbola „a” vērtību no saknes elementa jāpāriet līdz „labajam meitas mezglam” un šī pāreja apzīmēta ar 1, tālāk no šī elementa „jāpāriet līdz kreisajam meitas elementam” ka apzīmēt ar 0. Saliekot klāt apzīmējumus veidojas simbola binārais kods 10

Tādā veidā var apstiprināt ja pieņemt ka C ir alfabēts ko kura tiek ņemti visi kodējamie simboli tad var teikt ka binārais koks kas satur optimālu prefikss kodu satur |C| lapas viena priekš katra simbola un |C|-1 iekšējos mezglus[5].



1.attēls Hafmena binārais koks ar 1. tabulas datiem

Hafmena binārā koka izveide

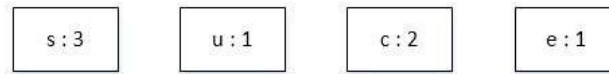
Lai izveidot Hafmena bināro koku, piemēram, teksta rindas „success”, pirmajā etapā tiek izveidota simbolu biežumu tabula(sk. 1. tabula) kurā, tiek attēloti simboli, kas ir sastopami teksta rindā un to atkārtotās biežums.

1. tabula

Simbolu biežumu tabula

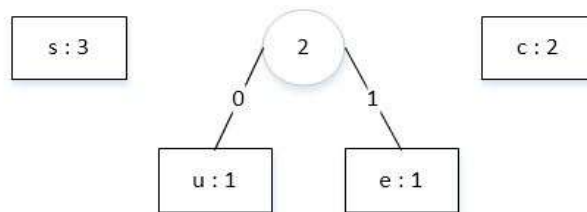
Simbols	Biežums
s	3
u	1
c	2
e	1

Tālāk tiek uzsākta Hafmena binārā koka izveide, sākumā tiek izveidotas četras binārā koka lapas kas nav saistītas savā starpā(sk. 2. attēls).



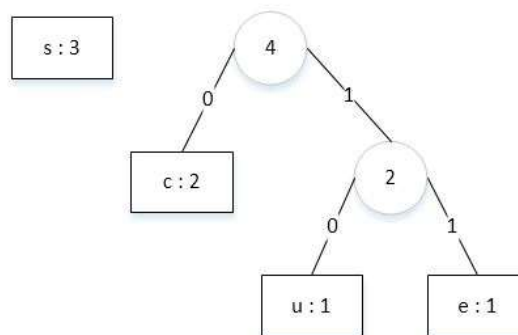
2.attēls Hafmena binārais koks izveides pirmais solis

Tālāk tiek savienotas divas lapas kurām ir zemākais simbolu biežums ar iekšējā mezgla palīdzību un mezglā tiek ierakstīta simbolu biežumu summa(sk. 3. attēls).

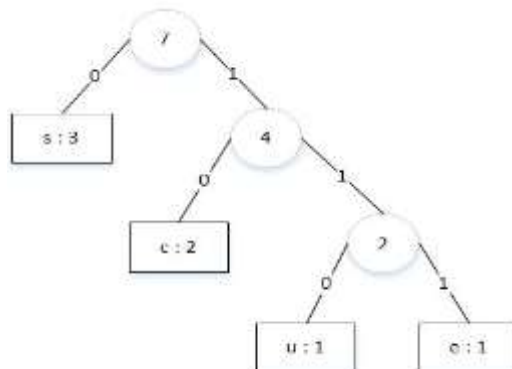


3.attēls Hafmena binārais koks izveides otrais solis

Nākamajos soļos atkārtojas otrais solis, atkal tiek savienotas divas lapas vai lapa un iekšējais mezgls, vai arī divi iekšējie mezgli kuriem ir mazākais simbolu biežums ar vēl viena iekšējā mezgla palīdzību un tajā tiek ierakstīta apvienoto elementu simbolu biežumu summa(sk. 4. attēls). Darbība atkārtojas kamēr netiek apvienoti visas binārā koka lapas(sk. 5. attēls).



4.attēls Hafmena binārais koks izveides trešais solis



5.attēls Hafmena binārais koks izveides pēdējais solis

Secinājumi

1. Hafmena saspiešanas algoritms ir viens no pirmajiem bez zuduma saspiešanas algoritmiem, kas joprojām izmantojas mūsdienās.
2. Hafmena saspiešanas algoritms ir efektīvāks ja ar to saspiež datus kuros simboli vai elementi (pikseļi attēlos) bieži atkārtojas.
3. Izmantojot prefikss kodus var sasniegt optimālo saspiešanas pakāpi.

Summary

Huffman compression algorithm is one of first lossless data compression algorithms and become one of most popular lossless data compression algorithms. Also lot of data processing research was based on it. Main idea of algorithm is to assign smallest binary codes to characters that are more frequent and the least frequent characters get larger binary codes.

To get more optimal compressing and decrypting was easier Huffman algorithm use prefix codes. Prefix codes means that binary codes are assigned in such way that binary code assigned to one character is not prefix for other character binary code. Huffman compression algorithm can perform data compression from 20% up to 90 % of file original size, mostly compression effectiveness depends form file content.

Literatūra

1. Inna Pivkina, Discovery of Huffman Codes Sk. internetā (11.04.2017.) <http://www.maa.org/press/periodicals/convergence/discovery-of-huffman-codes>
2. Aashish Barnwal, Greedy Algorithms Sk. internet (31.03.2017.) <http://www.geeksforgeeks.org/greedy-algorithms-set-3-huffman-coding/>
3. Huffman Coding – Base of JPEG Image Compression Sk. internet (01.04.2017.) <https://www.print-driver.com/stories/huffman-coding-jpeg>
4. Lydia Sinapova, Chapter 9: Huffman Codes Sk. internetā (02.04.2017.) http://faculty.simpson.edu/lydia.sinapova/www/cmsc250/LN250_Levitin/L19-Huffman.htm
5. Dave Marshall Lossless Compression Algorithms (31.03.2017.) <https://users.cs.cf.ac.uk/Dave.Marshall/Multimedia/node207.html>

BIZNESA PROCESU MODEĻI DAŽĀDĀS MODELĒŠANAS VALODĀS *BUSINESS PROCESS MODELS IN DIFFERENT MODELING LANGUAGES*

Autori: **Andris Keišs**, e-pasts: andro@inbox.lv, **Ina Komarova**, e-pasts: blinka@inbox.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The business objective is often to increase process speed or reduce cycle time; to increase quality; or to reduce costs, such as labor, materials, scrap, or capital costs. In practice, a management decision to invest in business process modeling is often motivated by the need to document requirements for an information technology project. Change management programs are typically involved to put any improved business processes into practice. With advances in software design, the vision of BPM models becoming fully executable (and capable of simulations and round-trip engineering) is coming closer to reality.*

Keywords: *business analysts, modeling, business objectives*

Ievads

Atšķirībā no klasiskām informācijas sistēmām, biznesa vadības sistēmu darbību augstā mērā nosaka to izpildītie procesu modeļi. Biznesa procesu modeļus var izmantot biznesa vadības sistēmu projektēšanā un izstrādē, ar secīgām modeļu transformācijām tos pielāgojot konkrētai izpildes platformai.

Biznesa vadības sistēmu funkciju paplašināšanās un nepieciešamība izmantot biznesa procesu modeļus programmatūras izstrādē ir izvirzījušas jaunas prasības gan biznesa modeļiem, gan procesu modelēšanas valodām. Neeksistē viena labāka biznesa procesu modelēšanas valoda, tāpēc dažādus biznesa procesu vadības aspektus noteiktos izstrādes posmos apraksta ar dažādām modelēšanas valodām.

Pētījuma objekti un metodes

Biznesa procesi ģeogrāfiski kļūst arvien sadalītāki. Lai noteiktu kopējo procesa efektivitāti, svarīgi ir noteikt katra atsevišķā biznesa procesa soļa izmaksas, laiku u.c. parametrus. Biznesa procesu efektivitātes mērījumi ir svarīgi uzņēmuma kopējo izmaksu un investīciju atpelnīšanās noteikšanā. Kā to parāda pētījumā veiktā esošo biznesa vadības sistēmu analīze, procesu mērīšanas iespēja ir to neiztrūkstoša sastāvdaļa. Daudzas kvalitātes un biznesa procesu pārvaldības metodikas biznesa procesu stipro un vājo pušu noteikšanai izmanto skaitliskas metodes. Tās atbalsta dažādi rīki [1], tomēr katrs no tiem piedāvā tikai "savā klasē labāko" metodi kādam noteiktam biznesa procesa aspektam, nenodrošinot vienlaicīgu dažādu paņēmieni pielietojšanu. Mēru definēšana un to vērtības aprēķināšana esošajās darba plūsmas pārvaldības sistēmās un imitācijas rīkos ir sarežģīts uzdevums, kas prasa pamatīgas tehniskās zināšanas.

Līdz ar biznesa procesa jēdzienu ieviešanu tika izstrādātas kvantitatīvas metodes, kā noteikt biznesa procesu efektivitāti, kvalitāti izmaksas, u.c. parametrus. Laika gaitā ir izstrādātas daudzas ļoti atšķirīgas biznesa procesu mērīšanas un kvalitātes kontroles metodikas. Lai gūtu vispārīgu priekšstatu, ir aplūkotas dažas pasaulē izplatītākās. Darbību izmaksu (*Activity based costing*) metodika tika izstrādāta ASV pagājušā gadsimta 70.tajos – 80.tajos gados. Šī metode ir procesu orientēta. Tās pamatideja ir tāda, ka piegādājot kādu produktu vai pakalpojumu, izmaksas tiek rēķinātas, nevis pēc grāmatvedības pozīcijām (algas, nodokļi, materiāli, pamatlīdzekļu nolietojums, u.tml.), bet gan katram produkta izstrādes vai pakalpojums sniegšanas solim jeb elementārai darbībai. Iespējams analizēt un optimizēt katru atsevišķu biznesa procesa darbību. Metodikā tiek izšķirti vairāki darbības izmaksu veidi, fiksētās izmaksas un atkarīgās izmaksas. Izmaksu atkarība (*cost drivers*) var būt atkarīga no laika, no aktivitātes izpildes biežuma u.c. parametriem. Šīs metodes princips, ka katrai

aktivitātei izmaksām, un to atkarību no dažādiem parametriem (izmaksas uzdot kā formulu) nav iespējams.

CMM (*Capability Maturity Model*) [2] ieviesa Vets Humprejs (*Watts Humphrey*) 1986. gadā. Metodes jaunākā versija CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) tika izstrādāta 2003. gadā. Tā ir uz procesu var piemērot izmaksas, ir ieviests daudzos biznesa procesu un resursu pārvaldības sistēmās, kā arī modelēšanas rīkos [2].

CMMI ievieš vairākus pārvaldības līmeņus. Ja organizācija atrodas zemākajā līmenī, tajā nepastāv nekādas noteiktas pārvaldības metodikas (projektu pārvaldība notiek ekspromtā, balstoties uz darbinieku pieredzi), bet augstākajā līmenī ne tikai tiek veikti daudzi un dažādi procesu kvalitātes mērījumi, bet, balstoties uz mērījumu rezultātiem, organizācija pastāvīgi uzlabo savus biznesa procesus. Tā kā metodika vairāk ir vērsta uz organizācijas kopējās kvalitātes uzlabošanu, procesu mērījumi pamatā tiek veikti ar statistiskām metodēm. Kā mērījumu piemērus var minēt:

- problēmu/defektu attiecība uz visu saražoto/piegādāto,
- prasību izmaiņu attiecība no visām prasībām,
- izmaksas, laiks, resursi viena uzdevuma veikšanai,
- faktiski iztērēto izmaksas/laika/resursu attiecība pret plānoto,
- problēmu/defektu novēršanas izmaksas no kopējā,
- izmaksu/resursu/problēmu/defektu izmaiņas laikā.

Līdzsvaroto mērījumu (*Balanced Scorecard*) metodi 1992. gadā ieviesa Roberts Kaplans (*Robert S. Kaplan*) un Deivids Nortons (*David P. Norton*). Šī metode sākotnēji tika izstrādāta ražojošo uzņēmumu pārvaldībai, bet vēlāk tika pielāgota arī pakalpojumu sniegšanas uzņēmumiem. Bez biznesa procesu pārvaldības šī metode pievēršas arī citu uzņēmumu raksturojošu parametru kontrolei. Tās pamatideja ir tā, ka uzņēmuma vienmērīgai attīstībai ir nepieciešams kontrolēt ne tikai finansiālos rādītājus. Šie rādītāji tiek grupēti tādās grupās kā Finances, Pasūtītājs, Iekšējie biznesa procesi, Mācīšanās un augšana. Katrai grupai tiek noteikti 5-6 kvantitatīvi izmērāmi rādītāji. Mērījumu tiek veikti salīdzinot konkrēto izorientēto uzdevumu plānotās un faktiskās vērtības. Kā tipiskus šīs metodes mērus var minēt:

- Finansiālie
 - Naudas plūsma
 - Investīciju atgriešanās (*ROI*)
 - Finansiālie rādītāji
- Pasūtītājs
 - Piegādes datums
 - Piegādes daudzums
- Iekšējie biznesa procesi
 - Veikto darbību skaits
 - Darbības izmaksas
- Mācīšanās un augšana
 - Investīciju apjoms
 - Darbinieku nestrādāto dienu skaits

Izmantojot šo metodi, bieži tiek izmantots t.s. kontrolpanelis (*dashboard*), kas uzlabo situācijas pārskatāmību. Šajā kontrolpanelī, ja faktiskie mērījumu rezultāti iekļaujas plānotajā diapazonā, to attēlo zaļu, bet, ja ir novirzes, atkarībā no to lieluma, rādījumu attēlo dzeltenu vai sarkanu.

6 σ (*six sigma*) metodi izstrādāja Motorola 1986. gadā [3]. Tā ir statistiska metode, kurā galvenā uzmanība tiek pievērsta procesa noviržu noteikšanai, analīzei un noviržu samazināšanai. 6 σ metodes nosaukums cēlies no statistiskās sakarības, ka, ja kādā mērījuma vidējā kvadrātiskā novirze ir σ , tad pārskatāmā mērījumu laikā praktiski nav iespējams, ka kādam konkrētam mērījumam novirze varētu pārsniegt 6 σ . Šīs metodes balstās uz to, ka:

- Nepārtraukta procesa izejas (piegādes pasūtītājam) noviržu novēršana ir galvenais biznesa veiksmes faktors.
- Biznesa procesu un ražošanu var mērīt, analizēt, kontrolēt un arī uzlabot.
- Lai sasniegtu nepārtrauktu kvalitātes uzlabojumu, nepieciešams, lai tajā iesaistās visa organizācija, tajā skaitā arī augstākā līmeņa vadība.

Balstoties uz mērījumu datiem, 6σ metode piedāvā soļus problēmu risināšanai, fokusējoties galvenokārt uz procesa uzlabošanu un to, kā piegādāt pasūtītājam to, kas viņam nepieciešams. Metode ir implementēta dažādos analīzes rīkos. Nemateriālo resursu pārraudzības (*Intangible Assets Monitoring*) metodi ieviesa Kārlis Eriks Sveibijs (*Karl Erik Sveiby*) 1987. gadā [4]. Šī metode tehniski sasaucas ar līdzsvaroto mērījumu metodi, tomēr tās galvenā atšķirība ir tā, ka tajā par galveno vērtību tiek uzskatīti uzņēmumā strādājošie cilvēki un to zināšanas. Šī metode sākotnēji tika piemērota augsto tehnoloģiju uzņēmumu pārvaldībai, kuros izpēte un izstrāde (*R&D*) sastāda nozīmīgu uzņēmuma darbības daļu. Tā kā mūsdienās izpēte, izstrāde un darbinieku zināšanas ieņem nozīmīgu lomu arvien plašākās biznesa jomās, šī metode kļūst piemērota arvien plašākam uzņēmumu lokam.

Šajā metodē bez uzņēmuma materiālajiem resursiem nemateriālos resursu sadala trīs grupās – iekšējos, ārējos un kompetencē. Uzņēmuma ārējo resursu grupā ieskaita klientus, to apmierinātības novērtējumu, klientu stabilitāti, apgrozījumu un peļņu uz vienu klientu. Iekšējo resursu grupā apskata tādus rādītājus kā investīcijas attīstībai, vecāko un jaunāko darbinieku attiecību, procesu uzlabojumu un kvalitāti. Kompetences grupā apskata tādus rādītājus kā darbinieku kompetences rādītājus, kadru mainību jaunāko un vecāko darbinieku vidū, jaunāko un vecāko darbinieku attiecību, apgrozījuma un peļņas rādītājus uz vienu darbinieku.

Šajā metodē uzņēmuma apgrozījumu un peļņu apskata no vairākiem aspektiem – gan attiecībā uz klientu, gan attiecībā uz uzņēmuma procesiem un darbiniekiem. Tādējādi iespējams noteikt, kas ir labākā uzņēmuma pievienotā vērtība, un ļauj fokusēties uz noteiktu attīstības virzienu un uzlabojumiem.

Modeļi dažādās valodās

Biznesa procesu modelēšanas valodas ir veidotas uz sistēmu dinamiku aprakstošu valodu bāzes. Izplatītas ir ieguvušas šādas valodas – stāvokļu diagramma un Petri tīkli.

Stāvokļu diagramma tika izstrādāta uz galīgo automātu teorijas (*Finite State Machine – FSM*) bāzes 1960. gados. Tajā galīga stāvokļu automāta pārejas tiek aprakstītas ar orientētiem grafiem. Grafa virsotnes ir automāta stāvokļi, bet šķautnes norāda stāvokļu pārejas automātam reaģējot uz attiecīgiem ieejas simboliem (notikumiem), kas var izraisīt arī noteiktas izejas simbolus (darbības). Notikumi un darbības (ja tādas ir) parasti tiek atdalītas ar slīpsvītru. Vienkāršu stāvokļu automātu diagrammu ir iespējams aprakstīt algebriski (ar regulāru valodu). 1987. gadā Deivids Harels (*David Harel*) to papildināja ar jaunām iespējām sarežģītu gadījumu aprakstīšanai, ieviešot papildus pseidostāvokļus (piemēram, izvēles un saliktos stāvokļus, paralēlismu) un pāreju nosacījumus (*guard conditions*). Diagramma ar pāreju nosacījumiem vairs nav algebriski aprakstāma, bet tā ir funkcionāli pilna dinamiskas sistēmas programmēšanas valoda, kas tika ieviesta vienā no pirmajiem grafiskās modelēšanas rīkiem Statemate [5]. Harela diagramma tika izmantota UML aktivitāšu diagrammas darbības precīzai aprakstīšanai.

Petri tīklus 1962. gadā izstrādāja Karls Petri (*Carl Adam Petri*). Petri tīkli ar orientētiem grafiem apraksta sadalītu sistēmu darbību, kas apmainās ar datiem. Petri tīkli sastāv no virsotnēm – pozīcijas, kur marķieri var atrasties, un pārejām, kurām "atveroties" (izpildoties nosacījumam vai notikumam), kurām marķieris drīkst iziet cauri. Virsotnes tiek savienotas ar šķautnēm, kas savieno tikai pozīcijas ar pārejām un otrādi. Pārejām "atveroties" marķieri maina savu atrašanās vietu uz nākamo pozīciju. Vienā Petri tīklu mašīnā vienlaicīgi var atrasties vairāki marķieri. Vienkrāsainus Petri tīklus (t.i., marķieri attēlo tikai vadības plūsmu) ar galīgu

marķieru skaitu principā var aprakstīt ar sadarbojošos automātu kopu, tātad var aprakstīt ar regulāru valodu. Vairumā gadījumu to nevar izdarīt praktiski, jo kopējais stāvokļu skaits pieaug eksponenciāli no marķieru skaita.

Paplašinātajos Petri tīklos (t.s. krāsainie Petri tīkli) marķieri var būt dažādi (tie var saturēt dažāda tipa datu laukus). Ar dažādu "krāsu" marķieriem var modelēt dažādu datu plūsmu.

Procesu modelēšanas valodas tika izstrādātas uz stāvokļa diagrammas un Petri tīklu bāzes, jo šīm valodām ir precīza matemātiskā semantika, un tās var izmantot citu valodu semantikas aprakstīšanai. Tomēr šo notāciju izmantošana biznesa procesu aprakstīšanai tiešā veidā ir praktiski neērta. Tāpēc biznesa modelēšanas valodās tika ieviesti papildus līdzekļi, lai aprakstītu kādas darbības, kādos apstākļos un kādā kārtībā procesu izpilda dažādi veicēji, kā arī informācijas plūsmu, ko viens veicējs var nodot nākamajam.

Tipiska ARIS EPC (*Event-driven Process Chain*) diagramma [6] sastāv no funkcijām (kastītes ar noapaļotiem stūriem, piem., *Request service*) un notikumiem (sešstūri), kurus secīgi savieno ar raustītām bultām. Notikums pirms funkcijas (*Product needed*) izraisa funkcijas uzsākšanu, bet notikums pēc funkcijas tiek radīts, kad funkcija ir pabeigta (*New order*). EPC funkcijai (*Request service*), var būt ieejas un izejas dati (*Order*). Konkrētu funkciju pilda noteiktas organizatoriskās vienības pārstāvis (*Sales assistant*), un tai var būt nepieciešami resursi (*Customer*).

GRAPES BM biznesa procesu diagramma [7] galvenie elementi ir uzdevumi (kastīte *Validate order*). Uzdevumu izpildes secību norāda ar šķautnēm – notikumiem (nenosauktas bultas) vai ziņojumiem (nosaukta bulta *New order*). Diagrammā ir iespējams attēlot arī datus (kastīte *Order*) un zarošanās nosacījumus (kastīte *Order correct*).

Rezultāti

Visas apskatītās biznesu procesu modelēšanas valodas sastāv no darbībām (funkcijas, UOB, uzdevumi), kas ir savienotas ar vadības šķautnēm. Diagrammām ir arī kontroles elementi – izvēles, sadalīšanās, apvienošanās un saplūšanas simboli, kuri var būt vai nebūt parādīti kā atsevišķas virsotnes. Darbības veicēju norāda darbības virsotnē, vai arī darbības virsotni ievieto veicēju joslā. Darbību var detalizēt ar citu diagrammu. Darbības tiek izpildītas sākot ar īpašu sākuma simbolu (vai netieši sākot ar to, kurai nav ieejošās vadības virsotnes), iespējamās paralēlās darbības tiek parādītas tieši ar paralēliem vadības plūsmas zariem.

Secinājumi

Darba izpildes gaitā tika sasniegti šādi rezultāti:

- Apskatītas biznesa procesu metodikas
- Analizēti biznesa procesu modeļi dažās modelēšanas valodās
- Biznesa procesu mēri ir tikai definīcijas, kas nosaka, kā konkrēts biznesa procesa elements tiks mērīts

Summary

The process of work were achieved the following results:

- Viewed business process methodology
- Analyzed business process models in some modeling languages
- Business Process measures are only definitions that determine how a specific business process element will be measured

Literatūra

1. *Unified Modeling Language: Superstructure version 2.0*, OMG, 2005, <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?formal/05-07-04>
2. Andreas Dietzsch. *Adapting the UML to Business Modelling's Needs - Experiences in Situational*

3. *Method Engineering*, UML 2002. LNCS 2460, pp 73-83
4. <http://asq.org/learn-about-quality/six-sigma/overview/overview.html>
5. <http://www.ifrs.org/IFRSs/Documents/Technical-summaries-2014/IAS%2038.pdf>
6. <https://books.google.lv/books?id=ACq1XoM-xagC&pg=PA217&lpg=PA217&dq=Statemate&source=bl&ots=G55tRuSBB1&sig=WYH-v9mTAHPPKwa4ZgB-jZu8aAE&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwjw4uzs7KvTAhVBBYwKHdk8C3UQ6AEIYDAM#v=onepage&q=Statemate&f=false>
7. <http://www.conceptdraw.com/examples/epc-diagram>
8. <http://www.conceptdraw.com/examples/epc-diagram>

DESIGN AND STUDY OF TIME RELAYS DIZAINS UN STUDIJU LAIKA RELEJI

Author: **Olga Kirillova**, e-mail: 60pskov@mail.ru, +79118859260
Scientific supervisor: **Alexandr Markov, scientific degree Ph.D**, e-mail: markov-am55@mail.ru, +79113592525
Pskov State University, Russia, Pskov, Lenin Square, 2

Annotation. *By operation of security circuits and automatic equipment it is often required to create time delay between actuating of two or several devices. In case of automation of technological processes there can also be a need to make operations in a certain temporal sequence. Automated systems of industrial production rather often use electric drives (adjustable) which consist relays (time elements), they allow exercising control on the given algorithm. It can be algorithms of serial switching on or implementation of start of the electric drive in strict sequence including a starting element. The time relay is used in cases when it is necessary to perform automatically some operation not right after appearance of the managing director of a signal, and through the set period. For creation of a time delay there are devices called time relays [1].*

Keywords: *time relays, time delay, analog and digital relays.*

Introduction

Design and study of time relays pursues the following all-engineering practical aims and tasks:

1. To get acquainted with methods and ways of creation of time delay in the relay with electromagnetic, pneumatic and other delay mechanisms.
2. To study the principle of action of electronic analog and digital timers.
3. To develop the basic electric circuit of an electronic analog timer with the power output part executed on the electromagnetic relay of a direct current.
4. To make and adjust an electronic analog time relay.
5. To investigate characteristics of the made time relay, to define errors of a task of endurance of time depending on recurrence of work, change of ambient temperature and other conditions.
6. To indicate application fields.
7. To offer versions of the design decision on optimization of characteristics of the studied time relay.

Materials and methods

Time delays are divided into two look according to the method of switch programming: with analog and digital programming. At the same time each of types has advantages and intends for more effective use of their functions. For example, the analog time relay is rather easily programmed, recustomized, it is much more easy-to-work and is cheaper at cost. The digital relay allows setting the most exact time slot and excludes a possibility of appearance of a software failure.

Analog relays are constructed on property of a charge or the capacitor discharge through adjustable resistance belongs to them: the relay of a pneumatic time delay, the relay with electromagnetic deceleration, the electronic relay.

Digital works by the principle of pulse counting of the stable generator. They can be executed on transistors, chips, microprocessors, but they don't have charge circuits (or discharge) the condenser via the variable resistor.

All schemes of electronic relays apply two options of contours (fig. 1). In the first case the uncharged capacitor C is charged from the power supply with U tension through R resistance (curve 1 in fig. 1).

In the second case the capacitor C which is previously charged up to the tension of U is discharged through R resistance (curve 2 in fig. 1).

Regulation of time delay is usually carried out by change of a constant of time of a contour of RC. Accuracy of time delay in electronic relays depends on a condition of isolation of wires connected to the capacitor, stability of resistance, capacity and other elements of the scheme, and also supplies voltage. In addition, there are used thermal compensation elements: semiconductor thermistors and posistors.

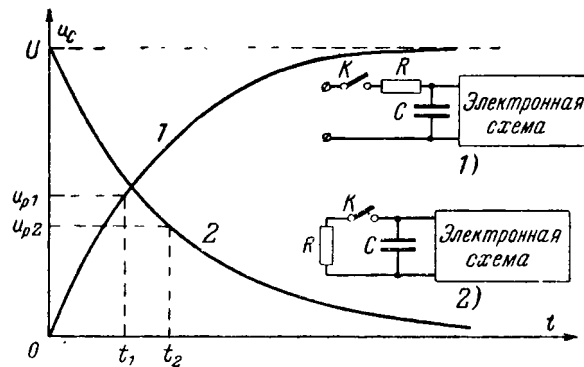


Fig. 1. Change of voltage on the time-consuming capacitor C: 1 - with charge, 2 - with discharge

The electrical schematic diagram of the electronic time relay and its appearance are shown in Fig. 2.

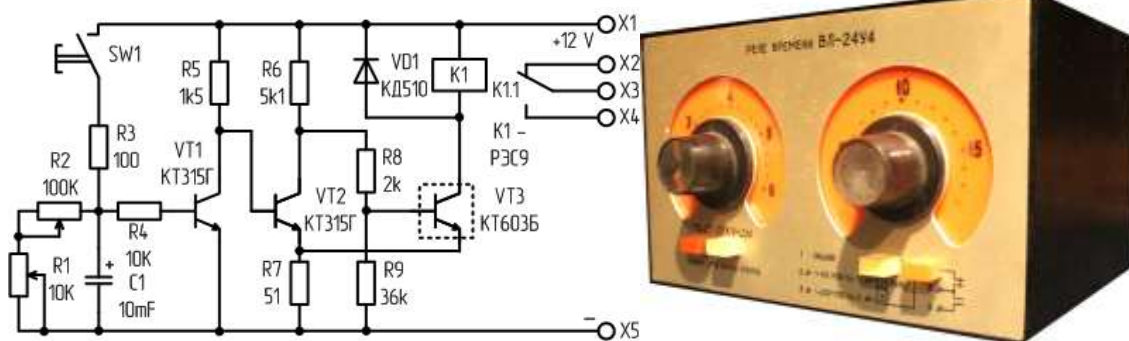


Fig. 2. Schematic diagram of electronic time relay and its appearance

The time-setting element of the time relay is the capacitor C1, its capacitance determines the maximum possible the device pull-in time. Regulation of a time delay is carried out by means of potentiometers of R1 and R2.

Results

The device works as follows: in the initial status VT1 and VT3 transistors are closed, VT2 – is open. When clicking the SW1 button, the C1 capacitor is charged to supply voltage, the VT1 transistor opens. At the same time the VT2 transistor is closed, and VT3 opens (Schmitt trigger) that leads to switching on of the electromagnetic K1 relay and closing of the controlling contacts of HZ-H4. The timer activates loading during the period determined by discharge time of the C1 [2] condenser.

Characteristics of stability of time delay, depending on ambient (20 ° C and 40 ° C), are shown on fig. 3.

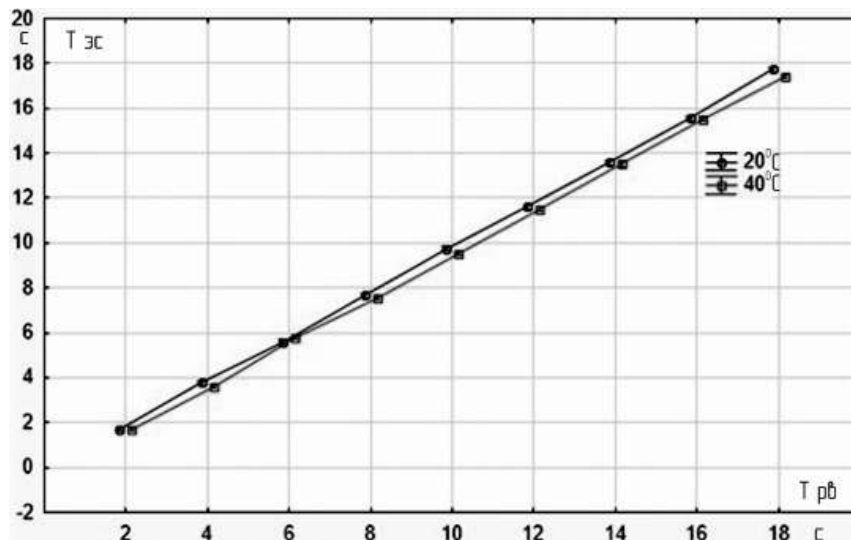


Fig. 3. Stability characteristics of time delay: $T_{рв}$ – time delay on the relay scale, $T_{эс}$ – by electronic stopwatch

In case of statistical measurement of a time delay in case of 20 and 40 degrees almost match that it is possible to explain with a uniform thermal field in the casing of the instrument. In cases of dynamic measurement of duration of a delay (cycles in 10 sec.) there is an error caused by impermanent update of conductivity of the transistor because of course of current, and also change of resistance of the relay winding.

Summary

The multifunction program time relay has rather extensive scope. The simple diagram of connection allows applying it to control of lighting in houses, to creation of artificial light, in particular on poultry farms, to equipment of pumps which are used to water supply, in lighting and billboards, in the refrigerating, air, and test equipment, etc. Besides, the time relay is set on irrigating systems and thermofurnaces.

That is why the modernization and improvement of characteristics of the electronic time relay should be carried out in the following directions:

1. To reduce dependence of a time delay on instability of power voltage, it is necessary to apply a compensation-type stabilizer in the integral design.
2. To replace the bipolar transistor VT1 on field, with high input resistance (see fig. 2). As R1 and R2 to use precision potentiometers, and as C1 – the capacitor with a small current leakage.
3. To make changeover of R8 and R9 resistors for thermal compensation of parameters of the diagram of the relay (see fig. 2) on semiconductor thermistors.
4. To use exhaust ventilation to reduce heating of parts.
5. To execute the electronic time relay with use of a digital, but not analog element basis: on chips of tough logic, microcontrollers, programmable logic controllers and so forth.

Bibliography

1. V. J. Shmur'ev. Rele vremeni poluprovodnikovye. – M., NTF Jenergopro-gress, 2009. – 72 p.
2. G. V. Druzhinin. Rele vremeni. – M.–L., Jenergija, 1966. – 104 p.
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Реле_времени.

CAMBRIDGE ANALYTICA IZVEIDOTĀS TEHNOĻĪJAS IESPĒJAS EIROPĀ UN LATVIJĀ

THE OPPORTUNITIES OF CAMBRIDGE ANALYTICA DEVELOPED TECHNOLOGY IN EUROPE AND LATVIA

Autori: **Ilze Kudiņa**, e-pasts: ilze26@inbox.lv, **Liene Mežinska**,
e-pasts: liene.mezinska@gmail.com, **Jelena Smirnova**, e-mail: nema5@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing., prof.**, e-pasts
peteris.grabusts@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The aim of the paper is to research and analyse Cambridge Analytica developed technology opportunities in Europe and Latvia. To reach this goal authors gathered and analysed literature sources, and statistical data, and drew conclusions. Cambridge Analytica technologies provide both opportunity for development as well as poses a threat to Europe and Latvia. Based on OCEAN personality model, Big data and microtargeting opportunities, Cambridge Analytica developed a quantitative data processing tool that analyses given data and provides personality profile. Statistical data about Internet usage in Europe in 2015 and 2016 shows that the amount of internet users is constantly growing. The same applies to Latvia, furthermore the amount of worldwide Internet site usage in Latvia is growing as well, allowing for more data gathering and less privacy protecting regulations restrictions. Cambridge Analytica developed technologies enable microtargeting usage in Latvia to provide more efficient and cost-effective marketing in electronic environment to the economically active population of Latvia.*

Keywords: *Big Data, Cambridge Analytica, microtargeting, Internet usage in Latvia*

Ievads

Arvien vairāk uzņēmumu sāk integrēt esošās administratīvās sistēmas ar tiešsaistes aktivitātēm, lai palielinātu to efektivitāti un uzlabotu pakalpojumu sniegšanu patērētājiem. [1]

Izvēloties popularizēt uzņēmumu un palielināt tā ienākumus, izmantojot digitālo reklāmu, galvenais izaicinājums ir nevis lieliska satura radīšana, bet gan satura uzlabošana, lai ziņa sasniegtu mērķauditoriju ar lāzerprecizitāti. [2]

Joprojām turpina pieaugt pētījumu skaits, kas parāda, ka personības iezīmes var paredzēt uzvedību, finanšu lēmumus un prieka līmeni darbā un attiecībās. [3]

Cambridge Analytica attīstītās tehnoloģijas nodrošina gan attīstības iespējas, gan arī rada draudus Eiropai un Latvijai. Jautājuma aktualitāte sekmē veicamos pētījumus.

Darba mērķis – apskatīt un izanalizēt Cambridge Analytica izveidotās tehnoloģijas iespējas Eiropā un Latvijā.

Darba uzdevumi:

- apskatīt un izanalizēt pieejamo informāciju
- apkopot un izanalizēt statistiskos datus.
- izdarīt secinājumus par Cambridge Analytica izveidoto tehnoloģiju iespējām.

Materiāli un metodes

DePaul Universitātes mārketinga profesors Bruce Newman tiešo mārketingu (microtargeting), sociālos medijus un *Big Data* sauc par “stratēģisko triādi”. [4]

Lai risinātu problēmu laika posmā no 1970. līdz 1993. gadam, izmantojot visu pieejamo komerciālo informāciju, datu apjoms, ar kādu būtu jāstrādā, bija aptuveni 1 miljons GB, savukārt, 2014. gadā ir pieejami 5 miljoni GB informācijas dienā, taču 25 miljoni GB, kas tiek ierakstīti un saglabāti, mūsdienu tehnoloģijas vēl nav pietiekoši jaudīgas, lai to spētu apstrādāt. Tā ir *Big Data* ekosistēma. [5]

Datu iegūšana prasa iespaidīgus finanšu resursus, tādēļ tos apstrādāt var atļauties tikai lielas kompānijas, piemēram, Google, Facebook, Twitter, Apple, Microsoft, Amazon, Alibaba, Tesla – šīm kompānijām ir pieejama informācija par lietotāju iepirkšanās vēsturi, meklēšanas vēsturi, kā arī informācija, ko lietotāji ievieto paši. Lietotājiem ir zināms, ka šī informācija tiek paturēta un analizēta, lai padarītu pieredzi ar konkrēto vietni ērtāku. Savukārt kompānijas – Palantir Technologies, Strategic Comm Lab, Cambridge Analitica u.c.– vāc lielos datus, lai analizētu sabiedrību un veiktu masu novērošanu, ko paši izmanto drošības iestādes. [6]

Lai gan tiešais mārketings *Microtargeting* ir salīdzinoši nesena parādība, pamata koncepts par personību ir diezgan vecs. [3] OCEAN (*Big Five, lielais piecinieks*) modelis ir viens no visvairāk pārbaudītajiem personības modeļiem, tas ticis pētīts dažādās vecuma un dzimuma grupās, kultūrās un valstīs, kā arī pielietojot dažādas metodes, tādēļ, daudzi psihologi to pieņem kā pašreizējo dominējošo personības modeli. [7]

OCEAN atšifrējums: atvērtība pieredzei (*openness*), apzinīgums (*conscientiousness*), ekstraversija (*extroversion*), labvēlīgums (*agreeableness*) un neirotizms (*neuroticism*). [3]

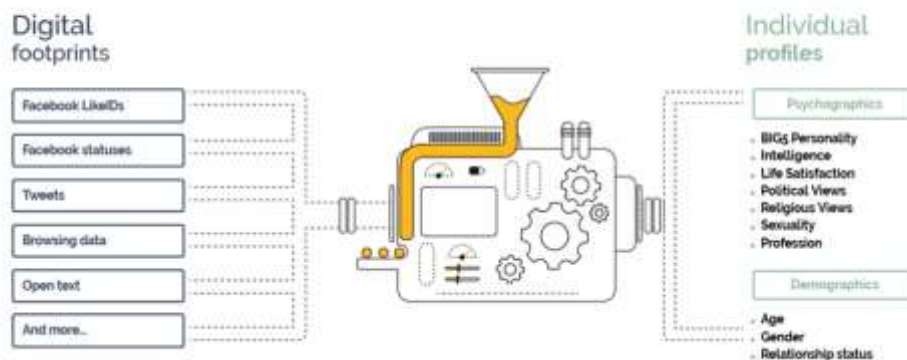
Liela daļa reklāmkompāniju definē savus klientus pēc demogrāfiskajiem un ģeogrāfiskajiem kritērijiem (vecums, rase, dzimums, dzīvesvieta). Tādējādi visas sievietes saņem vienādu informāciju dzimuma dēļ, un visi pensionāri vai jaunieši saņem vienādu informāciju vecumposma dēļ. Tam nenoliedzami ir ietekme cilvēka uzskatu veidošanā, taču liela nozīme ir cilvēka psihogrfikai – cilvēka personības izprašanai, kas nosaka cilvēka uzvedību. [5] Atslēgvārdus, kas nodrošina satura ierakstīšanu, kategorizēšanu un parādīšanu, var optimizēt tā, lai tie sasniedz nepieciešamo auditoriju, balstoties uz psihometriskajiem profiliem. [2]

Stenfordas universitātes asociētais profesors Michail Kosinski ir psihologs un zinātnieks, kas padziļināti pēta cilvēkus balstoties uz atstātajiem digitālajiem pēdu nospiedumiem, kas tiek atstāti, izmantojot digitālās platformas un ierīces. Kosinski koordinē myPersonality projektu, kas apvieno globālu sadarbību starp vairāk kā 200 zinātniekiem, pētot detalizētu psiho-demogrāfisko profilu vairāk kā 8 miljoniem Facebook lietotāju.

Rezultāti un to izvērtējums

Interneta pieredze tiek nepārtraukti piemērota katram indivīdam, balstoties uz algoritmu, kas nosaka lietotāja iepriekšējo izvēli un prognozējošās vēlmes. Tas tiek galvenokārt darīts, izveidojot datorlietotāju individuālo profilu, balstoties uz pagātnes meklējumiem un apmeklētajām vietnēm. Michail Kosinski izveidotās atvērtā koda programmas Applymagicsouce.com izmantoto informāciju, lai izveidotu individuālo profilu var apskatīt 1. attēlā. [8]

Trait Prediction Engine



1.attēls Pazīmju prognozēšanas mehānisms [8]

Balstoties uz OCEAN modeli, Michal Kosinski attīstīto tehnoloģiju un tiešā mārketinga (microtargeting) iespējām, Cambridge Analytica izveidoja kvantitatīvo datu apstrādes instrumentu, kas apskata personību formējošās iezīmes. [9]

Cambridge Analytica apgalvo, ka uzņēmumam ir pieejami no 3000-5000 datu punkti par katru ASV iedzīvotāju. Viens datu punkts nav īpaši informatīvs, taču saliekot tos kopā parādās informatīvs pārskats par katra cilvēka personību un cilvēku grupām kopumā. [10]

Datu punkti iedalās:

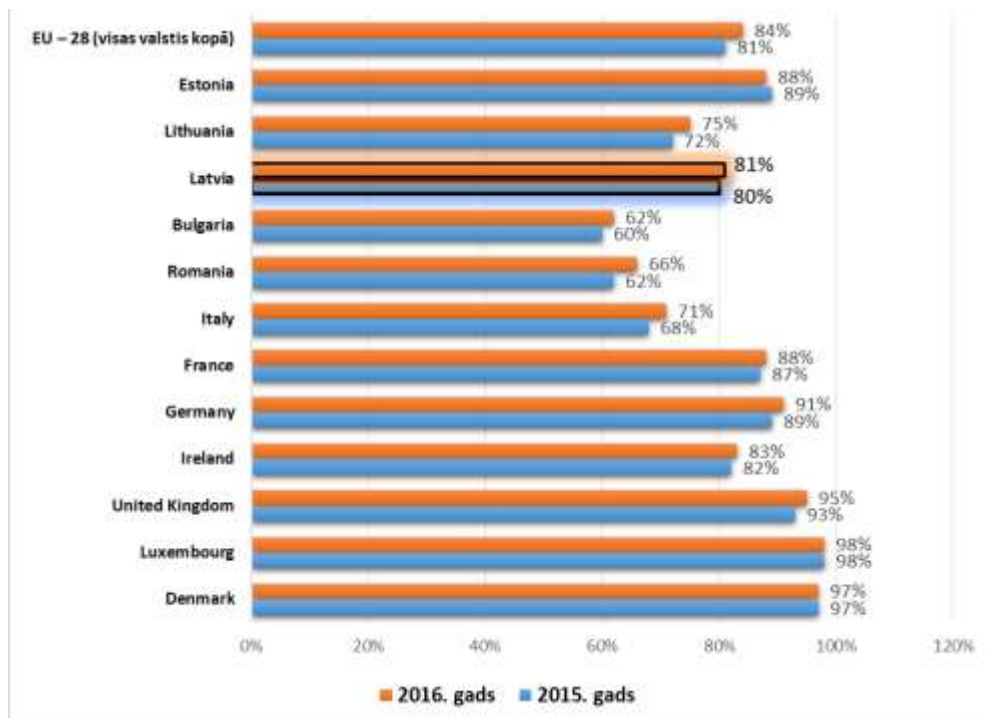
- demogrāfiskie un ģeogrāfiskie punkti (vecums, dzimums, tautiskā piederība, reliģija, izglītība, ienākumi, socio-ekonomiskais statuss, ģeogrāfiskie faktori);
- psihogrāfiskais profils (reklamēšanas rezonanse, automotīvie dati, patērētāju dati, iepirkšanās modelis, pilsoniskā iesaistīšanās, mobilo sakaru izvēle);
- personības raksturojuma dati – OCEAN un pārliecināšana (savstarpējā komunikācija, autoritāte, bailes, sociālais spiediens) [9]

Ar personību saistītā informācija var tikt iegūta no e-pasta adreses, Facebook profila, līdz pat vispārējai valodas lietošanai. [2] Sociāli mediji ir vieta, kur lietotāji sevi prezentē pasaulei, atklājot personīgās dzīves detaļas - aprakstot sevi, atjaunojot statusu, ievietojot fotogrāfijas un intereses. [7]

Pētnieki ir atklājuši, ka personības dimensijas tiek saistītas ar individuālu motivāciju. [2] Zinot mērķauditorijas personības tipu, var niansēt reklāmas ziņu, lai spēcīgāk ietekmētu konkrēto grupu. [9] Salīdzinoši jauns Facebook reklamēšanas produkts ir tā saucamais “*dark post*” – jaunumu (*Newsfeed*) ziņa, ko redz tikai tie lietotāji, uz kuriem tiek mērķēts. [10] Tādējādi, vienā ģimenē pat par vienu un to pašu produktu var piemērot dažādu reklāmu gan sievai, gan vīram, samazinot reklāmu izmaksas, un padarot tās efektīvākas. [9]

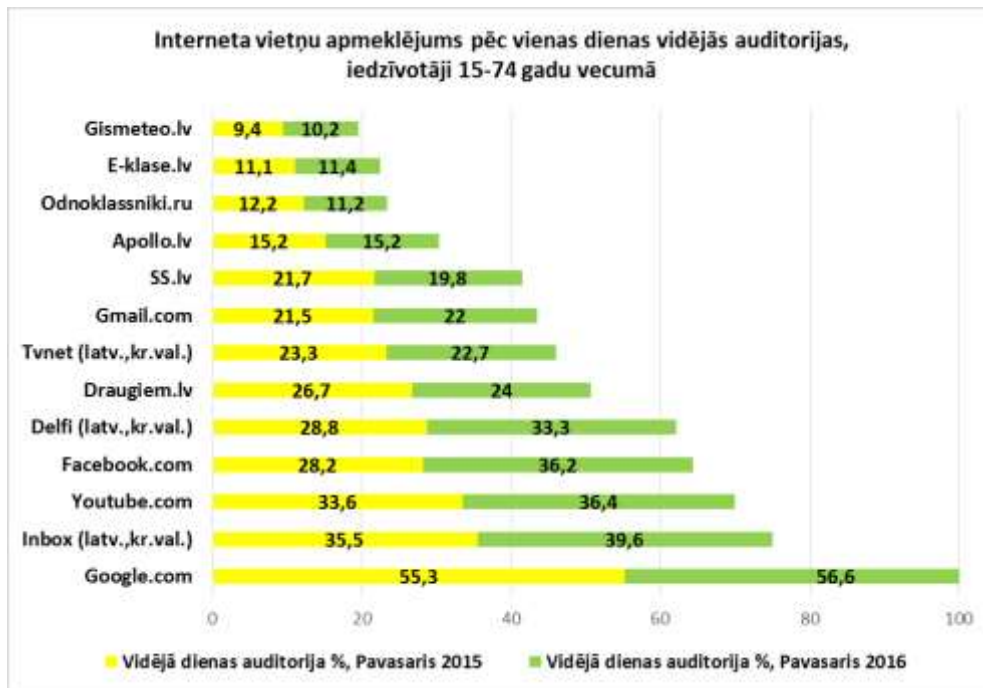
Agrāk reklāmu ģenerēšana notika saliekot vienā istabā ģeniālus cilvēkus, kad tie ģenerē dažādus saukļus. Tagad, analizējot informāciju, ir iespējams uzzināt to, kas liksies pieņemams patērētājiem, vēl pirms sācies ideju ģenerēšanas process. [9]

Lai uzzinātu Cambridge Analytica izveidotās tehnoloģijas perspektīvas Eiropā un Latvijā tika analizēti Eurostat un TNS dati par interneta izmantošanu.



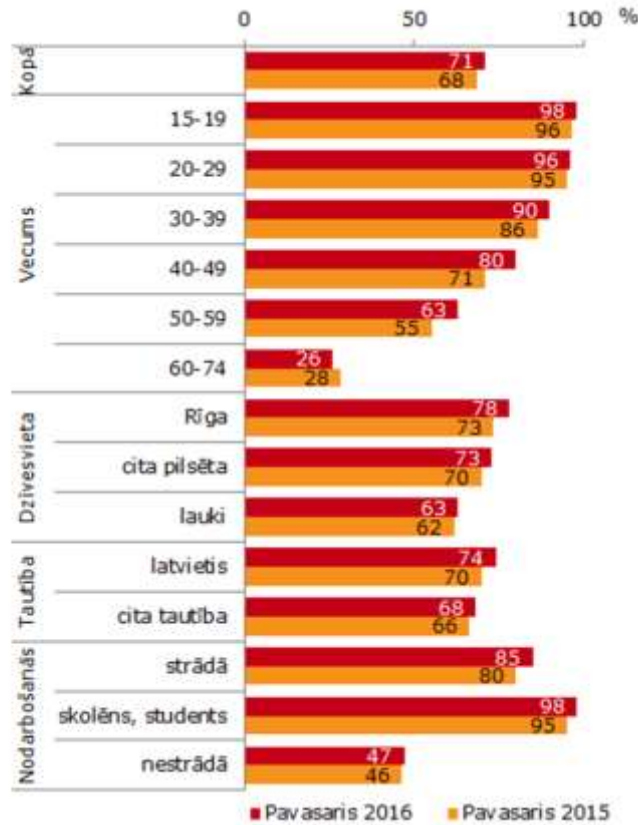
2. attēls Interneta lietošana Latvijā un citās Eiropas Savienības valstīs. [12; 13]

Apskatot interneta lietošanas apjomus Eiropā 2015. un 2016. gadā (sk. 2. attēlu), augstākie rezultāti novērojami Luksemburgā un Dānijā, kas sasniedz attiecīgi 98% un 97% no kopējā iedzīvotāju skaita. Latvija ierindojas 8. vietā no attēlā redzamajām valstīm, 2016. gadā sasniedzot interneta lietotāju skaitu iedzīvotāju vidū 81%. Tas ir salīdzinoši augsts rādītājs ES valstu vidū. Savukārt, Bulgārijā tikai 62% iedzīvotāju izmanto internetu. Eiropas Savienības 28 valstīs kopējais interneta lietotāju skaits 2015. gadā sasniedza 81% un 2016. gadā - 84%. Internetlifestats.com pētījumā par interneta lietotājiem 2016. gadā pasaulē, Latvija ierindojas 42. vietā pēc interneta lietotājiem pret vienu iedzīvotāju, un tikai 116. vietā pēc interneta lietotājiem kopumā. ASV, kur Cambridge Analytica veiksmīgi ieviesa radīto tehnoloģiju, šajā pētījumā ierindojas attiecīgi 20. un 3. vietā. [14] Tādējādi var secināt, ka ASV interneta lietošanas rādītāji ir augstāki, un lietotāji var tikt vieglāk ietekmēti digitālajā pasaulē.



3.attēls Interneta vietņu apmeklējums pēc vienas dienas vidējās auditorijas. [15]

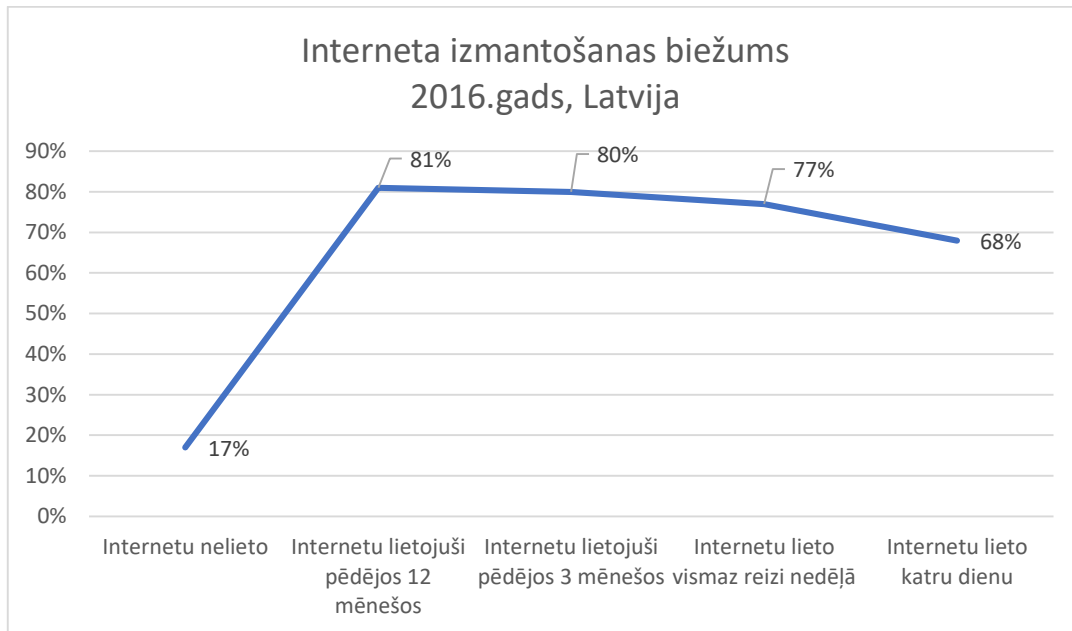
Pētījums par interneta vietņu ikdienas apmeklējumu Latvijā, iedzīvotāju grupā 15-74 gadu vecumam, parāda, ka visapmeklētākā vietne gan 2015., gan 2016. gadā ir Google.com, vidējā dienas auditorija pārsniedz 55%, tā kā Google ir viens no uzņēmumiem, kas apkopo un analizē informāciju par apmeklētajām vietnēm, var secināt, ka ir pieejami resursi arī par Latvijas iedzīvotāju interneta lietošanas paradumiem. Pētījums parāda, ka 2016. gadā ir samazinājusies vidējā dienas auditorija vietnēm odnoklassniki.ru, ss.lv, tvnet.lv, draugiem.lv, savukārt ievērojami palielinājusies ir facebook.com un inbox.lv vidējā dienas auditorija, tāpat nedaudz palielinājusies arī vietņu youtube.com, delfi.lv, gmail.com ikdienas auditorija. Cambridge Analytica izstrādātā tehnoloģija apkopo Facebook datus ar papildus pieejamo informāciju par lietotāju, tā arī apgalvo, ka izmantojot šo informāciju ir spējuši veiksmīgi ietekmēt ASV un Lielbritānijas iedzīvotāju lēmumus dažādos nozīmīgos politiskos jautājumos, tādējādi apskatot pieaugumu Facebook.com lietotāju vidū var secināt, ka izvietotā informācija var ietekmēt arī Latvijas iedzīvotāju daļu, kas ikdienā izmanto Facebook.com.



4.attēls Regulāro interneta lietotāju īpatsvars dažādās mērķa grupās (%). [15]

Izvērtējot 2015. un 2016. gada pavasara pētījumu par interneta lietotājiem pēc vecumposma, dzīvesvietas, tautības un nodarbošanās kritērijiem, novērojama situācija, ka 96-98% iedzīvotāju vecumā no 15-29 gadiem izmanto internetu, 90% iedzīvotāju vecumposmā no 30-39 un 80% iedzīvotāju vecumposmā no 40-49 izmanto internetu. Izteikti zemāki rādītāji novērojami vecumposmā no 60-74, kas sastāda tikai 26-28%, to varētu ietekmēt interneta retā izmantošana šajā vecuma grupā. Interneta lieto virs 70% Rīgas un citu pilsētu iedzīvotāji un virs 60% lauku iedzīvotāji. Izvērtējot tautību kritēriju, internetu lieto aptuveni 70% latviešu un citu tautību iedzīvotāji. Izteiktas atšķirības interneta lietošanā parādās, izvērtējot nodarbošanās kritēriju – visaktīvāk, t.i. 95-98%, internetu lieto studenti un skolēni, salīdzinoši augsts rādītājs, t.i. līdz pat 85%, interneta lietošanā ir strādājošajiem, savukārt interneta lietošana nestrādājošo vidū nesasniedz 50%.

Izvērtējot interneta lietošanas biežumu 2016. gadā (sk. 5.attēlu) novērojams, ka vismaz reizi gadā internetu izmanto 81% Latvijas iedzīvotāju, pēdējo 3 mēnešu laikā internetu izmantojuši 80%. Interneta katru dienu lieto 68%, kas ir vairāk kā puse, savukārt 77% internetu lieto vismaz reizi nedēļā. Iepriekš minētie dati parāda, ka salīdzinoši liela Latvijas iedzīvotāju daļa internetu izmanto bieži, tādējādi ir pakļauti globālajām interneta tendencēm un datu ievākšanai. Interneta izmantošanas iespējas uzņēmumiem var noderēt apkopojot informāciju par klientu tīklu, kā arī paplašinot savu aktivitāti digitālajā pasaulē.



5.attēls Interneta izmantošanas biežums Latvijā 2016. gadā [13]

Lai gan ASV nepastāv viens kopējs datu aizsardzības likums, datu aizsardzība tiek atrunāta citos spēkā esošos regulējumos. Neskatoties uz to, Cambridge Analytica ir spējis veiksmīgi implementēt izveidoto tehnoloģiju un apkopot datus par katru ASV iedzīvotāju. Eiropas Savienībā 2016.gada 24.maijā stājās spēkā Datu aizsardzības regula, ko piemēros sākot no 2018.gada 25.maija, tā paredz personas datu iegūšanu pastāvot stingriem noteikumiem un likumīgam iemeslam, kā arī atbildību par saņemto datu drošību un pareizu izmantošanu.[16] Iespējams šis likums pastiprināti aizsargās Eiropas iedzīvotāju personīgos datus, taču ņemot vērā Eiropas un Latvijas iedzīvotāju plašo ārzemju vietņu izmantošanu, daļa personīgo datu tiks iegūta. Latvijas Universitātes profesors Jānis Bārzdiņš RTA konferencē min, ka šis likums varētu ierobežot Eiropas uzņēmumus, kas nebūs spējīgi konkurēt pasaules tirgū, kur šādi likumi nav spēkā. [6]

Secinājumi

Lai risinātu problēmas laika posmā no 1970. līdz 1993. gadam, izmantojot visu pieejamo komerciālo informāciju un datu apjomus, ar kādu būtu jāstrādā, bija aptuveni 1 miljons GB, savukārt 2014. gadā ir pieejami 5 miljoni GB informācijas dienā, taču 25 miljoni GB, kas tiek ierakstīti un saglabāti, mūsdienu tehnoloģijas vēl nav pietiekoši jaudīgas, lai to spētu apstrādāt.

Balstoties uz OCEAN modeli, Big Data un tiešā mārketinga (*microtargeting*) iespējām, Cambridge Analytica izveidoja kvantitatīvo datu apstrādes instrumentu, kas apskata personību formējošās iezīmes. Cambridge Analytica apgalvo, ka uzņēmumam ir pieejami no 3000-5000 datu punkti par katru ASV iedzīvotāju. Viens datu punkts nav īpaši informatīvs, taču saliekot tos kopā parādās informatīvs pārskats par katra cilvēka personību un sabiedrību kopumā.

