



Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Inženieru fakultāte

CILVĒKS. VIDE. TEHNOĻIJAS

25. starptautiskā studentu zinātniski praktiskā konference
2021. gada 23. aprīlis

25th Students International Scientific and Practical Conference

Human. Environment. Technology

*Rezekne Academy of Technologies, Rezekne, Latvia
23 April 2021*

Par rakstu saturu atbild autori.

Recenzenti/ Reviewers:

Dr.biol., doc. **Rasma Tretjakova**

Dr.habil.geol., prof. **Gotfrīds Noviks**

Dr.ing.sc., prof. **Josefs Timmerbergs**

Dr.ing.sc., prof. **Ļubomirs Lazovs**

Dr.paed., doc. **Ilmārs Kangro**

Dr.sc.ing., doc. **Segejs Kodors**

Dr.sc.ing., prof. **Andris Martinovs**

Dr.sc.ing., prof. **Edmunds Teirumnieks**

Dr.sc.ing., prof. **Pēteris Grabusts**

Mg.chem., lekt. **Ērika Teirumnieka**

Mg.paed., lekt. **Ināra Laizāne**

Mg.sc.comp., lekt. **Aleksejs Zorins**

Mg.sc.comp., lekt. **Mihails Kijaško**

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



Šis krājums tiek izplatīts ar internacionālo licenci:

Creative Commons Attribution 4.0 International License

ISSN 2592-8597

© Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2021

© Autoru kolektīvs, 2021

SATURS

<i>INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJAS, MEHATRONIKA, ELEKTRONIKA</i>		
Liāna Ameļčenkova, Sandra Sniedze, Sergejs Kodors	ARTSS modelis pētnieciskā darba pārvaldīšanai <i>ARTSS Model for Scientific Work Management</i>	7
Sabīne Andrejeva, Sandra Ežmale	Informāciju sistēmu nozīme sociālās uzņēmējdarbības attīstībā <i>The Role of Information Systems in the Development of Social Entrepreneurship</i>	11
Ilmārs Apeināns, Vitālijs Žukovs, Sergejs Kodors, Imants Zarembo	Transfer learning apmācības paātrināšanai <i>Transfer Learning for Training Accelaration</i>	16
Dāvis Āboliņš, Pēteris Grabusts	Dzinēja vadības bloka parametru optimizēšana <i>Optimization of Engine Control Unit Parameters</i>	22
Viesturs Baltiņš, Imants Zarembo	SEO un SEM priekšrocības digitālajā mārketiņgā <i>SEO and SEM Benefits in Digital Marketing</i>	27
Mareks Briška, Sandra Ežmale	E-komercijas konversijas vadības un optimizācijas principi <i>E-commerce Conversion Management and Optimization Principles</i>	32
Sandis Deksnis, Rolands Piterāns, Sergejs Kodors	Datu kopas izvēle neironātklu apmācīšanai <i>Optimal Dataset Selection for Transfer Learning</i>	39
Aleksandrs Fadejevs, Pēteris Grabusts	Programmatūras izstrādes tehnoloģiju pieprasījuma izpēte Latvijā <i>Study of the Demand for Software Development Technologies in Latvia</i>	45
Iļja Fjodorovs, Sergejs Kodors	Jetpack Compose and XML Layout Rendering Performance Comparison <i>Jetpack compose un XML lietotāja saskarnes izvietoējuma atspoguļošanas ātruma salīdzinājums</i>	49
Jānis Krapans, Sergejs Kodors	NoSQL datubāzes <i>NoSQL databases</i>	55
Laura Maļinovska, Pēteris Grabusts	Pašvaldību mājaslapu un sociālo tīklu kontu apmeklētāju uzvedības analīze <i>Analysis of the Behaviour of Visitors to Municipal Websites and Social Network Accounts</i>	59
Laila Meirule, Sandra Ežmale	Informācijas sistēmu pielietojuma izpēte veselības aprūpes iestādē <i>Use of the Information System Research in a Healthcare Institution</i>	66
Kārlis Orenīts, Edgars Šaicāns, Sergejs Kodors	Ābolu kraupja agrīnās stadijas atpazīšana, izmantojot RGB krāsu modeļa filtrus <i>Apple Scab Early-Stage Recognition Using RGB Color Model Filters</i>	73

Dmitrijs Petkevičs, Artis Teilāns	Pilotu lietotņu analīze un autora piedāvātas jaunas lietotnes apraksts <i>Pilot Application Analysis and Description for an Author Offered New Application</i>	79
Arta Rozentāle, Līga Stafecka, Anna Nikolajeva	Internetveikalu attīstība kopš Covid-19 <i>Development of Online Stores Since Covid-19</i>	84
Guna Rundāne, Lienīte Litavniece	Paplašinātās realitātes pielietojums e-komercijā <i>Application of Augmented Reality in E-Commerce</i>	91
Tatjana Sadovska, Dmitrijs Sadovskis, Pēteris Grabusts	E-veikalu veiktspējas un stabilitātes analīze <i>E-Commerce Websites Performance and Stability Analysis</i>	96
Lauris Stirna, Sergejs Kodors	Lēmumu koki klasifikācijas uzdevumos <i>Decision Trees in Classification Tasks</i>	103
Jelena Ščetilnikova, Sergejs Kodors	Kredītu salīdzināšanas platformas risku analīze <i>Risk Analysis of Digital Loan Comparison Platform</i>	110
Āris Šperga, Pēteris Grabusts	Video māju sistēmu iespējas mūsdienās <i>Smart House Opportunities in Present</i>	116
Vitālijs Žukovs, Ilmārs Apeināns, Sergejs Kodors	Dziļā apmācība ābolu un bumbieru atpazīšanai <i>Dziļā apmācība ābolu un bumbieru atpazīšanai</i>	119
VIDES AIZSARDZĪBA, INŽENIERZINĀTNES		
Māra Avišāne, Rasma Tretjakova	Bezaršanas tehnoloģijas ietekme uz augsnes reģeneratīviem procesiem un nezālainību <i>Impact of No Till Technology on Soil Regenerative Processes And Weediness</i>	126
Artis Bluks, Kristīne Rabkeviča, Raivo Vasaraudzis, Lyubomir Lazov	Investigation of the Influence of Power and Speed in CO₂ Laser Engraving on Glass <i>Jaudas un ātruma ietekme CO₂ lāzera gravējumā uz stikla</i>	133
Kevins Bulavskis, Imants Adijāns, Lyubomir Lazov	Research of Possibilities of Laser Polishing of the Surface of Aluminum <i>Alumīnija virsmas lāzerpulēšanas iespēju pētīšana</i>	139
Artis Stanislavs Gusts, Imants Adijāns	Optimization of Parameters for Laser Marking and Engraving on Plywood and Pine Wood Materials <i>Parametru optimizācija lāzera marķēšanai un gravēšanai uz finiera un priedes kokmateriāliem</i>	145
Aleksejs Petrovs, Imants Adijāns	Latgales keramikas gravēšana ar CO₂ lāzeru <i>Latgales Ceramic Engraving with CO₂ Laser</i>	151
Larisa Reinikova, Rasma Tretjakova	Bioindikācija kā ekoloģiskā monitoringa metode Rēzeknes pilsētā <i>Bioindication as an Ecological Monitoring Method in Rezekne City</i>	156
Matīss Silinieks, Kristiāns Geršebeks, Amanda Tutīņa, Lyubomir Lazov	Research of the Influence of Laser Beam Parameters on the Neoprene Laser Engraving and Laser Cut <i>Lāzera stara parametru ietekmes izpēte uz neoprēna lāzera gravēšanu un griešanu</i>	164

Ilja Sučkovs, Raitis Rudzišs, Edgars Zaicevs	CO₂ Laser Head Nozzle Flow Analysis and Modernization <i>CO₂ lāzera galvas sprauslas plūsmas analīze un modernizācija</i>	171
Pāvels Ščetiļņikovs, Imants Adijāns	Influence of Laser Parameters on the Processing of Acrylic <i>Lāzeru parametru ietekme uz akrila apstrādi</i>	178

INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJAS, MEHATRONIKA, ELEKTRONIKA

ARTSS MODELIS PĒTNIECISKĀ DARBA PĀRVALDĪŠANAI ARTSS MODEL FOR SCIENTIFIC WORK MANAGEMENT

Authors: **Liana AMEĻČENKOVA**, e-mail: la16022@edu.rta.lv

Sandra SNIEDZE, e-mail: ss16094@edu.rta.lv

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

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *The digital age is characterized by quickly evolving and rapidly growing information, which must be analysed and considered in decision-making. Therefore, it is strongly important to see the current state of business in real-time having opportunity to analyse historical data and to predict future changes. The research work is specific business field with own contexts, aims and KPI. As a result, there is need of a digital twin to effectively manage research activities too.*

Keywords: *ARTSS, business process modelling, capability driven development.*

Ievads

Pētniecība ir specifiskā saimnieciskā darbība, kas tiek raksturotā ar ātri mainīgu darba vidi. Lai noteiktu attīstības prioritātes, uzdevumus un investīciju virzienus, kā arī plānotās reformas un politikas izmaiņas tiek izstrādātas stratēģijas. Latvijā priekš pētniecības jomas tika izstrādāta Viedās Specializācijas stratēģija (RIS3), kas paredz, ka pētniecības un inovāciju resursus mērķtiecīgi fokusētajās zināšanu specializācijas jomās, kur valstij ir salīdzinošās priekšrocības vai arī eksistē aktīvi, uz kuru bāzes šādas priekšrocības var radīt [1]. RIS3 ir tautsaimniecības transformācijas stratēģija uz augstāku pievienoto vērtību, produktivitāti un efektīvāku resursu izmantošanu. Tautsaimniecības transformācijas stratēģija ir cieši saistīta ar ekonomikas pašreizējo attīstības līmeni un konkurētspējas priekšrocībām. RIS3 mērķis ir palielināt inovācijas kapacitāti, kā arī veidot inovācijas sistēmu, kas veicina un atbalsta tehnoloģisko progresu tautsaimniecībā. RIS3 uzdevumi: 1.) attīstīt pētniecību un inovācijas stratēģiski prioritārajās RIS3 specializācijas jomās; 2.) sekmēt publiskās un privātās pētniecības rezultātus, zināšanas un tehnoloģiju pārnēsī uz uzņēmējdarbībā stratēģiski prioritārajās RIS3 specializācijas jomās; 3.) stimulēt tehnoloģiju ietilpīgāku, augstākas pievienotās vērtības un eksport potenciālu produktu un pakalpojumu ražošanu un iekļaušanos augstākos globālo vērtību ķēžu līmeņos [1].

Laī nodrošinātu zinātnisko darbību, sasniegtu starptautiski konkurētspējīgu zinātni un īstenotu zinātnē balstītu modernu augstāko izglītību, viens no atbalsta instrumentiem ir zinātniskās bāzes finansējums [2], kas tiek aprēķināts balstoties uz iepriekšējā finansēšanas periodā īstenoto pētniecības un attīstības rezultatīvajiem rādītājiem. Bāzes finansējumu vienam kalendāra gadam (B_{inst}) aprēķina, izmantojot šādu formulu [2]:

$$B_{inst} = (I + P) \times A_t, \quad (1)$$

kur I – finanšu līdzekļi zinātniskās institūcijas uzturēšanai;

P – finanšu līdzekļi zinātniskās institūcijas nodarbinātā zinātniskā personāla – vadošo pētnieku, pētnieku un zinātnisko asistentu atlīdzībai;

A_t – zinātniskās institūcijas attīstības koeficients.

Zinātniskās institūcijas attīstības koeficients (A_t) ir atkarīgs no zinātniskās darbības kvalitātes rādītāju summas (S_s):

$$A_t = 1 + S_s \times 0,06. \quad (2)$$

Attīstības koeficientu nosaka vairāki parametri: pētniecības un attīstības projekti, zinātniskās darbības rezultāti kā publikācijas un patenti, promocijas un maģistra darbi [2].

Attīstības koeficients ir viens no kvantitatīviem rādītājiem, kas jāievēro efektīvā darba plānošanās procesā, pastāv vēl citi kritēriji kā institūtu iekšējas stratēģijas, projektu konkursu kritēriji, starptautiskā atpazīstamība, utt., kuru skaits pieaug katru gadu. Rezultātā visa šī kritēriju masa veido kompleksu lēmumu pieņemšanas vidi. Tāpēc, veidojas nepieciešamībā digitālajā dvīnī, kas spētu palīdzēt pieņemt efektīvus un optimālus lēmumus īstenojot zinātniska darba plānošanu.

Šī pētījuma **mērķis** ir izstrādāt zinātniskā darba plānošanas spējas modeli, uz kura bāzes varētu izstrādāt digitālā dvīņa modeli.

Digitālais dvīnis ir reāla produkta vai pakalpojuma virtuāla reprezentācija, kas identiski ataino objektu vai norisi, kā arī iegūst nepārtrauktus reāllaika datus no sava fiziskā dvīņa. Atbilstība reālajam objektam un norisēm ļauj virtuāli monitorēt objektu, rezultātā mašīnāpmācības tehnoloģija un prognozēšanas modeļi ļauj modelēt notiekošu paredzot jau iepriekš, tādējādi palīdzot uzlabot iekārtu un mazinot procesa kļūdas nākotnē [3].

Materiāli un metodes

Dotajā pētnieciskajā darbā tika pielietota *ARTSS* metodoloģija [4] jeb noturīgu servisu izstrādes metode, kas ir izveidota uz Spēju virzītas izstrādes metodoloģijas bāzes (*CDD*) [5]. *ARTSS* metode ir *CDD* metodes paplašinājums. *CDD* metodoloģija sastāv no metodes komponentiem, kas ir nepieciešami projektēšanas un izpildes uzdevumu veikšanai. *ARTSS* ir paredzēta strukturēt pakalpojuma mērķus, izpildes rādītājus, konteksta (jeb izpildes vides mērījumus), kā arī drošības un noturības pielāgojumu attēlošanu un izmantošanu servisa izstrādes laikā. Šiem uzdevumiem *ARTSS* metodoloģija piedāvā septiņus komponentus noturīgu servisu izstrādes un nodrošināšanas vajadzībām:

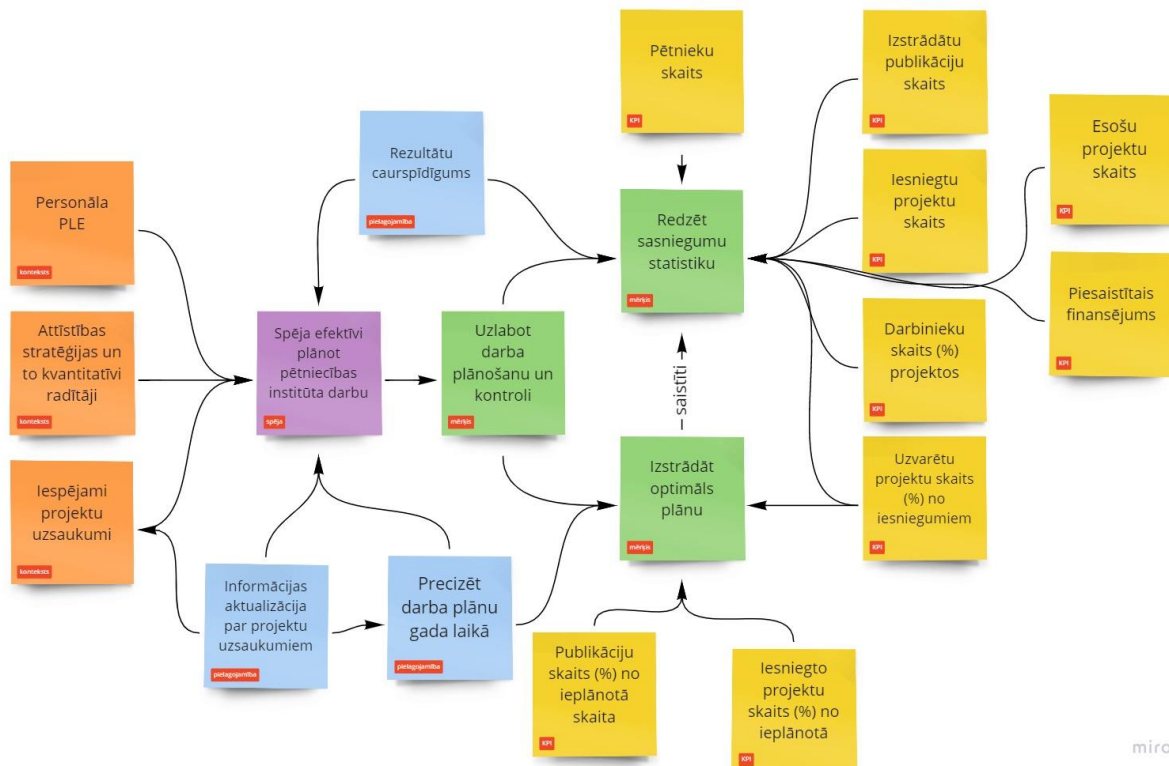
1. *Spēju apzināšana* - noteikt spējas, kas nepieciešamas uzņēmuma mērķu sasniegšanai.
2. *Servisa definēšana* - definēt nepieciešamos programmatūras servissus.
3. *Spējas definēšana* - izstrādāt modeli katrai spējai.
4. *Digitālā dvīņa projektēšana* - definēt digitālā dvīņa projektēšanu atbilstoši spējas modelim.
5. *Šablonu identificēšana* - jaunu šablonu identificēšana.
6. *Šablonu izmantošana* - problēmsituācijai piemērotu šablonu atrašana.
7. *Spēju ekosistēma*.

Pētījuma mērķa sasniegšanai tika izvēlēts spēju apzināšanas komponents, lai izstrādātu plānošanas modeli, uz kura bāzes varēs izstrādāt digitālā dvīņa modeli.

Rezultāti

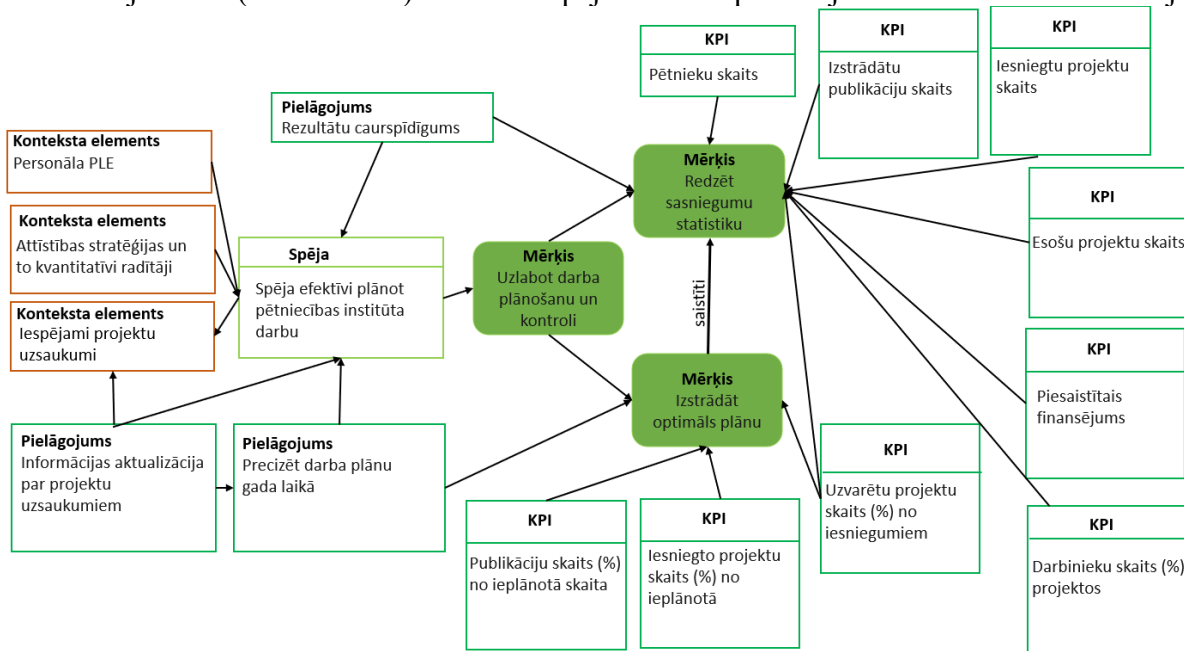
Lai izstrādātu spējas modeli tika pielietots *miro.com*, rīks un *ARTSS* neformālā notācija, rezultātā tika izveidots spējas modelis (skat. 1. attēlu). Dotā spējas modeļa pielietojuma mērķis ir izveidot digitālo dvīni un spēju efektīvi īstenot zinātnisko darbību.

ARTSS spējas diagrammā (1. attēls) ir attēloti atslēģelementi bez detalizācijas. Realizējot digitālo dvīni katru elementu būs nepieciešams detalizēt, piemēram, projekti tiek iedalīti uz nacionāliem un starptautiskiem, publikācijas tiek dalītas pēc indeksēšanas datubāzēm un citējamības indeksiem kā *h-index*, *Q-index*, *SNIP*, utt. Ievērojot, ka šie rādītāji periodiski tiek papildināti vai tiek mainīta prioritāte un nozīme, smalkāka detalizācija varbūt izpildīta, pielietojot semantiskās ontoloģijas, kas spēs konfigurēt sistēmu. Daudz būtiskāk ir identificēt katram rādītājam informācijas avotu un aktualizācijas procesu, kas varbūt saglabāts arī ontoloģijā.



1. attēls. Spējas modelis izpildīts, pielietojot neformālo ARTSS notāciju

Dotajā attēlā (skat.2.attēlu) ir attēlots spēju modelis pielietojot formālo ARTSS notāciju.



2. attēls. Spējas modelis izpildīts, pielietojot formālo ARTSS notāciju

Secinājumi

Pētījumā laikā tika izstrādāts ARTSS spējas modelis zinātnisku darbu pārvaldībai. Pielietojot šo modeli, var izstrādāt digitālo dvīni, kas palīdzēs institūta pētniekiem un vadībai efektīvāk pieņemt lēmumus un sekot tekošiem progresiem, tendencēm un situācijai.

Digitālā dvīņa attīstībai tiek piedāvāts izstrādāt ontoloģiju, kas spēs koordinēt sistēmu, identificējot kvantitatīvu radītāju detalizāciju un avotus.

Literatūra

1. Izglītības un Zinātnes Ministrija. Viedās Specializācijas stratēģija. https://www.izm.gov.lv/lv/zinatnes-politika/izm_viedas_specializ_strategija_20131_0.pdf
2. Ministru kabineta 2013. gada 12. novembra noteikumi Nr. 1316 "Kārtība, kādā aprēķina un piešķir bāzes finansējumu zinātniskajām institūcijām". Latvijas Vēstnesis, 236, 03.12.2013. <https://likumi.lv/ta/id/262508>
3. Industry 4.0 and the digital twin, Deloitte University Press, 2017. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/cip/deloitte-cn-cip-industry-4-0-digital-twin-technology-en-171215.pdf>
4. Jānis Stirna, Jānis Grabis, Ivonna Stefanišina, Evita Roponenta, Vineta Minkēviča. 2020. WP1: Noturīgu servisu izstrādes un izpildes metode. http://iti.rtu.lv/vitk/sites/default/files/file-upload/WP1_Metodes_apraksts_v5.pdf
5. Jānis Grabis, Martin Henkel, Jānis Kampars, Hasan Koç, Kurt Sandkuhl, Dirk Stamer, Janis Stirna, Francisco Valverde, Jelena Zdravkovich. 2013. Deliverable 5.3: The Final Version of Capability Driven Development Methodology. <https://drive.google.com/file/d/0B8zbXOx8DWQqQkICXzBNYklQa1E/view>

INFORMĀCIJU SISTĒMU NOZĪME SOCIĀLĀS UZŅĒMĒJDARBĪBAS ATTĪSTĪBĀ *THE ROLE OF INFORMATION SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT OF SOCIAL ENTREPRENEURSHIP*

Autore: **Sabīne ANDREJEVA**, e-pasts: sabineandrejeva@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītāja: **Sandra EŽMALE**, Dr.oec., e-pasts: sandra.ezmale@rta.lv

Abstract: *Social entrepreneurship promotes not only business development but also solves social problems. In order to promote the development of social enterprises, organization needs to use information systems. By using information systems effectively, organization can, for example, reach a wider range of consumers, establish cooperation with other companies or explore market competition. The aim of the research is to evaluate the role of information systems in the development of social entrepreneurship.*

Keywords: *social entrepreneurship; social enterprise; information system; e-commerce.*

Ievads

Mūsdienās informācijas sistēmām (IS) ir būtiska nozīme gan uzņēmumu attīstībā un aktualizēšanā, gan iekšējo procesu veikšanā. Arī sociālā uzņēmējdarbība, kas visbiežāk savu darbību veic kā sociālie uzņēmumi pielieto informācijas sistēmas. Publiskas informācijas sistēmas sociālās uzņēmējdarbības attīstībā tiek saistītas ar elektronisko komerciju.

Pētījuma mērķis ir noskaidrot un izpētīt informāciju sistēmu sniegtās priekšrocības sociālās uzņēmējdarbības attīstībā. Pētījuma mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi uzdevumi: izpētīt sociālās uzņēmējdarbības jēdzienu un būtību, analizēt kā informācijas sistēmas tiek pielietotas sociālajā uzņēmējdarbībā, kā arī apkopot informāciju, kādas publiskas informācijas sistēmas izmanto Latvijā reģistrētie sociālie uzņēmumi.

Pētījumā izmantotās metodes: monogrāfiskā, jeb aprakstošā, loģiski konstruktīvā metode.

Sociālās uzņēmējdarbības jēdziens un tā būtība

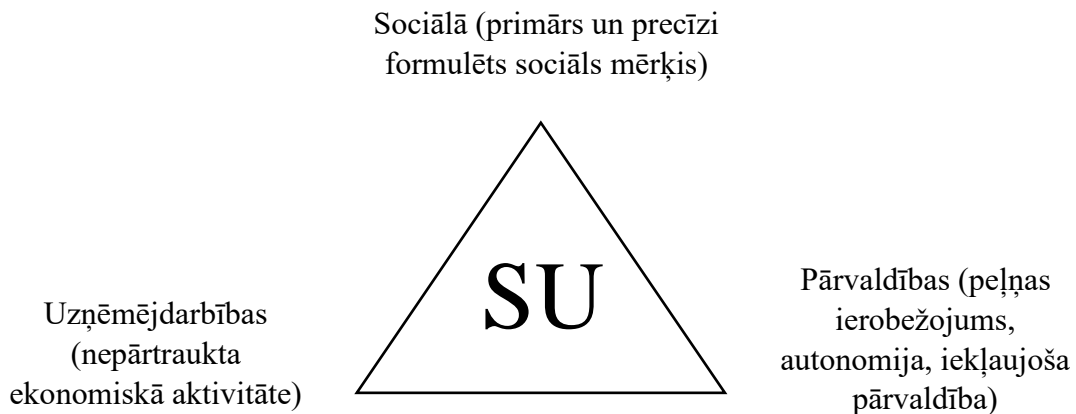
Mūsdienās sociālo uzņēmējdarbību virza kā procesu, kad tiek ražotas preces un sniegti pakalpojumi ar mērķi risināt vides un sociālas problēmas. Atšķirībā no tradicionālās uzņēmējdarbības, sociālās uzņēmējdarbības galvenais mērķis nav maksimāla peļņas gūšana. Līdz ar to ir svarīgi uzsvērt, ka sociālās uzņēmējdarbības formas var būt dažādas, tomēr mūsdienās, lielākoties sociālās uzņēmējdarbības veicēji pozicionējas kā sociālie uzņēmumi.

Pasaulē un Eiropā nav vienprātības, kā definēt sociālās uzņēmējdarbības jēdzienu. Visbiežāk, katrs atsevišķi, tiek analizēti sociālās uzņēmējdarbības elementi – sociālā uzņēmējdarbība (process), sociālais uzņēmums (saimnieciska vienība) un sociālais uzņēmējs (indivīds). [6] J. G. Dīzs (*Dees*) sociālo uzņēmēju raksturo kā pārmaiņu aģentu, kas darbojās saskaņā ar misiju - sociālās vērtības radīšanu un uzturēšanu. [3] L. Dobeļe (*Dobeļe*) sociālo uzņēmumu raksturo kā saimniecisku vienību, kas dibināta ar mērķi radīt sociālo vērtību sabiedrībā, uzņēmumā nodarbinot sociāli jutīgas sabiedrības grupas, vai nodrošinot tām pakalpojumus. [4] Sociālie uzņēmēji bieži vien tiek salīdzināti ar novatoriem, jo tie meklē jaunus risinājumus sociālo mērķu sasniegšanai.

Sociālo uzņēmējdarbību un sociālo uzņēmumu veido 3 komponenti:

- 1) Ekonomiskā un uzņēmējdarbības dimensija, kas liecina, ka uzņēmums veic komerciālas darbības, pārdodot precis vai pakalpojumu un konkurējot tirgū;
- 2) Sociālā dimensija, kas saistīta ar ieguldījumu sabiedrībā;
- 3) Līdzdalības dimensija, kas nodrošina kopienas īpašumtiesību izaugsmi.

Komponentes tiek atainotas 1. attēlā.



1.attēls. **Sociālās uzņēmējdarbības komponentes** [1]

Lai gan sociālo uzņēmumu galvenais mērķis ir vides un sociālo problēmu mazināšana, šo mērķu sasniegšanai tiek izmantoti dažādi tradicionālie uzņēmējdarbības risinājumi. Lai sasniegtu primāro mērķi, nepieciešams panākt uzņēmuma ilgtspējīgu attīstību, iegūto peļņu atkārtoti investējot uzņēmuma darbībā.

Autore piekrīt un atbalsta sociālās uzņēmējdarbības un sociālā uzņēmuma mērķus un darbības, kuri risina sociālas un vides problēmas, mazina nabadzību, uzlabo ekonomisko situāciju, kā arī palīdz sociāli neaizsargātiem un vājiem cilvēkiem. Risinot minētās sociālās problēmas, kas skar ne tikai vienu indivīdu, bet visu sabiedrību kopumā, paaugstinās valsts labklājības līmenis un uzlabojas dzīves kvalitāte.

Lielu lomu sociālās uzņēmējdarbības attīstībā un aktualizēšanā “spēlē” informācijas sistēmas. Tās gluži tāpat kā tradicionālajiem uzņēmumiem nodrošina efektīvu saimnieciskās darbības īstenošanu.

Informācijas sistēmas pielietojums sociālās uzņēmējdarbības attīstībā

IS ietver dažādas informāciju tehnoloģijas, piemēram, programmatūras, datubāzes, sakaru sistēmas, internetu, datorus, mobilās ierīces un daudz ko citu, kas savstarpējā mijiedarbībā veic noteiktas funkcijas. IS darbība, sistēmas izstrāde, ieviešana, izmantošana un uzturēšana ir piemērota dažādu dalībnieku, piemēram, indivīdu, grupu, organizāciju un sabiedrības kopumā vajadzībām un prasībām, lai īstenotu izvirzītos mērķus.

Jēdzienam “informācijas sistēmas” nav vienota definējuma, bieži vien šo vārdu salikumu uzskata par pašsaprotamu. IS var raksturot kā aparatūras, programmatūras un telekomunikāciju tīklu kombināciju, kuras tiek veidotas un izmantotas, lai iegūtu, apkopotu un izplatītu datus. Kā arī IS ir vienota komponente, kas savstarpēji mijiedarbojoties iegūst, apstrādā, uzglabā un izplata informāciju, lai atbalstītu lēmumu pieņemšanu, koordināciju, kontroli, analīzi un vizualizāciju organizācijās. [2]

Mūsdienās pielietojot informācijas sistēmas ir iespējams aktualizēt svarīgas tēmas sabiedrībā, kā arī pārdot sev vēlamo precī vai pakalpojumu. Lai attīstītu sociālo uzņēmējdarbību, nepieciešams nepārtraukti informēt sabiedrību par sociālās uzņēmējdarbības pozitīvajām pārmaiņām. Sociālie uzņēmumi saimnieciskās darbības attīstībai izmanto tādas informācijas sistēmas, kā mājaslapas, tiešsaistes veikalus, sociālos tīklus un citas platformas. Saimnieciska darbība šādās vietnēs tiek uzskatīta par elektronisko komerciju (e-komerciju). E-komercija tradicionālā izpratnē ir pārdošana internetā, tomēr tā ir daudz plašāka nozare. E-komercija ir preces vai produkta izplatīšana, pārdošana, pirkšana, mārketinga kampaņu īstenošana, izmantojot informācijas sistēmas. Tā ietver elektroniskus naudas pārskaitījumus,

datu apmaiņu, automatizētas pārvaldības sistēmas, u.c. [7] Izmantojot informācijas sistēmas sociālais uzņēmums gūst vairākas priekšrocības. Tā, sociālā uzņēmuma iekšējā vidē:

- 1) tiek samazinātas izmaksas;
 - 2) tiek nodrošināta efektīvāka datu uzglabāšana un apkopošana;
 - 3) uzlabojas uzņēmuma darbības procesi, piemēram, piegādes ķēdes, krājumu uzskaitē, ražošana u.c.
 - 4) uzlabojas uzņēmuma iekšējā informācijas un lēmumu pieņemšanas apmaiņa.
- Savukārt sociālā uzņēmuma ārējā vidē:

- 1) izmantojot e-komercijas platformas, sociālais uzņēmums var sasniegt patērētājus visā pasaulē, kā arī dot iespēju patērētājam iegādāties produktus ar pievienoto vērtību;
- 2) sociālais uzņēmums var sadarboties ar citiem uzņēmumiem;
- 3) sociālais uzņēmums var izvērtēt tirgus konkurenci gan starp sociālajiem, gan tradicionālajiem uzņēmumiem;
- 4) izmantojot informācijas sistēmas, uzņēmums var sasniegt potenciālās mērķgrupas;
- 5) ir iespējams efektīvi veikt mārketinga darbības.

Informācijas sistēmu pielietojums Latvijā

Laika posmā līdz 2021. gada aprīlim Latvijā kopumā ir reģistrēti 187 sociālie uzņēmumi, no kuriem aktīvi ir 172. Autore 1. tabulā apkopo cik daudzi no aktīvajiem sociālajiem uzņēmumiem izmanto publiskas informācijas sistēmas, kas nodrošina uzņēmuma saimniecisko darbību, vai informē esošos un potenciālos klientus par uzņēmuma darbību.

1. tabula

Informāciju sistēmu pielietojums sociālajos uzņēmumos Latvijā [5]

Informācijas sistēmu pielietojums sociālajos uzņēmumos	Skaitis
Informatīva mājaslapa	61
Mājaslapa, kurā iespējams pieteikt pakalpojumu	13
Mājaslapa un internetveikals	11
Sociālie tīkli	98

Laika posmā līdz 2021. gada aprīlim, 98 sociālajiem uzņēmumiem ir izveidots sociālo tīklu konts. Lielākoties sociālo tīklu konts ir veidots “Facebook” platformā, mazāk “Instagram” “LinkedIn” un “Youtube”. Autore statistikā iekļāva uzņēmumu, ja tam sociālo tīklu konts ir vismaz vienā no uzskaitītajām vietnēm. 61 sociālajam uzņēmumam ir informatīva mājaslapa, bet 13 uzņēmumiem, mājaslapa darbojas ne tikai informatīvos nolūkos, bet tajā ir iespējams pieteikt vēlamo pakalpojumu. 11 sociālajiem uzņēmumiem ir izveidots internetveikals, kurā tiek pārdotas preces.

Veidojot uzņēmuma mājaslapu vai internetveikalu nepieciešams izvēlēties domēnu un domēna paplašinājumu. Domēna paplašinājumu ieteicams izvēlēties atbilstoši uzņēmuma darbībai, specifikācijai vai klientu lokam. Autore 2. tabulā apkopo sociālo uzņēmumu domēnu paplašinājumus.

Sociālo uzņēmumu domēnu paplašinājumi

Domēna paplašinājumi	Skaitis
.lv	67
.com	7
.info	1
.eu	7
.org	2
.fit	1

67 sociālie uzņēmumi izvēlas .lv domēna paplašinājumu, šo domēnu iesaka izvēlēties, ja uzņēmums vai tā potenciālais klients nāk no Latvijas. Domēnu .com un .eu ir izvēlējušies 7 uzņēmumi, visbiežāk šādu domēnu izvēlas uzņēmumi, kas darbību veic starptautiskā mērogā. Pārējie uzņēmumi ir izvēlējušies mazāk populārus domēnu paplašinājumus.

Kopumā var uzskatīt, ka mazliet vairāk kā puse no reģistrētajiem uzņēmumiem savas darbības popularizēšanai izmanto informācijas sistēmas. Lielāks pieprasījums ir sociālo tīklu vietnēs, to varētu skaidrot gan tādēļ, ka nav nepieciešamas vai ir zemas uzturēšanas izmaksas, gan arī iespējams sasniegt plašu auditoriju. Kā arī sociālie uzņēmumu Latvijā lielākoties pozicionējas uz vietējo tirgu. Autoresprāt, informāciju sistēmu pielietojums sociālo uzņēmumu darbībā ir mazāk pieprasīts, kā bija gaidīts.