Internetlivestats.com pētījumā par interneta lietotājiem 2016. gadā pasaulē, Latvija ierindojas 42. vietā pēc interneta lietotājiem pret vienu iedzīvotāju, un tikai 116. vietā pēc interneta lietotājiem kopumā. ASV, kur Cambridge Analytica veiksmīgi ieviesa radīto tehnoloģiju, šajā pētījumā ierindojas attiecīgi 20. un 3. vietā. [14] Tādējādi var secināt, ka ASV interneta lietošanas rādītāji ir augstāki, un cilvēki var tikt vieglāk ietekmēti digitālajā pasaulē.

Apskatot interneta lietošanas apjomus Eiropā 2015. un 2016. gadā, redzams, ka interneta lietotāju skaits Eiropā pastāvīgi pieaug. Tādās valstīs, kā Lielbritānija, Luksemburga un Dānija tas pat pārsniedz 95%. Savukārt Latvijā interneta lietotāju skaits 2016. gadā sasniedz

84%. Bulgārijā un Rumānijā interneta lietošanas apjomi nav tik iespaidīgi, sasniedzot vien nedaudz vairāk kā 60%.

Apskatot statistikas datus par informācijas izmantošanu dažādās vecuma grupās, tika noskaidrots, ka visvairāk interneta lietošana ir izplatīta jauniešu vidū - vecumā no 15 līdz 29 gadiem (98%,96%)[15], savukārt lietotāji, kuri vecāki par 60 gadiem izmanto internetu ievērojami retāk – 26%.

Cambridge Analytica tehnoloģiju izmantošana Latvijā dotu iespēju efektīvāk un lētāk pielietot tiešo mārketingu komerciālajai reklāmai elektroniskajā vidē ekonomiski aktīvajiem Latvijas iedzīvotājiem.

Šīs metodes nepilnība – piekļuve interneta lietotājiem informācijas telpā, ar mērķi tālākai datu apstrādei reklāmas nolūkos. Šajā sakarā Eiropas Savienībā 2016.gada 24.maijā stājās spēkā Datu aizsardzības regula, ko piemēros sākot no 2018.gada 25.maija, tā paredz personas datu iegūšanu pastāvot stingriem noteikumiem un likumīgam iemeslam, kā arī atbildību par saņemto datu drošību un pareizu izmantošanu.[16]

Summary

The amount of enterprises that integrate existing administrative systems online to increase effectiveness and improve service to consumers is constantly growing. In order to increase profit through digital advertising, companies face the problem of getting through to the target audience. DePaul University marketing professor Bruce Newman calls microtargeting, social media and Big Data - the *strategic triad*.

Cambridge Analytica has developed a quantitative data processing tool that analyses information providing individual personality profiles. Using modern technologies individuals leave enormous amounts of digital footprints that is gathered by different Big Data processing companies and later sold to third parties like Cambridge Analytica.

Internet experience has been adjusted to every individual based on algorithm of previous choices, however it would have a greater influence on the audience if adjusted to personality types. It has been proved that personality affects our decisions. OCEAN personality types have been researched in different countries, cultures, age groups and with different methods, therefore many scientists recognize this model as one of the principal. Using the technology developed by Cambridge Analytica it is possible to determine individual OCEAN (*openness, conscientiousness, extroversion, agreeableness, neuroticism*) personality type of the target audience, thus through microtargeting adjusting commercial message to influence audience with greater strength.

Lately the news that Cambridge Analytica developed technology has influenced United States has had a great resonance in the World, the company claims to have 3000-5000 data points about every US resident, however could this work in Europe and more specifically in Latvia?

To research this issue authors analysed Internet usage statistical data in Europe and Latvia. Statistical data shows that in 2015 81% of inhabitants in 28 European used Internet, in 2016 the amount of Internet users was already 84% and it is constantly increasing. Study of most popular websites visited in Latvia shows Google as the most visited, the next is local e-mail website inbox.lv and after that YouTube and Facebook. The study also shows an important growth of Facebook users among Latvia population. More than 90% of population between 15 and 29 years old use Internet, and there are more than 80% of Internet users that are up to 49 years. Most students and scholars use internet and a large part of employed population, however among unemployed there are less than 50% Internet users.

The statistical data shows that even though U.S. has higher percentage of Internet users, Latvia is not far behind and Europe is even closer, furthermore increasing part of Latvian population use global social media sites and other Internet sources, thus providing international

companies with their digital footprints and additional information about themselves, meanwhile Latvian Facebook and Google users could become easier targets to microtargeting. Therefore, Latvia and Europe is also vulnerable to Cambridge Analytica developed technologies, at the same time this could provide an essential insight in customer background allowing local enterprises to adjust their product and advertisement to preferred target market.

U.S. does not have a general data protection law, however there are several regulations in other laws, EU has passed a regulation on data protection law that shall enter into force in May, 2018. There are different opinions on this topic, while some say it may protect at least some part of personal data, others argue that it will slow down the progress of local IT companies which will not be able to compete in global market, because of these restrictions.

Bibliography

1. E- komercija (2016), <http://www.liaa.gov.lv/lv/biznesa-abc/e-komercija> , sk. 20.03.2017;
2. Nahai, N. (2015) Make marketing more effective by using the golden standard big five personality traits <https://www.marketingweek.com/2015/01/28/nathalie-nahai-make-marketing-more-effective-by-using-the-golden-standard-big-five-personality-traits/> , sk. 20.03.2017;
3. Talbot, D. (2016) How Political Candidates know if you are neurotic <https://www.technologyreview.com/s/601214/how-political-candidates-know-if-youre-neurotic/>, sk. 22.03.2017;
4. Conick, H. (2016) How Social Media, Microtargeting and Big Data Revolutionized Political Marketing <https://www.ama.org/publications/MarketingNews/Pages/social-media-big-data-microtargeting-revolutionized-political-marketing.aspx>, sk. 22.03.2017;
5. Stryker, Ch. (2014) Big Data will impact every part of your life <http://tedxfultonstreet.com/people/charles-stryker/>, sk. 27.03.2017;
6. LIKTA conference (2017), <https://www.youtube.com/watch?v=SVBmzwDAvXc> ,
7. Golbeck, J., Robles, C., Turner, K. (2011) Predicting personality with social media <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1979614>, sk. 31.03.2017;
8. Traid Prediction Engine (2017), https://appliedmagicsauce.com/about_us.html , sk. 31.03.2017;
9. Alexander Nix, CEO Cambridge Analytica – OMR Keynote/OMR17, 2017, <https://www.youtube.com/watch?v=6bG5ps5KdDo>, sk.31.03.2017;
10. Funk, M. (2016) The Secret agenda of a Facebook quiz https://www.nytimes.com/2016/11/20/opinion/the-secret-agenda-of-a-facebook-quiz.html?_r=1, sk. 04.04.2017;
11. TNS Latvia (2015) <http://www.tns.lv/?lang=lv&fullarticle=true&category=showuid&id=4797> , sk. 04.04.2017;
12. Internet Use and frequency of use (2015), http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Internet_use_and_frequency_of_use,_2015_%28%25_of_individuals%29.png , sk. 04.04.2017;
13. Internet Use and frequency of use (2016), http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/File:Internet_use_and_frequency_of_use,_2016_%28%25_of_individuals%29.png, sk. 04.04.2017;
14. Internet Users by Country (2016), <http://www.internetlivestats.com/internet-users-by-country/> , sk.04.04.2017;
15. Guru (2016) <http://www.7guru.lv/blog/jau-37-latvijas-iedzivotaju-internetu-viedtalruni-lieto-katru-dienu/>, sk. 04.04.2017;
16. Protection of Personal data (2017), <http://ec.europa.eu/justice/data-protection/>, sk.05.04.2017.

HYBRID DRIVE TRAINS FOR LIGHT AIRCRAFTS

Author: **Martin Kumm**, e-mail: martin.kumm@gmx.de

Scientific supervisor: Jens Wellhausen, Prof. Dr.-Ing, e-mail: jens.wellhausen@jade-hs.de
Jade Hochschule Wilhelmshaven, Germany

Abstract: *In this paper, the concept of a hybrid drive train for light aircrafts is presented. The benefits of the drive train are discussed by the particular example of the transformation of a well-known Cessna 172 to a hybrid aircraft.*

1. Introduction

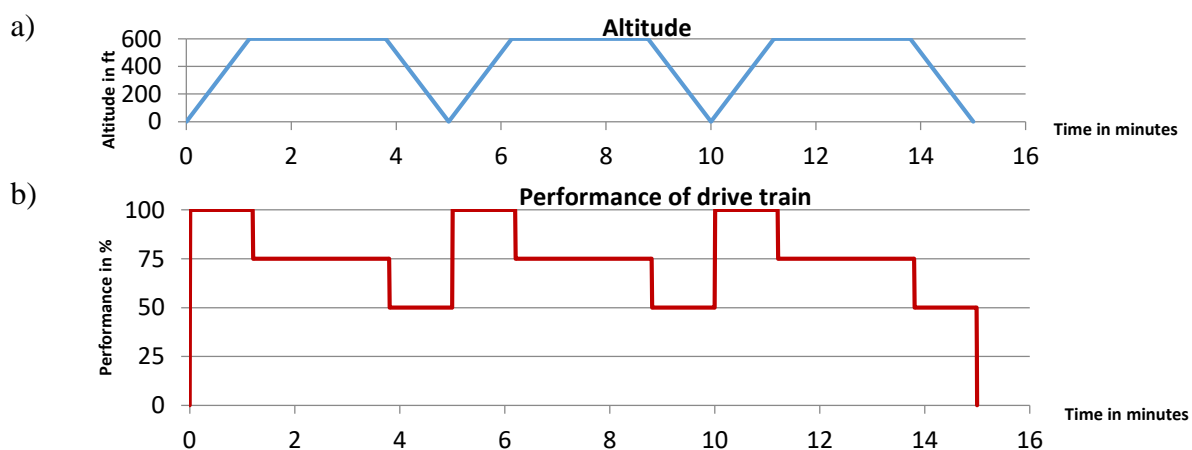
Nowadays available powered aircrafts of all sizes use fossil liquid fuels as power source. Due to rising fuel prices, efficiency issues and environmental awareness especially in matters of carbon dioxide (CO₂) emission and noise new drive train concepts for aviation are an interesting field of research. On the other hand, innovation in aviation is difficult because of legal and technical requirements.

Because of these facts the automotive industry started to think about another solution. Hybrid drive trains use an electric engine in combination with a combustion engine to reduce the fuel consumption and consequently the CO₂ emission. The technology advances, in the electric development, make the electric power more and more attractive for the General Aviation aircrafts. The limitations about the weight, the electricity storage of batteries and the efficiency of electric engines were improved. In this work, a hybrid drive train for a general aviation aircraft is discussed.

2. Hybrid Concept for a Light Aircraft

This concept is based on replacing the combustion engine of an airplane by a hybrid system consisting of a combustion engine and an electric engine, which has its optimal effectivity to performance ratio at the performance that is needed permanently for cruising flight. That means the electric engine is only used for the take-off, climb or in emergency situations and the combustion engine works the whole time in its optimal performance and efficiency range. The result of this is a reduction of fuel consumption and CO₂ emission.

A general issue in aviation is the weight of the airplane. To keep the payload, a new drive train with a high energy density is needed, which should be at least the same compared to the conventional engine. The first step is to analyse the energy budget. Fig. 1 and Fig. 2 show typical flight profiles for pattern circuits and cruising flight, the required power and phases when support of the electric engine is needed or when electric energy may be recuperated.



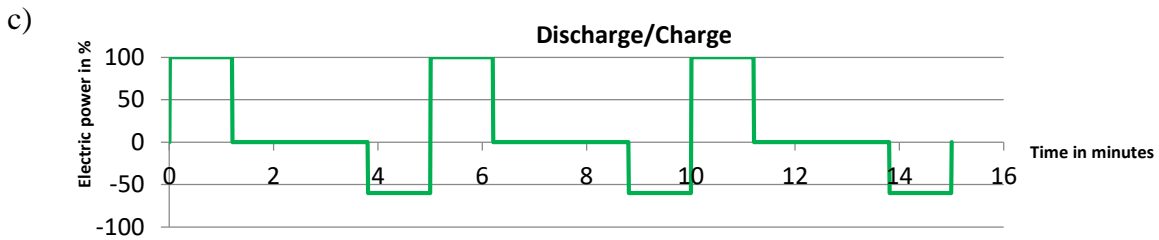


Fig. 1 Typical flight profile for pattern circuit. a) altitude. b) required power. c) electric power of hybrid system

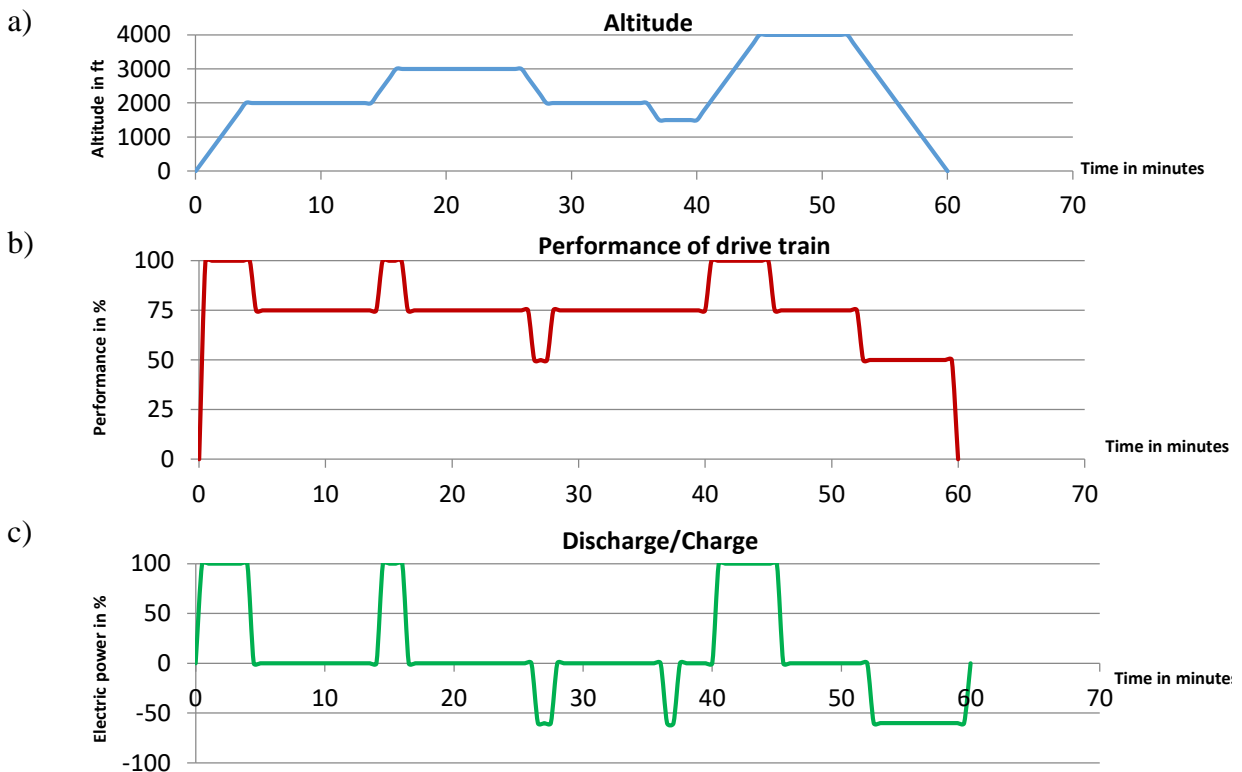


Fig. 2 Typical flight profile for cruising flight. a) altitude. b) required power. c) electric power of hybrid system

Peak system power is only necessary for take-off and initial climb. Most time of the flight the continuous power setting is usually between 65% and 75% of maximum power. When the plane descends, the battery can be recharged by keeping the combustion engine in a power setting of best efficiency and by recuperation, because in this phase of flight a very low power setting or even braking power is required. In this way, an excess of potential energy of the aircraft not used for a descent glide can be recycled. The potential energy is calculated by $E_{Pot} = m \cdot g \cdot h$, with aircraft mass m , altitude h and gravity constant g . Compared to automotive hybrid concepts, this is a worthwhile source of energy to recuperate.

Parallel hybrid Setup

In the parallel hybrid concept the electric engine and the combustion engine work on the same shaft. A battery is used to store energy for the electric engine. Fig. 3 depicts the details of this configuration. This drive train enables different kinds of travel modes. The first one is the conventional drive mode with the combustion engine as power source. In the second mode, the “boost” mode, the combustion engine and the electric engine work together for peak system power. The third mode applies when the required power of the aircraft is lower than the power

of the combustion engine or even negative in steep descents. In this mode, the battery is recharged by using the electric engine as a generator. For comparison, in the automotive industry the battery is charged during the braking process using the kinetic energy. The kinetic energy is calculated by $E_{Kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$, with the car mass m and the speed v . For example, a car with mass of $m = 1500$ kg, and a speed of $v = 27,78 \frac{m}{s}$ stores a kinetic energy of $E_{Kin} = 0,16$ kWh. Compared to this, an aircraft with the same mass and an altitude of $h = 600$ m has a potential energy of $E_{Pot} = 2,45$ kWh, which is obviously much more worth to recuperate.

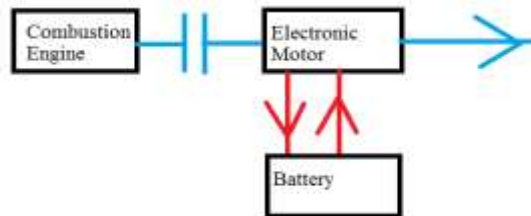


Fig. 3 Schema of parallel hybrid setup. Mechanical drive (blue) and electrical flow (red).

3. Example

This concept is based on the airplane *Cessna FI72M* [1] with the intention to reduce fuel consumption while keeping the flight performance.

Replacement of combustion engine

The original combustion engine (Lycoming O-320-E2D [2]) will be replaced by a combustion engine with 100 hp (Rotax 914 F [3]) for continuous power combined with an electric engine with additional 50 hp for peak system power as required for take-off, climb and in emergency situations. Tab. 1 shows differences in technical data of both combustion engine types, especially performance and weight.

By replacing the combustion engine, the weight decreases by 46 kg (= 122 kg – 76 kg). This yields a fuel consumption difference at continuous performance power setting of 13.3 l/h (= 33.3 l/h – 20 l/h).

Table 1

Comparison of original (Lycoming) and replacement (Rotax) combustion engine

Engine	Lycoming O-320-E2D	Rotax 914 F
Rated performance	110.3 kW (150 hp)	84.5 kW (115 hp)
Rated speed	2700 rpm	2387 rpm
Continues performance	71,3 kW (97 hp)	66,9 kW (91 hp)
Continues speed	2350 rpm	2058 rpm
Fuel consumption	33.3 l/h	20 l/h
Weight	122 kg	76 kg

For Lycoming, weight includes carburettor, magnetos, spark plugs, ignition harness, inter cylinder baffles, tachometer drive, starter and alternator. For Rotax, weight includes propeller with speed reduction unit, exhaust system, engine suspension frame, overload clutch, external alternator, air guide hood

As Tab. 1 shows, the performance of the Rotax engine is sufficient for the cruising flight, which is approx. 75% of maximum power of the Lycoming engine (84.5 kW vs. 110.3 kW), lacking a peak power performance difference of 25.8 kW (110.3 kW – 84.5 kW).

Electric engine

To fulfil this peak power performance gap, the hybrid drive train is completed by an electric engine, which delivers the power difference between the Rotax and the Lycoming

engine. The comparison above shows that the rated performance difference is approximately 25.8 kW.

The propeller should not be changed by this concept, so it is necessary to calculate the torque difference of both combustion engines to define the electric engine:

$$M_{Lycoming} = \frac{P}{2\pi \cdot n} = \frac{110.3 \cdot 10^3 W \cdot 60}{2\pi \cdot 2700 \text{rpm}} = 390.1 \text{ Nm}$$

$$M_{Rotax} = \frac{P}{2\pi \cdot n} = \frac{84.5 \cdot 10^3 W \cdot 60}{2\pi \cdot 2387 \text{rpm}} = 338 \text{ Nm}$$

$$M_{\text{difference}} = M_{Lycoming} - M_{Rotax} = 52.1 \text{ Nm}$$

As a result, the electric engine needs a torque about approximately 52 Nm and a performance about 26 kW.

Electric engine: Nova 30/50/4 P50

In this work, the electric engine *Nova 30/50/4 P50* was chosen, which is shown in fig. 4 left. This engine is produced by the company *Plettenberg Elektromotoren GmbH & Co. KG*. Its maximum performance is approximately 25.7 kW with a torque about 62.25 Nm by an electric input of 140 Volt and 220 Ampere. Fig. 4 right shows that at a current of 185A the electric engine has approximately a torque of about 52 Nm, a performance about 22.3 kW, a rotational by about 4102 rpm and works with an efficiency of nearly 86.53 %. In tab. 2, the key performance data for a power setting of 52 Nm at 22.3 kW is summarized. The electric Power P_{el} and the required Voltage U are calculated as

$$P_{el} = \frac{P}{\eta} = \frac{22.3 \text{ kW}}{0.8653} = 25.77 \text{ kW} \text{ and } U = \frac{P}{I} = \frac{25771 \text{ W}}{185 \text{ A}} = 139.3 \text{ V.}$$

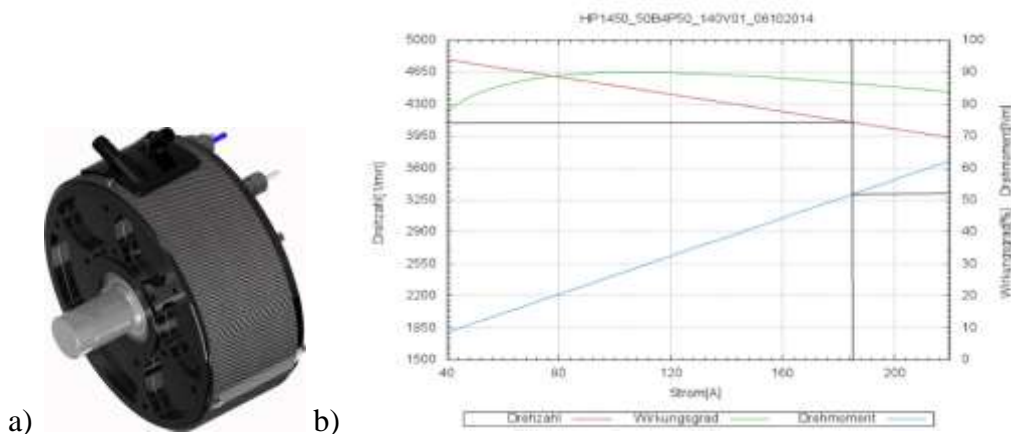


Figure 4 a) electric engine. b) datasheet. [4].

Table. 2

Summary of the reference values of the electric engine at 52 Nm.

Nova 30/50/4 P50 at 52 Nm	
Voltage U	139.3V
Current I	185A
Performance P	22.3kW
Efficiency η	86.53 %
Electric power P_{el}	25.77kW
Rotation n	4120 rpm
Weight m	6.5 kg

Battery dimensioning

As described above, the electric engine needs a voltage of 140 V and a continuous current of 185 A. The electric engine needs the power from the battery in special situations for example take-off, climb or emergency situations. The *Cessna F172 M* has a rate of climb of approximately 500ft/min. With the following equation it is possible to determine a rough guess for the time that the plane needs to climb to the desired altitude:

$$Time = \frac{Altitude}{Rate\ of\ climb}$$

For the calculation of the battery size respectively the capacity, the required time for the three situations within one flight and a safety factor are taken

$$C = (T_{TO} + T_C + T_E) \cdot x_s \cdot I$$

with the capacity C , the take-off time T_{TO} , the climb time T_C , the estimated emergency situation time T_E , the safety factor x_s and the electric current I .

For the following calculation the reserve for the emergency situation is set to $T_E=10$ min. The safety factor is for the battery that there is every time enough capacity because the senescence or another failure. The safety factor amounts 20 %.

$$C = (0.008h + 0.075h + 0.166h) \cdot 1.2 \cdot 185A = 55.278Ah$$

As a result, the drive train needs a rechargeable battery with a minimum capacity about 55 Ah, a current of 185 A and a voltage of 140 V. For the electrical storage in this hybrid drive trains the best battery type is the lithium-ion technology [5].

Battery: VLE 11-84

In fact of the previous calculation, the battery cell *VLE 11-84* [6] was chosen. This accumulator is produced by the *Saft Batterien GmbH*. This battery has a higher capacity than the drive train needs and a higher continuous current. With this battery a better performance is achieved and a better torque is reached than calculated at the beginning. The datasheet shows that the electric engine has at a current of about 200 A, a performance of 23.7 kW and a torque with 56.3 Nm. When the drive train uses the battery with the *Nova* engine at 185 A, then it has enough capacity for 27.24 minutes.

$$t = \frac{C}{I} = \frac{84\ Ah}{185\ A} = 0.454\ h = 27.24\ min$$

The electric engine needs a voltage of 140 Volt. In a series connection, the voltages of cells are added.

$$number\ of\ cells = \frac{U_{ges}}{U_{cell}} = \frac{140\ V}{10.8\ V} = 12.96$$

As a result, 13 cells of the *VLE 11-84* are needed connected in series to achieve a voltage of 140.4 Volt. The mass of 13 cells is 104 kg.

Power electronics

The drive train needs power electronics which can deal with the rated and maximum power from the battery and the electric engine. The “*Motorsteuerung MST-140-200 V3*” [7]

with a weight of 2 kg is a good choice, because this power control unit is adapted for the *Nova 30/50/4 P50* and is also produced by *Plettenberg Elektromotoren GmbH & Co. KG*.

Weight calculations

To benchmark the hybrid concept, the weight of the new configuration is compared with the weight of the old configuration:

Table. 3

Comparison of the new and old configuration		
component	old configuration	new configuration
combustion engine	122 kg	76 kg
electric engine	----	7 kg
battery	----	104 kg
power electronic	----	2 kg
empty weight	620 kg	686 kg
Δ_{weight}	66 kg	

The payload is calculated as $m_{PL} = m_{TO} - m_E = 1043 \text{ kg} - 686 \text{ kg} = 357 \text{ kg}$, with the maximal take-off weight m_{TO} , an empty weight m_E and the payload m_{PL} . Fig. 5 shows the fuel load and the flight time as in function of the payload.

4. Conclusion and Outlook

With today's development, it is possible to design a hybrid drive train in a general aviation aircraft. Although that on the one hand the new configuration has a higher weight and a negligible lesser performance, there are much more benefits on the other side.



Fig. 5 Payload function

Figure 5 shows that the new drive train can hypothetical fly over 7.2 hours in comparison to the old one with a flight time of 4.2 hours [9]. Another benefit is that the new combustion engine is turbocharged. That means that the performance is independent from the altitude respectively the air density. The electric engine performance is also independent from the air density. As a result of this, there is a much better performance in low air density areas than with the old drive train.

With this new drive train it is also possible to design a new front of the airplane because the new smaller engine and in fact of the water cooling system of the *Rotax* engine, it doesn't need large air intakes in the chassis. A comparison between the front of the *Cessna* and the front of a *Katana* [8], which contains the *Rotax* engine, shows the aerodynamic benefits of the design.

In this paper the electric energy storage is a lithium-ion battery. Future work may deal with other solutions, for example a fuel cell [10] or ionic liquid [11].

With the advance in the electronic development, the density of batteries and the energy density of electric engines will get better and better. That means that there will be more opportunities available with the hybrid drive train in the general aviation. The example was a small aircraft. But today and in the future with the development of the electronic, the hybrid drive train may be more and more attractive for the commercial airlines [12].

5. Bibliography

1. https://www.redskyventures.org/doc/cessna-poh/Cessna_172_C172M_1975_Owners_Manual_scanned_pilotinside.pdf
2. <http://www.lycoming.com/sites/default/files/O-320%20Operator%20Manual%2060297-30.pdf>
3. <http://www.flyrotax.com/produkte/detail/rotax-914-ul-f.html>
4. <http://www.plettenberg-motoren.net/index.php/de/antriebsserie-nova/antriebsserie-nova-30>
5. <http://www.batteryuniversity.com>
6. <http://www.houseofbatteries.com/documents/VLE.pdf>
7. <http://www.plettenberg-motoren.net/index.php/de/motorsteuerung/motorsteuerung-mst-140-200>
8. <http://www.diamond-air.at/en/single-engine-aircraft/da20i-katana/>
9. https://www.redskyventures.org/doc/cessna-poh/Cessna_172_C172M_1975_Owners_Manual_scanned_pilotinside.pdf
10. <http://www.hydrogenics.com/technology-resources/hydrogen-technology/fuel-cells/>
11. <http://nanoflowcell.com/>
12. http://www.airbusgroup.com/int/en/news-media/press-releases/Airbus-Group/Financial_Communication/2016/04/20160407_Airbus-Group_MoU_Siemens/de_20160407.html

LIETOTĀJU AUTENTIFIKĀCIJAS DROŠĪBA USER AUTHENTICATION SECURITY

Autors: **Andris Lastovskis**, e-pasts: lastovskis.andris@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing., prof.**, e-pasts: peteris.grabusts@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *Nowadays, the rapid development of technology and increased amount of data that must be processed and stored. All stakeholders are interested in security level of their system. To improve security, specific process was created, which will help identify the user, and only then give him access.*

As a result, developed process – authentication, it's purpose of this is to improve user identification process, and to let him go further. In the end, as a result, this process either allows the user to work with the system, or rejects it because incorrect data was received by system.

Often, the authentication process is based on some secret element that both the system and the user himself knows about. As an example it can be system's provided login and password, some readable element, or even fingerprints.

Keywords: *Authentication, identification, identity, security, user.*

Ievads

Mūsdienās strauji attīstoties tehnoloģijām un pieaugot apstrādājamo datu apjomiem. Bieži vien visas ieinteresētās puses nopietni izvērtē izmantojamās sistēmas un to saistītus drošības pasākumus. Tāpēc arī tika izstrādāts speciāls process, lai varētu identificēt lietotāju un tikai pēc tam ļaut tam strādāt ar sistēmas datiem.

Risinājums ir izstrādāts process – autentifikācija, kas ir virzīts uz lietotāju identitātes pārbaudi kādā no sistēmām. Rezultātā tiek noteikts, vai lietotājs atbilst tā uzrādītajiem identifikatoriem.

Autentifikācijas process parasti balstās uz kāda slepena elementa pamata, ar kuru ir iepazīts gan lietotājs, gan pati sistēma. Par piemēru sekojošiem elementiem var kalpot: lietotājam izsniegtā parole vai autentifikācijas numurs, nolasāms elements, vai pat pašas personas pirkstu nospiedumi.

Pētījuma objekti un metodes Autentifikācijas faktori

No vēstures zināms ka pat pirms datorsistēmu plašas izmantošanas, jau tika izmantotas visvisādas metodes, lai spētu noteikt kādas personas atšķirīgas īpašības, un balstoties uz dotās informācijas tiks veiktas turpmākās darbības. Tagad galvenokārt izdala 3 autentifikācijas faktoros:

- Kaut kas, ko mēs zinām – parole. Ir slepena informācija ko jāzina tikai autorizētai personai. Paroļu sistēmu ieviešana ir lēta, un vienkārša, bet tā ir izplatītākā ko cenšas uzlauzt ļaundari.
- Kaut kas, kas mums pieder – iekārta. Piemērs: bankas karte, *smart*-karte, ļaundarim tādu iekārtu iegūt ir grūtāk nekā ievadāmo paroli, jo subjekts uzreiz var ziņot par zagšanu vai kāda cita veida problēmām. Metode ir drošāka, bet izmaksas tās ieviešanai ir lielākas salīdzinājumā ar parolu mehānismu.
- Kaut kas, kas ir subjekta elements – biometrika. Perspektīva sistēma, ar lielisku precizitāti, bet tomēr ar trūkumiem, un lielu ieviešanas cenu. [1]

Autentifikācijas līdzekļi

Izvērtējot esošās sistēmas drošības līmeni, var izmantot dažāda tipa autentifikācijas pieejas, sākot ar parastām atslēgas frāzēm vai parolēm līdz vairāku etapu risinājumiem. [2]

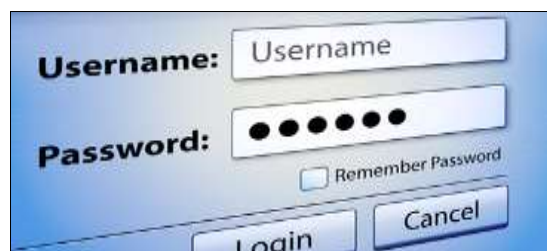
Autentifikācija izmantojot elektronisko parakstu

Elektroniskais paraksts jeb e-paraksts ir elektroniski dati, kas viennozīmīgi apliecina elektroniskā dokumenta (parakstāmā dokumenta) autentiskumu, apstiprina parakstītāja identitāti. Bieži vien atrodas papildus failos, kas tiek saņemti kopā ar parakstāmo dokumentu.

Autentifikācija pēc parolēm

Par paroli saprot kādu slepenu vārdu, vārdu salikumu vai simbolu virkni, kura glabā pieeju kādai nozīmīgai informācijai, piemēram, bankas kontam, e-pastam, telefona SIM kartei un/vai telefonam, seifam, kāpņu telpas durvīm, operētājsistēmu piekļuvei, utt. Pie tam paroles var iedalīt sekojoši:

- Atkārtoti lietojamās paroles
- Vienreizējas paroles



1.attēls Identifikatora un paroles ievada forma

Atkārtoti lietojamās paroles – viens no autentifikācijas veidiem sistēmā, kur lietotājs papildus savam identifikatoram (*login*) ievada arī paroli (*password*) - slepenu simbolu rindu. Pie tam pareiza doto datu kombinācija jau ir zināma sistēmai, un tiek glabāta datubāzē. [3]

Vienkāršu autentifikācijas procesu izmantojot paroles var aprakstīt sekojoši:

1. Tiek veikts sistēmas pieejas pieprasījums, un ievadīts identifikators ar paroli;
2. Ievaddati tiek nosūtīti serverim, kur notiek salīdzināšana ar pareizo kombināciju;
3. Ja pārbaude ir veiksmīga, autentifikācijas procesu uzskata par veiksmīgu, pretējā gadījumā – subjektam tiek piedāvāts atkārtoti veikt datu ievadi.

Parole var būt nodota serverim divos veidos:

- Nešifrētā, atklātā veidā (*Password Authentication Protocol, PAP*)
- Izmantojot šifrēšanas protokolus (*SSL, TLS*), tādā gadījumā ievaddati tiek transformēti un droši nosūtīti līdz autentifikācijas serverim.

Savukārt runājot par drošību, drošākais variants ir tad, ja lietotāja parole tiek glabāta servera pusē jau pārveidota veidā. Bieži vien tādām situācijām izmanto kriptogrāfijas jaučējfunkcijas (*hash*), tātad lietotājs ievada savu paroli, serveris to saņem, pārveido, un tikai tad salīdzina to. Rezultātā ja uzbrucējs pat piekļūš datubāzes datiem, no pārveidotas paroles izmantojot jaučējfunkciju ir gandrīz neiespējami iegūt lietotāja ievadāmo paroles kombināciju.

Atkārtoti lietojamās parolu lietošanā arī ir savi trūkumi. Pirmkārt bieži vien paroles datubāzēs glabājas atklātā veidā, vai ar minimālam transformācijām. Piekļūstot uzbrucējam šādai informācijai, pārējos konfidencialos datus iegūt nesagādās problēmas. Otrkārt subjektam, vienmēr ir jāatceras vai jāpieraksta sava parole. Ļaundaris doto informāciju var iegūt pielietojot sociālo inženieriju - cilvēka psiholoģiska manipulēšana, lai panāktu noteiktu darbību veikšanu vai konfidencialas informācijas izpaušanu. Papildus problēmas arī var rasties sistēmās tad ja lietotājam ir dota izvēle ievadīt pašam savu paroli. Tādos gadījumos bieži vien par paroli kļūst kāds vārds vai vienkārša ciparu, burtu kombinācija. Tas ļauj ļaundarim pielietojot *brute-force* kriptogrāfijas pieeju, mēģināt atlasīt paroli, vienkārši ievadot dažnedažādas kombinācijas.

Izmantojot automatizētus rīkus un jaudīgas datorsistēmas iespējams salīdzinoši ātri identificēt pareizo simbolu rindu. Piemēram, ja parole sastāv no 46 simboliem (burti un cipari), un tās garums ir 6 simboli, tā saturēs 2176782336 iespējamus variantus un īstās kombinācijas noteikšanai ar 25 gadu veco procesoru (*Pentium 100*) būs nepieciešamas tikai 6 stundas. Zinot cik strauji procesori attīstās, mūsdienās noteikti var teikt ka paroles atlase notiks vēl ātrāk. [1]

Risinājumi tādām problēmām ir sekojoši:

- Automātiski ģenerēto parolu izmantošana
- Parolu derīguma termiņu ierobežošana (vēlāk paroli būs obligāti jāmaina)

Vienreizējas paroles (*OTP — One Time Password*) – ir atkārtoto parolu risinājums, kas neļauj uzbrucējam iegūstot paroli, pastāvīgi to izmantot darbā ar sistēmu vai tās datiem. Galvenā atšķirība ir tajā ka katra parole ir derīga tikai vienai lietotāja autentifikācijai. Vienreizējo parolu mehānisms var būt realizēts gan aparatūras, gan programatūras līmenī. [4]

Izmantojamās tehnoloģijas tādām risinājuma var iedalīt sekojoši:

- Vienotu pseidogadījuma skaitļu ģenerācija, gan subjektam, gan sistēmai
- Laikspiedolu izmantošana – ir zināmi laika periodi kad ģenerētie skaitļi tiks atjaunoti.

- Vienotas gadījuma parolu bāzes izmantošana

Pirmajā metodē, tiek ģenerētas simbolu rindas lietotājam un sistēmai, pie tam katrā nākošā pieprasījuma tiek veikta atkārtota ģenerēšana.

Otrajā metode – sistēmā un lietotāja iekārtā glabājas slepena atslēga, ieiešanai sistēmā lietotājam tiek pieprasīts PIN kods, un ģenerētais skaitlis dotajā momentā, tad sistēma apvieno PIN kodu un slepeno atslēgu, pēc kā ģenerē gadījuma skaitli balstoties uz slepenās atslēgas parametriem un dotā momenta laiku. Rezultātā tiek pārbaudīts dota momenta ģenerētais skaitlis ko ievadīja lietotājs, un ko noģenerēja sistēma.

Trešais piemērs balstās uz sinhronizācijas un vienotas datubāzes ar parolēm, kuras tiek izmantotas sistēmas piekļuvei, kur katra parole ir vienreizēja. Pateicoties tam ja uzbrucējs iegūst lietotāja izmantoto paroli, tā jau nebūs derīga turpmākām darbībām.



2.attēls. Vienreizējo parolu ģenerēšanas iekārtas piemērs.

Autentifikācija izmantojot SMS

Mūsdienās ātri attīstoties mobilajiem tālruniem un to apjomiem cilvēku vidū, tika izstrādāta jauna metode, kas ļauj izmantot savu telefonu kā papildus iekārtu veiksmīgai autentifikācijai.

Procedūra ir sekojoša:

1. Lietotājevārda un paroles ievads
2. Lietotājs saņem vienreizēju autentifikācijas atslēgu SMS ziņojumā
3. Saņemtā atslēga tiek ievadīta sistēmā

Dotās metodes priekšrocība ir tāda ka atslēga tiek saņemta izmantojot citus sakaru kanālus, nevis to caur kuru notiek autentifikācijas process. Tas praktiski novērš draudus kurus dēvē par “cilvēks vidū” – kas nozīmē to ka veidot kādu darbību, pastāv informācijas nodošanas starpposmi, kuros ir iespējama datu noplūde. Tāda metode bieži vien tiek izmantota banku sistēmās.

Biometriskā autentifikācija

Biometriskā autentifikācija, balstās uz cilvēka biometrisku parametru mērīšanu, un nodrošina gandrīz simtprocentīgu identifikāciju, papildus risinot problēmas, kas var rasties pazaudējot paroles vai kādus citus identifikatorus.

Izplatītākie biometriskie risinājumi:

- Pirkstu nospiedumu atpazīšana
- Rokas ģeometrijas pārbaude, der gadījumos, kad ir pirkstu traumas kad nav iespējams izveidot korektu pirkstu nospiedumu.
- Varavīksnes skenēšanas iekārtas, uz doto momentu viens no precīzākajiem risinājumiem
- Termisks sejas tēls, uz doto momentu ļoti atkarīgs no apkārtējā apgaismojuma, kas būtiski ietekmē precizitāti.
- Sejas formas identifikācija, ir salīdzinoši precīza sistēma, bet bieži vien pat izmantojot personas fotogrāfiju iespējams iegūt pozitīvu autentifikācijas rezultātu.
- Balss atpazīšana – nodrošina attālinātu piekļuvi, bet ierobežo lietotāju ar sakaru kvalitāti, un nav derīga ja persona ir saslimusi utt.
- Klaviatūras ievada risinājums, analizē cik ātri tiek veikts datu ievads.
- Rokraksta parasta pārbaude izmantojot digitālaizeru.

Neskatoties uz doto risinājumu plašu pielietojumu, tam ir savi trūkumi:

- Pārbaudes šabloni noveco, nepieciešama pastāvīga atjaunošana
- Šablonu bāzes datus uzbrucēji var izmainīt
- Personas datus iespējams viltot (fotogrāfija, maska, ...)
- Ja personas dati bija nozagti (kompromitēti), tos nav iespējams mainīt īsos terminos
- Biometriskā informācija ir unikāla, bet ir grūti atstāt pilnīgā slepenībā

Autentifikācija, izmantojot ģeogrāfisko atrašanās vietu

Dotajā grupā iespējams izdalīt sekojošus punktus:

- Autentifikācija izmantojot globālās pozicionēšanas iekārtu (*GPS - Global Positioning System*) – process tiek uzskatīts par veiksmīgu, ja subjekts autentificējas no konkrēta zemeslodes reģiona. *GPS* aparatūra ir vienkārša un droša, un salīdzinoši lēta. Tas ļauj izmantot tādu risinājumu kad ir nepieciešams nodrošināt attālinātu piekļuvi no vajadzīgas vietas.
- Autentifikācija, kas balstās uz vietas no kuras notiek piekļuve internetam. Galvenokārt balstās uz serveru atrašanās vietas, vai bezvadu tīkla piekļuves punkta (*AP – access point*), no kurienes arī notiek pieslēgums internetam. Bet tāda metode nav tā drošākā, jo mūsdienās ir salīdzinoši viegli mainīt savu atrašanās vietu izmantojot tā saucamos proksi (*proxy*) serverus, vai sistēmas ar anonīmu piekļuvi (*Tor - anonymity network*).

Daudzfaktoru autentifikācija

Pēdējā laikā kļūst populāra pieeja kad veiksmīgai lietotāja autentifikācijai ir nepieciešami vairāku nosacījumu izpilde. Bieži vien tiek vienkārši kombinēti iepriekš aprakstīti risinājumi. Izvēloties priekš sistēmas vienu vai otru faktoru, pirmkārt ir nepieciešams noskaidrot kādu aizsardzības līmeni ir jāsasniedz, kādi ir pieejami resursi, un kā notiks subjektu mijiedarbība ar to. [4]

Zemāk tabulā ir attēlota salīdzināšanas tabula:

1.tabula

Autentifikācijas risinājumi dažāda drošības līmeņa sistēmām

Riska līmenis	Prasības pret sistēmu	Autentifikācijas tehnoloģija	Pielietojuma piemēri
Zems	Nepieciešams nodrošināt autentifikāciju sistēmas piekļušanai, pie tam datu noplūdei, nebūs būtiskas ietekmes.	Minimālās prasības - atkārtoti lietojamās paroles	Reģistrācija interneta portālā
Vidējs	Nepieciešams nodrošināt autentifikāciju sistēmas piekļušanai, pie tam sistēmas uzlaušana un konfidencialo datu izpaušana radīs nelielus zaudējumus.	Rekomendējams izmantot vienreizējās paroles	Persona veic naudas operācijas bankas mājaslapā
Augsts	Jānodrošina autentifikācija sistēmas izmantošanai. Papildus tam datu nopludināšana radīs nopietnus zaudējumus.	Kā minimums ir jānodrošina daudzfaktoru autentifikāciju.	Lielu starpbanku operācijas vai transakcijas izmantojot vadošo ierīci

Visas iepriekš aprakstītās metodes ir pielietojamas sekojošiem servisiem:

1) Ē-pasts, sociālie tīkli, maksājuma sistēmas, maksājumi internetā, interneta veikali, forumi, u.c. [5]

Izplatītākie autentifikācijas jeb personas identitātes apliecināšanas veidi Latvijā ir:

- Iestāžu uzturētās autentifikācijas sistēmas
- Internetbanku autentifikācija lietotājvārds, parole, kodu no kodu kartes
- Mobilais ID - jāievada mobilā tālruņa numurs, drošības kods, speciāls PIN kods
- e-Me viedkartes e-paraksts - Izmanto e-paraksta viedkartē iekļauto autentifikācijas sertifikātu.
- eID kartes - kurās ir iekļauts e-paraksts. [6]

Rezultāti un to izvērtējums

Apskatot izplatītākos risinājumus noskaidrojām ka uz doto momentu ir pietiekoši daudz variantu, kas spēj nodrošināt autentifikācijas pārbaudi. Papildus tam kad ir zināmas katras sistēmas “šaurās” vietas, var mēģināt apvienot dažādu tipu metodes. Tas rezultātā palielinās kopējo drošību, un mazinās iespējamās nepilnības kurus uzbrucēji var izmantot, lai piekļūtu lietotāju datiem.

Secinājumi

Attīstoties datoru tehnoloģijām un programmatūrai, rodas gadījumi, kad ir vērts izveidot datu aizsardzības sistēmu, kas būs gan ērta, gan pietiekoši droša. Viens no svarīgākajiem posmiem drošai lietotāju identifikācijai ir autentifikācija.

Mūsdienās, noteikti katrai datu apstrādes sistēmai, būs iespējams piemeklēt optimālu variantu, kas nodrošinās papildus drošības etapus ieviešot autentifikāciju. Un tomēr, katrām no apskatītajām sistēmām ir savas nepilnības, kas rada potenciālo risku ka sistēmā tiks ļaundari. Galvenais ir arī tas ka, pirms izdarīt izvēli vienmēr ir jāizvērtē nepieciešamais drošības līmenis, un vai to būs iespējams sasniegt ar konkrētiem risinājumiem.

Papildus tam nav jāaizmirst par to ka, vairākums problēmu rodas vienkāršas cilvēku neuzmanības dēļ, piemēram nozaudējot kodu karti, vai glabājot paroli vienuviet ar lietotājevārdu. Ja cita persona doto informāciju ir redzējusi un piefiksējusi, tas neradīs grūtības izmantojot tos piekļūt sistēmai, pie nosacījuma ja tie tiek izmantoti parastā autentifikācijas sistēmā ar atkārtoti lietojamām parolēs bez citiem papildus pārbaudes elementiem.

Viens no izplatītākajiem un drošākajiem risinājumiem mūsdienās, ir izmantot sarežģītu kombināciju garas paroles, kuras tiek atjaunotas pēc kāda laika, kopā ar vienreizējo atslēgu ģenerēšanu, ko lietotājs saņem SMS veidā. Iepriekš aprakstītu uzdevumu spēj nodrošināt divpakāpju autentifikācija.

Summary

With the development of computer technologies and software, there are situations when it is necessary to create a data protection system that is both convenient and sufficiently safe. One of the most important steps for the safe identification of users is authentication.

Currently, for each system that works with data, it is possible to choose the best option that will provide additional security measures by implementing authentication. And yet, each of the solutions discussed has its own drawbacks, creating the potential risk that the data in the system can be obtained using the disadvantages of a particular authentication solution. The key is the fact that, before making a choice, it is always necessary to assess the level of security, and whether this can be achieved through specific solutions.

In addition, we should not forget that most of the problems arise from simple human negligence, for example, the loss of a code card or the storage of passwords in one place with a username. If someone has seen this information, it will not cause any difficulties in using them to access the system, if the authentication system is simple enough and works with reusable passwords and without any other additional security elements.

One of the most common and safe solutions at the moment is the use of a complex combination of long passwords that are recovered after some time, along with the generation of a one-time key, the user receives in the form of SMS. Two-step authentication will be the best solution of such a system.

Literatūra

1. <https://lv.wikipedia.org/wiki/Autentifikācija>
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Аутентификация>
3. <https://en.wikipedia.org/wiki/Authentication>
4. <https://www.esidross.lv/2013/02/19/divpakapju-autentifikacija/>
5. https://cert.lv/uploads/Pasākumi/1-Informācijas_sistemu_drosiba.pdf
6. <http://odo.lv/Training/EServicesSecurityConcepts>

MICROCONTROLLERS IN AUTOMATION SYSTEMS OF ESCAPE ROOMS

MIKROKONTROLLERI AUTOMATIZĀCIJĀS SISTĒMĀS KVESTU-ISTABĀM

Authors: **Igor Lubyagin, Anna Ivanova**, e-mail: iol96@mail.ru, ivanovaannadm@mail.ru,
+79118907322, +79215025515

Scientific supervisor: **Sergei Loginov, scientific degree Ph.D**, e-mail: lsy1@mail.ru,
+79602271125,

Pskov State University, Russia, Pskov, Lenin Square, 2

Annotation. *This article is devoted to the automation of various entertainment processes. Nowadays this topic is the most relevant because entertainment industry is in high demand but automation in this field isn't spread widely. The solution of the problem is shown on the example of creating of automation system of the separate escape room using soft and hardware application Arduino. The advantage of automation processes allows not to hire a worker who watches all processes in the room and control them manually that allowing to refer a game as honest as possible. In addition on Arduino base different new ideas may be realized, which are important factors of the success of people working in this field.*

Keywords: *automation processes, escape room, microcontroller Arduino.*

Introduction

Entertainment is one of the most important spheres of a human's daily life, which influence on the state of society, because the need to relax is one of the main needs of human. The world entertainment industry produces billions of dollars and it is an important part of the economy of most countries. Range of entertainment of modern people is wide and varied and is "a mirror" of modern culture and technical progress. In spite of this the directions of the industry where automation is used, aren't very diverse. Automation is one of the direction of scientific and technical progress where self-regulating technical means are used. There are many examples in the field of entertainment such as: laser combat, cuzar, and different slot machines. Besides there is a whole direction of the escape rooms. It is an intellectual game with a certain plot, where player are locked in the special room and they are to get out it in the time that is available to them finding special things and solving puzzles. As a rule, people lose interest in the same rooms that's why they find new room with new tasks. Introduction of microprocessor- based devices allows to change the task very fast and easily what caused a desire to visit the escape room again.

Materials and methods

The authors of this article had to automate several separate stages of the escape room. To implement similar tasks it is convenient to use microcontrollers with the ability to connect a large number of sensors and other peripherals, so the authors of the article use Arduino Nano as the processor board. This compact processor board has 14 digital outputs, six of which are pulse-width modulation outputs, and eight analog inputs. The flash memory of the ATmega328 microcontroller on which the platform is built is 32 KB, while 2 KB are used for the bootloader, 2 KB for RAM, 1 KB for EEPROM, the clock frequency is 16 MHz [1]. For programming hardware, built on the hardware-software Arduino, a free software shell IDE is used [5]. The Arduino programming language is a standard C ++ language with some features that allows to write the working program easier [5].

One of the developed stages was the secret door opening when the figures were placed in certain places according to their weight. Thus, at this stage, two challenges are manifested: the development of automatically opening door mechanism and the mechanism for recognizing figures in accordance with their weight. The door opening can be realized in several ways.

1. Dual electromagnetic lock (holding force is 250 kg, and the current consumption is 1 / 0.5 A) is connected to the microprocessor through a relay [1].

2. Electric latch lock - "latch". In the initial position, the lock is locked. To open it a necessary power(12w) must be got to the solenoid. The power connection to the lock is carried out by the relay using two conductors with a two-pin connector at the end [4].

3. The stepper motor 28BYJ-48, connected through the driver ULN2003, is very cheap and convenient for using, but it has a number of drawbacks. It does not work correctly when it's overloaded, in addition, to work with different program code, you need to use additional libraries for management, that complicates the procedure for using the engine.

4. The servomotor is a drive which controlled through negative feedback, that allows to perform the motion parameters precisely. The servomotor is a mechanical drive which has in its composition a sensor and a control unit that automatically maintains the necessary parameters on the device according to the specified external value [1].

In the implementation of this task, a servomotor has been selected, since it is the simplest for using, the cheapest and the most compact device of all of the above mentioned options. The secret door has a small mass, so the servomotor can cope with this task easily.

The following sensors can be used for the recognition mechanism of relevant figures.

1. Strain gauge RI033 is a load cell that implements the balance operation. This sensor has a drawback because due to the uneven position of the object, the measurements can be inaccurate, and the locker door might not be opened [3].

2. The pressure sensors (Force Sensitive Resistors (FSRs)) allow to assess the level of pressure, force of pressure and weight [3]. They are easy to use and inexpensive. But their disadvantages have the same nature as the load cell.

3. RFID tags are a technology for contactless data exchange, based on the use of radio-frequency electromagnetic radiation. RFID is used for automatic identification and accounting of objects. A chip is placed on the object, which, after the object is put in its place, is read by an RFID reader [2]. For convenience, this method was chosen.

At the second stage of the escape room the sequence of cylinders is at disposal of the participants. On the surface of the cylinders different characters are shown. Rotating the cylinders, participants are to build the necessary sequence of characters, after which the locker will be opened, where important for players object is hired. The character detection can be done in several ways.

1. IR (infrared) receiver sensor TSOP18 is able to receive and process infrared signals in the form of pulses of the set duration and frequency [2]. It has rather complex structure. At this stage the element can be applied in the following way. A remote control is installed into each cylinder at the place of the necessary character, which continuously sends a signal, and behind each cylinder on the wall a special sensor is fixed. Once all the sensors get the signals, the above locker will be opened.

2. Magnetic contact sensor (reed switch) consists of master (magnet) and executive (the reed switch) parts. When the reed switch contacts get into magnetic field the contacts in it short [5]. This cheap element has such important advantages as compactness, durability and high performance, that's why it was chosen to perform the task. To open the locker, the master part is fixed at the base of each cylinder directly below the desired character, and the executing part of the reed is placed under each cylinder on the horizontal surface. When all contacts are shorted, a appropriate signal is sent to the board, the locker is opened.

The process of the locker opening is similar to the process of secret door opening at the previous stage, so the servo is also used here.

Results

The automation systems have been designed, assembled and tested for all necessary the escape rooms stages.

In the first case, one Arduino Nano board, four RFID «tags-readers» [pairs](#) that corresponds to the specified figures number, two servos and one 5 V power source have been [used](#) to implement the task(fig. 1).

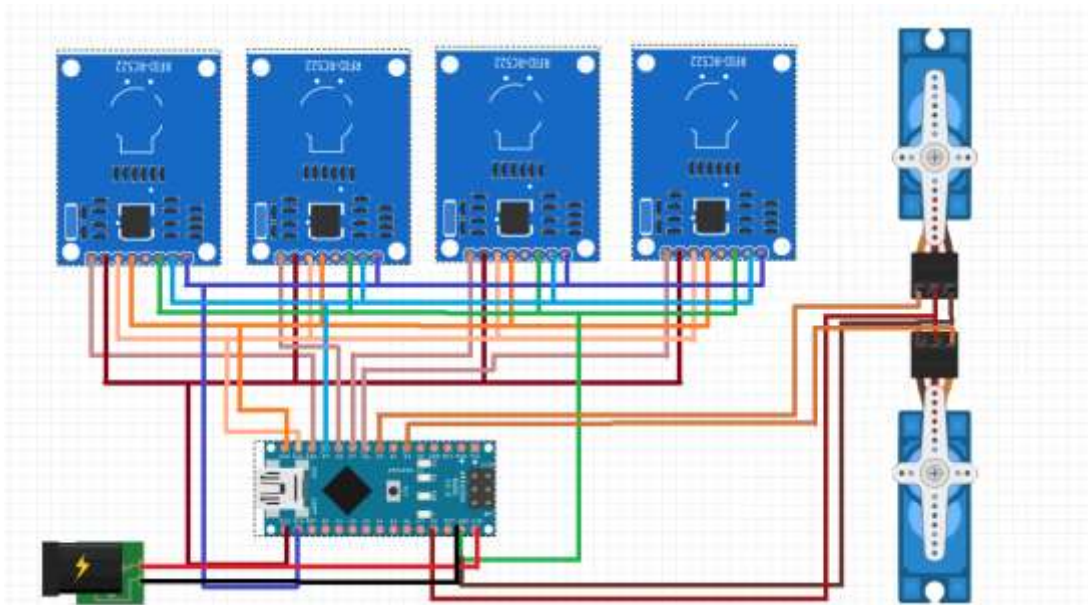


Fig.1 The electrical circuit of escape room stage with the figures detection

A strict position of all the characters is a main feature of the stage of the escape room. Therefore, the microprocessor must be programmed to read the status of all RFID tags at the same time. The program code for the device corresponds to the algorithm which is shown in fig.2.

The device testing showed that it worked correctly. After the participants of the quest put the figures in their places, the servomotor work and unlock the casket are triggered. If ever one figure isn't at its place the access to the secret locker will be denied.

In the second case, one Arduino Nano board, one 5 V power source, one servo and four “magnet-reed switch” pairs were used in the automation system assembly (fig. 3).