Secinājumi

Sociālie uzņēmumi savu saimniecisko darbību var veikt gluži tāpat kā citi tradicionālie uzņēmumi ar galveno priekšnosacījumu, ka primārais mērķis ir vides un sociāli ekonomisko problēmu risināšana. Sociālie uzņēmumi darbības attīstībai var izmantot tādas pašas informācijas sistēmas un rīkus, kā citas uzņēmējdarbības formas. Izmantojot e-komercijas platformas sociālajam uzņēmumam ir lielākas iespējas sasniegt patērētāju ne tikai savas valsts robežās, bet arī starptautiski, kā arī sadarboties ar citiem uzņēmumiem.

Latvijā līdz 2021. gada aprīlim aktīvi ir 172 sociālie uzņēmumi un no tiem tikai 98 izmanto sociālo tīklu platformas. Mazāk kā puse – 61, ir izveidota informatīva mājaslapa, un tikai 11 uzņēmumiem ir izveidots tiešsaistes veikals. Sociālie uzņēmumi Latvijā lielākoties savu darbību veic vietējā mērogā. Autoresprāt, sociālie uzņēmumi Latvijā pilnvērtīgi neizmanto informācijas sistēmu sniegtās priekšrocības.

Summary

Currently, the concept of social entrepreneurship has no single explanation; it is used indicating to the different principles and forms of entrepreneurship. In general, the main aim of social entrepreneurship is to solve social and environmental goals, ensuring some benefit for society.

In today's world of information systems, social entrepreneurs also need to adapt and develop. Using information systems, a company can improve its internal business processes. In order for a company to develop and promote itself to customers, it needs to use the opportunities provided by the e-commerce information system. By applying information systems a company can reach consumers worldwide and develop its operations internationally.

Social enterprises in Latvia make relatively little use of the advantages provided by the information system; in general, slightly more than half of the registered social enterprises use one of the e-commerce platforms. Social enterprises in Latvia mostly operate locally.

According to the author, social enterprises in Latvia do not fully use the advantages provided by the information system.

Literatūra

1. Andrejeva, S. (2019). Sociālā uzņēmējdarbība Latvijā. Sk. Internetā (14.04.2021.) file:///C:/Users/User/Desktop/inovaciju%20vadiba%20rta/3.%20kurss/bakalaura%20darbs/Andrejeva_Sabin_e_sa16031.pdf
2. Bourgeois, D. (2019). Information Systems for Business and Beyond. Sk. Internetā (14.04.2021.) <https://online.flippingbook.com/view/373862/2/>
3. Dees, J. G. (1998). The Meaning of “Social Entrepreneurship”. Sk. Internetā (14.04.2021.) https://www.academia.edu/7911863/The_Meaning_of_Social_Entrepreneurship
4. Dobele, L. (2013). Sociālās uzņēmējdarbības attīstības iespējas Latvijā. Sk. Internetā (14.04.2021.) https://lufb.llu.lv/disertacijas/entrepreneurship/LasmaDobele_promocijas_darbs_2014_LLU_ESAF.pdf
5. Labklājības ministrija (2021). Sociālo uzņēmumu reģistrs. Sk. Internetā (14.04.2021.) <https://www.lm.gov.lv/lv/socialo-uznemumu-registrs>
6. Mair, J., Marti, I. (2006). Social entrepreneurship research: A source of explanation, prediction. Sk. Internetā (14.04.2021.) https://www.researchgate.net/publication/222436408_Social_Entrepreneurship_Research_A_Source_of_Explanation_Prediction_and_Delight
7. Yadiati, W. (2019). The role of information technology in e-commerce. Sk. Internetā (14.04.2021.) <https://www.ijstr.org/final-print/jan2019/The-Role-Of-Information-Technology-In-E-commerce.pdf>

TRANSFER LEARNING APMĀCĪBAS PAĀTRINĀŠANAI **TRANSFER LEARNING FOR TRAINING ACCELERATION**

Authors: **Ilmārs APEINĀNS**, e-mail: ia16024@edu.rta.lv

Vitālijs ŽUKOVŠ, e-mail: vz16020@edu.rta.lv

Scientific supervisors: **doc., Dr.sc.ing. Sergejs KODORS**, e-mail: sergejs.kodors@rta.lv

doc., Dr.sc.ing. Imants ZAREMBO, e-mail: imants.zarembo@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *In this work, authors compare training time of standard convolution neuron network model with model trained using transfer learning. Both models are based on Alexnet architecture. CNN model training from scratch included full model, but using transfer learning, some layers of model were frozen for learning acceleration considering transfer learning methodology.*

Keywords: *Alexnet, CNN, Convolution Neuron Network, Model, Transfer learning.*

Ievads

Konvolūciju neironu tīkli (*convolutional neural networks*, tālāk *CNN*) [1] ir neironu tīklu modeļi, kuru pārsvarā pielieto vizuālu attēlu apstrādei. Tā kā *CNN* ir izstrādāti, lai darbotos, imitējot cilvēka smadzeņu neironu savienojumu modeļi, kad atsevišķi neironi reaģē uz stimuliem tikai ierobežotā redzes laukā, kas pazīstams kā “uztverošais lauks”. Šie lauki pārklājas, lai aptvertu visu redzes laukumu.

Transfer learning jeb pārneses mācīšanās ir mašīnmācības pētniecisks risinājums vienas problēmas risināšanai sagatavota konvolūciju neironu tīkla pielietošanai, citas, bet vienlaikus saistītas problēmas risināšanai [2]. Kā piemēram konvolūciju neironu tīkls kurš ir apmācīts atpazīt mašīnas var tik izmantots priekš kravas automašīnu atpazīšanai.

Šī pētījuma **mērķis** ir eksperimentāli salīdzināt divu konvolūciju neironu tīklu apmācības metožu, standartu un *transfer learning*, apmācības ātrdarbību.

Materiāli un metodes

Darba ietvaros modelis, kas tika izmantots priekš konvolūciju neironu tīklu apmācīšanas salīdzinājuma ir *Alexnet* [3] struktūras modelis.

Standarta modeļa apmācība tika balstīta uz *Fruits360* [4] datu kopas ar 120 klasēm, bet priekš *transfer learning* pielietojuma vispirms tika izmantota *CIFAR100* [5] datu kopa kas satur 100 klases un vēlāk tika pielietota standarta *Fruit360* datu kopa, kas satur pamata 120 klases un modificēta *Fruit360* datu kopa, kura tika pārveidota tikai, lai saturētu 3 klases: “*apple*”, “*pears*” un “*noise*”, kas tika modificēts, lai klases būtu pēc izmēra aptuveni vienādas, ~400 attēli.

Konvolūciju neironu tīklu izstrādei tika izmantots *Tensorflow 2.0*, *Keras* un *Jupyter Notebooks*.

Eksperiments

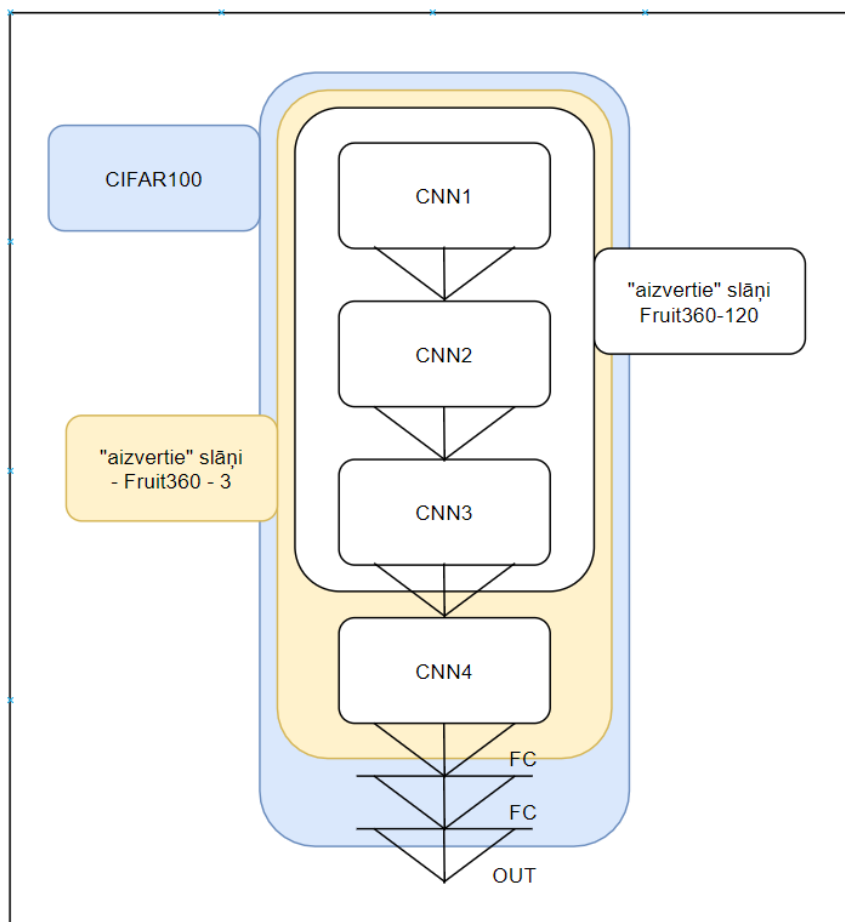
Darba eksperimenta pirmais solis bija konvolūciju neironu tīkla apmācība, izmantojot *Alexnet* struktūras modeļi (skat. 1. tab.). Apmācība tika veikta 10 reizes un visi apmācības laiki tika fiksēti.

Alexnet arhitektūras modelis

	Layer (type)	Output Shape (platums, augstums, filteru skaits)	Param.
CNN1	<i>conv2d_1</i>	(48, 48, 16)	1216
	<i>batch_normalization_1</i>	(48, 48, 16)	64
	<i>max_pooling2d_1</i>	(24, 24, 16)	0
CNN2	<i>conv2d_2</i>	(22, 22, 32)	4640
	<i>batch_normalization_2</i>	(22, 22, 32)	128
	<i>max_pooling2d_2</i>	(11, 11, 32)	0
CNN3	<i>conv2d_3</i>	(9, 9, 64)	18496
CNN4	<i>conv2d_4</i>	(7, 7, 128)	73856
	<i>max_pooling2d_3</i>	(3, 3, 128)	0
FC	<i>dense_1</i>	512	590336
FC	<i>dense_2</i>	512	262656
OUT	<i>dense_3</i>	3	1539

Konvolūciju neironu tīklu apmācība notiek vairākos posmos (skat. 1. att.):

1. Apmācība ar *CIFAR100* datu kopu;
2. Apmācība ar *Fruits360* datu kopu un visām 120 klasēm;
3. Apmācība, izmantojot *Fruits360* datu kopu, bet tikai 3 klases, “apple”, “pears” un “noise”.



1. attēls. “Aizvērti” pirmie trīs CNN slāņi

Pirmajā posmā tika apmācīts konvolūciju neironu tīkls uz *CIFAR100* datu kopas pamata. Dotā datu kopa satur sevī 100 dažādas klases ar 600 attēliem katrai klasei. *CNN* tika apmācīts pilnā mērā. *Nākošais solis*, kas tika sperts, bija iesaldēti pirmie trīs *Alexnet* modeļa slāņi (skat. 2. att.) un tika apmācīts modelis no jauna, tikai apmācības laikā netika veiktas nekādas manipulācijas ar pirmo trīs konvolūciju neironu tīkla slāņu svariem, saglabājot iepriekš apmācītos neironu svarus.

```
# Load pretrained model
model = tf.keras.models.load_model( cifar100 )

# Freeze pretrained layers
model.get_layer('sconv2d_1').trainable = False
model.get_layer('sconv2d_2').trainable = False
model.get_layer('sconv2d_3').trainable = False
```

2. attēls. “Aizvērti” pirmie trīs *CNN* slāņi

Pēc otrās apmācīšanas, jaunais modelis saglabāja apmācītos neironu svarus pirmajos trijos slāņos un apmāca atlikušos modeļa slāņus. Pabeidzot apmācību, izmantojot *Fruits360* datu kopu, kas satur 120 klases ar augļiem, *nākošais* un *pēdējais* solis ir veikt pēdējo apmācības posmu, kur tiek saglabāti iepriekš “aizvērtie” slāņi un tiek “aizvērts” ceturtais *Alexnet* modeļa slānis (skat. 3. att.) un tiek sagatavots izvadslānis, lai tas atbilstu datu kopas klašu struktūrai, kas tika izmantota apmācības procesā.

```
# Freeze and replace output layer
new_model = keras.models.Sequential()
for layer in model.layers[:-1]:
    layer.trainable = False
new_model.add( layer )
```

3. attēls. “Aizvērts” ceturtais *CNN* slānis

Priekš pēdējās apmācības tiek izmantota datu kopa, kas ir balstīta uz *Fruits360* datu kopas, bet ir tikai trīs klases, kas ir, “apple”, “pears” un “noise”. No pamata datu kopas tika izņemtas visas klases, kas saturēja nosaukumā “apple” vai “pears” un tika izveidotas jaunas klases kas saturēja visu saturu no pamata klasēm. Un tad tika izveidota klase “noise”, kas satur attēlus tiek izmantoti kā nepareizas atbildes *CNN* apmācībai. Klases tika veidotas aptuveni ar vienādu izmēru, lai neironu tīkls neatdotu priekšrocību vienai klasei.

Rezultāti

Veicot apmācību, izmantojot standarta *CNN* apmācības metodi, tika veikti modeļu apmācība 10 reizes balstoties uz *Fruits360* datu kopu ar 3 klasēm. 2. tabulā ir fiksēti rezultāti, kas tika iegūti pēc *CNN* apmācības. Tabulā ir divas iedaļas, kas satur laiku minūtēs (*Train time (min)*) un iegūto apmācības precizitāti (*Accuracy*). Pēc 10 apmācību veikšanas tika aprēķināts, ka vidēji vienas apmācības veikšanai nepieciešams ~104 minūtes un *CNN* precizitāte iegūta ir 95%.

2. tabula

Standarta apmācības nepieciešamais laiks

	<i>Apmācības laiks (min)</i>	<i>Precizitāte</i>
1	117	0,95119
2	104	0,95006
3	60,66666667	0,95423
4	117	0,94917
5	82,33333333	0,95261
6	91	0,93892
7	156	0,95286
8	130	0,95116
9	99,66666667	0,95611
10	99,66666667	0,94785
Vidēji	104,7878788	0,95019

Veicot *transfer learning* metodes pielietošanu tika veikta apmācība trīs etapos, kur pirmais etaps tika veikts tikai vienu reizi. Pirmajā apmācības etapā tika apmācīts CNN atpazīt dažādus objektu attēlus. Tas aizņēma lielāko apmācības laiku, kas bija vairāk kā 24 stundas (skat 3. tab.), bet precizitāte kas tika iegūta bija tikai 47%.

3. tabula

Pirmā apmācības etapa rezultāti

<i>Apmācības laiks (min)</i>	<i>Precizitāte</i>
1449,7	0,47080

Pēc pirmā apmācības etapa pabeigšanas, tika aizvērti pirmie trīs iepriekš apmācītā modeļa slāņi un tika uzsākta modeļa pārāpmācīšana, kur tika apmācīti atlikušie modeļa slāņi. Kā rezultātā apmācības laiks salīdzinājumā ar pirmo etapu samazinājās 4,5 reizēs (skat 4. tab.)

4. tabula

Otrā apmācības etapa rezultāti

<i>Apmācības laiks (min)</i>	<i>Precizitāte</i>
310	0,98681

Pēc otra apmācības etapa pabeigšanas modelis ir sagatavots pēdējam apmācības etapam kur tam tiks iemācīts atpazīt ābolus un bumbierus, bet visu kas neatbilst iepriekšminētajā klasēm definēt kā troksni un ignorēt. Pirms apmācības uzsākšanas tika aizvērts arī ceturtais modeļa slānis, atstājot tikai divus pēdējos slāņus apmācībai. Apmācība tika veikta 10 reizes uz rezultāti tika piefiksēti 5. tabulā. Var redzēt, ka vidējais apmācības laiks samazinājās līdz 8,5 minūtēm jeb 12 reizēs salīdzinājumā ar apmācību pilnīgi no jauna.

Transfer learning pielietotais laiks

	<i>Apmācības laiks (min)</i>	<i>Precizitāte y</i>
1	8,133333333	0,96176
2	10,53333333	0,96976
3	10,8	0,96754
4	6	0,95820
5	10,8	0,97421
6	5,866666667	0,95643
7	8	0,96665
8	5,733333333	0,95776
9	8,933333333	0,96665
10	10,53333333	0,96843
Average	8,53333333	0,96474

Secinājumi

Eksperimenta veikšanas laikā tika noskaidros, ka vidēji, apmācot *CNN* pilnīgi no jauna, viena neirontīkla apmācības laiks ir ~104 minūtes, kas nav slikti, ja nav plānots uzlabot modeļa darbību nākotnē. Bet, izmantojot *transfer learning* metodi modeļa apmācībai sagataves darbi, kas ir jāveic, lai nonāktu pie pielietojama modeļa aizņem daudz vairāk laika. Pirmais apmācības etaps aizņēma vairāk nekā 24 stundas, bet otrs etaps vairāk kā 5 stundas. Toties pēdējais etaps, kur tika modelis apmācīts atpazīt ābolus un bumbierus atbilstoši sagatavotajai datu kopai vidēji aizņēma tikai 8,5 minūtes, kas ir aptuveni 12 reizēs ātrāk. Jāatzīmē, ka vidēja precizitāte *transfer learning* gadījumā izauga par 1,5%.

Ja uzdevums, kur tiek pielietots *CNN* ir tikai izveidot vienu modeli un neņemt vērā tālāku tā uzlabošanu, tad var izmantot standarta metodi bez priekšapmācības. Tomēr, ja modeļa darbības mērķis pieprasa tālāku tā uzlabošanu, izmantojot jaunus datus, tad daudz izdevīgāk ir izmantot *transfer learning* sagatavotu modeli, jo tālākai modeļa apmācībai nav nepieciešams veikt visus trīs apmācības etapus, bet tikai trešo, kas padara to daudz izdevīgāku salīdzinājumā ar standarta metodi.

Summary

During the experiment, it was found that the average training time from scratch per CNN model is ~104 minutes, which is not bad, if there are no plans to improve the performance of the model in the future. But using the transfer learning method for model training, the preparatory work that needs to be done to get to the applicable model takes much more time. The first phase of training lasted approximately 24 hours and the second phase little bit more than 5 hours.

However, the last stage, where the model was trained to recognize apples and pears according to the prepared data set, took on average 8.5 minutes, that is about 12 times faster. It must be mentioned, that average accuracy is improved by 1.5%

If the task, where CNN is used is to create only one model and ignore further improvements, then you can use the training scratch. However, if the model requires further improvement using new data, then it is much more advantageous to use a model prepared by transfer learning, because for further model training it is not necessary to perform all 3 training stages, but only the last, which makes it much more advantageous compared to the training from scratch.

Acknowledgement

Funding institution: Latvian Council of Science

Funding number: lzp-2019/1-0094

Acronym: FLPP-2019-1

Funding text: This research is funded by the Latvian Council of Science, project “Application of deep learning and datamining for the study of plant-pathogen interaction: the case of apple and pear scab”, project No. lzp-2019/1-0094

Literatūra

[1] Konvolucionāli neironu tīkli vizuālai atpazīšanai [tiešsaiste], [atsauce uz 07.08.2020.]. Pieejams:

<https://cs231n.github.io/convolutional-networks/>

[2] Transfer learning pamatideja [tiešsaiste], [atsauce uz 18.08.2020.]. Pieejams:

<https://towardsdatascience.com/transfer-learning-with-convolutional-neural-networks-in-pytorch-dd09190245ce>

[3] Alexnet arhitektūra [tiešsaiste], [atsauce uz 12.08.2020.]. Pieejams: <https://medium.com/@smallfishbigsea/a-walk-through-of-alexnet-6cbd137a5637>

[4] H. Mureşan & O. Mihai. Fruit recognition from images using deep learning. Acta Universitatis Sapientiae, Informatica, vol. 10, pp. 26-42, 2018.

[5] CIFAR100 datu kopa [tiešsaiste], [atsauce uz 12.08.2020.]. Pieejams:

DZINĒJA VADĪBAS BLOKA PARAMETRU OPTIMIZĒŠANA OPTIMIZATION OF ENGINE CONTROL UNIT PARAMETERS

Autors: **Dāvis ĀBOLIŅŠ**, e-pasts: da15012@edu.rta.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 this work is to change car's engine control unit's parameters on-the-go, to achieve more power or more fuel economy. To reach named aim author in this work analyzed common method of switching car engine control unit's parameters by using normal computer and considered utilizing single board computer and making a built-in system to switch easily desired driving style on-the-go.*

Keywords: *ECU, engine, fuel, gasoline, optimization.*

Ievads

Iekšdedzes dzinēji, kas aprīkoti ar inžektoru, izmanto dzinēju vadības blokus jeb ECU 'Engine Control Unit'. Šie bloki ir ar rūpnīcā uzstādītiem parametriem, kuri tiek uzskatīti par optimāliem, bet tas tā nav un no iekšdedzes dzinējiem var panākt lielāku jaudu un degvielas ekonomiju, mainot dzinēja parametrus.

Manuāla parametru maiņa ir sarežģīta, kas nav paredzēta lietotājiem bez tehniskām zināšanām. Integrējot vienplates mini datoru ir iespējams panākt aizdedzes un degvielas parametru automātisku optimizāciju, izmantojot dažādus režīmus, atkarībā, kāds nepieciešams dotajā brīdī, piemēram, braucot pa kalnainu vidi, nepieciešama lielāka jauda, bet braucot pa taisnu ceļu, vairāk degvielas ekonomijas.

Darba mērķis ir veikt teorētisku pētījumu par dzinēja vadības bloka optimizēšanas iespējām, lai panāktu degvielas ekonomiju vai lielāku jaudu, atkarībā no situācijas.

Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, ir nepieciešams veikt šādus uzdevumus:

- veikt literatūras analīzi par dzinēju vadības blokiem;
- analizēt un salīdzināt benzīna un dīzeļa dzinējus;
- atrast labākās metodes, lai mainītu dzinēja parametrus ērtāk.

Pētījuma metodes:

- 1) Aprakstošā jeb monogrāfiskā: literatūras analīze, lai izpētītu dzinēju vadību tehnoloģijas un metodes.
- 2) Kvantitatīvā: tiek salīdzināti rūpnīcas un programmējami dzinēja vadības bloki.

Dzinējiem nav iespējams iegūt lielu jaudu un lielu ekonomiju vienlaicīgi, tāpēc, izmantojot automātisku optimizāciju un vairākus režīmus, varēs pārslēgties, starp jaudu un ekonomiju, atkarībā pēc vēlmes un nepieciešamības. Starp dažādiem režīmiem var pārslēgties izmantojot datoru un mainot dzinēja vadības bloka parametrus.

Biežāk sastopamie iekšdedzes dzinēju tipi

Darbā kā biežāk sastopamie iekšdedzes dzinēji tiek apskatīti benzīna un dīzeļa dzinēji.

Benzīna dzinējs ietilpst iekšdedzes dzinēju klasē, kas rada enerģiju, sadedzinot degvielu (benzīnu vai benzīna maisījumu, piemēram, etanolu), ko ierosina elektriskā dzirkstele. Četraktu benzīna dzinēji darbina lielāko daļu automašīnu, vieglās kravas automašīnas, vidējus un lielus motociklus un zāles pļāvējus. Divtaktu benzīna dzinēji ir retāk sastopami, taču tos izmanto maziem piekarināmiem kuģu motoriem un daudziem roku instrumentiem, piemēram, motorzāģos, dzīvzogu šķērēs un lapu pūtējos [1].

Dīzeļdzinējs ietilpst iekšdedzes dzinēju klasē, kurā gaiss tiek saspīests līdz pietiekami augstai temperatūrai un tiek iesmidzināta dīzeļdegviela, lai aizdedzinātu cilindrā izveidoto degmaisījumu, kur sadegšana un izplešanās kustina virzuli. Tas pārveido degvielas ķīmisko enerģiju mehāniskajā enerģijā, ko var izmantot kravas automašīnās, traktoros, lokomotīvēs un jūras kuģos. Vairākas automašīnas ir arī ar dīzeļdegvielu, tāpat kā daži elektroenerģijas ģeneratori [2].

Abu dzinēju galvenās atšķirības ir degmaisījuma aizdedzināšanā, benzīna dzinējs izmanto dzirksteli no aizdedzes sveces, bet dīzeļa dzinējs izmanto augstu spiedienu, kā rezultātā degmaisījums uzkarst, abu dzinēju degmaisījuma aizdedzināšanas rezultātā veidojas sprādziens, kas dzen virzuli cilindrā un tālāk veidojas rotācijas kustība, citas dzinēju atšķirības skatīt 1. tabulā.

1. tabula [3]

Galvenās atšķirības starp benzīna un dīzeļa dzinējiem

Benzīna dzinējs	Dīzeļdzinējs
Nepieciešamas aizdedzes sveces	Nepieciešamas kvēlsveces
Mazāka degvielas efektivitāte	Augstāka degvielas efektivitāte
Mazas vibrācijas un klusāks	Lielas vibrācijas un skaļš
Biežāk sastopams vieglajās automašīnās un motociklos, kā arī dažādos instrumentos	Bieži sastopams smagajās automašīnās un arī vieglajās automašīnās, kā arī atsevišķos instrumentos.
Mazs griezes moments	Liels griezes moments
Lielāki maksimālie apgriezieni minūtē (vidēji līdz 7000)	Mazāki maksimālie apgriezieni minūtē (vidēji līdz 5000)

Dzinēju vadības bloki

Elektronisko vadības bloku (ECU), ko lieto mūsdienu automašīnās, izmanto, lai kontrolētu motora un citu sastāvdaļu funkcijas. ECU ir dators, kas ir iepriekš ieprogrammēts un kas daudz neatšķiras no stacionārā vai klēpjatora. Transportlīdzekļa dzinēja datoru, ECU, izmanto dzinēja darbināšanai, izmantojot ieejas sensorus un izejas komponentus, lai kontrolētu visas motora funkcijas. ECU ir daudz dažādu marku, formu un izmēru [4].

Parasti rūpnīcas ECU. Rūpnīcas ECU parasti ir optimizēti dzinējam, lai ievērotu dažādus likumus, kā rezultātā tiek parametriem dotas rezerves, un izmantojot rūpnīcas parametrus var droši braukt. Rūpnīcas ECU nav viegli programmēt, lai programmētu, vajag speciālas iekārtas un ar tām jāmāk rīkoties. Pēc pareizas ECU pārprogrammēšanas ir iespējams iegūt labākus rezultātus (skat. 1. att.).

nepieciešams padot degvielu no inžektora un cik daudz degvielu padot. Šos parametrus maina attiecībā pret patreizējiem dzinēja apgriezieniem minūtē. Mainot parametrus var panākt ātrāku un spēcīgāku braukšanu vai ekonomiskāku braukšanu. Ja parametrus saliek nepareizus, var gadīties, ka dzinējs darbosies, bet vāji un ļoti daudz patērēs degvielu un pat pārkarstīs. Sliktākajā gadījumā var rasties dzinēja detonācija, degvielai aizdegoties nepareizajā laikā, radot “dzinēja klauvēšanu”, kas var novest pie dzinēja resursa ātras samazināšanas vai pat dzinējā “izsist” caurumu, kā rezultātā dzinējs kļūst nelietojams.

Automātiska dzinēju vadības bloku parametru maiņa. Lai izvairītos no dzinēja bojājumiem ECU parametrus būtu ieteicams vadīt kādam, kam ir pieredze vai ar īpašu programmu. Pieejamās programmas, kas piedāvā automātisku ECU programmēšanu, ir par maksu un cenas ir atšķirīgas, kā arī parasti jāmaksā katru mēnesi par bezlimita automātisku regulēšanu vai par limitētu daudzumu, cik reizes var automātiski programmēt ECU. Kas nozīmē, ja vēlas vienu dienu braukt ātrāk un neekonomiskāk, pie ECU ir jāpieslēdz dators un jāmaina parametri un, ja citā dienā vēlās braukt lielākus gabalus un ekonomiskāk, atkal jāslēdz klāt dators un jāmaina parametri.

Automātiski optimizētais dzinēja bloks izmantojot dažādus režīmus. Lai nebūtu jāizmanto visu laiku pieslēgts dators un jāvadā līdzi, dzinēja vadības blokā var iestrādāt vienas plates datoru, kā piemēram, *Raspberry Pi*. Kas ļautu pieslēgt papildus dažādas funkcijas dzinēja vadības blokam, tai skaitā parametru optimizāciju un viegli izvēlēties sev tīkamo braukšanas stilu.

Vairāku režīmu pogas. Izmantojot vairākas pogas vai slēdzi ar vairākām pozīcijām, ir iespējams pārslēgties starp dažādiem režīmiem. Piemēram agresīvākai braukšanai, kur var braukt ātri, kā uz Vācijas šosejas vai pa kalnainu vidi. Otrs piemērs, ekonomiska braukšana, tad, kad jābrauc pa taisnu ceļu un tālu, un ir vēlme ekonomēt degvielu.

Secinājumi

Mūsdienās ir divi populāri iekšdedzes dzinēji, benzīna un dīzeļa dzinēji. Dīzeļa dzinēji aizdedzina iesmidzināto degvielu no augstas temperatūras, kas rodas augstā spiedienā. Benzīna dzinējs aizdedzina degmaisījumu izmantojot dzirksteli. Abi dzinēji cilindrā dzen virzuli notiekot degvielas sadegšanai. Modernie dzinēji izmanto dzinēja vadības bloku, jeb ECU.

Parastam lietotājam nav nepieciešamības pēc šādas sistēmas. Sistēmas uzstādīšana ir dārga un ne jebkurš katrs mācēs to izdarīt. Tā būtu noderīga lietotājam, kas daudz ceļo, piemēram, vienu dienu pa kalnainām vietām, bet citu pa taisnu ceļu. Kā arī lietotājam, kas vēlās no sava dzinēja iegūt, ko vairāk, tā sakot piedalīties ar ikdienas auto sacensībās.

Veicot pētījumu tika secināts, ka izmantot datoru, lai pirms katra braucien uzstādītu sev nepieciešamos parametrus dzinējam ir ļoti neērti un laikietilpīgi. Izmantojot vienplates datoru un integrējot to mašīnas dzinēja vadības blokā var panākt vieglu dzinēja vadības bloka parametru maiņu. Tāpat izmantojot vairāku pozīciju slēdzi vai vairākas pogas, var panākt dažādu parametru iestatīšanu dzinēja vadības blokam atkarībā pēc nepieciešamības.

Summary

Today, there are two popular internal combustion engines, gasoline and diesel engines. Diesel engines ignite injected fuel from high temperatures that occur at high pressures. Petrol engines ignites fuel mixture using a spark. Both engines drive the piston in the cylinder during fuel combustion. Modern engines use an engine control unit, or ECU. The ECU monitors engine operation based on sensor data and a pre-loaded program. The original ECU programs are called optimal, although this is not the case. Original ECU programs usually use safe reserves to comply with various rules. Special equipment is required to change the engine ECU program. It is cheaper and easier to change the ECU itself to a freely programmable ECU. To safely change the ECU parameters, you must be able to do so, or use a program that will do it

automatically. To change the parameters, a computer must be connected to the ECU, which can be used to change the parameters. Engine cannot reach its maximum possible power and at the same time be as economical as possible. By connecting a computer and changing parameters, you can set it to be as economical or as powerful as possible. If you want to change these parameters, you need to connect a computer every time. By incorporating the ECU into a small single-board computer, such as the Raspberry Pi, it is possible to easily change parameters before starting the journey. By connecting a button or multi-position switch to a single-board computer, it is possible to achieve even easier switching between different parameters, and to drive at maximum engine power or at maximum engine economy, or balanced.

Izmantotā literatūra

- [1] Orville C. Cromer, "Gasoline engine," 2019. <https://www.britannica.com/technology/gasoline-engine> (accessed Apr. 08, 2021).
- [2] Lloyd Van Horn Armstrong, "Diesel engine," 2020. <https://www.britannica.com/technology/diesel-engine> (accessed Apr. 08, 2021).
- [3] Rama Krishnan GRT, "What are the visual differences between a petrol and a diesel engine? How can we differentiate by placing them side by side (Other than a carburetor)?," 2018. <https://www.quora.com/What-are-the-visual-differences-between-a-petrol-and-a-diesel-engine-How-can-we-differentiate-by-placing-them-side-by-side-Other-than-a-carburetor> (accessed Apr. 16, 2021).
- [4] K. Rangam, "What Is An ECU? Electronic Control Unit (ECU) Explained," 2020. <https://gomechanic.in/blog/ecu-electronic-control-unit-explained/> (accessed Apr. 08, 2021).
- [5] Mark, "Civic 2.2 i CDTi ECU remap shows excellent power gains," 2010. <https://www.tdi-plc.com/civic-2-2-i-cdti-ecu-remap-shows-excellent-power-gains/> (accessed Apr. 16, 2021).
- [6] The Advance Team, "What Is ECU Tuning?," 2021. <https://shop.advanceautoparts.com/r/advice/car-truck-mods/what-is-ecu-tuning> (accessed Apr. 08, 2021).

SEO UN SEM PRIEKŠROCĪBAS DIGITĀLAJĀ MĀRKETINGĀ SEO AND SEM BENEFITS IN DIGITAL MARKETING

Autors: **Viesturs BALTIŅŠ**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Rēzekne, Latvija
e-pasts: viestursbaltins@gmail.com,

Darba vadītājs: **Dr.sc.ing. Imants ZAREMBO**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601, Latvija

Abstract. *The paper deals with the search engine optimization and search engine marketing benefits to website. Explains the differences as well as their similarities between SEO and SEM. Gives tips on what conditions one of the strategies is preferable to boost website ratings than the other, and under what circumstances it is more effective to use both SEO and SEM strategies.*

Keywords: *Search engine optimization, search engine marketing, SEO, SEM, pay per click.*

Ievads

Neskatoties uz atšķirību starp meklētājprogrammu optimizāciju (SEO) un meklētājprogrammu mārketingu (SEM), daudzi cilvēki joprojām ir nesaprašanā, atšķirot vienu no otra. Patiesībā SEO un SEM ir ļoti atšķirīgi, kaut arī tiem ir līdzīgi mērķi. SEO koncentrējas uz dabisko datplūsmu, savukārt SEM ir viss par tīmekļa redzamības uzlabošanu meklētājprogrammās. Jā, gan SEO, gan SEM mērķi ir ļoti līdzīgi, taču to sasniegšanas metodes ir atšķirīgas. Atšķirība starp SEO un SEM integrēšanas mērķis mārketinga kampaņā ir panākt labāku tīmekļa lapas redzamību un meklētājprogrammu klasifikāciju. Tomēr SEO un SEM atšķiras no mērķu sasniegšanas viedokļa. Meklētājprogrammu optimizācija ir dabiskas meklēšanas stratēģija, savukārt meklētājprogrammu mārketingu ir apmaksāta meklēšanas stratēģija. Darbā tiek uzskaitītas gan SEO, gan SAM izmantošanas stiprās un vājās puses un pie kādiem nosacījumiem ir izdevīgāk izvēlēties vienu no tiem, vai abus kopā.

SEO

SEO jeb meklētājprogrammu optimizācija ir daļa no meklēšanas mārketinga, kas izmanto organisku taktiku, lai iegūtu redzamību meklētājprogrammas rezultātu lapā (Search engine results page), (SERP). Izmantojot SEO, zīmoli nemaksā par izvietošanu SERP. Tā vietā tiek izmantotas dažādas taktikas, kas mudina meklētājprogrammas rādīt savu saturu netālu no SERP augšdaļas, jo rezultāts ir vērtīgs un autoritatīvs. SEO ietver simtiem taktiku, kas var palīdzēt zīmolam palielināt meklēšanas rangu. Baltās cepures SEO attiecas uz tādu metožu un stratēģiju izmantošanu, kuru mērķauditorija ir cilvēks, nevis meklētājprogramma. Šīs baltās cepures SEO metodes bieži tiek sagrupētas trīs kategorijās.

1. **Lapas SEO** optimizē katru atsevišķu vietnes lapu, lai mērķētu uz noteiktu atslēgvārdu un pievilinātu meklētājprogrammas. Šīs stratēģijas ietver: atslēgvārdu izpēti, satura izveidi un atslēgvārdu optimizāciju. SEO optimizācija lappusēs palīdz meklētājprogrammām saprast satura lapu un līdz ar to piešķirt tai augstāka ranga.
2. **Tehniskais SEO** optimizē vietnes saturu, lai uzlabotu tās aizmugursistēmu struktūru un pamatu. Šīs stratēģijas attiecas uz: vietnes ātrumu, draudzīgumu mobilajām ierīcēm, indeksēšanu, vietnes struktūru, strukturētos datus un drošību. Tehniskais SEO uzlabo lietotāju pieredzi, kā rezultātā meklēšanas rangs ir augstāks.
3. **SEO ārpus lapas** veido vietnes reputāciju un autoritāti, saistot to ar citām augstas kvalitātes vietnēm. SEO lapas paņēmieni ārpus lapas ietver: saišu veidošanu (augstas kvalitātes atpakaļsaišu iegūšanu) no citām vietnēm un vietējo sarakstu un direktoriju

profilu pārvaldīšanu. Kad daudzas vietnes novirza uz zīmola vietni, meklētājprogrammām tiek parādīts, ka zīmola vietne ir uzticama un cienījama, kas palielina tās meklēšanas rangu. [1]

Meklētājprogrammu optimizācijas priekšrocības:

1. **Tas ir rentabls.** SEO ir iespējams veikt bez maksas, meklētājprogrammu optimizācija dažreiz nemaksā neko, ja vien ir zināšanas, kā optimizēt savu vietni meklētājprogrammām. Tomēr, meklētājprogrammu optimizāciju, joprojām ir ieteicams ieguldīt naudu digitālā mārketinga kampaņā, īpaši iesācējiem. Ieguldījums ir tā vērts, jo vietne var iegūt ilgtermiņa atpazīstamību tiešsaistē un piesaistīt tūkstošiem apmeklētāju. Var arī uzticēt savus SEO pakalpojumus mārketinga aģentūrai. Šādi rīkojoties, meklētājprogrammu optimizācija būs mazāk laikietilpīga un rentablāka. Digitālā aģentūra palīdzēs ieviest efektīvas mārketinga stratēģijas, lai piesaistītu lielāku apmeklētāju plūsmu uz vietni.[2]
2. **Iegūstiet ilgtermiņa tiešsaistes ekspozīciju.** Lai izveidotu ilgtermiņa tiešsaistes ekspozīciju savam biznesam, nekas nav labāks par meklētājprogrammu optimizāciju. Var izveidot augstas kvalitātes saturu savai vietnei, lai uzlabotu dabiskās meklēšanas klasifikāciju. Tiklīdz digitālā mārketinga stratēģijas būs sākušas darboties, vietnei vajadzētu būt labāk meklējamai Google un Bing.
3. **SEO ir augsts vidējais klikšķu skaits.** Atšķirībā no SEM, SEO ir lielāks vidējais klikšķu skaits (VKS). Laika gaitā var pievienot savai vietnei lielāku vērtību, ja turpina ievērot efektīvu meklētājprogrammu optimizācijas praksi. Tomēr, lai sasniegtu augstu VKS, jāiekļūst meklētājprogrammas rezultātu lapā. Tāpēc prioritāte ir palielināt datplūsmas daudzumu uz vietni, izveidojot augstas kvalitātes, SEO draudzīgu saturu. VKS laika gaitā palielināsies, tiklīdz tiks piesaistīti vietnei vairāk apmeklētāju.

SEM

Kādreiz meklētājprogrammu mārketinga sastāvēja no gan SEO, gan apmaksātas meklēšanas mārketinga stratēģijas, taču laika gaitā saīsinājums SEM attīstījās, lai pārsvarā pārstāvētu digitālās mārketinga kampaņas apmaksāto pusi. SEM vai meklētājprogrammu mārketinga bieži tiek uzskatīts par meklēšanas mārketinga daļu, kas izmanto maksas taktiku, lai iegūtu redzamību SERP. Apmaksāta SEM stratēģija ietver gan darbības, kas saistītas ar reklāmu iestatīšanu un optimizēšanu, gan arī budžeta iestatīšanu, kas maksā par reklāmu izvietošanu. Šo stratēģiju bieži dēvē par apmaksātu meklēšanu vai maksas par klikšķi (Pay Per Click)(PPC) mārketingu.

Google Ads (agrāk Google Adwords) ir meklēšanas nodrošinātājs, kas visbiežāk tiek izmantots šai stratēģijai. Izmantojot meklētājprogrammu, bieži atklājas, ka pirmajos pāris meklēšanas rezultātos blakus ierakstam ir vārds Reklāma, norādot, ka šī vietne ir samaksājusi par to, lai viņu saraksts tiktu parādīts pirmais šajos konkrētajos meklēšanas rezultātos. Izmantojot šo taktiku, zīmoli veic atslēgvārdu izpēti un veido kampaņas, kuru mērķauditorija ir labākie viņu nozares, produktu vai pakalpojumu atslēgvārdi. Kad lietotāji meklē šos atslēgvārdus, viņi SERP augšdaļā vai apakšdaļā redz pielāgotās reklāmas. Par zīmolu tiek iekasēta maksa katru reizi, kad lietotājs noklikšķina uz reklāmas.

Viens no galvenajiem ieguvumiem, ko sniedz apmaksāta meklēšana, ir tas, ka, lai gan SEO ir vietnei ļoti svarīgs un var dot labus rezultātus, mēģinot meklētājprogrammās ierindoties pirmajā vietā, apmaksāta meklēšana var garantēt šo pozīciju. Jāņem vērā arī dramatiskais mobilo tālrunu un planšetdatoru lietošanas pieaugums, izmantojot meklētājprogrammas, un, samazinoties ekrāna izmēram, galvenais nekustamais īpašums šo meklēšanas rezultātu augšdaļā ir daudz vairāk vērts.

Meklētājprogrammu mārketinga priekšrocības:

1. **Sasniedziet tūlītējus rezultātus.** Atšķirībā no meklētājprogrammu optimizācijas, kas potenciālo pirkumu ģenerēšanai prasa zināmu laiku, meklētājprogrammu mārketinga uz vietni rada tūlītēju efektu. SEM ir ātrāka nekā meklētājprogrammu optimizācija, tāpēc arī tā ir lieliski piemērota mazajiem uzņēmumiem. SEM ir ideāla digitālā mārketinga stratēģija mazajiem uzņēmumiem, jo tā var uzreiz uzlabot tīmekļa redzamību. Izmantojot SEM, var iegūt nepieciešamo stimulu, lai sasniegtu labāku tiešsaistes ekspozīciju, ļaujot īsā laikā sasniegt vairāk potenciālo klientu.
2. **Tas ir ļoti pielāgojams.** SEM kampaņā ir jāiztērē simtiem eiro. Tomēr nav jāuztraucas par SEM izmaksām, jo tās ir ļoti pielāgojamas. Var kontrolēt kampaņai iztērēto naudas summu un izvairīties no pārmērīgiem tēriņiem. Tāpat nav minimālās naudas summas, kas nepieciešama, lai iztērētu SEM. Kamēr ir ievērojams budžets, var integrēt SEM savā digitālā mārketinga kampaņā un solīt cenu par atslēgvārdiem, lai ģenerētu potenciālos klientus.
3. **Maksājiet tikai tad, kad tas ir nepieciešams.** Apmaksātās reklāmas tiks rādītas kā saites Google meklētājprogrammas rezultātu lapas augšpusē. Ikreiz, kad kāds noklikšķina uz reklāmām, tikai tad būs jāmaksā Google. Maksa par klikšķi PPC stratēģijas veids var neatmaksāties. Jā, katrs klikšķis ir iespēja, ka potenciālais pirkums tiks pārveidots par pārdošanu. Tomēr nav garantijas, ka reklāmas veicinās pārdošanas apjomus. Tādā gadījumā optimizējiet savas reklāmas un vietni, lai apmeklētājiem nodrošinātu izcilu digitālo pieredzi un palielinātu izredzes gūt panākumus.[3]

SEO un SEM

Gan SEO, gan SEM ir savas unikālās priekšrocības. Meklētājprogrammu optimizācija ir ideāli piemērota ilgtermiņa tiešsaistes darbībai, savukārt meklētājprogrammu mārketinga ir ideāls, lai uzreiz radītu potenciālos klientus. Labākā izvēle mārketinga kampaņai ir to abu integrēšana. Tad būs daudz lielākas iespējas palielināt pārdošanas apjomus, ja optimizēsiet savu vietni gan meklētājprogrammu optimizēšanai, gan meklētājprogrammu mārketingam.

Digitālā mārketinga termini SEO un SEM var būt mulsinoši. SEO un SEM lieliskā lieta ir tā, ka tie, protams, nav savstarpēji izslēdzoši, un tie papildina viens otru, nevis strādā viens pret otru. Tie abi savos procesos iekļauj atslēgvārdus, abi attiecīgi darbojas viena mērķa sasniegšanai.

Ir pilnīgi iespējams (un ieteicams) visaptveroši apskatīt savu tiešsaistes un digitālā mārketinga kampaņu, un abu meklēšanas optimizēšanas stratēģiju iekļaušana nodrošinās konsekventu redzamību tiešsaistē. Vidējais klikšķu skaits, kas ir gan augstāk apmaksātajā, gan dabiskajā pozīcijā, ir ievērojami lielāks nekā tikai viens no tiem atsevišķi.

Ir svarīgi neizmantot SEM bez SEO. Jo, izmantojot SEM, kad zīmoli maksā par atslēgvārdiem, viņu potenciālie klienti noklikšķinās uz viņu reklāmas un apmeklēs viņu vietni. Tagad, ja vietnei nav atbilstošas informācijas, ko viņi meklē, šis lietotājs tūlīt atgriezīsies savā Google meklēšanā, lai atrastu citu vietni. Tas ir jautājums, jo meklētājprogrammas to uzraudzīs un sniegs vietnei kvalitātes rādītāju, kas var novirzīt vietni uz zemāku rangu, tādējādi pieprasot maksāt vairāk par atslēgvārdiem. Tagad pārejot uz PPC un SEM - var izmantot abus, tomēr, lai tos abus izmantotu, būs nepieciešams liels budžets. PPC no SEM atšķir tas, ka to var izmantot sociālajos tīklos vai platformās, ko SEM nespēj darīt.[4]

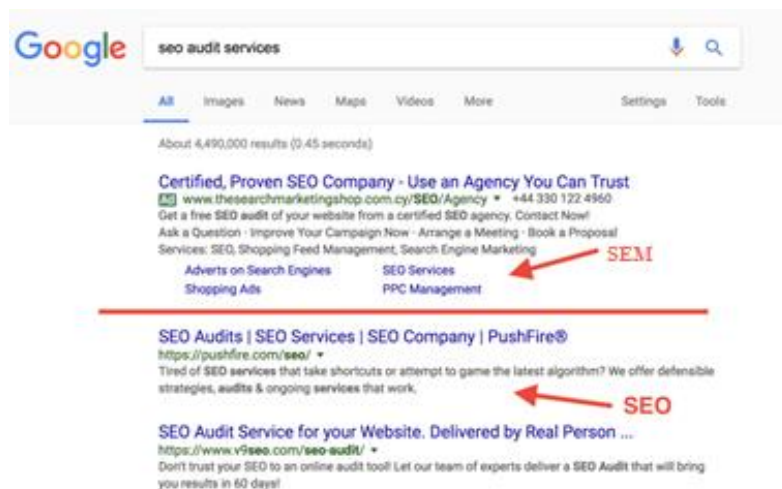
SEO un SEM līdzības:

1. Uzlabo vietnes redzamību meklētājprogrammās, un abas metodes palīdzēs vietnei parādīties SERP, izmantojot mērķauditorijas atlasī un optimizēšanu atslēgvārdiem.

2. Piesaista vairāk atbilstošas un kvalitatīvas datplūsmas uz vietni. Abas stratēģijas mudina lietotājus noklikšķināt uz vietni - kaut arī viena ir apmaksāta taktika, bet otra ir organiska.
3. Palīdz iegūt dziļāku izpratni par savu auditoriju. Lai abas stratēģijas būtu veiksmīgas, labi jāpārziņa auditorija.
4. Izmanto atslēgvārdu izpēti, lai atklātu un atlasītu atbilstošus atslēgvārdus. Abiem ir jāveic atslēgvārdu izpēte, lai saprastu, kas ir vietnes konkurence.
5. Nepieciešama nepārtraukta testēšana un optimizācija. Lai veiksmīgi darbotos ilgtermiņā un nodrošinātu stabilu attīstību, abiem ir nepieciešama nepārtraukta uzraudzība un pielāgošana.[5]

SEO un SEM atšķirības:

1. SEM Apmaksāto izvietojumu SERP var atšķirt pēc ikonas "Reklāma". Sk. 1.att.



1.attēls. SEO un SEM izvietojums Google meklētājsistēmā

Dabiskajā sarakstā to nav, tas nozīmē, ka dabiskie un apmaksātie rezultāti izskatās atšķirīgi. Augšējā attēlā, apmaksātajās reklāmās tiek piedāvāti reklāmu paplašinājumi, kas ļauj uzlabot standarta meklēšanas (teksta) reklāmu ar vietņu saitēm, norādēm, tālrunu numuriem un daudz ko citu. Tas nozīmē, ka dabiskie reitingi patiešām piedāvā bagātīgus fragmentus. Tomēr, izmantojot reklāmu paplašinājumus, daudz vairāk kontrolē, kā un kad tie tiek parādīti.

2. Maksa par katru klikšķi vai seansu, izmantojot SEM. Izmantojot SEM, reklāmdevējs maksā katru reizi, kad lietotājs noklikšķina uz reklāmas (MPK - maksa par klikšķi) vai MPT (maksa par tūkstoš seansiem) atkarībā no izveidotās kampaņas veida. Tomēr viņi neko nemaksā, ja lietotājs noklikšķina uz organisko sarakstu, kas ierindots SEO dēļ.
3. SEM var sasniegt gandrīz tūlītējus rezultātus. SEO nevar. Kad SEM (apmaksātā) kampaņa ir tiešraidē, uzreiz var redzēt rezultātus dažu klikšķu laikā. Reklāmas nekavējoties tiks rādītas meklēšanas rezultātos (ja vien tās būs apstiprinātas). SEO, savukārt, var aizņemt laiku, ja vien nav konkurences, kas ir reti. Pēc SEO stratēģijas uzsākšanas var paiet mēneši, lai redzētu organiskus rezultātus.
4. SEO nodrošina kumulatīvus rezultātus. Vēl viens būtisks aspekts šajā sakarā ir tas, ka SEO laika gaitā turpina pievienot vērtību, un ieguldījumu atdevei jābūt kumulatīvai. Stratēģija laika gaitā tiks veidota un atstās paliekošus rezultātus. Kad iegulda SEM, tas tā nav. Tiklīdz izslēgsiet savas reklāmas, redzamība tiks pārtraukta.
5. SEM ir vieglāk pārbaudīt un uzlabot nekā SEO. Apmaksātai reklāmai vienmēr nepieciešama pārbaude. Būs jāpārskata reklāmas kopija, var tikt atlasīta jauna mērķauditorija, un, iespējams, lai testi darbotos, būs jāmaina galvenās lapas saturs. Izmantojot pieejamos datus, to visu var izdarīt ātri, un izmaiņas stājas spēkā ātri, un

testa rezultāti tiek atjaunoti pēc laika. Ņemot vērā algoritma raksturu, nevar testēt tāpat kā ar SEO. Protams, testēšana joprojām ir ļoti svarīga stabilas SEO stratēģijas sastāvdaļa; tas vienkārši nav šādā veidā salīdzināms ar PPC atļauto.

SEO vai SEM

SEO pret SEM - kuru vajadzētu izmantot? Atbilde uz šo jautājumu ir vienkārša.

Tas ir ļoti atkarīgs no:

1. **Kāds ir konkrētais mērķis.** Ja ir vēlme ātri piesaistīt tirdzniecību, izmēģināt jaunu piedāvājumu vai palielināt klientu skaitu lēnā mēnesī, izvēlei vajadzētu būt SEM. Ja vēlme veicināt izaugsmi ilgtermiņā, SEO var būt vēlamāks.
2. **Pašreizējā veikspēja.** Ja ir laba organiskā redzamība, SEM varētu būt lielisks veids, kā to papildināt ar papildu redzamību.
3. **Rezerves.** Dažos gadījumos, ja ņem vērā augstās klikšķu izmaksas un zemās produkta rezerves, nav jēgas palaist SEM. Šādos gadījumos SEO, visticamāk, ir kanāls, kas nodrošina daudz lielāku atdevi. Ir vērts aplēst maksu par klikšķi, kas jāmaksā, izmantojot PPC atslēgvārdu rīku, un saprast, kāds būtu jūsu reklāmguvumu līmenis, lai gūtu peļņu.
4. **Klienta dzīves vērtība.** Izmantojot SEM, varat konstatēt, ka augstāka LTV (Customer Lifetime Value) rada augstākas klikšķu izmaksas. Bet zemāka LTV var nozīmēt, ka SEO parādās kā spēcīgāka stratēģija.

Bet tas pieņemot, ka tiek izmantots tikai viens no šiem kanāliem. Realitāte ir tāda, ka lielākajai daļai uzņēmumu veiksmīgai meklēšanas stratēģijai vajadzētu integrēt gan SEO, gan SEM. Šie divi spēcīgie mārketinga kanāli kopā paver plašas iespējas izaugsmes veicināšanai no potenciālajiem klientiem.

Apvienojot SEO un SEM, izmantojiet SEM stratēģijas datu ieskatus, lai papildinātu savu SEO pieeju, tostarp gūstot vērtīgu ieskatu par paredzamajiem reklāmguvumu līmeņiem, veikspēju atslēgvārdu līmenī, aplēsi par trafika iespējām un daudz ko citu. Šajā ziņā SEM var kļūt par SEO testēšanas platformu.[6]

Var likt saviem SEO centieniem strādāt vairāk, izveidojot atkārtota mārketinga kampaņas kā daļu no SEM stratēģijas, lai sasniegtu tās, kuras iepriekš netika pārveidotas par klientiem. Varat tos atlasīt, izmantojot meklēšanas reklāmas, attēla reklāmas un daudz ko citu.

Var pārņemt SERP, apvienojot šīs divas taktikas, un pārliecinieties, ka vietne redzama gan reklāmas telpā, gan dabiskajā sarakstā.

Secinājumi

Pārāk bieži SEO un SEM tiek uzskatīti par pilnīgi atšķirīgiem kanāliem, kurus nevar izmantot kopā, vai arī tie tiek sajaukti kā vieni un tie paši. Ir svarīgi, lai saprastu katru no šiem mērķiem kā daļu no savas plašākas mārketinga stratēģijas un izdomātu, kā abus izmantot kopā, lai gūtu panākumus un iegūtu konkurences priekšrocības.

Izmantotā literatūra

[1] Enge, E, Stephan, S. Jessie, S, and Rand, F. The Art of SEO: Mastering Search Engine Optimization. O'Reilly Media, 2012.

[2] <https://developers.google.com/search/docs/beginner/do-i-need-seo> skat.2021.gada 14. aprīlī.

[2] Hunt, B. Moran, M. Search Engine Marketing, Inc.: Driving Search Traffic to Your Company's Web Site, 2006.

[3] Singleton, P. Jantsch, J. SEO for Growth: The Ultimate Guide for Marketers, Web Designers and Entrepreneurs 2016.

[4] Kitchen, T. Davies, D. Tuxford, T. How To Get To The Top Of Google in 2021: The Plain English Guide to SEO 2021.

[5] Grappone, J. Couzin, G. Search Engine Optimization: An Hour a Day: 2006.

E-KOMERCIJAS KONVERSIJAS VADĪBAS UN OPTIMIZĀCIJAS PRINCIPI

E-COMMERCE CONVERSION MANAGEMENT AND OPTIMIZATION PRINCIPLES

Autors: **Mareks BRIŠKA**

E-pasts: marekbriskal@inbox.lv

Zinātniskā vadītāja: **Dr.oec., docente Sandra EŽMALE**

E-pasts: sandra.ezmale@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *The conversion rate optimisation (CRO) essentially contains huge configuration capabilities, but it cannot be called a sophisticated marketing technique. Increased income, attracting new customers and reconnecting existing customers: these are just some of the benefits of an improved, efficient and constantly moving e-commerce site, so it is important to understand the conversion technique correctly before starting business on the Internet or performing optimization procedures. The objective of the research is to analyze the principles of e-commerce conversation management and optimisation. Two tasks have been set within the framework of the research: 1) to analyse the essence of e-commerce conversation optimisation; to describe conversion rate optimization steps*

Keywords: *conversion, e – commerce, management, optimization.*

Ievads

Tīmekļa vietnes konversijas vadība un optimizācija ir viens no svarīgākajiem komerciālo panākumu veicinošajiem faktoriem. Paaugstinot tīmekļa resursa popularitāti, kā arī, veicinot tā apmeklētāju pārvēršanu par pircējiem un pastāvīgajiem lietotājiem, tiek veicināta plaša tipa uzņēmuma klientu bāze, kas neapšaubāmi sniedz stabilus ienākumus e – komercijas risinājuma pārstāvētajam uzņēmumam.

Patlaban, lielākā daļa pasaules komersantu virzās uz digitālā mārketinga iekarošanu, cenšoties noturēties ierobežotības un konkurences apstākļu situācijā, un cenšoties pierādīt spēju būt veiksmīgiem e – komercijas pārstāvjiem.

Izmantojot mūsdienās pieejamos rīkus, nav sarežģīti izstrādāt e – komercijas tīmekļa vietni, tomēr bez nepārtrauktas tās pārvaldības, risinājums ātri pazudīs plašajā tīmekļa informācijas jūrā. Līdz ar to ir svarīgi analizēt līdzšinējo darbību digitālajā mārketinga vidē. Ja mājaslapu apmeklē minimāls potenciālo klientu skaits, un, ja apmeklētāji, parasti, nenonāk līdz pirkuma veikšanai un apstiprināšanai, tad skaudri redzams, ka konversijas optimizācija ir nepieciešama steidzami. Procesu risinājumus konversijas paaugstināšanai tīmekļa vietnei ir diezgan individuāls, un atrast piemērotus risinājumus nav tik elementāri, tomēr jebkurai konversijas vadībai un optimizācijai nepieciešams būt orientētai uz daudzu raksturlielumu izmaiņām, veidojot tiešu pieeju potenciālajam klientam.

Svarīga ir intereses, drošības un uzticības radīšana e – komercijas vietnei – milzīga daļa no veiksmīgas komercijas aspektiem.

Zinātniskā raksta mērķis ir analizēt e-komercijas vadības un optimizācijas principus. Mērķa sasniegšanai tika izvirzīti šādi uzdevumi: 1) analizēt e- komercijas optimizēšanas būtību; 2) raksturot konversācijas līmeņa optimizācijas darbības; 3) analizēt e – komercijas konversijas optimizācija un sociālos aspektus. Raksta izstrādē tika izmantotas teorētisko un empīrisko avotu izpētes analītiskā un loģiskās analīzes metodes.

E-komercijas konversijas optimizēšanas būtība

E – komercijas konversijas optimizēšanas jeb CRO (*Conversion rate optimization*) pirmsākumi ir meklējami salīdzinoši nesen. Kad arvien lielāka daļa komersantu par savu peļņas

avotu izvēlējas komerciju veikt tikai virtuālajā vidē, īpaša uzmanība tika pievērsta digitālā mārketinga pārstāvju vēlmēm, uzlabojot savas mārketinga vietnes veiktspēju pēc, tā saucamā „dot-com” burbuļa. Uzņēmumi arvien vairāk tiecās apzināties savus izdevumus, peļņas izaugsmes un konkurences noturību, novirzot lielākas finanses savas vietnes analīzei. Pēc tā dēvētā „burbuļa” sprādziena, tīmekļu vietņu izstrāde kļuva arvien pieejamāka dažāda tipa uzņēmumiem. Mājaslapas uzņēmumiem tika veidotas lielos apjomos, bet pārsvarā pēc šo tīmekļa vietņu startēšanas klientu izmantošanai, tika iegūts ne visai labs priekšstats par uzņēmumu kā tādu, līdz ar to radot klientu neapmierinātību. Tā kā 21. gs. sākumā konkurence digitālajā mārketingā turpināja pieaugt straujiem tempiem, bija nepieciešams strādāt pie vispārēju analīzes rīku izstrādes, apkopojot dažādus tīmekļa vietnes rādītājus, kā, piemēram, lapas apmeklējums konkrētā periodā.

Gadu laikā tīmekļu lapu lietojuma analīze kļuva arvien pieejamāka un pieprasītāka, nodrošinot interneta mārketinga speciālistu pakalpojumu pieaugumu.

2004. gadā jaunie tīmekļa vietņu analīzes rīki ļāva interneta tirgotājiem eksperimentēt ar vietnes dizainu, saturu un tā variācijām, lai noteiktu, kuri izkārtojumi, teksta kopijas, piedāvājumi un attēli darbojas vislabāk. Testēšana sāka būt pieejamāka un zināmāka. Šis optimizācijas veids īpaši paātrinājās 2007. gadā, ieviešot Google bezmaksas rīku vietņu optimizēšanai. [1] Mūsdienās optimizācija un pārveidošana ir daudzu digitālā mārketinga kampaņu galvenie aspekti. Piemēram, interneta tirgotāju vidū 2017. gadā veikts pētījums parādīja, ka 50% respondentu uzskatīja, ka CRO ir "izšķiroša nozīme viņu vispārējā digitālā mārketinga stratēģijā." [2]

CRO savā būtībā ietver milzīgas konfigurācijas iespējas, tomēr par sarežģītu mārketinga tehniku to nevar dēvēt. Ienākumu palielinājums, jaunu klientu piesaiste un esošo klientu atkārtota piesaiste – tās ir tikai dažas no priekšrocībām, ko uztur pilnveidota, efektīva un nepārtraukti kustībā esoša e – komercijas vietne, tāpēc ir svarīgi konversijas tehniku izprast pareizi pirms sākt uzņēmējdarbību internetā vai veicot optimizēšanas procedūras.



1. attēls. Konversijas piltuve. [3]

Autors uzskata, ka mārketinga piltuve jeb konversijas piltuve (*conversion Funnel*) ir svarīgs raksturlielums, ko nedrīkst ignorēt, piemēram, tīmekļa vietnes ar e – komercijas elementiem veidošanā, jo tas sniedz informāciju gan par mājaslapas izveides sekmīgumu, gan par līdzšinējiem pārdošanas rezultātiem, proti, cik daudz cilvēki apskata mājaslapu un, cik daudzi no tiem nonāk līdz pirkuma veikšanai un, protams, to izpilda veiksmīgi.

Attēlā konversijas piltuve sākas ar izpratni (*awareness*). Nākamais solis ir intereses radīšana (*interest*). Konversijas piltuves nākamā sadaļa skaidro klienta vēlmes (*desire*). Noslēdzošais solis, ir darbība (*action*).

Protams, lai izprastu darbību un principus, ir nepieciešams laika periods – citam lielāks, citam mazāks, tomēr investējot uzmanību un laiku, neapšaubāmi tas atmaksāsies. Runājot par lēmumu pieņemšanu konversijas vadības un optimizācijas sadaļā, bez šaubām pastāv riska faktors. Ir tikai divi scenāriji – vai nu risks atmaksāsies, vai arī spēš ietekmēt līdz izmisuma stadijai, tomēr autora prāt, risks e – komercijas konversijas optimizācijā ir pieņemama lieta un parasti tas rada uzlabojumus, ja vien konversijas optimizācija tiek veikta pārliecinoši, nopietni un pārdomāti. E – komercijā nav galvenais izpatikt pilnīgi visiem potenciālajiem lietotājiem, tomēr šo apmierināto mājaslapas apmeklētāju un klientu apjomu ir jātur augstā līmenī.

Lēmumu izvēle un pieņemšana ir ikdienišķa darbība, ko veica jebkurš indivīds un kļūdas dažādos lēmumus nav izbēgamas, tomēr precīzu mērķu definēšana nodrošina plašākas un piemērotākas tā sasniegšanas iespējas, kas atkal dot iespēju izveidot efektīvākus, sabalansētākus uzdevumus mērķa sasniegšanai. E – komercijas optimizēšanā izmantot var vairākas metodes, kuras dos tiešu vai netiešu pozitīvu guvumu tīmekļa vietnes apmeklējumam, skaitliski lielākai pirkumu veikšanai tīmekļa vietnē, uzņēmuma attīstībā un pozitīva iespaida radīšana, turot augstu konkurences latiņu. Piemēram, var uzlabot SEO (*Search Engine Optimization*), kas nodrošinās konkrētās tīmekļa vietnes ātrāku atrašanu meklētājā, pēc tīmekļa vietnes nosaukuma vai atslēgas vārdiem. *Apgreidot UI/UX (User Interface/ User Experience)* dizaina elementus, neapšaubāmi iespējams tīmekļa vietnes konversiju „pacelt” ievērojamā līmenī, jo mājaslapas apmeklētājam dizains ir pirmais aspekts, pēc kā tiek vērtēta mājaslapa kopumā un, vai apmeklētājs nonāks līdz pirkuma apstiprināšanai un kļūs par klientu.

Iepriekš minētās darbības, bez šaubām, ir attiecināmas uz e – komercijas attīstības iespējām, tomēr tā ir tikai niecīga daļa no tā, kā iespējams radīt un konfigurēt e – komercijas konversijas vadības un optimizācijas būtību.

Konversijas līmeņa optimizācijas darbības

Konversijas līmeņa optimizācijas iespējas var būt piemērojamas dažādas, kas var efektīvi strādāt, tomēr CRO process gandrīz jebkurā gadījumā sastāvēs no 5 soļiem, kas norādīti attēlā:



2. attēls. **CRO (Conversion rate optimization) procesa sastāvdaļas.** [4]

Kā redzams 2. attēlā, tad CRO procesa konstruktīva darbība balstās uz šādiem soļiem:

1. Izpētes fāze (*research phase*) - tiek apzinātas konversijas daļas, kurām nepieciešama optimizācija;
2. Hipotēzes fāze (*hypothesis phase*) - darba hipotēzes konstruēšana, pamatojoties uz uzņēmuma rādītājiem un pētījumiem;
3. Prioritāšu noteikšanas fāze (*prioritization phase*) – ideju un prioritāšu noteikšana saistībā ar to, ko nepieciešams optimizēt primāri;
4. Pārbaudes fāze (*testing phase*) – testēšanas metožu pielietošana, eksperimentu veikšana;
5. Mācīšanās fāze (*learning phase*) – testēšanas laikā iegūto rezultātu analīze.

Izpētes posma būtība ir izpratnes veidošanā par to, ko mājaslapas apmeklētāji dara kvantitatīvi.

Mājaslapas apmeklējuma novērtējumam un analīzei autors uzsver Google Analytics rīku, kas ļauj izvēlēties, pārraudzīt un pieņemt lēmumus, kuri ietekmē tīmekļa vietnes esamību, vadību un orientēšanu uz izvirzīto mērķi, kas noteikti ir bijis apzināts pirms tīmekļa vietnes veidošanas. Google Analytics princips balstīts uz statistiku, skaitļiem nevis subjektīviem secinājumiem.

CRO rezultātu ieguvei var izmantot dažādus datus, kā, piemēram, atbilstošu informāciju no tīmekļa analīzes rīkiem, piemēram, reāllaika datu izsekošanas, atlēcienu līmeņa, ienākošo vietņu datplūsmas avotu, auditorijas, demogrāfijas, vietnes uzvedības un daudz ko citu. Google Analytics ir viens no labākajiem rīkiem, lai iegūtu padziļinātus kvantitatīvus datus par to, ko cilvēki dara tīmekļa vietnē. [5]

Hipotēzes fāze īpaši svarīgi ir pēc iespējas skaidrāk un precīzāk nedefinēt hipotēzi. Jo vairāk ir gan kvalitatīvu, gan kvantitatīvu datu par mājaslapu, jo vieglāk ir izstrādāt hipotēzi un veikt optimizēšanas darbības.

Hipotēžu vērtēšana pēc prioritārā kontrolsaraksta palīdz izlemēt, kuras idejas vispirms pārbaudīt. Lai arī katrā kategorijā piešķirtie rādītāji ir subjektīvi, šāds kontrolsaraksts var palīdzēt koncentrēties uz mērķa orientētiem faktoriem, nevis virspusējām bažām. Lai pārbaudītu hipotēzes atbilstību, mājaslapas pārstāvim jāatbild uz šādiem jautājumiem:

- Mērķi - cik cieši hipotēze ir saistīta ar mērķiem?
- Lapa - vai mērķa lapas ir prioritāras?
- Pozīcija - vai izmaiņas notiks visā lapā vai kādā no tās daļām, un cik tās būs redzamas?
- Vērtība - vai pārveide ietekmēs pievienoto vērtību klientam, mājaslapas apmeklētājam, vai arī tā ir tikai kosmētiska darbība ?
- Pierādījumi - vai ir bijuši iepriekšēji un pozitīvi šāda veida pārveides piemēri? [6]

Prioritāšu noteikšanas fāzē ir svarīgi precīzi sagatavot un pamatot primāri veicamās darbības konversijas optimizācijas soļu veikšanai. Pirms testa daļas, jāapzinās, visas tīmekļa vietnes un tai piederošo apakšlapu vājākie posmi, proti, lapas, kuras vairāk ir pakļautas kādai kritikai no apmeklētāju, klientu puses. Piemēram, tīmekļa vietnes e – veikala lapas ielādes ātrums ir salīdzinoši ilgs.

Prioritāšu noteikšanas fāzē analīze nepieciešama ne tikai viena tipa sistēmas prioritāšu sadalījuma. Visticamāk, ka mājaslapas apmeklējumi notiks ne tikai no datora, bet arī no citām viedierīcēm, kā telefons, planšetdators utml. Ja liekas, ka uz datora tīmekļa vietnes darbība ir optimāla, tad uz viedierīces, parasti šī darbība ir salīdzinoši ierobežota un saspringta, jo tīmekļa vietnes konfigurācijas iespējas pārsvarā ir aktuālas no datora operētājsistēmas vides līdz ar to ir jāpiedomā papildu par mobilās versijas izstrādi un optimizāciju. Primāri, veidojot mājaslapu, tiek domāts kā tā izskatīsies uz datora un pats būvēšanas process notiek no datora puses, jo vienkārši tas ir ērtāk, pārskatāmāk un stabilāk.

Pārbaudes fāze sastāv no testēšanas, kur ir jāveic atbilstošie testi noteikt tipa veidā. Par testa pamatu nepieciešama līdz šim jau iegūta statistika par visu e – komercijas elementu un tā sastāvdaļām. Fakts - statistika ir nepielūdzama un kritiska.

Testēšanas būtība slēpjas tajā, ka pēc dažādu raksturlielumu izpētes un salīdzināšanas kaut kas nedarbojas tā, kā gribētos un ieviešot izmaiņas vai papildinājums, tāpēc svarīga ir atbilde: „Vai tas strādās un dos gaidāmo rezultātu?” Piemēram, plānots veikt testu, kur izpētītas tiek 10 mājaslapas apmeklētāju darbības e – komercijas rīkā pēc tā optimizācijas. Piemēram, redzams, ka 6 no 10 apmeklētājiem ir nonākuši līdz pirkuma veikšanai un ir to akceptējuši. Salīdzinot ar pirms optimizācijas statistiskajiem lielumiem, redzams, ka, piemēram, iepriekš no apmeklētāju daudzuma, kas sadalīts pa 10 cilvēku vienībām, parasti līdz veiksmīgai pirkuma veikšanai nonāca pārsvarā tikai 3 mājaslapas apmeklētāji. Tas nozīmē, ka par 2 reizēm konversijas līmenis ir paaugstinājies salīdzinājumā ar iepriekšējiem rādītājiem.

Uz puses lielāks pircēju skaits, protams, ir pozitīvi iegūts rezultāts, bet tas nenozīmē, ka tagad patstāvīgi pārdošanas rezultāti divkāršosies!

Visticamāk, ka šis apmeklētāju ieinteresētības līmenis pieaugs uz nelielu apmeklētāju daudzumu, tomēr sasniedzot, piemēram, 100 mājaslapas apmeklētāju līmeni dienā, šis optimizācijas veikums neatspoguļosies tik izteikti, tāpēc, kā iepriekš tika minēts, statistika ir nepielūdzama un kritiska. Jautājums - cik ļoti kritikas rada statistika starp dažādām nominālajām vērtībām.

Mācību fāzē tiek veikti secinājumi no izrietošajiem iepriekš veiktā testa rezultātiem. Visa jauniegūtā informācija jebkurā gadījumā ir svarīga un vieglprātīgi par iegūtajiem rezultātiem izturēties nedrīkst. Daudzi potenciālie konversijas optimizētāji testa rezultātus pārbauda vispārēji un uzskatāmi negatīva rezultāta gadījumā atgriežas pie hipotēžu izvirzīšanas fāzes, kur var gadīties, ka šī darbība ir lieka.

Tātad – testēšanas noslēguma scenārijam iespējami tikai divi varianti:

- Testā iegūtie rezultāti attiecībā uz testēto variantu ir potenciāli pozitīvi konversijas optimizēšanai - laiks jāturpina veltīt nepieciešamo konversijas optimizēšanas rīku izmaksu noskaidrošanai. Vai to var atļauties no finansiālā aspekta. Jānoskaidro, vai konkrētās konversijas optimizēšanas darbības atsvērs peļņas ieguvumus attiecībā pret izmaksām konversijas optimizēšanas metožu īstenošanai un pielietošanai;
- Testā iegūtie rezultāti attiecībā uz testēto variantu ir potenciāli negatīvi konversijas optimizēšanas veikšanai - nepieciešama atkārtota un dziļāka pētījuma analīze, kur iespējams pastāv kādas nepilnības. Svarīgi vai izmantotās datu ievākšanas metodes atbilst konkrētajam gadījumam.