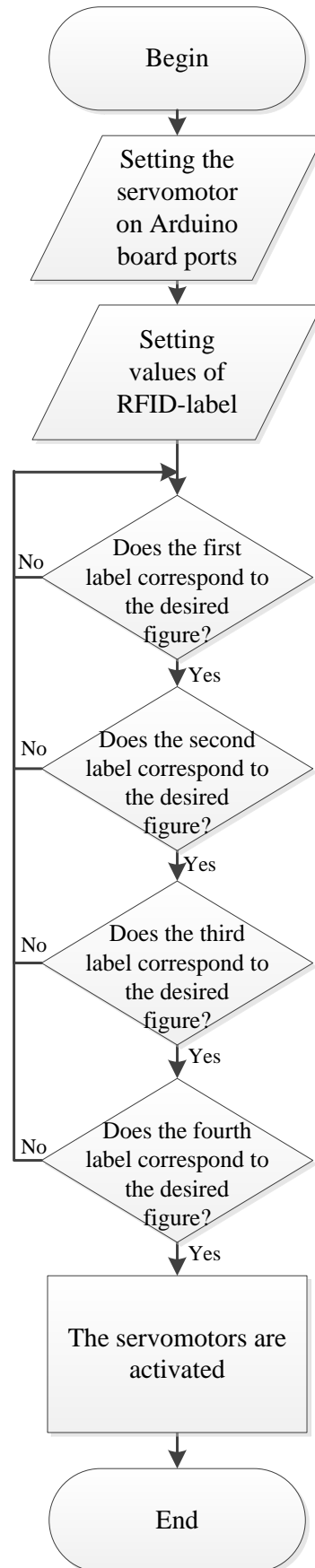


Fig. 2 The block diagram algorithm of the program for the escape room stage with figures detection

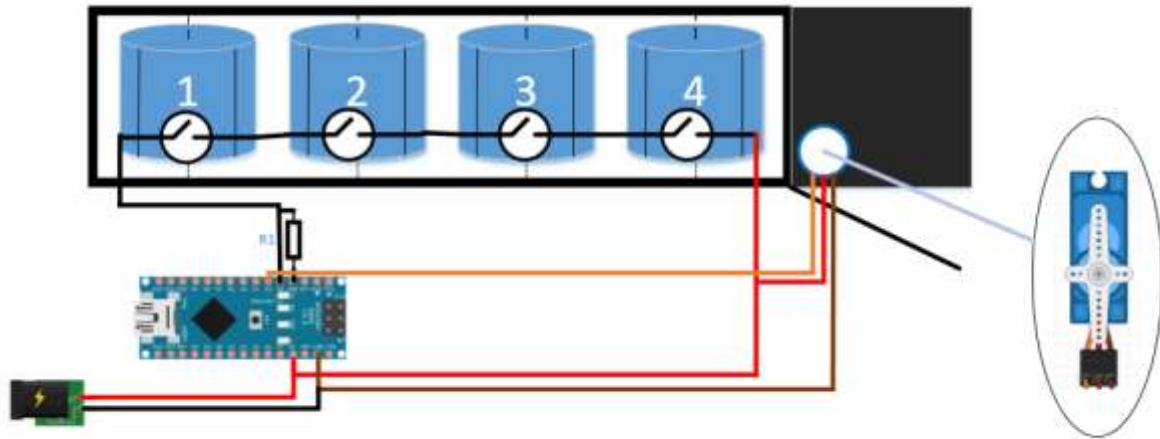


Fig.3 The electrical circuit of escape room stage with the rotating cylinders

It can be seen from the electrical circuit of the device that all reed switches are connected with each other in series and that a sequence of sensors is connected with the board, but not each sensor individually. The serial connection is determined to the peculiarities of the switch reed structure. This means that the concept of the program will differ from the previous case, because there is no need to check each reed switch individually, information is read from only one digital input (fig.4).

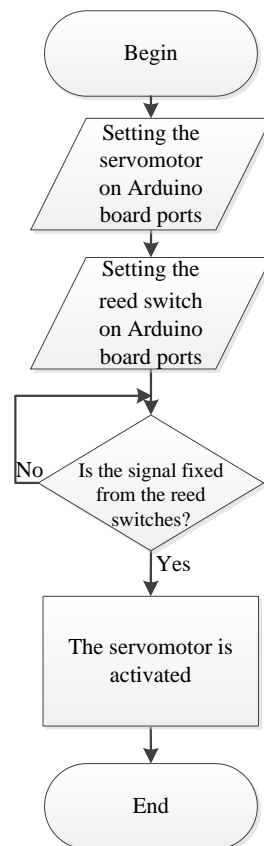


Fig. 4 The block diagram algorithm of the program for the escape room stage with rotating cylinders

Having tested this automation system we saw that the device is worked correctly. Only if all cylinders are positioned correctly the participants of the game will have access to the object, hidden in the cabinet.

Summary

Thus, automation of separate escape rooms stages is possible with the help of microcontrollers. This relatively inexpensive and simple solution of this task can not only simplify the manual control of the room by a person, but also allows change the concept of a particular escape room easily in the future. For example, for the escape room stages that are shown in this project triggering mechanisms may be realized by using other combinations of objects arrangement or also change these objects to others ones. Any stage of the game can be easily complemented to various different effects such as: suddenly light on, the sound enables, etc. All these effects will allow to maintain the popularity of the particular game at a high level and to implement new bold ideas which in turn benefited the entertainment industry.

Bibliography

1. Jeremy, Blum. Exploring Arduino: techniques for engineering wizardry. 2015, p.336 (in Russian).
2. Igoe, Tom. Making Things Talk: Using Sensors, Networks, and Arduino to see, hear, and feel your world. 2015, p.544 (in Russian).
3. Platt, Charles. Make: Electronics: Learning by Discovery. 2st Edition, 2017, p.416 (in Russian).
4. Finkenzeller, Klaus. RFID-Handbuch. 2010, p.496 (in Russian).
5. Wikipedia. URL: <https://ru.wikipedia.org> .

ROBOT VISION TECHNOLOGY DESCRIPTION AND ANALYSIS ROBOTU REDZES TEHNOLOĢIJU APRAKSTS UN ANALĪZE

Autors: **Amil Nabiyeu**, e-pasts: datorsistemas2014@inbox.lv, 22029721

Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing., prof.**, e-pasts:
Peteris.Grabusts@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Anotācija. *Roboti kļūst arvien gudrāki un prasīgāki. Drīz tie masveidā izeis ārpus industriālās vides, kur patlaban tiek izmantoti visplašāk, sadzīvē. Svarīga robotikas sastāvdaļa ir robotu redze. Dažādas redzes sistēmas tiek iedalītas trīs apakšklasēs: zema, vidēja un augsta līmeņa redze. Zema līmeņa redzes sistēmas ir paredzētas, lai apstrādātu informāciju no sensoriem. Redzes sistēmu pamatā ir dažādi objektu atpazīšanas algoritmi. Viena no šādu algoritmu grupām ir segmentācijas algoritmi. Darbā tiek pētītas robotu redzes tehnoloģijas un tajās balstīti segmentācijas algoritmu darbības principi. Izdarīts vienkāršojums, ka robotu redze tiek imitēta ar divām webkamerām un noteikts attālums līdz nekustīgam objektam.*

Ievads

Robotu redzes sistēmas var klasificēt kā "viedās" mašīnas, ja tām ir šādi simptomi (pazīmes viedai uzvedībai):

- 1), lai iegūtu būtisku informāciju, kurā ir daudzi neatkarīgi iezīmes;
- 2) spēja mācīties ar piemēriem un vispārināt šīs zināšanas ar nolūku to piemērošanu jaunām situācijām;
- 3) spēja atjaunot notikumus nepilnīgas informācijas apstākļos;
- 4) spēja noteikt mērķus un formulēt plānus, lai sasniegtu šos mērķus.

“Vision Systems midrange” ideoloģija saistīta ar segmentācijas uzdevumiem, aprakstot un atzīstot individuālos objektus. Tā ietver dažādas pieejas, balstoties uz analītisko viedokli. Augsta līmeņa redzes sistēmas atrisina iepriekš apspriestās problēmas. Lai iegūtu skaidrāku izpratni par tehniskām problēmām saistībā ar tehniskās redzes zemu un vidēju līmeni – ir jāievieš daži ierobežojumi šādu uzdevumu vienkāršošanai [1], [2], [6].

Faktiski to sauc par segmentācijas sižeta sadalīšanas procesa sastāvdaļās vai objektos. Segmentācija ir viens no galvenajiem elementiem automatizētas redzes sistēmās, jo šajā posmā apstrādes objekti tiek iegūti tālākai identifikācijai un analīzei. Segmentācijas algoritmi parasti balstās uz diviem pamatprincipiem: pārtraukumu un līdzību. Pirmajā gadījumā pamata pieeja ir balstīta uz kontūru noteikšanu un otrajā – izmanto noteiktu kļūdu “sliksni”. Šie jēdzieni attiecas gan uz statiskajām, gan uz dinamiskajām (atkarībā no laika) ainām. Pēdējā gadījumā kustības var būt jaudīgs instruments, lai uzlabotu segmentācijas algoritmu darbības efektivitāti.

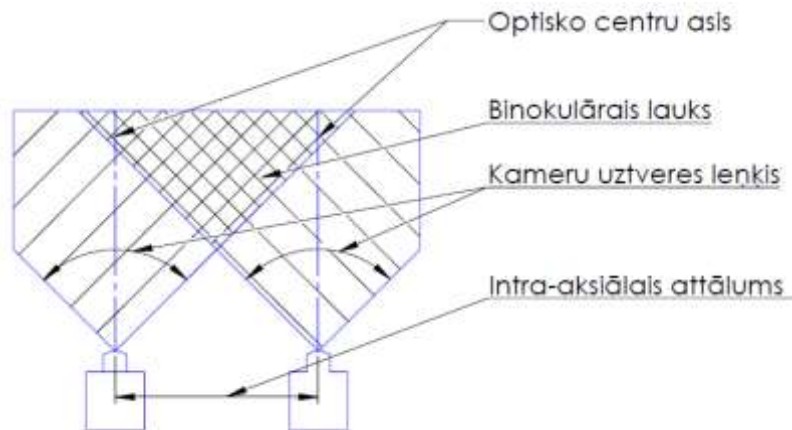
Darba mērķis ir izpētīt robotu redzes tehnoloģijas un analizēt segmentācijas algoritmus, ka ir robotu redzes pamatā.

Stereoskopiskās sistēmas parametri

Digitāli uzņemtus videomateriālus var uztvert kā atsevišķu attēlu uzņemšanu un vēlāku to secīgu kop-salikumu, veidojot kustīgu vizuālo mēdiju. Lielākajai daļai digitālo ierīču atsevišķu attēlu vai video uzņemšana tehnoloģiski neatšķiras. Līdz ar to, turpmāk analizējot stereoskopiskās sistēmas fizikālos parametrus bieži vien nav iespējams vai nav nepieciešamības tos atsevišķi atdalīt. Noteiksim un aprakstīsim kameru fizikālo parametru kopumu, kas raksturo 3D koordinātu kadrēšanu 2D attēlos. Pastāv vairāki fizikālie parametri, kas ietekmē binokulārā lauka izveidi un attēlu apstrādes procesu [3], [4], [5].

Izmantojot vienu attēlu uztveres ierīci, tai ir viens attēla uztveres lauks jeb telpas apgabals tās lēcas priekšpusē, ko tā spēj uztvert un interpretēt 2D attēlā. Viens šāda veida uztveres lauks tiek saukts par monokulāro lauku.

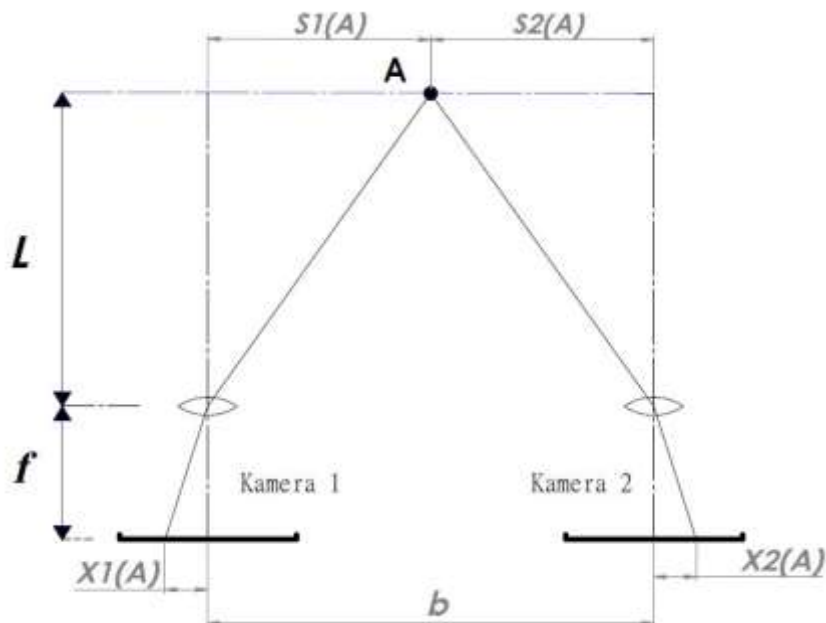
Priekšnosacījums stereo redzes radīšanai ir binokulārais lauks. Tas veidojas, kad divu attēlu uztveres ierīču monokulārie lauki pārklājas (sk. 1. attēlu).



1.attēls Binokulārā lauka izveide

Materiāli un metodes

Epipolārā ģeometrija – tas ir stereo redzes ģeometrija. Šāda veida ģeometrija veidojas, kad ar divu kameru palīdzību tiek aplūkota kāda 3D aina no divām dažādām pozīcijām jeb perspektīvām. Ar epipolārās ģeometrijas palīdzību tiek apskatītas ģeometriskās attiecības starp trīsdimensionāli izvietotiem punktiem telpā un to projekciju 2D attēlā jeb projekcijā uz digitālās uztveres iekārtas matricas.



2. attēls Shematisks epipolārās ģeometrijas sistēmas atspoguļojums

Otrajā attēlā atspoguļota shematiska epipolārās ģeometrijas sistēma. Attālums starp divu kameru optiskajiem centriem ir apzīmēts ar “ b ”. Abu kameru optiskās asis ir paralēlas. Tām ir vienāds fokālais garums “ f ”. “ A ” ir punkts telpā un “ L ” ir attālums starp punktu un kameru lēcām. Pašas kameras tiek interpretētas kā “Kamera 1” un “Kamera 2” un attēlu projekcijas uz to matricām ir atbilstoši apzīmētas kā “ $X1(A)$ ” un “ $X2(A)$ ”. Paralakse jeb šajā gadījumā novērojamā objekta projekcijas novirze no optiskajām asīm tiek izteikta kā: $X=X1(A)+X2(A)$ un tā ir apgriezti proporcionāla telpas punkta nobīdēm no optiskajām asīm „ $S1(A)$ ” un „ $S2(A)$ ”.

Saskaņā ar līdzīgu trīstūru ģeometriskajām īpašībām iespējams izteikt sekojošus vienādojumus:

$$\frac{S1(A)}{X1(A)} = \frac{L}{f}$$

$$\frac{S2(A)}{X2(A)} = \frac{L}{f}$$

$$b = S1(A) + S2(A)$$

$$X = X1(A) + X2(A)$$

$$L = \frac{b * f}{X1(A) + X2(A)}$$

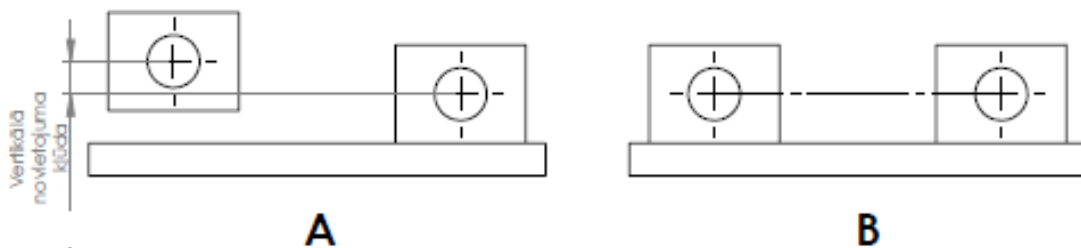
$$L = \frac{b * f}{X}$$

Kad ir zināmas divu mainīgo, kameru optisko centru intra-aksiālais attālums “b” un fokālais attālums “f” vērtības, tad mērāmais attālums “L” ir apgriezti proporcionāls novērojamā objekta projekcijas novirzei no optiskajām asīm jeb paralaksei „X”.

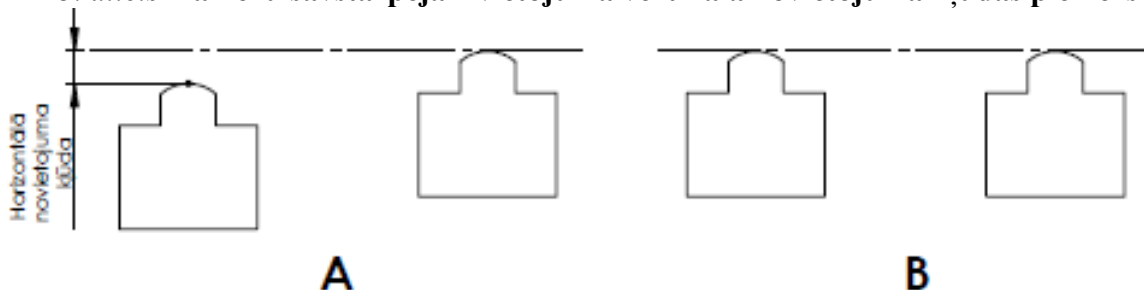
Formulas distances izteikšanai varbūt atšķirīgas, mainoties dažādiem sistēmas parametriem. Lai būtu iespējams noteikt distanci līdz kādam telpas punktam ir būtiski svarīgi izprast un zināt attēlu veidošanās principus, kādi apstākļi ietekmē sistēmas darbību un iegūstamu mērījumu precizitāti.

Rezultāti un to novērtējumi

Kameru savstarpējā izvietojumā svarīgi pievērst uzmanību, lai to optisko centru horizontālais izvietojums atrastos vienā plaknē. Ja kameras tiek novietotas ar vertikālā novietojuma kļūdu vai horizontālā novietojuma kļūdu, tad var gadīties, ka apstrādājama attēlu kop-salikums būs izkropļots. Vienā gadījumā veidojas astigmātisks attēls un otrā gadījumā - koncentrisks. Šādi uzņemtus attēlus ir sarežģītāk vai neiespējami apstrādāt. Līdz ar to būtiski ir tas, lai kameras būtu novietotas paralēli un to uztveres punkti (lēcas) atrastos uz vienas ass un plaknes. Pretējā gadījumā var neizdoties apstrādāt datus vai noteiktā distance būs neprecīza (sk. 3. un 4. attēlu).



3. attēls Kameru savstarpējā izvietojuma vertikālā novietojuma kļūdas piemērs

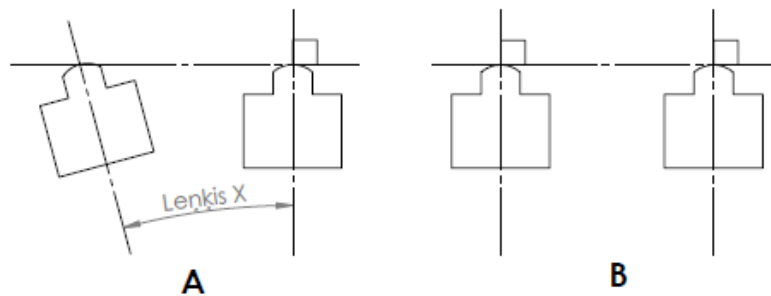


4.attēls Kameru savstarpējā izvietojuma horizontālā novietojuma kļūdas piemērs

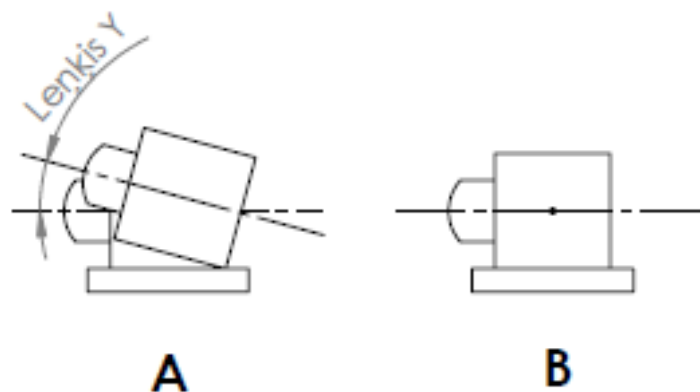
Uzstādot sistēmu iespējamas arī leņķiskā novietojuma kļūdas, kas kameru optiskās asis nav paralēlas. Attēlos 3 un 4 leņķiskā novietojuma kļūdas shematiski attēlotas ar

apzīmējumiem „Leņķis X” un „Leņķis Y”. Šāda novietojuma kļūda var veidot uztverto attēlu perspektīvas izkropļojumu, piemēram, viena no kamerām uztver kvadrātveida ģeometrisku figūru, savukārt otra uztver trapecveidīgu figūru.

Neliela leņķiskā kļūda, līdzīgi kā iepriekšminētajā vertikālā novietojuma kļūdas gadījumā, var veidot astigmātiskus analizējamus attēlus. Turpinot šo tēmu jāpiemin, ka var neizveidoties tāds binokulārais lauks, kāds bija paredzēts veidojot sistēmu. Atkarībā no tā cik liela un kādā leņķiskā vērtībā būs izveidojusies novietojuma kļūda, binokulārā attēla lauks var izveidoties gan tuvāk, gan tālāk nekā bija paredzēts, bez tam tas var veidoties ar vertikālu un horizontālu nobīdi (sk. 5. un 6. attēlus).



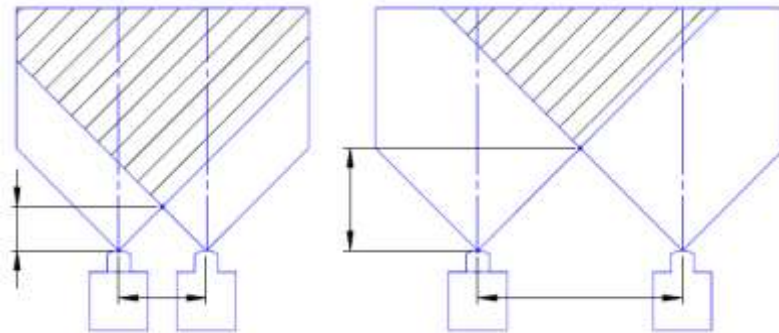
5. attēls Kameru savstarpējā izvietošanas X leņķa novietojuma kļūda



6. attēls Kameru savstarpējā izvietošanas Y leņķa novietojuma kļūda

Piemēram, ja attēlotās leņķiskās nobīdes „Leņķis X” un „Leņķis Y” tiek palielinātas, binokulārais lauks var izveidoties pārāk tālu, lai sistēma spētu analizēt tuvumā esošu objektu distanci, vai arī binokulārais lauks var neizveidoties vispār.

Būtiska nozīme ir arī izmantojamo kameru intra-aksiālajai distancēi jeb kameru izvietošanas savstarpējam attālumam starp to optiskajiem centriem. Attēlā 7. redzams vienkāršots piemērs tam, kā intra-aksiālā distance ietekmē binokulārā lauka izveidi. Palielinot attālumu starp optiskajiem centriem, binokulārais lauks izveidojas tālāk no sistēmas. Īpaša vērība jāpievērš gadījumiem kad tiek izmantotas kameras ar šauru uztveres leņķi un lielu fokālo attālumu, jo pārlietu liela intra-aksiālā distance var neļaut izveidoties binokulārajam laukam, vai arī tas var izveidoties nevēlamā attālumā no sistēmas.

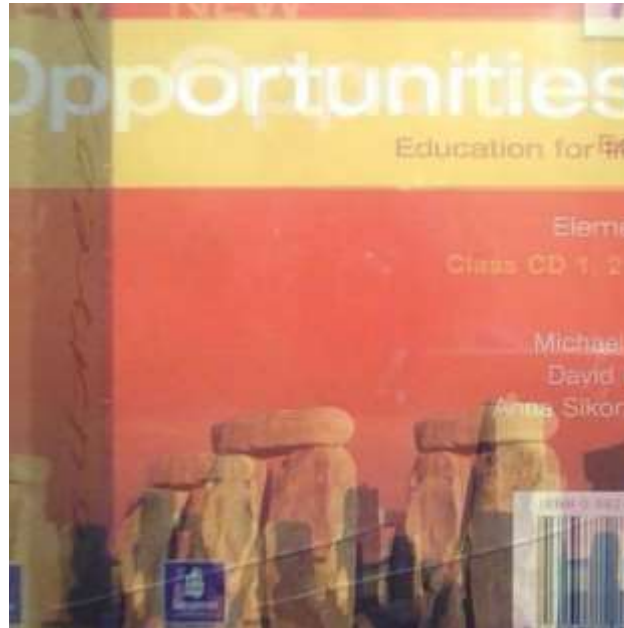


7. attēls **Binokulārā lauka attāluma izveides atkarība no intra-aksiālās distances palielinājuma**

Atsevišķos gadījumos var tikt izmantota sistēma, kurai ir mainīgs intra-aksiālais attālums. Šāda veida sistēmas izpildījums palīdz piemērot sistēmu dažādiem apstākļiem, kuros sistēma varētu būt pielietota. Palielināta intra-aksiālā distance, palīdz labāk izšķirt objektus, kad sistēma izstrādāta tālam mērījumu laukam un piemērota gadījumiem, kad sistēmai tuvā mērījumu laukā, viens otram blakus var atrasties vairāki objekti. Tomēr lielāka izmēra intra-aksiālā distance nozīmē to, ka iegūtajos attēlos būs grūtāk noteikt sakritības, jo atbilstošie punkti attēlos var būt ar lielāku nobīdi no optiskajiem centriem. Mazāka izmēra intra-aksiālā distance nosaka, ka binokulārais lauks izveidosies tuvāk sistēmai. Analizējamo videomateriālu uztvertie telpas apgabali būs maksimāli līdzīgi tādā veidā atvieglojot sakritību noteikšanu, tomēr šāds kameru izvietojums nozīmē arī lielāku mērījumu lauka kļūdu (sk. 8 un 9 attēlus).



8. attēls **Stereo fotogrāfijas jauktā veidā attālumā 412.5cm**



9. attēls Stereo fotogrāfijas jauktā veidā attālumā 17cm

Secinājumi

Pētījuma laika tika secināts:

- Nemainoties horizontālajam un vertikālajam stāvoklim stereo attēlam, var iegūt precīzus matemātiskus aprēķinus;
- Attālinot kameras horizontāli vienu no otras, var iegūt plašu skatījumu uz stereo attēlu, šajā gadījumā var izpētīt ne tikai vienu priekšmetu, bet dažādus priekšmetus vienlaikus;
- Pastāv vairāki fizikālie parametri, kas ietekmē binokulārā lauka izveidi un attēlu apstrādes procesu;
- Lai varētu noteikt distanci līdz kādam telpas punktam, ir būtiski svarīgi izprast un zināt attēlu veidošanās principus, kādi apstākļi ietekmē sistēmas darbību un iegūstamu mērījumu precizitāti
- Pētījuma gaitā tika plānots izpētīt un analizēt attālumu līdz noteiktam priekšmetam, vēlāk tiks aprēķināti attālumi, līdz vairākiem objektiem vienlaikus;
- Tiks izskatīts un analizēts noteikta izvēlēta objekta izmērs.

Summary

This is called segmentation scene division process components or objects. Segmentation is one of the key elements of automated vision systems, because at this stage of processing object is generated from the scene for further identification and analysis. Segmentation algorithms are generally based on two fundamental principles: a break and similarities. In the first case, the basic approach is based on defining the contours, and the other - a certain threshold and the increase in the region. These concepts apply to both static and dynamic (time dependent) scenes. In the latter case, the motion can be a powerful tool to improve the segmentation algorithm.

Literatūra

1. <http://www.isravision.com/media/public/pdf2007/Robot>
2. <http://www.isravision.com/en/products/robot-vision/3D-stereo-sensor>
3. <http://zreni.ru/228-zrenie-robotov-xorn-b-k.html>
4. http://lib.alnam.ru/book_rv.php
5. <http://www.bibliotekar.ru/7-robot/64.htm>
6. <http://robodem.com/machinevision>

**CARBON FIBER AND PLANT FIBER COMPOSITE TECHNOLOGY
DEVELOPMENT IN HIGH STRENGTH PARTS**
*OGLEKĻA ŠĶIEDRAS UN ŠĶIEDRAUGU KOMPOZĪTMATERIĀLU
TEHNOLOĢIJAS IZSTRĀDE AUGSTAS IZTURĪBAS DETALU
IZGATAVOŠANAI*

Author: **Kārlis Pigožnis**, e-mail: karlis.pigoznis@rta.lv, 22477815
Scientific supervisor: **Edmunds Teirumnieks, Dr.sc.ing, profesors**,
e-mail:edmunds.teirumnieks@rta.lv
Rezekne Academy of technologies, Atbrīvošanas 115 , Rezekne

Abstract. Natural abundance, low density, high strength per unit weight, and biodegradability of natural materials, specifically natural fibres, render them attractive for other reinforcements. In order to clarify the effect of natural fibers as reinforcements upon the tensile strength of polyacrylonitrile (PAN)-based carbon fibres, experimental as well as theoretical studies have been performed. A new material developing has been made in combining different fiber materials and testing them for strength.

Keywords: carbon fiber, composite materials, flax.

Introduction

The Carbon fiber is widely used as structural reinforcement in composites used in applications requiring excellent mechanical properties and light weight [1–3]. The most commercially available carbon fiber currently is produced from the polyacrylonitrile (PAN) precursor using wet spinning technique. In the stabilization and carbonization processes of the precursor, several kinds of decomposition gases like HCN and H₂O are released, which is totally unavoidable [3]. A number of voids were developed mainly in the external zones of the PAN-based carbon fibers, which was proved through small angle X-ray scattering studies [4–5]. Due to the different process of manufacturing, commercially available carbon fiber varies according to the precursors, strength, stiffness [6]. It was known that the tensile strength of carbon fibers. The tensile strength at gauge lengths was successfully evaluated and a tensile strength as high as was observed experimentally for commercially-available PAN-based carbon and flax fibers , showing their potential high tensile strengths. PAN-based carbon fibres are now widely used in a broad range of applications that include sporting and leisure, aerospace, industrial and, most recently, automotive [7] due to their high Young's modulus and excellent tensile strength. In order to maximise these mechanical properties, a deep understanding of the effect of the fibre structure upon its properties is necessary so that precise control of the basic fibre structure becomes possible.

Materials and methods

Composite material main structure is fibers and their characteristics has been researched and tested. Main used material was carbon fibers, flax and glass fibers which glued together to be holded together. Composite materials has testet for tensil strength on Zwick/Roell Z150 machine. Data was registered on PC. Each workpiece has been made in vacuum. Vacuum depression in mould was 99.9%. A new material developing has been made in combining different fiber materials and testing them for strength. All materials were purchased from Easy Composites Ltd., UK and used as received.

Results

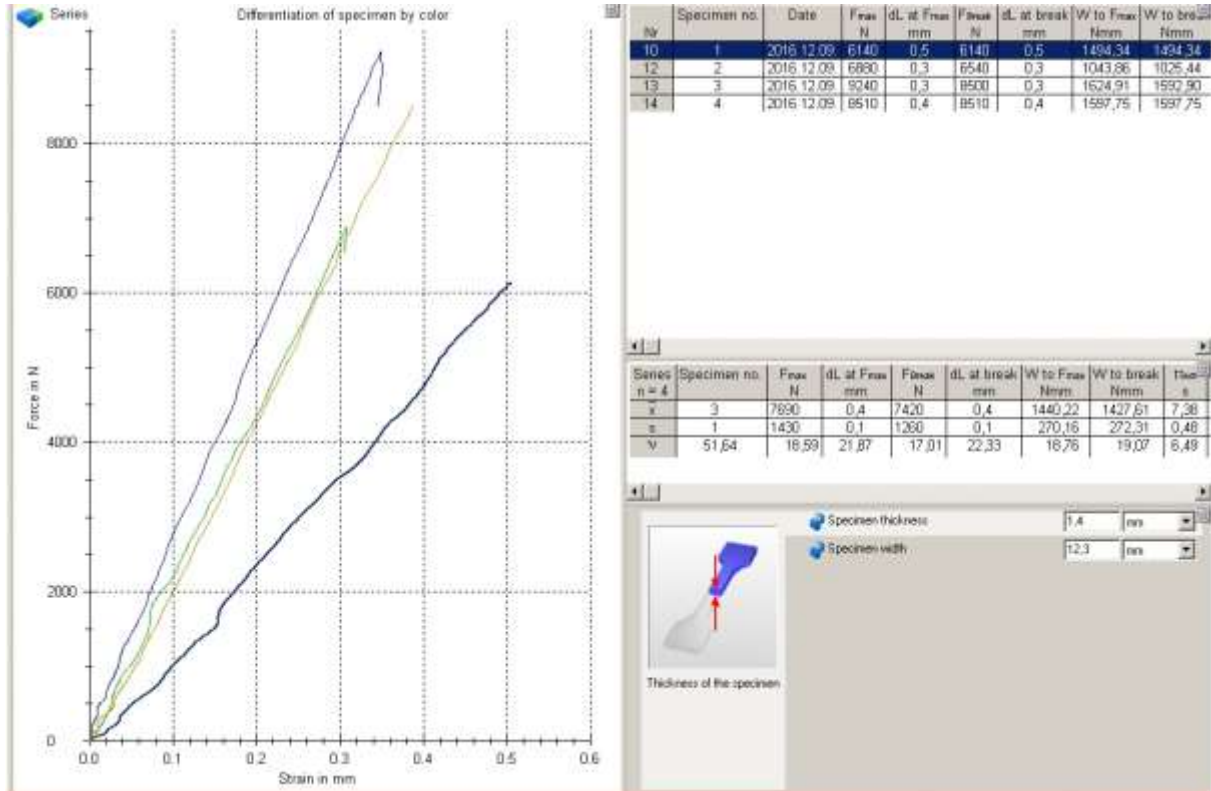


Fig.1 Showed tensile strength for carbon fiber with mechanical cut and laser cut

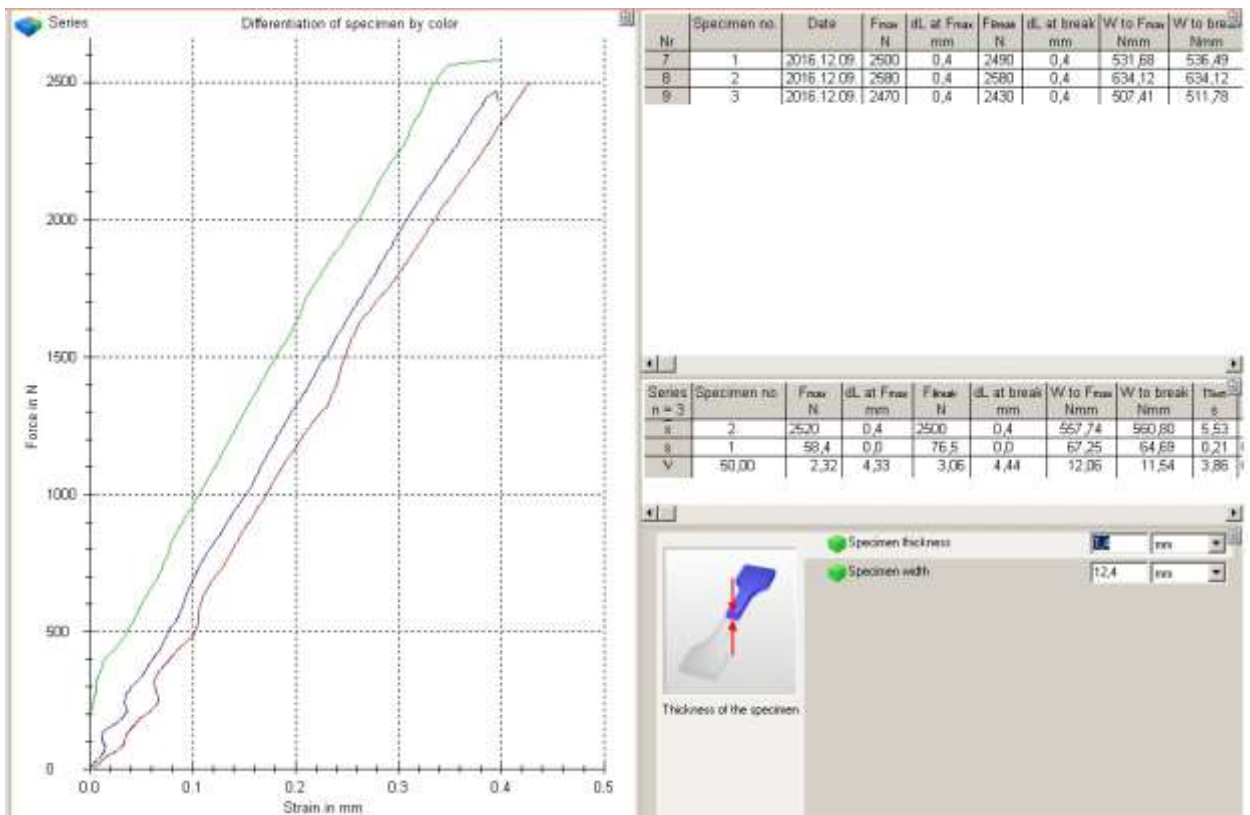


Fig.2 Showed tensile strength for carbon and flax fiber

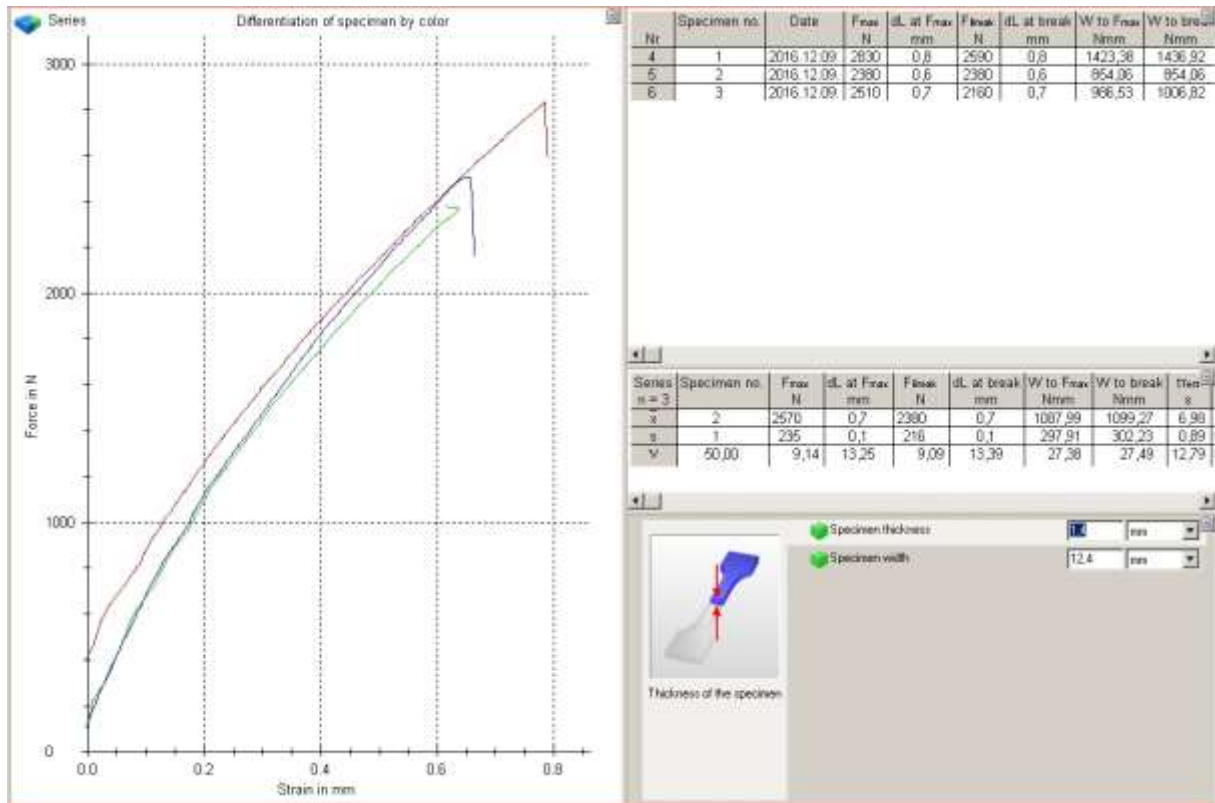


Fig.3 Showed tensile strength for glass and flax fiber
Maximal strength of materials are shown in Table2.

Table 2

Mater	Max strength N
Carbon fiber	9240
Carbon fiber-flax	2580
Glass fiber-flax	2510

Results and discussion

Most strengthful material has been carbon fiber without any other reinforcements. But as known material as hemp fiber, which is more strengthful as flax fiber there was no chance to research it and test it, because of that manufacturers which is near are not using fibers for reinforcements but only for food production or heating.

Summary

Results showed that most strength with flax was with carbon fiber but tensile strength difference from glass fiber reinforcement was not big.

Acknowledgment

Credits. This study was funded by Rezekne academy of technologies, Latvia, and was conducted at the Section of Mechatronics Engineering. The author would like to acknowledge "Easy composites" for material support.

Bibliography

1. Frank E, Stuedle LM, Ingildeev D, Spörl JM, Buchmeiser MR. Carbon fibers: precursor systems, processing, structure, and properties. *Angew Chem Int Ed* 2014;53:5262–98.
2. Lindsay B, Abel M, Watts JF. A study of electrochemically treated PAN based carbon fibres by IGC and XPS. *Carbon* 2007;45:2433–44.

3. Wen S, Chung DDL. Effect of carbon fiber grade on the electrical behavior of carbon fiber reinforced cement. *Carbon* 2001;39:369–73.
4. Li D, Lu C, Wu G, Hao J, Yang Y, Feng Z, et al. Structural evolution during the graphitization of polyacrylonitrile-based carbon fiber as revealed by smallangle X-ray scattering. *J Appl Crystallogr* 2014;47:1809–18.
5. Kaburagi M, Bin Y, Zhu D, Xu C, Matsuo M. Small angle X-ray scattering from voids within fibers during the stabilization and carbonization stages. *Carbon* 2003;41:915–26.
6. Lozano-Castelló D, Maciá-Agulló JA, Cazorla-Amorós D, Linares-Solano A, Müller M, Burghammer M, et al. Isotropic and anisotropic microporosity development upon chemical activation of carbon fibers, revealed by microbeam small-angle X-ray scattering. *Carbon* 2006;44:1121–9.
7. M. Holmes, Global carbon fibre market remains on upward trend, *Reinf. Plast.* 58 (2014) 38e45.

MĀKOŅSKAITĻOŠANAS PRIEKŠROCĪBAS UN TRŪKUMI ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF CLOUD COMPUTING

Autors: **Aldis Plotņikovs**, e-pasts: aldis.plotnikovs@gmail.com, 28658059
Zinātniskā darba vadītājs: **Sergejs Kodors, Dr.sc.ing.**, e-pasts: sergejs.kodors@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. *The paper defines cloud computing and describes the main cloud computing models, like software as a service (SaaS), platform as a service (PaaS) and infrastructure as a service (IaaS), than main advantages and disadvantages with concrete examples are given. The three advantages outlined in the paper are cost optimization, rapid access to computer resources and information sharing possibilities. The three disadvantages outlined are security, technology restrictions and unexpected service downtime.*

Keywords: *cloud computing, IaaS, PaaS, SaaS, software development, technology*

Ievads

Mākoņskaitļošana ir tehnoloģiju kopums, kas nodrošina piekļuvi datora resursiem, izmantojot interneta starpniecību. Datora resursu izdalīšana ir automatizēts un dinamisks process, kas nozīmē, ka lietotājs spēj palielināt vai samazināt nepieciešamo resursu apjomu un skaitļošanas jaudu atkarībā no savām vajadzībām [1].

Šobrīd eksistē vairāki mākoņskaitļošanas servisa modeļi, tie ir tādi kā programmatūra kā serviss (*SaaS*), platforma kā serviss (*PaaS*) un infrastruktūra kā serviss (*IaaS*) [1].

Programmatūra kā serviss sniedz iespēju lietotājam piekļūt programmatūras produktam, kas izvietots uz mākoņskaitļošanas infrastruktūras [2].

Platforma kā serviss ir orientēta uz programmatūras izstrādātājiem, jo tā nodrošina iespēju programmētājam izvietot programmas kodu uz servera, neveicot datoru infrastruktūras konfigurācijas un uzturēšanas darbus [4].

Infrastruktūra kā serviss nodrošina iespēju gan sistēmas administratoriem, un izstrādātājiem konfigurēt nepieciešamo datoru resursu apjomu, kā arī instalējamo programmatūru [2].

Mākoņskaitļošanas pakalpojumu izmantošanas priekšrocības ietver sevī izmaksu optimizāciju, plašu un ātru datoru resursu pieejamību, kā arī plašas koplietošanas iespējas.

Neskatoties uz mākoņskaitļošanas priekšrocībām, gluži kā jebkurai mūsdienu tehnoloģijai, tai ir arī savi trūkumi, būtiskākie no tiem ir datu drošība, tehnoloģiju ierobežojumi un iespējama pakalpojuma nepieejamība.

Sajā rakstā tiek izvērtētas iepriekšminētās mākoņskaitļošanas priekšrocības un trūkumi.

Pētījuma objekti un metodes

Mākoņskaitļošanas priekšrocību izvērtējums tika veidots balstoties uz tādiem rakstiem un publikācijām kā “Mākoņskaitļošanas ceļvedis priekšrocības un trūkumi” [2] un “Mākoņskaitļošana no uzņēmuma perspektīvas” [3], savukārt svarīgāko trūkumu izvērtēšanai galvenokārt tika ņemti vērā 2008.gadā, kompānijas *IDC*, veikta pētījuma rezultāti, kas aprakstīti rakstā “Mākoņskaitļošana: Problēmas un izaicinājumi”[4].

Ņemot vērā autora pieredzi informācijas tehnoloģiju nozarē, kā arī mākoņskaitļošanas pakalpojumu izmantošanā, autors sniedz arī savu viedokli par šīs tehnoloģijas priekšrocībām un trūkumiem.

Rezultāti un to izvērtējums

Izvērtējot iepriekšminētajos pētījumos sniegto informāciju, autors par būtiskākajām mākoņskaitļošanas priekšrocībām uzskata izmaksu optimizāciju [2], ātru datoru resursu pieejamību [5], kā arī informācijas koplietošanas iespējas, kuras nodrošina mākoņskaitļošana.

Savukārt būtiskākie šīs tehnoloģijas trūkumi ir datu drošība [4], tehnoloģiskie ierobežojumi [2] un iespējama pakalpojumu nepieejamība [4].

Izmaksu optimizācija (+)

Izmantojot mākoņskaitļošanas pakalpojumus lietotājs var ietaupīt savus finanšu resursus. Izmantojot programmatūra kā serviss modeļa sniegtās iespējas tādi uzņēmumi kā *Microsoft* [6] un *Google* [7] sniedz iespēju lietotājam izmantot biroja programmatūras paketi interneta pārlūkprogrammā par velti. Lai gan piedāvātajai programmatūrai ir daži funkcionalitātes trūkumi, tajā pat laikā, ar piedāvātajiem risinājumiem iespējams veikt pamata uzdevumus.

Programmatūras izstrādātājiem un uzņēmējiem, mākoņskaitļošanas tehnoloģijas, izmantojot platforma kā serviss un infrastruktūra kā serviss modeļus sniedz iespēju ietaupīt līdzekļus, neveicot ieguldījumu dārgas serveru infrastruktūras izveidē, kas nepieciešama tīmekļa tipa programmatūras izvietošanai. Tā vietā, šī uzdevuma veikšanai iespējams izmantot mākoņskaitļošanas pakalpojuma sniedzēja piedāvātās iespējas.

Šobrīd šīs nozares tirgus līderi ir *Amazon Web Services (AWS)*, *Microsoft Azure* un *Google Cloud* [8]. Izmantojot šo servisu pakalpojumus, iespējams norēķināties par mēnesi vai par to stundu skaitu, kuru laikā datora resursi tikuši izmantoti.

Ātra datoru resursu pieejamība (+)

Izstrādājot tīmekļa vietni nav iespējams paredzēt nepieciešamos sistēmas resursu apjomu, jo tie ir atkarīgi no vietnes apmeklētāju skaita. Izmantojot privātu infrastruktūru, iegādāto resursu apjoms var izrādīties nepietiekams, vai arī liela daļa iegādātās tehnikas var atrasties dīkstāves režīmā [3].

Izmantojot platforma kā serviss un infrastruktūra kā serviss modeļus iespējams automātiski palielināt vai samazināt nepieciešamos resursus optimālas jaudas nodrošināšanai.

Informācijas apmaiņas iespējas (+)

Mūsdienās aizvien aktuālāka paliek iespēja koplietot informāciju ar citiem cilvēkiem, tādējādi paveicot daudz vairāk darba īsākā laika periodā.

Pateicoties tam, ka mākoņskaitļošanas pamatā ir internets, tad tehnoloģijas kas balstītas uz to nodrošina informācijas kopīgošanu ar citiem interneta lietotājiem. Tā piemēram, dokumentu sastādīšanu, programmā *Google Docs* var veikt vairāki lietotāji, kā arī pievienot dokumentam komentārus un piezīmes reālajā laikā.

Savukārt programmatūras izstrādātāji, izmantojot tādus mākoņskaitļošanas modeļus kā platforma kā serviss un infrastruktūra kā serviss var kopīgi strādāt pie viena projekta, izmantojot vienotu izejas koda atrašanos vietu uz servera, kas tiek automātiski palaists, pēc izvietošanas uz servera [9].

Datu drošība (-)

Viens no būtiskākajiem mākoņskaitļošanas trūkumiem ir lietotāja datu drošība [2]. Tā kā informācija atrodas mākoņskaitļošanas pakalpojuma sniedzēja pārziņā, nav iespējams paredzēt kā viņš ar šo informāciju rīkosies. Nenoliedzami, ka starp lietotāju un pakalpojuma sniedzēju ir līgums, kas bieži vien paredz noteikumus kā pakalpojumu sniedzējs rīkosies ar izvietoto informāciju. Tajā pat laikā šajā līgumā var tikt paredzēti labojumi, kas, piemēram, ļaus nodot informāciju trešajām personām.

Cits drošības risks var rasties, ja pie informācijas nesankcionētā veidā piekļūst trešās personas, kurām tas izdevies pateicoties drošības kļūdai pakalpojuma sniedzēja programmatūrā.

Tehnoloģiskie ierobežojumi (-)

Programmatūras izstrādātāji, izmantojot platforma kā serviss modeļa, piedāvātās iespējas var saskarties ar to, ka izvēlētais pakalpojuma sniedzējs neatbalsta programmētāja izvēlēto izstrādes vidi. Tā piemēram tādi pakalpojumu sniedzēji kā *Google Cloud* un *Heroku* neatbalsta *Microsoft.NET* izstrādes vidi. Šāda ierobežojuma iemels noteikti ir tajā, ka šīs

izstrādes vides atbalstam nepieciešama *Microsoft Windows* operētājsistēma, kuras licences iegāde sadārdzinātu pakalpojuma izmaksas.

Pakalpojumu nepieejamība (–)

Izvietojot sistēmas uz mākoņskaitļošanas pakalpojuma sniedzēja infrastruktūras pastāv risks, ka pakalpojums nebūs pieejams, tīšas vai netīšas pakalpojuma sniedzēja infrastruktūras bojāšanas gadījumā [4]. Viena no populārākajām metodēm ir servisa atteices tipa uzbrukumi, kas varbūt nav tieši vērsti uz pakalpojuma sniedzēju, bet uz vienu no klientiem, kas izmanto šos pakalpojumus.

Secinājumi

Šajā rakstā tika apskatītas dažas no būtiskākajām mākoņskaitļošanas priekšrocībām un trūkumiem. Izvērtējot tehnoloģijas priekšrocības un trūkumus var secināt, ka priekšrocības atsver trūkumus, kur par vienu no svarīgākajām priekšrocībām var uzskatīt izmaksu optimizāciju, ko sniedz mākoņskaitļošana, savukārt, attīstoties tehnoloģijām, trūkumi, pēc autora uzskatiem, nākotnē tiks izlaboti.

Summary

Cloud computing is a set of technologies that provides users with computing resources from a cloud service provider through internet. There are three types of cloud computing service types, such as software as a service (SaaS), which allows users to use their web browser to access applications like an office suite and others, platform as a service allows software developers to deploy web applications without any server configuration, and infrastructure as a service allows developers and system administrators utilize the cloud for their computing needs, by configuring the hardware and software needed for computation. As with any technology there are advantages and disadvantages to using cloud computing. The most important advantage of cloud computing is cost optimization, because in cloud computing one can lease computer infrastructure instead of investing heavily in hardware and software resources. The most important disadvantage of cloud computing is security risk, because the data is stored on the providers servers, there is no real guarantee that this data will not be compromised or third person will not get access to it. Comparing cloud computing advantages and disadvantages author of the article concluded that the advantages outweigh the disadvantages and by enhancements in cloud computing technologies in the near future, the obstacles described could be fixed.

Literatūra

1. Mell, P., Grance T., The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology, 2011, p. 2-3, [Tiešsaiste]. Pieejams: <http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf> [Piekļuve 12.04.2017]
2. Mutch, M. Guide to cloud computing advantages and disadvantages, Modgility, 2015, [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.modgility.com/cloud-computing-advantages-and-disadvantages/> [Piekļuve 12.04.2017]
3. Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., Ghalsasi, A. Cloud computing — The business perspective, Elsevier, 2010, p. 178-179, [Tiešsaiste]. Pieejams: <http://www.keencomputer.com/images/KEENCOMP/CLOUD/cloud-computing-business-perspective.pdf> [Piekļuve 12.04.2017]
4. Dillon, T., Wu, C., Chang, E., Cloud Computing: Issues and Challenges, 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications, 2010, p. 30-31, [Tiešsaiste]. Pieejams: <http://sistemas-humano-computacionais.wdfiles.com/local--files/capitulo%3AAsistemas-de-servico/Dillon2010.pdf> [Piekļuve 12.04.2017]
5. IBM., Benefits of cloud computing, IBM, [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.ibm.com/cloud-computing/learn-more/benefits-of-cloud-computing/> [Piekļuve: 12.04.2017]
6. Microsoft., Free Office Online apps, Microsoft, [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://products.office.com/en-us/office-online/documents-spreadsheets-presentations-office-online> [Piekļuve: 12.04.2017]
7. Google., Google Docs, Google, [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.google.com/docs/about/> [Piekļuve: 12.04.2017]

8. Burns, C., 10 most powerful PaaS companies, Networkworld, 2014, [Tiešsaiste]. Pieejams: <http://www.networkworld.com/article/2288002/paas/cloud-computing-10-most-powerful-paas-companies.html> [Piekļuve: 12.04.2017]
9. Smith, A., Automating code deployment with GitHub and Azure, GitHub, 2015, [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://github.com/blog/2056-automating-code-deployment-with-github-and-azure> [Piekļuve: 12.04.2017]

CALCULATION OF ELECTROMAGNETIC PARAMETERS OF AXIAL GENERATOR OF LOW POWER

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ РАСЧЁТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО 3-^X- ФАЗНОГО СИНХРОННОГО ВЕТРОГЕНЕРАТОРА

Author: **I.A.Poberezhsky**, +7911-8896181, riverside.klever@mail.ru

Scientific supervisor: **A.M.Markov, docent**

Pskov State University, Russia, Pskov, Lenin Square, 2

Abstract: In this article, there is considered calculation of electromagnetic parameters of axial wind generator on 3 phases of AC, which partly may cover some of demand in electric energy.

Key words: B – magnetic induction [Tl]; D – average value of the diameter of the rotor [m]; E – electromotive force (EMF) [V]; l – length of active part of wire [m]; $v(\omega)$ – velocity [m/sec (turn/sec)].

For calculating EMF of generator, we used classic Faraday's formulation:

$E = B \cdot l \cdot v$. Value of magnetic induction, created by neodymium magnets, we took according to technical literature equals 0,7÷1,0 Tl. Active part of wire, the part witch covered by magnets $l = 0,05$ m. Length of circle, on witch located magnets $L = \pi \cdot D$, where $D = 0,25$ m, so after one rotation the magnet passes length $L = 3,14 \cdot 0,25 = 0,785$ m, that means, EMF in wire of 0,05 m, crossed lines of uniform electromagnetic field with magnetic induction $B = 0,8$ Tl with velocity 0,785 m/sec equals $E = 0,8 \cdot 0,05 \cdot 0,785 \approx 0,03$ V.

In calculating were accepted next concessions:

- the electromagnetic field in zone of magnet's location we considered as uniform;
- the reactive resistance of wires was accepted as insignificant ($\cos\varphi = 1$);
- the temperature in every part of generator is constant.

Every phase A, B and C of stator is composed by 3 connected in coils series of cooper wires located on circle at an angle 120 degree. Coils series of stator may be connected between each other either in «star» (Y) or «triangle» (Δ). In case of «star» (Y) connection the voltage and resistance increases in $\sqrt{3}$ times, compared to «triangle» (Δ) connection.

Below given starting values for calculating of electric parameters of 12V generator:

$I_r = 8$ A – rated load current;

$w_1 = 36$ turns – number of turns of wire in one coil of the stator

$n = 4$ coils – the number of coils in one phase of the stator;

$k = 0,75$ – the coverage ratio of the turns of the coil magnetic field;

$l_{AV} = 0,22$ m – the average length of one turn of stator coil.

Consider calculating for «star» (Y) connection in next order:

1. Rated load current $I_r = 8$ A, therefore accepted permissible density of current for cooper wire $j = 2$ A/mm², we took for coils the wire with diameter equals $\varnothing_{Cu} = 2 \times 1,63$ mm (double wire). The total cross-sectional area of the wire is $S = 2 \cdot \pi \cdot \varnothing_{Cu}^2 / 4 = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,63 / 4 = 4,17$ mm².

2. EMF of idle running on each phase we found as

$E_{1Y} = 2 \cdot \sqrt{3} \cdot k \cdot E \cdot n \cdot w_1 = 2 \cdot 1,73 \cdot 0,75 \cdot 0,03 \cdot 4 \cdot 36 = 11,21$ V. The coefficient 2 in the formulation indicates that the EMF is induced in both sides of coil turn. The vectors of the EMF will be directed according to the contour of the coil, which means it will be formed.

3. Electrical resistivity according to technical literature for 1 meter of cooper wire in 20°C with $S = 4,17$ mm² equals $R_r = 0,0042$ Om×m.

4. Voltage on each phase of generator with $I_H = 8$ A found from the formulation: $\Delta U_{1Y} = I_r \cdot R_r \cdot l_{AV} \cdot n \cdot w_1 = 8 \cdot 0,0042 \cdot 0,22 \cdot 4 \cdot 36 = 1,06$ V.

6. Power that produces on each phase equals:

$$\Delta P_{1Y} = I_r \cdot \Delta U_{1Y} = 8 \cdot 1,06 = 8,48 \text{ W.}$$

7. Linear voltage at the terminals of the generator at $I = 8 \text{ A}$ can be determined as:

$$U_Y = E_{1Y} - \Delta U_{1Y} = 11,21 - 1,06 = 10,15 \text{ V.}$$

8. Calculate the useful power of one phase at nominal load current $I_r = 8 \text{ A}$. $P_{1Y} = I_r \cdot U_Y = 8 \cdot 10,15 = 81,2 \text{ W}$.

9. Calculate the output power of the generator at the rated load current

$$P_{3Y} = 3 \cdot P_{1Y} = 3 \cdot 81,2 = 243,6 \text{ W.}$$

10. Define the average value of the EMF after the semiconductor bridge diode rectifier:

$$E_{AV} = 2,34 \cdot E_{1Y} = 2,34 \cdot 11,21 = 26,23 \text{ V.}$$

Results and discussion

The results of electromagnetic calculation of the 12-volt three-phase generator are summarized in Table 1.

Table 1

ω , turn/sec	ω , turn/min	E_{1Y} , V	U_Y , V	P_{1Y} , W	P_{3Y} , W	E_{AV} , V
1	60	11,21	10,15	81,2	243,6	26,23
2	120	11,21	10,15	81,2	243,6	26,23
3	180	22,42	20,3	162,4	487,2	52,46
4	240	33,63	30,45	243,6	730,8	78,69
5	300	44,84	40,6	324,8	974,4	104,92
6	360	56,05	50,75	406	1218	131,15
7	420	67,26	60,9	487,2	1461,6	157,38
8	480	78,47	71,05	568,4	1705,2	183,61
9	540	89,68	81,2	649,6	1948,8	209,84
10	600	100,89	91,35	730,8	2192,4	236,07

The actual parameters of the generator will differ from the calculated values in the lower side due to the presence of assumptions mentioned above. In addition, the additional power losses are not taken into account in the calculation will occur in the electric cable, the diode rectifier and so on.