Kļūda var pastāvēt gadījuma izpētes datus, jo iespējams datu analīze var būt palaists kas garām. Nav nepieciešams izvirzīt pilnīgu citu hipotēzi, pietiekami ir tikai ar tās konstruktīvāku rekonstrukciju, tādējādi atklājot neuzmanības kļūdas veicot testēšanu.

E – komercijas konversijas optimizācija un sociālais aspekts

Ikvienam e – komercijas pārstāvim nepieciešams zināt, ka e –komercijas konversijas optimizēšanā milzīga loma ir patērētāju psiholoģiskajam faktoram. Psiholoģisko ierosinātāju izmantošana un virzīšana uz pirkumu tiek bieži izmantota gan tiešsaistē, gan bezsaistē. Viss sākas ar pārdomātu produktu izvietojumu, uzrunājošu dizainu, pieejamu informāciju un potenciālā klienta uzrunāšanu. Konversijas paaugstināšanā svarīga:

- uzticības radīšana;
- kampaņu veidošana;
- nelielas un pozitīvas uzbāzības veicināšana;
- sociālā drošība un atbildība;
- pasūtījuma veikšana.

Uzticības radīšana - lielisks un diezgan bieži sastopams e-komercijas konversijas piemērs ir klientu atsauksmju un zvaigzņiņu vērtējumu ievietošana blakus produktiem, kas citiem lapas apmeklētājiem ļauj justies pārliecinātākiem par produktu un tā kvalitāti.

Pirms potenciālā pirkuma veikšanas līdz pat 70% apmeklētāju iepazīstas ar produkta atsauksmēm un vērtējumiem.

Kampaņu veidošana - svarīgi izprast, kas interesē potenciālos klientus. Uz tā bāzes var veidot kampaņas e – komercijas konversijas uzlabošanas veicināšanai. Nepieciešams velīt laiku produkcijas vienībām un klientu vēlmēm, kur pamatā ir mārketinga plāns, kurš ir jāizplāno un jāīsteno.

Mūsdienās, iespējams pielāgot gandrīz jebkuru jau īstenotu e-komercijas izaugsmes kampaņu. Svarīga iedvesma dot klientam un zīmolam labāko, un veiksmē sekos.

„Steidzamības” faktora veicināšana - atgādinājums, ka klienta interesējošās preces pieejamais daudzums ir tikai pāris vienības spējīgs virzīt pirkuma lēmumu. Pārdomāts un efektīvs atgādinājuma izvietojums lielākoties mudina lietotāju veikt pirkumu, jo citādi, pamatot tīmekļa vietni, viņš palielina risku, ka neizdosies atgriezties pie mārketinga piltuves soļiem.

Līdztekus steidzamības un uzbāzības veicināšana ir viena no rezultatīvākajām mārketinga taktikām, jo tā rada klientam vēlmi rīkoties nekavējoties.

Sociālā drošība un atbildība – elektroniskās komercijas platformas informācijas satura drošība attiecas uz jebkuru tīmekļa vietnes daļu. Klientam ir jāzina viss, kas saistīts ar viņa tiesībām un pienākumiem, veicot pirkuma apmaksu un saņemšanu. Svarīga arī pārdomātas un uzskatāmas informācijas izvietojums par to, ka klients un viņa dati atrodas drošībā. Patērētājam ir jāizprot pieprasīto datu procesa posmi.

Pasūtījuma veikšana – parasti 7 no 10 e – komercija vietnes apmeklētājiem precī ievieto virtuālajā grozā, bet līdz galam neveic pirkumu. Galvenokārt šādu potenciālo klientu izvēli nosaka norēķinu vai preču piegādes process.

Pasūtījumu veikšanas procesam ir jābūt pēc iespējas elementārākam, orientētam uz visa liekā izslēgšanu no nepieciešamās informācijas loka, kā, piemēram, lai iegādātos precī nav nepieciešams obligāti reģistrēties sistēmā. Pēc veiksmīga pirkuma veikšanas lieliska ir informācijas attēlošana, par to, ka pasūtījums ir noritējis veiksmīgi un tiek pateiktos klientam par pasūtījuma veikšanu, kas arī strādā kā konversijas optimizēšanas vienība – sīka, tomēr spējīga ietekmēt daudzus potenciālos klientus.

Kopsavilkums

Mūsdienās e-komercijas ietekme pasaulē ir strauji pieaugusi. Konkurences līmenis tīmeklī ir ievērojami pieaudzis. E-komercijas pārveidošanas attīstībai ir nepieciešamas jaunas metodes, taču nekas nepārspēj reklāmguvumu optimizāciju ar sociālajiem elementiem, jo, ja komercija tiks novirzīta tieši katram apmeklētājam, veiksmē tiks garantēta. Analizējot teorētiskos un empīriskos avotus tika secināts:

1. E – komercijas tīmekļa vietne nekad nav pilnībā pabeigta, tā prasa nepārtrauktu konversijas optimizāciju.
2. Saturam ir liela loma konversijas optimizācijā, tomēr vēl nozīmīgāka loma ir satura noformēšanai.
3. Konversijas optimizācijā tīmekļa vietnes dizaina noformējums ir primārais, ko redz apmeklētājs. Ir iespējami divi varianti – vai nu klients ir apmierināts ar to, ko viņš redz vai tieši pretēji.
4. Sociālais faktors nodrošina vispārēju e – komercijas konversijas būtību un optimizāciju.

Summary

Nowadays, the impact of e - commerce in the world has increased at a rapid pace. The level of competition on the web has increased significantly. The development of e-commerce conversion requires new methods, but nothing beats the optimization of conversion with social elements, because if the commerce is directed directly to each visitor, success will be guaranteed.

Literatūras saraksts

- [1] Page Rich (2012). *Website Optimization: An Hour a Day*. Wiley & Sons, Indianapolis. Sk. internetā (09.04.2021) <https://www.rich-page.com/wp-content/uploads/2012/04/website-optimization-hour-day-chapter1-promo.pdf>
- [2] Davis Ben (October 11, 2017). "Research shows fewer marketers see CRO as 'crucial' in 2017, but is the discipline misunderstood?" Blog. Sk. internetā (10.04.2021) <https://econsultancy.com/research-shows-fewer-marketers-see-cro-as-crucial-in-2017-but-is-the-discipline-misunderstood/>
- [3] Marketing Angels. *Digitālais mārketingš*. Blog. Sk. internetā (10.04.2021) <https://www.marketingangels.lv/lv/pakalpojumi/digitalais-marketingš/>
- [4] Mezei Nicole. *What is CRO?* Blog. Sk. internetā (12.04.2021) <https://www.optimonk.com/what-is-cro-ecommerce-conversion-rate-optimization-guide/>
- [5] *What is Conversion Rate Optimization?* Article. Sk. internetā (14.04.2021) <https://vwo.com/conversion-rate-optimization/#the-hypothesis-phase>
- [6] Aimé Philippe (February 11, 2021). *How To Do A/B Testing*. Article. Sk. internetā (14.04.2021) <https://www.convertize.com/how-to-do-ab-testing/>

DATU KOPAS IZVĒLE NEIRONTĪKLU APMĀCĪŠANAI OPTIMAL DATASET SELECTION FOR TRANSFER LEARNING

Autori: **Sandis DEKSNIS, Rolands PITERĀNS**

Zinātniskā darba vadītājs: **docents, Dr.sc.ing. Sergejs KODORS**

Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *The proposed article describes transfer learning and Earth Mover's Distance (EMD) methodology application in machine learning. The goal was to find out the shortest distance among three datasets in order to identify dataset, which is more suited for neural network pretraining.*

The experiment was completed using Python programming language and Jupyter Notebook. Neural network pretrained on ImageNet dataset was applied as feature extractor. The extracted feature vectors of datasets were applied to calculate the minimal distance using EMD algorithm.

Keywords: *datasets, Earth Mover's Distance (EMD), ImageNet, neural networks, transfer learning.*

Ievads

Neirontīkli ir matemātiskais modelis, kas ļauj datoriem patstāvīgi atrast aproksimācijas funkciju, lai īstenotu datu klasifikāciju. Šo tīklu apmācīšana sākas ar ievadīto datu analīzi. Lai paātrinātu neirontīklu apmācīšanu tika izgudrota metode "transfer learning", kura balstās uz apmācīta neirontīkla atkārtotas izmantošanas. "Transfer learning" metode ļauj atkārtoti izmantot gan apmācīta neirontīkla daļu, gan visu modeli jaunas problēmas risināšanai.

2018. gadā pētnieku grupa Cui u.c. mērija atšķirību starp datu kopām. Rezultātā autori izgudroja attāluma mērīšanas metodoloģiju, pielietojot *Earth Mover's Distance (EMD)*, lai izvēlētu atbilstošu datu kopu "transfer learning" metodei. [2]

Pētījuma mērķis: izmantojot *EMD* metodoloģiju izmērīt distanci starp šādām datu kopām: *PlantPath2020, Animals* un *Flowers*.

Hipotēze: *EMD* attālums starp izvēlētām datu kopām būs dažāds.

Pētniecības metode: aprakstošā metode, eksperimentālā metode, *EMD* metodoloģija.

Materiāli un metodes

Aprakstošajā metodē mēs detalizēti izpētīsim un, apkopojot informāciju un pamatojoties uz daudzveidīgās literatūras aprakstiem, raksturosim tuvāku datukopu meklēšanu balstoties uz "Earth Mover's Distance" metodes.

Eksperimentālajā metodē mēs, izmantojot *Python* programmēšanas valodu, caur *Jupyter Notebook* (tīmekļa lietojumprogrammu) apstrādāsim datu kopas, pielietojot "ImageNet" priekšapmācītu neirontīklu raksturīgu pazīmju meklēšanai, un veiksīm īsākā ceļa meklēšanu, tādējādi analizējot un veicot secinājumus par iegūtiem rezultātiem.

Īstenojot eksperimentu, tika pielietotās šādas tehnoloģijas un risinājumi:

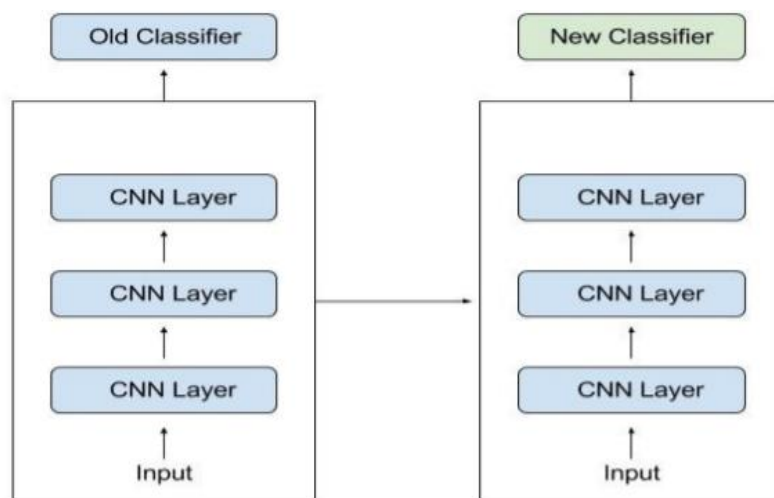
- *Python* programmēšanas valoda;
- *Jupyter Notebook*;
- *Tensorflow*;
- *ImageNet* priekšapmācītājs neirontīkls ar *MobileNetV2* arhitektūru;
- Datu kopas: *PlantPath2020* [5], *Animals* [6] un *Flowers* [7];
- Simpleks metode;
- Dators ar *Intel Core i5-8250U* procesoru.

Transfer learning

Lielas datukopas apstrāde un anotēšana ir laikietilpīgs un relatīvi dārga, tāpēc dziļu mācību modeļu izmantošana nav tik vienkārša. Lai pārvarētu šo problēmu, pētnieki ir izpētījuši,

ka zināšanas par iepriekšējiem objektiem palīdz atpazīt jaunus objektus, izmantojot to līdzību un saikni ar jaunajiem objektiem. Pamatojoties uz šo ideju, daži pētījumi liecina, ka klasifikācijai var izmantot dziļas mācīšanās modeļus (*deep learning models*), kas apmācīti citiem klasifikācijas uzdevumiem [3]. Tādējādi neironu tīkla modeļus, kas apmācīti konkrētai datu kopai vai uzdevumam, var pielāgot jaunam uzdevumam pat no cita domēna. Šī pieeja ir pazīstama kā *transfer learning*.

Datoru redzējumā neironu tīkli parasti mēģina noteikt malas to agrākajos slāņos, formas vidējā slānī un dažas uzdevumam raksturīgas iezīmes vēlākos slāņos. Ar pārejas mācīšanos (*transfer learning*) tiek izmantoti agrākie un vidējie slāņi, un tikai pēdējie tiek apmācīti no jauna (skat. 1.att.). Tas palīdz izmantot marķētos datus par uzdevumu, uz kuru tā sākotnēji tika apmācīta. Piemēram, modelim, kas apmācīts atpazīt mugursomu uz attēla, tiek pārāpmācīts atpazīt saulesbrilles. Iepriekšējos slāņos modelis ir iemācījies atpazīt objektu pamatīpašības, ka līnijas, krāsas, tekstūras, utt., bet pēdējos slāņos, tas kombinē šīs īpašības sarežģītākās raksturīpašības, piemēram, ģeometriskas figūras.



1. att. *Transfer learning* konceptuāls modelis [3]

Lai paātrinātu mašīnāpmācīšanu (*machine learning*) un neironu tīklu klasifikācijas precizitāti, pētnieki pēc iespējas izmanto gatavus modeļus no iepriekšējiem uzdevumiem, izvēloties veiksmīgākus risinājumus jaunu uzdevumu izpildīšanai.

Raksturīgu iezīmju meklēšana

Klasifikācijas “funkcijas” atrašana ir galvenais mākslīgā intelekta uzdevums. Tas iegūst visatbilstošākās attēla iezīmes un piešķir tiem semantiskās nozīmes. Attēlu klasifikācijā izšķirošs solis ir analizēt attēla īpašības un sakārtot skaitliskās pazīmes klasēs. Klasifikācijas funkcijas iegūšana balstās uz šādu īpašību analīzes:

- Krāsu iezīmes (*color features*). Attēlu klasifikācijā un attēlu iegūšanā krāsa ir vissvarīgākā iezīme. Krāsu histogramma ir visizplatītākā krāsu iezīmju iegūšanas metode. To uzskata par krāsas sadalījumu attēlā. Krāsu funkcijas efektivitāte ir saistīta ar faktu, ka tie ir neatkarīgi un nejutīgi pret attēla izmēru, pagriešanu un tālummaiņu;
- Tekstūras īpatnības (*texture features*). Tekstūras iezīmju iegūšana ir ļoti izturīga metode lielam attēlam, kurā ir atkārtots reģions. Tekstūra ir pikseļu grupa, kurai ir noteikts raksturojums. Tekstūras pazīmju metodes iedala divās kategorijās: telpiskās faktūras pazīmju iegūšana un spektrālās faktūras pazīmju izvilkšana;

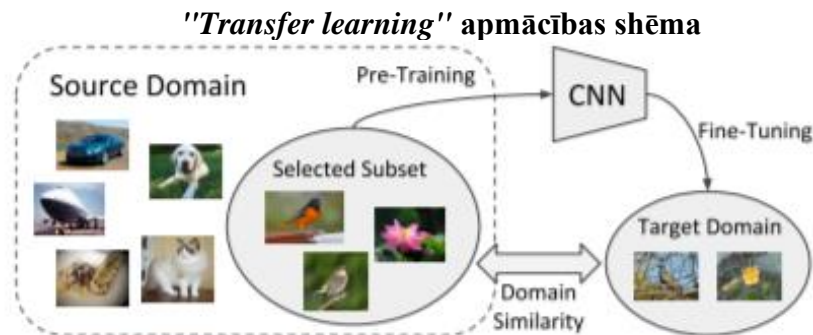
- Formas īpašības (*shape features*). Formas pazīmes tiek ļoti izmantotas objektu atpazīšanā un formas aprakstā. Formas pazīmju iegūšanas paņēmieni tiek klasificēti kā: reģiona un kontūras bāzes. Kontūrmetodes aprēķina pazīmi no robežas un neņem vērā tās iekšpusi, savukārt reģiona metodes aprēķina pazīmi no visa reģiona.

Attēlu segmentēšana starp attēlu atpazīšanas metodēm

Attēlu segmentēšana ir objekta telpiska reģiona konstatēšana analīzes attēlā, lai iegūtais gabals būtu precīzs objekta attēlojums, kas ir daudz mērķtiecīgāks un vieglāk analizējams. Eksistē divi objekta segmentēšanas veidi, pamatojoties uz kameras mobilitātes[3]:

- segmentācija ar statisko kameru;
- segmentācija ar kustīgo kameru.

Statiskās kameras gadījumā, tā atrodas noteiktā vietā ar fiksētu skata leņķi, kad objekts un fons ir stingri nemainīgi. Kustīgas kameras gadījumā, attēls visu laiku mainās, - šāda segmentācija ir sarežģītāka, jo redzamā scēna visu laiku ir dažāda.



2. att. Pārneses apmācības shēmas pārskats [4]

Ņemot vērā interesējošo izvēlēto domēnu, no sākuma neironīkls tiek apmācīts atlasītajā apakškopā no avota domēna, pamatojoties uz piedāvāto līdzības mērījumu, un pēc tam precīzi noregulējam mērķa domēnu.

"Transfer learning" apmācību ir atpazīšanas īpašību pārvietošana no avota domēna (*source domain*) uz mērķa domēnu (*target domain*) (skat. 2.att). Darbu, kādu nepieciešams pielietot, lai pārmācītu neironīklu klasificēt attēlus no cita domēna, sauc par datukopas attālumu. Domēnu attālumu var aprēķināt, pielietojot "*Earth Mover's Distance*" (*EMD*) [4].

Earth Mover's Distance

Attāluma mērīšana starp entītijām ir pamatfunkcija, kas tiek pielietota daudzos analīzes uzdevumos. Piem., ceļa meklēšana, datu ieguve, datu meklēšana, kopu veidošana un klasifikācija ir atkarīga no attāluma mērījumiem starp objektiem. "*Earth Mover's Distance*", kas pazīstams arī kā diskrētais Vaseršteina attālums, ir izstrādāts, lai izmērītu attālumu starp diviem varbūtības sadalījumiem. Vaseršteina attālumam, papildus lietojumiem attēlu iegūšanā, ir svarīgi pielietojumi mašīnmācīšanās (*machine learning*) jomā. [1]

Katra kopa ir vidēji liela (200 – 500Mb). Kopu analīzei tika izmantota *EMD* metodoloģija, kur ar ģeneratīvo modeli izveido paraugu kvalitāti, mērot attālumu starp sintētiskajiem paraugiem un sākotnējiem datiem. *EMD* vēl nav atradusi plašu piemērošanu. Tas ir saistīts ar tā lielo skaitļošanas sarežģītību – kubiskā sarežģītība no datu kopas lieluma, kas neatļauj to pielietot ļoti lielām, miljonu vai vairāk objektu, kolekcijām.

Rezultāti un to analīze

Eksperimenta veikšanai tika sagatavotas trīs datu kopas ar fotoattēliem ‘JPEG’ formātā: *PlantPath2020* [5], *Flowers* [7], *Animals* [6]; un kods, kas tika izpildīts *Jupyter Notebook* vidē.

Vispirms tika lejupielādēts jau gatavs *ImageNet* priekšapmācīts neirontīkls, kas tika izmantots katras klases pazīmju iegūšanai (*feature extraction*), (skat. 3.att.).

```

model = tf.keras.applications.MobileNetV2(
    input_shape=(224, 224, 3),
    alpha=1.0,
    include_top=True,
    weights="imagenet",
    input_tensor=None,
    pooling=None,
    classes=1000
)

model = tf.keras.models.Model( inputs=model.inputs, outputs=model.layers[-2].output )
model.compile( optimizer='adam', loss='categorical_crossentropy', metrics=['accuracy'] )
model.summary()

```

Layer	Params	Output Shape
block_16_depthwise_bn (BatchNormali	3840	block_16_depthwise[0][0]
block_16_depthwise_relu (ReLU)	0	block_16_depthwise_relu[0][0]
block_16_project (Conv2D)	307200	block_16_depthwise_relu[0][0]
block_16_project_BN (BatchNorma	1280	block_16_project[0][0]
Conv_1 (Conv2D)	409600	block_16_project_BN[0][0]
Conv_1_bn (BatchNormalization)	5120	Conv_1[0][0]
out_relu (ReLU)	0	Conv_1_bn[0][0]
global_average_pooling2d (Globa	0	out_relu[0][0]

=====
 Total params: 2,257,984
 Trainable params: 2,223,872
 Non-trainable params: 34,112

3.att. Pazīmju iegūšanas neirontīkla sagatavošana

Katrai datu kopai ar “ImageNet” neirontīkla palīdzību tika izveidota pazīmju matrica jeb vārdnīca. Tas nozīmē, ka neirontīkls apstrādā katru kopas elementu un izvada vektoru ar vidējām skaitliskām vērtībām, kur katra vērtība ir attiecināma uz noteiktu pazīmi fotoattēlā (skat. 1. - 3. tabulu).

1. tabula

Datu kopas “PlantPath2020” pazīmju skaitlisko vērtību piemērs (15 pirmās)

Klases	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
healthy	0,04	0,25	0,12	0,14	0,32	0,23	0,17	0,09	0,04	0,02	0,07	0,58	0,8	0,51	0,3	0,25
rust	0,03	0,13	0,11	0,06	0,45	0,23	0,18	0,12	0,05	0,01	0,08	0,54	0,63	0,64	0,36	0,17
scab	0,02	0,19	0,27	0,08	0,36	0,1	0,17	0,08	0,02	0,01	0,07	0,37	0,68	0,38	0,2	0,13

2. tabula

Datu kopas “Flowers” pazīmju skaitlisko vērtību piemērs (15 pirmās)

Klases	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
daisy	0,03	0,71	0,01	0,04	0,06	0,18	0,03	0,08	0,15	0,02	0,06	0,06	0,09	0,12	0,3	0,12
dandelion	0,07	0,4	0,01	0,25	0,04	0,3	0,02	0,05	0,25	0,06	0,12	0,19	0,03	0,17	0,08	0,14
rose	0,09	0,61	0,04	0,07	0,3	0,29	0,3	0,1	0,16	0,11	0,09	0,15	0,11	0,3	0,16	0,11
sunflower	0,09	0,63	0,01	0,21	0,09	0,24	0,13	0,19	0,1	0,03	0,15	0,09	0,13	0,26	0,12	0,13
tulip	0,07	0,6	0,01	0,06	0,14	0,28	0,18	0,12	0,18	0,08	0,04	0,07	0,08	0,15	0,25	0,15

3. tabula

Datu kopas "Animals" pazīmju skaitlisko vērtību piemērs (15 pirmās)

Klases	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
butterfly	0,09	0,38	0,02	0,04	0,07	0,14	0,05	0,07	0,04	0,02	0,23	0,05	0,07	0,19	0,16	0,04
dogs	0,04	0,18	0,08	0,02	0,1	0,07	0,09	0,09	0,07	0,01	0,06	0,06	0,07	0,1	0,07	0,06
elephants	0,08	0,11	0,05	0,04	0,09	0,24	0,08	0,03	0,03	0,02	0,11	0,05	0,47	0,07	0,15	0,06
horses	0,22	0,12	0,08	0,01	0,1	0,05	0,08	0,03	0,08	0,03	0,04	0,02	0,16	0,12	0,23	0,03

Tālāk katrai datu kopai tika aprēķināta klašu varbūtība (skat. 4. – 6. tabulas).

4. tabula

Datu kopas "Animals" klašu varbūtības

	Varbūtība
<i>Butterfly</i>	0,22
<i>Dogs</i>	0,38
<i>Elephants</i>	0,15
<i>Horses</i>	0,25

5. tabula

Datu kopas "Flowers" klašu varbūtības

	Varbūtības
<i>Daisy</i>	0,18
<i>Dandelion</i>	0,24
<i>Rose</i>	0,18
<i>Sunflower</i>	0,17
<i>Tulip</i>	0,23

6. tabula

Datu kopas "PlantPath2020" klašu varbūtības

	Varbūtības
<i>Healthy</i>	0,30
<i>Rust</i>	0,36
<i>Scab</i>	0,34

Tālāk notiek datu kopu salīdzināšana savā starpā jeb distances vektoru meklēšana starp divu datu kopu klasēm, pielietojot pazīmju vārdnīcas vektorus. Vispirms tiek pieslēgtas divas datu kopas vārdnīcas (skat. 10. att.), tad pielietojot Eiklīda distances formulu tiek aprēķināti attālumi starp divām klasēm (skat. 7.- 9. tabulu).

```
source = pd.read_csv('C:/JProjects/Results/1_PlantPath2020_Dataset.csv', sep=';', header=0, index_col=0)
target = pd.read_csv('C:/JProjects/Results/1_flowers_Dataset.csv', sep=';', header=0, index_col=0)
```

10. att. Datu kopu pazīmju vārdnīcu pieslēgšana

7. tabula

Distanču vektori starp datu kopu klasēm (*Flowers – Animals*)

	<i>Butterfly</i>	<i>Dogs</i>	<i>Elephants</i>	<i>Horses</i>
<i>Daisy</i>	5,23	6,09	7,24	6,16
<i>Dandelion</i>	4,28	4,70	6,42	4,87
<i>Rose</i>	5,65	6,80	7,12	6,43
<i>Sunflower</i>	6,01	7,04	7,59	6,82
<i>Tulip</i>	4,36	4,94	6,53	4,92

8. tabula

Distanču vektori starp datu kopu elementiem (*PlantPath2020 – Animals*)

	<i>Butterfly</i>	<i>Dogs</i>	<i>Elephants</i>	<i>Horses</i>
<i>Healthy</i>	11,45	13,09	12,05	12,47
<i>Rust</i>	9,45	11,00	10,37	10,50
<i>Scab</i>	9,43	10,91	10,35	10,39

9. tabula

Distanču vektori starp datu kopu elementiem (*PlantPath2020 – Flowers*)

	<i>Daisy</i>	<i>Dandelion</i>	<i>Rose</i>	<i>sunflower</i>	<i>tulip</i>
<i>Healthy</i>	11,33	11,31	10,09	10,92	11,18
<i>Rust</i>	9,73	9,47	8,64	9,39	9,42
<i>Scab</i>	9,68	9,44	8,59	9,48	9,41

Tad, izmantojot “*Simplex*” metodi, tiek aprēķināts minimalais attālums starp pašām datu kopām saskaņā ar *EMD* metodoloģiju, kur mazāks skaitlis nozīmē mazāku attālumu jeb līdzīgākas pazīmes starp divu datu kopu klasēm. Rezultāti tika apkopoti tabulā (skat. 10. tabulu.).

10. tabula

Distances starp datu kopām

		Mērķa datu kopa		
		<i>Plants</i>	<i>Flowers</i>	<i>Animals</i>
Avota datu kopa	<i>Plants</i>	0	9,77	10,95
	<i>Flowers</i>	9,77	0	5,59
	<i>Animals</i>	10,95	5,59	0

Secinājumi

Izmantojot *EMD* algoritmu tika aprēķināts attālums starp trīs datu kopām, kur mazākā iegūta vērtība pēc datu kopas apstrādāšanas, norādīja uz mazāko attālumu starp datu kopām. Mazākais attālums starp izvēlēto datu kopu un citu datu kopu nozīmē, ka algoritms ir atradis līdzīgas iezīmes datu kopu elementu starpā.

Mūsu experiments parādīja, ka mazākais attālums ir starp datukopām “*Animals*” un “*Flowers*” un tā vērtība ir ~5,6.

Literatūra

1. Chi Zhang, Yujun Cai, Guosheng Lin, Chunhua Shen “DeepEMD: Differentiable Earth Mover’s Distance for Few-Shot Learning” Sk. internetā. (2020.) - <https://arxiv.org/pdf/2003.06777.pdf>
2. Haris Pozidis, Kubilay Atasu “Linear-Complexity Earth Mover’s Distance Approximations for Efficient Similarity Search” Sk. internet (07.16.2019.) - <https://www.ibm.com/blogs/research/2019/07/earth-movers-distance/>
3. Rohan Saha, Debaruna Saha “Transfer Learning – A Comparative Analysis” Sk. internetā. (2018.) - https://www.researchgate.net/publication/329786975_Transfer_Learning_-_A_Comparative_Analysis
4. Yin Cui, Yang Song, Chen Sun, Andrew Howard, Serge Belongie “Large Scale Fine-Grained Categorization and Domain-Specific Transfer Learning” (arXiv:1806.06193v1) Sk. internetā. (2018.) - https://openaccess.thecvf.com/content_cvpr_2018/papers/Cui_Large_Scale_Fine-Grained_CVPR_2018_paper.pdf
5. Dataset “Plants_Dataset[99 classes]” by Muhammad jawad - <https://www.kaggle.com/muhammadjawad1998/plants-dataset99-classes>
6. Dataset “Animals-10” by Corrado Alessio - <https://www.kaggle.com/alessiocorrado99/animals10>
7. Dataset “Flowers Recognition” by Alexander Mamaev - <https://www.kaggle.com/alxmamaev/flowers-recognition>.

PROGRAMMATŪRAS IZSTRĀDES TEHNOĻĪJU PIEPRASĪJUMA IZPĒTE LATVIJĀ *STUDY OF THE DEMAND FOR SOFTWARE DEVELOPMENT TECHNOLOGIES IN LATVIA*

Autors: **Aleksandrs FADEJEVS**, e-pasts: alexz12@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris GRABUSTS, Dr.sc.ing. profesors**, e-pasts:
Peteris.Grabusts@ru.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. *This article focuses on software development technologies used by companies operating in Latvia in 2021. The aim of this work is to determine which software development technologies are most frequently used in Latvia this year. Determine what types of technologies they relate to, and finally draw appropriate conclusions.*

Keywords: *Computer studies, IT in Latvia, Software development.*

Ievads

Programmatūras izstrāde ir process, kurā lietojumprogrammas, ietvarstruktūras vai citi programmatūras komponenti tiek izstrādāti, uzturēti, precizēti, projektēti, programmēti, dokumentēti, testēti un kļūdu laboti. Programmatūras izstrāde ir pirmkoda rakstīšanas un uzturēšanas process, bet plašākā nozīmē tas ietver visu, kas ir notiek no vēlamās programmatūras koncepcijas izveidošanas līdz programmatūras galīgajai izpaušmei, dažreiz plānotā un strukturētā procesā [1].

Programmatūras izstrādes tehnoloģijas - ir programmatūras produkta izveides procesu un metožu kopums [2]. Programmatūras izstrādes tehnoloģijas atšķiras sava pēc nolūka, realizācijas, cenas.

Programmatūras izstrādi šodien piedāvā vairāki uzņēmumi. Dotā pētījuma mērķis ir izpētīt kuram programmatūras izstrādes tehnoloģijām dod priekšroku Latvijas uzņēmēji. Izpēte tiks veikta pamatojoties uz informācijas, ko publicē paši uzņēmēji.

Materiāli un metodes

Dotā darbā tiek izskatīti 7 uzņēmumi, kas nodarbojas ar programmatūras izstrādi, informācija par tehnoloģijām, ko pielieto uzņēmumi ir ņemta no publiskā avotā (tīmekļa vietnes visidarbi [3]):

- SIA OTM TECH
- Egamings SIA
- Corporate Development Solutions SIA
- INNOFORCE SIA
- Intrum
- Netcracker
- C.T.Co Ltd.

Izpētījot saņemto informāciju tika izdalītas tehnoloģijas, kuras ir kopīgas vismaz diviem uzņēmumiem, kuru popularitātē tiks salīdzinātā sava starpā.

Uzņēmumu apskats

SIA OTM TECH ir interneta mārketinga uzņēmums Floridā, kuram ir filiāle Latvijā, šis uzņēmums nodarbojas ar Digitālā mārketinga pakalpojumu izstrādi, Tīmekļa vietnes dizainu, Sociālo mediju vadību [4].

EGamings ir viens Latvijas novatoriskākajiem spēļu platformu izstrādātājiem un uzticams, spēļu sistēmu nodrošinātājs [5].

Corporate Development Solutions ir starptautiska finanšu kompānija, kas sniedz starpniecības pakalpojumus klientiem Āzijā un Eiropā.

INNOFORCE ir inženieru uzņēmums, kas darbojas galvenokārt medicīnas IT jomā, viens no izcilākajiem revolucionāru un augstas kvalitātes programmatūras nodrošinātājiem ausu, deguna, rīkles un acu zāļu jomā ar klientiem vairāk nekā 50 valstīs [6].

Intrum ir nozares vadošais kredītu pārvaldības pakalpojumu sniedzējs, kas darbojas 24 tirgos Eiropā [7].

Netcracker Technology ir IT risinājumu izstrādātājs ar vairāk nekā 250 klientiem visā pasaulē, galvenokārt telekomunikāciju pakalpojumu sniedzējiem [8].

C.T.Co Ltd ir Eiropas tehnoloģiju grupas Com-Tec-Co loceklis, ar vairāk nekā 20 gadu pieredzi uzņēmumu lietojumprogrammu piegādē globāliem uzņēmumiem [9].

Rezultāti un to novērtējums Kopīgo tehnoloģiju izdalīšana

Izanalizējot saņemtos datus, tika izdalītas, 13 tehnoloģijas, kas ir kopīgas priekš vismaz 2 uzņēmumiem: PHP, HTML, CSS, JavaScript, REST, MySQL, AngularJS, Jira, Java, Python, Azure, Oracle Database, SQL Server.

Tehnoloģiju apraksts

PHP ir vispārējās nozīmes skriptu valoda, kas īpaši piemērota tīmekļa izstrādei. Sākotnēji to 1994. gadā izveidoja Dānijas un Kanādas programmētājs Rasmus Lerdorf. Valodu un tā tulku (Zend Engine) attīsta entuziastu grupa atvērtā koda projekta ietvaros. Projekts tiek izplatīts ar savu licenci, kas nav saderīga ar GNU GPL [10].

HTML standartizēta iezīmēšanas valoda tīmekļa lapām tīmeklī. Hiperteksta iezīmēšanas valodas HTML veidoja britu zinātnieks Tims Berners-Lī ap 1986-1991 CERN Ženēvā, Šveicē. 2000. gadā HTML kļuva arī par starptautisku standartu (ISO / IEC 15445: 2000). 2004. gadā sākās HTML5 izstrāde Web hiperteksta lietojumprogrammu tehnoloģiju darba grupā (WHATWG), un tika pabeigta un standartizēta 2014. gada 28. oktobrī [11].

CSS ir stila lapas valoda, ko lieto, lai aprakstītu dokumenta, kas rakstīts iezīmēšanas valodā, attēlošanu. CSS specifikācijas uztur World Wide Web Consortium (W3C). W3C vada CSS dokumentu bezmaksas CSS validācijas pakalpojumu. Iezīmēšanas valodas atbalsta CSS izmantošanu, ieskaitot HTML, XHTML, plain XML, SVG un XUL [12].

JavaScript bieži saīsināts kā JS, ir augsta līmeņa programmēšanas valoda, kas atbilst ECMAScript specifikācijai [13]. To visplašāk izmanto pārlūkprogrammās kā skriptu valodu, lai tīmekļa lapām pievienotu interaktivitāti, vairāk nekā 97% vietņu to izmanto klienta pusē [14]. "JavaScript" ir Oracle Corporation preču zīme Amerikas Savienotajās Valstīs [15].

REST reprezentācijas stāvokļa pārnese (angl. Representational state transfer) ir programmatūras arhitektūras stils, kurā tiek izmantota HTTP apakškopa. To parasti izmanto, lai izveidotu interaktīvas lietojumprogrammas, kas izmanto tīmekļa pakalpojumus. Terminu REST 2000. gadā izdomāja Rojs Fildings, viens no protokola "HTTP" veidotājiem [16].

MySQL ir atvērtā koda relāciju datu bāzes pārvaldības sistēma. To ir izstrādā un atbalst Oracle Corporation. Pastāvi divas MySQL licences GNU Vispārējā publiskā licence priekš GNU Vispārējā publiskā licences projektiem un komerciāla licence, kas nodrošina arī kvalitatīvu pakalpojumu atbalstu [17].

AngularJS ir uz JavaScript balstīta atvērtā pirmkoda priekšgala tīmekļa spraudnis, kuru galvenokārt uztur Google un personu kopiena. Paredzēts vienas lapas lietojumprogrammu izstrādei. AngularJS 2009. gadā izstrādāja Mishko Hevery un Adam Abrons no Brat Tech LLC [18].

Jira ir Atlassian izstrādāts patentēts problēmu izsekošanas produkts, kas ļauj izsekot kļūdām un veiklu projektu pārvaldību. Tas ir komerciāls produkts, kuru var licencēt darbam vietējā serverī vai kas pieejams kā attālā lietojumprogramma [19].

Java ir uz klasēm balstīta, objektorientēta vispārējās nozīmes programmēšanas valoda. Izstrādāja Sun Microsystems (vēlāk to iegādājās Oracle). Izstrādi veic kopiena. Valoda un galvenās tehnoloģijas, kas to ievieš, tiek izplatītas saskaņā ar GNU Vispārējā publiskā licenci. Preču zīmju tiesības patur Oracle Corporation [20].

Python ir augsta līmeņa vispārējās nozīmes programmēšanas valoda. Gvido van Rossums sāka strādāt pie Python 1980. gadu beigās. Izstrādi un atbalstu veic Python programmatūras fonds (Python Software Foundation) [21].

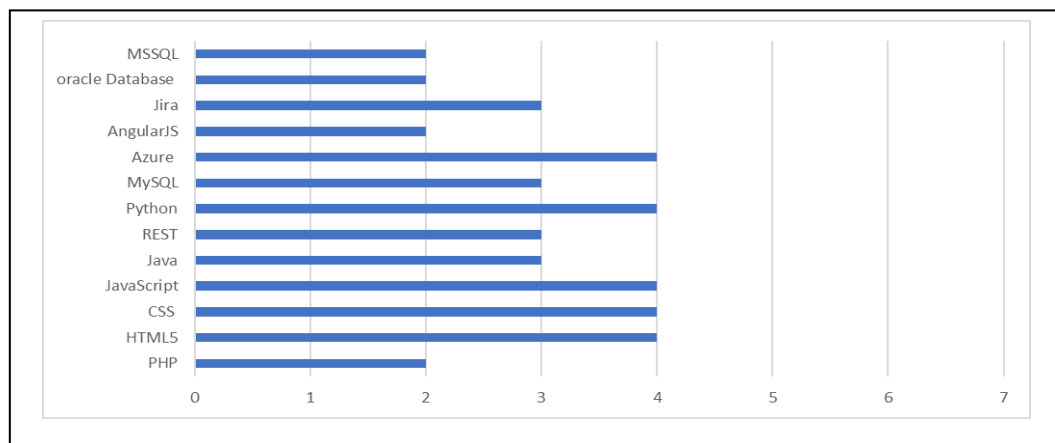
Microsoft Azure ir Microsoft izveidots mākoņdatošanas pakalpojums lietojumprogrammu un pakalpojumu izveidei, testēšanai, izvietojšanai un pārvaldībai, izmantojot Microsoft pārvaldītos datu centrus [22].

Oracle Database ir vairāku modeļu datu bāzes pārvaldības sistēma. To apkalpo un izplata Oracle Corporation, izplatīšana notiek uz komerciālas licences nosacījumiem [23].

Microsoft SQL Server ir relāciju datu bāzes pārvaldības sistēma, kuru izstrādājusi Microsoft. Izmanto darbam ar datu bāzēm, kuru lielums svārstās no personīgajām līdz liela uzņēmuma mēroga datu bāzēm. Izplatās uz komerciālas licences nosacījumiem [24].

Tehnoloģiju salīdzinājums

Pielietojamo tehnoloģiju izplatīšanas salīdzinājums ir dots 1. attēlā.



1.att. Tehnoloģiju izplatīšana

Secinājumi

Pamatojoties uz pētījuma rezultātiem ir iespējams secināt, ka visbiežāk palietojamas tehnoloģijas ir HTML5, CSS, JavaScript, Python un Microsoft Azure. HTML5, CSS, JavaScript REST un AngularJS tiek pielietotas priekš tīmekļa vietņu izstrādes, tāpēc ir iespējams secināt, ka Latvijā visstraujāk attīstās tīmekļa vietņu izstrāde. No rezultāti norada ka visbiežāk palietoti ietvari priekš tīmekļa vietņu izstrādes ir AngularJS. No palietojamam tehnoloģijām ir iespējams izdalīt 3 relāciju datu bāzes pārvaldības sistēmas: Oracle SQL, SQL Server un MySQL, no kurām vispopulārākā ir MySQL. Rezultāti norada, ka mākoņu risinājums Microsoft Azure pielieto vairāk nekā puse no uzņēmumiem. Tika noteiktas populārākās programmēšanas valodas JavaScript, Python, Java un PHP.

Summary

Based on the results of the study, it is possible to conclude that the most used technologies are HTML5, CSS, JavaScript, Python and Microsoft Azure. HTML5, CSS, JavaScript, REST

and AngularJS are used for website development, so it is possible to conclude that website development is developing the fastest in Latvia. The results indicate that the most used frameworks for website development is AngularJS. From usable technologies it is possible to distinguish 3 relational database management systems: Oracle SQL, SQL Server, MySQL, the most popular of which is MySQL. The results indicate that the cloud solution Microsoft Azure is used by more than half of the companies. The most popular programming languages were JavaScript, Python, Java, and PHP.

Literatūra

1. "Application Development (AppDev) Defined and Explained". Bestpricecomputers.co.uk. 2007-08-13. Retrieved 2012-08-05.
2. I. Savenko "SOFTWARE DEVELOPMENT TECHNOLOGY". MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "NATIONAL RESEARCH TOMSK POLYTECHNICAL UNIVERSITY", 2013, p 5 (in Russian).
3. Sludinājumu portāla "VisiDarbi.lv" mājas lapa <https://www.visidarbi.lv/>
4. "SIA OTM TECH" mājas lapa <https://www.onthemapmarketing.com/>
5. "EGamings" mājas lapa <https://www.egamings.com/>
6. "INNOFORCE" mājas lapa <https://www.innoforce.com/>
7. "Intrum" mājas lapa <https://www.intrum.com>
8. "Netcracker Technology" mājas lapa <https://netcracker.com>
9. "C.T.Co Ltd" mājas lapa <https://ctco.lv/>
10. PHP oficiālā vietne <https://www.php.net/>
11. "W3C Html" <https://www.w3.org/html/>
12. Oficiālā vietne [w3.org/Style/CSS/](https://www.w3.org/Style/CSS/)
13. "Standarts ECMA-262". Ecma International. 2020. gada 17. jūnijs. <https://262.ecma-international.org/11.0/>
14. "Usage statistics of JavaScript as client-side programming language on websites". <https://w3techs.com/technologies/details/cp-javascript/>. 2021-04-09.
15. "U.S. Trademark Serial No. 75026640" <http://tarr.uspto.gov/servlet/tarr?regser=serial&entry=75026640>
16. Fildings, apspriežot REST termina definīciju. Tech.groups.yahoo.com.
17. MySQL oficiālā vietne <https://www.mysql.com/>
18. AngularJS oficiālā vietne <https://angularjs.org/>
19. Jira oficiālā vietne <https://www.atlassian.com/software/jira>
20. Java oficiālā vietne <https://www.oracle.com/java/>
21. Python oficiālā vietne <https://www.python.org>
22. Microsoft Azure oficiālā vietne <https://azure.microsoft.com/>
23. Oracle Database oficiālā vietne <https://www.oracle.com/database/>
24. Microsoft SQL Server oficiālā vietne <https://www.microsoft.com/sql-server>

JETPACK COMPOSE AND XML LAYOUT RENDERING PERFORMANCE COMPARISON

JETPACK COMPOSE UN XML LIETOTĀJA SASKARNES IZVIETOJUMA ATSPUGUĻOŠANAS ĀTRUMA SALĪDZINĀJUMS

Autors: **Ilja FJODOROV**S, e-pasts: ilja_latvia@mail.ru
 Zinātniskā darba vadītājs: **Dr.sc.ing., doc. Sergejs KODORS**,
 Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
 Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. The aim of the work is to find out the rendering performance of new Google Android user interface framework “Jetpack Compose”. Author has built two applications for Android platform with identical user interfaces: one uses classic approach with Kotlin + XML layout file, another application is developed using Jetpack Compose. In the results, the performance comparison of each approach is provided.

Keywords: Android, Jetpack Compose, user interface.

Introduction

The expectations around UI development have grown. Today, we can't build an application and meet the user's needs without having a polished user interface including animation and motion. These requirements are things that didn't exist when the Android UI toolkit was created.[1]

To address the technical challenges of creating a polished UI quickly and efficiently Google Development Team have introduced Jetpack Compose, a modern UI toolkit that lets developers write user interface for Android OS using Kotlin programming language.

One of the fundamental things that developers like is the separation of concerns, as it is a well-known software design principle. Despite being well known, it is often difficult to grasp whether or not this principle is being followed in practice. It can be helpful to think of this principle in terms of “Coupling” and “Cohesion”. [2]

When we write code, we create modules that consist of multiple units. Thus, *coupling* is the dependency among units in different modules and reflects the ways in which parts of one module influence parts of other modules. Meanwhile, *cohesion* is relationship among units within one module, it indicates how well the units are grouped in the module (see Fig. 1). When maintainable software is developed, it is important to minimize coupling and maximize cohesion [1].

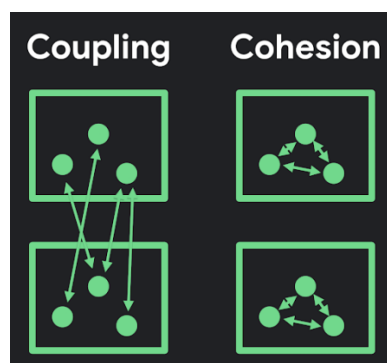


Fig.1. Coupling and cohesion principles [1]

An UI development using Kotlin+XML represents the coupling paradigm. In this case, a code changes in one module require making changes in another. The coupling can often be implicit, because changes appear to be entirely unrelated.

On the other hand, Kotlin+Jetpack Compose toolkit application represents cohesion, because development is completed using the same language (Kotlin). In the result, the dependencies, that were implicit, start to become more explicit.

Materials and methods

The experiment environment is presented in Table 1.

Table 1. **Experiment environment**

Host OS	Windows 10 Home 20H2
IDE	Android Studio Arctic Fox 2020.3.1 Canary 14
Compose Version	1.0.0-beta04 April 7, 2021
Emulator Version	30.4.5 (February 23, 2021)
Virtual Device	Pixel 2 XL
OS on Virtual Device	Android 10 API 29
Virtual Device RAM	2Gb of 8Gb DDR4 on the system
Virtual Device Cores	2 cores of 4 (Intel i5-8265U)

Two Android applications with similar user interface were developed for the experiment. The version with Kotlin+XML is depicted in Fig.2, but the version based on application of Kotlin+Jetpack Compose is depicted in Fig.3. User interface contains an image of Android OS logo followed by a Lorem Ipsum paragraph. Style of text may vary, but it does not impact on the experiment.



Fig.2. Test application with Kotlin+XML



Fig.3. Application with Jetpack Compose

The source code of both applications is provided in Fig.4 and Fig. 5, the variables *start* and *end* record execution time to measure UI content preparation. Firstly, we save current time in *start* variable, after that we place corresponding layout code, and immediately after that we save current time in *end* variable. Now we can calculate the performance of each approach subtracting the *end* time from *start* time.

```

private var start = 0L
private var result = 0L

class MainActivity : AppCompatActivity() {
    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        window.decorView.post {
            start = System.currentTimeMillis()
            setContentView(R.layout.activity_main)
            val end = System.currentTimeMillis()
            val result = end - start
            println("Rendering time XML = $result ms")
        }
    }
}

```

Fig.4. Source code of application with Kotlin+XML

```

private var start = 0L
private var result = 0L

class MainActivity : AppCompatActivity() {
    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        window.decorView.post {
            start = System.currentTimeMillis()
            setContent {
                Column(
                    modifier = Modifier.padding(16.dp)
                ) {
                    Image(
                        painter = painterResource(R.drawable.android_logo),
                        contentDescription = null
                    )
                    Text(
                        text = stringResource(R.string.Lorem_ipsum)
                    )
                }
            }
            val end = System.currentTimeMillis()
            val result = end - start
            println("Rendering time compose = $result ms")
        }
    }
}

```

Fig.5. Source code of application with Kotlin+Jetpack Compose

Results

Measurements were completed 10 times for each application. Console outputs are depicted in Fig.6 and Fig.7.

```

tem.out: Rendering time XML = 28 ms
tem.out: Rendering time XML = 25 ms
tem.out: Rendering time XML = 35 ms
tem.out: Rendering time XML = 29 ms
tem.out: Rendering time XML = 30 ms
tem.out: Rendering time XML = 29 ms
tem.out: Rendering time XML = 43 ms
tem.out: Rendering time XML = 23 ms
tem.out: Rendering time XML = 34 ms
tem.out: Rendering time XML = 33 ms

```

Fig.6. Measurement results of Kotlin+XML version

```

out: Rendering time compose = 53 ms
out: Rendering time compose = 46 ms
out: Rendering time compose = 39 ms
out: Rendering time compose = 37 ms
out: Rendering time compose = 59 ms
out: Rendering time compose = 25 ms
out: Rendering time compose = 25 ms
out: Rendering time compose = 58 ms
out: Rendering time compose = 69 ms
out: Rendering time compose = 40 ms

```

Fig.7. Measurement results of Kotlin+Jetpack version

Results of experiment are presented in Table 2.

Table 2. Experiments results

	XML	Compose
1	28	53
2	25	46
3	35	39
4	29	37
5	30	59
6	29	25
7	43	25
8	23	58
9	34	69
10	33	40
Min	23	25
Max	43	69
Average	30,9	45,1
%	100,00%	145,95%
d%	0,00%	45,95%

As can be seen in Table 2 average rendering time for XML is 30,9ms , and average rendering time for Compose is 45,1ms. The increase in rendering time is $45,1 - 30,9 = 14,2$ ms, or if we take XML time as 100% , we get a 45,95% rendering time increase for Compose version.

Conclusions

Results show approximately 46% Jetpack Compose rendering time increase comparing to XML layout file rendering. This fact can be explained by early development stage of the Jetpack Compose (by april of 2021, version: beta04)[3], so we can't really tell how it will perform in the final release. Research could be repeated after Jetpack Compose stable release.

Summary

Darba autoram bija interese uzzināt cik ātri Google Android platformas jaunais Jetpack Compose lietotāja saskarnes izstrādes rīks veic lietotāja saskarnes attēlošanu uz ekrāna salīdzinājuma ar „klasisko” pieeju ar XML failiem.

Darba autors uzskata ka 46% ātruma samazinājums ir kompromiss kuru gala lietotājs praktiski nepamanīs lietojot aplikāciju. Kā arī tā ir „cena kuru ir jāsamaksā” par aplikācijas lietotāja saskarnes izstrādes atvieglošanu.

Darba autors vēlētos uzsvērt uzmanību ka testētais Jetpack Compose lietotāja saskarnes izstrādes rīks ir izstrādes cikla „beta” stadijā. Tālākos izstrādes posmos var tik uzlabota ātrdarbība.

Pēc Jetpack Compose stabilās versijas jeb 1.0 versijas publiskošanas pētījumu varētu atkārtot.

Bibliography

1. Understanding Jetpack Compose <https://medium.com/androiddevelopers/understanding-jetpack-compose-part-1-of-2-ca316fe39050>
2. Software Engineering | Coupling and Cohesion <https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering-coupling-and-cohesion/>
3. Announcing Jetpack Compose Beta! <https://android-developers.googleblog.com/2021/02/announcing-jetpack-compose-beta.html>

NOSQL DATUBĀZES NOSQL DATABASES

Autors: **Jānis KRAPANS**, e-pasts: janis.kk1996@gmail.com
Studiju darba vadītājs: **Sergejs KODORS, Dr.sc.ing.**, e-pasts: sergejs.kodors@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 155, Rēzekne, Latvija

***Anotācija:** Darbā ir aprakstīts trīs NoSQL datubāzu salīdzinājums: Mango, CouchBase un Cassandra. Datubāzu salīdzinājuma dati tika iegūti izmantojot YCSB- programmu, kura noslogo datubāzi ar dažādām darba slodzēm, kuras atbilst mūsdienu moderno aplikāciju prasībām. Testu izpildes beigās tiks iegūti katras datubāzes veikspējas dati, kā arī tās latentums.*

***Atslēgvārdi:** relāciju datubāzes, SQL, NoSQL datubāzes, efektivitāte, veikspēja.*

Ievads

Relāciju datubāzes ir vadošais modelis datu uzglabāšanai un pārvaldībai, piedāvājot savas ACID īpašības, bet tehnoloģijām attīstoties, prasības datubāzēm, kā mērogojamība, veikspēja palielinās, rezultātā ir uzsākta izstrāde citām alternatīvām- NoSQL datubāzes

Mūsdienās viss tiek glabāts datubāzēs. Īpaši izplatītas ir relāciju datubāzes un problēma mūsdienās ar ko saskarās relāciju datubāzes ir mērogojamība, tās ir izstrādātas lai strādātu uz viena servera lai saglabātu datu integritāti. Gadījumā ja ir sasniegti lietojamā servera limiti, lietotājam ir jāiegādājas dārgāka aparatūra ar lielāku apstrādes jaudu. No otras puses NoSQL datubāzes ir izstrādātas arī priekš darba uz vairākiem serveriem, kuri strādā kopā, sadalot slodzi starp tiem.

Darba mērķis: salīdzināt visbiežāk izmantojamas relāciju datubāzu alternatīvas.

Materiāli un metodes

Salīdzināšanas dati tika iegūti no avota internetā [1]. Tie tika realizēti ar *Yahoo Cloud Serving Benchmark (YCSB)* programmu [2], kura noslogo datubāzi ar dažāda veida darba slodzēm, lai pārbaudītu tās veikspēju. Salīdzinājumam tika izvēlēta trīs no populārākajām NoSQL datubāzēm:

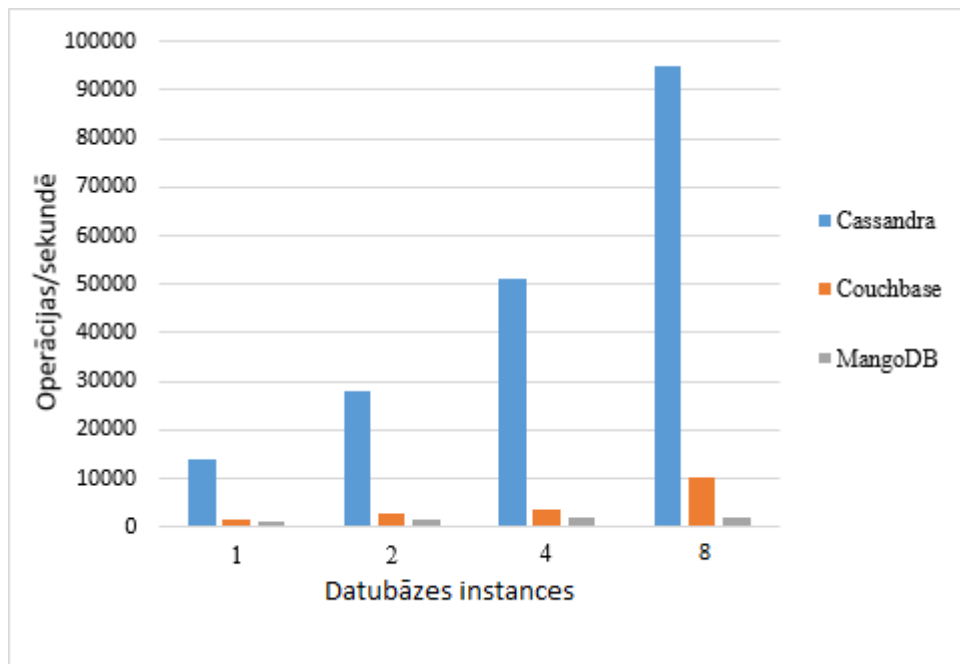
- Mango
- CouchBase
- Cassandra

Rezultāti

Datubāzes tika salīdzinātas pēc to darbības ātruma- operācijas sekundē, pie dažādām darba slodzēm. Datubāzes veikspēja arī tika pārbaudīta, kad tās veic darbu uz vairākām instancēm vienlaikus, kā arī tiks ņemts vērā latentums. Tika izmantoti 3 darba slodzes veidi, kuri atbilst mūsdienu moderno aplikāciju prasībām:

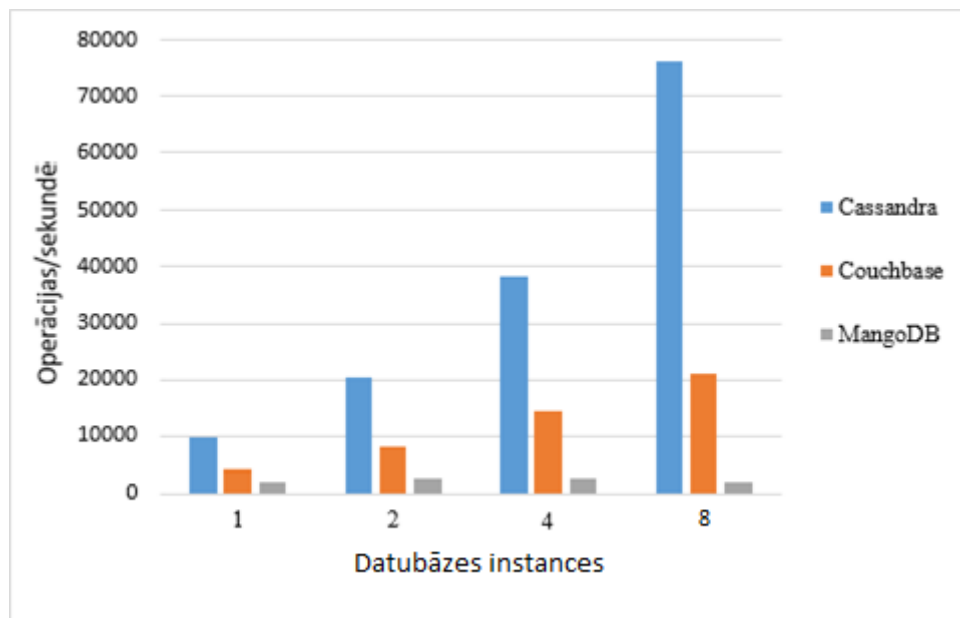
- Smagās atjaunināšanas noslodze
- Galvenokārt lasīšanas noslodze
- Lasīšana – modificēšana - rakstīšana

Smagās atjaunināšanas noslodzes testa rezultātus var apskatīt 1. attēlā.



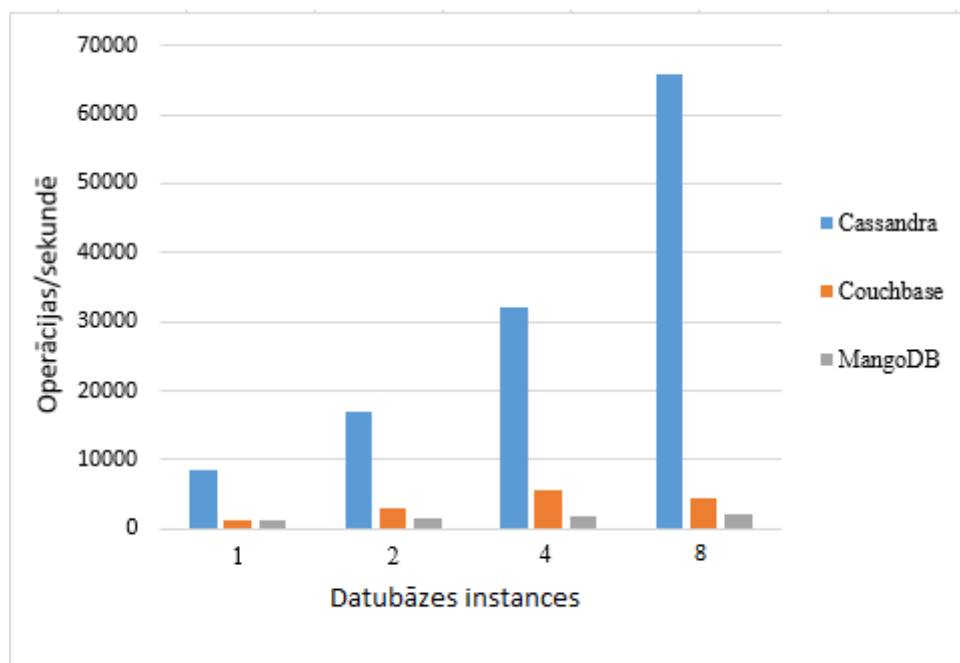
1. attēls. Smagās atjaunināšanas noslodzes rezultāti

Galvenokārt lasīšanas noslodzes testa rezultātus var apskatīt 2. attēlā



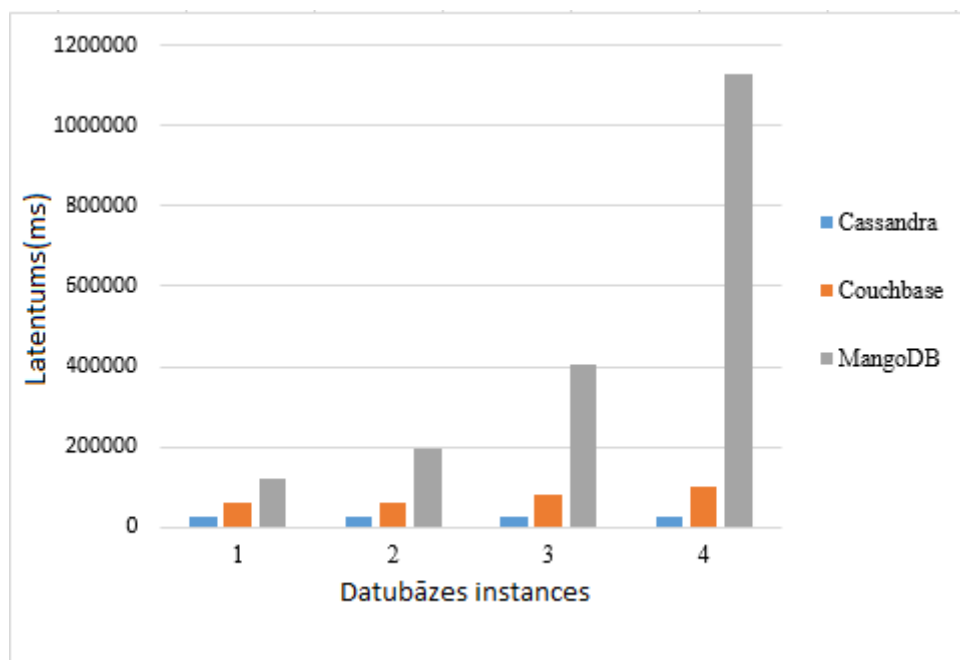
2. attēls. Galvenokārt lasīšanas noslodzes rezultāti

Lasīšanas – modificēšanas - rakstīšanas noslodzes testa rezultātus var apskatīt 3. attēlā



3. attēls. Lasīšanas – modificēšanas – rakstīšanas testa rezultāti

Datubāzu latentumu var apskatīt 4. attēlā



4. attēls. Datubāzu latentuma salīdzinājums

Pēc testu veikšanas tika iegūti dati, kuri rāda, ka katrā no noslodzes testiem, dominējošā datubāze ir Cassandra, kura vairākas reizes pārspēj, gan CouchBase, gan Mango datubāzi pat desmitkārtīgi. Ir jāņem vērā, ka šie testi tika veikti 2013. gadā un tie ir novecojuši. Cassandra datubāze parādīja labi savas labākās īpašības- horizontālo mērogojamību un milzīgu datu apjomu efektīvu apstrādi. Palielinoties instanču skaitam Cassandra datubāzes veiktspēja palielinājās līdz pat 99%

Secinājumi

- Darba gaitā tika izpētītas un aprakstītas *NoSQL* un *SQL* tehnoloģijas un tika salīdzinātas 3 no populārākajām *NoSQL* datubāzēm. Salīdzināšanas dati tika ņemti no informācijas avota, kurā bija aprakstīti šo datubāzu salīdzināšanas rezultāti. Salīdzināšana tika veikta izmantojot speciāli izveidotu atvērtā koda specifiku programmu: *YCSB*.
- Lai salīdzinātu datubāzes tika izmantoti 3 slodzes veidi: smagās atjaunināšanas noslodze, galvenokārt lasīšanas noslodze un lasīšana-modificēšana-rakstīšana
- Palielinoties instanču skaitam datubāzu veiktspēja palielinājās pat līdz 99%, bet testu rezultātos tika novēroti daži izņēmuma gadījumi, kad instanču skaitam palielinoties datubāzes efektivitāte samazinājās. Skatoties uz Smagās atjaunināšanas noslodzes testa rezultātiem redzams, ka *CouchBase* datubāzes veiktspēja uz 8 instancēm samazinās par aptuveni 18% no iepriekšējās veiktspējas testa rezultātiem uz 4 instancēm. Vēl viens izņēmums ir novērojams Galvenokārt lasīšanas noslodzes testa rezultātos, redzams, ka *MangoDB* datubāzes veiktspēja uz 8 instancēm samazinās par aptuveni 21% no iepriekšējās veiktspējas testa rezultātiem uz 4 instancēm.
- Vismazāko apstrādes laiku sasniedza *CassandraDB*, ar 26312,23 μs lielu aiztures laiku, kas ir aptuveni 2,6 milisekundes, datubāze ar vislielāko apstrādes laiku ir *MangoDB*-1540875,22 μs lielu aiztures laiku, kas ir aptuveni 154 milisekundes.

Bibliography

1. http://www.datastax.com/wp-content/themes/datastax-2014-08/files/NoSQL_Benchmarks_EndPoint.pdf skatīts internetā 02.06.2018
2. <https://github.com/brianfrankcooper/YCSB/wiki/Core-Workloads> skatīts internetā 02.06.2018

**PAŠVALDĪBU MĀJASLAPU UN SOCIĀLO TĪKLU KONTU
APMEKLĒTĀJU UZVEDĪBAS ANALĪZE**
*ANALYSIS OF THE BEHAVIOUR OF VISITORS TO MUNICIPAL
WEBSITES AND SOCIAL NETWORK ACCOUNTS*

Author: **Laura MALINOVSKA**, e-mail: lm20032@edu.rta.lv

Scientific supervisor: **Pēteris GRABUSTS**, Dr.sc.ing. prof., e-mail: peteris.grabusts@rta.lv,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *Nowadays, when services of municipalities are available only remote, need for reliable information is constantly increasing- starting with administration office contacts and ending with current COVID-19 restrictions. This flow of information in Latvia is provided by websites and social media accounts of local municipalities. The author's work has explored statistics and user behaviour data of foreign municipalities websites during COVID-19 pandemic. Furthermore an survey for Latvia's municipalities was conducted to find out how COVID-19 pandemic has changed user behaviour and website statistics. As a result, author of the work compared data obtained from surveys and examined available data from foreign municipalities, which could be used facing further crisis situations.*

Keywords: *behaviour of visitors, COVID-19, municipal websites, social network accounts.*

Ievads

Kopš 2020. gada 12.marta, kad Latvijā pirmo reizi tika izsludināta ārkārtas situācija COVID-19 pandēmijas dēļ un turpmāko mēnešu gaitā notika pakāpeniska pāreja uz attālinātu darbu gan privātajā, gan publiskajā sektorā, iedzīvotāji vairākas reizes nedēļā bija spiesti sekot līdz jaunākajai informācijai dažādos informācijas kanālos, kuru vidū lielu lomu ieņem arī pašvaldību komunikācijas rīki, lai vietējie iedzīvotāji būtu informēti gan par valsts līmeņa valdības lēmumu ietekmi uz ikviena ikdienu, gan par pašvaldībā aktuālo darbību organizāciju.

Kā minēts Latvijas Sabiedrisko mediju ziņā par veidiem, kā pašvaldības iedzīvotājiem ziņo par COVID-19 laika aktualitātēm, šīs metodes ir dažādas- vispopulārākā ir pašvaldību mājaslapu izmantošana, tur ievietojot atjaunojamu ziņu rakstu teksta tiešraides veidā, speciālista izveidotu infogrammu ievietošana sociālo tīklu kontos, atsevišķu informatīvo izdevumu izdošana, informatīvās tālruņa līnijas uzturēšana, sadarbība ar reģionālajiem vai centrālajiem medijiem, Cēsīs ir radīta pat mobilā aplikācija, lai saņemtu pašvaldības jaunumus. Kā mazāk izplatītus komunikācijas veidus var minēt pašvaldības vadības iknedēļas uzrunas sociālo tīklu kontos, čatboti, vizualizētas ziņas uz digitāla lielformāta ekrāna, audio un video paziņojumi sabiedriskajā transportā [1].

Tā kā daudziem no iepriekšminētajiem komunikācijas veidiem ir grūti vai nereāli nolasāma sasniegto iedzīvotāju statistika, pašvaldības dod priekšroku ziņu izvietošanai mājaslapā un sociālo tīklu kontos, statistikai sekojot līdz ar mājaslapai piesaistītu analīzes rīku palīdzību. Ja mājaslapai ir integrēta foruma vai komentāru sadaļa, tad ir iespējams sekot arī apmeklētāju uzvedībai, taču visveiksmīgāk apmeklētāju uzvedības tendences vērojamas sociālo tīklu kontos izvietotās ziņās, analizējot gan komentārus un reakcijas, gan atsevišķu ziņu statistiku kā, piemēram, tas notiek Facebook, caur analīzes rīku turpat, analizējamajā kontā.

Materiāli un metodes

Katrai no Latvijas novadu un pilsētu pašvaldībām ir sava mājaslapa, lielākajā daļā no darba autores izpētītajām mājaslapām bija atrodama arī aktuālā COVID-19 saslimstības, ierobežojumu, pakalpojumu saņemšanas, u.c. informācija, tādēļ aktuāls kļuva jautājums, vai par pašvaldības mājaslapu atbildīgais darbinieks veic mājaslapas statistikas vākšanu un izpēti komunikācijas veidu statistikas analīzes nolūkos, vai šī mājaslapa darbojas bez īpašas uzraudzības no “iekšienes” [2]. Tā kā bieži vien simbiozē ar mājaslapu darbojas arī,

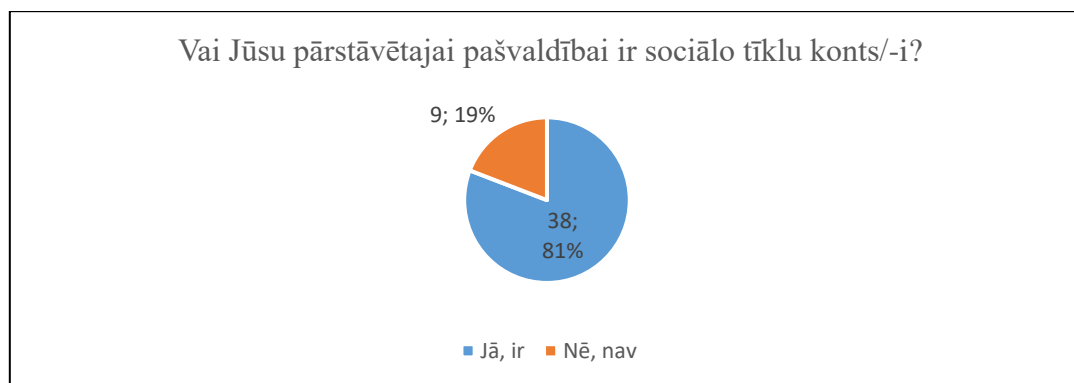
piemēram, pašvaldības Facebook lapa, tad ir nozīmīgi skatīt mājaslapas statistiku kopā ar sociālo tīklu kontu apmeklētāju reakcijām (reactions), komentāriem (comments), dalīties (share) un kopējo universālo reitingu- engagements.

Tā kā darba autore profesionālā pieredze liecina, ka diezgan daudzas pašvaldības savām mājaslapām nav piesaistījušas it nekādus analīzes rīkus, kā, piemēram, Google Analytics, tieši šī darba ietvaros autore ar aptauju palīdzību vēlas noskaidrot, vai mājaslapu administratori no pašvaldības puses ir informēti par šādas funkcijas nepieciešamību un vai tiek sekots līdzīgu datu izmaiņām specifiski COVID-19 pandēmijas laikā, kad mājaslapas ir kļuvušas gandrīz par vienīgo oficiālo vietējo pašvaldību saziņas rīku ar saviem iedzīvotājiem.

Aptaujas rezultāti un izvērtējums

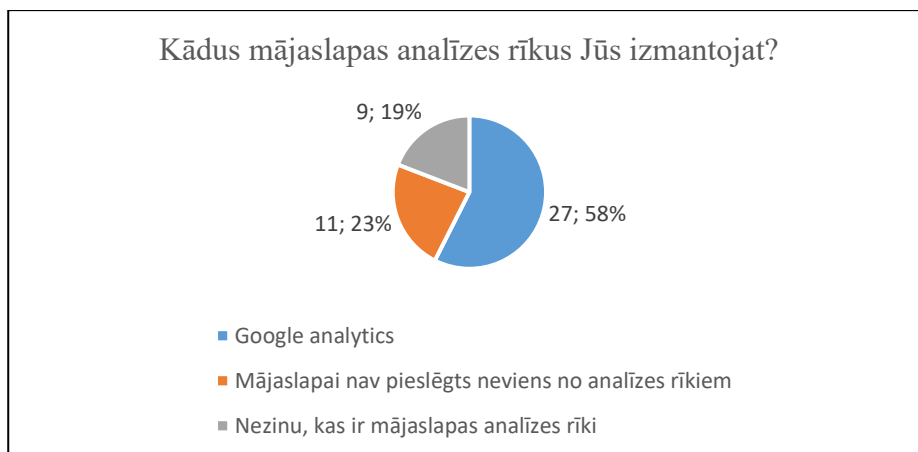
Zinātniskā raksta ietvaros darba autore veica 47 pašvaldību sabiedrisko attiecību speciālistu un mājaslapu administratoru anketēšanu, lai noskaidrotu, vai un kā tiek izmantota mājaslapas apmeklējumu datu analīze, kā arī apzinātu pašvaldību sociālo tīklu kontu apmeklētāju uzvedību tieši COVID-19 pandēmijas ietekmē, par atskaites perioda sākumu izvēlot 2020.gada 12.martu, un atskaites perioda beigas nosakot 2021.gada 15.aprīli.