Conclusion

In the article considered and solved the following tasks:

1. The principle of operation of electric generator.
2. The proposed method of electromagnetic calculation of the experimental 3-phase generator.
3. The calculation of operational characteristics.

Bibliography

1. Bezrukikh P. P. Wind Energy. (A reference and textbook). – Moscow : publishing house Energy, 2010. – 320p.
2. Kharitonov V. P. Autonomous wind power installation. – Moscow : GNU, 2006. – 280 p.

**OGLEKĻA DIOKSĪDA (CO₂) LĀZERA MARKĒŠANAS PROCESA
PARAMETRU IETEKME UZ POLIVINILHLORĪDA (PVC)
MATERIĀLU LĀZERMARKĒJUMA KVALITĀTI
CARBON DIOXIDE (CO₂) LASER MARKING PROCESS PARAMETER
IMPACT ON MARK QUALITY OF POLIVINYLCHLORIDE (PVC) MATERIAL**

Autori: **Jānis Riekstiņš, Artūrs Sivenkovs**, e-pasts: janis.riekstins@mail.md,
artur41k@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītāji: **Ļubomirs Lazovs Dr.-Ing, Prof.**, e-pasts: Lyubomir.Lazov@rta.lv,
Pāvels Narica, Dr.phys. docents., e-pasts: Paveks.Narica@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *Laser technologies nowadays are widely used in material processing. CO₂ laser systems in most cases are used in metallic material manufacturing and processing, taking not so big part in processing of plastic materials. This research is dedicated to find advantages or disadvantages and ways to use CO₂ laser systems in plastic material processing, by taking PVC material as sample for experiments. PVC plastics is widely used in manufacturing of electrical installation details and devices, it is durable, relatively light, and cheap material. To provide application of various symbols, on the surface of plastic materials, can be used laser systems, which in long term can be more efficient than conventional marking methods.*

The aim of this work is to find if CO₂ laser is appropriate for marking PVC material and to relate the mark quality parameters and the marking process parameters. The research was conducted in the period of time from March 2017 till April 2017, in the Rēzekne Academy of Technology, Physical process and laser technology research center.

Keywords: CO₂, Laser marking, Power, Speed, PVC, Plastic, RTA

Ievads

Lāzers ir elektroniski optiska ierīce, kura izstaro koherentu starojumu. Termins "Lāzers" ir akronīms no angļu valodas, (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) ko latviešu valodā var tulkot kā "gaismas pastiprināšana, izmantojot inducēto starojumu". Tipisks lāzera starojums ir gaismas kūlis ar mazu izkliedi un ar monohromatisku viļņa garumu. [2]

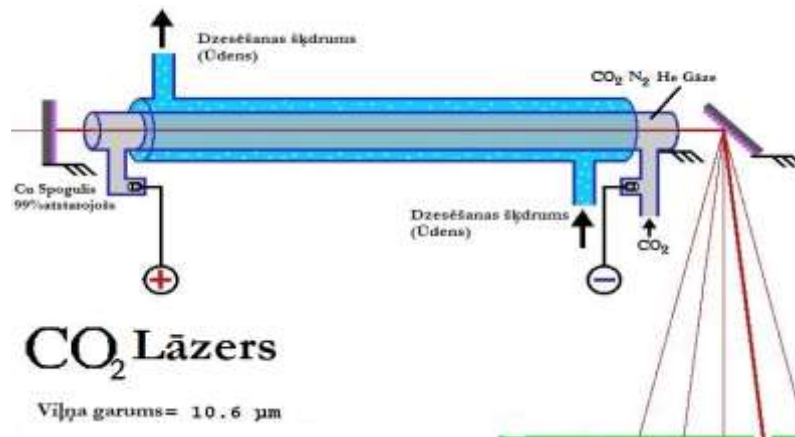
Līdz ar lāzertehnoloģiju attīstību palielinās arī to izmantošana dažādās tautsaimniecības nozarēs. Lāzers ir stabili ieņēmis vietu metālapstrādē, medicīnā un metroloģijā. Tomēr krietni mazāks ir lāzeru pielietojums plastmasu apstrādē.

Plastmasu attīstību, no to izgatavoto materiālu un detaļu klāsts nemitīgi pieaug. Dažādu grafisku simbolu uznešanai uz plastmasas materiāliem visbiežāk tiek izmantotas tradicionālās, krāsu marķēšanas sistēmas un gravieri. Šī darba mērķis ir izpētīt metālapstrādē plaši pielietoto CO₂ lāzera sistēmu pielietošanas iespējas plastmasu marķēšanā. Galvenie kritēriji pēc kā tiek vērtēta lāzera piemērotība konkrētā materiāla marķēšanā ir eksperimentā izmantotie lāzermarķēšanas parametri un iegūtā rezultāta kvalitāte uz pētāmā objekta. Šis pētījums ļauj identificēt CO₂ lāzeru sistēmas priekšrocības, trūkumus un veidus, kā to izmantot plastmasas materiālu apstrādē.

PVC plastmasas tiek plaši izmantota dažādu elektroinstalāciju detaļu un ierīču, kā arī dažādu plastmasas cauruļu, apdares materiālu, kredītkaršu u.c ražošana. PVC plastmasas materiāli ir izturīgi, salīdzinoši viegli un lēti. Lāzeru izmantošana grafiskas informācijas uznešanā uz plastmasas materiāliem un ilgtermiņā var būt efektīvāka, nekā konvencionālās (tradicionālās) marķēšanas metodes.

Šī darba mērķis ir noskaidrot vai CO₂ lāzers ir piemērots PVC materiālu marķēšanai izvērtējot marķēšanas rezultātus un saistību starp zīmju kvalitātes parametriem un marķēšanas procesa parametriem.

Oglekļa dioksīda (CO₂) lāzers un lāzermarķēšana



1.attēls CO₂ Lāzera stara ģenerēšanas principiālā shēma [9]

CO₂ jeb oglekļa dioksīda lāzers ir gāzes tipa lāzers. Tas nozīmē, ka elektroenerģija plūst cauri gāzi, lai iegūtu gaismas kvantu – fotonu emisiju. CO₂ lāzera uzbūve un darbības principa pamatā ir caurule, kas piepildīta ar gāzi, kurai ir puscaurlaidīgs spogulis vienā pusē, pilnībā atstarojošs vara spogulis otrā pusē, kas atstaro 99% no 10,6 (μm) viļņa garuma (skat. 1.att). Šāda sistēma nodrošina vairākkārtēju fotonu emisijas paātrināšanos.[6] Oglekļa dioksīda lāzeros izmanto gāzu maisījumu, kas parasti sastāv no oglekļa dioksīda (CO₂), slāpekļa (N₂), un hēlija (He) ar attiecību (1 : 1 : 3). Šī tipa lāzeri ir visplašāk izplatītie rūpnieciskie lāzeri, ko visbiežāk izmanto tērauda apstrādei. [4]

Lāzera stara izejā izmanto Zn Se lēcas jo tās neabsorbē infrasarkanā starojumu ar viļņa garumu 10,6 (μm) šādi tiek palielināta lāzera iekārtas lietderība un energoefektivitāte. Lāzera viļņa garums 10,6 (μm) kas ir infrasarkanais gaismas staru spektrs. Lietderīgās iedarbes koeficients 10 – 20%. [5]

Lāzers ir bīstams acīm un ādai. Pēc **EN 60825-1** šim lāzeriem ir visaugstākā 4. bīstamības klase [10]

Lāzera marķēšana nozīmē termisku iedarbošanos uz materiālu, kas sakarā ar ķīmiskām, molekulām izmaiņām materiālā izraisa pārogļošanu, putošanu, kušanu, ablāciju, krāsu maiņu un daudz ko citu.[3] Galvenās priekšrocības lāzera marķēšanas procesiem ir liels ātrums, augsta atkārtojamība, bez kontakta darbība, apstrādājama platība ir pielīdzināma ar lāzera izmēriem, automatizācija augsta un elastība. Turklāt ļauj izmantot īsus viļņa garumus, ko spēj labāk absorbēt daudz plašāks spektrs materiālu. tas ļauj. Tā kā, izmantojot īsākus impulsus, samazinās siltuma skartās zonas, tas paver jaunus ceļus apstrādāt materiālus ar maziem izmēriem līdz pat nanometriskai precizitātei. [4]

Pārāk liels marķēšanas ātrums, var izveidot zemas kvalitātes marķējumu, kas ir slikti redzams vai ātri izzūdīs. Tas pats var notikt, arī, ja tiek izmantota pārāk maza jauda. Pie lielas jaudas un maza ātruma, materiāls var tikt sabojāts, tajā var izkust caurumi. Virsma nebūs gluda, vai pat priekšmets zaudēs savu formu un izturību. [5]

Pētījuma objekts

Pētījuma objekts ir CO₂ lāzera sistēmas marķējuma kvalitāte uz Polivinilhlorīda (PVC) plastmasas materiāla, kas ir iegūta ar CO₂ lāzeri. Lai iegūtu labu marķējuma kvalitāti un noturību uz plastmasu virsmām, vienlaikus saglabājot marķējamā objekta formu, struktūru un virsmas gludumu, ir nepieciešams atrast piemērotākos lāzermarķēšanas procesa parametrus.

Izmantojot CO₂ lāzeru PVC plastmasu marķēšanā, ir svarīgi atrast optimālākos parametrus, lai tiktu saglabāta augsta marķēto simbolu kvalitāte un veiktspējas ātrums,

Vienlaikus saglabājot materiāla formu ar tām piemītošajām fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām.

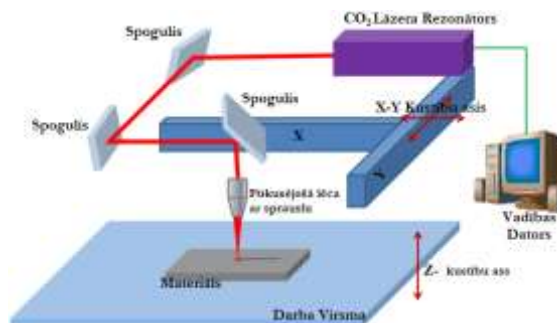
Materiāli un metodes

Veicot pētījumam nepieciešamos PVC marķēšanas eksperimentus, tika izmantota, balta 2 mm bieža (200 x 300 (mm)) polivinilhlorīda (PVC plastmasas) loksne.

Tīra polivinilhlorīda materiāla krāsa ir balta, gan sadzīvē gan rūpniecībā, visizplatītākie ir baltas krāsas PVC materiāli. [11]

Polivinilhlorīds ($C_2H_3Cl)_n$ - saīsinājumā PVC, ir trešais visizplatītākais un vairāk ražotais sintētiskais plastmasas polimērs.[1] Polivinilhlorīds ir termoplastisks plastmasas materiāls ar amorfu struktūru. Šis materiāls ir ļoti ciets un tam ir augsts elastības modulis. [12] Polivinilhlorīds ir ķīmiski izturīgs un tam ir izcila ugunsizturība (tas ir pašnodziestošs). Tā izmantošanas temperatūra ir $-10^{\circ}C$ līdz $+60^{\circ}C$. PVC pielieto

mašīnbūvē, ķīmijas rūpniecībā un elektrotehnikā – dažādu tvertņu izgatavošanai, pārsegi, skrāpji, u.c. detaļas [13]



2.attēls Eksperimenta principiālā shēma [9]

Pētījumā, lāzermarķēšanai uz PVC materiāla, tika oglekļa dioksīda gāzu lāzers (*Carbon Dioxide (CO₂) laser*) CHANXAN CW -1325 ar maksimālo jaudu 150 (W), nepārtraukta viļņa režīma, un viļņa garumu 10600 (nm). Lāzera stara iedarbības zonas diametrs 100 (μ m). Maksimālais apstrādes laukums 2500 (mm) x 1300 (mm). Dzesēšanas sistēma – ūdensdzese. Lāzera drošības klase -4.

Šis lāzera iekārta kā to paredz tās izgatavotājs galvenokārt ir paredzēta griešanai, gravēšanai un marķēšanai uz papīra, kartona, koka, stikla, auduma, stikla, gumijas, alumīnija un citu metālu materiāliem. [3]

Lāzera galvenās sastāvdaļas, ir vadības dators un elektriskais skapis, rezonators un fokusējošā lēca ar sprauslu kuras pārvietošanos un lāzera stara vadību pa apstrādājamo virsmu 3 dimensijās (X, Y, Z asīs), nodrošina atklāta tipa elektromehāniskā piedziņas sistēma, kas sastāv no 3 soļu motoriem ar siksnas pārvadu, kas piedzen siksnas pārvada skriemeļus, nodrošinot lāzeriekārtas CHANXAN CW-1325 kustīgo segmentu pārvietošanos pa taisnstūrprofila sliedēm (skat. 2.att.)

Vadības dators kalpo kā lietotāja-iekārtas interfeiss. Izmantojot datoru tiek izveidots marķējuma 2D modelis, tad šim modelim un atsevišķiem tā segmentiem tiek piešķirts noteikta jauda un ātrums, ar kādu tie tiks uzmarķēti uz materiāla.

Pētījuma lāzermarķēšanas eksperimenti uz PVC materiāla, tika veikti Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas, Inženieru fakultātes, Fizikālo procesu un lāzertechnoloģiju pētnieciskajā centrā esošo CO₂ lāzeri CHANXAN CW -1325. To laikā, tika mainīts lāzermarķēšanas ātrums un jauda. Vispirms lāzeriekārtas programmā, tika izveidota parametru matrica, kas paredz 5 mm rādiusa laukumiņu marķēšanu, minot marķēšanas ātrumu un jaudu.

Veicot plastmasu marķēšanu ar doto iekārtu, ir jāievēro visas drošības prasības un instrukcijas, darbā ar 4 klases lāzera iekārtu. Papildus ir jāņem vērā, ka apstrādājot organiskās

vielas, lāzera iedarbes procesā, var notikt to un atsevišķu to daļu kušana, degšana un iztvaikošana. Marķēšanas procesā no PVC materiāla izgarojošie dūmi un tvaiki var saturēt (HCl gāzes un $C_{12}H_4Cl_4O_2$, $C_2H_4Cl_2$, C_2H_3Cl daļiņas, kas var būt kaitīgas iekārtas, iekārtas operatora un apkārtējās vides veselībai. Tāpēc eksperimenta, laikā tika nodrošināta izgarojumu un dūmu atsūkšana no marķēšanas virsmas, tos izlaižot caur atbilstošiem oglekļa filtriem, lai nepieļautu iespējamu kaitīgu daļiņu nokļūšanu apkārtējā vidē. [7] Tā kā HCl gāze veicina metālu oksidāciju, un izmantojamajam lāzeram ir atklāta tipa mehāniskā piedziņa, lai novērstu piedziņas detaļu bojājumus, ir nepieciešams veikt gāzu nosūci un regulāru piedziņas elementu tīrīšanu un pretkorozijas apstrādi. [14]

Rezultāti un to izvērtējums

Eksperiments, tika veikta balta PVC materiāla lāzermarķēšana, mainot marķēšanas jaudu un ātrumu, attiecīgi 90, 100, 200, 300 (mm/s) Mainot jaudu mainās lāzera stara iedarbes intensitāte un uz marķējamo virsmu un rezultātā iedarbojošās enerģija. Mainot ātrumu, mainās laiks, ar kādu lāzera stars un tā enerģija iedarbojas uz marķējamo virsmu. Eksperimenta laikā iegūtos rezultātus var apskatīt 3. attēlā.



3.attēls Lāzermarķēšanas eksperimenta rezultāti uz PVC materiāla paraugiem

Veicot eksperimentu tika apstrādāti 5(mm) rādiusa PVC plastmasas materiāla virsmas laukumi, apstrādāti ar citu jaudu, intervālā no 8 – 12 (W) un ātrumu, intervālā no 90 – 300 (mm/s). Jauda kas pārsniedz 12 (W) izraisa materiāla iztvaikošanu, veidojot tajā robus.

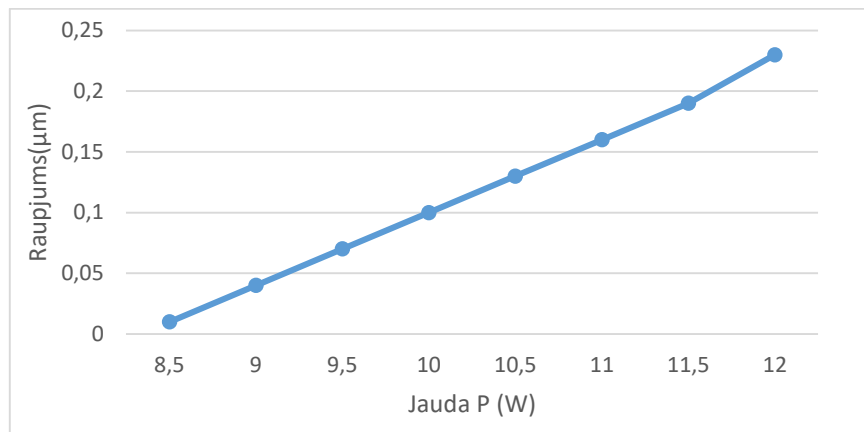
Lai noteiktu un novērtētu lāzera stara iedarbības rezultātu uz apstrādāto materiālu, ir nepieciešams novērtēt rezultāta īpašības un to apjomu. Viens no marķējuma kvalitāti raksturojošajiem lielumiem ir marķētās virsmas raupjums.

Raupjums, lāzera stara iedarbības vietas, laukumā, tika mērīts ar virsmas raupjuma mērītāju MarSurf PS1(Skat. 4.attēlu).



4.attēls Virsmas raupjuma mērīšanas ierīci MarSurf PS1

Raupjums tika izmērīts katram parauga matricas 5 (mm) rādiusa virsmas laukumam. Raupjuma vērtība mainās atkarībā no jaudas ar kādu lāzera stars iedarbojas uz virsmu un laika, cik ilgi lāzera stars iedarbojas uz virsmu. Iegūtie ar lāzeru apstrādātās virsmas raupjuma rezultāti atkarībā no jaudas izmaiņas, pie konstanta ātruma – 1600 (mm/s) un frekvences 200(kHz), ir parādīti grafikā (Skat 5. attēlu)

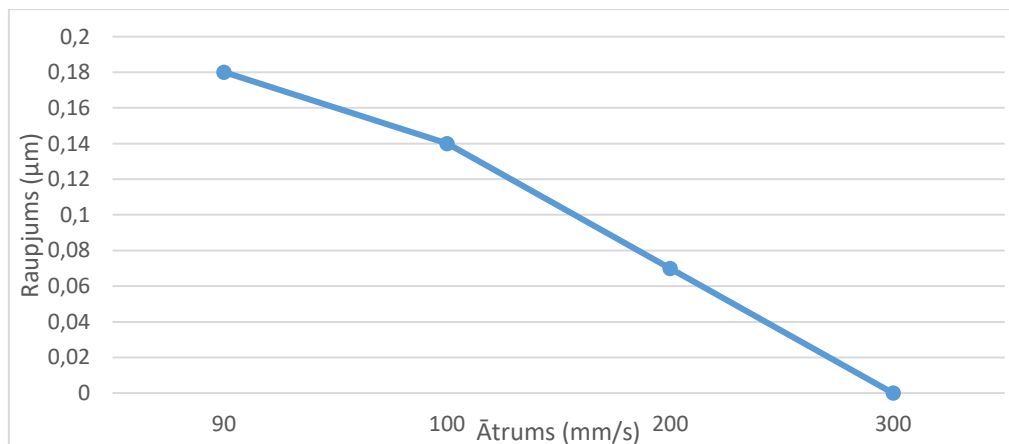


5.attēls Apstrādātās virsmas raupjuma izmaiņa atkarībā no lāzera jaudas

Grafikā ir redzams, ka pieaugot marķēšanas lāzera stara jaudai, vidējais virsmas raupjums palielinās. Tas ir notiek tādēļ, ka palielinot lāzera jaudu, pieaug uz materiālu iedarbojošās enerģijas daudzums, kas palielina materiāla kušanas un iztvaikošanas apjomu, kā rezultātā virsma kļūst nelīdzena. Kā ir redzams no eksperimentā iegūtajiem rezultātiem, zema marķēšanas jauda, neatstāj pietiekami labi saskatāmu un izmērāmu ietekmi uz materiālu. Turklāt liela jauda izraisa pārlietu lielu materiāla destrukciju un iztvaikošanu, padarot virsmu pārlietu raupju.

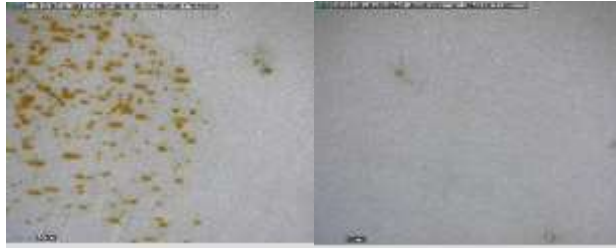
Ar lāzeru iegūtais marķējums, ir atkarīgs, ne tikai no lāzera jaudas, ar kādu tas bet arī no šis iedarbības laika - marķēšanas ātrumu (mm/s).

Ar CO₂ lāzeru iegūtie apstrādātās virsmas raupjuma rezultāti atkarībā no marķēšanas ātruma pie nemainīgas jaudas – 9 (W) ir parādīti grafikā (skat 6.attēlu).



6.attēls Apstrādātās virsmas raupjuma izmaiņa atkarībā no lāzermarķēšanas ātruma

Aplūkojot grafiku 7.attēlā ir redzams, ka pieaugot marķēšanas ātrumam, vidējā virsmas raupjuma vērtība samazinās. Pie maksimālā marķēšanas ātruma, tā ir tuva nullei (0.00(μm)). Tas nozīmē, ka marķēšana ar lielu ātrumu, neizraisa kušanas procesus, jo lāzera stars uz virsmu iedarbojas īsu laiku, kas nav pietiekams lai to sasildītu. Savukārt zems marķēšanas ātrums izraisa pārāk liela raupjuma rašanos un materiāla būtisku destrukciju, jo lāzera stars iedarbojas pārāk ilgu laiku, kas izraisa materiāla sabojāšanu.



7.attēls Nepietiekamas kvalitātes (nevienmērīgs) marķējums pie zemas jaudas un liela ātruma (8 (W) 300 (mm/s))

Attēlā ir redzams marķēšanas rezultāts PVC materiālu apstrādājot ar jaudu kas nepārsniedz 8 (W) un ātrumu 300 (mm/s). Marķējums 10x palielinājumā izskatās nevienmērīgs, vājā iedarbe ir lokāla, tas ir skaidrojams ar materiāla neviendabīgumu un nepietiekamo pievadītās lāzera jaudas blīvumu.



8.attēls Materiāla sabrukšana ko izraisa marķēšana pie jaudas kas pārsniedz 12 (W) un ātruma kas ir zemāks par 200 (mm/s)

Marķējums 10x palielinājumā, ir skaidri redzama materiālā izdedzināta bedre, tas ir skaidrojams ar pārāk lielu pievadītās lāzera jaudas blīvumu.



9.attēls Marķējuma rezultāts ar jaudu 9 (W) un ātrumu 200 (mm/s) (10x palielinājumā)

Attēlā redzams vienmērīgs labas kvalitātes marķējums ar zemu vidējo raupjumu 0.05 (μm). Marķējums ir ar zemu raupjumu un vienā līmenī ar materiāla virsmu, tas nozīmē ka tas neizceļas ne augstāks ne zemāk par materiāla virsmu. No tā var secināt, ka šis marķējums ir iegūts pie optimālākajiem marķēšanas parametriem ar CO₂ lāzeri, jo izmaiņas ir notikušas, tikai materiālā kristāliskajā režģī, ar nelielu molekulu pārogļošanu materiāla virsmas slānī. Iegūstot gaiši brūnu nokrāsu, kas pietiekoši abi kontrastē (izceļas) ar balto materiāla virsmas toni.

Secinājumi

Veicot polivinilhlorīda materiāla marķēšanu ar CO₂ lāzeri, marķēšanas procesa parametri - jauda un ātrums, ietekme uz iegūtā marķējuma un materiāla kvalitāti un izskatu.

1. Marķējot ar zemu jaudu – 8 (W) lāzera stars, neatstāj nekādu redzamu ietekmi uz PVC materiālu.

2. Ar jaudu sākot no 12 (W) un ātrumu zemāku par 100 (mm/s) notiek strauja materiāla kušana un intensīva vielas iztvaikošana, kā rezultātā materiāla virsmā tiek degradēta

3. Optimālie parametri balta polivinilhlorīda (PVC) detaļu lāzermarķēšana ar CO₂ lāzeri, ir jauda intervālā no 8,5(W) līdz 10 (W) un marķēšanas ātrums no 170(mm/s) līdz 210 (mm/s).
4. Veicot marķēšanas mēģinājums ar CO₂ lāzeri uz PVC materiāla, izdevās iegūt tikai vienveidīgu toņa krāsu marķējumu (no gaiši dzeltena līdz brūnam)
5. Marķējot ar jaudu kas pārsniedz 9 (W) marķēšanas process pāriet gravēšanā. Tas nozīmē, ka notiek materiāla iztvaikošana.
6. Nav vēlams pieļaut materiāla iztvaikošanu, jo PVC sadaloties iztvaiko dažādas bīstamas vielas – kā HCl un dažādi dioksīni, kas ir bīstami apkārtējai videi. Lai nesāktos materiāla iztvaikošana, apstrādes jauda nedrīkst pārsniegt 9 (W) un ātrums nedrīkst būt zemāks par 170 (mm/s).
7. Veicot PVC materiāla apstrādi ar lāzeru, ir obligāti jānodrošina gāzu atsūci no marķēšanas vietas un šo gāzu filtrēšana ar atbilstošiem oglekļa filtriem
8. Tā kā marķēšanas procesā no PVC materiāla var iztvaikot HCl gāze, kas negatīvi ietekmē metāla konstrukcijas un piedziņas elementus, nav ieticams lietot lāzeriekārtas ar atklātu (vaļēju) mehāniskās piedziņas sistēmu, vai arī tām jāveic regulāras papildus apkopes.

Pateicība

Izsaku pateicību par sniegto atbalstu un materiāliem šī pētnieciskā darba tapšanā: Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijai. Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas, Inženieru Fakultātes, Fizikālo procesu un lāzertehnoloģiju pētnieciskajam centram.

Literatūra

1. A.Zicmanis, *Organiskā Ķīmija, Latvijas Universitāte*, 2007, Rīga, Latvija
2. E.Šilters, V.Reguts, A.Cābelis, I.Vilks *Fizika, 6.Nodaļa Gaismas kvanti, lāzeri*, Lielvārds 2008. Lielvārde (68.lpp)
3. M.Chen, Y.Chen , W.Hsiao, *Correction of field distortion of laser marking systems using surface compensation function*, National Changhua University of Education, 2008, Changhua, Taiwan (108.lpp)
4. Z. Jianxun, S. Xu, Z. Li *Investigation into plastic damage behavior of the CO₂ laser deep penetration welded joint for Ti-6Al-4V alloy*, Xian Jiaotong University, Xian, China (29.lpp)
5. A. Riveiro, F. Quintero, F. Lusquiños, *Experimental study on the CO₂ laser cutting of carbon fiber reinforced plastic composite*, Centro Universitario de la Defensa, Escuela Naval Militar, Plaza de España, Marín, Spain (38.lpp)
6. Y. Riekstinsh, *Carbon – dioxide laser, cutting process parameter impact on kerf quality of plywood materials*, Rēzekne Higher Education Institution, 2014, Rēzekne, Latvia
7. A.Igavens, J.Riekstiņš, A.Sivenks *Diožu iterbija (Yb) šķiedras lāzermarķēšanas procesa parametru ietekme uz polivinilhlorīda (PVC) materiālu lāzermarķējuma kvalitāti*.Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2016, Rēzekne, Latvia
8. T.Matayoshi, Y.Kurosaki, *PENETRATION WELDING OF PLASTICS USING A TUNABLE CO₂ LASER WITH A TRANSPARENT HEAT SINK*, The University of Electro Communications, Chofu, Tokyo, Japan
9. CO₂ Lāzeru uzbūve. *Pieejams*:23.03.2017 <https://www.linkedin.com/pulse/brief-analysis-working-principles-categories-co2-laser-apple-he>
10. Lāzeru bīstamības klases. *Pieejams*:15.02.2017 <http://www.smartray.de/glossary/laser-protection-class/>
11. Industriālās plastmasas –PVC. *Pieejams*; 10.04.2017 <http://www.industriplasts.lv/materiali/materiali-rupniecibai/vispareja-pielietojuma-plastmasas/polivinilhlorids-pvc/>
12. Polivinilhlorīds. *Pieejams*:09.03.2017 <http://supplier.lv/lv/Products/engineering-plastics/Polyvinyl-chloride-pvc/>
13. Polivinilhlorīda tehnikie dati. *Pieejams*: 10.04.2016 http://www.industriplasts.lv/fileadmin/uploads/PVC/PVC_materiala_tehnisko_datu_lapa.pdf
14. Lāzermarķēšanas ietekme uz veselību. *Pieejams*: 12.01.2017 <https://electrocorpapurification.wordpress.com/2011/07/05/health-and-safety-concerns-laser-engraving-hazards/>
15. Lāzermarķēšanas ietekme uz vidi. *Pieejams*: 12.01.2017 https://www.vodex.co.uk/uploads/media_items/pdf-download-laser-advice-and-information.original.pdf

LOĢISTIKAS RATIŅI LOGISTIC CART

Autori: **Mārtiņš Ruskulis**, e-pasts: martins.ruskulis@gmail.com, 27197764

Emīls Kucins, e-pasts: emils.kucins@gmail.com, 29355387

Zinātniskā darba vadītājs: **Andris Martinovs, Dr.sc.ing.**, e-pasts: andris.martinovs@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601, Latvija

Abstract. *Project of the logistic cart allows the number of companies to develop the efficiency and productivity of their work following the tendencies and development of the global technologies. Using such logistic carts in industrial warehouses and in distributions centres enable entrepreneurs to save money and other resources that they otherwise need to spend on many employees that do their work manually. Such logistic carts would be beneficial for producers and shops that have a great variety of products and raw materials in warehouses. Such product in Europe has great attention and has good sales but in Latvia we don't have any companies that produce logistic carts so the geographical position of the country allows to expand the markets in Russia and other Baltic countries, as logistic carts there are not widely used and produced.*

Keywords: *distribution center, global technologies, logistic cart, shop, warehouse*

Ievads

Tagad vairāk kā jebkad agrāk uzņēmumiem ir lielāka vajadzība uzlabot efektivitāti un palielināt produktivitātes līmeni. Ieviešot loģistikas ratiņus un mobilās rūpniecības darbstacijas noliktavās, izplatīšanas centros, uzņēmumos, var ietaupīt tūkstošiem eiro gadā.

Izmantojot mobilos, ar akumulatoru darbināmos ratiņus, var izslēgt nevajadzīgas pastaigas starp piestātņi un datora galdu ar printeri. Izmantot loģistikas ratiņus nozīmē novērst lieku darbinieku staigāšanu, atstājot vairāk laika strādāšanai, darbstacijas visu laiku paliek pie operatora, palielina pieņemto un izsūtīto preču precizitāti, samazina nepareizu marķējumu un nepareizu inventāra skaitu, nodrošina nepārtrauktu piekļuvi reālā laika datu un biznesa informācijai.

Materiāli un metodes

Pētāmais objekts tika reāli uzprojektēts un samontēts Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijā, kā arī autors projektēšanas laikā ir izpētījis daudzus interneta resursu.

Loģistikas ratiņi sastāv no pašu dizainētiem ratiņiem, kas domāti vieglai aprīkojuma pārvietošanai. Ratiņu izmēri ir 680 x 740 x 1303mm. Korpusa pamatā tiek izmantoti 30 x 60 alumīnija profili ar kopējo garumu 7,20 metri, trīs sametināti kvadrāt profili 100 x 100mm, kur divu profilu garums ir 680mm un viena ir 720mm, kā arī no divām salocītām bleķēm. Ratiņu pārvietošanai tiek izmantoti četri riteņi ar bremzi. Akumulatora, invertera un lādētāja kaste, sastāv no astoņām salocītām bleķes loksniem un četriem riteņiem, lai akumulatora kasti varētu atsevišķi atvienot no ratiņiem. Ratiņiem komplektā ir divas akumulatora, invertera un lādētāja kastes. Viss kopā stiprināsies ar M4 skrūvēm.

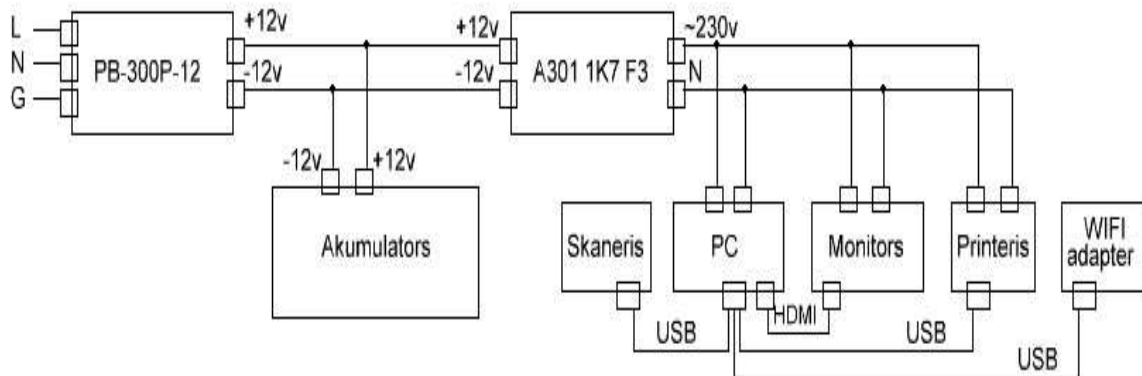
1. tabula

Loģistikas ratiņu projektēšanā pielietotās komponentes un to apraksts [autoru veidots]

Komponente	Komponentes apraksts
Akumulators	Visas aparatūras darbību nodrošina iebūvēts SBL 80 – 12i 80Ah svina skābes 12V akumulators, kuru ir iespējams nomainīt. Komplektā nāk divi akumulatori. Viena akumulatora darbības laiks ir rēķināts uz 12 stundām pie vienas uzlādes reizes. [1]

<p>Dators</p>	<p>Pietiekoši jaudīgs apstrādāt printera un noliktavas sistēmas programmatūru, lai būtu pietiekoši daudz iebūvētās atmiņas, lai pietiktu USB portu svītrkoda skenerim, pelei un klaviatūrai, printerim, lai būtu HDMI ieeja priekš datora monitora un būtu kompakts. Piemērots ir INTEL NUC KIT BOXNUC5PGYH0AJ dators, kura izmēri ir 115 x 111 x 51,6mm. [2]</p>
<p>Uzlīmju printeris</p>	<p>DYMO LabelWriter 450 Turbo printeris ir pietiekami uzticams, lai izmantotu, drukātu aplokšņu uzlīmes biznesa vajadzībām un lieliem organizēšanas uzdevumiem, tādiem kā noliktavās uz kastēm. Tas spēj printēt ar ātrumu līdz 71 etiķetei minūtē, un nav jāuztraucas par tintes pirkšanu, jo tas izmanto termodruku nevis tinti. Printeris ar saviem izmēriem (127 x 187 x 134mm) labi iederas uz loģistikas ratiņiem, jo aizņem maz vietas, vienlaikus nodrošinot labu printēšanas kvalitāti pateicoties tā 600 uz 300 dpi izšķirtspējai. [3]</p>
<p>Monitors</p>	<p>Ekrāna izmērs (vismaz 19 collas) un, lai to būtu iespējams piestiprināt pie ratiņu korpusa. Ideālā gadījumā būtu izvēlēties skārienjūtīgu ekrānu. Piemērots ir Dell firmas 22 collu monitors. Šis monitors ir ergonomisks un uz darba virsmas var apskatīt uzreiz vairāk informācijas. [4]</p>
<p>Svītrkoda skeneris</p>	<p>Lēts, parocīgs, spēj izturēt kritienu no 1.8m liela augstuma, dators to spēj uztvert pat 200m attālumā, skanera akumulators 800mA nodrošina ilgu darbības laiku bez uzlādes, spēj dekodēt vairāk kā 14 kodu tipus un lāzera staram ir Nacionālā drošības standarta klase 2. [5]</p>
<p>Inverters</p>	<p>Veicot citu firmu loģistikas ratiņu izpēti, tika secināts, ka vislabāk ir izmantot 1500W inverteru, jo pie šīs jaudas nav strāvas zudumu, ja ir pieslēgts monitors, dators un printeris. Latvijā vislabākais atrodamais inverteris ir MeanWell A301 – 1K7 – F3. Invertera gabarīti ir diezgan lieli (455 x 210 x 90mm) un svars sasniedz 5.5kg, toties tas ar savu jaudu nodrošina visas aparatūras darbību un tam ir arī LED indikators, tas dod signālu, ja akumulatoram ir zems uzlādes līmenis. [6]</p>
<p>Akumulatora lādētājs</p>	<p>Akumulatora lādētāja uzdevums ir uzlādēt izlādējušos akumulatoru pie parastās maiņstrāvas rozetes, kamēr darbs tiek turpināts ar rezerves akumulatoru. Tā kā ratiņos tiek izmantoti litija jonu akumulatori, lādētājam jāspēj lādēt svina skābes vai litija jonu akumulatorus. Izvēlēts ir MeanWell firmas 300W vienas izejas lādētājs priekš 12V akumulatoriem. Šiem lādētājiem ir zema cena un augsta uzticamība. [7]</p>
<p>Wi-Fi adapteris</p>	<p>Tā kā loģistikas ratiņi ir pārvietojama iekārta, ratiņu pārvietošanas lielākai ērtībai tika izvēlēts TP-LINK TL-WN725N bezvadu USB adapteris. Kurš ļaus datoram piekļūvi pie lokālā tīkla un noliktavu datubāzēm. [8]</p>
<p>Datorpele un klaviatūra</p>	<p>Datorpele un klaviatūra tiek izmantota, lai ērtāk tiktu veiktas darbības ar datoru. Tika izvēlēta bezvadu datorpele un klaviatūra, lai būtu to ērtāka lietošana. [9]</p>

Lai vieglāk varētu saprast loģistikas ratiņu uzbūvi un komponentu savienojamību, tika izveidota loģistikas ratiņu elektroniskā blokshēma, izmantojot ProfiCAD datorprogrammatūru, kā metode labākai loģistikas ratiņu darbības izpratnei.



1.att. Loģistikas ratiņu elektriskā blokshēma [autoru veidots]

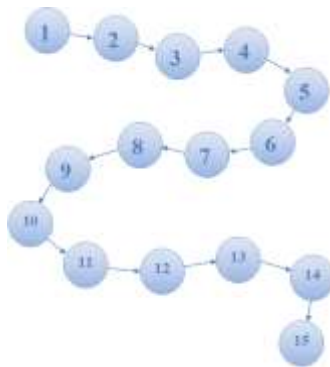
Shēmā ir parādīts Mean well PB-300P-12 akumulatora lādētājs, pats SBL 80–12i akumulators, Mean well A301 1K7 F3 invertors, BAR koda skeneris, dators Intel Nuc Kit, monitors DELL P2213, uzlīmju printeris DYMO LabelWriter 450 Turbo un TP-LINK TL-WN725N Wi-Fi adapteris. PB-300P-12 akumulatora lādētājs barojas no 230V 60Hz maiņsprieguma. Lādētāja izejā ir iespējama līdzstrāva līdz 14.4V. Šis spriegums ir domāts akumulatora uzlādei un invertora barošanai. Akumulatoru savieno ar PB-300P-12 lādētāju. Paralēli arī pievieno A301 1K7 F3 invertoru. A301 1K7 F3 invertors barojas no līdzstrāvas, kuras diapazonas var būt no 10V -15V. Invertors pārveido līdzstrāvu maiņstrāvā, invertora izejā iegūstot 230V 50Hz maiņspriegumu. Ar sadalītāj vadu paralēli savieno Intel Nuc Kit datoru, DELL P2213 monitoru, DYMO LabelWriter 450 Turbo printeri un BAR koda skanera lādētāju, lai nodrošinātu to sekmīgu darbību. BAR koda skanerim komplektā ir iekļauta bezvadu elektroniska ierīce USB spraudņa veidā, komunikācijas nodrošināšanai ar skaneri. Šo USB spraudni jāievieto vienā no Intel Nuc Kit datora USB3.0 portiem. DYMO LabelWriter 450 Turbo printera komplektācijā ir iekļauts USB2.0 savienotāj vads ar USB A un USB B konektoriem. Ar šo vadu jāsavieno Intel Nuc Kit dators (USB3.0 A ports) ar DYMO LabelWriter 450 Turbo printeri (USB2.0 B ports). TP-LINK TL-WN725N Wi-Fi adapteris ir veidots arī kā USB spraudnis. Lai nodrošinātu Wi-Fi adaptera darbību to ir jāievieto vienā no Intel Nuc Kit datora USB3.0 portiem. Lai nodrošinātu DELL P2213 monitora darbību, tas ir jāsavieno ar datoru. Intel Nuc Kit datoram ir tikai HDMI video izeja, bet monitoram ir D-Sub

DVI un DisplayPort ieejas. Monitora komplektācijā ir tikai savienotājvads ar HDMI konektoriem. Tika nolemts iegādāties citu savienotājvadu ar nepieciešamajiem konektoriem (savienotājvads DVI – HDMI 1.8m). HDMI konektors jāievieto datora HDMI portā, bet DVI konektors monitora DVI portā. HAMA RF 2300 kalviatūras un pele barojas no baterijām. Lai nodrošinātu klaviatūras un peles darbību komplektā ir USB spraudnis. Šis USB spraudnis jāievieto vienā no Intel Nuc Kit datora USB3.0 portiem. Lai nodrošinātu papildus USB portus, jāsavieno dators un monitors ar USB savienotājvadu (USB2.0 A un USB2.0 B konektori). Tas ļaus sekmīgi izmantot divus USB2.0 portus pašā monitorā.

Loģistikas ratiņu tehnoloģiskā shēma

Metode, ko pielietoja autors loģistikas ratiņu projektēšanā ir loģistikas ratiņu tehnoloģiskās shēmas izveide.

Lai loģistikas ratiņus varētu palaist ražošanā ir nepieciešams izveidot tehnoloģisko shēmu, kurā ir atspoguļotas darbības, darbību secība un daudzums, kas attēlo loģistikas ratiņu darbības principu.



2.att. Loģistikas ratiņu shēma [autoru veidots]

2. tabula

Tehnoloģiskās shēmas soļi un tajos veicamās darbības [autoru veidots]

Solis	Veicamā darbība
1 – 2	Loģistikas ratiņu projektēšana (3D modeļa izveidošana, rasējumu izveidošana)
2 – 3	Komponenšu izvēle (izvēlēties saderīgākās un nepieciešamākās komponentes)
3 – 4	Izejmateriālu iegāde
4 – 5	Metāla detaļu griešana (pēc rasējumiem ar lāzera palīdzību izgriezt detaļas)
5 – 6	Metāla detaļu apstrādāšana (pēc apstrāde, aso malu nolīdzināšana, izgriesto detaļu locīšana atbilstoši rasējumiem)
6 – 7	Detaļu krāsošana
7 – 8	Korpusa komplektēšana no metāla detaļām
8 – 9	Akumulatora uzstādīšana
9 – 10	Vadu instalācija
10 – 11	Elektronikas uzstādīšana
11 – 12	Akumulatora pieslēgšana
12 – 13	Programmatūras uzstādīšana
13 – 14	Produkta testēšana
14 – 15	Produkta pārdošana

Noliktavas vadības sistēma

Loģistikas ratiņu darbībai nepieciešams izmantot noliktavas vadības sistēmu. Noliktavas vadības sistēma (NVS) ir programmatūra, kas paredzēta, lai atbalstītu noliktavas vai izplatīšanas centra vadību un personālu. Tā atvieglo vadību ikdienas plānošanā, organizēšanā, personāla skaita kontrolēšanā, vadīšanā un pieejamo izmantojamo resursu kontrolēšanā, lai pārvietotu un uzglabātu materiālus noliktavā un ārpus tās, vienlaikus atbalstot darbiniekus, veicot materiāla apriti un uzglabāšanu noliktavā un ap to.

Noliktavu vadības sistēmas galvenokārt ir taktiskie instrumenti un tos izmanto uzņēmumi, lai apmierinātu unikālo pircēju prasības to piegādes ķēdē un izplatīšanas kanālos,

kad inventāra un darba apjoms ir lielāks nekā to varētu apstrādāt manuāli. Parasti motivācija iegādāties nāk no vajadzības atbalstīt pārdošanas apjomu vai uzlabot sniegumu.

NVS izmanto datu bāzes konfigurētas, lai atbalstītu noliktavu operācijas, kas iekļauj detaļas, aprakstot dažādus noliktavas elementu aprakstus iekļaujot: [10]

1. Individuālās krājumu glabāšanas vienības, kuras tiek apstrādātas un uzglabātas, piemēram, svāri, izmēri, automātiskās ID uzlīmes un inventārs pēc atrašanās vietas ar ražotāja datiem;
2. Noliktavu uzglabāšanas vietas, piemēram, individuālais atrašanās vietas numurs, saņemšanas secība, izmantošanas veids, uzglabāšanas veids, uzglabāšanas ierobežojumi (viegli uzliesmojošs, bīstams, augstas vērtības materiāls) u.c.;
3. Doku durvis, piemēram, individuālais numurs;
4. Paredzamie darba ražīguma rādītāji ar funkciju, piemēram, cik kastes viens cilvēks paņem vienā stundā.

Rezultāti un to izvērtējums

Projektēšanas ietvaros tika izrēķināts, ka loģistikas ratiņu izbūvei nepieciešams akumulators, kura ietilpība ir 80Ah. Lai nodrošinātu ērtu loģistikas ratiņu izmantošanu reāli, tika noteikts, ka ir nepieciešams vismaz 22 collu liels ekrāns. Tika aprēķināts, ka loģistikas ratiņu izbūvei nepieciešams 1500 W spēcīgs strāvas invertors, kas ļautu barot elektroniskās ierīces, kas nepieciešams loģistikas ratiņu darbībai, piemēram, datoru, skeneri, printeri, monitoru.

Pie zināmiem aspektiem, ka izvēlēta datora ieejas strāva ir 1.5A, monitora ieejas strāva arī ir 1.5A, bet printera ieejas strāva ir 1.2A, skenera ieejas strāva ir 0.5A un neparedzētiem gadījumiem tiek pierēķināta arī telefona lādētāja ieejas strāva 0.3A, invertera efektivitātes koeficients ir 82%, bet prognozētais ratiņu darbības laiks pie vienas akumulatora uzlādes reizes ir 12 stundas, projektēšanas laikā tika veikti rezultatīvie aprēķini. Pēc formulas:

$$C = \frac{I_x \cdot t}{k}, \quad (1)$$

kur C – akumulatora kapacitāte, I_x – patērējamā strāva, t – akumulatora paredzamais darbības laiks, k – invertera efektivitātes koeficients var iegūt

$$C = \frac{5 \cdot 12}{0,82} = 73,17 \text{ Ah}$$

Drošības rezerve tiek pieņemta 7Ah, kā rezultātā ratiņiem tiek izmantots 80Ah akumulators, kurš būs spējīgs nodrošināt visas aparatūras darbību uz paredzēto laiku.

Ja aprēķina, ka visas ierīces vienlaicīgi patērē 5A strāvas un inverters pārveido spriegumu no 12V uz 230V, tad nepieciešamo invertera jaudu var aprēķināt pēc formulas:

$$P = IU, \quad (2)$$

kur P – invertera nepieciešamā jauda, I – aparatūrai nepieciešamā strāva, U – spriegums.

$$P = 5 \cdot 230 = 1150 \text{ W}$$

Lai ratiņi spētu strādāt, kad visa aparatūra ir pievienota, ir nepieciešams inverters ar 1150W lielu jaudu. Drošības rezerve tiek ņemta 350W.

Loģistikas ratiņu sastāvā tiek iekļauti pašu dizainēti ratiņi, kas domāti vieglai aprīkojuma pārvietošanai. Loģistikas ratiņu izbūvei nepieciešamās komponentes ir

akumulators, inverteris, dators, LED ekrāns, barkoda skeneris, uzlīmju printeris, Wi-Fi adapteris, akumulatora lādētājs, datorpele, klaviatūra un savienotājvadi.



3.att. Loģistikas ratiņu 3D modelis [autoru veidots]

Loģistikas ratiņu galvenais uzdevums ir jauno preču reģistrēšana noliktavas sistēmā, veco preču uzskaitē un pārbaude. Ratiņu izmantošanas viens no veidiem ir noliktavā preču saņemšanas zonā. Noliklavai tiek veikta preču vai izejmateriālu piegāde.

Secinājumi

Ratiņi reģistrē jaunās preces noliktavas sistēmā, piešķirt tām bar kodus un norāda atrašanās vietu noliktavā. Vēl viens loģistikas ratiņu pielietojums ir preču vai izejmateriālu izvešanas zonā. Ratiņi sagatavotās preces noskenē un preču skata izmaiņu fiksē datorprogrammā. Ratiņus var izmantot arī faktiskās inventarizācijas laikā pašā noliktavā.

Eiropā lielās firmās ar lielu ražošanas apjomu loģistikas ratiņi var būt plaši izplatīts produkts, taču Latvijā nav uzņēmumu, kas ražo loģistikas ratiņus, tāpēc Latvijai varētu būt potenciāls un noiets šāda produkta tirgū, ko nodrošinātu ģeogrāfiskais stāvoklis, Krievijas tuvums un pieeja citām Baltijas valstīm, jo tur šis produkts nav tik plaši izmantots un attīstīts.

Summary

Research results will show the possibilities of usage in warehouses and distribution centres, but logistic cart project will allow the number of companies to develop the efficiency and productivity of their work following the tendencies and development of the global technologies.

In Europe In large companies with a large volume of production logistic cart can be widely distributed product, but in Latvia there is not any company that produces such thing, so Latvia could be a potential market that provides it thanks to the geographical position, neighborhood of Russia and access to the other Baltic countries, where this product is not widely used and developed.

Literatūra

1. Akumulators. Tiešsaiste. Pieejams: <http://ssb-battery.com/en/long-life/sbl>. [skatīts 21.05.2016]
2. Dators. Tiešsaiste. Pieejams: <http://www.intel.com/content/www/us/en/nuc/nuc-kit-nuc5pgyh.html>. [skatīts 21.05.2016]
3. Uzlīmju printeris. Tiešsaiste. Pieejams: <http://www.dymo.com/en-US/labelwriter-450-turbo-label-printer>. [skatīts 23.05.2016]
4. Monitors. Tiešsaiste. Pieejams: <http://www.dell.com/en-us/shop/dell-22-monitor-s2218h/apd/210-alf/monitors-monitor-accessories>. [skatīts 23.05.2016]
5. Svītrkoda skanēris. Tiešsaiste. Pieejams: <https://www.barcodesinc.com/airtrack/part-s1-0114r1982.htm>. [skatīts 23.05.2016]
6. Inverters. Tiešsaiste. Pieejams: <http://www.meanwell.com/productPdf.aspx?i=43>. [skatīts 23.05.2016]
7. Lādētājs. Tiešsaiste. Pieejams: <http://www.meanwell.com/productPdf.aspx?i=22> [skatīts 25.05.2016]
8. Wi-Fi adapteris. Tiešsaiste. Pieejams: http://www.tp-link.com/us/products/details/cat-5520_TL-WN725N.html. [skatīts 25.05.2016]
9. Klaviatūra. Tiešsaiste. Pieejams: http://www.1a.lv/dator tehnika_preces_birojam/periferija_programmatūra/klaviatūras/hama_rf_2300_wireless_keyboardmouse_set_ru. [skatīts 27.05.2016]
10. S., Pavel. "Common Problems that you can solve with a Bespoke Warehouse App". Magora Systems. Pieejams: <https://magora-systems.com/development-bespoke-warehouse-app/> [skatīts 12.03.2017.]

3D DLP PRINTERIS 3D DLP PRINTER

Autors: **Kārlis Štekels**, e-pasts: k.stekels@gmail.com, 28362500
Zinātniskā darba vadītājs: **Andris Martinovs, Dr.sc.ing**, e-pasts: andris.martinovs@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. Last decade, the 3D printers got a lot of popularity. 3D printer is CNC machine, which can create a physical three-dimensional objects. Digital light processing stereolithography (DLP) 3D printers uses a UV laser to cure a polymer. It is carried out the advantages and disadvantages of a given type of 3D printing technology.

Keywords: 3D DLP, 3D SLA, photopolimer, stereolithography, CAM, CAD

Ievads

3D drukāšana – arī pazīstama kā secīga slāņu audzēšana, kura dod iespēju, uz specializētām CAD/CAM datorprogrammām, izveidot trīsdimensionālus objektus un tos pārvērst par trīsdimensionāliem, fiziskiem objektiem, kas ir sataustāmi. 3D drukāšanas tehnoloģija kā tāda, tika izgudrota astoņdesmitajos gados, bet reāli to sāka pielietot tikai dažus gadus atpakaļ. 3D drukāšanai ir liels potenciāls visās nozarēs, sākot no mazām mājsaimniecībām, līdz pat industriālai rūpniecībai, jo 3D druka palīdz ietaupīt laiku un naudu, jaunu prototipu izveidē.

Atšķirībā no materiāla mehāniskās apstrādes tehnoloģijas, piemēram, virpošanas vai frēzēšanas, kur sagataves materiālu apstrādā, noņemot liekos slāņus, līdz dabū vēlamu objekta formu, 3D drukāšana izmanto slāņu audzēšanas tehnoloģiju, kas būvē objektu secīgi pa noteiktam slāņa biezumam, kas ļauj taupīt materiālu, jo nepaliek liekā skaida, kā arī ekonomēt laiku un naudas izmaksas, viena vai vairāku prototipu izveidei.

3D printeri strauji sāk parādīties tirgū, bet par to veidiem nezin kurš katrs, tāpēc autoram ir vēlme iepazīstināt ar vēsturiski pirmo, izgudroto 3D drukas tehnoloģiju. Šī raksta mērķis ir iepazīstināt ar 3D DLP printeri, tā konstruktīvo risinājumu, kādus materiālus izmanto, kā arī ar tā priekšrocībām un to trūkumiem.

Materiāli un metodes

Pētāmais objekts tika reāli uzprojektēts un samontēts Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijā, kā arī autors projektēšanas laikā ir izpētījis daudzus interneta resursu, kuros tas spēja iepazīties ar 3D DLP galvenajām tehnoloģiskajām priekšrocībām un trūkumiem.

Stereolitogrāfija

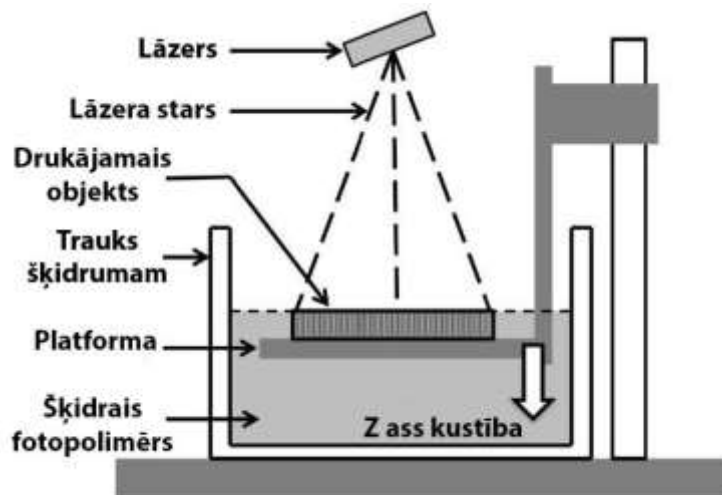
Stereolitogrāfija ir 3D drukāšanas tehnoloģija, kas tiek izmantota lai veidotu trīsdimensionālus objektus, prototipus, modeļus un produkcijai nepieciešamās detaļas, audzējot slāņus, izmantojot fotopolimerizācijas procesu, kas UV gaismas staru ietekmē izraisa molekulu savienošanas ķēdēs, veidojot polimērus. Pēc tam šie polimēri veido trīsdimensionālus cietus ķermeņus.[1] Pētniecība šajā virzienā tika veikta septiņdesmitajos gados, bet terminu izdomāja Čārlzs Halls (Charles Hull) 1986. gadā, kad viņš patentēja šo procesu. Pēc tam viņš izveidoja “3D Systems Inc” lai komercializētu viņa izgudroto patentu.[2][3]

Tehnoloģija

Stereolitogrāfija ir slāņu audzēšanas tehnoloģijas process kas darbojas, fokusējot ultravioleto (UV) lāzera staru uz šķidro fotopolimēru. Ar automātiskās ražošanas palīdzību (CAM - Computer aided manufacturing) vai programmnodrošinājumu priekš datora sistēmas (CAD - Computer aided software), UV lāzera stars tiek izmantots lai zīmētu, iepriekš

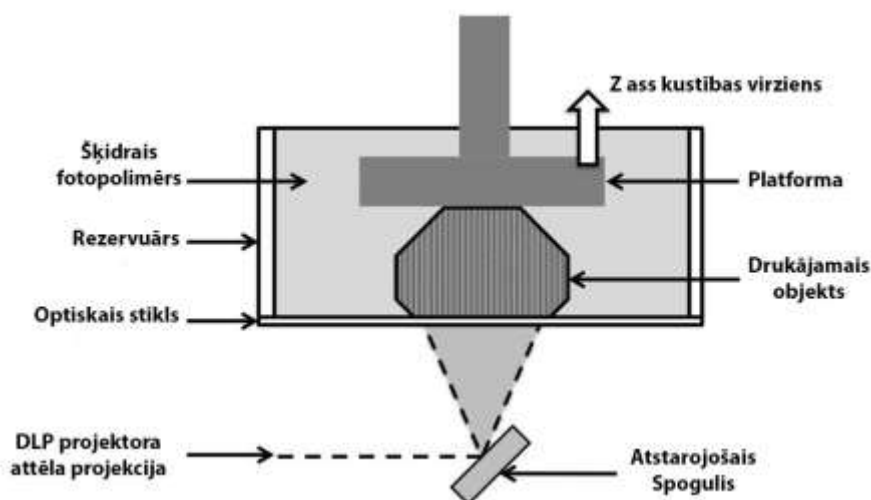
ieprogrammētu līniju (kontūru) uz noteiktas virsmas cietinot (polimerizējot) fotopolimēru. Šis process tiek atkārtots priekš katra nākamā slāņa, līdz 3D objekts tiek pilnībā pabeigts.[4][5][6]

Pirmais komerciālais 3D printeris bija izveidots uz stereolitogrāfijas tehnoloģijas bāzes (*Stereolithography Apparatus – SLA*), kuru izstrādāja Čārlzs Halls 1983. gadā.[7] Stereolitogrāfijas printerim ir platforma, kuru gremdē tvirtnē ar šķidro fotopolimēru (sk. 1. att). Fokusētais UV lāzera stars tiek vadīts pa platformas virsmu (pa x un y asīm), lai polimerizētu 3D objekta pirmo slāni. Pēc tam platforma nolaižas viena slāņa biezumā (z ass kustības virzienā), un process atkārtojas, tiklīdz netiek izdrukāts vēlmais, trīsdimensionālais objekts.[8]



1.att. SLA 3D printera uzbūve un darbības princips) [8]

3D DLP printeri darbojas pēc tāda paša principa, kā SLA 3D printeri, tikai lāzera vietā tiek izmantots DLP projektors (sk. 2. att). DLP projektors izstaro UV statisku attēlu (slāņa kontūru), kuru ir nepieciešams izaudzēt. Šķidrās fotopolimērs vienmērīgi sacietē, izstarotajā vietā, kas ļauj ātri drukāt nepieciešamos trīsdimensionālus objektus. Kā redzams 2.att, platforma tiek gremdēta līdz rezervuāra dibenam (viena slāņa biezuma attālumā no stikla virsmas), lai projektors spētu izgaismot pirmo slāņa kontūra attēlu. Kad pirmais slānis ir sacietējis, tad projektors izslēdzas. Tad z ass atrauj pirmo slāni no rezervuāra dibena (pavirzās uz augšu pa z asi) un atkal iegremdē platformu rezervuāra dibenā, lai varētu polimerizēt nākamo slāni. Šī darbība atkārtojas, kamēr netiek izdrukāts vēlmais objekts.[8]



3. DLP 3D printera uzbūve un darbības princips) [8]

Stereolitogrāfijas 3D printeriem ir liels materiālu skaits, ko tie var izmantot, kā arī tiem ir plašs pielietojums (sk. *Tabula 1*) [9].

1.tabula

Materiāli	Īpašības	Pielietojums/Nozares
VeroWhitePlus	Izturīgs, stingrs ar augstu izmēru precizitāti	Pielietojams daudzās nozarēs, piemēram, elektroiekārtas, medicīnas ierīcēs, darba galdos, kā sarežģītu mehānismu mezglos u.c.
Digital ABS	Labāka siltuma izturība, nekā standarta ABS	Prototipu izveide, presformu izveidei, ražošanas instrumenti, elektroiekārtu korpusi, izturīgi prezentācijas modeļi, detaļas priekš dzinēja, vāciņi
Fullcure RGD 720	Materiāls ar caurspīdīgu un gludu virsmu	Medicīnā, testēšanas caurskata detaļām, mākslinieciskā modelēšana u.c.
Rigur RGD 450	Spilgti balts, polipropilēna īpašības	Rūpniecības nozare, iepakojumi plaša patēriņa precēm, elektronikā u.c.
Rubber-like material	Gumijas materiāls	Dažādi gumijas izstrādājumi gumijas blīves, klaviatūras, telefonu gumijas pogas, sporta apavu zoles u.c.
Hight-temperature material	Siltumizturīgs materiāls	Labs materiāls priekš testēšanas funkcijām, piemēram, karstā ūdens vai gaisa plūsma caurulēs
Bio-compatible material	Caurspīdīgs, stingrs, augsta izmēru stabilitāte, sterils	Ideāls materiāls, kurš nepieciešams kontaktam ar ādu no (<24 stundām līdz >30 dienām)
Dental material	Augsta precizitāte un izturība, sterils	Trīs tipu stomatoloģiskie materiāli (VeroDent, VeroDentPlus un VeroGlaze)

3D DLP/SLA priekšrocības un trūkumi

Katram 3D printera veidam ir savas priekšrocības un trūkumi, bet konkrētajā gadījumā, tiks minēts tikai par stereolitogrāfijas 3D printeru stiprām un vājām pusēm sk. (*Tabula 2*). [10]

2.tabula

Tehnoloģija	Priekšrocības	Trūkumi
SLA	Ir iespējam drukāt lielus objektus ar sarežģītu ģeometriju (1500×750×550mm), augsta drukāšanas precizitāte (>50µm)	Veidojošajai struktūrai nepieciešams atbalsts, toksiski materiāli, ir ierobežots izmantojamo materiālu skaits, lēns drukāšanas ātrums
DLP	Ātrāks par SLA, Vienkāršāka konstrukcija, augsta drukāšanas precizitāte (>50µm)	Veidojošajai struktūrai nepieciešams atbalsts, toksiski materiāli, ir ierobežots izmantojamo materiālu skaits, iespējams drukāt tikai mazus objektus (192×120×230mm)

Rezultāti un to izvērtējums

Mūsdienās 3D printeri ir kļuvuši par neatņemamu sastāvdaļu dažāda veida nozarēs, sākot no mazām mājsaimniecībām, beidzot ar lielām ražošanas industrijām. Stereolitogrāfijas 3D printeri spēj drukāt smalkus objektus ar lielu izšķirtspēju, kas ir ideāli piemērots smalku

prototipu izveidē. Izpētot un izvērtējot stereolitogrāfijas 3D printeru iespējas, var secināt ka tiem ir arī savas priekšrocības un trūkumi. Neskatoties uz to, ka SLA 3D printeris spēj drukāt lielākus objektus, tomēr DLP 3D printeris ir daudz ātrāks un tā kontrakcija ir daudz vienkāršāka, jo ir tikai viena kustīgā z ass, un tiek izmantots parasts projektoris, kas atbalsta DLP tehnoloģiju. DLP 3D printera vienkāršās konstrukcijas dēļ, tam ir vienkārši veikt kalibrāciju un tehnisko apkopi.

Secinājumi

3D printeri izmainīja ražošanas industriju, jo ar to palīdzību ir daudz vienkāršāk, ātrāk un lētāk veidot jaunus prototipus vai pat gatavas detaļas. Stereolitogrāfijas 3D printeri drukā ar augstu kvalitāti un ātri, kas ir ideāli piemērots biznesam, lai ātri un vienkārši veidotu nepieciešamos prototipus. Materiālu skaits ir samērā plašs un to pielietojums var būt dažāds. Neskatoties uz tā stiprām pusēm, tomēr fotopolimēru materiāli ir toksiski. Strādājot ar šī veida 3D printeriem, ir nepieciešams lietot aizsargbrilles, kas absorbē UV gaismas starus.

Literatūra

1. U.S. Patent 4,575,330 ("Apparatus for Production of Three-Dimensional Objects by Stereolithography")
2. <http://www.photopolymer.com/stereolithography.htm>
3. Gibson, Ian, and Jorge Bártolo, Paulo. "History of Stereolithography." *Stereolithography: Materials, Processes, and Applications*. (2011): 41-43. Web. 7 October 2015.
4. Crivello, James V., and Elsa Reichmanis. "Photopolymer Materials and Processes for Advanced Technologies." *Chemistry of Materials Chem. Mater.* 26.1 (2014): 533. Print.
5. Lipson, Hod, Francis C. Moon, Jimmy Hai, and Carlo Paventi. "3-D Printing the History of Mechanisms." *Journal of Mechanical Design J. Mech. Des.* (2004): 1029-033. Print.
6. Fouassier, J. P. "Photopolymerization Reactions." *The Wiley Database of Polymer Properties* 3 (2003): 25. Print.
7. <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/history/>
8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4491116/>
9. <http://www.stratasys.com/materials/polyjet/digital-materials>
10. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0376738816304215>

LASER HARDENING OF STEEL C45 *TĒRAUDA C45 LĀZERRŪDĪŠANA*

Author: **Normunds Teirumnieks**, e-mail: normunds.teirumnieks@inbox.lv, +371 29322278
Scientific supervisor: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing.** e-mail: Peteris.Grabusts@rta.lv
Rezekne academy of Technologies, Atbrivosanas aleja 115, Rezekne

Abstract. *The aim of the work is to analyze possibility to replace induction hardening process with laserhardening process in production. In metalworking production to harden the parts of steel C45 is used induction hardening method for the moment. In this work will be used experiments to show the possibility to perform laserhardening with CO₂ laser and results should show how good the results gives laserhardening to fulfil the requirements of hardening.*

Keywords: *CO₂ laser, hardening of steel C45, laserhardening, production processes.*

Introduction

Nowadays, laser has become a new heat source for the same job as typical hardening methods for example induction hardening.. Laser surface treatment can be applied in both coating and hardening in the surface treatment fields; it has many advantages compared with the traditional ways, such as smaller distortions and less post-process time.[1]

In last 10 years lasers became very significant in many branches of industry for example metallurgical engineering, steel processing, engineering industry; aviation, power engineering, automotive industry, mining engineering and drilling technology.[2]

One of the lasers' proceses what are widely used is laser hardening. Laser hardening comparing another competing methods as induction hardening, carburizing, flame hardening has many of benefits.

Laser surface treatment is a very flexible process, because of the self-quench and easily controlled laser power; it has been wildly used in automobile sectors and other industrial areas. One important application is the laser hardening, which involves only a thermal effect on the surface where a new structure with high hardness is obtained on the top surface. In most of these applications, laser does not treat the complete surface of the components but rather small local tracks. With a designed and delicate movement control system, laser hardening is suitable for some components with complex geometry, *i.e.* edges, corners and holes.[3]

Laser hardening benefits are high scanning speed, self-quenching with no need of external quenchant, low distortion of the workpiece, selectable area of treatment, less or no post-treatment required, ease for computer control and low environmental impact.[4]

To perform right laser hardening for the parts and get needed results should be many of parameters checked up what could impact the process. The laser hardening process can be influenced by many factors. The effect of hardening basically depends on the material, laser and processing parameters.

The surface hardness depends on the hardness of the martensite formed. To form martensite, the material for laser hardening should typically contain at least around 0.05 wt% carbon. The surface hardness generally increases linearly with the carbon content. [5]

The steel C45 has 0.5 % content of carbon what means that it is medium carbon steel. The high content of carbon in steel C45 what is shown in table 1 means that steel is suitable for laser hardening.

Table 1.

C	Si	Mn	Ni	P	S	Cr	Mo
0.43 - 0.5	max 0.4	0.5 - 0.8	max 0.4	max 0.045	max 0.045	max 0.4	max 0.1

The geometry of the workpiece affects the heat flow distribution. As an empirical rule, the thickness of the workpiece should be at least ten times of the desired hardened depth so that the self-quenching can occur without significant bulk heating. The rule that the thickness of the workpiece should be at least ten times of desired hardened depth (for self-quenching process important) is noticed because the thickness of “Carrier” part what is analysed in the place where hardening should be performed is 28 ± 0.1 mm but desired maximum of hardness depth is 0.3 mm.

The “Carrier” material is quenched & tempered with following mechanical properties: tensile strength $R_m = 700 - 900$ Mpa. This means that this type of material is very suitable for hardening processes.

Surface max. roughness on the surfaces what should be hardened is $R_z = 16$, but results in production shows that after turning operation max. $R_z = 7$. So the hardening needed surface roughness is very small and it will give some impact to hardening processes.

As different kinds of steels absorb CO₂ laser beam radiation with quite a low efficiency (around 2-5%), traditional CO₂ laser hardening of steel requires surface coating before the treatment to increase the absorption of laser energy. [6]

Laser power density against beam interaction time is very important to perform laser hardening. The laser power density used in laser hardening is usually around $10^3 - 10^5$ W/cm², which is relatively low among laser processes.

The traverse speed strongly affects the time of laser irradiation received by the material. Laser power density in an order of $10^3 - 10^5$ W/cm² with a typical interaction time of 0.1-0.3 seconds can produce martensite structure in steel. As the beam length in the traverse direction is determined by required laser power density and the track width, the traverse speed can be calculated by dividing the beam length with the interaction time. The traverse speed is normally the parameter that is fine-tuned to optimize the process in order to obtain the required hardened depth and degree of homogenization.

In this paper there is taken production case of real existing metal working production company what supplies components such as shafts and gears for automotive customers.

Company produces part “Carrier” and in the production process one of the customer requirements is that part should have definite hardness in particular depth for concrete places on part. So there is hardening needed as one of part production steps.

The hardening requirements for part “Carrier” is:

- 350 – 600 HV (Vickers)
- R_ht (hardening depth) 0.03 – 0.3 mm.

The width of surface on one side of part is 9 mm and on second side of part the width what needs hardening is 14 mm, shown in Fig1.

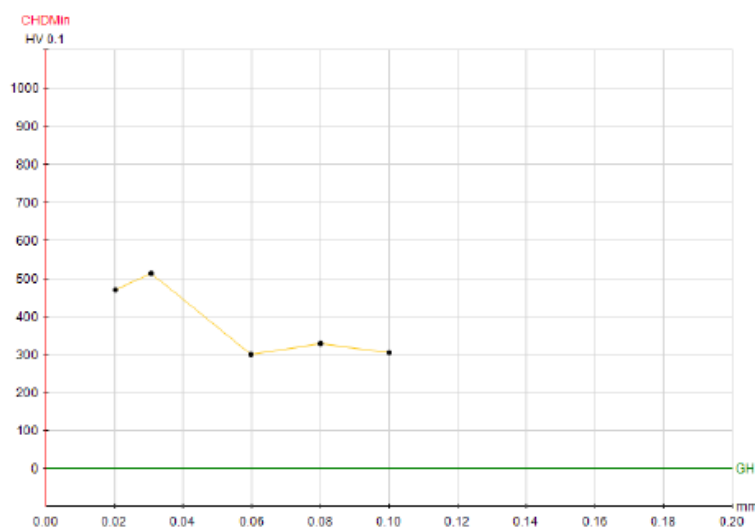
The power of laser was used not fully because using power more than 60 W the engraving process was started what means that surface of workpiece has been destroyed what is not acceptable for production.

Experiments were carried out at temperature 20 °C in the room and temperature of workpiece was 19 °C. Measured temperature in the process time on the workpiece was over 500 °C. The hardness of material of workpiece is 260 HV or 26 HRC.

Results

To examine the results after experiments there was used Microhardness measurer - Qness Q30A. HV 0.1 was used as a method to evaluate microhardness. After the examination of all 7 experiments on microhardness measurer the best results have eksperiments 2; 5 and 7.

The results of mentioned three exsperiments give the best results thatsway is also analysed forward. The results of experiment 2 is shown in Fig 2.

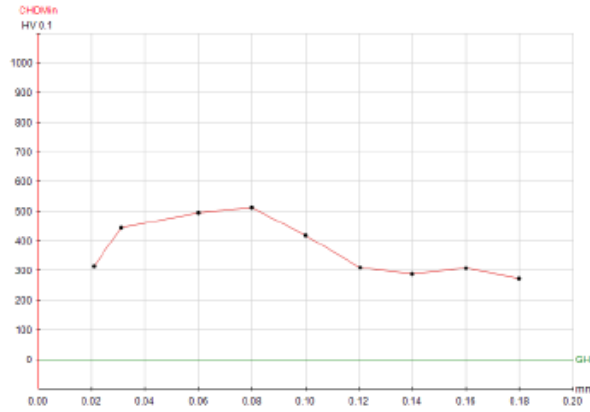


Nbr	Hardness	Method	X - Position	Y - Position
1	470	HV 0.1	0,02	0,00
2	514	HV 0.1	0,03	0,03
3	300	HV 0.1	0,06	0,00
4	329	HV 0.1	0,08	0,03
5	305	HV 0.1	0,10	0,00

Fig 2. Results of experiment No 2

According to the experiment number 2 results we see that highest reached hardness is 514 HV in depth 0.03 mm. But total hardness depth is 0.1 mm.

The results of experiment 5 is shown in Fig 3.



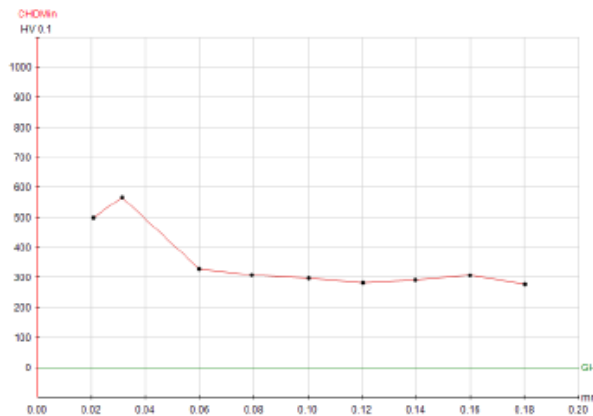
Nbr	Hardness	Method	X - Position	Y - Position
1	315	HV 0.1	0,02	0,00
2	444	HV 0.1	0,03	0,03
3	495	HV 0.1	0,06	0,00
4	512	HV 0.1	0,08	0,03
5	419	HV 0.1	0,10	0,00
6	310	HV 0.1	0,12	0,03
7	288	HV 0.1	0,14	0,00
8	308	HV 0.1	0,16	0,03
9	273	HV 0.1	0,18	0,00

Fig 3. Results of experiment No 5

According to the experiment number 5 results we see that highest hardness is 512 HV in depth 0.08 mm. But total hardness depth is 0.18 mm.

Results of experiment number 5 show that microhardness is achieved deeper than in second experiment however the results of hardness is just 273 HV in the last point of achieved hardness in material.

The results of experiment 7 is shown in Fig 4.



Nbr	Hardness	Method	X - Position	Y - Position
1	499	HV 0.1	0,02	0,00
2	567	HV 0.1	0,03	0,03
3	329	HV 0.1	0,06	0,00
4	308	HV 0.1	0,08	0,03
5	297	HV 0.1	0,10	0,00
6	282	HV 0.1	0,12	0,03
7	291	HV 0.1	0,14	0,00
8	307	HV 0.1	0,16	0,03
9	277	HV 0.1	0,18	0,00

Fig 4. Results of experiment No 7

According to the experiment number 7 results we see that highest hardness is 567 HV in depth 0.03 mm. But total hardness depth is 0.18 mm.

As in fifth experiment also in seventh experiment the microhardness is achieved in the same depth – 0.18 mm but hardness is still very low – just 277 HV.

From all experiments conclusion is that with highest in this case 60 W power and highest scanning speed 40 mm/s is possible to get the best results of laser hardening in concrete case.

Although the best experiments shows that it is possible to achieve the hardness on steel C45 with CO₂ laser which max power is 150 W but still the hardness is low in some hardening points. The requirements 350 – 600 HV and hardening depth 0.03-0.3 mm can be achieved but good results are not in all depths. And best results (experiment No 5) showed that with power 60 W and scanning speed 40 mm/s is possible to achieve hardness 512HV and hardening depth 0.18 mm however in the both tolerances (hardness and hardening depth) are only 4 points from measured 9. But still fifth experiment shows that this is possible to get hardness in required depth with used laser and parameters, however there is no continual results.

Summary

Laserhardening is widely used in many industries and laserhardening of steel C45 is common occurrence. The experiments show that it is possible to harden the steel C45 with CO₂ laser however results was not continual good but showed that used laser with chosen parameters is suitable to achieve the requirements what are stated in the drawing.

Using CO₂ laser and process parameters: power 60 W, scanning speed 40 mm/s and feed rate 0.01 mm²/s is possible to achieve very good result – hardness 512 HV in depth 0.08 mm.

Bibliography

1. Laser heat treatment with latest system components, Steffen Bonssa, Jan Hannwebera, Udo Karsunkea, Stefan Kuehna, Marko Seiferta, Dirk Poegen, Eckhard Beyera, Fraunhofer IWS, Winterbergstrasse 28, Dresden, 01277, Germany, Technische Universität Dresden, 01062, Germany)
2. Study of the Back Tempering Phenomenon in Laser Hardening of Large Surfaces, Anmin LIU, 122 p.
3. The influence of different conditions of laser-beam interaction in laser surface hardening of steels, Thin Solid Films, J. Grum, T. Kek, 2004
4. Surface transformation hardening of carbon steel with high power fiber laser, Feng Qiu, 105 pages, 2012
5. Laser Hardening Process with 2D Scanning Optics, Ivía Martínez*, Aitzol Lamikiz, Iván Tabernero, Eneko Ukar, Department of Mechanical Engineering, University of the Basque Country (UPV-EHU), Spain, Physics Procedia 39 (2012) 309 – 317
6. Development of a flexible laser hardening & machining center and proof of concept on C-45 steel, Jan Bouqueta,*, Dries Van Campa, Hans Vanhovea, Stijn Clijstersa, Mohammadi Amirahmada, Bert Lauwers, Department of Mechanical Engineering, KU Leuven, Celestijnenlaan 300A, 3001 Leuven, Belgium, 8th International Conference on Photonic Technologies LANE 2014, Physics Procedia 56 (2014) 1083 – 1093

FLOW OF INCOMPRESSIBLE VISCOUS FLUID CAUSED BY THE MOTION OF INFINITE CONE OF ROTATION ALONG THE AXIS OF SYMMETRY

Author: **Tikhomirov Denis**, e-mail: unnos0163@gmail.com

Scientific supervisor: **Strochkov Ilya**, candidate of Physico-Mathematical Sciences
Pskov State University, Russia, Pskov, Lenin Square, 2

Abstract. *In this paper, we solve the problem of perturbation of an incompressible viscous fluid caused by the motion of an infinite cone in the direction of the axis of symmetry. The method involves the introduction of a harmonic current function. The Navier-Stokes equations with the incompressibility equation reduces to a system of ordinary differential equations.*

Keywords: *Navier-Stokes equations, incompressible viscous fluid.*

Introduction

Let us consider the motion of an infinite cone of revolution in the direction of the axis of symmetry. Let U speed of movement of the cone, 2α Is the angle at its vertex. The problem consists in finding the velocity field characterizing the perturbation of an incompressible viscous fluid, caused by the motion of the cone.

There are many approaches to solving boundary-value problems for the Navier-Stokes equations. Two-dimensional problems are considered on a complex field. In spatial problems, the solution is sought in a previously undefined form. The success of such a search largely depends on the professionalism of the researcher. The numerical solution has an applied meaning. [3, 4]

Description of the method

For the incompressible viscous fluid, the Navier-Stokes system of equations has the form:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -(\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} + \nu \Delta \vec{v} - \frac{1}{\rho} \nabla p + \vec{f}, \quad (1)$$

$$\nabla \cdot \vec{v} = 0,$$

where the second equation is called the incompressibility condition. From equation (1) N.E. Cochin obtained an equation, later called the generalized Helmholtz equation [1, p.404]:

$$\frac{\partial \vec{\Omega}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{\Omega} - (\vec{\Omega} \cdot \nabla) \vec{v} = \nu \Delta \vec{\Omega}, \quad (2)$$

where $\vec{\Omega} = \nabla \times \vec{v}$.

We satisfy the equation of incompressibility by introducing the vector stream function:

$$\vec{v} = \nabla \times \vec{\Psi}. \quad (3)$$

Such an action will make sense in those cases when at least two components of the velocity vector are not identically equal to zero. In other conditions, it is necessary to solve the task in another way.

Let us consider in detail the function of the current $\vec{\Psi}$ Is determined to within $\nabla\varphi$, where φ - arbitrary scalar function, it can always be assumed that

$$\nabla\vec{\Psi} = 0. \quad (4)$$

Really

$$\vec{\Psi} = \vec{\Psi}_1 + \nabla\varphi; \quad \nabla\vec{\Psi} = \nabla\vec{\Psi}_1 + \Delta\varphi,$$

choosing φ so that $\Delta\varphi = -\nabla\vec{\Psi}_1$ obtain (4).

In view of what has been said

$$\vec{\Omega} = \nabla \times \vec{v} = \nabla \times \nabla \times \vec{\Psi} = \nabla(\nabla \cdot \vec{\Psi}) - \Delta\vec{\Psi},$$

Considering (4)

$$\vec{\Omega} = -\Delta\vec{\Psi}. \quad (5)$$

Now, if we assume that $\vec{\Psi}$ - harmonic function,

$$\Delta\vec{\Psi} = 0, \quad (6)$$

Then the generalized Helmholtz equation (2) will be satisfied. If we find a solution of the Laplace equation for a vector stream function that satisfies the boundary conditions of the hydrodynamic problem of incompressible viscous fluid, then the velocity field is found from (3). From (6), after simple transformations, we have

$$\nabla \times (\Delta\vec{\Psi}) = \Delta\vec{v} = 0. \quad (7)$$

We form the boundary conditions (external problem)

$$\begin{cases} \nabla \times \vec{\Psi}|_{\partial\Lambda} = \vec{u}(P), P \in \partial\Lambda, \\ \nabla \times \vec{\Psi} \xrightarrow{r \rightarrow \infty} \vec{U}. \end{cases} \quad (8)$$

where Λ - the area filled with fluid, $\partial\Lambda$ - he boundary of this region, $\vec{u}(P)$ - Is the velocity of the liquid at the boundary of the surface under consideration, \vec{U} - Is the velocity of a steady flow of a liquid.

In view of the uniqueness theorem for the solution of boundary value problems (8) for the system of partial differential equations (6), the solution obtained in the form (3) is unique.

The solution of the problem

Consider a spherical coordinate system with origin at the vertex of the cone. Then the boundary conditions have the form:

$$v_r|_{\theta=\alpha} = -U \cos \alpha; \quad v_\theta|_{\theta=\alpha} = U \sin \alpha; \quad v_\varphi|_{\theta=\alpha} = 0. \quad (9)$$

Because the equation is symmetric in φ : $\frac{\partial}{\partial \varphi} = 0$; $v_\varphi \equiv 0$.

Assuming $\bar{\Psi}(0,0, \Psi_\varphi(r, \theta))$, we obtain from (17) the velocity components (the first two components are zero to satisfy $v_\varphi \equiv 0$):

$$\begin{aligned} v_r &= \frac{1}{r} \frac{\partial \Psi_\varphi}{\partial \theta} + \frac{\cot \theta}{r} \Psi_\varphi; \\ v_\theta &= -\frac{\partial \Psi_\varphi}{\partial r} - \frac{\Psi_\varphi}{r}. \end{aligned} \quad (10)$$

Since the boundary conditions do not contain r , we seek solutions in the form

$$\Psi_\varphi = r \cdot f(\theta). \quad (11)$$

Substituting (11) into (9) we obtain:

$$f'' + f' \cot \theta + 2f = 0. \quad (12)$$

Thus, the problem is reduced to the search for a solution of a second-order linear differential equation. By means of the theory of ordinary differential equation we obtain the following result:

$$f(\theta) = A \cos \theta + B \left(1 - \cos \theta \cdot \ln \cot \frac{\theta}{2} \right). \quad (13)$$

Then satisfying (9), we obtain:

$$\begin{aligned} A &= -\frac{U}{2} \sin \alpha \ln \cot \frac{\alpha}{2}; \\ B &= -\frac{U}{2} \sin \alpha. \end{aligned} \quad (14)$$

In this way $f(\theta)$ is determined from the relations (13) and (14).

Let us find the velocity components:

$$\begin{aligned} v_r &= f' + f \cot \theta = \frac{1}{\sin \theta} \left[A \cos 2\theta + 2B \cos \theta - B \cos 2\theta \ln \cot \frac{\theta}{2} \right]; \\ v_\theta &= -2f = -2A \cos \theta - 2B \left(1 - \cos \theta \ln \cot \frac{\theta}{2} \right); \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned}
 v_r &= \frac{U \sin \alpha}{2 \sin \theta} \left[-\cos 2\theta \ln \cot \frac{\alpha}{2} - 2 \cos \theta + \cos 2\theta \ln \cot \frac{\theta}{2} \right]; \\
 v_\theta &= U \sin \theta \left[\cos \theta \ln \cot \frac{\alpha}{2} - \cos \theta \ln \cot \frac{\theta}{2} + 1 \right]; \\
 v_\varphi &= 0.
 \end{aligned} \tag{16}$$

Thus, the velocity field is determined by the relations (16) with, which is the solution of the initial problem.

Conclusions

The main advantage of this method is that the problem reduces to solving a system of linear partial differential equations, and from theory it is known that a solution always exists, and the only one. Very often such a system does not have solutions in elementary functions, or, if it does, obtaining such expressions strongly depends on the professionalism of the decider. In any case, this is a strong simplification, and indeed, the indicated problem (3), (6), (8) from the point of view of approximate calculations has less complexity.

Attachment

To facilitate the reading of the article, the expressions for differential operators in spherical coordinates are given below. Components of the vector Laplace operator of the function [2]:

$$\begin{cases}
 (\Delta \bar{\Psi})_r = \Delta \Psi_r - \frac{2\Psi_r}{r^2} - \frac{2}{r^2} \frac{\partial \Psi_\theta}{\partial \theta} - \frac{2\Psi_\theta}{r^2} \cot \theta - \frac{2}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial \Psi_\varphi}{\partial \varphi}; \\
 (\Delta \bar{\Psi})_\theta = \Delta \Psi_\theta + \frac{2}{r^2} \frac{\partial \Psi_r}{\partial \theta} - \frac{\Psi_\theta}{r^2 \sin^2 \theta} - \frac{2 \cos \theta}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial \Psi_\varphi}{\partial \varphi}; \\
 (\Delta \bar{\Psi})_\varphi = \Delta \Psi_\varphi - \frac{\Psi_\varphi}{r^2 \sin^2 \theta} + \frac{2}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial \Psi_r}{\partial \varphi} + \frac{2 \cos \theta}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial \Psi_\theta}{\partial \varphi};
 \end{cases} \tag{17}$$

$$\text{where } \Delta A = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial A}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial A}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 A}{\partial \varphi^2}$$

And the components of the velocity vector $\vec{v} = \nabla \times \bar{\Psi}$ have the form:

$$\begin{cases}
 v_r = \frac{1}{r \sin \theta} \left[\frac{\partial}{\partial \theta} (\Psi_\varphi \sin \theta) - \frac{\partial \Psi_\theta}{\partial \varphi} \right] \\
 v_\theta = \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial \Psi_r}{\partial \varphi} - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \Psi_\varphi) \\
 v_\varphi = \frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} (r \Psi_\theta) - \frac{\partial \Psi_r}{\partial \theta} \right]
 \end{cases} \tag{18}$$

Bibliography

1. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидродинамика. Часть 2. 1963.
2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. 1964.
3. Е.Г. Якубовский. Исследование решения уравнения Навье – Стокса.
4. Solomon I. Khmelnik Navier-Stokes equations on the existence and the search method for global solutions. (in Russian) 2010.

APPLICATION OF INTERNET TECHNOLOGY IN CREATION PHILOLOGICAL EDUCATIONAL RESOURCES

Author: **Sergey Veselov**, e-mail: prosergik@gmail.com, +7-921-506-07-07
Scientific supervisors: **Victor Kabachenko**, Candidate of Engineering Sciences,
Natalia Bolshakova, Candidate of Philological Sciences
Pskov State University, 2, Lenin square, Pskov

Philological high school education traditionally involves working with numerous literary sources. Some educational resources, such as dictionaries, are well-structured, which allows them to be translated into electronic form. For the learning process, the most promising form is a web site that provides broad resource availability, a user-friendly interface with the learner, the possibility of feedback, and effective mechanisms for information retrieval.

The aim of the work is the creation of a specialized site dedicated to the electronic version of the linguistic encyclopaedic dictionary "Russian language from A to Z" [1].

Published in the book format, the dictionary contains an interpretation of more than 1300 linguistic terms and concepts related to the field of linguistics. A dictionary, compiled on the basis of the school course of the Russian language and basic university disciplines, reflects the most relevant concepts of linguistic science. The disclosure of the content of linguistic concepts is conducted in an explanatory vein, which makes available an understanding of linguistic phenomena for the layman. The author of the dictionary focuses on discussion issues, controversial points of view existing in school and scientific grammar.

The site's software is built using the modern object-oriented php-framework Yii [2], based on the Model-View-Controller (MVC) design pattern, which allows you to split the presentation of data, processing and displaying it.

The articles of the dictionary are structured according to their subject matter and, traditionally, by the first letter of the dictionary word. Each article contains a list of terms used in it, which leads to additional opportunities to find the necessary information. Finally, the site also organizes a full-text search based on Lucene technology [3].

To each dictionary article it is possible to attach a file containing educational or illustrative material: diagrams, presentations, photographs, videos, texts.

Interactivity of the electronic resource is provided by the ability to comment (pre-moderated) articles, as well as placing links to them in popular social networks.

The appearance in the resource base of the Pskov State University of a website devoted to the native language fulfills a set of tasks - both narrowly educational and general educational. The electronic resource makes it possible to attract attention to the language itself, to combine the professional interests of university teachers and Russian school teachers, and also to bring together school and university youth in its interest in maintaining the prestige of their native language.

The site is located at: <http://www.pskgu.ru/rusdict/>

The report shows the experience of creating a philological electronic educational resource using Internet technologies. Describes the resource creation tools used by the authors. The advantages of using the electronic resource in the educational environment are compared with the traditional approach.

Bibliography

1. Большакова Н.В. Русский язык от А до Я: Малая энциклопедия. – Псков: ЛОГОС Плюс, 2013. – 404 с.
2. Winnesett J. Web Application Development with Yii and PHP. - Packt Publishing Ltd, 2012. - 305 p.
3. McCandless M., Hatcher E., Gospodnetic O. Lucene in action. - Manning Publications, 2010. - 532p.

AUGSTAS VEIKTSPĒJAS SKAITĻOŠANAS RISINĀJUMI AR CUDA TEHNOLOĢIJU

HIGH PERFORMANCE COMPUTING SOLUTIONS WITH CUDA TECHNOLOGY

Autors: **Kaspars Vogulis**, e-pasts: kasixlv@gmail.com,+371 22437106
Zinātniskā darba vadītājs: **Sergejs Kodors, Dr.sc.comp.**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *Proposed research is completed to view the data computing capabilities with CUDA technology and video card options. The goal of work is to compare task execution speed using the CPU and CUDA technology.*

Research study concluded that the use of CUDA technology in certain tasks can improve execution time and save system resources. CUDA technology uses the graphic processor (GPU) parallel architecture that allows a large number of tasks to be solved simultaneously and independently of each other.

Keywords: *CUDA technology, computing operations, data operations, graphics processor*

Ievads

Katrs jaunais atklājums informācijas tehnoloģiju sfērā paver iespējas uz jauniem un iepriekš neredzētiem problēmu risinājumiem un gatavo risinājumu optimizāciju. Viens no problēmu risinājuma un optimizācijas veidiem ir paralēlā programmēšana.

Paralēlā programmēšana ļauj izmantot datora arhitektūras sadalījumu un iespējas, piemēram, ar vairāku kodolu procesoriem. Tās principa pamatā ir pieņēmums, ka katru problēmu un uzdevumu var sadalīt mazās, neatkarīgās daļiņās. Šis programmēšanas veids tiek izmantots, lai apstrādātu datus ar video kartes grafisko procesoru ar dažādu tehnoloģiju, piemēram, ar *CUDA* tehnoloģijas palīdzību. Datu apstrāde ar videokarti ļauj ietaupīt centrālā procesora resursus un paātrināt darba izpildi.

Darba mērķis ir salīdzināt uzdevuma veikšanas ātrumu, izmantojot centrālo procesoru un *CUDA* tehnoloģiju.

Lai sasniegtu mērķi tika izvirzīti šādi uzdevumi:

1. Izpētīt grafiskā procesora būtību un tā pielietojšanas iespējas.
2. Izpētīt *CUDA* tehnoloģiju un salīdzināt to ar citām līdzīgām tehnoloģijām.
3. Realizēt algoritmu, kas apstrādā masīvu, izmantojot centrālo procesoru un grafisko procesoru ar *CUDA* tehnoloģijām.
4. Salīdzināt abus algoritmus pēc izpildes ātruma (izpildes laika).

Pētījuma metodes:

1. Aprakstošā jeb monogrāfiskā: literatūras analīze, lai izpētītu paralēlo programmēšanu, grafisko procesoru un *CUDA* tehnoloģijas iespējas.
2. Kvantitatīvā: tiek eksperimentāli salīdzināts uzdevuma veikšanas ātrumu pēc izpildes laika, izmantojot centrālo procesoru un *CUDA* tehnoloģiju.

Hipotēze : skaitļošanas operācijas tiks paveiktas īsākā laika periodā, izmantojot *CUDA* tehnoloģiju, nekā izmantojot centrālo procesoru.

2.Grafiskais procesors

2.1.Grafiskā procesora priekšrocības un trūkumi

Grafiskie procesori jeb *GPU (Graphical Processing Unit)* ir speciālā mikroshēma, kas ir paredzēta taisīt sarežģītus matemātiskus aprēķinus, paredzētus pirmkārt grafikas renderēšanai [1]. Grafiskie procesori sastāv no vairākiem simtiem kodolu, kas var vienlaicīgi izpildīt simtiem datu apstrādes norišu un tie ir optimizēti darbam ar attēliem un grafiku [2].

Grafiskais procesors ir vairāk orientēts uz daudzu darbību veikšanu sekundē, bet

centrālais procesors mēģina samazināt laiku viena uzdevuma veikšanai jeb cik ilgi uzdevums tiek veikts sekundēs [3]. Grafisko procesoru var izmantot vispārējiem uzdevumiem jeb *GPGPU* (*General-purpose computing on graphics processing units*). Tomēr, lai kontrolētu *GPU* darbību un veiktu unikālas instrukcijas, ir jāizmanto papildus tehnoloģijas kas ļauj instruktēt grafisko procesoru par veicamajām darbībām [4].

3. Paralēlā programmēšana

3.1. Grafiskā procesora paralēlās programmēšanas principi

Paralēla programmēšana ietver sevī paralēlās skaitļošanas izmantošanu problēmu risināšanā, kurā uzdevumi tiek sadalīti vairākās smalkās daļās, kuras tiek atrisinātas atsevišķi un vienlaicīgi, no kurām tiek iegūts rezultāts [5]. Paralēlās programmēšanas piemērs ir redzams 1.attēlā:



1.att. Konveijera sistēmas darbība

4. CUDA tehnoloģija

4.1 CUDA tehnoloģiju attīstība un pielietojums

CUDA (*Compute Unified Device Architecture*) ir aplikāciju programmēšanas vide (*API*), kura tika izstrādāta kompānijā *NVIDIA*, kura arī ražo grafiskos procesorus un videokartes. *Nvidia* par savu *CUDA* tehnoloģiju paziņoja 2006. gada novembrī. Citas konkurējošās tehnoloģijas ir *OpenGL*, *OpenCL*, *OpenMP*, *Direct3D*, *DirectCompute* [6].

Meteoroloģijā ar grafiskā procesora palīdzību tika samazināts laiks līdz pat 20%, lai pareģotu laikapstākļus dažādiem apvidiem ar simulāciju un datu apstrādes palīdzību [7]. *NATO* izmanto zemūdens izpētes tālvadības ierīces, kurās izmanto grafiskos procesorus, lai tas palīdzētu analizēt apkārti un novērot bīstamus objektus un mīnas [8]. Videonovērošanā tiek izmantoti grafiskie procesori ar *CUDA* tehnoloģiju [9].

5. CUDA tehnoloģiju salīdzinājums ar procesora iespējā

5.1. Materiāli un metodes

Pētnieciskajā daļā tiks salīdzināts noteikta uzdevuma izpildes ātrums, izmantojot centrālo procesoru (*CPU*) vai grafisko procesoru ar *CUDA* tehnoloģiju. Uzdevums ir dotajam skaitļu masīvam ar elementiem no 0 līdz noteiktam skaitlim *N* aprēķināt kvadrāta pakāpes kāpinājumu, dalījumu pašam ar sevi un izvadīt to. Precizitātes labad, abi kodi tiks veikti dažādos projektos. Netiks mērīts visa algoritma izpildes laiks, bet tikai kāpināšanas laiks, jo masīvu saglabāšanas un izvades metodes krasi atšķiras parastajā koda un *CUDA* kodā.

Testējot *CUDA* tehnoloģiju tiks izmantots gan centrālais procesors, gan videokarte.

Centrālais procesors ļaus izveidot mainīgos, saglabāt un atvēlēt atmiņu, un beigās izvadīt rezultātus uz ekrāna. Aritmētisko daļu paveiks grafiskais procesors ar vairākiem simtiem kodolu. Programmas darbībā, grafiskajā procesorā vienlaikus darbosies N skaits kodolu, kuri vienlaicīgi aprēķinās rezultātu. Tad rezultāti tiks apkopoti un pārkopēti uz CPU atmiņu.

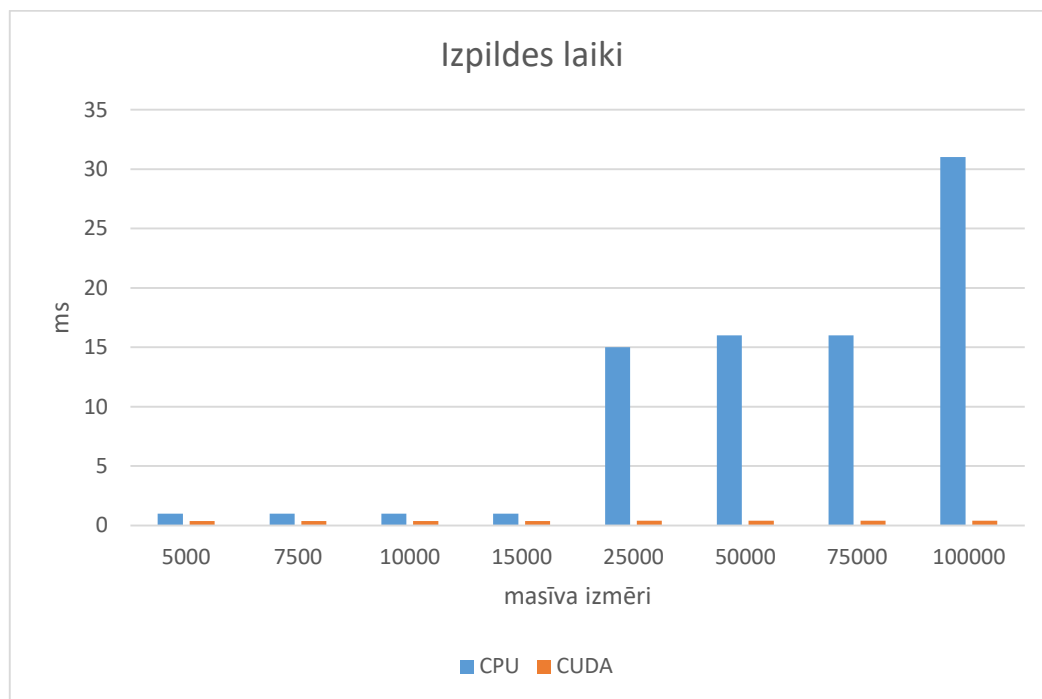
5.2.Rezultāti un rezultātu analīze

CPU un $CUDA$ katram 8 testi ar masīviem ar izmēriem 5000, 7500, 10000, 15000, 25000, 50000, 75000,100000. Katras programmas rezultātus jeb noteikta segmenta izpildes laiks tika saglabāts un apkopots tabulā.

Pirmais tests notika, izmantojot tikai centrālo procesoru. Otrajā testā tikai izmantota $CUDA$ tehnoloģija. Vidējie rezultāti ir redzami 2.attēlā un tabulā 5.1.

5.1.tabula

Izmērs	Laiks (ms)		Izmērs	Laiks (ms)	
	CPU	$CUDA$		CPU	$CUDA$
5000	1.00	0.37	25000	15.00	0.39
7500	1.00	0.37	50000	16.00	0.40
10000	1.00	0.38	75000	16.00	0.40
15000	1.00	0.38	100000	31.00	0.40



2.att. Testu rezultāti

Pēc datiem var spriest, ka grafiskais procesors izpilda savu uzdevumu ātrāk, neatkarīgi no masīva izmēra. GPU izpildes ātrumu pārāk stipri neietekmē masīva izmēri, jo kerneļi uzdevumus veic vienlaicīgi un izmantoto kerneļu skaits neietekmē kopējā darba ilgumu. Centrālais procesors ar darbu tika galā daudz lēnāk un tā ātrumu stipri ietekmēja masīva izmēri.

Secinājumi

Grafiskā procesora būtības un pielietošanas izpēte ļāva secināt, ka mūsdienās grafisko procesoru izmanto ne tikai, lai izvadītu un apstrādātu attēlus, grafikas vai animācijas, bet arī datu analīzē, apstrādē un citās skaitļošanas operācijās. Šādas iespējas sniedz dažādas tehnoloģijas, kuras atļauj izmantot grafisko procesoru paralēlo arhitektūru.

CUDA tehnoloģija ir izstrādāta kompānijā *Nvidia*, un paredzēta, lai sniegtu iespēju apstrādāt skaitļošanas operācijas ar *Nvidia* ražotām videokartēm. *CUDA* tehnoloģijai ir daudzas priekšrocības skaitļošanā un izmantošanā, nekā citām tehnoloģijām, tomēr tās nav tik plaši izmantojamas, jo der tikai noteiktām videokartēm.

Veicot praktisku eksperimentu, kurā salīdzināts programmas skaitļošanas daļas izpildes laiks starp centrālo procesoru un grafisko karti, izmantojot *CUDA* tehnoloģiju. Katrā no testiem ar attiecīgo skaitļu skaitu, kāpināšanas un dalīšanas operācijas ātrāk tika veiktas ar *CUDA* tehnoloģiju. Palielinot skaitļošanas operāciju skaitu un masīva elementu daudzumu, centrālā procesora darbību izpildes laiks paildzinājās. Savukārt, *CUDA* tehnoloģiju elementu izmaiņas krasi neietekmēja.

Visi darba uzdevumi tika paveikti un darba mērķis ir sasniegts. Tika pierādīts, ka izmantojot *CUDA* tehnoloģiju, skaitļošanas operācijas tika paveiktas ātrāk, nekā ar centrālo procesoru.

Literatūra

1. Nickolls J., Kirk D. Graphics and Computing GPUs. *Computer organization and design* Amerikas Savienotās Valstis: Elsevier INC.
2. Patterson D.A., Hennesy J.L., *Computer organization and design* Amerikas Savienotās Valstis: Elsevier INC. 2014.gads
3. Sanders J., Kandrot E. *CUDA by Example*. Amerikas Savienotās valstis. Nvidia . 2011. gads
4. Nickolls J., Dally W.J. *THE GPU COMPUTING ERA*. 2010.gads. Amerikas Savienotās valstis. IEEE Computer Society. Nvidia. 2010.gads
5. Garland M, Kudlur M., Zheng Y. *Designing a Unified Programming Model for Heterogeneous Machines*. Amerikas Savienotās valstis. Nvidia. 2010.gads
6. Cook S. *CUDA Programming. A Developer's Guide to Parallel computing with GPUs*. Amerikas Savienotās valstis. Elsevier INC. 2013.gads
7. Computational Fluid Dynamics. Sk. internetā (21.05.2016) http://www.nvidia.com/object/national_center_for_atmospheric_research.html
8. NATO CMRE REVOLUTIONIZES REAL-TIME UNDERSEA MINE DETECTION. Sk internetā (19.05.2016) <http://www.nvidia.com/content/tesla/pdf/nato-case-study.pdf>
9. Farber R. *CUDA Application Design and Development*. Amerikas Savienotās valstis. Elsevier INC. 2011.gads

**BEZ-KONTAKTU RADIOFREKVENČU IDENTIFIKĀCIJAS
TEHNOLOĢIJU ANALĪZE UN TO PIELIETOJUMS RĒZEKNES
PILSĒTAS INFRASTRUKTŪRAS OBJEKTOS**
*ANALYSIS OF CONTACTLESS RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION
TECHNOLOGIES AND ITS USAGE IN REZEKNE CITY INFRASTRUCTURE
OBJECTS*

Autors: **Artūrs Zalužinskis**, e-pasts: artchijs2@inbox.lv, +371 27812630
Zinātniskā darba vadītājs: **Aleksejs Zorins, Mg. sc. ing.**, e-pasts: aleksejs.zorins@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *Author made the analysis of usage of contactless radio frequency identification technologies in Rezekne city infrastructure objects. Author provides the main types of radio frequency hardware, working principles and worldwide usage statistics. In the conclusion of the paper, author describes the further development opportunities of the radio frequency identification technologies.*

Atslēgas vārdi: *bez-kontaktu aparatūra, radiofrekvenču identifikācija, bezvadu sakaru tehnoloģijas.*

Ievads

Jauno inovatīvu tehnoloģiju radīšana palīdz ievērojami uzlabot dzīves kvalitāti daudzās jomās. Pētījumi pierāda, ka daudzi jauno inovatīvo produktu lietotāji (no 10% līdz pat 40% no kopskaita) ir iesaistīti kādu jaunu produktu radīšanā vai uzlabošanā. Viena no jaunākajām un strauji attīstītākajām tehnoloģijām ir radio frekvenču identifikācija.

Radiosakaru tehnoloģijas ir pazīstamas pietiekami sen, sākot ar 1864. gadu, kad amerikāņu izcelsmes fiziķis Džeims Klerks Maksvels radīja elektromagnētisko viļņu izplatības telpā matemātisko modeli. Maksvela pētījumi tika plaši pielietoti daudzu citu zinātnieku darbos. Britu izcelsmes izgudrotājs Deivids Edvards Hadžess, veicot eksperimentus ar specializētā uztvērēja palīdzību konstatēja, ka ir iespējams uztvert viļņus elektromagnētiskajā laukā pat no 460 metru attāluma. Šie eksperimenti ar elektromagnētiskās indukcijas atklāšanu kļuva par pamatu radio aparatūras izgudrojumam. Radio aparatūra kļuva par komerciālo produktu un bija plaši pielietota iedzīvotāju vidū.

Par vienu no pirmajiem radio lokācijas praktiskajiem pielietojumiem var uzskatīt skotu izcelsmes fiziķa Roberta Aleksandra Vatsona-Vatta izgudrotā radara izmantošanas gadījumu lidmašīnu brīdinājumam. Turpmāk, 20. gadsimta 40. gados, Otrā Pasaules kara laikos, ar Padomju Savienības radioelektronikas rūpniecības attīstību radio elektronikas aparatūru sāka pielietot specvienības dažādos spiegošanas uzdevumos. Tika attīstītas dažādas piekļuves kontroles sistēmas (tostarp pret-zādzību sistēmas, uz kustību sensoru pamata), kā arī apmaksas un identifikācijas sistēmas, dažādu mērķu realizācijai. Radio elektronikas identifikācijas aparatūra tika plaši pielietota komerciālos nolūkos sākot ar 20. gadsimta 80. gadiem – tika attīstītas preču marķēšanas un identifikācijas sistēmas, maksājumu apstrādes sistēmas, autorizētās piekļuves kontroles sistēmas un citi mūsdienu moderni risinājumi[1].

Ieviešot bez-kontaktu identifikācijas tehnoloģijas pastiprināto uzmanību ir jāpievērš šīs tehnoloģijas izmantošanas drošībai. Izmantojot bez-kontaktu identifikācijas risinājumus bez papildus aizsardzības līdzekļiem, lietotāji ir pakļauti dažāda veida uzbrukumam iedarbībai, izmantojot specializēto aparatūru, ar mērķi pārtvert sensitīvus lietotāju datus, vai nesankcionētās izmantošanas nolūkos. Pastāv fiziskās un tehniskās aizsardzības metodes, kas palīdz aizsargāt bez-kontaktu identifikācijas lietotāju datus[2]:

✓ Par fiziskās aizsardzības metodēm ir uzskatāma dažāda rakstura datu pretzādzību aizsardzības līdzekļu izmantošana – naudas maku, apvākojumu un futlāru izmantošana, kas tiek pārklāti ar specializēto materiālu, radiofrekvenču signāla pārraides bloķēšanai;

✓ Tehnisko aizsardzības līdzekļu izmantošana paredz bez-kontaktu kartē ierakstāmās informācijas šifrēšanu ar dažādiem šifrēšanas algoritmiem. Izmantojot tehniskus aizsardzības līdzekļus, personas datu ieguvējam tiek apgrūtinātas iegūto datu dekodēšanas iespējas, līdz ar to datu konversijai ir jāmeklē papildus risinājumi.

Bez-kontaktu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas tiek aktīvi pielietotas Rēzeknes pilsētas infrastruktūras objektos, to izmantošana ievērojami atvieglo un uzlabo iestāžu darbinieku un apmeklētāju ikdienas darbus. Tehnoloģijas tiek pielietotas Rēzeknes pilsētas un novada pašvaldības objektos, kā arī citos uzņēmumos un privātpersonu īpašuma objektos:

✓ Latgales vēstniecībā “GORS” tiek izmantota automatizētās piekļuves kontroles sistēma, kas nodrošina darbinieku autorizētu piekļuvi darba telpās un liftu izmantošanas vajadzībām;

✓ Pašvaldības uzņēmumā “Rēzeknes satiksme”, ar jaunās bez-kontaktu Rēzeknes pilsētas iedzīvotāja kartes ieviešanu, sākot ar 2017. gada 01. aprīli tiek izmantota pilsētas maršrutu autobusus, braucienu apmaksas vajadzībām;

✓ Austrumlatvijas radošo pakalpojumu centrā “Zeimuļš” automatizētās piekļuves kontroles nodrošināšanai dienesta telpās;

✓ Rēzeknes novada pašvaldībā un privātpersonu īpašuma objektos – automātisko vārtu un barjeru atvēršanai, izmantojot pultis, kas aprīkotas ar radiofrekvenču identifikācijas čipiem;

✓ Rēzeknes pilsētas lielveikalos un uzņēmumos – ar bankas karti, kas ir aprīkota ar bez-kontaktu čipu ir nodrošinātas iespējas bez-kontaktu norēķiniem, izmantojot Visa PayPass tehnoloģiju;

✓ citos Rēzeknes pilsētas uzņēmumos un privātpersonu īpašuma objektos.

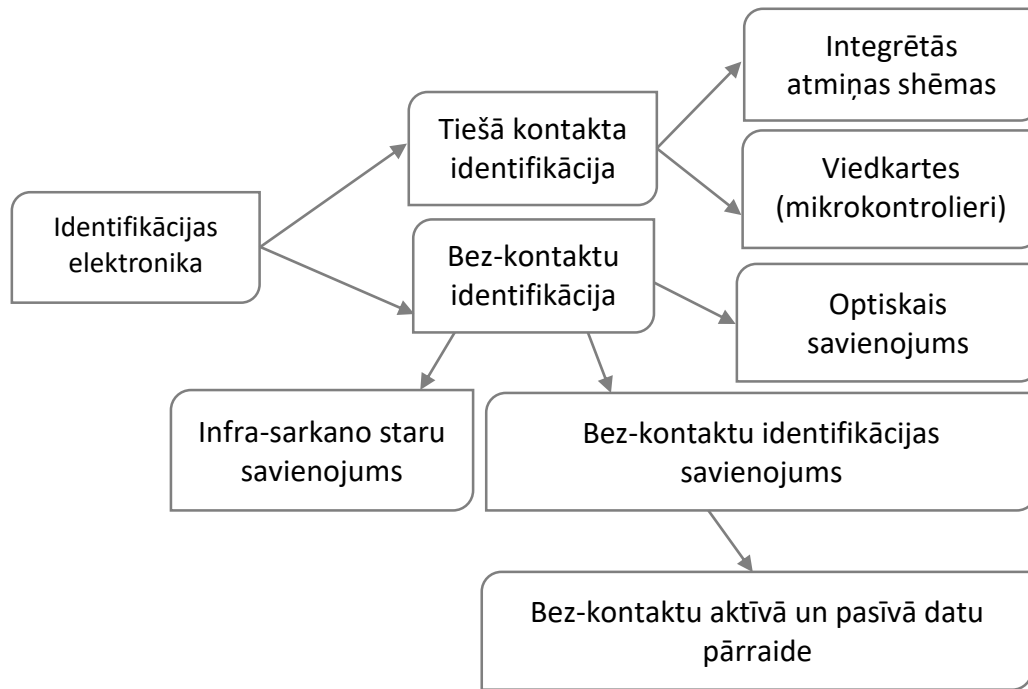
Materiāli un metodes

Bez-kontaktu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas var iedalīt kategorijās, atbilstoši pielietojuma veidam:

✓ pēc bez-kontaktu čipa veida – pastāv aktīvie, pasīvie, pus-aktīvie un pus-pasīvie bez-kontaktu čipi;

✓ pēc datu pārraides frekvences, kas nosaka izmantošanas distances garumu starp bez-kontaktu karšu lasītāju un karti, kas aprīkota ar bez-kontaktu datu pārraides čipu – pastāv augstfrekvences un ultra-augstfrekvences datu pārraides čipi;

✓ pēc izmantojamā datu pārraides protokola, kas nosaka datu pārraides principus starp lasītāju un karti, kurā ir ierakstīta nolasāmā informācija. Tiek izmantoti divu veidu datu pārraides protokoli – TTF (*Tag Talk First*) un ITF (*Interrogator Talk First*). Protokoli nosaka datu pārraides iniciatoru – atbilstoši izvēlētajam protokola veidam, komunikācija var tikt uzsākta pēc bez-kontaktu identifikācijas lasītāja vai pēc bez-kontaktu kartes pieprasījuma[3].



1.attēls Identifikācijas elektronikas sadalījums pēc datu pārraides veida

Uz pasīvā bez-kontaktu datu pārraides veida pamata ražotās identifikācijas elektronikas analīze

Identifikācijas elektronika, kas ir ražotā uz pasīvā bez-kontaktu datu pārraides veida pamata datu nosūtīšanai un saņemšanai tiek izmantotas divas pamata komponentes: bez-kontaktu čips un tā antena. Datu pārraidei tiek izmantots TTF datu pārraides protokols, līdz ar to, bez-kontaktu čips gaida signālu no lasītāja. Lasītājs nosūta enerģiju bez-kontaktu čipa antenai, kura, savukārt konvertē enerģiju radiofrekvences viļņos un viļņi tiek nosūtīti bez-kontaktu čipa datu nolasīšanas zonā.

Atbilstoši čipa arhitektūrai, tas nav aprīkots ar iebūvēto strāvas avotu. Pasīvie bez-kontaktu čipi ir pamatā ir sastopami karšu veidā, kuras tiek ražotas no plastikāta, metāla, keramikas un pat no gumijas[4].

Kartes tiek izmantotas dažādiem nolūkiem, piemēram bez-kontaktu norēķiniem veikalos un sabiedriskajā transportā, automatizētās piekļuves kontroles sistēmu izmantošanai un citiem nolūkiem. Pastāv pasīvās bez-kontaktu sausās, mitrās un papīra etiķetes, kas tiek ražotas preču un inventāra marķēšanai, mājdzīvnieku marķēšanai un identifikācijai pie veterinārārstiem, kā arī citiem nolūkiem.

Galvenās pasīvo bez-kontaktu identifikācijas izmantošanas priekšrocības ir mazāka izmēra tagi un etiķetes, zemākas ieviešanas un uzturēšanas izmaksas, iespējas izmantot tagus no pielāgojamajiem materiāliem, pēc pielietojuma veida, ka arī bez-kontaktu taga izturība – sakarā ar to, ka bez-kontaktu kartes vai etiķetes čips nav aprīkots ar aktīvo barošanas avotu, tagu izturība un izmantošanas ilgums var sasniegt pat 20 gadus.

Uz aktīvā bez-kontaktu datu pārraides veida pamata ražotās identifikācijas elektronikas analīze.

Atšķirībā no uz pasīvā bez-kontaktu datu pārraides principa darbības pamata identifikācijas elektronikas, aktīvais datu pārraides veids, paredz tagu izmantošanu, kuri ir aprīkoti ar aktīvajiem barošanas elementiem, datu pārraides vajadzībām. Datu pārraidei, atšķirībā no pasīvā datu pārraides veida, tiek izmantots ITF vai TTF protokols. Aktīvais bez-kontaktu datu pārraides veids paredz gan aktīvu, gan pasīvu tagu izmantošanu. Sistēmās ar pasīvā taga izmantošanu, lasītājs saņem un apstrādā signālus un autentifikācijas atbildes no pasīvā taga. Aktīvā taga izmantošana paredz signāla saņēmēja apziņošanu no aktīvā taga par

nepieciešamās programmētās darbības izpildi. Šim nolūkam signāla nolasītāji ir novietoti noteiktajās pozīcijās, signāla pārraides apmaiņas diapazonā. Šāda tipa sistēmas tiek izmantotas automatizētās piekļuves kontroles nodrošināšanai – garāžu vārtu, barjeru atvēršanai, kā arī personu identifikācijai, izmantojot aktīvus bez-kontaktu datu pārraides tagus[5].