Tā kā visu saņemto anketu atbildes uz jautājumu “Vai Jūsu pārstāvētajai pašvaldībai ir mājaslapa?” bija apstiprinošas, nākošais jautājums bija “Vai Jūsu pārstāvētajai pašvaldībai ir sociālo tīklu konts/-i?”, kur vien 81% no aptaujātajiem atzina, ka pašvaldības konts ir atrodams arī sociālajos tīklos (skat. 1.att.).



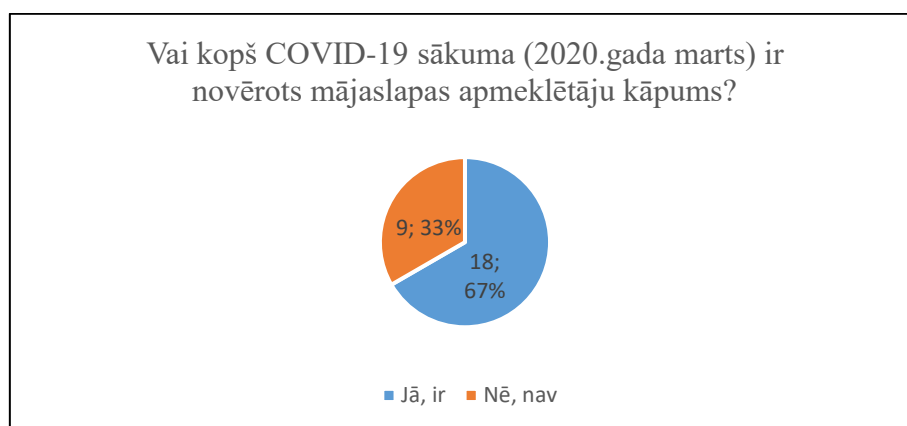
1. attēls. Pašvaldību dalījums pēc sociālo tīklu kontu izmantošanas

Kā atzina aptaujātie, kuru pārstāvētās pašvaldības nav sastopamas sociālo tīklu vidē, šāds lēmums ir pieņemts balstoties uz argumentu, ka pastāvēšana, piemēram, portālā Facebook nav nepieciešama, jo nav pietiekoši daudz laika resursu konta uzturēšanai, kā arī neuzskata par nepieciešamību mājaslapas informācijas dublēšanu arī citā vietnē.



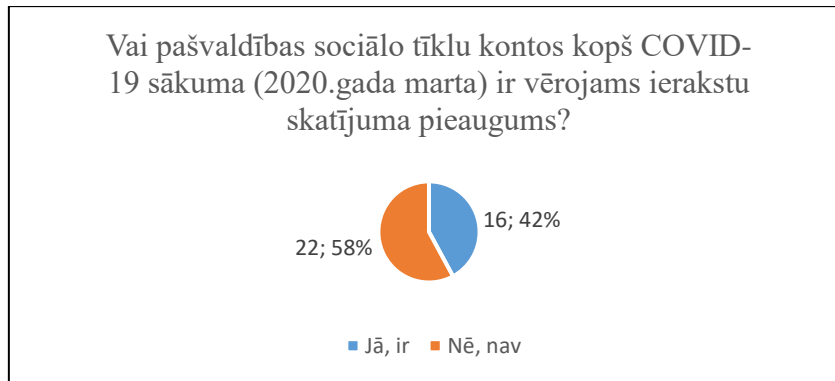
2. attēls. Pašvaldību dalījums pēc mājaslapas analīzes rīkiem

No visiem aptaujas dalībniekiem tikai 58% izmanto mājaslapas analīzes rīku Google Analytics (skat. 2.att.), savukārt pārējie aptaujātie atzīst, ka mājaslapai šādi rīki nav pieslēgti vai arī speciālists nemaz nav tik ziņošs, lai būtu informēts par šādu rīku eksistenci. Tieši šī jautājuma atbilde liek pieņemt, ka Latvijas pašvaldības īsti nav ziņošas savu klientu (iedzīvotāju) izpētes un analīzes jomā.



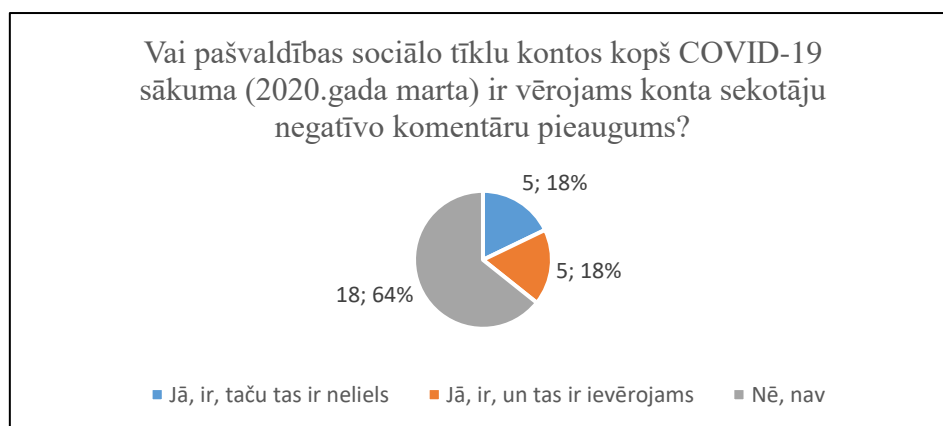
3. attēls. Pašvaldību sadalījums pēc novērotā mājaslapas apmeklētāju kāpuma

Aptaujātie speciālisti atzīst, ka, analizējot mājaslapu apmeklējuma statistiku, 67% no aptaujātajām pašvaldībām ir novērots apmeklētāju skaita kāpums (skat. 3.att.). Šis pieaugums skaidrojams ar iespēju visu nepieciešamo aktuālo informāciju atrast vienuviet, ko pierāda speciālistu atziņa, ka COVID-19 pandēmijas laikā par populārāko apmeklētāko sadaļu ir kļuvusi sadaļa “kontakti”. Savukārt, 33% pašvaldību, kur šāds pieaugums nav novērots, atzīst, ka apmeklētāju skaita kritums novērots pasākumu kalendāra tukšo logu dēļ, no kā izriet arī iepriekš populāro sadaļu “Foto galerija un video” skatījuma sarukums.



4. attēls. Pašvaldību sadalījums pēc novērotā ierakstu skatījuma pieauguma Facebook

Lai arī sākotnēji šķiet, ka sociālo tīklu apmeklētība varētu būt identiska mājaslapas statistikai, taču aptaujas rezultāti uzrāda pretējo (skat. 4.att.). 42% no aptaujātajām pašvaldībām, kuras izmanto sociālo tīklu kontus komunikācijā ar iedzīvotājiem, ierakstu skatījumu pieaugums Facebook nav novērots, kam speciālisti pamatotu skaidrojumu uzradīt nespēja, taču tas varētu būt saistīts gan ar Facebook algoritmu sistēmu, gan ar iedzīvotāju vēlmi pēc uzticamas informācijas, kāda tā ir oficiālajā mājaslapā, ņemot vērā viltus ziņu izplatības līmeni sociālajos tīklos. Šis ir fenomens, kuru derētu izpētīt padziļinātāk, analizējot konkrētu lapu datus.



5. attēls. Pašvaldību sadalījums pēc novērotā konta sekotāju negatīvo komentāru pieauguma

Tā kā nereti sociālo tīklu ierakstu skatījuma pieaugums ietekmē komentāru apjomu, kas, Latvijas pašvaldību gadījumā, visbiežāk ir negatīvi, bija svarīgi uzzināt, vai šis novērojams izpildās arī aktuālajā COVID-19 situācijā, kad sabiedrības ierastā ikdiena tiek ierobežota, iedzīvotājiem ar ierobežojumiem visbiežāk sastopoties pašvaldības teritorijā. 5. Attēlā redzams, ka šis pieņēmums ir apgāzts, jo 64% gadījumu negatīvo komentāru pieaugums nav novērots, Pašvaldības, kurās tomēr ir novērots negatīvo komentāru neliels un ievērojams pieaugums, norāda, ka šie komentāri tiešā veidā skar COVID-19 tēmu- gan vakcinācijas jautājumos (īpaši novadu sociālās aprūpes centros), ielu tirdzniecības ierobežojumus, pašvaldības administrācijas darba organizāciju, u.c jautājumus. Tāpat ierakstiem, kuriem ir raksturīgi negatīvie komentāri, novērojams augstāks dalīšanās (share) skaits. Viena no aptaujātajām pašvaldībām minēja, ka ir pieņēmusi principiālu lēmumu sociālajos tīklos neizvietot informāciju, kas skar COVID-19.

Ārvalstu pašvaldību pieredze

Lai iepazītos ar situāciju, kā ārvalstu vietvaras informē iedzīvotājus par COVID-19 aktualitātēm, darba autore izvēlējās 3 pavisam dažādu valstu pašvaldības- Vankūvera Kanādā, Magnitogorska Krievijā un Plūņģes pašvaldība Lietuvā. Katrā no tām tika izpētīta pašvaldības mājaslapu COVID-19 jaunumu sadaļa.

Vankūveras pilsētas mājaslapas pirmā atvēruma galvenajā sadaļā uzreiz ir plaši izcelta sadaļa tieši COVID-19 aktualitātēm [3]. Kā redzams 6.attēlā, primārajā ziņā ir norādītas vietas, kur ierodoties obligāti jālieto sejas aizsargmaska, seko atgādinājums ievērot 2 metru distanci. Klikšķinot uz pogas “COVID 19 services and information”, atrodamā sīkāka informācija par aktuālo infekcijas izplatību un attālinātā darba organizācijā reģionā. Mājaslapā pieejams live čats par jautājumiem saistībā ar COVID-19. Jāatzīmē, ka mājaslapā nav pieejams ziņu komentāru logs vai forums, tādēļ nav iespējams mājaslapā novērot apmeklētāju uzvedības iezīmes.

The screenshot shows the top section of the City of Vancouver website. At the top, there is an orange banner with a warning icon and the text: "COVID-19 is circulating in our community. Stay local, stay safe. [Our COVID-19 response.](#)". Below this is the City of Vancouver logo and a navigation menu with links for "Contact", "Shape Your City", "Careers", and "Guides". A secondary menu lists various city services: "Green Vancouver", "Your government", "About Vancouver", "Parks, recreation, and culture", "Home, property, and development", "People and programs", "Streets and transportation", and "Doing business". A search bar is located below the menu with the placeholder text "Find city information, services and more...". The main content area features a "COVID-19 in Vancouver" section with three columns of text and icons. The first column discusses mask requirements and staying home. The second column discusses supporting local businesses. The third column is titled "Moving Vancouver Forward" and discusses economic recovery. A "Learn more" button is visible at the bottom right of the main content area.

6. attēls. Vankūveras pilsētas pašvaldības mājaslapas sākumlapa

Arī Magnitogorskas apgabala mājaslapā ir COVID-19 aktualitātēm veltīta sadaļa (skat. 7.att.), taču tā neatrodas titullapā, ir pat pārāk vienkāršota un aktuālā informācija nav izcelta ar īpaša dizaina elementu palīdzību, kā tas ir Vankūveras piemērā [4]. Kā veiksmīgu risinājumu, autores prāt, var atzīmēt oficiālo valdības lēmumu protokolu pievienošanu sadaļai, tādējādi iedzīvotājiem sniedzot iespēju visus lēmumus atrodot vienuviet. Arī šajā mājaslapā nav komentāru vai foruma iespēju.

Информация от оперативного штаба по Магнитогорску (COVID-19)

15.12.2020 17:13



В данном разделе размещена актуальная информация о COVID-19. Вступайте в нашу группу [ВКонтакте](#) и подписывайтесь на telegram - [mgn74admin](#).

В России разработана специальная платформа, где собраны полезные онлайн - сервисы для учебы, развлечений, онлайн - покупок и многого другого.

[Официальные документы](#)

[Информация о заболеваемости от оперативного штаба по Магнитогорску](#)

[Меры оказания помощи](#)

[Меры профилактики](#)

[Телефоны «Горячей линии»](#)

7. attēls. **Магнитогорскas apgabala administrācijas mājaslapas COVID-19 aktualitāšu sadaļa**

Arī Plūņģes rajona pašvaldība Lietuvā savas mājaslapas redzamāko titullapas daļu ir veļtījusi COVID-19 jaunumiem [5]. Izvēršot šo sadaļu, atveras viegli pārrredzams logs ar visu aktuālo teksta, video un foto informāciju (skat. 8.att.). Visa pieejamā informācija ir ērti sarindota dilstošā secībā pēc ziņas pievienošanas datuma. Šī ir vienīgā no visām apskatītajām pašvaldību mājaslapām, kur ir iespējams pievienot komentārus, taču visiem pēdējā mēneša laikā pievienotajiem ziņu rakstiem nav novērots neviens komentārs, tādējādi secinot, ka apmeklētājiem šie raksti neizraisa spēcīgas pozitīvas vai negatīvas emocijas.



8. attēls. **Plūņģes rajona pašvaldības mājaslapas sākumlapa**

Secinājumi

1. Vispopulārākā COVID-19 jaunumu ievietošana pašvaldību mājaslapās ir atjaunojamu ziņu raksti teksta tiešraides formā.

2. Visās no aptaujātajām pašvaldībām ir mājaslapas, taču vien 58% izmanto mājaslapas analītikas rīkus.
3. 81% no aptaujātajām pašvaldībām ir sociālo tīklu konti, visbiežāk Facebook.
4. Kopš 2020.gada marta 67% no pašvaldībām ir novērots mājaslapas apmeklētāju pieplūdums, taču šī tendence nav novērota pašvaldību sociālo tīklu kontos.
5. 46% no aptaujātajām pašvaldībām ir novērots sociālo tīklu kontu ierakstu negatīvo komentāru pieaugums, kurš ir saistīts ar COVID-19 tematu.
6. Arī ārvalstu pašvaldību mājaslapās (Magnitogorska, Krievija; Vankūvera, Kanāda; Plunges, Lietuva) ir līdzīgs COVID-19 aktualitāšu pasniegšanas veids mājaslapās, visbiežāk izmantojot atsevišķu ziņu sadaļu vai teksta tiešraides tipa ziņu.
7. Tikai Plūņģes rajona pašvaldības mājaslapā apmeklētājiem ir sniegta iespēja pievienot komentāru jebkuram ziņu rakstam.
8. Nav pieejama statistika vai pētījumi par kopējām apmeklējuma un sekotāju uzvedības izmaiņu tendencēm pašvaldību līmenī nedz Latvijā, nedz ārvalstīs.

Summary

In following months after March 12, 2020, when started gradual transition to remote work, citizens followed newest COVID-19 information in municipal web pages too. As mentioned in the study of Public media of Latvia about ways how municipalities introduce municipal population with actual COVID-19 information, the most popular ways was inserting live text article using municipal web page, infographics, publishing informative publications, maintaining an informative telephone line, collaboration with local and central media. As less popular ways of communication can be mentioned weekly speeches by head of the municipality, chatbots, text messages on screens in the urban environment, audio and video announcements in public transport. Municipalities prefer using web pages and social media pages for informing municipal population because of possibility to analyze user behaviour or visit statistics of web page.

Conclusions made after study show that all of surveyed municipalities have web page, but only 58% of them are using web analytics tools. Furthermore, 81% of municipalities have social media pages, most often based on Facebook. Since March, 2020, an increase of web page visitors has been observed in 67% of municipalities, but this trend has not been observed in social media pages. Increase of negative comments about COVID-19 theme in social media pages has been observed in 46% of municipalities.

In web pages of foreign municipalities has similar way of publishing COVID-19 actualities too, so all of 3 chosen municipalities- Magnitogorsk, Vancouver and Plunges use separate section for COVID-19 news. Only for users of municipality of Plunges has been given opportunity to comment on articles. As no statistics or studies about general COVID-19 trends on municipal web pages and social media pages statistics and analytics are available, there is no possibility to compare obtained data.

Literatūra

1. LSM.lv [tiešsaiste], [atsauce 10.04.2021.]. Pieeja: <https://www.lsm.lv/raksts/zinas/latvija/pasvaldibas-informaciju-par-covid-19-sniedz-ar-ekranu-socialo-tiklu-un-catbotu-palidzibu.a357747/>
2. Latvijas Pašvaldību savienība [tiešsaiste], [atsauce 10.04.2021.]. Pieeja: <https://www.lps.lv/lv/kontakti/pasvaldibu-kontakti>
3. City of Vancouver [tiešsaiste], [atsauce 15.05.2021.]. Pieeja: <https://vancouver.ca/home-property-development/covid-19-coronavirus-within-vancouver.aspx>
4. Администрация города Магнитогорск [tiešsaiste], [atsauce 15.05.2021.]. Pieeja: <https://www.magnitogorsk.ru/>
5. Plunges rajono savivaldybe [tiešsaiste], [atsauce 15.04.2021.]. Pieeja: <https://www.plunge.lt/go.php/lit/img/11>

INFORMĀCIJAS SISTĒMU PIELIETOJUMA IZPĒTE VESELĪBAS APRŪPES IESTĀDĒ USE OF THE INFORMATION SYSTEM RESEARCH IN A HEALTHCARE INSTITUTION

Autore: **Laila MEIRULE**, lm19075@edu.rta.lv
Zinātniskā vadītāja: docente Dr.oec. **Sandra EŽMALE**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Rēzekne, Latvija

Abstract: *The author of the study studies the functional adequacy of information systems in a healthcare company SIA "Preiļu slimnīca". By studying both information systems integrated in the company, the author has compared both systems, as a result of which he has developed proposals for improving the sustainable development of the systems.*

Keywords: *healthcare, informational systems, "Ārsta birojs", "Assistentis Medicus".*

Ievads

Elektroniskās komercijas informācijas sistēmas ir ienākušas un pietiekami nostabilizējušās medicīnas nozarē, lai efektīvi darbotos un uzlabotu uzņēmuma darbības rādītājus. Pasaules attīstības tendences IT jomā aicina nodrošināt optimālus darba apstākļus mediķiem un šīs jomas pārstāvjiem, mudinot izmantot moderno tehnoloģiju iespējas, kas atvieglo un padara efektīvāku ikdienas darbu.

SIA "Meditec" ar produktu "Ārsta birojs" Latvijā ir līderis. "Ārsta Birojs" (AB) ir visaptveroša, integrēta informācijas sistēma (IS), kas paredzēta visu slimnīcas vai veselības aprūpes iestādes darbības aspektu pārvaldīšanai. AB veselības aprūpes profesionāļiem palīdz pārvaldīt darba plūsmu, sākot ar vienkāršiem finanšu uzskaites rīkiem, līdz pat dažāda veida atskaišu un dokumentu veidošanai administratīvajā līmenī, ilgtermiņā ietaupot laiku, samazinot veselības aprūpes darbinieku slodzi, kā arī automatizējot ikdienā veicamos darbus [1]. "Ārsta birojs" ir stabila un pārbaudīta informācijas sistēma Latvijā. To lieto 85 % Latvijas reģionālo un universitāšu slimnīcu ar vairāk kā 12 500 lietotāju visā Latvijā [2]. "Ārsta Biroja" galvenais uzdevums ir nodrošināt ātru informācijas plūsmu un datu pārskatāmību, kas palīdz veicināt augstāku ārstēšanas kvalitāti [3]:

- nodrošina precīzu un ātru informācijas apmaiņu starp speciālistiem un diagnostikas kabinetiem;
- informē pacientus, atgādinot par plānoto vizīti;
- piedāvā skaidras un bezskaidras naudas norēķinus, kā arī nodrošina apdrošināšanas datu salīdzināšanu tiešsaistē ar visām Latvijas apdrošināšanas kompānijām;
- analizē iestādes noslogotību un iestādes līdzekļu izmantošanu ar statistikas veidošanas rīka palīdzību;
- nodrošina sekmīgu datu apmaiņu ar valsts E-veselības sistēmu.

Informācijas sistēma "Ārsta birojs" ir paredzēta darbam medicīnas iestādes darbiniekiem, bet kas nodrošina un sniedz labumu visām iesaistītajām personām - pacientiem, ārstiem-speciālistiem, reģistratoriem, administratīvajam personālam - statistiķiem, IT daļai, grāmatvedībai, kā arī sniedz datus Veselības Ministrijai vai tās padotības iestādēm.

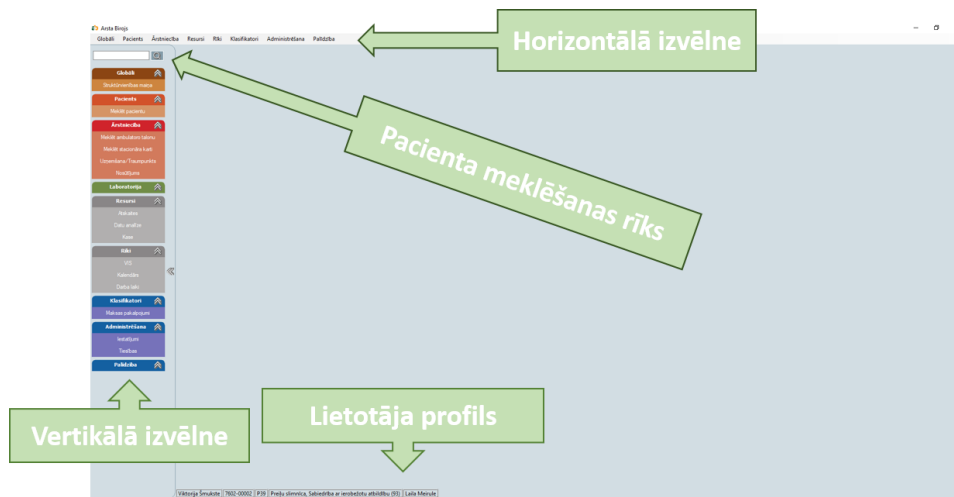
Pašlaik "AB" ir vienīgais šāda veida risinājums, kura izstrāde ir veikta Latvijā. IS "Ārsta birojs" ir maksas programmatūra, kuras izmaksas veidojas individuāli katrai ārstniecības iestādei, ņemot vērā ārstniecības iestādes prasības un apjomus. Kopējā līgumu cena ir atkarīga no pasūtītāja pieprasījuma, savukārt programmatūras instalācija cena ir iekļauta iepirkuma darba izmaksās. Veselības aprūpes uzņēmumi noslēdz līgumu par licences iegādi un tās lietošanas termiņiem.

"Ārsta birojs" sistēmai ir 8 lietotāju grupas (struktūrvienības), kur katrai no tām ir gan atšķirīgas, gan kopējas funkcijas un piekļuves iespējas attiecīgi amata pienākumu izpildes organizēšanai. Piekļuve ir šifrēta ar individuāli piešķirtu piekļuves kodu. Ārsta birojam ir izstrādāta dubulta autorizēšanās drošības kontrole (saistīts ar sensitīvo datu aizsardzības regulu) gan ievadot savus datus autorizācijas sadaļā, gan arī izvēloties atbilstošo struktūrvienību, jo vienam speciālistam

var būt pieeja vairākām struktūrvienībām, piemēram, medicīnas reģistrators gan kā ambulatorā reģistratūra, gan kase.

“Ārsta birojs” iekļauj 8 galvenās izvēlnes, kas katra iedalās vēl sīkākā sadalījumā, saturot konfidenciālu un specifisku - medicīniski terminētu informāciju.

Autorizējoties sistēmā “Ārsta birojs”, tiek ielādēta sistēmas lietotāja saskarne jeb galvenā lapa (skat. 1. attēlu).



1. attēls. IS “Ārsta birojs” galvenās lapas izskats [4]

Galvenajā lapas lietotāja saskarnē ir divas izvēlnes: horizontālā un vertikālā. Horizontālā izvēlnē ir sakārtotas pamatiedaļas: “Pacients”, “Ārstniecība”, “Resursi”, “Rīki”, “Klasifikators”, “Administrēšana”, savukārt vertikālajā izvēlnē lietotājs sarindo visbūtiskākās un darbam biežāk nepieciešamās sadaļas, lai ietaupītu laiku un darbs ritētu efektīvāk. Kā aktuālākais visām struktūrvienībām ir pacienta meklēšanas rīks (vertikālās izvēlnes iedaļa), kur pēc pacienta personas koda identificē personu un ar to saistīto informāciju. AB sistēma ir saistīta ar E-veselība sistēmu, lai ārstiem-speciālistiem informācija nebūtu jāievada divkārti. Sasaiste arī atvieglo darbu reģistratoriem, jo Ārsta birojā caur E-veselības sistēmu pacientu precīzu identificēšanu nodrošina iedzīvotāju reģistra piesaiste.

SIA “Preiļu slimnīca” IS AB izmanto kopš 2014.gada, gan ambulatorajā, gan stacionāra daļā, kas norāda un būtiska apjoma datu glabāšanu.

Poliklīnikas un stacionāra darbs “Ārsta birojā” ir apjomīgs. Produktīva darba nodrošināšanas nolūkos ir iegādātas vairākas licences, tomēr veicot sistēmas izpēti var secināt, ka “Ārsta birojs” ir labākais risinājums no funkcionālā viedokļa starp esošajiem konkurentiem, jo šī programmatūra aptver visas uzņēmumam ikdienā būtiski nepieciešamās funkcijas.

Pētījuma mērķis: izpētīt SIA “Preiļu slimnīca” pielietoto informācijas sistēmu funkcionālo atbilstību un izstrādāt priekšlikumus darba uzlabošanai.

Materiāli un metodes

SIA “Preiļu slimnīca” izmanto informācijas sistēmu “Ārsta birojs” (90% noslogotība) un “Assistentis Medicus” (10% noslogotība).

Lai novērtētu sistēmas funkcionālo un prasību atbilstību ikdienas darbā, tika veikta iekšējā darbinieku aptauja, kurā piedalījās 50 respondenti. Respondenti pārstāvēja viena uzņēmuma dažādas struktūrvienības, kuras lielākā vai mazākā mērā strādā informācijas sistēmā “Ārsta birojs”.

Lai noskaidrotu sistēmu funkcionālās atbilstības aspektus, pētījuma ietvaros tika salīdzinātas divas analogas veselības nozares informācijas sistēmas – SIA “Meditec” IS “Ārsta birojs” un SIA “ASSISTENTIS” IS “Assistentis Medicus”.

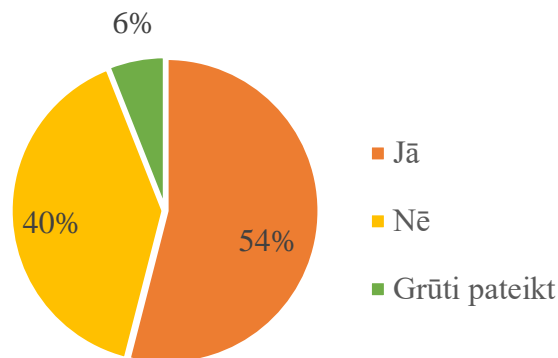
Pamatojoties uz analīzes rezultātiem, autore izstrādāja priekšlikumus “Ārsta birojs” un “Assistentis Medicus” izstrādātājiem sistēmu ilgtspējīgas attīstības uzlabošanai.

Pētījuma rezultāti

Pierakstu reģistrācijas grāmatas, statistikas rīki, Microsoft programmas un slimokases, nu ir vēsturē. Šobrīd šīs metodes tiek aizstātas ar arvien inovatīvākām informācijas sistēmām, kas spēj glabāt un sistematizēt lielus datu apjomus. Informācijas sistēmas daudzkārt atvieglo darbu medicīnas darbiniekiem, tādējādi, taupot laiku, saīsinot gaidīšanas rindas un saglabājot citus resursus. Lai gan varētu šķist, ka šobrīd strādāt ir vieglāk, kas nebūt to nenozīmē. Programmatūras ir, bet paralēli tām ir arī neatstrādāti trūkumi, kas nereti iespaido darba kvalitāti. 21.gadsimta digitalizācijas laikmetā vēl joprojām iespējami ir interneta pieslēguma vai elektrības pārrāvumi, pārlietu liels lietotāju noslogojums uz sistēmu un sistēmas izstrādātāju kļūdas un neizdarības.

“Ārsta birojs” sistēmā tiek strādāts nepārtraukti, cauru diennakti, līdz ar to sistēmas izstrādātājiem jārod iespēja sistēmu atjaunināt, neietekmējot tās darbību.

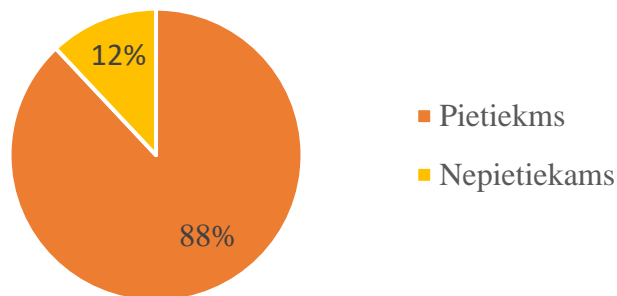
2. attēlā parādīts, vai respondentiem IS “Ārsta birojs” ir viegli izprotama un ērti lietojama no funkcionālā viedokļa.



2. attēls. Respondentu viedokļu sadalījums jautājumā par IS “Ārsta birojs” lietošanas ērtumu (autores veidots)

Jautājot respondentiem, vai IS “Ārsta birojs” tiem šķiet viegli un ērti pārvaldāma programmatūra, lielākā daļa respondentu (54%) atbild ar “Jā”, kas skaidrojams ar biežu sistēmas izmantošanu un izpratni par tās darbību, kas ir neatņemama ikdienas sastāvdaļa, savukārt ievērojamai daļai - 40% respondentu sistēma nešķiet vienkārša, iespējams, ka šī daļa respondentu ir jaunie darbinieki, kas nupat sistēmā uzsākuši darbu un ir adaptācijas periodā, kā arī, iespējams, ka sistēma nav ērta. Pavisam nelielai daļai respondentu (6%) nav viedokļa jeb grūti novērtēt, iespējams, šai daļai respondentu nav bieža saskare ar sistēmu. Ņemot vērā iegūtos datus, darba autore var secināt, ka neskatoties uz to, ka lielākajai daļai šķiet ērti un viegli pārvaldāma sistēma, ievērojamam skaitlim respondentu nemaz tik viegli izprotama tā nešķiet, kas nozīmē, ka sistēmā nepieciešami uzlabojumi.

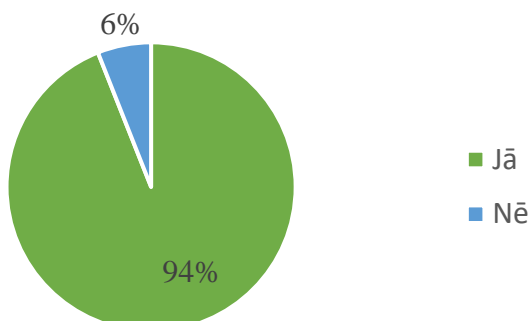
3. attēlā apkopti dati par “Ārsta birojs” sistēmas funkciju nodrošinājuma pietiekamību.



3. attēls. Respondentu viedokļu sadalījums jautājumā par sistēmas funkciju nodrošinājumu (autores veidots)

Aplūkojot 3. attēlu var secināt, ka “*Ārsta birojs*” sistēmas funkcijas ir pietiekamā daudzumā visās struktūrvienībās, lai darbs tiktu padarīts kvalitatīvi. 88% respondentu ir vienisprātis par funkcionālo nodrošinājumu kā pietiekamu, taču 12 % no respondentiem uzskata, ka sistēma būtu jāpapildina vēl ar citām funkcijām, nenosaucot tās.

4. attēlā atainots, vai pēc respondentu domām būtu nepieciešami uzlabojumi IS “*Ārsta birojs*” un kādi tie būtu.



4. attēls. Respondentu viedokļu sadalījums jautājumā par sistēmas uzlabošanas nepieciešamību (autores veidots)

Respondentiem tika uzdots jautājums ” Vai IS “*Ārsta birojs*” nepieciešami uzlabojumi? Kādi?”, ar mērķi noskaidrot konkrētas lietas, kur nepieciešams ieviest korekcijas un labojumus:

- E-pieraksta ieviešana pacientiem;
- Vienkāršotāka versija (papildus informācijas noņemšana/pievienšana);
- Vizualā izskata uzlabošana, modernizēšana (vairākkārt respondentu pieminēts);
- Programmatūras darbības ātruma uzlabošana;
- Elektroniskās saziņas iespējas gan ar pacientiem, gan uzņēmuma darbiniekiem (tiešsaistes tērzētavas, “*čati*”, sarakstes).

Apkopojot respondentu viedokļus par to, kas ir nepieciešams, lai darbs “*Ārsta biroja*” būtu vēl ērtāks un kvalitatīvāks – lielākoties darbinieki uzskata, ka pirmkārt, nepieciešams vizuālā programmas izskata uzlabošana, pielīdzinot mūsdienu standartiem. Paralēli veikt uzlabojumus programmas darbības ātruma uzlabošanā un attīstot jaunus piedāvātos papildinājumus.

Ja “*Ārsta birojs*” tiktu papildināts ar sadaļām par e-pierakstu un e-saziņu ar pacientiem, tad zināmā mērā tiktu atvieglots darbs reģistratoriem un noteikti palielinātos pacientu apmierinātības līmenis.

Izpētot “*Ārsta biroja*” sistēmu, var izdalīt priekšrocības un trūkumus, kas apkopoti gan no sistēmas izstrādātāju mājaslapas, gan balstoties uz mutiski iegūtu informāciju no darba autores SIA “Preiļu slimnīca” kolēģiem. (sk. 1. tabulu).

1. tabula

“*Ārsta birojs*” sistēmas priekšrocības un trūkumi (autores veidots, izmantojot [5])

PRIEKŠROCĪBAS	TRŪKUMI
+ Droša un stabila informācijas uzglabāšana;	– Finansiāli dārga uzturēšana;
+ Ātra un ērta datu apstrāde un analīze;	– Sarežģīts izskats, novecojis dizains;
+ Iespēja organizēt darbu kalendārā, plānot pieņemšanas laikus, veikt iepriekšēju pacientu pierakstu uz vizīti;	– Daudz informācijas, atverot jebkuru sadaļu;
+ Pacientam nozīmīgo recepšu veidošana un uzglabāšana;	– Nav sistēmas lietotāju biežuma izmantošanas statistikas;
+ Informācijas uzglabāšana un nosūtīšana starp speciālistiem un nodaļām reāllaikā;	



+ Norēķinu izveide, apdrošināšana un e-kvīts sasaiste ar VID;	– Sistēmas izstrādātāji ir diezgan pasīvi uz izmaiņu ieviešanu un attīstību.
+ Pacientu informēšana un darbinieku saziņa.	

Vērtējot uzskaitītās sistēmas priekšrocības un trūkumus, var secināt, ka galvenās funkcijas tiek nodrošinātas, bet straujajā tehnoloģiju laikmeta attīstībā, rodas papildus pieprasījums un nepieciešamības sistēmas uzlabošanai.

2.tabulā izstrādāts autores 2 analoģu sistēmu salīdzinājums pēc noteiktiem kritērijiem.