Saistīto datu pārraides tehnoloģiju analīze.

Tehnoloģiju analīzei tika atlasītas saistītās mūsdienu datu pārraides tehnoloģijas, tādas kā svītrkodi un QR (*Quick Response*) kodi, Bluetooth, NFC (*Near Field Communucation*) un infra sarkano staru savienojums. Analīzes gaitā tika pētīti minēto tehnoloģiju galvenie raksturlielumi, tādi kā datu pārraides distances garums, datu pārraides ātrums, pielietojuma iespējās, lai noskaidrotu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas pielietošanas priekšrocības un atšķirības no citām saistītajām tehnoloģijām[6]. Saistīto tehnoloģiju analīzes rezultāti ir apkopoti Tabulā 1.

1.tabula

Datu pārraides tehnoloģiju raksturlielumu salīdzinājums

	<i>RFID</i>	<i>NFC</i>	<i>IrDa</i>	<i>Bluetooth</i>
Savienojuma nodibināšanas laiks	< 0,1 ms	< 0,1 ms	~ 0,5 s	~ 6 s
Uztveršanas diapazons	3 – 92 m	10 cm	1 m	30 m
Darba frekvence	13,56 Mhz	13,56 Mhz	800-1000 μm	2,4-2,5 Ghz
Datu pārraides ātrums	424 kb/s	424 kb/s	115 kb/s - 2 Mb/s	~ 200 kb/s
Tiešās redzamības nodrošinājums starp objektiem	Nē	Nē	Jā	Nē
Pārraides tīkla apjoms	> 10 iekārtu	2 iekārtas	2 iekārtas	2-8 iekārtas

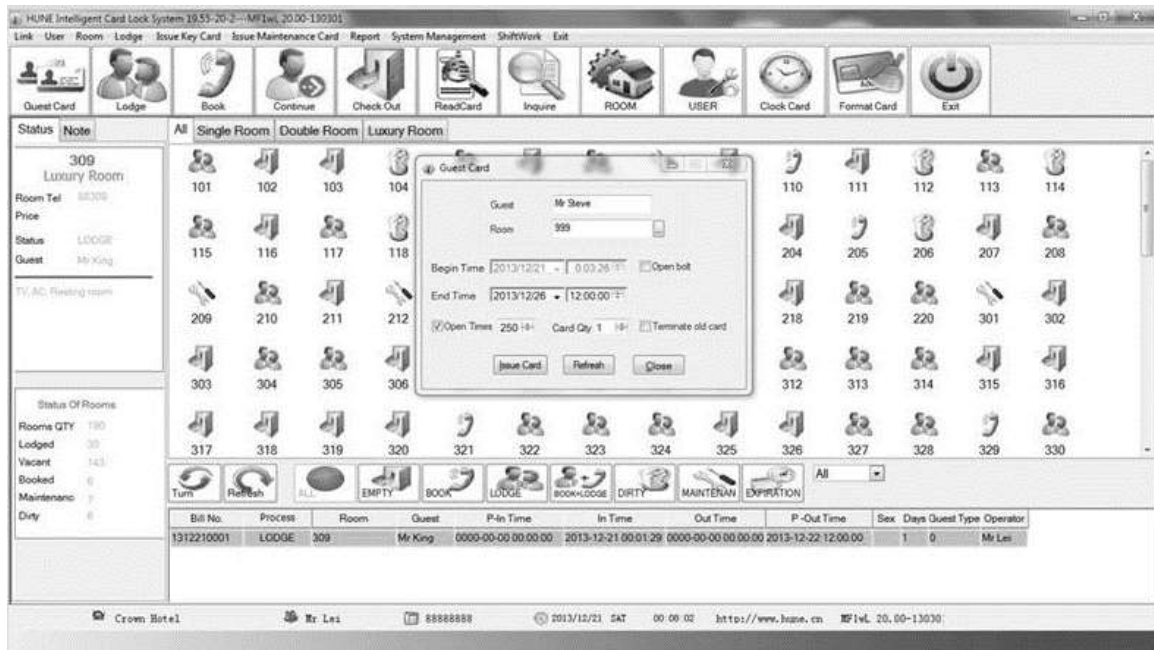
Salīdzinot radiofrekvences identifikācijas tehnoloģijas ar svītrkodiem un QR kodiem, konstatētas, gan priekšrocības, gan trūkumi. Par radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas priekšrocībām var minēt sekojošās īpašības:

- ✓ ir nodrošināts lielāks datu apmaiņas distances garums starp lasītāju un tagu, salīdzinājumā ar svītrkodu un QR kodu datu apmaiņas tehnoloģijām;
- ✓ iespējas uzglābāt lielāku datu apjomu;
- ✓ identifikācijas kartes ir veidotas no dažāda veida materiāliem, līdz ar to, salīdzinājumā ar svītrkodiem un QR kodiem ir ievērojami palielināts pielietojuma sfēru klāsts, kā arī pasīvo identifikācijas karšu un tagu kalpošanas laiks var sasniegt līdz pat 20 gadiem;
- ✓ iespējas šifrēt uzglabājamo informāciju kartēs, izmantojot drošus datu šifrēšanas algoritmus;
- ✓ programmēšanas iespējas, nodrošinot datu ievades/izvades funkcionalitāti, izmantojot specializēto programmatūru;
- ✓ iespējas nolasīt datus pat no 90 metru attāluma, bez tiešās redzamības signāla pārraides virzienā;
- ✓ darbības iespējas pasliktinātā apgaismojuma ietekmē, kā arī iespējas darbam dažādās vidēs, piemēram sniegā, ledū, miglā vai ūdenī.

Par tehnoloģijas trūkumiem salīdzinājumā ar svītrkodiem un QR kodiem, var atzīmēt lielāku karšu un tagu izmēru, lielākas ieviešanas izmaksas, kas ir saistītas ar karšu un tagu ražošanas tehnoloģisko procesu, kā arī datu pārraides iespējamās kolīzijas datu ievades/izvades procesos, sūtot vai saņemot datus no vairākiem avotiem vienlaicīgi[7].

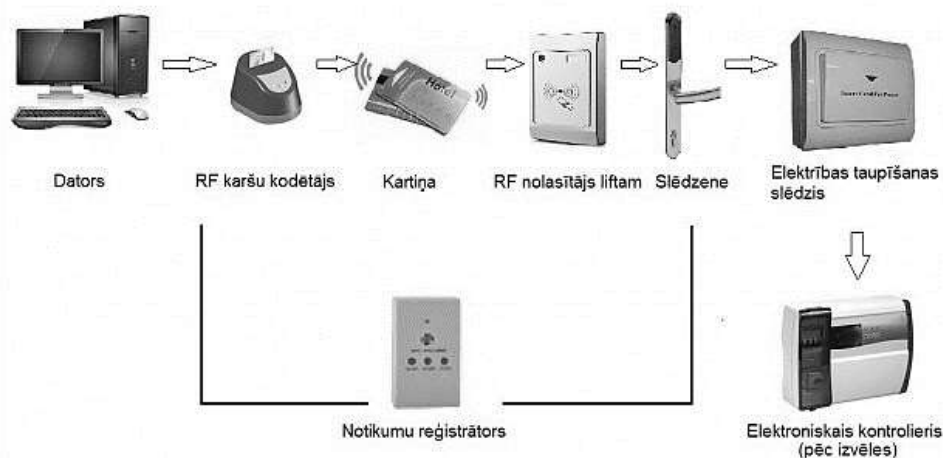
Radiofrekvenču diapazona identifikācijas līdzekļu programmēšanas iespēju analīze.

Attīstoties radiofrekvenču identifikācijas un aktīvai identifikācijas elektronikas masveida ražošanai, tiek attīstīta specializētā programmatūra, kas nodrošina savietojamību un iespējas darbam ar dažāda rakstura identifikācijas aparāturu. Identifikācijas līdzekļu ražotāji pārsvarā komplektē izplatāmo aparāturu ar specializēto programmatūru, kas nodrošina pilnu funkcionalitāti darbam ar identifikācijas līdzekļu lasītājiem, kartēm un tagiem. Papildus tiek veidotas atsevišķas specializētās datu bibliotēkas, kas ir pielāgotas darbam ar modernām programmēšanas valodām, tādām kā Java vai Microsoft Visual C#[8]. Izmantojot bibliotēkas ir iespējas veidot funkcionālās aplikācijas darbam ar identifikācijas aparāturu. Pastāv arī universāla programmatūra darbam ar noteikta ražotāja identifikācijas elektroniku.



2.attēls HuneLock viesnīcu automatizētās piekļuves kontroles programmatūra

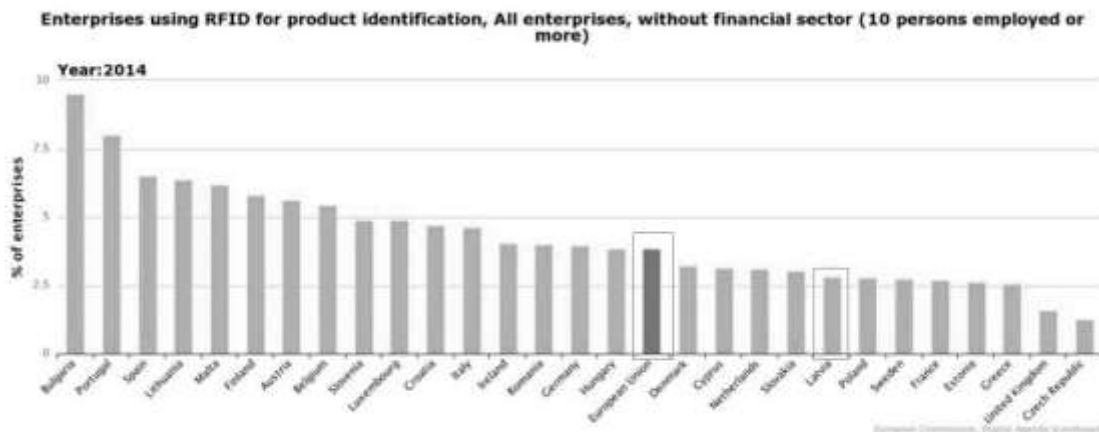
Darbam ar identifikācijas elektronikas iekārtu programmēšanu, ir nepieciešams bez-kontaktu karšu vai tagu lasītājs, kas ir pieslēgts datoram, bez-kontaktu tagi vai kartes, kur tiks uzglabāta nepieciešamā informācija, kā arī specializētā programmatūra, ar kuras starpniecību tiks organizēti datu ievades/izvades procesi[9].



3.attēls Identifikācijas elektronikas bez-kontaktu karšu datu apmaiņas procesi

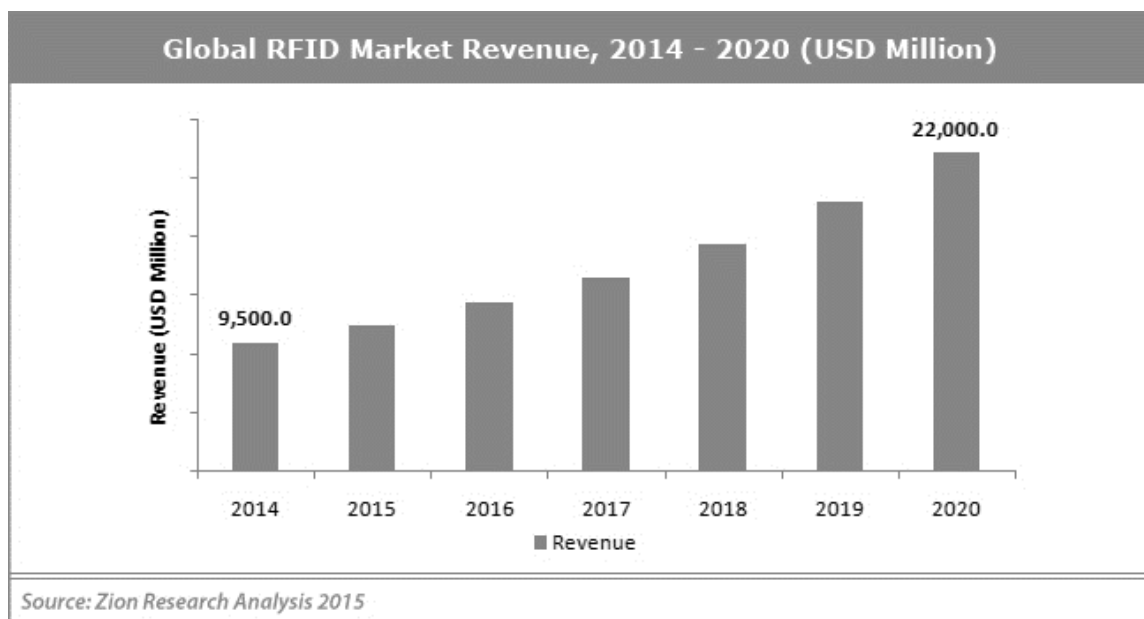
Bez-kontaktu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģiju pielietojums un attīstības perspektīvas.

Radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģiju izmantošana ir sasniegusi augstu popularitātes līmeni, kā arī cenu samazinājums uz identifikācijas elektronikas iekārtām liecina par liecina par iekārtu aktīvu izmantošanu dažādās nozarēs, kas ar katru gadu turpina pieaugt. Pēc Eiropas Komisijas 2015. gadā veiktā pētījuma par Eiropas digitālā tirgus stratēģiju[10] rezultātiem, Eiropā un Latvijā ir salīdzinoši neliels bez-kontaktu tehnoloģiju lietotāju skaits, mazo un vidējo nekomerciālo iestāžu vidū, kuros nodarbināti vismaz 10 cilvēku. Balstoties uz pētījuma rezultātiem, vidējais bez-kontaktu tehnoloģiju pielietojums identifikācijas uzdevumiem, iestādēs, uz 2014. gadu nedaudz pārsniedz 3% robežu, Latvijā sasniedz ~ 3% procentu atzīmi.



4.attēls Eiropas komisijas digitālā tirgus izpētes rezultāti

Pēc dažādu analītikas uzņēmumu pētniecības rezultātiem, ir prognozējams straujš bez-kontaktu tehnoloģiju pārdošanas peļņas apgrozījums ASV lietotāju vidū, pārsniedzot, salīdzinājumā ar 2014. gadu, vairāk nekā divas reizes, 2020. gadā sasniedzot 22 miljardu ASV dolāru atzīmi[11].



5.attēls Zion pētnieciskās analīzes grupas bez-kontaktu tehnoloģiju tirgus pētījums
Rezultāti

Veicot pētījumu par bez-kontaktu radiofrekvenču tehnoloģijām un salīdzinot tās ar citām datu pārraides tehnoloģijām ir secināts, ka:

- ✓ bez-kontaktu pārraides tehnoloģijas ir drošas un pielāgojamas izmantošanai dažādās darbības sfērās, gan uzņēmumiem, gan privātpersonām;
- ✓ pateicoties augstam popularitātes līmenim un lielam masveida identifikācijas elektronikas ražošanas procesam, tehnoloģiju ieviešanas izmaksas kļūst arvien zemākas, padarot tehnoloģiju izmantošanu pieejamāku plašākam lietotāju lokam;
- ✓ salīdzinot ar citām tehnoloģijām radiofrekvenču identifikācijas nodrošina datu pārraidi dažādās vidēs.

Ņemot vērā tehnoloģiju daudzveidību un to pielietojumu dažādās sfērās, var secināt, ka tomēr radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģiju pielietojums, kura iespējas ir norobežotas ar noteiktu objektu identifikāciju, sūtot un saņemot signālus noteiktajās datu pārraides frekvencēs, nespēs pilnībā aizvietot citu tehnoloģiju izmantošanu. Tehnoloģijas ieviešanu masveida lietošanu ierobežo arī identifikācijas elektronikas izmaksas, kuras pagaidām ir pietiekami augstas.

Kopsavilkums

Pētījumā ir veikta dažādu datu pārraides tehnoloģiju analīze un to salīdzinājums ar radiofrekvenču bez-kontaktu identifikācijas tehnoloģijām. Ir pievienota identifikācijas elektronikas klasifikācija, izmantojamie datu pārraides protokoli, dažādas programmatūras izmantošanas iespējas bez-kontaktu aparatūras ieviešanai un uzturēšanai.

Darba nobeigumā ir aprakstītas bez-kontaktu radiofrekvenču tehnoloģijas tekošās izmantošanas statistika un tās attīstības perspektīvas, balstoties uz pētniecības organizāciju izpētes rezultātiem. Ņemot vērā Eiropas Komisijas 2015. gada digitālā tirgus izpētes datus par 2014. gadu, Latvijā bez-kontaktu identifikācijas tehnoloģiju izmantošanas ziņā atrodas vienā līmenī ar Eiropas Savienības vidēji noteikto.

Bibliogrāfija

1. <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/radio-frequency-identification-rfid/development-history.php>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
2. <https://www.secureidnews.com/news-item/understanding-rfid-part-9-rfid-privacy-and-security/>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
3. <http://www.centrenational-rfid.com/features-of-rfid-tags-article-19-gb-ruid-202.html>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
4. <http://www.verifyfields.net/what-are-rfid-tags-made-of>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
5. <http://www.technovelgy.com/ct/Technology-Article.asp?ArtNum=21>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
6. <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa479355.aspx>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
7. http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/rfid_vs_barcode_advantages_and_disadvantages_comparison, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
8. http://www.codeguru.com/csharp/.net/net_asp/miscellaneous/article.php/c12523/RFID-Programming-Made-Simple-and-Cheap.htm#page-1, *Resurss pārbaudīts 27.03.2017.*
9. <http://bis.lv/content/lv/302/Elektronik%C4%81s-sl%C4%93dzenes-viesn%C4%ABc%C4%81m.html>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
10. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015SC0100&from=ga>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
11. <http://www.marketresearchstore.com/report/radiofrequency-identification-market-for-z39455>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*

Vides aizsardzība, inženierzinātnes

DZERAMĀ ŪDENS KVALITĀTES IZPĒTE KĀRSAVAS NOVADA CIEMATOS *DRINKING WATER QUALITY RESEARCH IN KARSAVA MUNICIPALITY VILLAGES*

Autors: **Artūrs Buravcevs**, e-pasts: artursburavcevs@inbox.lv,+37129347118,
Zinātniskā darba vadītāja: **Ināra Laizāne, Mg. paed., Mg. biol., Mg. chem., lektore**, e-pasts:
inara.laizane@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *In the work is displayed and analyzed data of drinking water quality in Karsava Municipality villages. The sampling places were mapped and described. Are summarized detection methods of drinking water quality parameters testing – ammonia ion concentration, summary iron concentration, turbidity, pH and water conductivity. Those parameters values displayed in a transparent manner graphs, and then analyzed. Was made a correlation between the summary iron concentration and turbidity, as well as turbidity depending on summary iron concentration.*

Keywords: *drinking water, pollution, Karsava Municipality, drinking water testing.*

Ievads

Mums apkārt esošā vide sastāv no daudziem komponentiem, tos var klasificēt pēc daudziem kritērijiem, piemēram, dzīvā vai nedzīvā daba, dabiskās komponentes vai antropogēnas komponentes. Tomēr, klasificējot mūs aptverošo pasauli, svarīgi atcerēties to, ka mēs, cilvēki, arī esam tās komponents. Tieši cilvēki ir tie, kuri no visa dzīvo organismu daudzveidīgā klāsta, spēj visvairāk ietekmēt apkārtējā vidē notiekošos procesus. Jārēķinās ar to, ka dabā notiekošie procesi lielā mērā ietekmē arī mūs. Pielāgojoties mainīgiem apstākļiem, kā arī, apmierinot savas pieaugo šās prasības, mēs izmantojam dabas bagātības. Gan apkārtējās vides komponentiem, gan cilvēkam ir tiesības uz savu primāro vajadzību apmierināšanu – vajadzību pēc kvalitatīvā dzeramā ūdens var pieskaitīt pie eksistences vajadzībām, līdz ar to kvalitatīvs dzeramais ūdens un tā piegāde ir svarīgs aspekts arī priekš citu vajadzību apmierināšanas, kuras nepieciešamas cilvēka attīstībai.

Patērētājs dzeramo ūdeni parasti vērtē tikai no kvalitatīvās izpētes puses, to vairāk interesē dzeramā ūdens garša, smarža, kā arī duļķainības līmenis. Bet pastāv konkrēti pieņemtās normas, kuras tieši regulē dzeramā ūdens kvalitātes parametrus, un, pēc kuriem vadoties, dzeramā ūdens piegādātājam jānodrošina dzeramā ūdens piegādes kvalitāte. Latvijā dzeramā ūdens parametrus regulē Ministru Kabineta noteikumi Nr.235 „Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība”. Diemžēl, izvērtējot dzeramā ūdens testēšanas rezultātus Kārsavas novada ciematos, var secināt, ka vairākos ciematos ir nopietnas problēmas ar dzeramā ūdens apgādi – ūdens paraugos pēc attīrīšanas ir novērojams tādu parametru, kā amonija jonu un kopējā dzelzs paaugstināts daudzums. Papildus informācijas iegūšanai par iepriekš minētām problēmām, veikta dzeramā ūdens paraugu testēšana Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas laboratorijā [1].

Darba mērķi: izpētīt dzeramā ūdens kvalitāti Kārsavas novada ciematos.

Hipotēze: Kārsavas novada ciematos pastāv problēmas ar dzeramā ūdens kvalitāti.

Darba uzdevumi:

- veikt dzeramā ūdens analīzes;
- izvērtēt iegūtos rezultātus;
- izvirzīt secinājumus un rekomendācijas.

Pētījuma metodes: pētījumā tika izmantota kvantitatīvā metode, kuras pamatā ir mērījumu rezultātā iegūto skaitļu analīze.

Lai izpētītu un novērtētu dzeramā ūdens kvalitātes radītājus un to izmaiņas dinamiku Kārsavas novada ciematos, tika veikta 15 dzeramā ūdens paraugu, kuri paņemti pēc dzeramā ūdens sagatavošanas pasākumiem, izpēte Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas ķīmijas laboratorijā.

Materiāli un metodes

Amonija jonu noteikšana. Priekš amonija jonu noteikšanas tika izmantota “Windaus Labortechnik” aprakstīta AQUANAL-plus amonija jonu noteikšanas metodika. Pamatinformācija par doto metodi ir apskatāma 1. tabulā.

1.tabula

Pamatinformācija par amonija jonu noteikšanas metodi

Mērīšanas diapazons	no 0,2 līdz 3 mg/l NH ₄ ⁺
Mērīšanas viļņu garums	700 nm
Reakcijas absorbcijas maksimums	690 nm

Testa procedūra ir sekojoša – kivetē ieliets destilētā ūdens paraugs ar tilpumu apmēram 5 ml, tas ir tukšais paraugs. Citā kivetē iepilda 5 ml dzeramā ūdens parauga, klāt pievieno 0,6 ml reaģenta 1., aizver kiveti un samaisa. Pēc samaisīšanās pievieno vienu līmeņa tējkaroti reaģenta 2, aizver un sakrata, lai reaģents pilnībā izšķīstu. Pagaida 5 minūtes, lai reakcijas laiks beigtos, atver kiveti un pievieno piecus pilienus reaģenta 3, aizver kiveti un atkal samaisa. Pēc tam uzgaida septiņas minūtes, lai reakcijas laiks beigtos. Tālāk seko darbs ar WinLab fotometru – to ieslēdz ar jebkuru no taustiņiem un izmanto bultu taustiņus, lai izvēlētos testēšanas metodi „Ammonium+”. Tālāk kivetēm paredzētā nodalījumā ieliek no sākuma sagatavoto tukšo paraugu un uzliek gaismas aizsardzības vāciņu. Tālāk seko nulles kalibrēšana (nospiežot taustiņu 0,0). Tālāk seko tukšā parauga izņemšana no kivetēm paredzētā nodalījuma un dzeramā ūdens parauga ievietošana šķīdumu kivešu nodalījumā un gaismas aizsardzības vāciņa uzlikšana. Pēc tam nospiež taustiņu „mg/l” un nolasa uz LCD displejā parādītus rezultātus mg/l NH₄ [2].

Dzelzs jonu noteikšana. Nosakot dzelzs jonu koncentrāciju, tika izmantota “Windaus Labortechnik” aprakstīta AQUANAL-professional dzelzs jonu noteikšanas metodika. Pamatinformācija par doto metodi ir apskatāma 2. tabulā.

2.tabula

Pamatinformācija par dzelzs jonu noteikšanas metodi

Noteikšanas diapazons	no 0,1 līdz 3 mg/l Fe ^{2+/3+}
Mērīšanas viļņu garums	610 nm
Reakcijas absorbcijas maksimums	590 nm

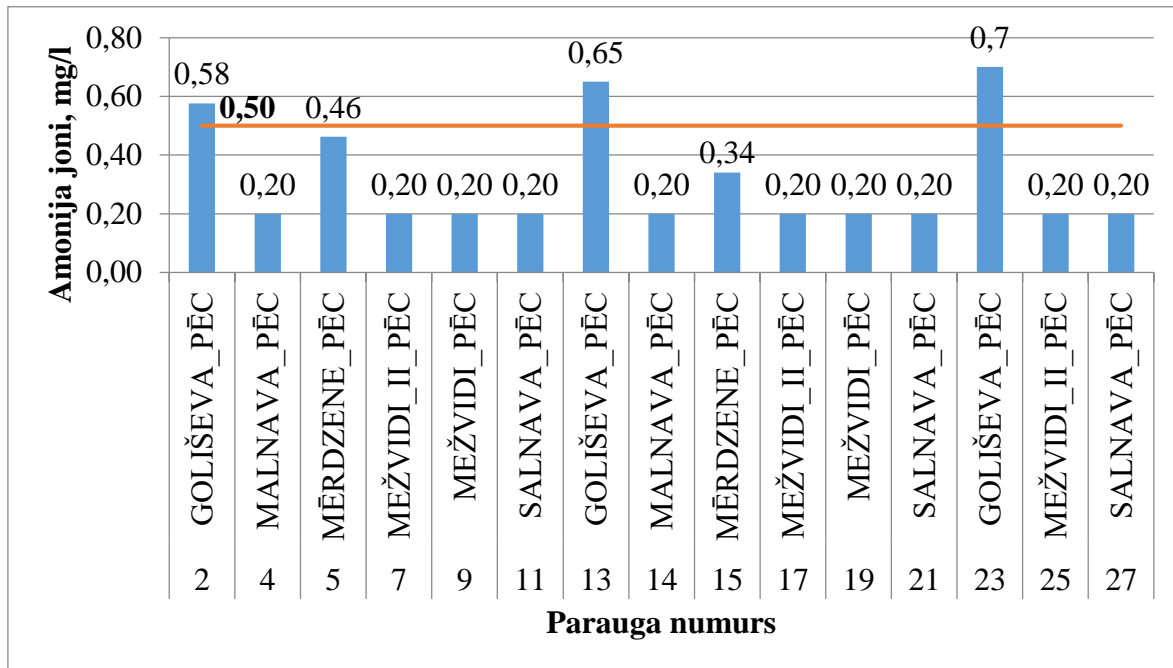
Testa procedūra iekļauj sevī sekojošus soļus – kivetē ielej destilētā ūdens paraugu ar tilpumu apmēram 5 ml, tas ir tukšais paraugs. Pēc tam citā sausā kivetē ieber vienu TPTZ dzelzs paciņu un iepilda tajā 10 ml ūdens parauga, tad aizver kiveti un sakrata to. Uzgaida trīs minūtes, kamēr notiks reakcija, tad ieslēdz WinLab Data Line fotometru ar jebkuru no pogām un ar izvēles pogām izvēlas metodi ar nosaukumu „Iron high V”. Tad veic tukšo mēģinājumu, lai kalibrētu aparātu – ņem kivetē ar destilēto ūdeni. Pēc kalibrēšanās izņem kivetē ar tīro ūdeni un ieliek pētāmo paraugu, iepriekš to no notīrot no ārpusē ar tīro auduma gabalu, tad aizver to ar vāku un piemiegt pogu „mg/l”. Iegūtie rezultāti tiek atspoguļoti uz LCD ekrānā mg/l Fe^{2+/3+} formā [2].

Duļķainības noteikšana. Nosakot duļķainību dzeramā ūdens paraugos, tika izmantots duļķainības mērītājs AL450T-IR. Darba gaida, nosakot duļķainību ir sekojošā – kivetē līdz

noteiktai atzīmei tiek ieliets testējamā šķīduma paraugs, tad ķivete no ārpuses tiek noslaucīta ar tīru un sausu drānu. Pēc tam ieslēdz duļķainības mērītāju AL450T-IR ar pogu „On/Off” un ķiveti ar paraugu ievieto tai paredzētajā vietā un, piespiežot pogu, „Test”, palaiž parauga testēšanu. Iegūtie rezultāti tiek atspoguļoti uz LCD ekrānā NTU formā [2].

Rezultāti un to izvērtējums

Veicot amonija jonu koncentrācijas noteikšanu dzeramā ūdens paraugos Kārsavas novada ciematos, tika izveidota histogramma, kur parādīta amonija jonu koncentrācija katram no 15 ņemtajiem paraugiem, Apskatot jau sagatavotā dzeramā ūdens kvalitāti, ņemti vērā tikai tie paraugi, kas savākti pēc dzeramā ūdens sagatavošanas ietaisēm – apzīmēti ar „_PĒC”.



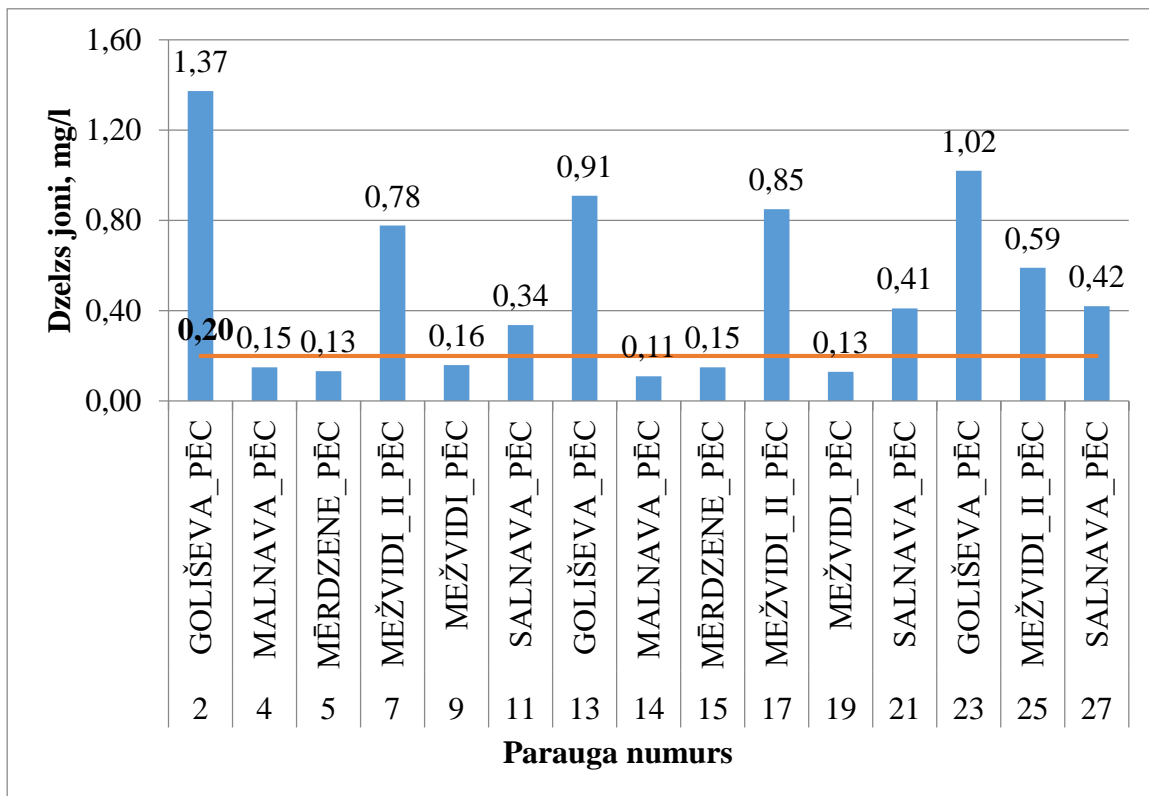
1.att. Amonija jonu daudzums dzeramā ūdens paraugos

1.attēlā redzams, ka palielinātās amoniju jonu koncentrācijas problēma novērojama visos Goliševas ciema dzeramā ūdens paraugos, ņemtos pēc uzreiz pēc dzeramā ūdens sagatavošanas ietaisēm – paraugi nr.2., 13. un 23. Goliševas ciema amonija jonu koncentrācijas vidējā vērtība sagatavotos dzeramā ūdens paraugos:

$$NH_{Petijums}^{Goliševa} = 0,64 \pm 0,06 \text{ mg/l} \quad (1)$$

Vidējā amonija jonu koncentrācijas vērtība paraugos ir $0,64 \pm 0,06$ mg/l, šī vērtība pārsniedz Ministru Kabineta noteikumu Nr.235 „Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības” maksimāli pieļaujamo normu 0,50 mg/l.

Apkopojot un analizējot kopēja dzelzs koncentrāciju 15 ūdens paraugos, tika izveidota 2. attēlā redzamā histogramma, kur stabiņu veidā ir attēlota kopēja dzelzs koncentrācija visos paraugos, ņemtajos septiņos Kārsavas novada ciematos. Kopēja dzelzs koncentrācijas atbilstība Ministru Kabineta noteikumiem Nr.235 „Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības” ir attēlota horizontālās līnijas veidā, kuru pārsniedzot redzamas paraugu neatbilstības normām [1].



2.att. Kopēja dzelzs daudzums dzeramā ūdens paraugos

No 2. attēla redzam, ka problēmas ar kopēja dzelzs palielinātu koncentrāciju ir novērojamas trijos Kārsavas novada ciemos – Goliševas ciems (paraugi nr.2., 13., un 23.), Mežvidu II ciems (paraugi nr.7., 17. un 25.) un Salnavas ciems (paraugi nr.11., 21. un 27.). Apskatot šo ciemu kopējā dzelzs koncentrāciju dzeramā ūdens paraugos pēc atdzelžošanas, redzam vairākkārtējo normu pārsniegšanu. Goliševas ciemā vidējā kopēja dzelzs koncentrācija:

$$Fe_{Petijums}^{Goliševa} = 1,10 \pm 0,24 \text{ mg/l} \quad (2)$$

Vidējā kopēja dzelzs vērtība pārsniedz Ministru Kabineta noteikumu Nr.235 „Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības” maksimāli pieļaujamo koncentrāciju 0,2 mg/l 5,5 reizēs [1]. Nākamais ciems, kur novērojama palielinātā kopējā dzelzs koncentrācija – Mežvidu II, šī parametra vidējā vērtībā Mežvidu II ciema:

$$Fe_{Petijums}^{Mežvidi II} = 0,74 \pm 0,13 \text{ mg/l} \quad (3)$$

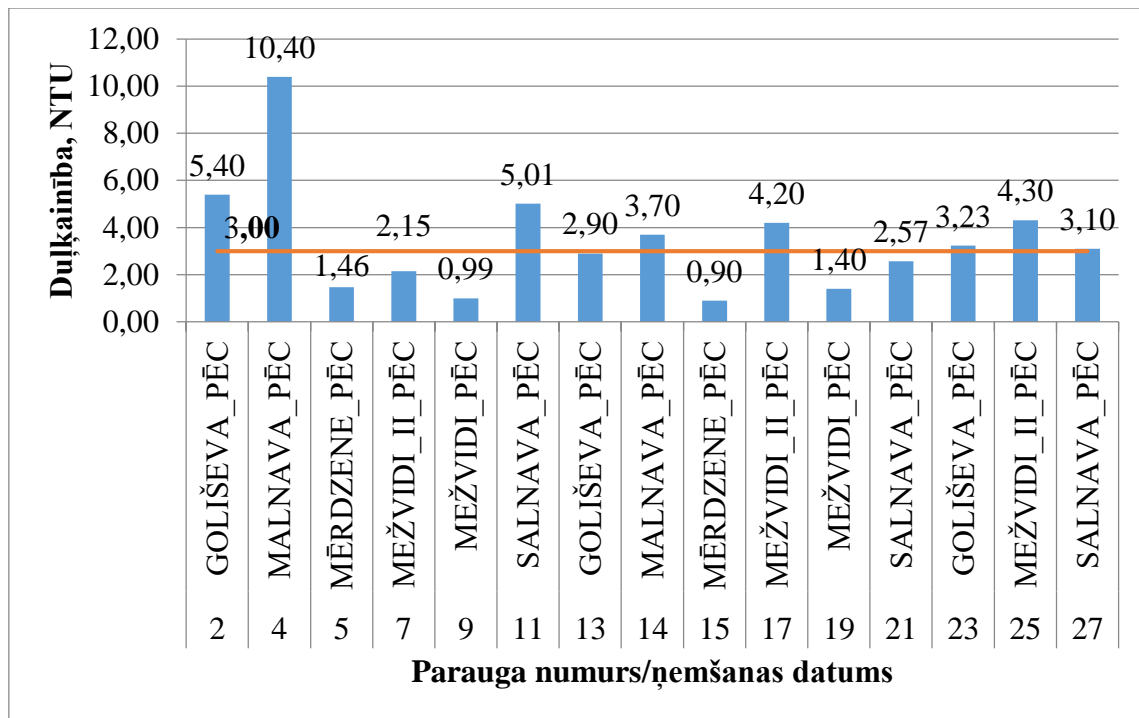
Mežvidu II ciemā kopējā dzelzs koncentrācija nav tik liela kā Goliševas ciemā, tomēr vidējā vērtība pārsniedz maksimāli pieļaujamo normu 0,20 mg/l vairāk par 3 reizēm. Trešajā ciemā, kur novērotā palielināta kopēja dzelzs koncentrācija – Salnavas ciemā, kopējā dzelzs koncentrācijas vidējā vērtība:

$$Fe_{Petijums}^{Salnava} = 0,39 \pm 0,04 \text{ mg/l} \quad (4)$$

Salnavas ciemā kopējā dzelzs vidējā koncentrācija pārsniedz normas 2 reizēs.

Apkopojot rezultātus, redzam, ka vislielākā kopēja dzelzs koncentrācija ir Goliševas ciemā, kur tā pārsniedz normas vairākkārtīgi – 5,5 reizēs.

Nākamais dzeramā ūdens kvalitātes parametrs, kas vairākos Kārsavas novada ciematu dzeramā ūdens paraugos pārsniedz maksimāli pieļaujamo koncentrāciju, ir duļķainība (skat. 3. att.).



3.att. Duļķainība dzeramā ūdens paraugos

No 3.attēla redzam, ka palielinātā duļķainība ir novērojama tikai ciematos, kur novērots palielinātā kopēja dzelzs koncentrācija (skat. 2. att.). Palielinātā duļķainība novērota Goliševas, Mežvidu II un Salnavas dzeramā ūdens paraugos. Apskatot duļķainību Goliševas ciemā, aprēķinātā paraugu nr.2., 13. un 23. vidēja vērtība:

$$NTU_{Petījums}^{Goliševa} = 3,84 \pm 1,36 \text{ NTU} \quad (5)$$

Vidējā vērtība pārsniedz maksimāli pieļaujamo normu – 3,00 NTU, palielinātā standartnovirzes vērtība – dzeramā ūdens paraugu duļķainības iegūtas vērtības ir ar lielām svārstībām, sākot no 2,90 NTU (paraugs nr.13) un līdz pat 5,40 NTU (paraugs nr.2).

Mežvidu II ciema dzeramā ūdens paraugu nr.7., 17. un 25. duļķainības vidējā vērtība:

$$NTU_{Petījums}^{Mežvidi II} = 3,55 \pm 1,21 \text{ NTU} \quad (6)$$

Vidējā vērtība pārsniedz maksimāli pieļaujamo normu – 3,00 NTU. Līdzīgi kā Goliševas ciemā, paraugu nr.7., 17., 25. izklaidētās vērtības nosaka palielinātu standartnovirzes vērtību.

Salnavas ciemā dzeramā ūdens paraugu nr.11., 21., 27. duļķainības vidējā vērtība:

$$NTU_{Petījums}^{Salnava} = 3,56 \pm 1,28 \text{ NTU} \quad (7)$$

Salnavas dzeramā ūdens paraugu duļķainība pārsniedz maksimāli pieļaujamo normu 3,00 NTU. Tāpat, ka parējos apskatītajos ciemos, Salnavas paraugu duļķainības vidējai vērtībai

ir palielinātā standartnovirze, kas izskaidrojams ar paraugu duļķainības rezultātu lielu izkliedi – no 2,57 NTU paraugā nr.21. līdz pat 5,01 NTU paraugā nr.11 [1].

Balstoties uz pētījumā laikā iegūtiem dzeramā ūdens kvalitātes radītājiem, šajos problemātiskajos ciemos jāpildinveido dzeramā ūdens sagatavošanas tehnoloģiskais process, lai sagatavotais dzeramais ūdens atbilstu normām.

Secinājumi

1. Darba hipotēze – Kārsavas novada ciemos pastāv problēmas ar dzeramā ūdens kvalitāti, apstiprinās, konstatētās dzeramā ūdens kvalitātes parametru neatbilstības normām.
2. Goliševas ciemā noteikta palielinātā amonija jonu koncentrācija – $0,64 \pm 0,06$ mg/l pie pieļaujamiem 0,50 mg/l, palielinātā kopējā dzelzs koncentrācija – $1,10 \pm 0,24$ mg/l pie pieļaujamiem 0,20 mg/l un palielinātā duļķainība – $3,84 \pm 1,36$ NTU pie maksimālām 3,00 NTU.
3. Mežvidu II ciemā noteikta palielinātā duļķainība $3,55 \pm 1,21$ NTU un kopējā dzelzs koncentrācija – $0,74 \pm 0,13$ mg/l.
4. Salnavas ciemā noteikta palielinātā duļķainība $3,56 \pm 1,28$ NTU un kopējā dzelzs koncentrācija – $0,39 \pm 0,04$ mg/l.
5. Malnavas ciemā novērota palielinātā duļķainība – $7,05 \pm 4,74$ NTU, pie pieļaujamās vērtības 3,00 NTU.
6. Pārejos ciematos dzeramā ūdens kvalitāte atbilst Ministru Kabineta noteikumiem Nr. 235 „Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības” maksimāli pieļaujamām normām.
7. Goliševas, Mežvidu II, Salnavas un Malnavas ciemos nepieciešami dzeramā ūdens sagatavošanas tehnoloģiskā procesa uzlabošanas pasākumi.

Summary

Carrying out the research of drinking water quality indicators at the chemical laboratory of Rezekne Academy of Technology, were set the following parameters - the total iron concentration, ammonium ion concentration, turbidity. The methodology of the research of the parameters is described in the work. Were spotted Karsava county villages, where were observed the problems with the quality of drinking water. Firstly, Golisheva village, where were observed three drinking water quality parameters of non-compliance - increased ammonium ion concentration reaches 0.64 ± 0.06 mg / l, in purified drinking water, increased total iron concentration reaches 1.10 ± 0.24 mg / l in iron removed drinking water, and increased turbidity, the value of which amounts to 3.84 ± 1.36 in drinking water. Secondly, Mezvidi II village, where problems were observed with increased total iron concentration of 0.74 ± 0.13 mg / l and turbidity, which amounts to 3.55 ± 1.21 NTU. Thirdly, Salnava village, where the observed situation is similar to Mezvidi II village - increased total iron concentration of 0.39 ± 0.04 mg / l and increased turbidity, 3.56 ± 1.28 mg / l. Fourthly, Malnava village, where was observed the problem with turbidity – $7,05 \pm 4,74$ NTU. In those villages needed improvement measures of drinking water preparation process.

Literatūra

1. Ministru Kabineta noteikumi Nr.235 „Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība” (Skat. Internetā 02.01.2016) <http://likumi.lv/doc.php?id=75442>
2. Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas ķīmijas laboratorijas metodiskie materiāli

AS „OLAINFARM” NOTEKŪDEŅU ATTĪRĪŠANAS IEKĀRTU EFEKTIVITĀTES UZLABOŠANA AS „OLAINFARM” SEWAGE TREATMENT PLANT EFFICIENCY IMPROVEMENT

Autors: **Agnese Grisone**, e-pasts: agnese.grisone@gmail.com
Zinātniskā darba vadītājs: **Edmunds Teirumnieks, Dr. sc.ing., profesors**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *Researched the problem is that during the manufacturing process mother liquor is fed to the sewers. Then the mother liquors into the biological treatment plant. Results and evaluation are reflected in the input and output samples of waste water results in which the sample results are not following the requirements laid down. Wastewater treatment plants have been built a long time ago and need to supplement existing equipment to clean up the quality of untreated wastewater.*

Keywords: *Biological purification, Industrial waste water, Waste water*

Ievads

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, tāpēc ir svarīgi censties attīrīt notekūdeņus līdz iespējami tīrākam, tuvu dabiskam kvalitatīvam stāvoklim visās centralizētajās (pilsētu) un arī individuālajās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. 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 (NAI) 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. [1]

Notekūdeņi pēc to izcelsmes un sastāva iedalās:

- *Sadzīves notekūdeņos*

Sadzīves notekūdeņi veidojas, cilvēkiem ikdienā dažādos veidos izmantojot dzeramo ūdeni. Tie ir visi tie ūdeņi, kuri, dažādi izmantoti, galu galā nonāk kanalizācijā. Tie parasti satur 60-80% organisko piemaisījumu, kas notekūdeņos nonāk kā gaļas un augu šķiedras, eļļas un cilvēku fizioloģiskie izdalījumi. Neorganiskie piemaisījumi ir smiltis, dubļi, minerālsāļi, skābes, sārmī u.c. Šajos notekūdeņos ir arī ļoti daudz mikroorganismu. Sadzīves notekūdeņos esošās organiskās vielas, nonākušas upē, veicina ūdens augu attīstību - līdz pat upes pilnīgai aizaugšanai. Ar notekūdeņiem upē nokļuvušie mikroorganismi var izraisīt saslimšanu ar dažādām slimībām. [2] [3]

- *Nokrišņu notekūdeņos*

Notekūdeņi, kas rodas lietus laikā, kūstot sniegam vai arī mazgājot ielas ir mazāk piesārņoti kā sadzīves notekūdeņi. Šādu notekūdeņu daudzums variē ļoti plašās robežās, atkarībā no gadalaika, ģeogrāfiskās vietas un nokrišņu intensitātes. Latvijā vidējais nokrišņu daudzums ir ap 700 mm gadā. Nokrišņu notekūdeņu daudzums ir ~ ceturtā daļa no sadzīves notekūdeņu daudzuma. Tomēr negaisa nokrišņu notekūdeņu daudzums daudzkārt var pārsniegt sadzīves notekūdeņu daudzumu, sasniedzot pat simtkārtēju atsevišķos gadījumos. Lai izvairītos no briesmām pārpludināt sadzīves notekūdeņu attīrīšanas iekārtas, tiek veidotas atsevišķas nokrišņu notekūdeņu kanalizācijas sistēmas. Ņemot vērā globālo ikgadējo nokrišņu daudzumu,

divas trešdaļas no tā iztvaiko, bet atlikusī viena trešdaļa tieši nonāk virszemes vai pazemes ūdeņos. Pat vētras laikā ne visi nokrišņi veido virszemes noteci. Parkos un zālajos tikai ~ 20 % nokrišņu noplūst pa virsmu, atšķirībā no asfaltētām vai jumtu virsmām, no kurām notece veido gandrīz 100 %. Pašvaldībām nopietni jārēķinās ar nokrišņu notekūdeņiem, jo to piesārņojums dažos gadījumos ir samērā liels. [2]

- **Rūpniecības notekūdeņos**

Rūpniecības notekūdeņi ietver darbinieku sanitāri-higiēniskos notekūdeņus, ražošanas procesu šķīdros atkritumus, mazgāšanas ūdeņus un relatīvi tīrus ūdeņus, kas tikuši izmantoti siltumapmaiņas procesos. Vislielākās bažas izraisa notekūdeņi, kas rodas tieši ražošanas procesos, kas ir ļoti dažādi pēc sastāva, bet to daudzums ir atšķirīgs dažādās rūpniecības nozarēs. Daudzos gadījumos šādu notekūdeņu apstrāde ir nepieciešama pirms to ievadīšanas pilsētas notekūdeņu kanalizācijas sistēmā, lai atdalītu noteiktus savienojumus vai arī samazinātu kādu savienojumu koncentrāciju.

Rūpniecības notekūdeņi ir mainīga sastāva un dažkārt pat ļoti atšķiras vienas ražošanas nozares ietvaros. Notekūdeņi ir specifiski katrā rūpniecības nozarē un var tikt sarindoti no ļoti koncentrētiem (liela BSP5 vērtība), bet bioķīmiski pārveidojamiem (gaļas pārstrādes uzņēmumi) līdz tādiem, kas rodas galvaniskajos cehos vai tekstilrūpniecībā un pārsvarā satur neorganiskas un toksiskas vielas, kuras noteikti ir jāatdala pirms šādu notekūdeņu ievadīšanas kanalizācijas sistēmā. Tiek pieņemts, ka mazās pašvaldībās pārsvarā ir dzīvojamo rajonu notekūdeņi, vidējās - dzīvojamo rajonu, tirdzniecības rajonu un rūpniecības zonu notekūdeņi ar atdalītām notekūdeņu sistēmām, bet lielās - visi iepriekš minētie ar kombinētu notekūdeņu savākšanas sistēmu.

Rūpnieciskie notekūdeņi satur lielu daudzumu suspendēto vielu, izmantojot efektīvu nodalīšanu membrānās. Šīs suspendētās daļiņas un duļķainība no notekūdeņiem nāk tuvu nullei. Bez tam notekūdeņi satur toksiskas vielas. [2] [4]

Materiāli un metodes

Ūdens kvalitāte – gaistošo organisko šķīdinātāju noteikšana izmantojot purge & trap gāzes hromatogrāfisko sistēmu.

Aparatūra un materiāli

- ✓ Gāzu hromatogrāfs ar iztvaicētāju kapilārai kolonnai, temperatūras programmējamo kolonnas termostatu, liesmas jonizācijas detektoru Atomx Purge & Trap ekstrakcijas paraugu sagatavošanas sistēma
- ✓ Svāri, precizitāte ne mazāk par 0,001 g
- ✓ Tumša stikla flakoni ar plastmasas korķi un silikona blīves, tilpums 40 mL
- ✓ Mērkolbas, tilpums 5 mL; 25 mL; 50 mL
- ✓ Mērpipete, tilpums 1 mL
- ✓ Automātiskās pipetes, tilpums 200 µL; 1000 µL

Reāģenti

- ✓ Hloroforms, CHCl₃, saturs ne mazāk par 99,9 %
- ✓ Cikloheksāns, C₆H₁₂, saturs ne mazāk par 99,8 %
- ✓ Benzols, C₆H₆, saturs ne mazāk par 99,7 %
- ✓ Toluols, C₆H₅CH₃, saturs ne mazāk par 99,9 %
- ✓ Etilbenzols, C₆H₅C₂H₅, saturs ne mazāk par 99,8 %
- ✓ m-ksilols, o-ksilols, p-ksilols, C₆H₄(CH₃)₂, saturs ne mazāk par 99,5 %
- ✓ Metilspirts, CH₃OH, saturs ne mazāk par 99,9 %
- ✓ Ūdens, attīrīts, H₂O, dok. Nr. KIS7.028.003 (Ph.Eur.)
- ✓ Bezpelnu filtrpapīrs sarkanā lente ø 90 mm

- ✓ Hēlijs, He, saturs ne mazāk par 99,99 %
- ✓ Ūdeņradis, H₂, saturs ne mazāk par 99,99 %

Šķīdumu pagatavošana

Tukšais paraugs. Izmantojot dejonizēto ūdeni, tumšs flakons tiek uzpildīts ar dejonizēto ūdeni un aizvērts ar silikona blīvi, noslēdz ar plastmasas korķi.

Standartšķīdumu pagatavošana

50 mL mērkolbā ielej 20 mL metanolu un pievieno 0,0156 g hloroforma, 0,5001 g cikloheksāna, 0,3126 g benzola, 0,0624 g toluola, 0,0624 g etilbenzola, 0,0626 g m-ksilola, 0,0623 g p-ksilola un 0,0624 g o-ksilola. Iegūto maisījumu sajauc, mērkolbu piepilda ar metanolu līdz atzīmei un samaisa, iegūva pamata standartšķīdumu. 1 mL iegūtā pamata standartšķīdumu pārnes 25 ml mērkolbā. Mērkolbu piepilda ar metanolu līdz atzīmei un samaisa, iegūst darba standartšķīdumu Nr. 1. P & T iekārtas iekšējo standartu ievadīšanas sistēma dzintarkrāsas trauciņā ielej 10 mL iegūto darba standartšķīdumu nr. 1. Trauciņu uzreiz savieno ar P & T iekārtas iekšējo standartu ievadīšanas sistēmu. Pirms analīzes P & T iekārta pati paņem alikvota darba standartšķīdumu Nr. 1 daļu 5 µL un dejonizēto ūdeni 25 mL no flakona.

Kalibrēšanas grafika konstruēšana

Gāzu hromatogrāfā secīgi ievada: tukšais paraugs un darba standartšķīduma nr. 1 paraugs. Katru paraugu testē trīs reizes. Pēc iegūtiem datiem konstruē kalibrēšanas grafiku. Kalibrēšanas grafiku pārbauda periodiski 1 reizi gadā.

Parauga sagatavošana un apstrāde

Testējamais paraugs tiek filtrēts caur filtrpapīru flakonos. Pēc filtrēšanas flakons uzreiz tiek aizvērts ar silikona blīvi, noslēdz ar plastmasas korķi. Paraugu nepieciešams testēt tajā pašā dienā pēc filtrēšanas.

Darba gaita

Gāzu hromatogrāfā secīgi ievada: tukšais paraugs un testējamais paraugs. Katru paraugu testē trīs reizes. Komponentu izdalīšanas secība hromatogrammā: metanols, hloroforms, cikloheksāns, benzols, toluols, etilbenzols, m-+p-ksiloli, o-ksilols.

Rezultātu aprēķins

Hloroforma, cikloheksāna, benzola, etilbenzola, m-+p-ksilolu, o-ksilola koncentrāciju (X_i) µg/L aprēķina pēc formulas:

$$X_i = \frac{(S_{par} - S_b) \pm b}{a} \cdot \frac{V_{par}}{25} \cdot D,$$

kur:

S_{par} - hloroforma, cikloheksāna, benzola, toluola, etilbenzola, m-+p-ksilolu, o-ksilola vidējais joslas laukums testējamā parauga hromatogrammās, laukuma vienības.

S_b - joslas laukums tukšā parauga hromatogrammā, laukuma vienības, ja saturs ne vairāk par 5 %

a - hloroforma, cikloheksāna, benzola, toluola, etilbenzola, m-+p-ksilolu, o-ksilola kalibrēšanas grafika slīpums

b - hloroforma, cikloheksāna, benzola, toluola, etilbenzola, m-+p-ksilolu, o-ksilola kalibrēšanas grafika brīvais loceklis.

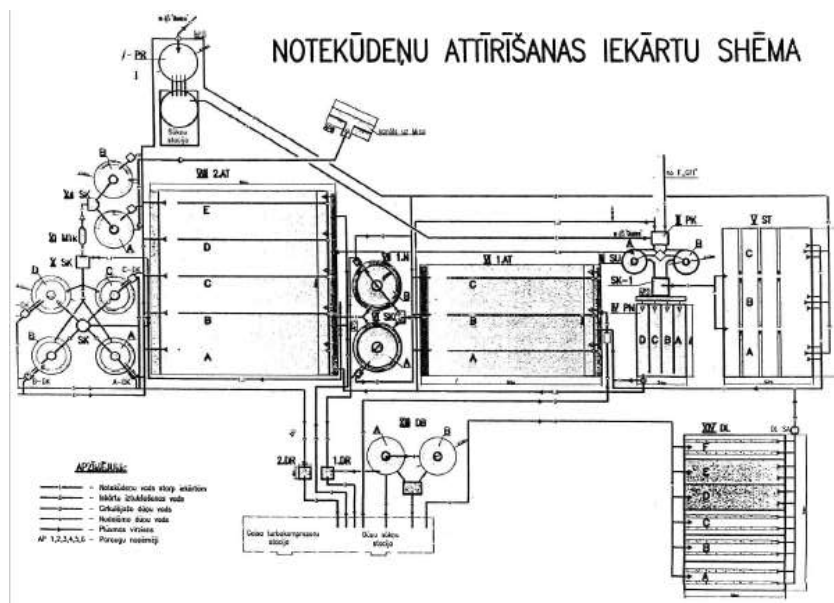
V_{par} - P & T iekārtas ņemtais parauga tilpums, mL (25 mL)

D - dilution, P & T iekārtas atšķaidīšanas koeficients. [5]

Rezultāti un to izvērtējums

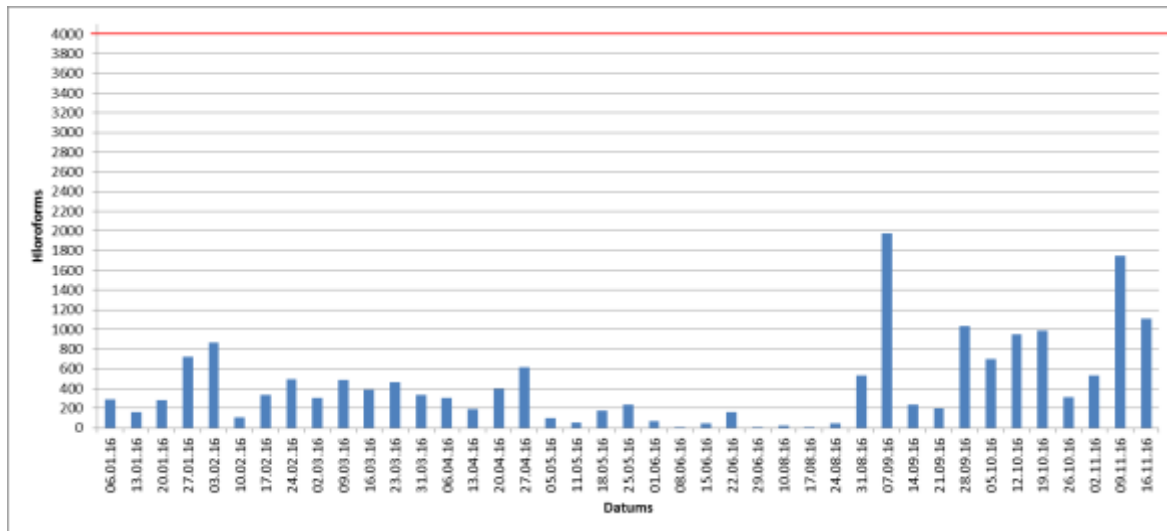
Notekūdeņu attīrīšanas darbības (iekārtas) ar jaudu 20 un vairāk kubikmetru diennaktī, kuras attīrītos notekūdeņus novada vidē.

Bioloģiskās notekūdeņu attīrīšanas iekārtas projektētas un uzceltas 70. gadu pirmajā pusē ar jaudu 22000 m³ diennaktī 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 savācējvertņē 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 aerotenkoš, 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. 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 48m x 12m x 1m = 576 m³. Kopējā dūņu lauku ietilpība – 3456 m³. Attīrīšanas procesa sākumā un attīrīto notekūdeņu izplūdē uzstādīti automātiskie paraugu ņēmēji. Notekūdeņu attīrīšanas shēmu skatīt 1.att. [6]



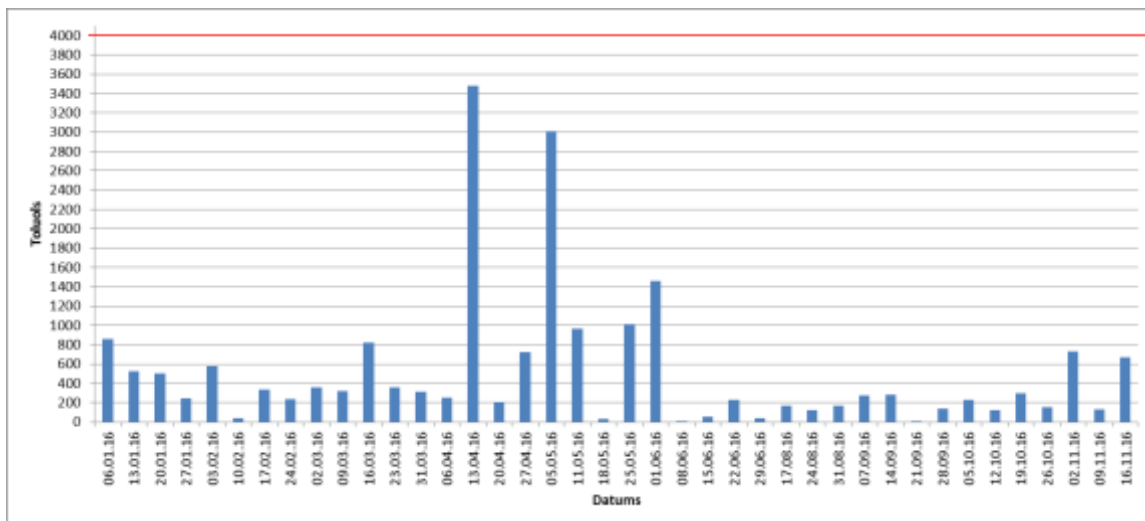
1.att. Notekūdeņu attīrīšanas iekārtas

2.attēlā atspoguļoti 17. korpusa, ŪKI Diennakts vidējais paraugs AS „Olainfarm” notekūdeņu Hloroforma rezultāti par 2016. gadu trešdienas ņemtajiem paraugiem.



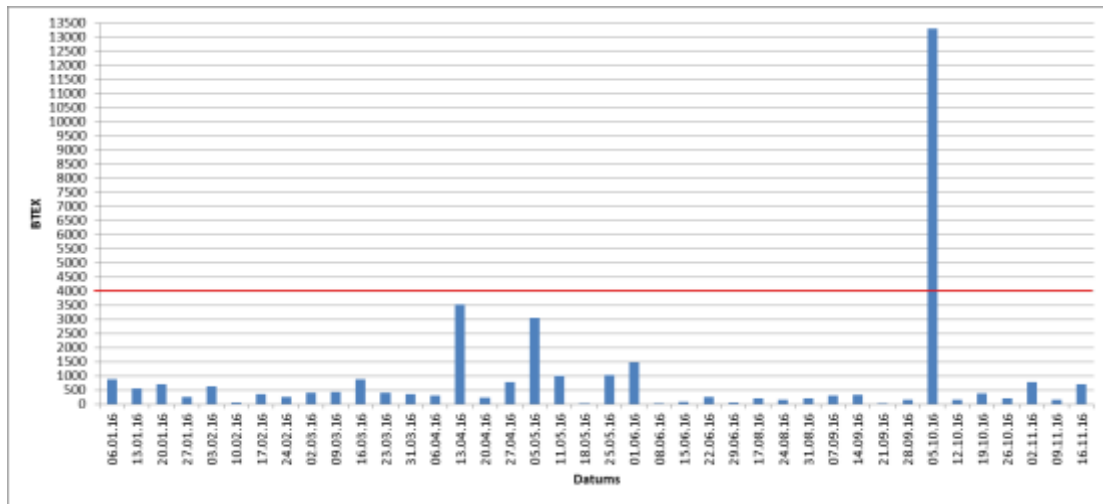
2.att. 17. korpuss, ŪKI, AS „Olainfarm” notekūdeņi Hloroforma rezultāti (koncentrācija, ko nedrīkst pārsniegt – 4000 µg/L)

3.attēlā atspoguļoti 17. korpuss, ŪKI Diennakts vidējais paraugs AS „Olainfarm” notekūdeņi Toluola rezultāti par 2016. gadu trešdienas noņemtajiem paraugiem.



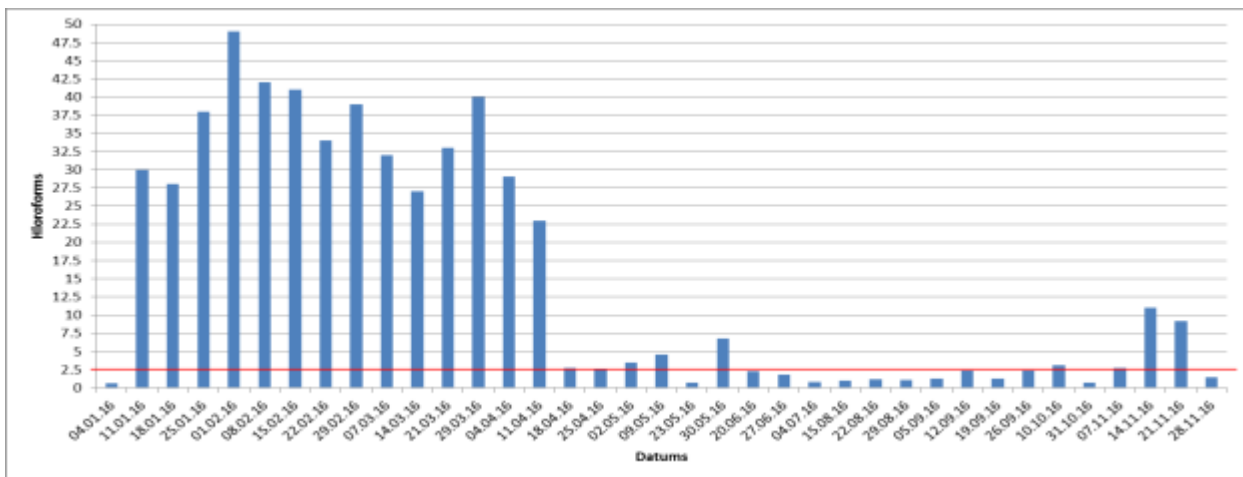
3.att. 17. korpuss, ŪKI, AS „Olainfarm” notekūdeņi Toluola rezultāti (koncentrācija, ko nedrīkst pārsniegt – 4000 µg/L)

4.attēlā atspoguļoti 17. korpuss, ŪKI Diennakts vidējais paraugs AS „Olainfarm” notekūdeņi BTEX rezultāti par 2016. gadu trešdienas noņemtajiem paraugiem. Redzams, ka viens no paraugiem pārsniedz šo koncentrāciju, tas ir saistīts, ka cehos notika ražošanas tehnoloģijas vai arī dažās laboratorijās tika veikti eksperimenti. Un divi paraugi gandrīz sasniedz maksimāli pieļaujamo koncentrāciju (MPK).



4. att. 17. korpuss, ŪKI, AS „Olainfarm” notekūdeņi BTEX rezultāti (koncentrācija, ko nedrīkst pārsniegt – 4000 µg/L)

5.attēlā atspoguļoti BAC, izeja no II. pakāpes aerotenka Diennakts vidējais paraugs AS „Olainfarm” notekūdeņi Hloroforma rezultāti par 2016. gadu pirmdienas noņemtajiem paraugiem. Paraugos tiek pārsniegta MPK, ta sir saistīts, ka iekārtas jau ir novecojušas un līdz galam neatīra notekūdeņus.



5. att. BAC, izeja no II. pakāpes aerotenka, AS „Olainfarm” notekūdeņi Hloroforma rezultāti (koncentrācija, ko nedrīkst pārsniegt – 2,5 µg/L)

Secinājumi

AS „Olainfarm” ražošanas gaitā rodas liels daudzums atsālņu, kurus mazgā ar lielu ūdens daudzumu un kurus novada kanalizācijā. Kuri pēc tam nonāk bioloģiskajās notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. Lai atrastu piemērotu risinājumu, pirmkārt bija jāizpēta esošā tehnoloģiskā shēma. Iekārtas un aparāti, kuri tagad strādā notekūdeņu attīrīšanas procesā ir diezgan novecojušas un tām jābūt samainītām uz jaunāku tehnoloģiju.

Rezultātos un izvērtējumā tika atspoguļoti rezultāti par 2016. gadu. Konstatēts, ka noņemtajiem paraugiem pārsniedz maksimāli pieļaujamo koncentrāciju (MPK) un tas ir saistīts ar cehu un dažu laboratoriju eksperimentiem un konkrēto ražošanas tehnoloģiju. Eksperimentālās daļas uzdevums bija parādīt problēmas esamību. Pēc izpētītajiem rezultātiem var izsecināt, ka paraugi, kurus ņem pirms ieplūdes vienam paraugam pārsniedz MPK un izejā no II pakāpes aerotenka hloroforma rezultāti pārsniedz MPK.

Summary

AS „Olainfarm” during production creates a large amount of mother liquor, which is washed with water and discharged into drains. Who then come in biological wastewater treatment plants. In order to find an appropriate solution in the first place it was to explore the existing technological scheme. Machines and apparatus, who are now working in wastewater treatment process is quite outdated and should be swapped for newer technology. And the results of the evaluation were reflected in the results for 2016. It was found that the samples exceed the threshold limit value and it is related to the workshop and some laboratory experiments and the particular production technology. Experimental part was to show the existence of a problem. After studied the results can be deduced that the samples to be taken before entering one sample exceeds the threshold limit value and the outlet of the second degree aerotank chloroform results exceed the threshold limit value.

Literatūra

1. http://www.videsrisinajumi.lv/index.php?option=com_content&view=article&id=83&Itemid=149&lang=lv (skatīts 15.12.2016.)
2. http://www.geo.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/gzzf/videunilgtspejigaattistiba/VidZ1010/11.LEKCIJA-Udens_un_litosferas_piesarnojums.pdf (skatīts 25.12.2016.)
3. http://www.lvif.gov.lv/?object_id=983 (skatīts 29.12.2016.)
4. http://www.geo.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/gzzf/zinas/18-LEKCIJA-Notekudenu_attirisana.pdf (skatīts 15.12.2016.)
5. Analīzes metode „Ūdens kvalitāte – gaistošo organisko šķīdinātāju noteikšana izmantojot purge & trap gāzes hromatogrāfisko sistēmu”, Dok. Nr. KQM9.016.030
6. Instrukcija ITK BAC. notekūdeņu attīrīšanas tehnoloģiskais process. Dokumenta Nr. TAI9.007.013

SATELĪTDATU IZMANOŠANA ŪDENS PIESĀRŅOJUMA NOTEIKŠANĀ

DETERMINATION OF WATER POLLUTION USING SATELLITE DATA

Autors: **Lilita Kaļva**, e-pasts k-lilita@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: **Ērika Teirumnieka, Mg.chem.**, e-pasts: erika.teirumnieka@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract: *One of the major eutrophication - causing substances are all elements - phosphorus and nitrogen, which enters the surface water from agricultural areas, sewage treatment plants and other sources. Therefore, the more attention focused on the nutrient elements –phosphorus and nitrogen effects on algal growth and weight gain. In Rezekne Technology academy laboratory experiments were carried out under laboratory conditions, the algae, grown in weight gain, depending on the water temperature and nutrient concentration. Lake Burtnieks is analyzed with satellite data. The results shows that satellite data can be used for remote monitoring of bodies of water quality change and water quality forecasting.*

Keywords: *biogen pollution, Landsat 8, nitrogen, phosphorus, remote sensing, satellite image.*

Ievads

Labas kvalitātes ūdens ir nepieciešams gan cilvēkiem, gan dabai, gan saimnieciskajai darbībai. Ūdenstilpju stāvoklis, tuvs dabiskajam, ir nepieciešams, lai ūdenī dzīvojošajiem un to patērējošajiem organismiem būtu barība un nepieciešamās dzīvotnes. Tas attiecīgi nodrošina ūdens ekosistēmu stabilitāti un normālu funkcionēšanu [2].

Ūdenstilpju eitrofikācija un ūdens ekosistēmu degradācija ir atzīta par prioritāru vides problēmu Latvijā. Lai samazinātu eitrofikācijas negatīvās sekas, svarīga ir upju baseinu kompleksa apsaimniekošana. Ar piesārņojumu ir jāsaprot slāpekli (N) un fosforu (P) saturoši savienojumi, tā saucamie biogēnie elementi, kā arī silīcijs (Si), kālijs (K) un citi dzīvībai nepieciešami savienojumi, kas ar nokrišņiem, sevišķi sniega kušanas ūdeņiem, tiek izskaloti no augsnes un tieši vai caur meliorācijas sistēmām noplūst novadgrāvjos, ietek upēs un tālāk nonāk jūrā [1].

Pētījuma problēma: monitoringa veikšana ar laboratorijas metodēm ir salīdzinoši dārga un laikietilpīga. Ilgstošiem novērojumiem ir izmantojamas attālinātās pētījumu metodes.

Līdz ar to autore izvērza sekojošu **darba mērķi:** indikatorlielumu eksperimentāla atrašana ūdens kopējā piesārņojuma noteikšanai, izmantojot satelītstatus.

Darba mērķa sasniegšanai autore uzstāda sekojošus **darba uzdevumus:**

1. Apkopot informāciju par dabas ūdeņu piesārņojuma veidiem un līmeni;
2. Apkopot teorētiskos materiālus par satelītstatus izmantošanu vides piesārņojuma noteikšanā un vides izpētē;
3. Laboratorijas apstākļos veikt aļģu audzēšanu, mainot ūdens piesārņojuma koncentrāciju (izmantojot fosforu un slāpekli saturošos standartšķīdumus) un temperatūru;
4. Veikt Burtnieka ezera izpēti, izmantojot pieejamos satelītstatus un ūdens kvalitātes monitoringa datus;
5. Salīdzināt ar satelītstatus iegūtos vides kvalitātes rādītājus ar laboratorijas apstākļos iegūtajiem.

Materiāli un metodes

Laboratorijas apstākļos tika veikti eksperimenti, lai varētu noteikt aļģu intensitātes augšanas ietekmējošos faktorus. Tika pētīta trīs faktoru – fosfātu un nitrātu koncentrācijas, kā arī temperatūras ietekme uz aļģu masas pieaugumu, jo šie ir tie parametri, kas pēc literatūras avotiem ir minēti kā aļģu attīstībai un ziedēšanai noteicošie.

Aļģu masas pieaugums atkarībā no pievienotā biogēnā elementa koncentrācijas tika veikts pēc šādas metodes:

Ezera ūdens paraugam, kura tilpums ir 200ml tika pievienota noteikta koncentrācija biogēnā elementa (sk. 1.tabulā). Slāpekli saturošais savienojums tika izvēlēts KNO_3 un fosforu saturošais savienojums - Na_3PO_4 . Katras koncentrācijas paraugam tika veikti trīs paralēlie mērījumi. Paraugu temperatūra tika uzturēta konstanta $+20^{\circ}C$, jo aļģu intensīva augšana sākas pie $+18^{\circ}C$. Eksperimenta ilgums – 4 nedēļas. Tika veikts arī kontrolmērījums ezera ūdenim.

1.tabula

Pievienotā kopējā slāpekļa un kopējā fosfora koncentrācija ūdens paraugos

Nr.pk.	Pievienotais biogēnais elements	Pievienotā biogēnā elementa kopējā koncentrācija (attiecīgi N_{kop} un P_{kop}), mg/l
1.	N	0,1
2.		0,5
3.		1
4.		5
5.		10
6.		15
7.		20
8.	P	0,01
9.		0,05
10.		0,1
11.		0,5
12.		1
13.		1,5
14.		2
15.		2,5
16.	N+P	$N_{kop}0,1 + P_{kop}0,01$
17.		$N_{kop} 0,5 + P_{kop} 0,05$
18.		$N_{kop} 1 + P_{kop}0,1$
19.		$N_{kop} 5 + P_{kop} 0,5$
20.		$N_{kop} 10 + P_{kop}1$
21.		Ezera ūdens (biogēnie elementi nav pievienoti)

Pēc 4 nedēļām tika izfiltrēts katrs paraugs un izžāvēts žāvkapī $60^{\circ}C$. Izžāvētie paraugi tika nosvērti uz analītiskajiem svariem un aprēķināta aļģu masa. Izfiltrētajiem šķīdumiem tika noteikts kopējais fosfors un kopējais nitrātu daudzums ar spektrofotometru.

Aļģu masas pieauguma noteikšana atkarībā no ūdens temperatūras tika veikts pēc šādas metodes:

Eksperiments tika veikts četrās dažādās temperatūrās (sk. 2. tabulā). Katram paraugam tika veikti trīs paralēlie mērījumi. Biogēno elementu koncentrācija visiem paraugiem tika pievienota vienāda – $N_{kop} 5$ mg/l un $P_{kop} 0,5$ mg/l, kas ir virs maksimāli pieļaujamām koncentrācijām virszemes ūdeņos. Eksperimenta ilgums 4 nedēļas.

Ūdens temperatūra analizējamajiem paraugiem

N.p.k.	Temperatūra, °C
1.	10
2.	15
3.	20
4.	25

Pēc 4 nedēļām tika izfiltrēts katrs paraugs un izžāvēts žāvēskapī 60°C. Izžāvētie paraugi tika nosvērti uz analītiskajiem svariem un aprēķināta aļģu masa.

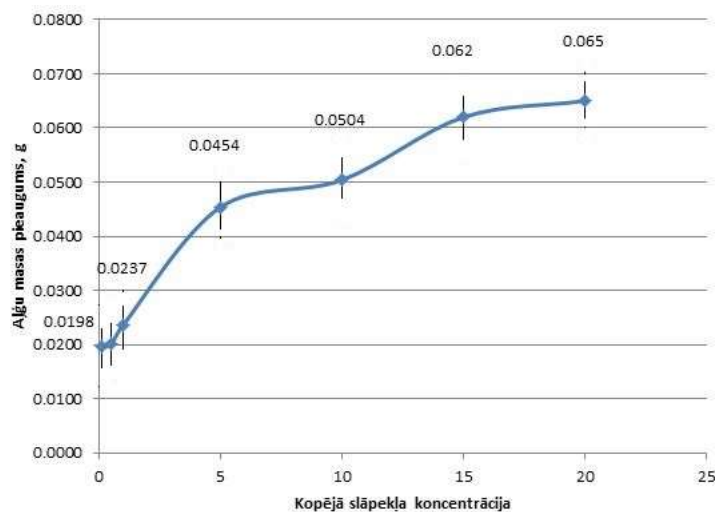
Rezultāti un to izvērtējums

Eksperimentu gaitā iegūtie rezultāti tika apkopoti un izveidotas diagrammas. Tika izpētīts aļģu masas pieaugums atkarībā no sākotnējās nitrātu koncentrācijas, fosfātu koncentrācijas, kā arī no sākotnējās nitrātu un fosfātu koncentrācijas.

Eksperimenta beigās tika pētīts arī uzņemtā slāpekļa un fosfora daudzums, nosakot to izfiltrētajam ūdenim.

Tā kā temperatūra ir viens no noteicošajiem faktoriem, kas ietekmē aļģu attīstību ūdenstilpnēs, tāpēc eksperimentāli tikai noteikta aļģu masas pieauguma atkarība no temperatūras.

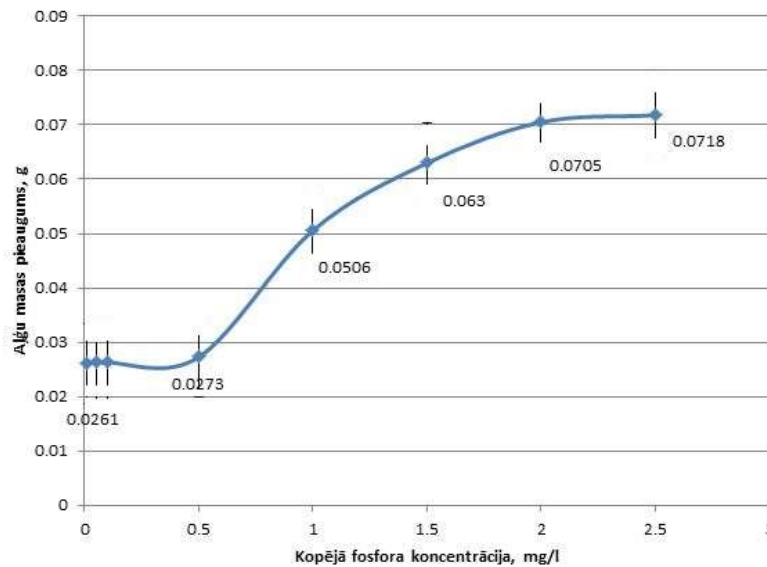
1.3. attēlā ir attēlota aļģu masas pieaugums pret sākotnējo nitrātu koncentrāciju. Pēc iegūtajiem datiem ir secināms, ka aļģu masas pieaugumu ietekmē nitrāti virszemes ūdeņu sastāvā, jo paaugstinoties nitrātu koncentrācijai, palielinās arī aļģu masa. Visstraujākais aļģu masas pieaugums ir iegūts, kad nitrātu koncentrācija paaugstinās no 1 mg/l uz 5 mg/l. Pie lielākām koncentrācijām no 5 mg/l līdz 20 mg/l aļģu masas pieaugums notiek gandrīz uz pusi lēnāk. Latvijas ezeros nitrātu daudzums svārstās no 1 līdz 2 mg/l [6].



1.attēls Aļģu masas pieaugums pret sākotnējo slāpekļa koncentrāciju

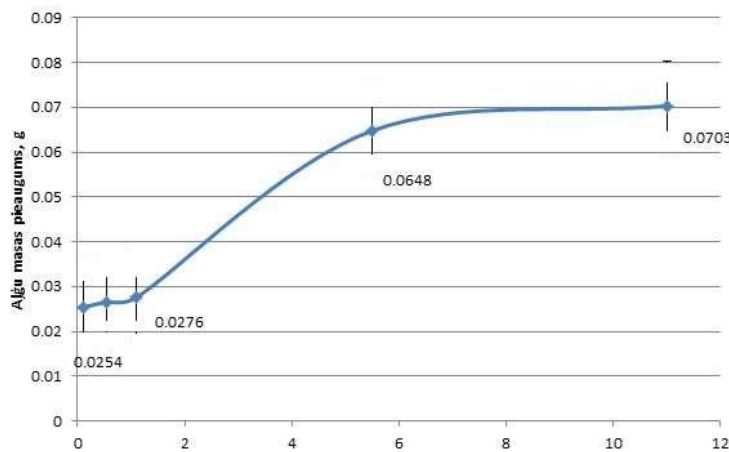
Fosfora savienojumiem ir liela nozīme ūdenstilpju eutrofikācijas procesos. Ja ūdenstilpēs fosfātu saturs ir >0,05 mg/l un ir pietiekami augsta temperatūra sākas intensīva aļģu vairošanās. 3.2.attēlā ir apkopoti iegūtie dati par aļģu masas pieaugumu atkarībā no fosfātu koncentrācijas. Pēc tā var secināt, ka fosfātu ietekme uz aļģu vairošanos ir ievērojama. Pie mazām fosfātu koncentrācijām, aļģu masas pieaugums ir niecīgs, savukārt, fosfātu koncentrācijai pieaugot no 0,5 mg/l līdz 1 mg/l, ir vērojams straujš aļģu masas pieaugums.

Fosfātu koncentrācijai pieaugot virs 1 mg/l aļģu masa vairs tik krasi nepieaug. To var izskaidrot ar to, ka koncentrācija ir tik liela, ka tā vairs neietekmē aļģu attīstību tik lielā mērā.



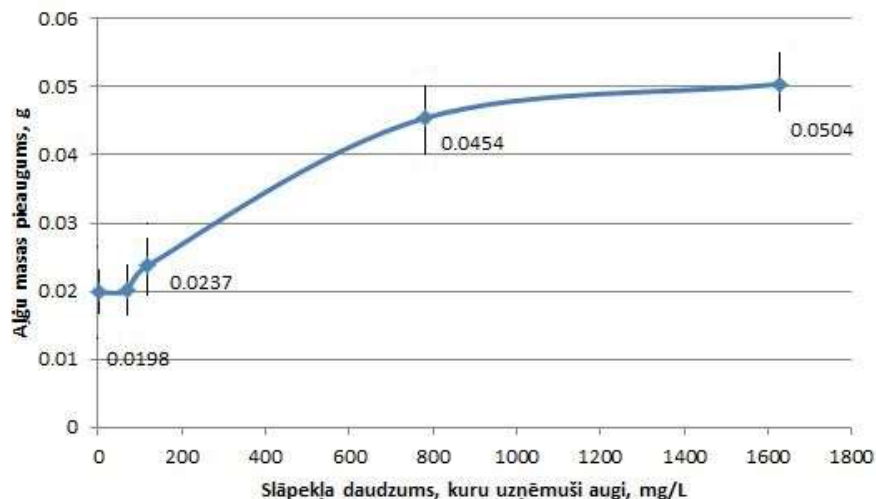
2.attēls Aļģu masas pieaugums pret sākotnējo fosfora koncentrāciju

Laboratorijā tika pētīta abu biogēno elementu – fosfora un slāpekļa kopējā ietekme uz aļģu masas pieaugumu. Grafikā (3.attēls) ir vērojama tāda pati tendence kā iepriekšējos grafikos (1.attēls un 2.attēls). Savukārt vislielākais masas pieaugums ir posmā 3-4, kurā slāpekļa koncentrācijas pieaugums ir no 1 mg/l – 5mg/l un fosfora koncentrācijas pieaugums ir no 0,1 mg/l – 0,5 mg/l.



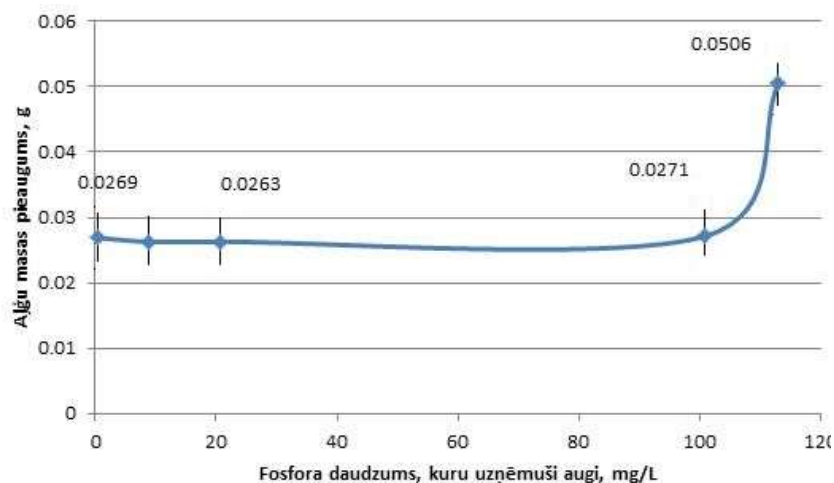
3.attēls Aļģu masas pieaugums atkarībā no sākotnējās slāpekļa un fosfora koncentrācijām

Aļģu masas pieaugums atkarībā no uzņemtā slāpekļa koncentrācijas (4.attēls). Aļģes efektīvāk spēj saistīt slāpekli no zemākas koncentrācijas šķīdumiem nekā no augstākās koncentrācijas šķīdumiem.



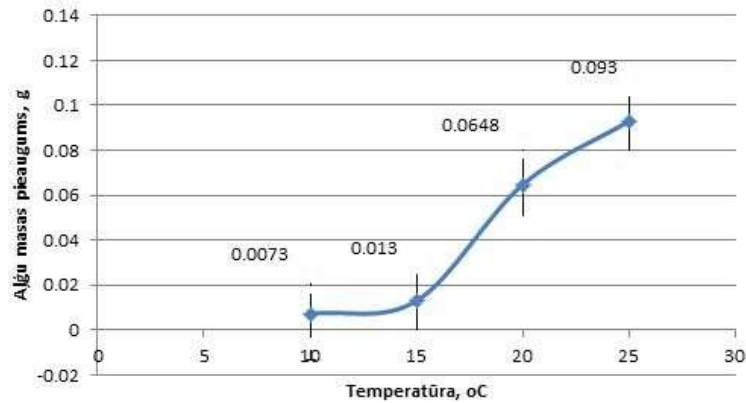
4.attēls Aļģu masas pieaugums atkarībā no uzņemtās slāpekļa koncentrācijas

Aļģes fosforu spēj saistīt līdzīgi kā slāpekli – pie zemām koncentrācijām labāk nekā pie augstām (5.attēls).



5.attēls Aļģu masas pieaugums atkarībā no uzņemtā fosfora koncentrācijas

Pēc literatūrā pieejamās informācijas – aļģu intensīva attīstība un vairošanās sākās, kad ūdens temperatūra ir uzsilusi vismaz +18°C [8]. Tāpēc laboratorijas apstākļos tika pētīts aļģu masas pieaugums, mainoties ūdens temperatūrai. Eksperimenta gaitā iegūtie rezultāti apkopoti 3.6.attēlā. Pēc attēlā redzamā grafika ir secināms, ka temperatūras ietekme uz aļģu masas pieaugumu ir ļoti svarīga. Pēc grafika ir redzams, ka aļģu masas lielākais pieaugums ir vērojams, temperatūrai pieaugot no +15°C līdz +20°C. Aļģu attīstība notiek arī pie zemākām temperatūrām, bet salīdzinoši niecīga, kā pie lielākām temperatūrām. Tā kā Latvijas ezeros vasaras laikā temperatūra ir robežās no +14°C līdz +24°C, tad ir redzams, ka temperatūras ietekme uz aļģu augšanu ir lielāka nekā biogēno elementu lielā koncentrācija. Līdz ar to var secināt, ka pie nelielām slāpekļa un fosfora koncentrācijām pie temperatūras no +15°C līdz +20°C sākas aļģu intensīva augšana. Tas nozīmē, ka izmantojot aļģes ir iespējams konstatēt jau nelielu biogēno elementu klātbūtni.



6.attēls Alģu masas pieaugums atkarībā no temperatūras

Burtnieka ezers ir ceturtais lielākais ezers Latvijā, kas atrodas Ziemeļvidzemes rietumdaļā. Administratīvi ezers ietilpst Burtnieku novada Burtnieku un Matīšu pagastā un robežojas ar Vecates pagastu. Ezera senākais zināmais nosaukums ir Astigjerve vai Asters. Tā savulaik ezeru saukuši šajā novadā dzīvojošie lībieši [3] [4].

Izvēloties objektu, kurš tiks pētīts ar satelītdatiem, tika atlasīti dati par virszemes ūdeņu kvalitāti Latvijā „Latvijas, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra” (LVĢMC) mājaslapas datu arhīvā [5]. Tika atlasīti trīs parametri kopējais slāpekļis, kopējais fosfors un ūdens temperatūra. Analizēšanai ar satelītdatiem tika izvēlēts Burtnieka ezers, jo tas ir klasificēts kā eitrofs un pēc LVĢMC pieejamajiem datiem, Burtnieka ezera novērojumu stacijā ir konstatētas paaugstinātas fosfora un slāpekļa koncentrācijas. Dati par ūdens kvalitāti Burtnieka ezera novērojumu stacijā pieejami no 2009.gada līdz 2013.gadam, savukārt Landsat 8 satelītdati sākot no 2013.gada. Ar satelītdatiem tika izanalizētas 2013.gada, 2014.gada un 2016.gada paraugi, jo 2015.gada vasarā visi uzņemtie satelītattēli virs Burtnieka ezera bija pārklāti ar mākoņiem, tāpēc tos nav iespējams analizēt.

Landsat 8 satelītattēli tika lejupielādēti ASV ģeoloģiskā dienesta mājaslapā [7]. Iegūtie satelītattēli tika apstrādāti ar programmas QuantumGIS palīdzību. Iegūto satelītattēlu izšķirtspēja ir 30x30 m. Izmantojot pansharpening rīku, ar algoritma palīdzību izšķirtspēja tika palielināta uz 15x15 m.

Hlorofilu saturošie organismi tiek pētīti, izmantojot infrasarkanu spektru (CIR), jo tie atstaro sarkano gaismu un ir iespējams detalizētāk noteikt veģetācijas stāvokli un sastāvu. Katram iegūtajam satelītattēlam tika izveidoti divi modeļi – naturālo krāsu modelis (RGB) un infrasarkanais modelis (CIR).

Analizējot iegūto 1.attēlā RGB modeli vizuāli var noteikt, ka Burtnieka ezera augšdaļā ir eitrofikācija – gaiši zaļgana krāsa. Apstrādājot satelītattēlu ar infrasarkanu krāsu modeli 1.attēlā CIR, tiek iegūta informācija, ka uz ūdens virsmas ir sastopama veģetācija – rozā krāsa (attēlos atzīmēti laukumi 1. un 2., kuros identificējama veģetācijas attīstība ūdenī).



7.attēls Burtnieka ezers 08.07.2013. RGB un CIR modeļi

Pēc LVĢMC datiem 2013.gada vasarā Burtnieka ezerā slāpekļa saturs svārstījās no 0,99 mg/l līdz 1,99 mg/l, fosfora saturs sasniedza 0,154 mg/l. Ūdens temperatūra 27.augustā sasniedza 21,2°C, kas nodrošināja labvēlīgus apstākļus aļģu attīstībai un ziedēšanai.



8.attēls Burtnieka ezers 24.08.2014. RGB un CIR modeļi

2014.gadā Burtnieka ezera monitoringa novērojumu stacijā netika veikti ūdens kvalitātes mērījumi. Analizējot un salīdzinot iegūtos satelītstatus 2014.gadā un 2013.gadā, 1.laukumā vizuālas izmaiņas nav manāmas, savukārt 2. laukumā ir redzams, ka ūdens virsmu ir pārklājuši ūdensaugi, ar lielāku hlorofila daudzumu.

2015.gadā iegūtie satelītstatus nebija derīgi analizēšanai, jo visos uzņēmumos Burtnieka ezers bija pārklāts ar mākoņiem.

Salīdzinot 2016.gada satelītattēlu ar 2014.gada satelītattēlu, nav manāmas ūdensaugu platību izmaiņas.



9.attēls Burtnieka ezers 29.06.2016. RGB un CIR modeļi

Salīdzinot visus iegūtos satelītattēlus no Landsat 8, var secināt, ka satelītstatus izmantošanu ūdens piesārņojuma noteikšanā var pielietot virszemes ūdeņu monitoringa sākumposmā. Iespējams analizēt lielas teritorijas, salīdzinoši ātrāk nekā apsekojot katru ūdenstilpni apvidū. Ar satelītstatus iespējams noskenēt, piemēram, visus Latvijas ezerus, identificēt, kuros pastāv eutrofikācijas pazīmes un pēc tam veikt kvalitātes analīzes šiem ūdens objektiem. Ar satelītstatus palīdzību nav iespējams noteikt piesārņojuma līmeni, aļģu sugu vai to kvantitāti, jo iegūto satelītattēlu izšķirtspēja ir 30x30 m, kuru paaugstinot līdz 15x15 m ar algoritma palīdzību, pastāv samērā liela kļūda. Lai iegūtu kvalitatīvākus datus, ūdenstilpnes autore piedāvā risinājumu – skenēt pētāmos objektus ar hiperspektrālajām kamerām, kuru izšķirtspēja ir augstāka, līdz ar to, no uzņemtajiem attēliem ir iespējams iegūt vairāk un precīzāku informāciju.

Secinājumi

1. Eksperimentu gaitā tika konstatēts, ka aļģu attīstība ir atkarīga no nitrātiem, fosfātiem un ūdens temperatūras, lielāka ietekme uz aļģu masas pieaugumu ir temperatūrai.

2. Vislielākais aļģu masas pieaugums vērojams, temperatūrai mainoties no 15°C uz 20°C, kas Latvijā novērojama no jūnija līdz augustam.

3. Lai detalizēti varētu izpētīt ūdens piesārņojumu ar satelītdatau palīdzību, ir nepieciešams analizēt un savākt pēc iespējas vairāk satelītuzņēmumu.

4. Viena no problēmām ir satelītdatau kvalitāte – uzņēmumi kurus aizklāj mākoņi, nav iespējams izmantot analizēšanai. Lai precizitāte būtu lielāka, nepieciešama augstāka attēlu izšķirtspēja.

Literatūra

1. *Aizaugušie bezgaisa ūdeņi uz arāja sirdsapziņas.* Sk.internetā (15.12.2016.) <http://www.videsvestis.lv/content.asp?ID=52&what=15>
2. Briede A. *Fosfora un smago metālu akumulācija Latvijas ūdenstilpēs.* Sk. internetā (01.11.2016.) <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/213>
3. *Burtnieka ezers.* Sk.internetā (15.12.2016.) <https://www.ezeri.lv/database/1846/>
4. *Burtnieka ezers.* Sk.internetā (16.12.2016.) http://www.burtniekunovads.lv/public/lat/turisms/dabas_objekti/burtnieka_ezers1/
5. *Datu meklēšana.* Sk.internetā (15.12.2016.) <http://www.meteo.lv/virszemes-udens-datu-meklesana/?nid=479>
6. Kļaviņš M., Cimdiņš P., (2004). *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība.* Rīga: Latvijas Universitāte.
7. *USGS Earth Explorer.* Sk.internetā (16.12.2016.) <https://earthexplorer.usgs.gov/>
8. Ūdens “ziedēšana” jeb mikroskopisko aļģu masveida vairošanās. Sk.internetā (10.12.2016.) <http://laukutikls.lv/nozares/zivsaimnieciba/raksti/udens-ziedesana-jeb-mikroskopisko-algu-masveida-savairošanas>

KOKAPSTRĀDES UZNĒMUMA NOTEKŪDEŅU RACIONĀLAS APSAIMNIEKOŠANAS TEHNOLOĢISKIE RISINĀJUMI

Autors: **Jānis Lupiķis**, e-pasts janislupikis6@inbox.lv,
Zinātniskā darba vadītājs: **Gotfrīds Noviks, Dr.habil.geol. prof.**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The paper explores the possibilities to treat wastewater with electroflotation method. Wastewater from wood processing industry were treated on constructed laboratory electroflotator at different temperatures and time intervāls. Obtained optimal treatment regimes.*

Keywords: *wastewater treatment, electroflotation, lignin, cellulose.*

Ievads

Viens no galvenajiem koksnes pārstrādes veidiem Latvijā ir finiera ražošana. Latvija ir lielākais saplākšņa ražotājs Austrumeiropā. Katru gadu tiek saražoti ap 140000 m³ saplākšņa. Tiek uzskatīts, ka tas ir viens no efektīvākajiem un ekonomiskākajiem bērza koksnes pārstrādes veidiem. Vienlaikus straujš produkcijas apjoma pieaugums uzņēmumā var atstāt ievērojamu ietekmi uz apkārtējo vidi. Finiera ražošanas atkritumi galvenokārt ir bērzu skaidas un miza līdz 145 t/gadā, kā arī lielā daudzumā notekūdeņi. Hidrotermiskā baseina koksnes notekūdeņu sastāvā ir celuloze, lignīns, ekstraktvielas. Hidrotermiskā apstrādes baseinā koksnes notekūdeņiem ir specifisks piesārņojums no koksnes suspendētām un izšķīdinātām vielām ar pH 5.2, kuru nespēj attīrīt pilsētas notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. Koksnes hidrotermiskās apstrādes rezultātā šķīdumā pāriet zem molekulārie lignīna, celulozes, ekstraktvielu savienojumi koloidālu daļiņu veidā, kas praktiski nesedimentē un nav atdalāmi filtrējot. Nozīmīgu kaitējumu ūdens krātuvēm var radīt izšķīdinātais skābais lignīns, ko nevar atdalīt no ūdens ar bioloģisko attīrīšanas metodi, izmantojot aktīvās dūņas. Salīdzinot ar vidējo pilsētas notekūdeņu sastāvu koksnes notekūdeņu specifiskā koncentrācija pārsniedz 3 reizes. Nonākot pilsētas notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas iekārtās tie negatīvi ietekmē mikroorganismu dzīvotspēju aerotankos. Tāpēc uzņēmumā notekūdeņi pēc lokālajām attīrīšanas iekārtām tiek atšķaidīti.[8,9], kā rezultātā palielinās kopējais notekūdeņu daudzums, tiek nelietderīgi izmantoti ūdens resursi. Labākais variants ir veikt notekūdeņu iepriekšējo attīrīšanu bez ķīmisko reaģentu izmantošanas. Analīze rāda, ka viena no perspektīvākajām metodēm koksnes notekūdeņu attīrīšanā varētu būt elektroflotācija [1,2].

Elektroflotācijas kamerā notiek šādi pamatprocesi:

Elektronu plūsma – ūdenī veidojošās elektronu plūsma izraisa ūdenī esošo daļiņu polarizāciju, kā rezultātā koloidālās daļiņas nogulsņējas, veidojas arī osmotiskais spiediens, kurš noārda baktērijas, cistas, vīrusus.[4]

Oksidēšanās – reducēšanās reakcijas. Neitrālā un skābā vidē uz anoda notiek ūdens molekulu polarizācija un izlāde ar skābekļa izdalīšanos un hidroksīda jonu veidošanās. Uz katoda noris elektroķīmiskā reakcija, kur notiek jonu reducēšanās ar gāzveida ūdeņraža izdalīšanos un ūdens molekulu veidošanos [5].

Elektrolīze – ūdens elektrolīta sadalīšanās procesā notiek gāzveida ūdeņraža un skābekļa veidošanās uz anoda un katoda.

Atkarībā no ūdens pH, uz elektrodiem notiek dažādas oksidēšanās - reducēšanās reakcijas[4].

Balināšana – process, kurā reakciju kamerā radušies skābekļa joni oksidē krāsvielas, cianīdus, baktērijas.[5]

Pārslōšanās – notiek elektrolītisko gāzes burbulīšu veidošanās (10 - 100 mlm). Gāzes burbulīšiem ir virsmas lādiņš, kurš sakrīt ar elektroda lādiņa zīmi, uz kura notiek attiecīgais elektroķīmiskais process. Tas veido labvēlīgus apstākļus disperso daļiņu savstarpējai

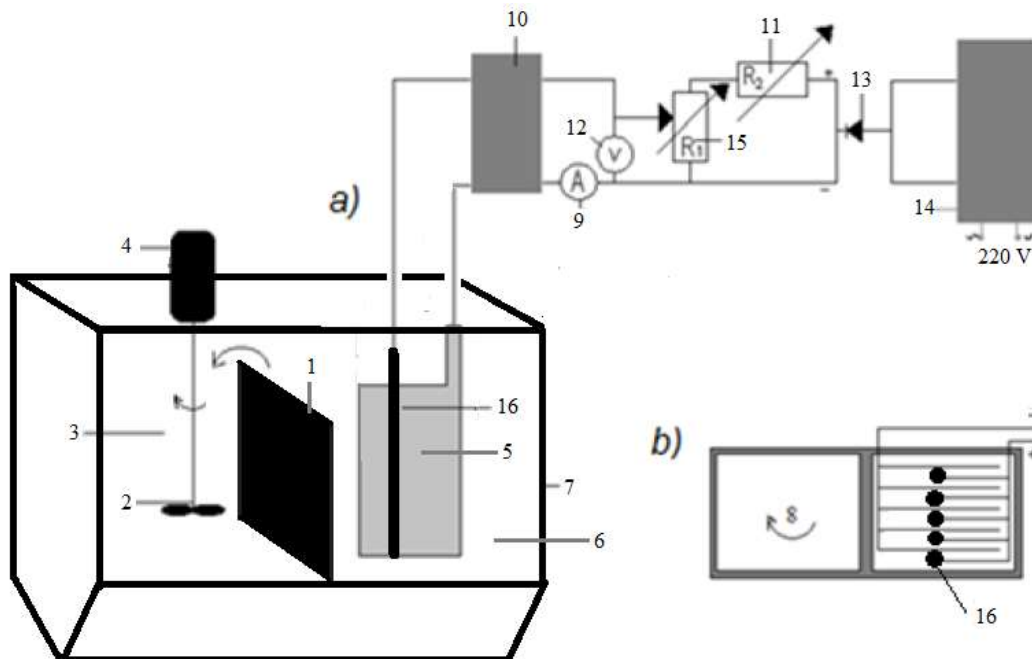
savienošanai, kā rezultātā rodas noturīgi flotokompleksi (pārslas), un tiek nodrošināti attīrīšanas procesi [6]

Materiāli un metodes

Pētījumu objekti – finiera ražotnes hidrotermiskā baseina koksnes notekūdeņi.

Notekūdeņi tika pakļauti elektorflotācijai uz izstrādātās laboratorijas elektroflotācijas iekārtas dažādos režīmos – pie dažādām temperatūrām un dažādiem flotācijas laikiem ar mērķi noteikt optimālos notekūdeņu apstrādes režīmus

Elektroflotācijas iekārtas izveidošana un darba parametru noteikšana



1. attēls Elektroflotācijas eksperimentālās iekārtas uzbūve

a) principiālā shēma, b) elektroflotācijas kameras skats no augšas. 1 - starpsienu; 2 – maisītāja rotors; 3- nosēdzone; 4- maisītāja elektromotors; 5- elektrodu pakete; 6- kamera; 7- korpuss; 8- maisītāj kamera; 9- ampērmetrs; 10- reversa slēdzis; 11, 15 – reostats; 12- voltmeters; 13- taisngrieža tilts; 14- transformators; 16 - grafiņa stieņi

Elektrodu kamerā (att.1) ir ievietota elektrodu pakete (5), kura sastāv no plakanām alumīnija plātnēm un starp plātnēm grafiņa stieņi, kuras sastiprinātas ar 5 garām skrūvēm. Lai nesaskartos, alumīnija plātnes atdalītas ar plastmasas cilindriskiem izolatoriem. Vidējais attālums starp alumīnija plātnēm 10,8 mm. Pāra un nepāra plātnes savienotas ar vadiem divās grupās, kuras pieslēdzamas pie taisngrieža, attiecīgi pie pozitīvā un negatīvā pola [3].

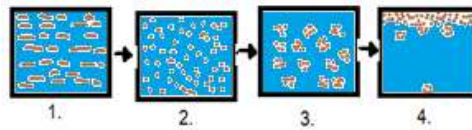
Nosēdvertnē ievietots maisītāja rotors ar lāpstiņām (2). Flotatora tvertnes apakša ir izveidota trijstūra prizmas formā, kurā sakrājas nogulsnes. Papildus aprīkojumā ietilpst: maiņstrāvas transformators (14), taisngrieža tilts (13), ampērmetrs (9), voltmeters (12) un reversa slēdzis (10) [5].

Elektroflotatora kamera tiek piepildīta ar notekūdeņu paraugu, uz alumīnija plātnēm tiek padota līdzstrāva un ieslēgts maisītājs.

Līdz ar to sākas flotācijas process, kurš sastāv no sekojošiem etapiem (2. att.):

1. Trīsvērtīgā alumīnija jonu Al^{3+} izdalīšanās.
2. Al^{3+} tiek izkļiedēts pa abām kamerām un sāk veidoties micellas Al_2O_3 .
3. Micellas centriem piesaistot piesārņojumu veidojas pārslas, kā arī notiek flotācijas process, kad piesārņojumam pielīp klāt skābekļa un ūdeņraža burbuļi.

4. Pēc elektriflotācijas procesa pārsļas nostājas ūdens virspusē [3]



2. attēls Elektroflotācijas procesa etapi. [3]

Eksperimenta uzdevums: izpētīt elektroflotācijas procesa efektivitāti atkarībā no koksnes notekūdeņu temperatūras c un elektroflotācijas laika t . Tika izstrādāts divu faktoru nepilnais faktoriālais eksperimenta plāns. Attīrīšanas procesa rezultāti tika vērtēti izmērot sākotnējo un apstrādāto notekūdeņu ζ SP, elektrovadītspēju, pH un nogulsneto vielu masu.

Pētījuma aparātūra:

Eksperimentu veikšanai tika izmantotas sekojošas iekārtas un laboratorijas piederumi: pašizgatavota elektroflotācijas iekārta- laboratorijas mēroga rūpnieciskās iekārtas prototips, elektrotesteris, reostats, vārglāze, svāri, stikla nūjiņa, mērcilindri, piltuves, filtrpapīri[3].

Eksperimentam tika ņemti reālie notekūdeņi no hidrotehniskā baseina. No tvertnes vidū esošā krāna eksperimentam ikreiz tika paņemti tieši 200 ml sagatavotā šķīduma. Analizējamam koksnes šķīduma paraugam tika nodrošinātas temperatūras: $C_1 = 10^{\circ}\text{C}$, $C_2 = 20^{\circ}\text{C}$, $C_3 = 30^{\circ}\text{C}$, $C_4 = 40^{\circ}\text{C}$, $C_5 = 50^{\circ}\text{C}$ [3].

Elektroflotācijas procesa darba gaita

Eksperimenta sākumā tiek saslēgta elektriskā shēma. Visā eksperimenta gaitā ar voltmetra un ampērmetra palīdzību nepārtraukti tiek kontrolēts strāvas stiprums un spriegums, kā arī šķīduma pH vērtība elektroflotācijas kamerā[3].

Pēc tam elektrisko ķēdi ar alumīnija elektrodu paketi pieslēdz pie strāvas avota un sākas elektroflotācijas process. [3]

Maisītājs pirmajā eksperimentā tiek darbināts 10 minūtes, otrajā eksperimentā 20 minūtes, trešajā eksperimentā 30 minūtes, ceturtajā eksperimentā 40 minūtes, piektajā eksperimentā 50 minūtes. Tāds laika intervāls tiek ieturēts eksperimentos ar visiem šķīdumiem. Vēlāk visu iekārtu izslēdz un nogaida 10 minūtes, lai dotā šķīduma pārsļas nostātos ūdens virspusē[3].

Analīžu veikšana

Organiskā stikla tilpnē vidus daļā atrodas krāns un no tā paņem 200ml ūdens, jo tilpnes vidus daļā ir dzidrāks šķīdums. Pēc tam samaisa šķīdumu un ar vārglāzes palīdzību paņem no organiskā stikla tilpnes šķīduma paraugu priekš pārsļu masas noteikšanas. Abi paņemtie paraugi tiek ielieti koniskajās kolbās. Un uz kolbas uzraksta kārtas numuru un novieto pie pārējām kolbām. Mēra pēc kritērijiem elektrovadītspējas un ķīmiskā skābekļa patēriņa izmaiņām[3].

Eksperimenta mainīgie un nemainīgie faktori

Eksperimenta plāns, mainīgie parametri:

- C - temperatūra : $C_1 = 10^{\circ}\text{C}$, $C_2 = 20^{\circ}\text{C}$, $C_3 = 30^{\circ}\text{C}$, $C_4 = 40^{\circ}\text{C}$, $C_5 = 50^{\circ}\text{C}$,
- laiks t : $t_1 = 10$, $t_2 = 20$, $t_3 = 30$, $t_4 = 40$, $t_5 = 50$ min.

Nemainīgie:

- strāvas stiprums $I = 2$ A
 - strāvas blīvums ir 52 A/m²
 - spriegums $V = 21 - 23$ V
- elektrodu materiāls - alumīnijs un grafiits

Pētījumu rezultātu apstrāde

Kopējo notekūdeņu skābumu nosaka pēc formulas:

$$C_{anal}^{sk} = \frac{C_{KCl} * V_{KCl} * V}{V_{izv} * m_{augšnes}} * 100 \text{ [ml/100ml]},$$

kur

C_{KCl} - KCl koncentrācija [g/ml],

V_{KCl} - KCl daudzums, izmantotais titrēšanai [ml],

V_{izv} - izvilkuma daudzums, kurš tika ņemts analīzei [ml].

Masas koncentrāciju (c) [ml/l], zinot daudzuma koncentrāciju (C_N) [mols/l], aprēķina pēc formulas : $C = C_N * M$, kur M ir vielas molmasa.

$$M_{C_{10}H_{18}N_2Na_2O_2} = 244 \text{ g/mol} = \frac{224 \text{ g/mol} * 0,05 \text{ N}}{1000 \text{ ml}} = 0,0122 \text{ ml/ml}$$

Kalcija satura **noteikšana** notekūdeņos :

1) Koksnes notekūdeņi no SIA "Verems"

$$C_{anal}^{sk} = \frac{C_{KCl} * V_{KCl} * V}{V_{izv} * m_{augšnes}} * 100 = \frac{0,0122 \text{ ml/ml} * 2,2 \text{ ml/ml}}{50 \text{ ml/ml}} * 100 = 0,532 \text{ ml/100ml} = 0,53$$

ml/l

2) Koksnes notekūdeņi pēc attīrīšanas

$$C_{anal}^{sk}(C_1 t_1) = 0,53 \text{ ml/l}; \quad C_{anal}^{sk}(C_2 t_2) = 0,47 \text{ ml/l}; \quad C_{anal}^{sk}(C_3 t_3) = 0,52 \text{ ml/l};$$

$$C_{anal}^{sk}(C_4 t_4) = 0,53 \text{ ml/l}; \quad C_{anal}^{sk}(C_5 t_5) = 0,52 \text{ ml/l}; \quad C_{anal}^{sk}(C_5 t_1) = 0,53 \text{ ml/l};$$

$$C_{anal}^{sk}(C_4 t_2) = 0,53 \text{ ml/l}; \quad C_{anal}^{sk}(C_2 t_4) = 0,51 \text{ ml/l}; \quad C_{anal}^{sk}(C_5 t_1) = 0,52 \text{ ml/l};$$

Kalcija un magnija kopējā satura noteikšana notekūdeņos:

1) Koksnes notekūdeņi no SIA "Verems"

$$C_{anal}^{sk} = \frac{C_{KCl} * V_{KCl} * V}{V_{izv} * m_{augšnes}} * 100 = 0,94 \text{ g/kg}$$

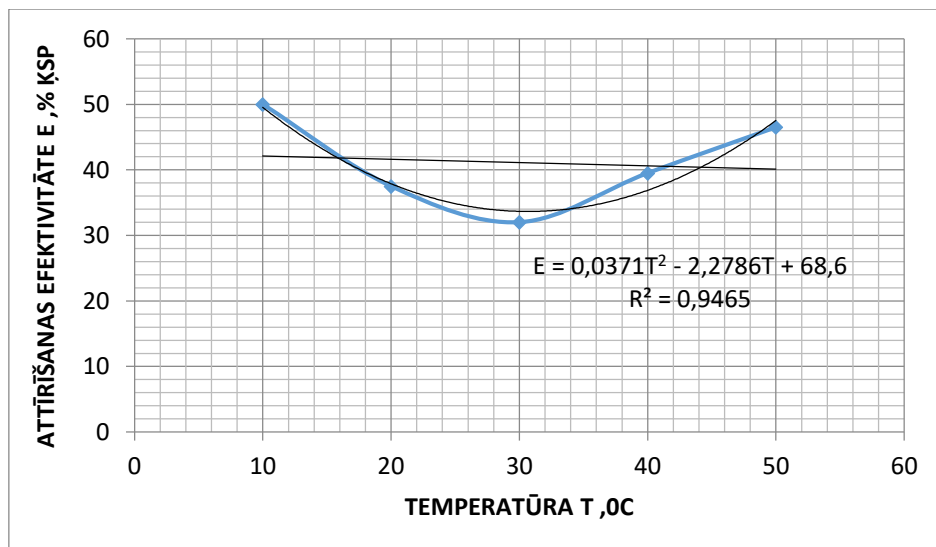
Pārslu masas aprēķins:

$$m_1 - m_2 = m_3$$

m_2 - filtrpapīra masa

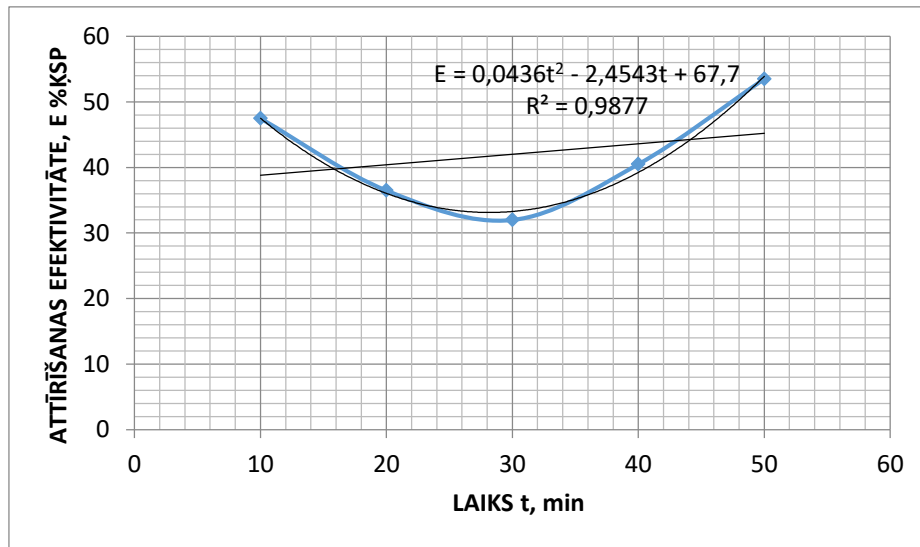
m_1 - filtrpapīra un sausās vielas masa (200ml)

m_3 - sausās vielas masa, $C_{1t_5} - 1,05 - 0,75 = 0,31 \text{ g}$, $1l - 1,5 \text{ g}$



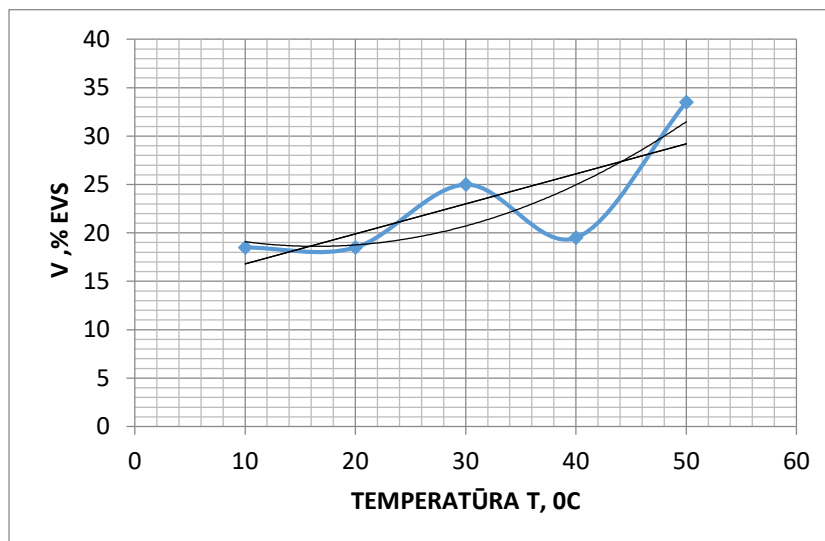
3.attēls Ķīmiska skābekļa patēriņa izmaiņas atkarībā no temperatūras T

Ķīmiskais skābekļa patēriņš tieši raksturo attīrīšanas efektivitāti. Vislielākais attīrīšanas efekts ir pie 10 °C kā arī otrais lielākais attīrīšanas efekts ir pie 50 °C, bet grafikā redzams, kas vismazākais attīrīšanas efekts ir pie 30 °C (att. 3.). Regresijas koeficients - 0,946 –korelācijas vienādojums precīzi apraksta sakarību starp ĶSP un temperatūru .