2. tabula

“Ārsta birojs” un “Assistentis Medicus” salīdzinājums (autores izstrādāts)

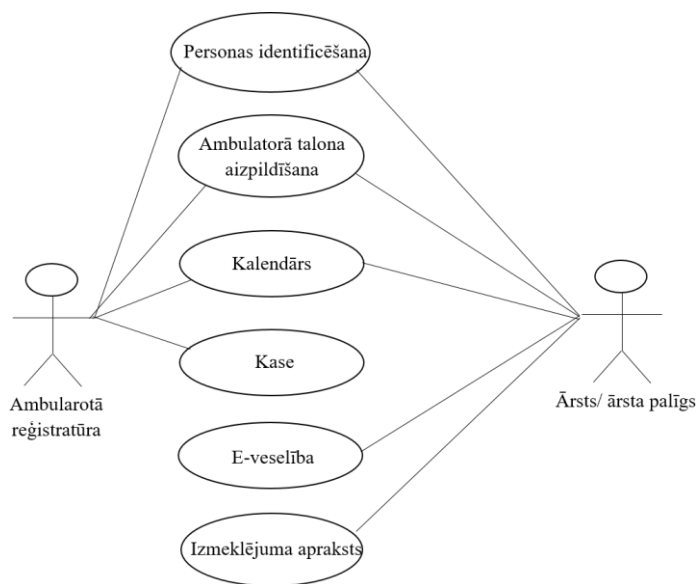
		 PIESKAITOT LAIKU PILNVĒRTĪGAI DZĪVEI	
<i>Title</i>	Ārsta birojs	Assistentis Medicus	<i>Title</i>
<i>Developer</i>	SIA “Meditec”	SIA “Assistentis”	<i>Developer</i>
<i>Category</i>	Healthcare	Healthcare	<i>Category</i>
<i>Price</i>	↑	↓	<i>Price</i>
<i>Electronic receipt</i>	Yes	No	<i>Electronic receipt</i>
<i>Function</i>	>		<i>Function</i>
<i>Design</i>	Old	Modern	<i>Design</i>
<i>Statistics</i>	>		<i>Statistics</i>
<i>Outpatient part</i>	Yes	Yes	<i>Outpatient part</i>
<i>Stationary part</i>	Yes	No	<i>Stationary part</i>

Salīdzinot abas informācijas sistēmas, autore secina, ka IS “Ārsta birojs” piedāvājums vairāk atbilst SIA “Preiļu slimnīca” pieprasījumam. IS AB ir guvusi lielāku pārsvaru funkciju nodrošināšanas ziņā, kas ir svarīgākais kvalitatīva darba veikšanai ārstniecības iestādē. Pamatojoties uz primāri nepieciešamo funkciju nodrošināšanu (gan ambulatorajā, gan stacionāra daļā), SIA “Preiļu slimnīca” kā pamatprogrammu pielieto IS “Ārsta birojs”, neraugoties uz tik būtiskiem aspektiem kā sistēmas nomas cena un dizains.

IS “Assistentis Medicus” ir progresīva sistēma, kas ar gadiem noteikti gūs atzinību, nodrošinot nepieciešamos pakalpojumus. 5. attēlā ir attēlota lietojumdiagramma, kur “Ārsta birojs” svarīgākie sistēmas lietotāji – reģistratori un mediķi veic galvenās funkcijas. Kopīgā funkcija, ko veic abi lietotāji ir personu identificēšana, ambulatoro talonu aizpildīšana un kalendāra pārvaldīšana, taču pārējās sadaļas ir atšķirīgas un ir ierobežotas piekļuves.

Sistēma glabā pilnu pacienta ārstēšanas vēsturi – no vizītes pieteikšanas laika līdz pēdējam izmeklējumam un ārsta slēdzienam.

Lai arī “Ārsta birojs” nav izdevīgākais risinājums uzņēmumiem no ekonomiskā viedokļa, taču šobrīd tas ir labākais risinājums no funkcionālā viedokļa, jo šī programmatūra aptver visas uzņēmumam ikdienā būtiski nepieciešamās funkcijas, piemēram, tiek piedāvāts aprēķināt ambulatoro talonu apmaksu un elektronisko kvīšu drukāšanas iespējas. Salīdzinot izdevīgāko variantu IS “Assistentis Medicus”, kas ir izdevīgāks, taču nepiedāvā uzņēmumam tik nozīmīgās funkcijas ikdienas darbības nodrošināšanai. Funkcionalitāte ir vissvarīgākais uzņēmuma darbības rādītājs, kas aizēno citus sistēmas trūkumus.



5. attēls. IS “*Ārsta birojs*” lietojumdiagramma (autores veidota)

Secinājumi un priekšlikumi

Secinājumi:

1. Šobrīd ir iestājies laiks, kad aizstājot darbiniekus, ievieš digitalizētas programmas un robotizētas mašīnas, kas veicina elektronisko komerciju biznesa vidē – informācijas sistēmu integrēšanu arī veselības nozarē.
2. Informāciju sistēmas ir būtiski ietekmējušas veselības aprūpi, padarot to pieejamāku, ievērojami ātrāku informācijas apriti, lētāku, efektīvāku un visādā ziņā labāku gan darbiniekiem, gan vadībai.
3. SIA “Preiļu slimnīca” atbalsta informācijas sistēmu ieviešanu uzņēmumā, kas pierāda jau šobrīd plaši attīstīto informācijas sistēmu pieejamību uzņēmumā.
4. Informācijas sistēma “*Ārsta birojs*” veselības aprūpes profesionāļiem palīdz pārvaldīt darba plūsmu, ilgtermiņā ietaupot laiku, samazinot veselības aprūpes darbinieku slodzi, kā arī automatizējot ikdienā veicamos darbus.
5. SIA “MEDITEC” IS “*Ārsta birojs*” informācijas sistēma ir aizstājama, jo tai ir alternatīva SIA “ASSISTENTIS” informācijas sistēma “*Assistentis Medicus*”, kas piedāvā modernizētāku vizuālo izkārtojumu, iespējams, ērtāk lietojamu darbiniekiem, bet ar mazāku pielietojamo funkciju skaitu.
6. Lai gan IS “*Ārsta birojs*” risinājums ir nobāzējies uzņēmumā vairākus gadus un piedāvā lielāko daļu no nepieciešamajām funkcijām, tomēr tas nav izdevīgākais variants no ekonomiskā viedokļa un izstrādātāji ir diezgan pasīvi uz izmaiņu ieviešanu un attīstību.
7. Salīdzinājumā “*Ārsta birojs*” un “*Assistentis Medicus*” izteikts līderis ir sistēma “*Ārsta birojs*”, kas SIA “Preiļu slimnīca” pieprasījumu nodrošina kvalitatīvāk un efektīvāk, kā arī uz sistēmas funkcionalitāti norāda augstais šīs sistēmas izmantošanas biežums veselības nozarē.

Priekšlikumi:

1. SIA “MEDITEC” ir jāapzinās, ka arvien vairāk tiek izstrādātas analogas informācijas sistēmas ārstniecības uzņēmumiem, lielākas konkurences apstākļos jāpārvērtē noteiktā licences summa.
2. IS “*Ārsta birojs*” izstrādātājiem jāizvērtē attīstības iespējas un pēc iespējas jānovērš trūkumi, lai klients būtu ieinteresētās iegādāties vai pagarināt sistēmas licenci arī turpmāk.
3. Konkurētspējas nodrošināšanai tirgū SIA “Assistentis” ir jāapzina un jānodrošina medicīnas iestādēm nepieciešamās funkciju apjoms, kas nodrošinās produktīvu darbu veselības iestādē, lai klients būtu ieinteresētās noslēgt ilgtermiņa līgumu.

4. Informācijas sistēmu izstrādātājiem jāseko līdzi virtuālās vides un ar to saistīto jautājumu aktualitātēm un pasaules tendencēm, labākās pieejamās tehnoloģiju variantus ieviešot programmatūrās, kas ļaus kļūt labākiem salīdzinājumā ar citiem vienas nozares uzņēmumiem.
5. Resursu taupības un videi labvēlīgu apstākļu radīšanas nolūkos SIA "Preiļu slimnīca" jāveic periodiska tirgus izpēte, apsverot iespēju ieviest/integrēt uzņēmumā inovatīvas informācijas sistēmu, kas ļaus efektīvāk izvērtēt sistēmu priekšrocības un trūkumus, kā arī salīdzināt un rast izdevīgāko variantu no finanšu puses.
6. Ikdienas darbu atslogošanai reģistratūru darbiniekiem, kā arī pacientu laika taupības nolūkos, uzņēmumam sadarbojoties ar IS izstrādātājiem rast iespēju ar aplikācijas palīdzību izveidot e-pierakstu - pacientiem veikt reģistrāciju attālināti, kā arī norēķinu iespējas caur mobilo aplikāciju.

Summary

Electronic commerce information systems are part of the everyday life of the 21st century. It is a component that is a great helper today in systematizing and storing data. Information systems are also successfully integrated in the health sector. In the health sector, the main task of information systems is to ensure a fast flow of information and transparency of data between system users.

In Latvia, the leader of health information system developers is SIA "Meditec" with the information system "Ārsta birojs".

The research was performed in the health care company SIA "Preiļu slimnīca", where the application of 2 health systems was researched. The busiest system in the company is "Ārsta birojs", therefore only a survey was conducted among the employees who work with this system on a daily basis to find out the compliance of the functionality with the company's requirements. The author has compared both systems according to certain criteria, determining the functionally best solution for the company SIA "Preiļu slimnīca". The most appropriate solution is the information system "Ārsta birojs". Advantages and disadvantages of the system are covered and evaluated. A system use case diagram has been developed.

As a result, the author of the study has developed proposals for improving the sustainable development of systems.

Literatūras un avotu saraksts

1. Ārsta Birojs – informācijas sistēma veselības aprūpes iestādēm un ārstiem – speciālistiem. <https://arstabirojs.lv/>, sk.12.04.2021.
2. 5 iemesli, kāpēc sākt lietot AB. <https://arstabirojs.lv/produkts/>, sk.12.04.2021.
3. Misija un vīzija. <https://arstabirojs.lv/>, sk.14.04.2021.
4. SIA "Preiļu slimnīca" personīgais arhīvs. Nepublicētie materiāli.
5. Ārsta birojs – ikviena medicīnas speciālista darba vieta. <https://www.meditec.lv/risinajumi/arsta-birojs/>, sk.16.04.2021.

ĀBOLU KRAUPJA AGRĪNĀS STADIJAS ATPAZĪŠANA, IZMANTOJOT RGB KRĀSU MODEĻA FILTRUS *APPLE SCAB EARLY-STAGE RECOGNITION USING RGB COLOR MODEL FILTERS*

Autori: **Kārlis ORENĪTS, Edgars ŠAICĀNS**

e-pasti: karlisorenits@inbox.lv, edgarssaicans0016@gmail.com

Zinātniskā darba vadītājs: Dr.sc.ing., docents **Sergejs KODORS**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. *The goal of the study is to develop a RGB color model filter that helps highlighting apple scab in its early stages. It is necessary to identify the apple scab because understanding the problem early can save the apple tree from getting damaged further. Images of apple scab were modified by zooming them in, adding artificial color, analyzing the RGB histograms. With this data authors were able to filter colors with specific values.*

Keywords: *Apple scab, Filters, Masking, RGB.*

Ievads

Mūsdienās arvien aktuālāka paliek darba optimizācija un efektivitātes paaugstināšana, lai izmantojot mazāk resursus, ātrāk un efektīvāk tiktu sasniegti vēlamie rezultāti. Dārzkopība ir viena no šīm nozarēm, kas pārdzīvo optimizācijas pārmaiņas Industrijas 4.0 laikmetā. *Food2030* stratēģija pieprasa uzlabot pārtikas ražošanu un tās kvalitāti visos līmeņos. Savukārt, eksistē vairāki faktori, kas būtiski ietekmē ražas daudzumu un kvalitāti, un viens no tiem ir augu slimības.

Latvijā vieni no izplatītākajiem augļu kokiem ir ābeles un tās bieži tiek inficētas ar ābeļu kraupi. Ābeļu kraupi izraisa sēnīte, kas inficē gan koka lapas, gan augļus. Rezultātā lapas paliek ar olīvzaļiem, brūniem plankumiem un pēc kāda laika atmirst pilnībā, savukārt, uz āboliem izveidojas kropli, bojājuma vietā augļi sacietē, pārkorķojas un saplaisā, kas samazina augļa kvalitāti. Lapu zudums vairākus gadus pēc kārtas var vājināt pašu koku, tādēļ nepieciešams slimību atpazīt pēc iespējas ātrāk, lai to savlaicīgi varētu likvidēt [1]-[2].

Darba autoru izvēlē, kraupja atpazīšanas metodei, krita tieši uz inficēto ābeles lapu attēlu apstrādi, izmantojot *RGB (Red-Green-Blue)* krāsu modeli, jo tas ir standarts attēlu saglabāšanas un atveidošanas veids datortehnikā mobilajās ierīcēs. Papildus šī metode dod iespēju labāk iepazīties ar attēliem un analīzes problēmu, pirms mēģināt pielietot kādu sarežģītāku metodi. Vēl būtisks iemesls autoru izvēlei ir, ka kraupja atpazīšanai būtu jāizmanto tikai mobilais telefons, ar kuru palīdzību jāuzņem attēls un tas jāapstrādā.

Materiāli un metodes

Pētījuma mērķis ir pārbaudīt **hipotēzi**, ka pielietojot parastu filtru, pēc *RGB* krāsas var izdalīt inficētu vietu ar kraupi.

Lai sasniegtu mērķi un pārbaudītu hipotēzi, autori pielietoja dažādas tehnoloģijas, lai ievadītu, apstrādātu un izvadītu modificētu attēlu ar inficēto zonu.

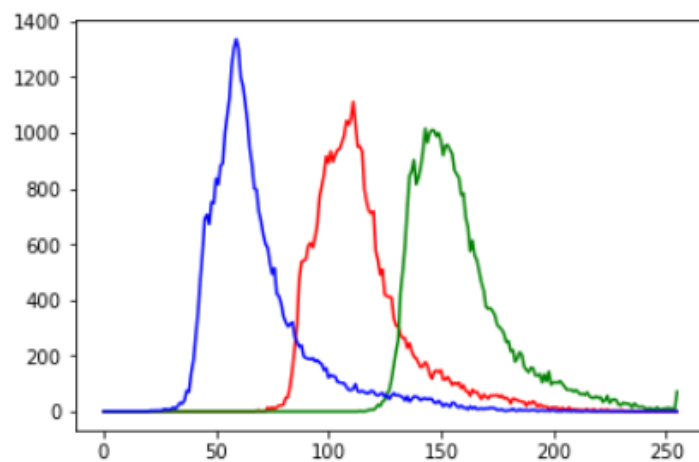
Attēlu sagatavošana: eksperimenta laikā tika izvēlēti 30 dažādi attēli, kuros saredzamas ābeles lapas ar ābolu kraupja inficētām zonām agrīnā stadijā. Izmantojot attēlu apstrādes programmu *Adobe Photoshop* tika izgrieztas lapas daļas, fokusējoties uz slimības skarto reģionu, tādējādi, sagatavojot attēlus priekš tālākas analīzes (*skat. 1. un 2. attēlu*).



1.att. Oriģināls attēls



2.att. Sagatavots attēls



3.att. Inficētās lapas histogramma (veidots pēc 2. attēla)

Attēlu analīze: pēc attēlu sagatavošanas, tie tika ievadīti izstrādes vidē *Anaconda* ar pakotnes *matplotlib.image* palīdzību. Tālāk katrs attēls bija analizēts ar histogrammu palīdzību, kas vizualizēja attēlu krāsu intensitāti un biežumu inficētiem lapas reģioniem (skat.3. attēlu).

Analizējot histogrammu, tika noteikts, kādus krāsu diapazonus ir nepieciešams filtrēt, pielietojot loģiskas spriešanas izteikumus (pielietojot sliksni). Identificēti krāsu diapazoni tika pārbaudīti eksperimentāli, sagatavojot *Python* kodu, kas nofiltrē krāsas un izdala kraupja reģionu, pielietojot mākslīgo iekrāsojumu (skat. 4. attēlu).

```

#Funkcija prieks filtriem
def process(i, leftVar, rightVar, colorValOne, colorValTwo):
    #nolasa attēlu
    img = mpimg.imread("./bildes/Konference_edited/" + str(i) + ".png")
    arr = np.array(img)
    arr = arr * 255

    #izveido masku
    left = arr[:, :, colorValOne] > leftVar
    right = arr[:, :, colorValTwo] < rightVar

    #apvieno maskas
    join = np.logical_and(left, right)

    #izvada rezultātu
    plt.figure()
    plt.imshow(img)
    plt.figure()
    plt.imshow(join)

```

4.att. Funkcija maskas izveidošanai un izvadei

Lai izveidotu atbilstošu masku, tika eksperimentēts vairākas reizes un ar dažādām krāsām. Funkcijas parametri *leftVar* un *rightVar* nosaka maskas filtrēšanas diapazonus, *colorValOne* un *colorValTwo* ir funkcijas parametri, kas nosaka krāsu kanālus.

Rezultāti un to izvērtējums

Analizējot dažādu filtru variantus un iegūtos rezultātus, tika atrasti 3 filtri, kas spēj atdalīt ābolu kraupi no lapas. Filtru rezultāti ir parādīti 5.-7. attēlos, kur kreisais - pirms apstrādes attēls, labais - pēc apstrādes attēls.

1. filtrs bija pielāgots mērenam apgaismojumam, kā arī šis filtrs bija spējīgs identificēt kraupi lielākai attēlu kopai nekā citi (*skat. 5. att.*).

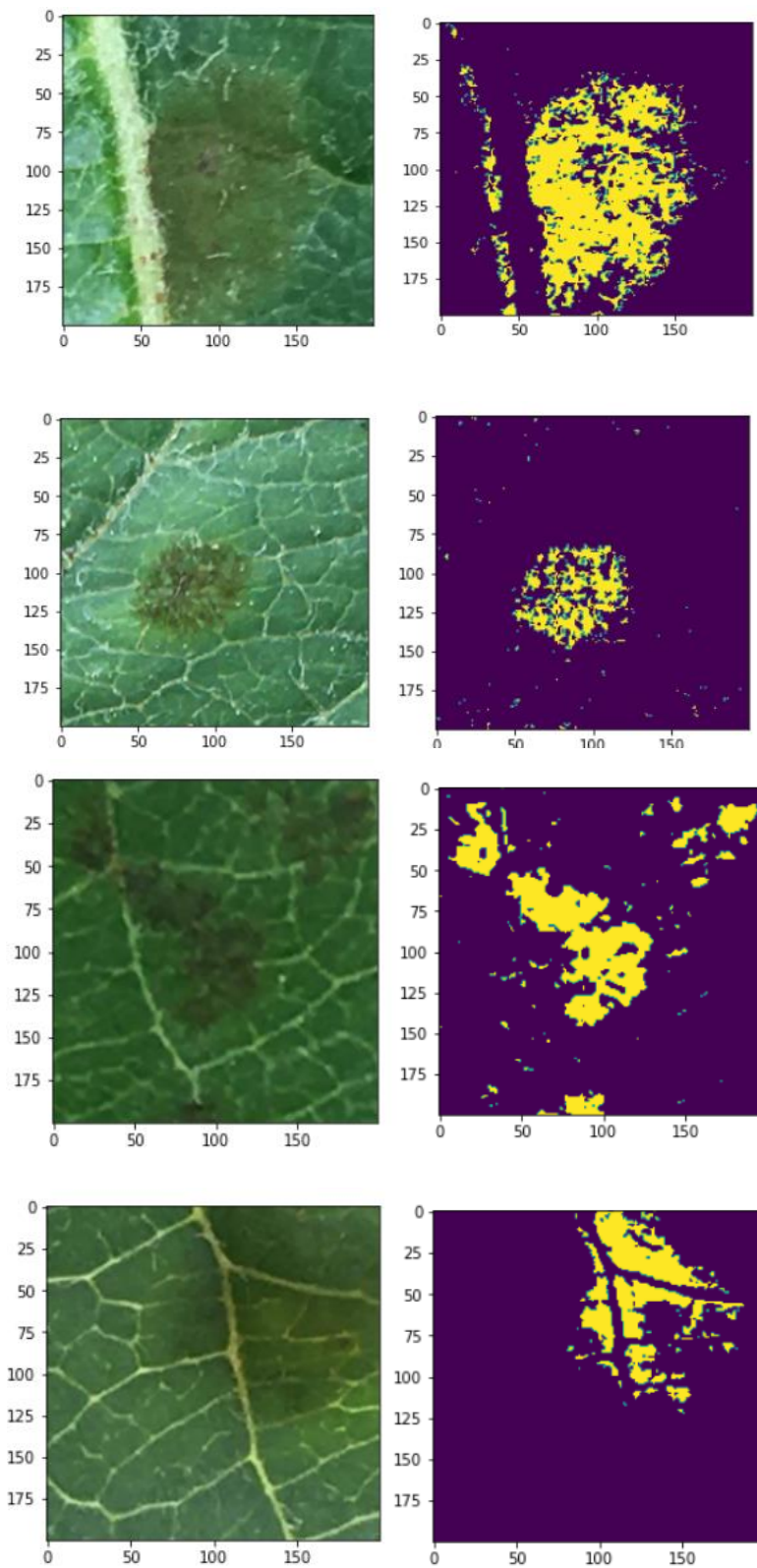
Kraupis, ja $R > 65$ un $B < 70$.

2. filtrs bija pielāgots tumši zaļām lapām (*skat. 6. att.*):

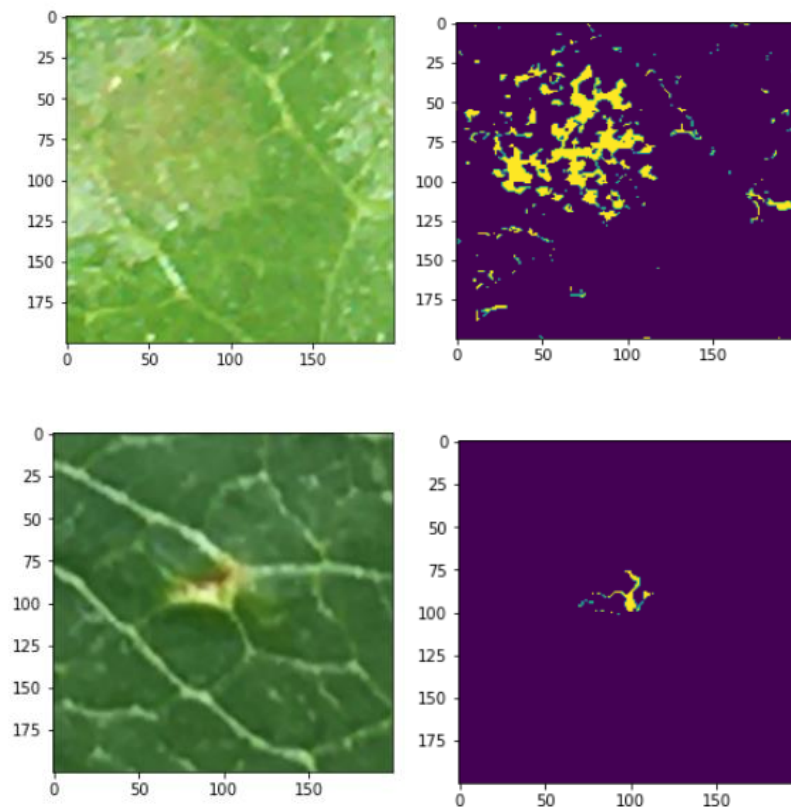
Kraupis, ja $G > 45$ un $G < 75$.

3. filtrs bija pielāgots stipri apgaismotām lapām (*skat. 7. att.*):

Kraupis, ja $R > 140$ un $B < 90$.



6.att. Otrā filtra piemērs



7.att. Trešā filtra piemērs

Secinājumi

- Hipotēze ir apstiprināta, jo autoriem izdevās atdalīt ābolu kraupi no lapām, pielietojot *RGB* krāsu modeļa filtru.
- Netika atrasts universāls filtrs, jo histogrammas krāsi mainījās starp dažādiem attēliem, sakarā ar dažādu apgaismojumu, krāsu spilgtumu un kontrastu.
- *RGB* krāsu modeļa izmantošana attēlu apstrādē ir vienkārša un ērta, jo ar to ir elementāri apstrādāt datus un tos analizēt.
- Šis pētījums var tikt turpināts, izstrādājot neironu tīklu, kas spēs izdalīt inficēto zonu, pārvarot problēmu ar dažādu apgaismojumu un kontrastu.

Pateicība

Autori izteic pateicību Dārzkopības institūtam, kas padalījās ar attēlu kolekciju pētījuma mērķiem.

Summary

Authors selected 30 images with apple tree leaves which are infected by apple scab. Authors cropped the photos, so that the apple scab infected area is zoomed in, and then analyzed them using histograms. By analyzing histograms, the masking color ranges were detected. Further, the authors processed the photos using Python programming language with several libraries such as matplotlib and numpy and using Anaconda development environment. Several filters were created experimenting with colors and values of filters. The ones that were selected highlighted the infected area the most reliably.

The content of the work emphasizes the possibility of highlighting apple scab from an apple tree leaf using RGB color model filters, summarizes the results, analyzes them and creates following conclusions:

- *The hypothesis is confirmed because the authors managed to separate the areas infected with apple scab only with the help of RGB color mode filters.*
- *The universal filter could not be found because the histograms have different variable differences due to different lighting, color brightness, contrast.*
- *RGB color model usage in image processing is simple and convenient, because it is easy to process data and analyze it.*
- *This study can be continued by developing neural networks that can recognize infected zone, overcoming the problem of color brightness and contrast variety.*

Izmantotā literatūra

1. <https://extension.umn.edu/plant-diseases/apple-scab>
2. <https://www.delfi.lv/majadarzs/aktuali/vaad-pastav-augsts-abelu-kraupja-infekcijas-risks.d?id=52161325>

PILOTU LIETOTŅU ANALĪZE UN AUTORA PIEDĀVĀTAS JAUNAS LIETOTNES APRAKSTS *PILOT APPLICATION ANALYSIS AND DESCRIPTION FOR AN AUTHOR OFFERED NEW APPLICATION*

Autors: **Dmitrijs PETKEVIČS**, e-mail: mitjok2@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Artis TEILĀNS, Dr.sc.ing., profesors**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas alejā 115, Rēzeknē

Abstract. *The given paper's "Pilot application analysis and description for an author offered new application" goal is to analyze the apps available for pilots. During research author made multiple groups of applications that pilots use to make their work easier, and described them. Also author offered a new application that will help pilots in daily reports. Conclusion was made using knowledge gathered from analyzes.*

Keywords: *pilots, aviation, applications*

Ievads

Aviācija mūsdienās ir ļoti svarīga lieta mūsu dzīvē, tā mums ļauj nokļūt parīs stundu laikā no Latvijas lidostas uz jebkuru valsti pasaulē. Bet ļoti maz cilvēku zina par pašu pilotu darbu un ko viņi veic. Šodien piloti izmanto ļoti daudz dažādu lietotņu, lai atvieglotu sev darbu, ja paskatīties uz 15 vai 20 gadiem atpakaļ kad Global Positioning System jeb GPS un portatīva navigācija priekš mazās aviācijas nebija tik attīstītā, lielākoties piloti izmantoja parastas papīra kartes, viņas bija līdzīgas tām kuras jūs varat nopirkt veikala, lai brauktu ceļojumā vai pa kādu nepazīstamu maršrutu, vienīgais kas atšķīrās tie bija apzīmējumi kuri palīdzētu pilotiem. Bet jau tagad reti gan kad varēs ieraudzīt kādu ar karti rokās, visi jau lieto mobilās lietotnes ar dažādām kartēm, kur var atrast visdažādāko informāciju sākot no tā kur ir vistuvākais veikals vai kafejnīcā un beidzot ar maršrutu veidošanu no vienas vietas uz otru. Taču radās jautājums kādas vispār lietotnes piloti izmantoto?

Lietotņu grupēšana

Mūsdienās katrs cilvēks lieto dažāda veida lietotnes sākot no lietotnēm priekš sociālajiem tīkliem un līdz pat parastiem kalkulatoriem. Lietotnes cilvēkam ir vajadzīgas, lai atvieglotu darbu, uzlabotu efektivitāti, sazināties un vairāki citi veidi. Piloti ir tādi paši cilvēki un viņiem arī gribās atvieglot un uzlabot sev darbu tāpēc izanalizējot dažādu veidu interneta vietnēs kur tiek rekomendētas lietotnes priekš pilotiem autors apkopoja informāciju un sadalīja tās desmit grupās:

- Navigācijas un maršrutu veidošanas lietotnes
- Laika apstākļu lietotnes
- Aviācijas karšu lietotnes
- Lidojuma plāna aizpildīšanas lietotnes
- Kalkulatoru lietotnes
- Lidojuma žurnālu aizpildīšanas lietotnes
- Rokasgrāmatu un kontrolsarakstu lietotnes
- Apmācību lietotnes
- Lietotnes kuras parāda radaru informāciju ar gaisa kuģu atrašanās vietām
- Citas mazāk nozīmīgas lietotnes

Lietotņu apraksts

Navigācijas un maršrutu veidošanu lietotnes:

Ir tādas lietotnes kuras ļauj pilotam veidot visērtāko maršrutu dažādos laika apstākļos, jo zinot attālumu un aptuveno ātrumu pilots zinās cik viņam būs nepieciešams degvielas vai citu resursu. Kā arī lidojot pateicoties GPS sistēmai pilots vienmēr zina kur viņš atrodas un var koriģēt ja ir nepieciešams savu maršrutu.

Laika apstākļu lietotnes:

Ļauj pilotiem reālajā laikā redzēt izmaiņas, un koriģēt savu lidojumu, gatavot savu maršrutu pirms lidojuma un prognozēt izmaiņas. Priekš mazās un lielās aviācijas tas ir ļoti svarīgi zināt laika apstākļus, jo nelielas izmaiņas vējā var mainīt degvielas patēriņu vai kursa izmaiņas un radīt lielas problēmas kuras ir diezgan grūti atrisināt, nerunājot par to ja kāda momentā redzamība kļūs minimāla tas nepieredzējušajam pilotam sagādās ļoti lielas problēmas. Visvairāk laika apstākļu straujas izmaiņas ietekmē tieši laiku kad gaisa kuģis veic nolaišanos vai pacelšanos no lidlauka.

Aviācijas karšu lietotnes:

Dod iespēju pilotiem, orientēties uz dažādiem nepazīstamiem lidlaukiem. Tas ir ļoti svarīgi jo pilotam ir jāzina kur nepieciešams braukt, lai nokļūtu uz nepieciešamo skrejceļu vai no kura skrejceļā pacelties gaisā vai kā ir jābrauc, lai nogādātu gaisa kuģi uz pareizo stāvvietu. Protams pilotam vienmēr palīdz dispečers kurš sniedz informāciju pilotam kur ir jāgriežas, bet ja pilots nejauši pabrauc garām vajadzīgajam pagriezienam tad viņš to ātrāk sapratīs ja viņam pie rokas būs aerodroma karte un viņš spēs paziņot uzreiz dispečerim, ka ir radusies problēma un dispečers risinās problēmu ar gaisa kuģa ceļu. Parasti pirms nolaišanas vai pirms pacelšanās gaisā dispečers dod informāciju pilotam pa kuru skrejceļu viņam ir nepieciešams braukt, lai nokļūt nepieciešamajā vieta priekš stāvvietas vai pacelšanās gaisā. Nav atkarīgs kāds te ir gaisa kuģis, helikopters vai lielā lidmašīna, varbūt dirižablis, pilotam ir ātri jāorientējas, lai nokļūtu nepieciešamajā vietā, tieši tādēļ visiem gaisa kuģiem ir nepieciešams ievērot kārtību kur un kā pārvietoties, lai nebūtu avārijas gadījumu.

Lidojumu plāna aizpildīšanas lietotnes:

Paredzētas, lai pilots varētu ievadīt nepieciešamo informāciju tādu kā lidojuma numurs, gaisa kuģa atpazīšanas numurs, izlidošanas un atlidošanas laiks un cita informācija kura ir nepieciešama un iesnieg to. Tas ir nepieciešams, lai dispečeram būtu vieglāk un ātrāk koriģēt informāciju ja tas ir nepieciešams.

Kalkulatoru lietotnes:

Ļauj viegli aprēķināt cik būs nepieciešams ieliet degvielas gaisa kuģī, vai ar kādu ātrumu būs nepieciešams lidot jā būs vējš. Katrs aprēķins ir svarīgs, jo jābūt viss nobalansēts, citādi var rasties problēmās ar nepareizu smaguma centru un dēļ tā degvielas patēriņš var palielināties vai pat rast avārijas situāciju kad spārnu cēlēj spēka nepietiks, lai varētu lidot. Tādēļ katrs aprēķins ir jābūt ātrs, precīzs un savlaicīgs.

Lidojuma žurnālu aizpildīšanas lietotnes:

Ir nepieciešamas, lai pilots ierakstītu informāciju par gaisa kuģi, kas gaisa kuģim būs nepieciešams, piemērām, kā ir vajadzīgs noteikts degvielas daudzums kurš tika aprēķināts uz šo lidojumu, aptuvens lidojuma maršruts un citi. Šie žurnāli viena vieta ļauj pilotam atvieglot informācijas nodošanu un sniegšanu.

Rokasgrāmatu un kontrolsarakstu lietotnēs:

Ir ļoti noderīgas, jo viss atrodas viena vietā, kur var atrast visu veidu dokumentus, no lejupielādētajām aviācijas žurnālu kopijām, aviācijas klubu žurnāliem, gaisa kuģu rokasgrāmatām, dažādiem pienākumiem un atpūtas prasībām. Pats galvenais ka tur var atrast pārbaudes kontrolsarakstus, kurus ir jāveic pirms kādas noteiktās darbības, piemērām kā pirms startējot dzinēju. Tas ļauj nenesāt līdzī desmitiem dažādu žurnālu vai grāmatu kuras aizņems vietu, kuras gaisa kuģi ir maz.

Apmācību lietotnes:

Ļauj pārbaudīt pilotiem sevi, un iegūt jaunu informāciju, kas nākotnē būs nepieciešama. Pārbaudīt sevi var pildot dažādus testus, atbildot uz jautājumiem vai palīdzot citiem. Pats galvenais aviācija ir tās, lai pilots spētu ātri un pareizi rīkoties nestandarta situācija, tāpēc šīs palīg lietotnēs teorētiski spēj sagatavot pilotu vienai no situācijām, lai pilots spētu ātrāk saprast un rīkoties. Protams reālajā dzīvē jebkas var ietekmēt lidojumu un pilotu rīcības, bet zinot galvenos aspektus iepriekš var samazināt problēmu ietekmi un uzlabot gatavību nestandarta situācijām.

Lietotnes kuras parāda radaru informāciju ar gaisa kuģu atrašanās vietām:

Ļauj pilotiem un ne tikai pilotiem redzēt tekošo gaisa kuģa pozīciju, no jebkuras vietas pasaulē, ka arī lidojuma informāciju. Šīs lietotnes ir ļoti noderīgas ja vietā kur tu atrodi nav dispečera palīdzības un tas ļauj pilotiem droši veikt lidojumus bez avārijas situācijām. Jo pilots varēs redzēt vai tuvumā atrodas kāds cits gaisa kuģis kas var ietekmēt gaisa kuģa drošību.

Citas mazāk nozīmīgas lietotnēs:

Lietotnes kuras paātrina vai atvieglo pilotu darbības, bet tiek reti izmantotas un ir nepieciešamas tikai noteiktos gadījumos.

Autora lietotnes apraksts

Kā mēs varam secināt tagad eksistē ļoti daudz lietotņu kuri palīdz pildīt vienu vai vairākus uzdevumus, un atvieglo darbību, bet šajā lietotņu klāstā uz tekošo momentu nav piemērotas un ērtas lietotnes priekš lidojumu un to novērojumu atskaišu sagatavošanai. Kas ir diezgan būtiska lieta priekš pilotiem, jo ir aviācijas kompānijās kuras pieprasa no pilotiem veidot atskaites par lidojumu.

Problēmas risinājums:

Autors piedāvā izveidot lietotni kur piloti spēs ievadīt visu informāciju lidojuma laikā. Ir jautājums cik tas būs droši? Var atbildēt kā lietotne ir orientēta uz gaisa kuģiem kur atrodas divi vai vairāki piloti, tad kamēr viens pilots lido otrs varēs ievadīt nepieciešamo informāciju lietotnē. Kā mēs jau zinām piloti visu laiku lieto dažādas lietotnes ar kartēm, laika apstākļiem un cietām lietotnēm, tādēļ šī lietotne neietekmēs gaisa kuģa darbību un ļaus pilotiem lidot un izmantot to.

Informācija kura tiks ievadīta lietotnē:

- Pirmā pilota vārds un uzvārds
- Otra pilota vārds un uzvārds
- Datums
- Izlidošanas laiks
- Plānotais atlidošanas laiks
- Novērotāja vārds un uzvārds ja tāds būs lidojuma laikā
- Maršrutu
- Informāciju par pasažieriem
- Novērojumi ar GPS koordinātēm
- cita informācija kura būs nepieciešama priekš atskaitēm

Kad pilots pabeigs ievadīt informāciju lietotnē viņš varēs noģenerēt atskaiti kura ieliks informāciju nepieciešamajās vietās un aizsūtīt sev uz e-pastu vai uzreiz uz aizsūtīt uz iestādi kura to pieprasa. Pateicoties lietotnei pilots varēs ātri veikt piezīmes par novērojumiem un veidot atskaiti par lidojumu atrodoties gaisā, kas ekonomēs laiku. Apskatot Diagrammu 1. var redzēt kā vispirms pilots ievada informāciju lietotnē kura ir nepieciešama priekš atskaites tad lietotne apkopo informāciju un sagatavo atskaiti. Kad atskaitē ir gatava lietotne piedāvā sūtīt to uzreiz uz iestādi vai sūtīt to pilotam, lai viņš varētu papildināt to ar citu nepieciešamo informāciju un tad pilots aizsūtīs atskaiti uz iestādi.