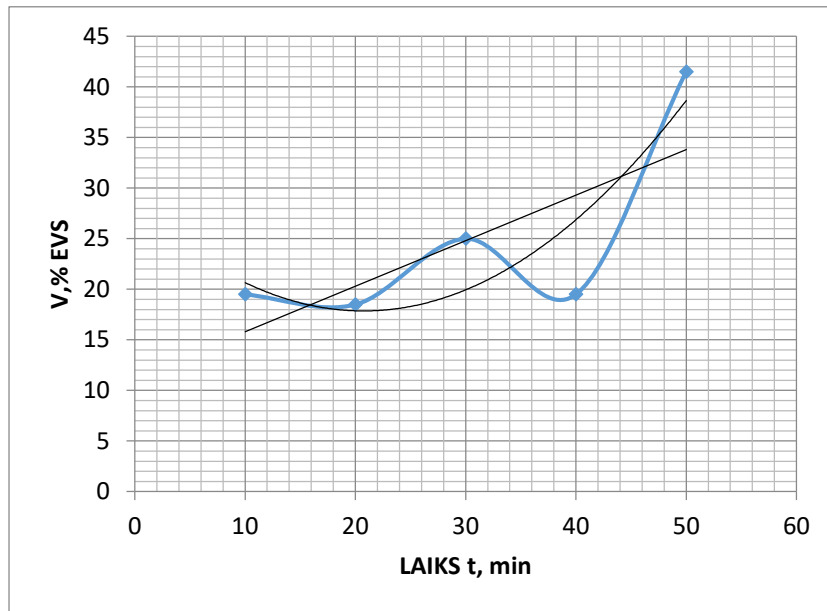
4.attēls Ķīmiska skābekļa patēriņa izmaiņas no elektroflotācijas laika t

Sakarība starp ĶSP izmaiņām un elektroflotācijas laiku rāda minimālo attīrīšanas efektu pie 30 min (att. 4.). Vislielākais attīrīšanas efekts ir pie 50 min, kā arī otrais lielākais attīrīšanas efekts ir pie 10 min. Izveidotā matemātiskā sakarība starp šiem lielumiem arī ir ar visai augstu regresijas koeficientu $R^2=0,9877$



5. attēls Elektrovadītspējas izmaiņas atkarība no temperatūras T

Elektrovadītspējas izmaiņas atkarība no temperatūras raksturo pieaugoša polinomu līkne ar minimumiem un maksimumiem (att. 5.). Minimuma punktos elektrovadītspēja ir liela, savukārt maksimuma punktos elektrovadītspēja ir maza. Elektrovadītspējas minimumi novērojami pie 10°C, 20°C, 40 °C, savukārt maksimumi pie 30°C un 50°C temperatūras. Koksnes notekūdeņi satur celulozi, lignīnu un ekstraktvielas. Maksimumi un minimumi saistīti ar attiecīgo daļiņu ķīmiskās mijiedarbības procesiem pie attiecīgiem laikiem un attiecīgās temperatūras.



6. attēls Elektrovadītspējas izmaiņas atkarība no elektroflotācijas laika t

Elektro vadītspējas izmaiņas atkarība no laika raksturo pieaugoša polinomu līkne ar minimumiem un maksimumiem. Elektro vadītspējas minimumi novērojami pie 10, 20, 40 min., savukārt maksimumi pie 30 un 50 min (att. 6.)

Pētījuma rezultāti

1. tabula

Eksperimenta rezultāti ar hidrotermiskā baseina koksnes notekūdeņiem

Faktoru līmeņi (C-temperatūra, t- laiks)	laiks	PH att., šķ.	EVS att. mS	ĶSP att., g/l	Nogulšņu masa(1L), g	Kalcija saturs notekūdeņos ml/l
C1t1	10	5,01	216	3,20	1,3	0,53
C2t2	20	5	215	3,52	1,5	0,47
C3t3	30	5,1	200	3,77	7	0,53
C4t4	40	5,08	211	3,20	7,25	0,53
C5t5	50	5,07	140	2,8	8	0,52
C5t1	10	5	217	2,68	1,4	0,53
C4t2	20	5,01	218	3,46	1,65	0,53
C2t4	40	5	219	3,38	6	0,51
C1t5	50	5	212	2,34	1,5	0,52

Neattīrīto notekūdeņu parametri : $\text{ĶSP}=5,51 \text{ g/l}$, $\text{EVS}=266 \text{ mS}$, $\text{pH}=5,17$, $C_{\text{anal.,kalcija saturs}}=0,53 \text{ ml/l}$.

Eksperimentālas iekārtās darbināšanas laiks (t) un temperatūra(C) ir mainīgie faktori, kurus mainot (savstarpēji kombinējot) tiek iegūti dažādi attīrīšanas efektivitātes rezultātus raksturojoši rādītāji. No tabulas 2.3. redzams, ka pie 30°C un pie 30 minūtēm ĶSP ir vislielākais ($3,77 \text{ g/l}$), savukārt vismazākais ($2,34 \text{ g/l}$) pie 10°C un 50 minūtēm. Vismazākā

elektrovadītspēja (140 mS) ir pie 50 °C un 50 minūtēm, tas ir loģiski, jo ir viss lielākā (219 mS) temperatūra un laiks, rodas vislielākā pārslu masa, bet pie vislielākā elektrovadītspēja ir pie 20 °C un 40 minūtēm. Vislielākā pārslu masa (8 g) ir pie 50 °C un 50 minūtēm, bet vismazākā (1,3 g) ir pie 10 °C un 10 minūtēm - mazākā laika un mazākās temperatūras. Neattīrītiem un attīrītiem koksnes notekūdeņiem pH (5-5,17) un kalcija (0,47 - 0,53 ml/l) saturs ir praktiski nemainīgs visos eksperimentos visā divfaktoriālā eksperimenta plāna gaitā (skat. 1. tabulu).

Secinājumi

Ķīmiskais skābekļa patēriņš (KSP) tieši raksturo attīršanas efektivitāti. Veicot eksperimentu ar kokapstrādes uzņēmuma notekūdeņiem izmantojot elektroflotācijas metodi tika noskaidrots, ka vislielākais attīršanas efekts atkarībā no temperatūras ir pie 10 °C un pie 50 °C, savukārt attīršanas efekts atkarībā no laika ir pie 10 un 50 min.

Izmantojot elektroflotācijas metodi koksnes notekūdeņu attīršanā vislielākais efekts tiktu panākts pie 10 grādiem un iekārtu darbinot 50 minūtes.

Elektrovadītspējas izmaiņas atkarība no temperatūras raksturo pieaugoša polinomu līkne ar minimumiem un maksimumiem. Elektrovadītspēja raksturo koksnes notekūdeņu ķīmisko daļiņu mijiedarbību elektroflotācijas laikā, taču daļēji var raksturot attīršanas efektivitāti.

Kopējā virzība: elektrovadītspēja cikliski samazinās, palielinoties gan laikam, gan temperatūrai.

Literatūra

1. Brovkina J., Promocijas darba kopsavilkums. Finiera ražošanas hidrotermiskā baseina notekūdeņu attīršanas metodes pilnveidošana, iegūto koagulātu raksturojums un izmantošanas iespējas, (Sk. Internetā 11.11.2016.) <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/15130>
2. Brovkina J., Sanita Skudra, Galija Šuļga, Publikācija, Finiera ražošanā izmantojamās bērzu koksnes hidrotermiskās apstrādes modeļa izstrāde. (Sk. Internetā 12.09.2016.) <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/8424/fulltext.pdf>
3. Lupiķis J. Diplomprojekts, Veļas mazgātavas notekūdeņu attīršanas ar elektrokoagulācijas metodi projekts, Rēzeknes Augstskola, Inženieru fakultāte. Zin.vad. Gotfrīds Noviks. Rēzekne, 71 lpp.
4. Wang C. Removal of COD from laundry wastewater by electrocoagulation/electroflotation, Sk. Internetā(10.26.2016.), <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389408011710>
5. Xueming C., Guohua C., Novel Electrode System for Electroflotation of Wastewater, Sk. Internetā(10.05.2016.), <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es011003u>
6. Матов, Б.М. *Электрофлотационная очистка сточных вод*. Кишинев: Картя Маолдаванеска, 1982.

IZŠĶĪDUŠĀ SKĀBEKĻA DAUDZUMS ŪDENĪ SKRIPSTU HES UZPLUDINĀJUMĀ DISSOLVED OKSYGEN LEVEL IN THE SKRIPSTI HPP DAM

Autors: **Māra Pružinska**, e-pasts: mara.p@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītāja: **Ināra Laizāne, Mg. paed. lektore**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas alejas 115, Rēzekne

Abstract. *The aim of research was to explore the dissolved oxygen concentration on the Skripsti dam. The research was made in the vegetation period on the year of 2016. For the determination of the oxygen level in the dam was used the oximeter. Tests were made in the start of summer, in the end of summer and in the late autumn.*

Keywords: *dam water, dissolved oxygen, water column stratification*

Ievads

Uz upes uzcelts aizsprosts iespaido ūdens kvalitāti tajā un raksturīgos upes ūdens rādītājus tādus kā izšķīdušā skābekļa koncentrāciju un ūdens temperatūru, jo aizsprosta dambis augšbjefā rada plašu ūdens spoguļvirsmu, kas akumulē saules enerģiju un ūdens virsma plašajā ūdenskrātuves teritorijā uzsilst un ir neraksturīga upes dabiskajai temperatūrai. Šie ūdens rādītāji ir svarīgi upē mītošo dzīvo organismu eksistencei un izmaiņas tajos var novest pie atsevišķu sugu indivīdu skaita samazināšanos vai pat iznīkšanu, jo tiek radīti mākslīgi stresa apstākļi, kas organismiem ar šauru ekoloģisko valenci var būt to eksistencei nelabvēlīgi. šādu uzsilušu ūdens masu, laižot pāri slūžām, var izraisīt stresa apstākļu radīšanu arī lejasbjefā, jo, iztekot cauri aizvaram, ūdens netiek atdzesēts un bagātināts ar skābekli, tādēļ aizsprosta uzpludinājuma ietekme var izraisīt sekas vēl vairākus kilometrus aiz aizsprosta, kamēr ūdens masa atdziest līdz upes raksturīgajai temperatūrai un papildinās ar skābekli dabiskos procesos. [1, 23] Uzpludinājumā izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir ļoti svarīgs faktors zivju sugu eksistencei un daudzveidībai tajā un zivju resursu saglabāšanā ūdenskrātuves teritorijā.

Pavasārī ūdens temperatūra ūdenskrātuvju tilpnēs ir gandrīz vienāda jebkurā ūdenskrātuves dziļumā, tā rezultātā ūdenī izšķīdušās gāzes ir vienmērīgi sajauktas, bet, iesilstot apkārtējai vides temperatūrai, var veidoties ūdens stratifikācija, tas ir, ūdens virskārta kļūst vieglāka un siltāka, bet vēsākais ūdens, kas ir blīvāks, izveido stabili apakšējo slāni, tādēļ vasarā apakšējā slāņa cirkulācija ūdenskrātuvē var tikt traucēta un izšķīdušā skābekļa līmenis apakšējā slānī samazināties, jo samazinās kontakts ar gaisu un fotosintēze norit traucēti. Atkritumu produktu oksidēšanās un sadalīšanās var vēl vairāk samazināt skābekļa līmeni apakšējā slānī. Šāda ūdens stratifikācija var ilgt vairāku nedēļu garumā un šādi nelabvēlīgi apstākļi, kā arī pēkšņas lietusskābes, kuras atvēsinās augšējā slāņa ūdeni, izraisot apakšējā slāņa un augšējā slāņa sajaukšanos, tādējādi samazināsies kopējais izšķīdušā skābekļa līmenis, var izraisīt masveida zivju slāpšanu. [2, 1] Šāds process, kad augšējais slānis kļūst vēsāks un izraisa ūdens slāņu sajaukšanos, novērojams arī rudens sezonās. Ja ūdenskrātuve ir aizsalstoša ziemas sezonā, tad skābekļa šķīšana starp gaisu un ūdens virsmu tiek pārtraukta, rezultātā ūdenskrātuvē bīstami var samazināties izšķīdušā skābekļa koncentrācija, kas var novest pie zivju slāpšanas. [3, 4]

Ja izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir zem pieļaujamajām minimālajām vērtībām, strauji pieaug zivju mirstība, arī reprodukcijas līmenis, piemēram, ja izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir zemāka kā 6 mg/l, laši nav spējīgi nārstot, bet, ja koncentrācija ir zemāka kā 2 mg/l, izzūd bezmugurkaulnieku fauna, bet, ja koncentrācija ir zemāka kā 1 mg/l, tad strauji samazinās bentosā mītošo organismu skaits. [4, 3]

Vasaras periodā novērotā koncentrācija izplūstošajos ūdeņos var būt sliktāka kā ūdenskrātuves virsējam slānim ūdens noslāņošanās dēļ, bet ziemas, pavasara un rudens

periodos ūdens masa ūdenskrātuvē ir samaisījusies un novērotās izšķīdušā skābekļa koncentrācijas ir līdzīgas. Anomāla skābekļa koncentrāciju palielināšanās apakšējos slāņos var tikt novērota rudens sākumā, kad apakšējā slāņa ūdens masa sāk izsīkt, bet patstāvīgi ūdenskrātuvē ieplūst auksta ūdens masa, rodoties ūdens starpslānim, kur temperatūras gradients mainās straujāk. [3, 5]

Materiāli un metodes

Skipstu hidroelektrostacija celta uz Vijas upes piecpadsmitā kilometra un atrodas Vijciema pagasta teritorijā, kur izveidota Jaunlezdiņu ūdenskrātuve. Ūdenstilpe tiek izmantota HES turbīnu darbināšanai. Pie aizvāriem ūdenskrātuves dziļums sasniedz 3 metrus. Ūdenskrātuves spoguļvirsmas platība pie normālā ūdens uzstādīšanas līmeņa ir 8,8 ha, bet 5,5 ha no ūdenskrātuves teritorijas ir seklūdens zona, kur ūdens dziļums nepārsniedz 0,8 metrus.

Lai noteiktu ūdenskrātuves ietekmi uz dzīvo organismu nepieciešamo izšķīdušā skābekļa koncentrāciju, ūdenskrātuves teritorijā un lejasbjefā tika veikti šī parametra mērījumi. Izšķīdušā skābekļa mērījumi Vijas upes Jaunlezdiņu ūdenskrātuvē tika veikti 2016. gada 21. maijā plkst. 15.00, 18. septembrī plkst. 15.00, 6. oktobrī plkst. 14.00. Vienā mērījuma veikšanas dienā tika izdarīti četri mērījumi augšbjefā pie aizsprosta slūžām ik pa dziļuma metram un divi mērījumi ūdenskrātuves seklūdens zonā, kā arī viens mērījums tika veikts lejasbjefā 7 km pa upi uz leju no aizsprosta. Mērījumi tika veikti ar Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas mobilo izšķīdušā skābekļa mēriekārtu (oksimetru) ūdeņos LDO101, diapazonā no 0 līdz 10 mg/l mēraparāta precizitāte $\pm 0,1$ mg/l. Mērījumu izdarīšanas brīdī maijā un septembrī aizsprosta turbīna nedarbojas un cauri aizsprostam plūst ūdens ar minimālo garantēto caurplūdumu, oktobrī, veicot mērījumus, uzstādītā hidroturbīna darbojas.

Rezultāti un to izvērtējums

Vasaras sākumā ūdenskrātuvē pie slūžām virsējā slānī izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir tikai par 0,16 mg/l mazāka, kā tā ir lejasbjefā, kas skaidrojams ar intensīvāku skābekļa iztvaikošanu no ūdens virsmas un ūdens masas lielāku temperatūru (17,4 °C) kā lejasbjefā (13,3 °C). Ūdenskrātuves seklūdens zonā koncentrācija ir zemāka par 1 mg/l kā tā ir pretī slūžām, kas izskaidrojams ar apaugumu seklūdens zonā un ūdens masas relatīvu nekustīgumu, jo ūdenskrātuvē pretī slūžām ūdens apmaiņa noris intensīvāk.

Septembra vidū ūdenskrātuvē izšķīdušā skābekļa koncentrācija (4,58 mg/l pie slūžām un 4,86 mg/l seklūdens zonā) ir tuvu kritiskajai robežai zivīm nepieciešamai minimālai skābekļa koncentrācijai, kas ir 4 mg/l, ko varētu izskaidrot ar veģetācijas perioda beigu posmu, vasaras sezonas beigām, kurā bija novērojamas augstas gaisa temperatūras, kā arī ūdenskrātuves ūdens masas nekustīgumu, jo mērījuma dienā ūdenskrātuvē turbīna nedarbojas un ūdens lejasbjefā plūst tikai mazūdens garantētā caurplūduma apmērā.

Oktobra sākumā ūdenskrātuvē izšķīdušā skābekļa koncentrācija, salīdzinot ar skābekļa koncentrāciju lejasbjefā, atšķiras zemāka par 1,7 mg/l, tomēr izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir tuvu optimālajai skarveidīgajām zivīm nepieciešamajai koncentrācijai (~ 7 mg/l). Skābekļa koncentrācijas palielināšanos ūdenskrātuvē, salīdzinot ar septembra novērojumiem var izskaidrot ar ūdens masas ātrāku apmaiņu, jo mērījumu izdarīšanas brīdī darbojas aizsprostā uzstādītā turbīna, kā arī ar ūdens masas ūdenskrātuvē atdzišanu.

Izšķīdušā skābekļa mērījumi 2016. gada 21. maijā, 18. septembrī un 6. oktobrī apkopoti un doti 1. tabulā.

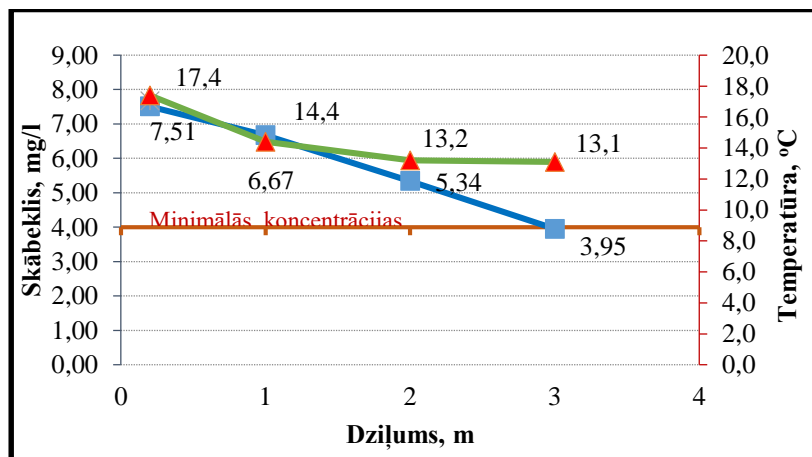
1.tabula

Izšķīdušā skābekļa mērījumu rezultāti Jaunlezdīņu ūdenskrātuves augšbjefā un lejasbjefā

Datums	Dziļums, m	Augšbjefā pie slūžām		Augšbjefā, seklūdens zona		Lejasbjefā	
		Skābeklis O ₂ , mg/l (±0,1 mg/l)	Temperatūra °C	Skābeklis O ₂ , mg/l (±0,1 mg/l)	Temperatūra °C	Skābeklis O ₂ , mg/l (±0,1 mg/l)	Temperatūra °C
21.05.	0,2	7,51	17,4	6,52	16,3	7,67	13,3
	1	6,67	14,4	6,42	14,9	-	-
	2	5,34	13,2	-	-	-	-
	3	3,95	13,1	-	-	-	-
18.09.	0,2	4,58	13,9	4,86	13,9	7,91	12,5
	1	4,99	13,2	4,91	13,4	-	-
	2	5,32	12,8	-	-	-	-
	3	5,21	12,7	-	-	-	-
06.10.	0,2	7,08	9,1	6,88	8,7	8,77	8,5
	1	8,16	8,4	6,51	8,5	-	-
	2	8,23	8,3	-	-	-	-
	3	8,20	8,2	-	-	-	-

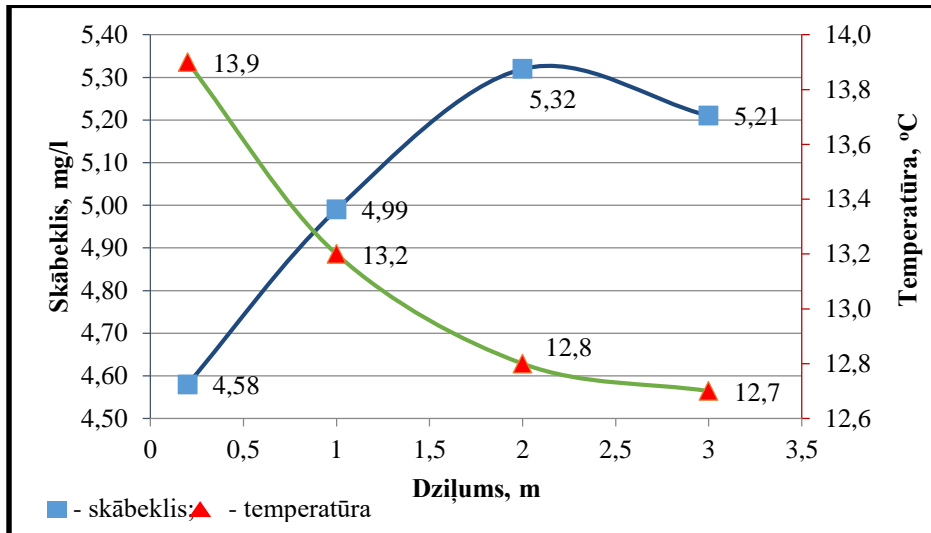
Lejasbjefā novērotās izšķīdušā skābekļa koncentrācijas ir augšbjefa maz ietekmētas, ko var izskaidrot ar Vijas upes avotainību un lielo attālumu no hidrotehniskās būves līdz mērījumu vietai lejasbjefā (7 km). Maijā novērotā koncentrācija salīdzinoši bija vismazākā (7,67 mg/l), bet pakāpeniski pieauga (septembrī 7,91 mg/l un oktobrī 8,77 mg/l), ko varētu izskaidrot ar upes ūdensaugu fotosintēzi veģetācijas periodā.

Lai uzskatāmāk parādītu izšķīdušā skābekļa koncentrācijas atkarību no ūdens dziļuma un ūdens temperatūras, izšķīdušā skābekļa un temperatūras salīdzinājums Jaunlezdīņu ūdenskrātuvē pie slūžām ir apkopots 1., 2., 3. attēlos.



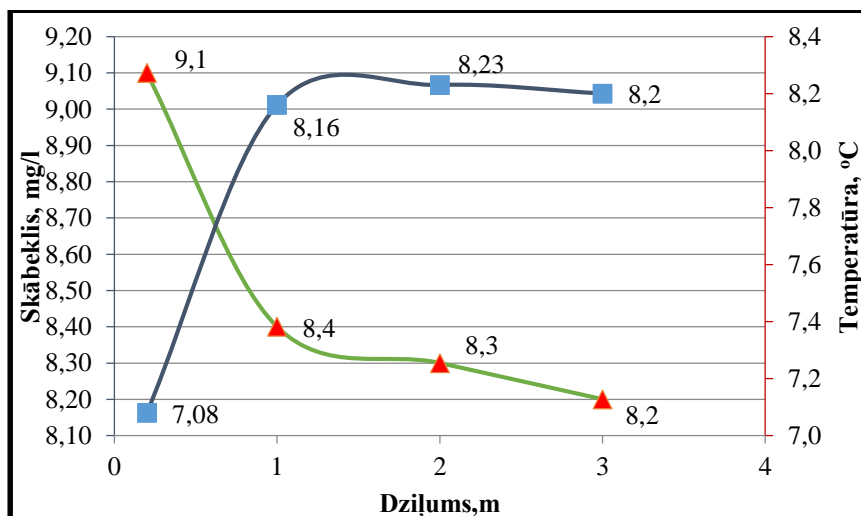
1. attēls Izšķīdušā skābekļa un temperatūras atkarība no ūdens dziļuma ūdenskrātuvē 21.05.

21. maija novērojumos (skatīt 1. attēlu) vērojama ūdenskrātuves ūdens stratifikācija, tas ir, noslāņošanās – temperatūra un izšķīdušā skābekļa koncentrācijas pazeminās, palielinoties ūdens dziļumam. Apakšējā ūdens slānī skābekļa koncentrācija (3,95 mg/l) ir zem zivju eksistences minimālajai izšķīdušā skābekļa koncentrācijas robežai (4 mg/l), kas var būt bīstami ūdenskrātuves uzkrāšanas perioda turpināšanās gaisa temperatūras palielināšanās gadījumā, jo skābekļa koncentrācija šādos apstākļos var samazināties arī augšējos slāņos.



2. attēls Izšķīdušā skābekļa un temperatūras atkarība no ūdens dziļuma ūdenskrātuvē 18.09.

Septembra vidū veiktie mērījumi parāda (skatīt 2. attēlu), ka izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir visaugstākā 2 metru dziļumā (5,32 mg/l), bet zemākā – ūdens virsmā (4,58), ko varētu izskaidrot ar ūdenskrātuves plašo seklūdens zonu ar apaugumu, kur notiek intensīvi veģetācijas procesi – augi ne tikai fotosintēzē, bet arī patērē saražoto skābekli, šajā gadījumā vairāk kā saražo, kā arī lielā virsmā ir lielākā kontaktā ar gaisu, tādēļ notiek pastiprināta skābekļa oksidēšanās, kamēr zemākajos ūdens slāņos notiek ūdens masas bagātināšanās ar pietekošo ūdeni. Visā ūdenskrātuves dziļumā izšķīdušā skābekļa koncentrācijas ir tuvu kritiskajai 4 mg/l koncentrācijai, ko var izskaidrot ar ūdenskrātuves darbošanos uzkrāšanas režīmā, tas ir, lejasbjefā plūst tikai minimālais garantētais caurplūdums.



3. attēls Izšķīdušā skābekļa un temperatūras atkarība no ūdens dziļuma ūdenskrātuvē 06.10.

Arī oktobrī vērojama līdzīga situācija septembrī ūdenskrātuvē novērotajai (skatīt 3. attēlu) – vismazākā skābekļa koncentrācija novērota pie ūdens virsmas – 7,08 mg/l, bet visaugstākā – 2 metru dziļumā. Kopumā vērtējot ūdenskrātuvē novērotās izšķīdušā skābekļa koncentrācijas, tās ir dzīvo organismu izdzīvošanai nepieciešamo optimālo koncentrāciju robežās, tas ir, no 7 – 8 mg/l robežās.

Secinājumi

1. Izvērtējot iegūtos mērījumus, Vijas upē novērotās izšķīdušā skābekļa koncentrācijas ir atkarīgas no veģetācijas perioda posma un ūdens temperatūras, ūdens slāņa dziļuma, kā arī ūdenskrātuves darbošanās režīma.
2. Veģetācijas perioda sākumā ūdenskrātuvē, tai esot uzkrāšanas režīmā, ir izteikta ūdens slāņu stratifikācija, jo augšējais slānis ir ar palielinātu kontaktvirsmu ar gaisu, bet, palielinoties ūdens dziļumam, skābekļa koncentrācija izsīkst un ir nepietiekama 3 metru dziļumā.
3. Vasaras beigās ūdenskrātuves eitrofikācijas dēļ aizsprosta uzkrāšanas režīmā ūdenī skābekļa koncentrācija visos slāņos ir tuvu kritiskajai (4 mg/l), jo seklūdens zonā pastiprināti noris augu vielmaiņas procesi, kuros skābeklis tiek patērēts vairāk kā saražots.
4. Vēlā rudenī pie turbīnu palaišanas ūdenskrātuvē īsā laika periodā izšķīdušā skābekļa koncentrācijas palielinās tuvu upes dabiskajā vidē novērotajām koncentrācijām.
5. Veģetācijas perioda otrajā pusē ūdenskrātuvē nav novērojama ūdens slāņu stratifikācija, jo notiek pastiprināti augu dzīvības procesi ūdenskrātuves augšējā slānī, tādējādi tur skābekļa koncentrācija samazinās, bet apakšējā slānī notiek bagātināšanās ar pietekošajiem upes skābekli bagātajiem un vēsajiem ūdeņiem, tādēļ aptuveni 2 metru dziļumā izšķīdušā skābekļa koncentrācija ir visaugstākā ūdenskrātuves šķērsgriezumā.

Summary

Evaluating the dissolved oxygen concentrations of the Skripsti dam, the concentrations are dependent on the stage of the vegetation season and water temperature as well as operating mode in the reservuar. In the start of the summer in the reservuar can watch the water depth levels stratification where in the top water levels dissolved oxygen concentrations and water temperature are more, but in the bottom in the reservuar the dissolved oxygen concentrations is almost critical (≤ 4 mg/l) for fish existence and water temperature is low. In the autumn the dissolved oxygen concentration of the upper level is lower than in the bottom. The cause of this is the plant consummation of the oxygen more than production of the photosynthesis process as well as a large surface area is in contact with air increasing the oxygen oxidation, while the lower layers of the water enrich with inflowing water in the reservuar.

The project has practical importance because it shows dissolved oxygen concentration fluctuations in the dam of Skripsti and from that may predict the dam impact on the fish resources in the dam water.

Literatūra

1. Tooma, A. Iesprostotā ūdens spēks. *Vides Vēstis*. 2006. Nr.1(86). 20 - 24. lpp.
2. Latvijas Zivju resursu aģentūra. Ūdens kvalitātes rādītāji. Sk. Internetā (02.06.2016.) <http://promiwa.bior.gov.lv/index.php?id=343&top=0>
3. Bevelhimer, M. S., & Coutant C., C. *Assessment of dissolved oxygen mitigation at hydropower dams using an integrated hydrodynamic/ water quality/ fish growth model*. Tenesy,USA: Oak Ridge National Laboratory. 2006. 59 p.
4. Fondriest Environmental. *Monitoring oxygen at hydropower facilities A guide to understanding and establishing dissolved oxygen as real - time monitoring solution*. Fairborn, USA: Fondriest Environmental. 2015. 12 p.

KOKSNES PELNU IZMANTOŠANAS EKSPERIMENTĀLAIS PAMATOJUMS

EXPERIMENTAL JUSTIFICATION USE OF WOOD ASH

Autors: **Dana Veselova**, e-pasts: dana.veselova@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: **Rasma Tretjakova, Dr.biol. docente**, e-pasts: rasma.tretjakova@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115/K-4, Rēzekne

Abstract. *Biomass as a source of energy will reduce dependence on imported fossil fuels, but at the same time, we add value to countries where biomass fuel sources are just beginning to thrive, in addition to providing renewable energy sources. Biomass energy is recognized as an important component in many countries, as future energy scenario and could contribute significantly to the economic, social situation and environmental objectives. Therefore, the emphasis on biomass as an alternative to fossil fuels has increased in recent times. Research has been conducted for the determination of ash wood, wood ash adding soil, wood ash addition of concrete, but to results subdivisions include information on the quantity of wood ash, wood ash for the soil, concrete strength and determination of wood pellets ash compression.*

Keywords: *wood ash, ash impacts, concrete with ash admixture*

Ievads

Biomasa kā enerģijas avots samazinās atkarību no importētajiem fosilajiem kurināmā veidiem, bet tajā pašā laikā, mēs pievienojam vērtību valstīm, kur biomasas kurināmā avoti tikai sāk zelt, papildus nodrošinām atjaunojamās enerģijas avotus. Biomasas enerģija ir atzīta par svarīgu sastāvdaļu daudzās valstīs, kā nākamo enerģētikas scenāriju un varētu būtiski veicināt ekonomisko, sociālo stāvokli un vides mērķu sasniegšanu. Piemēram, biomasas patlaban ir aptuveni 8 – 15% no pasaules enerģijas piegādes – siltuma, elektrības, bet līdz 2050. gadam jāizpilda 33 – 50% no pasaules pašreizējā primārā enerģijas patēriņa. Turklāt, šķiet, aizstāšana fosilā kurināmā ar biomasu, ir efektīva stratēģija, lai apmierinātu ne tikai pasaules enerģijas pieprasījumu nākotnē, bet arī prasību, lai samazinātu siltumnīcefekta gāzu (SEG) un fosilā kurināmā sadegšanas oglekļa emisijas. Tāpēc uzsvars uz biomasas kā alternatīvu fosilās enerģijas ir pieaudzis pēdējā laikā. [7, 9]

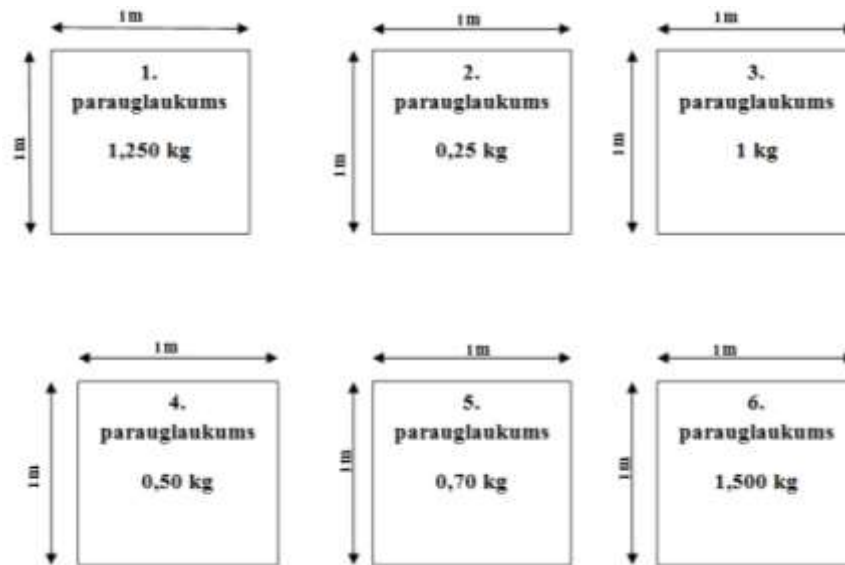
Biomassas apkures sistēmas ir lieliska atbilde ne tikai 2020. gadam, līdz kuram Latvija un daudzas citas valstis ir apņēmušās spert virkni soļu zaļākas un energoefektīvākas valsts virzienā. Tostarp palielināt atjaunojamo energoresursu izmantošanu par 8 procentpunktiem. Par izvirzītajiem mērķiem un veidiem, kā tos sasniegt ir runāts un rakstīts daudz, tāpēc ir svarīga šī procesa virzība, ir vietējās izcelsmes kurināmās koksnes produktiem. [10]

Biomassas katlumājās saražoto pelnu apjoms atkarīgs no šķeldu kvalitātes, gaisa temperatūras un ražošanas režīma. Visi pelni tiek deponēti izgāztuvē, kas pats par sevi ir maksas pakalpojums. Līdzīgi rīkojas arī daudzas citas katlumājas, kaut gan daļa industriālo šķeldu patērētāju atraduši iespēju pelnus atdot vai par simbolisku cenu pārdot zemniekiem lauksaimniecības zemju mēslošanai, tādā veidā atbrīvojot sevi no izmaksām par atkritumu apsaimniekošanu. Ņemot vērā, ka B kategorijas piesārņojošās darbības atļaujās pelni norādīti kā nebīstami atkritumi, nav īsti skaidrs kāpēc tā nedara visas katlumājas. Kas attiecas uz kokapstrādes uzņēmumiem, tie rīkojas līdzīgi, vai arī pelnus no apkures katliem vienkārši deponē turpat uz vietas savā teritorijā. Ir arī tādi, kas atraduši veiksmīgu sadarbības modeli ar vietējo pašvaldību, kas pelnus izmanto savām vajadzībām. [5]

Materiāli un metodes

Pelnu daudzuma noteikšana koksnei tika veikta balstoties uz LVS CEN/TS 14775 “Cietās biodeģvielas. Pelnu satura noteikšanas metode”. [4]

Tika ierīkoti seši parauglaukumi, kur tika izkliedēti pelni, kas tika ņemti no “Newfuels” granulu ražotāja, uz to brīdi, kad tika ņemti pelni koksnes sastāvs – 33,4% lapu koks, 33,4% skujkoks, 33,4% bērzs. Pirmajā parauglaukumā tika izkliedēti 1,250 kg pelnu un 1m² augsnes, otrajā parauglaukumā tika izkliedēti 0,25g pelnu uz 1m² augsnes, trešajā parauglaukumā tika izkliedēti 1 kg pelnu uz 1m² augsnes, ceturtajā parauglaukumā tika izkliedēti 0,50kg pelnu uz 1m² augsnes, piektajā parauglaukumā tika izkliedēti 0,70 kg pelnu uz 1m² augsnes, sestajā parauglaukumā tika izkliedēti 1,500 kg pelnu uz 1 m² augsnes. Pirms pelnu izkļiedes no šiem parauglaukumiem tika ievākti augsnes paraugi 30 – 40 cm dziļumā. Pelni pa parauglaukumiem tika izkliedēti ar sieta palīdzību, izkļiede notika 2016. gada maija mēnesī, un paraugu atkārtota ņemšana notika 2016. gada oktobra mēnesī (*skat. 1. attēlu*).



1. att. Parauglaukumu izvietojums

Elektrovadītspējā noteikt balstoties uz ISO 11265:1994 Soilquality – Determination of the specific electrical conductivity. [3]

pH lieluma noteikšana paraugos tika balstīta uz ISO 10390:2005 Soilquality – Determination of H. [2]

Hlorīd – jonu saturs noteikšana augsnē. Jāņem 20 ml ūdens izvilkuma no augsnes, ielej kolbā, tad pievieno 3 pilienus kālija hromāta (K₂CrO₄). Hermētiski aizkorķē kolbu un sakrata, lai samaisītos šķidrums. Kolbas šķidrumu titrē ar AgNO₃ (0,1 N), kamēr šķidruma krāsa mainās, līdz brūni pelēkai krāsai, kas nepazūd vienas minūtes laikā. Nosaka AgNO₃ daudzumu, kurš izmantots titrēšanai.

Kalcija un magnija kopējā saturs noteikšana augsnē. Jāņem 50 ml izvilkuma, jāielej koniskā kolbā pievienojot 5 ml amonija buferšķidrums (1 mols NH₄OH + 1 mols NH₄CL) buferšķidrums pH = 9,3. Ienes neredz (~ 20 – 30 mg) indikatora homogēna melnā līdz šķidrums paliek vīna – sarkana krāsā. Titrē analizējamo izvilkumu ar 0,05 N kompleksona III šķidrumu līdz kamēr šķidruma vīna – sarkanā krāsa pāriet zilajā krāsā. Nosaka kompleksona daudzumu, kurš bija izmantots titrēšanai.

Kalcija saturs noteikšana augsnē. Jāņem 50 ml ūdens izvilkuma no augsnes, ielej kolbā un pielej klāt 2,5 ml 2N NaOH (vai KOH) šķidruma, pievieno neredz (~ 30 mg) indikatora mureksīda, līdz šķidruma krāsa pāriet rozā krāsā. Lēnām titrē šķidrumu ar 0,05 N kompleksona šķidrumu līdz momentam, kad rozā šķidruma krāsa pāriet zilivioletā krāsā, kura nepazūd 1 min laikā. Nosaka titranta daudzumu.

Vieglie pelni ir galvenais blakusprodukts, kas rodas biomasas sadedzināšanā, ko var izmantot kā minerālu piejaukumu betonā. Liela apjoma vieglie pelni, kas ir tipiski 50 – 60%

pelnu kā kopējo cementēšanas materiāla satura, tiek plaši izmantots, lai sasniegtu ilgtspējīgu attīstību betona nozarē. [11]

Tika izveidotas formiņas no koka 5 cm x 5cm lielas. Katrā no formiņām tika saliets betona sajaukums dažādās proporcijās – grants, cements, pelni. Proporcijas attēlotas tabulā (skat. 1. tabulu).

1. tabula

Betona proporcijas

Cements, g	Pelni, g	Grants, g
100	0	400
90	10	400
80	20	400
70	30	400
60	40	400
50	50	400
40	60	400
30	70	400
20	80	400
10	90	400

Rezultāti un to izvērtējums

Katram koksnes paraugam tika veikti mērījumi, lai noteikt pelnu saturu katrā no koksnes veidiem. Katram koksnes paraugam tika veikti trīs mērījumi un tabulās apkopots rezultātu vidējais rādītājs (skat. 2. tabulu). Lielākais pelnu saturs tika noteikts apsei – 1%, bet pats mazākais pelnu saturs tika noteikts ozolam – 0,31%, savukārt vidējais pelnu saturs sanāk – 0,53 %.

2. tabula

Pelnu saturs koksnē

Koksnes veids	Pelnu daudzums, %
Apse	1,00
Melnalksnis	0,88
Bērzs	0,59
Priede	0,66
Egle	0,41
Osis	0,35
Ozols	0,31
Lazda	0,36
Baltalksnis	0,43
Ieva	0,45
Kārklis	0,39
Kļava	0,50

Elektrovadītspēja pelniem ir 4,94 mS, pH lielums ir 12,989, hlorīdjonu daudzums pelnos ir 2,15 g/ml, kalcija un magnija kopējais daudzums pelnos ir 0,03g/ml, kalcija daudzums pelnos ir 0,090 g/ml (skat. 3. tabulu).

3. tabula

Pelnu ūdens izvilkuma fizikāli – ķīmiskie parametri

Mērījums	Rezultāts
Elektrovadītspēja, mS	4,94
pH	12,989
Hlorīdjoni, g/ml	2,15
Ca un Mg kopējais saturs, g/ml	0,03
Ca, g/ml	0,090

Campbell A. G. un Etiegni L (2014) pētīja temperatūras ietekmi uz pelnu daudzuma veidošanās un pelnu ķīmiskās īpašības. Rezultāti parādīja ka koksnes pelnu daudzums samazinājās par 45%, ja degšanas temperatūra bija pieaugusi aptuveni 550 līdz 1100 °C. Daļiņu vidējais lielums, tika konstatēts, ka 230 mikroniem. Arī pelnu pH tika konstatēts, ka mainīgs lielums starp 9 un 13,5.

Elektrovadītspēja tika noteikta pirms pelnu pievienošanas un pēc pelnu pievienošanas (*skat. 4. tabulu*) laika starpība ir pieci mēneši. Pirms pelnu pievienošanas elektrovadītspēja ir lielāka nekā pēc pelnu pievienošanas. Pirmajā paraugā elektrovadītspēja bija 3,27 mS, bet pēc pelnu pievienošanas elektrovadītspēja samazinājās līdz 3,14 mS. Otrajā paraugā elektrovadītspēja bija 3,23 mS, bet pēc pelnu pievienošanas elektrovadītspēja samazinājās līdz 3,08 mS. Trešajā paraugā elektrovadītspēja bija 3,18 mS, bet pēc pelnu pievienošanas elektrovadītspēja samazinājās līdz 3,05 mS. Ceturtajā paraugā elektrovadītspēja bija 3,24 mS, bet pēc pelnu pievienošanas elektrovadītspēja samazinājās līdz 3,07 mS. Piektajā paraugā elektrovadītspēja bija 3,97 mS, bet pēc pelnu pievienošanas elektrovadītspēja samazinājās līdz 3,12 mS. Sestajā paraugā elektrovadītspēja bija 3,28 mS, bet pēc pelnu pievienošanas elektrovadītspēja samazinājās līdz 3,14 mS.

4. tabula

Elektrovadītspēja augsnes – ūdens izvilkumā

Nr.p.k.	Pirms pelnu pievienošanas, mS	Pēc pelnu pievienošanas, mS
1.	3,27	3,14
2.	3,23	3,08
3.	3,18	3,05
4.	3,24	3,07
5.	3,97	3,12
6.	3,28	3,14

pH lielums tika noteikta pirms pelnu pievienošanas un pēc pelnu pievienošanas (*skat. 5. tabulu*) laika starpība ir pieci mēneši. Pirmajā paraugā pirms pelnu pievienošanas pH lielums ir 7,312, bet pēc pelnu pievienošanas pH lielums ir 7,404. Pēc pelnu pievienošanas pH lielums ir lielāks nekā pirms pelnu pievienošanas. Otrajā paraugā pirms pelnu pievienošanas pH lielums ir 7,340, bet pēc pelnu pievienošanas pH lielums ir 7,955. Pēc pelnu pievienošanas pH lielums ir lielāks nekā pirms pelnu pievienošanas. Trešajā paraugā pirms pelnu pievienošanas pH lielums ir 6,660, bet pēc pelnu pievienošanas pH lielums ir 7,063. Pēc pelnu pievienošanas pH lielums ir mazāks nekā pirms pelnu pievienošanas. Ceturtajā paraugā pirms pelnu pievienošanas pH lielums ir 6,893, bet pēc pelnu pievienošanas pH lielums ir 7,164. Pēc pelnu pievienošanas pH lielums palielinās un ir lielāks nekā pirms pelnu pievienošanas. Piektajā paraugā pirms pelnu pievienošanas pH lielums ir 6,684, bet pēc pelnu pievienošanas pH lielums

ir 7,028. Pēc pelnu pievienošanas pH lielums ir lielāks, nekā pirms pelnu pievienošanas. Sestajā paraugā pirms pelnu pievienošanas pH lielums ir 7,178, bet pēc pelnu pievienošanas pH lielums ir 7,347. Pirms pelnu pievienošanas pH lielums ir mazāks trešajā, ceturtajā, piektajā paraugā, bet pēc pelnu pievienošanas pH lielums palielinās pirmajā, otrajā un sestajā paraugā.

Zviedrijas dabaszinātņu, inženierzinātņu un matemātikas institūtā tika veikti pētījumi par novāktās koksnes atgriešanu atpakaļ mežā, ar galvenajiem ieguvumiem tiek palielināts pH un barības vielu reciklēšana no koksnes pelniem. Šajā izmeklēšanā Zviedrijas centrālajā daļā tika pētīti divus gadus pirms pelnu izklīdes mežā un divus gadus pēc pelnu izklīdes mežā. Salīdzinot starp šiem diviem gadiem netika novērotas būtiskas izmaiņas, apgalvojums tam ir koksnes pelnu pielietošanas metode, lai uzlabotu augsnes kvalitāti sākotnējā fāzē ir nepietiekama. Bet trešajā un ceturtajā gadā izmaiņas tika konstatētas pH lielums bija palielinājies, bet dziļākos augsnes slāņos. [6]

5. tabula

pH lielums augsnes – ūdens izvilkumā

Nr.p.k	Rādītāji pirms pelnu pievienošanas	Rādītāji pēc pelnu pievienošanas
1.	7,312	7,404
2.	7,340	7,955
3.	6,660	7,063
4.	6,893	7,164
5.	6,684	7,028
6.	7,178	7,347

Hlorīdjonu saturs augsnē tika noteikts pirms pelnu pievienošanas un pēc pelnu pievienošanas ar laika starpību 5 mēneši (*skat. 6. tabulu*). Pirmajā paraugā hlorīdjonu daudzums ir 0,002 g/ml un pēc pelnu pievienošanas hlorīdjonu daudzums palielinās līdz 0,005 g/ml. Otrajā paraugā hlorīdjonu daudzums ir 0,002 g/ml un pēc pelnu pievienošanas hlorīdjonu daudzums palielinās līdz 0,004 g/ml. Trešajā paraugā hlorīdjonu daudzums ir 0,002 g/ml un pēc pelnu pievienošanas hlorīdjonu daudzums palielinās līdz 0,003 g/ml. Ceturtajā paraugā hlorīdjonu daudzums ir 0,002 g/ml un pēc pelnu pievienošanas hlorīdjonu daudzums palielinās līdz 0,003 g/ml. Piektajā paraugā hlorīdjonu daudzums ir 0,003 g/ml un pēc pelnu pievienošanas hlorīdjonu daudzums palielinās līdz 0,005 g/ml. Sestajā paraugā hlorīdjonu daudzums ir 0,003 g/ml un pēc pelnu pievienošanas hlorīdjonu daudzums palielinās līdz 0,002 g/ml. Apkopojot iegūtos rezultātus hlorīdjonu daudzums pēc pelnu pievienošanas augsnei visos sešos paraugos palielinās.

6. tabula

Hlorīdjonu saturs augsnes – ūdens izvilkumā

Nr.p.k.	Pirms pelniem, g/ml	Pēc pelniem, g/ml
1.	0,002	0,005
2.	0,002	0,004
3.	0,002	0,003
4.	0,002	0,003
5.	0,003	0,005
6.	0,002	0,003

Kalcija un magnija kopējais saturs augsnē tika noteikts pirms pelnu pievienošanas un pēc pelnu pievienošanas ar laika perioda starpību – pieci mēneši (*skat. 7. tabulu*). Analizējot iegūtos rezultātus kalcija un magnija kopējais saturs pirms pelnu pievienošanas ir mazāks, bet

pēc pelnu pievienošanas augsnei kalcija un magnija kopējais saturs visos paraugos palielinās no 0,0012 līdz 0,0032 g/ml. Pirmajā paraugā kalcija un magnija kopējais saturs augsnē ir 0,0013 mg/l, bet pēc pelnu pievienošanas kopējais kalcija un magnija saturs augsnē palielinās līdz 0,0025 g/ml. Otrajā paraugā kalcija un magnija kopējais saturs augsnē ir 0,0016 mg/l, bet pēc pelnu pievienošanas kopējais kalcija un magnija saturs augsnē palielinās līdz 0,0035 g/ml. Trešajā paraugā kalcija un magnija kopējais saturs augsnē ir 0,0013 mg/l, bet pēc pelnu pievienošanas kopējais kalcija un magnija saturs augsnē palielinās līdz 0,0017 g/ml. Ceturtajā paraugā kalcija un magnija kopējais saturs augsnē ir 0,0012 mg/l, bet pēc pelnu pievienošanas kopējais kalcija un magnija saturs augsnē palielinās līdz 0,0035 g/ml. Piektajā paraugā kalcija un magnija kopējais saturs augsnē ir 0,0014 mg/l, bet pēc pelnu pievienošanas kopējais kalcija un magnija saturs augsnē palielinās līdz 0,0045 g/ml. Sestajā paraugā kalcija un magnija kopējais saturs augsnē ir 0,0013 mg/l, bet pēc pelnu pievienošanas kopējais kalcija un magnija saturs augsnē palielinās līdz 0,0055 g/ml.

7. tabula

Kalcija un magnija kopējais saturs augsnes – ūdens izvilkumā

Nr.p.k.	Pirms pelniem, g/ml	Pēc pelniem, g/ml
1.	0,0013	0,0025
2.	0,0016	0,0035
3.	0,0013	0,0017
4.	0,0012	0,0035
5.	0,0014	0,0045
6.	0,0013	0,0055

Kalcija saturs augsnē tika noteikts pirms pelnu pievienošanas un pēc pelnu pievienošanas ar laika periodu – pieci mēneši (skat. 8. tabulu).

8. tabula

Kalcija saturs augsnes – ūdens izvilkumā

Nr.p.k.	Pirms pelniem, g/ml	Pēc pelniem, g/ml
1.	0,003	0,035
2.	0,002	0,006
3.	0,003	0,024
4.	0,004	0,009
5.	0,004	0,011
6.	0,003	0,048

Pirmajā paraugā pirms pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,003 g/ml, bet pēc pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,035 g/ml. Otrajā paraugā pirms pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,002 g/ml, bet pēc pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,006 g/ml. Trešajā paraugā pirms pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,003 g/ml, bet pēc pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,024 g/ml. Ceturtajā paraugā pirms pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,004 g/ml, bet pēc pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,009 g/ml. Piektajā paraugā pirms pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,004 g/ml, bet pēc pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,011 g/ml. Sestajā paraugā pirms pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,003 g/ml, bet pēc pelnu pievienošanas kalcija saturs augsnē bija 0,048 g/ml. Izvērtējot iegūtos rezultātus kalcija saturs

augsnē pirms pelnu pievienošanas ir mazāks, bet pēc pelnu pievienošanas augsnei kalcija saturs visos paraugos palielinās.

Eksperimentālie paraugi tika saspīesti ar testēšanas mašīnu Zwick/Roell testXpert II. Tika testēti 9 paraugi, bet sagatavoti tika desmit paraugi, desmitais paraugs sabira ņemot laukā no formiņas. Pirmais paraugs tika saspīests ar 35400 N spēku, maksimālā izturība sasniegta pie 1,4 mm, bet pie 3,2 mm paraugs sabira un spēks pie sabiršanas bija 7090 N. Otrais paraugs tika saspīests ar 19800 N spēku, maksimālā izturība sasniegta pie 1,1 mm, bet pie 4,1 mm paraugs sabira un spēks pie sabiršanas bija 3970 N. Trešais paraugs tika saspīests ar 16400 N spēku, maksimālā izturība sasniegta pie 2,0 mm, bet pie 4,2 mm paraugs sabira un spēks pie sabiršanas bija 3270 N. Ceturtais paraugs tika saspīests ar 24700 N spēku, maksimālā izturība sasniegta pie 1,3 mm, bet pie 2,9 mm paraugs sabira un spēks pie sabiršanas bija 4930 N. Piektais paraugs tika saspīests ar 16500 N spēku, maksimālā izturība sasniegta pie 1,2 mm, bet pie 2,9 mm paraugs sabira un spēks pie sabiršanas bija 3290 N. Sestais paraugs tika saspīests ar 8830 N spēku, maksimālā izturība sasniegta pie 0,8 mm, bet pie 3,8 mm paraugs sabira un spēks pie sabiršanas bija 1760 N. Septītais paraugs tika saspīests ar 5240 N spēku, maksimālā izturība sasniegta pie 0,7 mm, bet pie 3,4 mm paraugs sabira un spēks pie sabiršanas bija 1050 N. Astotais paraugs tika saspīests ar 2640 N spēku, maksimālā izturība sasniegta pie 0,8 mm, bet pie 2,7 mm paraugs sabira un spēks pie sabiršanas bija 526 N. Devītais paraugs tika saspīests ar 947 N spēku, maksimālā izturība sasniegta pie 1,4 mm, bet pie 4,0 mm paraugs sabira un spēks pie sabiršanas bija 189 N (*skat.9. tabulu*).

[Lateef N. Assi](#) , [Edward \(Eddie\) Deaver](#) , [Mohamed K. ElBatanouny](#), [Paul Ziehl](#) savā pētījumā par pelnu pievienošanu betonam secina, ka pelniem ir potenciāls daļēji aizstāt cementu un šis betons iztur augstu spiedes stiprību. Kā arī B. Singh, M.R. Rahman, R. Paswan, S.K. Bhattacharyya secināja, ka pīdes stiprība, elastīgs modulis un triecienizturību palielinājās un Puasona koeficients samazinājās, pieaugot aktivatora koncentrācijai. [1, 8]

Pirms betona pārbaudes uz spiedi, tika nosvērts, katrs paraugs: pirmā parauga tilpummasa – 276g, otrā parauga tilpummasa – 273g, trešā parauga tilpummasa – 270g, ceturta parauga tilpummasa – 269g, piektā parauga tilpummasa – 264g, sestā parauga tilpummasa – 259g, septītā parauga tilpummasa – 247g, astotā parauga tilpummasa – 229g, bet devītā parauga tilpummasa – 218g.

9. tabula

Betona paraugu mehāniskie raksturotāji

Nr	Specimen no.	h ₀ mm	L ₀ mm	F _{max} N	dL at F _{max} mm	F _{break} N	dL at break mm	a ₀ mm	b ₀ mm	S ₀ mm ²
21	1	52,5	52,50	35400	1,4	7090	3,2	49,8	52,3	2604,54
22	2	51,1	51,10	19800	1,1	3970	4,1	52,1	51,8	2698,78
23	3	50,6	50,60	16400	2,0	3270	4,2	52,8	52,6	2777,28
24	4	50,1	50,10	24700	1,3	4930	2,9	52,6	52,8	2777,28
25	5	50,6	50,60	16500	1,2	3290	2,9	51,4	52,2	2683,08
26	6	51,4	51,40	8830	0,8	1760	3,8	52	51,5	2678,00
27	7	53,3	53,30	5240	0,7	1050	3,4	51,5	50,6	2605,90
28	8	50,7	50,70	2640	0,8	526	2,7	52,3	51	2667,30
29	9	50,4	50,40	947	1,4	189	4,0	50	52,3	2615,00

Secinājumi

1. Līdz šim pelnu pielietošana lauksaimniecībā maz ieviesta. To kavēja mazie pelnu daudzumi un neatrisinātā pielietošanas tehnoloģija (pelnu savākšana un sijāšana, frakcionēšana, izsēja, novērtēšana u.t.t.);

2. No noteiktajiem koksnes veidiem vislielākais pelnu saturs ir apsei – 1,00 %, bet mazākais pelnu saturs ir ozolam – 0,31%;

3. Optimālākais variants pelnu izkliedei ir granulas, noteikts, ka mazākais spiediens pie kura turas kopā granula ir 500 kg;
4. Piemērotākā pelnu deva ir ceturtajā (0,50 kg uz 1m²) un piektajā (0,70 kg 1m²) parauglaukumā;
5. Visoptimālākais pelnu piejaukums betonam ir paraugā, kur cements – 70g, pelni – 30g, grants – 400g, paraugs iztur 24700 N un sabrūk pie 4930 N.

Literatūra

1. Assi Lateef N., Deaver Edward (Eddie), ElBatanouny Mohamed K., Ziehl Paul, *Investigation of early compressive strength of fly ash-based geopolymer concrete*, Construction and Building Materials, Volume 112, 1 June 2016
2. ISO 10390:2005 Soilquality – Determination of pH
3. ISO 11265:1994 Soilquality – Determination of the specific electrical conductivity
4. LVS CEN/TS 14775 “Cietās biodegvielas. Pelnu saturs noteikšanas metode”
5. Makovskis K., Latvijas Valsts mežzinātnes institūta "Silva", *Potenciāli risinājumi pelnu utilizācijai*. 2015.gads 20.marts
6. Norström Sara H., Bylund Dan, Vestin Jenny L.K., Lundström Ulla S., *Initial effects of wood ash application to soil and soil solution chemistry in a small, boreal catchment*, Geoderma, Volumes 187–188, October 2012
7. Nunes L.J.R., Matias J.C.O., Catalão J.P.S., *Biomass combustion systems: A review on the physical and chemical properties of the ashes*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 53, January 2016
8. Singh B., Rahman M.R., Paswan R., Bhattacharyya S.K., *Effect of activator concentration on the strength, ITZ and drying shrinkage of fly ash/slag geopolymer concrete*, Construction and Building Materials, Volume 118, 15 August 2016
9. Stanislav V. Vassilev, Christina G. Vassileva, *Composition, properties and challenges of algae biomass for biofuel application: An overview*, Fuel Volume 181, 1 October 2016
10. Yliniemi Juho, Nugteren Henk, Illikainen Mirja, Tiainen Minna, Weststrate Rick, Niinimäki Jouko, *Lightweight aggregates produced by granulation of wood fly ash with alkali activator*, International Journal of Mineral Processing Volume 149, 10 April 2016
11. Wang Xiao-Yong, Park Ki-Bong, *Analysis of compressive strength development of concrete containing high volume fly ash*, Construction and Building Materials, Volume 98, 15 November 2015