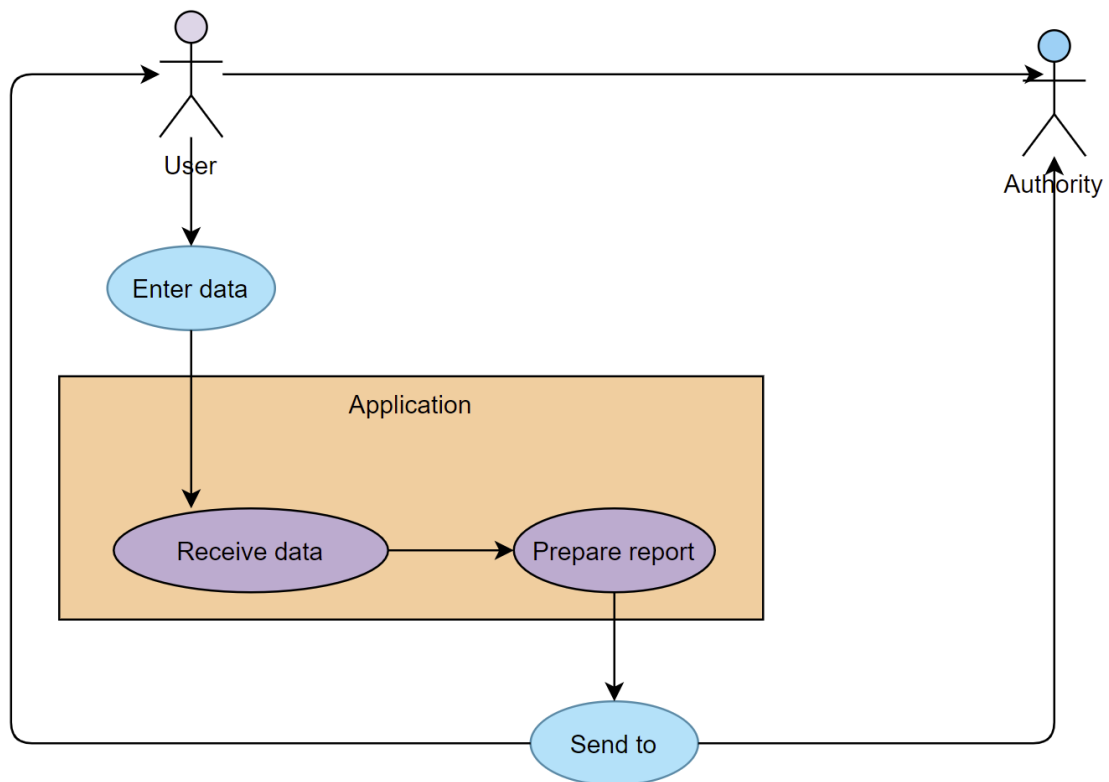


Diagramma 1. Lietotnes pielietošana

Secinājumi

Darba izpildes gaitā sasniegti šādi rezultāti:

- noanalizētas izmantojamās lietotnes
- sagrupētas lietotnes
- aprakstītas lietotnes
- aprakstīta autora lietotne

Veicot analīzi tika izprasts kādas lietotnes piloti lieto un priekš kam viņas ir vajadzīgas. Aprakstot lietotnes autors saprata, ka lielāka daļa lietotņu ir specifiskas un tiek paredzētas tikai aviācijai, tāpēc kā diez vai braucot ar automobili personai vajag zināt kāds ir vējš vai kā pārvietojas mākoņi. To var arī pateikt par kalkulatoriem, jo tie kalkulatori kuri ir nepieciešami aviācijā diez vai būs nepieciešami parastajā dzīvē. Autors aprakstīja un piedāvā risinājumu priekš aviācijas kur ir nepieciešams taisīt atskaites, jā ņemt vērā lietotnes kuras tika apskatītas analīzes laikā tad var secināt ka pilotiem nebūs nekādu problēmu lietot tās lidojuma laikā.

Summary

The goal of this work was achieved. During this work was made insight into applications that pilots use. Analyzed types of applications author grouped them in ten categories. Grouped applications was described to understand for what purpose they are made and reasons why they are different from other applications. Author offered to create new application to create reports when flying, because the main problem is it takes a lot of time after the flight to make a report. So after analyze of other types of applications author made decision that pilot can made report when flying, and if needed pilot can correct the report after he landed, but his report will be mostly already done.

Bibliography

1. Top 10 apps for student pilots [tiešsaiste]. [atsauce 08.10.2020]. Pieejas veids: <https://ipadpilotnews.com/2020/09/top-10-apps-for-student-pilots-3/>
2. Top 8 apps for pilots [tiešsaiste]. Pieejas veids: <https://www.aeroprofessional.com/top-8-apps-for-pilots/>
3. Top 10 Pilot Apps You Need to Know About [tiešsaiste]. [atsauce 12.11.2020]. Pieejas veids: <https://iflycoast.com/top-10-pilot-apps-you-need-to-know-about/>
4. The top 20 apps for pilots – 2021 edition [tiešsaiste]. [atsauce 19.01.2021]. Pieejas veids: <https://ipadpilotnews.com/2021/01/the-top-20-apps-for-pilots-2021-edition/>
5. 12 Best Apps Pilots Can't Live Without in 2021 [tiešsaiste]. [atsauce 02.02.2021]. Pieejas veids: <https://www.theseGoldwings.com/pilots-apps/>
6. 25 Best Aviation Apps You Shouldn't Fly Without [tiešsaiste]. [atsauce 20.12.2019]. Pieejas veids: <https://www.pilotmall.com/blogs/news/25-best-aviation-apps-you-shouldn-t-fly-without>
7. Top 7 smart mobile apps for pilots [tiešsaiste]. [atsauce 03.09.2020]. Pieejas veids: <https://www.aerotime.aero/25553-top-mobile-apps-pilots>
8. Pilot's aviation app directory – 2020 Edition [tiešsaiste]. [atsauce 30.10.2019]. Pieejas veids: <https://ipadpilotnews.com/2019/09/pilots-aviation-app-directory-2019-edition/>

INTERNETVEIKALU ATTĪSTĪBA KOPŠ COVID-19 DEVELOPMENT OF ONLINE STORES SINCE COVID-19

Arta ROZENTĀLE, e-pasts: rozentale.arta@gmail.com

Līga STAFECKA, e-pasts: stafecka.liga@jak.lv

Zinātniskā darba vadītāja: **Anna NIKOLAJEVA, Mg.sc.ing.**, epasts: anna.nikolajeva@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The field of e-commerce became rapidly relevant already in 2019, when buyers, along with various prohibitions to restrict the spread of Covid-19, switched to online shopping. The situation caused by Covid-19 demonstrated the benefits of e-commerce. During this time, e-commerce has grown and developed, and e-commerce now serves as a lifeline for many companies at a time when face-to-face sales were banned. During this time, more and more online stores have emerged, and more brands are fighting for the attention of consumers, thus consumers are forced to overtake online stores, including those who previously used only face-to-face shopping.*

Keywords: *e-commerce, online shopping, COVID-19.*

Ievads

Tirdzniecības attīstība no tās pirmsākumiem, kad cilvēki mainījās ar precēm, ir attīstījusies neskaitāmus gadsimtus un joprojām tā ir pārmaiņu procesā. Visticamāk, ka tirdzniecības nozare gan Latvijā, gan pasaulē iedalīsies pirms un pēc COVID-19. COVID-19 ir slimība, kas saistīta ar smagu akūtu respiratoro sindromu izraisīto koronavīrusu-2 (SARS-CoV-2). Covid-19 uzliesmojumu, kas sākās 2019. gada nogalē, Pasauls Veselības organizācija 2020. gada 11. martā pasludināja par pandēmiju [1].

2020. gadā Latvijā ir strauji pieaudzis tiešsaistes veikalu apjoms un piegādes iespējas. Latvijas Digitālo ekspertu biedrība raksta: “Vai esat ievērojuši, ka gandrīz visi mūsu iemīļotie veikali ir izveidojuši sev tiešsaistes tirdzniecības platformas? Visā pasaulē un, protams, arī Latvijā, tirdzniecības attīstības tempi internetā turpina strauji augt” [2].

COVID-19 izraisītā ārkārtas stāvokļa dēļ iedzīvotāji un uzņēmumi pārorientējas uz attālināto darbu, kura nodrošināšanai interneta pieejamība ir būtisks faktors. 2019. gadā 99% uzņēmumu bija pieejams internets [3]. Līdz ar Covid-19 pandēmiju Latvijā uzplaukumu piedzīvoja e-komercija. Un tiešsaistē Latvijas iedzīvotājiem ir iespēja ne vien nopirkt pārtiku, bet arī pasūtīt ēdienu uz mājām, ielūkoties virtuālajā gadatirgū, kādus rokdarbus piedāvā Latvijas amatnieki. Tāpat uz tiešsaisti pārcēlusies kultūras dzīve [4]. Šis ir galvenās pārmaiņas iedzīvotāju dzīvēs, kas ienāca ar COVID-19, kas arī ieviesa izmaiņas Latvijas iedzīvotāju iepirkšanās organizēšanā un iepirkšanās paradumos.

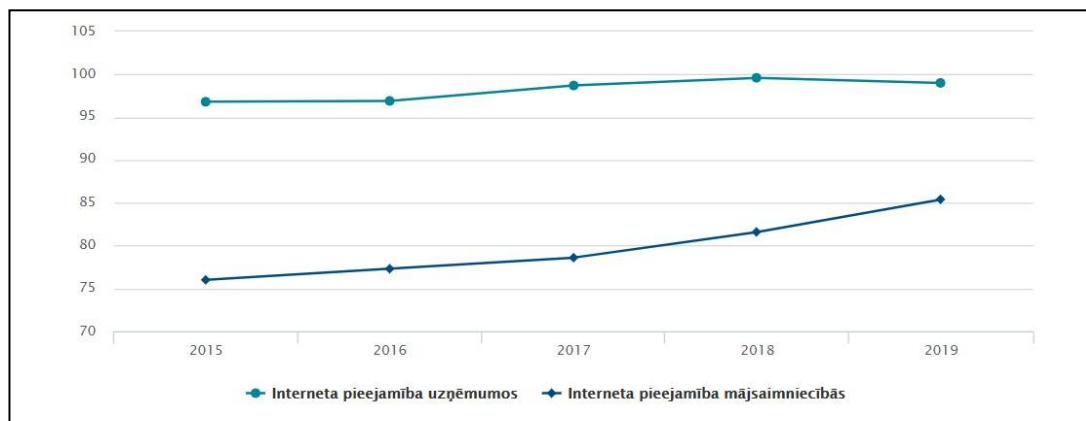
2020. gada pavasarī nebija tik daudz restorānu un kafejnīcu, kas piedāvāja ēdienu līdzņemšanai. Piedāvāja iespēju ēdienus pasūtīt internetā, izmantojot lietotni vai izmantojot kādu no kopīgajām platformām, piemēram, *Wolt*, *Bolt food*. Šobrīd tā jau ir ikdiena. Raksta autores uzskata, ka pastāvēja daudzas iepriekšminētās iespējas, par kurām cilvēki zināja, bet kuras neizmantoja, jo domāja – varbūt vēlāk. Bet šis laiks – varbūt vēlāk – iestājās un uzņēmēji saprata, ka ir jādara tagad [4].

Materiāli un metodes

Pētījumā tika izmantota autoru veidota tiešsaistes aptauja ar slēgtiem un daļēji slēgtiem jautājumiem, balstoties uz autoru iepriekšējo pieredzi un zināšanām. Informācijas ieguvei izmantoti zinātniskās literatūras avoti (t.sk. zinātniskās literatūras datubāzes) un interneta resursi, statistikas dati izgūti no Centrālās statistikas pārvaldes datubāzes.

Interneta izmantošanas un interneta veikalu skaita pieaugums

Katru gadu pieaug mājsaimniecību īpatsvars, kurās ir pieejams internets. 2019. gadā šis īpatsvars bija 85,4%, liecina Centrālās statistikas pārvaldes ikgadējā iedzīvotāju aptauja par informācijas un komunikāciju tehnoloģiju lietošanu [5]. Savukārt mājsaimniecību īpatsvars, kurās bija pieejams internets 2020. gadā, sasniedza 89,7% [6] (skat. 1. attēlu).



1. attēls. Interneta pieejamība uzņēmumos un mājsaimniecībās, % [5]

2020. gadā, salīdzinot ar 2019. gadu, par 4,3% pieaudzis mājsaimniecību īpatsvars, kurās pieejams platjoslas internets. Visplašāk platjoslas internets pieejams Rīgas un Zemgales reģionā – 89,6% mājsaimniecību, turpretī Latgalē – tikai 80,3% mājsaimniecību. Pilsētās platjoslas internets pieejams 88,7%, bet lauku teritorijās – 84,7% mājsaimniecību. Gada laikā platjoslas interneta pieejamība lauku teritorijās palielinājusies par 6,8%. [5, 6]

Lai iegādātos dažādas preces un pakalpojumus, internetu izmanto 62,8% iedzīvotāju, un, salīdzinot ar 2019. gadu, šis rādītājs 2020. gadā pieauga par 9%. Kā vienu no šāda būtiska pieauguma iemesliem var minēt ierobežojumus, kas bija saistīti ar ārkārtējās situācijas noteikšanu COVID-19 vīrusa izplatības dēļ, kuras rezultātā iedzīvotāji mazāk iepirkās klātienē, bet biežāk izmantoja internetu. Visvairāk iedzīvotāji internetā iegādājās apģērbus, apavus vai aksesuārus (45,4%), datorus, planšetdatorus vai mobilos telefonus un šo lietu aksesuārus (28%), elektropreces vai sadzīves tehniku (27,8%). Ēdienu piegādes no restorāniem vai citiem ēdināšanas uzņēmumiem 2020. gadā izmantoja 17,9%, bet ēdienus vai dzērienus no veikaliem vai ēdienu komplektu tirgotājiem – 12,3% iedzīvotāju.

Rakstā “Pakalpojumu izpēte jaunajā (pēc-COVID) tirgū” (*Service research in the new (post-COVID) marketplace*) sniegts apskats par pakalpojumu mārketinga disciplīnu laikā, kad klienti un tirgotāji, pakalpojumu sniedzēji tika mudināti iesaistīties sociālajā mijiedarbībā un veidot attiecības. COVID-19 ietekmēja klientu un pakalpojumu sniedzēju un tirgotāju iespējas brīvi iesaistīties sociālajā mijiedarbībā, tāpēc ir jāņem vērā mārketinga pamata teoriju un konceptuālo modeļu nelokāmība “jaunajā” tirgū [7].

Preces vai pakalpojumus internetā pārdod 15,5% uzņēmumu. Jau 2010. gadā parādījās pirmie pētījumi par tiešsaistes veikalu klientu atbalsta funkciju novērtēšanu ar aģentu balstītiem klientu uzvedības un evolūcijas stratēģijas modeļiem [8]. Pētījumā atspoguļots, ka pieaugot konkurences spiedienam tiešsaistes tirgos, daudzi interneta veikali nodrošina dažādas klientu palīdzības funkcijas, piemēram, personalizētas lapas, lai palīdzētu klientiem efektīvāk un ērtāk iepirkties. Atskatoties uz aktualitātēm 2010. gadā, kad uzņēmumiem bija jāveido internetveikalu vietnes, tādējādi palielinot pieprasījumu pēc programmētājiem un programmu testētājiem, šobrīd tas ir aktualizējies jaunā līmenī, jo nepieciešamas gan mājaslapu iepirkšanās aplikācijas, gan arī mājaslapas, kuru darbība ir nemainīgi ātra, ērta un piemērota mūsdienu patērētāja prasībām.

2020. gada sākumā Latvijā internetu lietoja 99,9% uzņēmumu, no tiem 62,6% bija sava tīmekļa vietne (mājaslapa), t.sk. 94,1% lielo uzņēmumu, 81% vidējo un 58,4% mazo, liecina Centrālās statistikas pārvaldes ikgadējā aptauja par informācijas un komunikāciju tehnoloģiju lietošanu un e-komerciju uzņēmumos [5, 6].

Viens no e-komercijas attīstību raksturojošiem rādītājiem ir uzņēmumu īpatsvars, kas preces vai pakalpojumus pārdod internetā vai citos datortīklos. 2019. gadā, salīdzinot ar 2018. gadu, šis rādītājs pieauga par 1,7 procentpunktiem, sasniedzot 15,5%. Vislielākais pieaugums bija lielo uzņēmumu grupā – par 5,4 procentpunktiem, sasniedzot 40,5%. Vidējo un mazo uzņēmumu grupā preces vai pakalpojumus internetā pārdeva 20,8% vidējo un 13,7% mazo uzņēmumu (pieaugums attiecīgi par 4,0 un 1,1 procentpunktu).

Par e-komercijas aizsākumu tiek uzskatīts 1994. gada 11. augusts, kad ASV kāds vīrietis ar interneta starpniecību pārdeva grupas “Sting” kompaktdisku savam paziņam, izmantojot paša veidotu mazumtirdzniecības platformu. Šis ir pirmais zināmais piemērs, kad klients iegādājās produktu, izmantojot internetu jeb e-komerciju [10].

Elektroniskās komercijas plusi un mīnusi

Internetveikalu plusi. Balstoties uz darba autoru pieredzi un zināšanām, veikto literatūras izpēti, galvenie internetveikalu plusi ir:

- iespēja iegādāties preces un pakalpojumus neatkarīgi no veikalu darba laika;
- plašs produkcijas klāsts, kas pieejams neatkarīgi no atrašanās vietas – gan vietējā, gan starptautiskā mērogā;
- plašākas un efektīvākas reklāmas iespējas uzņēmumiem.

Internetveikalu mīnusi. Balstoties uz darba autoru pieredzi un zināšanām, veikto literatūras izpēti, galvenie internetveikalu mīnusi ir:

- viltoto internetveikalu apjoms;
- piegādes problēmas – pārāk ilgas piegādes, bojāta prece piegādes laikā;
- preces atšķirība dzīvē no attēla – nepietiekošs apraksts vai izmēru neatbilstība;
- pielāgoto reklāmu daudzums pēc produktu meklēšanas internetā;
- lietojumprogrammu pieaugums un nepieciešamība pilnveidot un testēt programmas.

Straujais lietojumprogrammu skaita un kopējo lietotņu veikala ieņēmumu pieaugums ir paātrinājis lietotņu veikala datu iegūvi un viedokļu apkopošanas pētījumus. Kaut arī attīstības uzņēmumi un lietotņu veikalu regulatori ir veikuši iepriekšējus viedokļu iegūšanas pētījumus biznesa inteliģences un mārketinga nolūkos, pētniecības interese par lietotņu ekosistēmu un lietotāju pārskatiem ir salīdzinoši jauna. Papildus pētījumiem, kuros pārbauda tiešsaistes produktu atsauksmes, tagad ir daži akadēmiski pētījumi, kas koncentrējas uz mobilo lietotņu veikaliem un lietotāju atsauksmēm [10].

Priekšlikumi. Balstoties uz darba autoru pieredzi un zināšanām, veikto literatūras izpēti un aptaujas datiem, izstrādāja priekšlikumus:

- pārdevējiem un mājaslapu izstrādātājiem vajadzētu apsvērt aplikācijas izveidi vai vismaz mājaslapas pielāgošanu mobilajām ierīcēm;
- izveidot stabilu loģistikas sistēmu, lai ātri un ērti varētu piegādāt klientiem produkciju, kā arī daļēju piegādes samaksu iekļaut preču izmaksās, lai klientiem nebūtu jāmaksā papildus par piegādi.

Būtiska būs uzņēmumu spēja piedāvāt savas preces vai pakalpojumus pārdot internetā. Pētījuma dati liecina, ka 2018. gadā 13,8 % uzņēmumu pārdeva savas preces vai pakalpojumus internetā vai citos datortīklos. 10,9 % to darīja, izmantojot interneta mājaslapu vai mobilo aplikāciju.

Latvijas iedzīvotāju vēlamais internetveikals

Darba autores pētījuma ietvaros veica aptauju tiešsaistē. Aptaujas rezultātā tika iegūtas 150 anketas. Aptaujas periods – 30.03.2021.-09.04.2021., aptaujas datu iegūšanai izmantota vietne: <https://www.visidati.lv/surveys/>. No respondentiem: 17% bija vīrieši, 83% – sievietes. Starp aptaujas dalībniekiem 43% dalībnieku bija studenti, 41,5% – algoti darbinieki valsts un privātā sektorā, gandrīz 10% – bezdarbnieki. No aptaujas dalībniekiem 12 respondentiem patīk iepirkties tikai internetā, 53 dalībniekiem – tikai klātienē, bet vislielākais respondentu apjoms – 85 jeb 56,7% patīk iepirkties gan internetā, gan klātienē, kas ir saistīts ar to, ka noteiktas lietas vieglāk ir iegādāties internetā, bet atsevišķas lietas un pakalpojumus – tikai klātienē. Lai arī COVID-19 ir ieviesis piespiedu izmaiņas un licis cilvēkiem vairāk izmantot tiešsaistes veikalus, daļa iedzīvotāju atsevišķu lietu iegādei gaida, līdz varēs atsākt klātienē iepirkšanos. 54% no respondentiem iepērkas internetā, jo tā ir ērtāk, 24% – jo izdevīgāk un 30% no aptaujas dalībniekiem iepērkas internetā, jo nevar iegādāties nepieciešamās preces un pakalpojumus COVID-19 ierobežojumu dēļ.

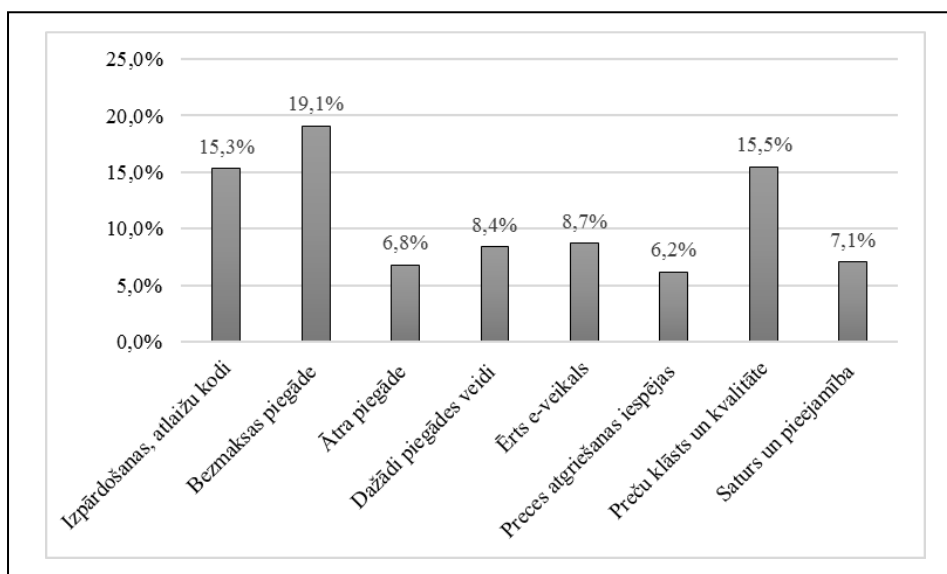
1. tabula

Respondentu atbildes uz jautājumu: Cik bieži iepērkaties interneta veikalos un kādos? (skaits)

	Dažas reizes nedēļā	Dažas reizes mēnesī	Dažas reizes pāris mēnešos	Reizi/Pāris reizes gadā	Neiepērkos vispār
Pārtikas e-veikalos (piem., Barbora, Rimi e-veikals)	8	14	16	11	101
Apģērbs (piem., About You, Weekendshoes, Membershop, Asos, H&M, Yoox u.c.) – Katru dienu	0	27	65	39	19
Sadzīves tehnika, mēbeles (piem., 220, RDveikals, Elkor u.c.)	2	5	33	88	22
Sadzīves preces un kosmētika (piem., Drogas, Douglas u.c.)	1	24	37	32	56
Preces bērniem (Babycity., 220 u.c.)	0	10	23	24	93
Medikamenti (Internetaptieka, Mēness aptieka u.c.)	0	13	26	20	91
Grāmatas un kancelejas preces (Jānis Roze u.c.)	0	14	18	54	64

Galvenie secinājumi no aptaujas rezultātiem, kas attēloti 1. tabulā, redzams, ka vismazāk tiešsaistes veikalos Latvijas iedzīvotāji izmanto pārtikas iegādei (67% no respondentiem), jo iedzīvotāju paradumi ir iegādāties pārtiku klātienē, kā arī pārtikas piegāde līdz mājai ir pieejama tikai galvaspilsētā. Tad seko preces bērniem (62% no respondentiem) un medikamentu iegāde (61% no respondentiem), kas saistīts ar to, ka recepšu medikamentu iegādi aptaujas brīdī vēl nepiedāvāja visas interneta aptiekas.

Izvēloties kritērijus, ko iedzīvotāji novērtē interneta veikalos un kādos interneta veikalos neiepirktos, visnozīmīgākie kritēriji: bezmaksas piegāde, izpārdošanas un preču klāsts un kvalitāte.



2. attēls. Respondentu atbildes uz jautājumu: Ko jūs novērtējat interneta veikalos? (skaits)

Bezmaksas preču piegāde ir atzīmēta starp respondentiem kā svarīgākā, jo 90 respondenti internetveikalos veiks tikai konkrētās preces iegādi un maksās papildus par piegādi, nevis veiks pirkumu pietiekami lielā summā, lai būtu bezmaksas piegāde.

No šiem respondentiem neiepirktos veikalos, kuriem ir sliktas atsauksmes un reputācija – 117 respondenti, un nesamērīgi augsta cena produktiem – 108 respondenti.

66% respondentu ir svarīgi, lai interneta veikalam būtu mobilā aplikācija, jo lielākoties tiešsaistes pirkumu veikšana notiek caur mobilo telefonu un ne visas interneta iepirkšanās vietas ir pielāgotas, lai patērētāji varētu ērti lietot šīs mājaslapas.

Lai arī 50% respondentu iegādājoties ikdienas preces izvēlas preces no konkrēta zīmola, kas ir pārbaudīts, iecienīts un zināms, iepērkoties internetā respondenti novērtē:

- iespēju izlasīt izsmeļošu preču aprakstu un lietošanas instrukciju – 95,3% respondentu;
- iespēju iepazīties ar atsauksmēm par produktiem/pakalpojumiem interneta veikalā – 90,7% respondentu;
- iespēju veikt cenas izpēti starp dažādiem tiešsaistes veikaliem – 86%;
- iespēju izpētīt atsauksmes par konkrētu interneta veikalu sociālajos medijos – 66,7%;
- iespēju salīdzināt preces viena interneta veikala ietvaros – 66,0%.

Starp piedāvātajiem atbilžu variantiem, vismazsvarīgāk ir iespēja pašam pircējam atstāt atsauksmes par produktiem un pakalpojumiem interneta veikalā – 58,7% respondentu.

Pēc autoru domām šī piespiedu situācija tirgotājiem ir bijusi sarežģīta un iespēja attīstīt interneta veikalus un tiešsaistes iepirkšanās iespēju nodrošināt klientiem ir pilna izaicinājumu. Un ņemot vērā pašu pieredzi, 2019. gadā patērētāju vajadzības un vēlmes interneta veikaliem bija nodrošināt iespēju iegādāties preces, kuras nevarēja iegādāties klātienē saistībā ar COVID-19 ierobežojumiem. Toties vairāk kā pēc gada, patērētāju vēlmes ir augušas: patērētāji sagaida ne tikai iespēju iegādāties visas nepieciešamās preces, bet arī piegādi uz jebkuru Latvijas vietu ar kurjeru, pastu vai padomātu starpniecību, un pārskatāmus un ērti lietojamas mājaslapas, un internetveikalu aplikācijas.

Secinājumi

1. Viens no e-komercijas attīstību raksturojošiem rādītājiem ir uzņēmumu īpatsvars, kas preces vai pakalpojumus pārdod internetā vai citos datortīklos.
2. 2020. gada sākumā Latvijā internetu lietoja 99,9 % uzņēmumu, un 62,6 % no tiem bija sava tīmekļa vietne, tai skaitā 94,1 % lielo uzņēmumu, 81 % vidējo un 58,4 % mazo.
3. Pēc autoru domām šī piespiedu situācija tirgotājiem ir bijusi grūta un iespēja attīstīt interneta veikalus un tiešsaistes iepirkšanās iespēju nodrošināt klientiem ir pilna izaicinājumu.
4. Galvenās pārmaiņas iedzīvotāju dzīvēs, kas ienāca ar COVID-19, kas arī ir ieviesis izmaiņas Latvijas iedzīvotāju iepirkšanās organizēšanā un iepirkšanās paradumos bija straujais internetveikalu pieaugums un iepirkšanās tiešsaistē laikā, kad tirdzniecība klātienē bija aizliegta.
5. Tika aptaujāti 150 Latvijas iedzīvotāji par viņu paradumiem iepērkoties internetā. No aptaujas dalībniekiem tikai 12 respondentiem patīk iepirkties tikai internetā, 53 dalībniekiem tikai klātienē, bet vislielākais respondentu apjoms – 85 jeb 56.7% patīk iepirkties gan internetā, gan klātienē.
6. No respondentiem 66% ir svarīgi, lai interneta veikalam būtu mobilā aplikācija, jo lielākoties tiešsaistes pirkumu veikšana notiek caur mobilo telefonu un ne visas interneta iepirkšanās vietnes ir pielāgotas, lai patērētāji varētu ērti lietot šīs mājaslapas.

Summary

Nowadays, a website can be considered the “face” of a company in the digital environment, so it is significant to make companies online store as simple, aesthetic and user-friendly as possible.

The main changes in the lives of the people that came with COVID-19, which has also introduced changes in the shopping organization and shopping habits of the Latvian population, were the rapid growth of online stores and online advancement at a time when on-site sales were banned.

The authors of the work have conducted a study and a survey. As a result of the survey, 150 questionnaires were obtained. Only 12 respondents of all the survey participants like to shop only on the Internet, 53 participants like to shop only in person, but the greatest number of respondents – 85 or 56.7% like to shop both on the Internet and in person.

According to the authors, this forced situation has been difficult for merchants and the opportunity to develop online stores and online shopping to provide customers is full of challenges.

66% of the respondents think it is important for the online store to have a mobile application, as most online shopping takes place via a mobile phone and not all online shopping sites are customized so that consumers can easily use these websites.

Literatūra

1. COVID-19 fakti. [Brisele: Eiropas Vakcinācijas informācijas portāls, 2020]. Skatīts: 25.03.2021. <https://vaccination-info.eu/lv/covid-19/covid-19-fakti>
2. Latvijas Digitālo ekspertu biedrība. *E-komercijas pārsteigumi 2020. gadam*. [Rīga: Latvijas Digitālo ekspertu biedrība, 2019]. Skatīts: 13.03.2021. <https://www.lde.lv/raksts/e-komercijas-tendences-2019-2020-gadam/>
3. Centrālās statistikas pārvalde. *99% uzņēmumu un 85,4% mājsaimniecību pieejams internets*. Rīga: Centrālās statistikas pārvalde, 2020. Skatīts: 10.04.2020. https://www.csb.gov.lv/en/press_release/2832
4. Zalāne, L. *Līdz ar Covid-19 pandēmiju Latvijā uzplaukumu piedzīvo e-komercija*. Rīga: Latvijas Sabiedrības mediji, 2020. Skatīts: 20.03.2021. <https://www.lsm.lv/raksts/zinas/ekonomika/lidz-ar-covid-19-pandemiju-latvija-uzplaukumu-piedzivo-e-komercija.a382596/>
5. Centrālās statistikas pārvalde. *Turpina pieaugt interneta izmantošana mājsaimniecībās*. Rīga: Centrālās statistikas pārvalde, 2019. Skatīts: 14.03.2021. <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/zinatne-ikt/datori-internets/meklet-tema/2580-iedzivotaju-interneta-lietosanas-paradumi>

6. Centrālās statistikas pārvalde. *Desmit gados interneta pieejamība māsājaimniecībās pieaugusi par 30%*. Rīga: Centrālās statistikas pārvalde, 2020. Skatīts: 14.03.2021. <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/zinatne-ikt/datori-internets/meklet-tema/2775-iedzivotaju-interneta-lietosanas-paradumi>
7. Rosenbaum, M. S., Russell-Benet, R. Editorial: service research in the new (post-COVID) marketplace. *Journal of Services Marketing*, vol. 34 (2020), No. 5, pp. 1-5.
8. Hyung, Jun Ahn. Evaluating customer aid functions of online stores with agent-based models of customer behavior and evolution strategy. *Information Sciences*, vol. 180 (2010), issue 9, pp. 1555-1570. Skatīts: 29.03.2021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020025510000022?via%3Dihub>
9. *E-komercijas priekšrocības un trūkumi*. Rīga: Bright, 2020. Skatīts 20.03.2021. <https://www.bright.lv/e-komercijas-prieksrocibas-un-trukumi/>
10. Genc-Nayebi, Necmiye, Abran, Alain. A systematic literature review: Opinion mining studies from mobile app store user reviews. *Journal of Systems and Software*, vol. 125 (2017), pp. 207-219. Skatīts: 20.03.2021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0164121216302291?via%3Dihub>

PAPLAŠINĀTĀS REALITĀTES PIELIETOJUMS E-KOMERCIJĀ APPLICATION OF AUGMENTED REALITY IN E-COMMERCE

Autore: **Guna RUNDĀNE**, e-pasts: moonromance@inbox.lv
Zinātniskā vadītāja: **Lienīte LITAVNIECE, Dr.oec., docente**, e-pasts:
Lienite.Litavniece@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract.: *The problem of research is still relatively low usage of augmented reality mobile applications in e-commerce, despite it's advantages and opportunities to increase competitiveness. The aim of the research is to find out and explore the benefits of augmented reality in e-commerce. The paper discusses the definition of augmented reality, it's advantages and looks through most succesfull mobile applications in e-commerce containing augmented reality. The author includes a case study from a very popular app "Makeup Genius" and examines the basis for its success. The most popular augmented reality apps allow customers to virtually try on products saving time by not having to go to a physical store. Several sources point out that the main advantage of augmented reality is greater consumer interaction with the application, which as a result creates a pleasant experience for the customer.*

Keywords: *augmented reality; mobile augmented reality; e-commerce; brand.*

Ievads

Pasaule attīstās katru dienu, pateicoties tehnoloģiskajiem uzlabojumiem mainās cilvēku ikdienu. Katra inovācija un jaunu tehnoloģiju ieviešana paver dažādas iespējas. Pēdējo gadu laikā e-komercija ir kļuvusi par neatņemamu sastāvdaļu pasaules mazumtirdzniecībā, uzņēmēju vidū ir milzīga konkurence, tādēļ jaunāko tehnoloģiju ieviešanai ir milzīga priekšrocība. Paplašināto realitāti saturošās mobilās lietotnes ir jauns veids kā paaugstināt uzņēmumu konkurētspēju un pilnībā izmantīt iepirkšanās pieredzi, izmantojot mobilās lietotnes.

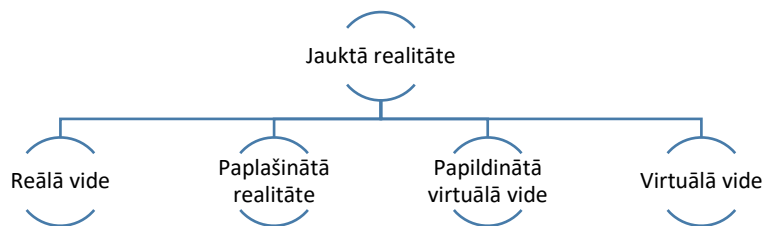
Pētījuma mērķis ir noskaidrot un izpētīt paplašinātās realitātes sniegtās priekšrocības e-komercijā. Pētījuma mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi uzdevumi: izpētīt paplašinātās realitātes jēdzienu un tās pirmsākumus, uzskaitīt un izpētīt pašlaik tirgū pieejamās aplikācijas, kas satur paplašināto realitāti, detalizēti izskatot veiksmīgākos piemērus, izstrādāt secinājumus.

Pētījumā izmantotās metodes: monogrāfiskā, jeb aprakstošā, loģiski konstruktīvā metode.

Pētījuma objekti un metodes

Paplašinātā realitāte tiek definēta kā reālā laikā tiešs vai netiešs skats uz fizisku vidi, kas ir papildināta ar virtuālu datorā ģenerētu informāciju [1]. Tā atšķiras no virtuālās vides. Virtuālā realitāte ir mākslīga vide, kas tiek piedzīvota, izmantojot sensoros stimulus (piemēram, attēlus un skaņas), kas tiek nodrošināti ar datora palīdzību, un kurā cilvēka rīcība daļēji nosaka, kas notiks šajā vidē [2]. Tādējādi var secināt, ka paplašinātā realitāte daudz vairāk bāzējas reālajā vidē, tā sniedz tikai papildinājumu uzlabojot jau esošo realitāti.

Pēc P.Miligrāma (*P.Miligram*) uzskatiem paplašinātā realitāte ir viena no jauktās realitātes sastāvdaļām, kas atrodas reālās un virtuālās vides nepārtrauktībā, kas redzama 1. attēlā [3].



1.attēls. Reālās un virtuālās vides nepārtrauktība [4].

R.T. Azuma (*Ronald T. Azuma*) savā pētījumā izdala 3 kritērijus, kas raksturo papildināto realitāti[4]:

- 1) apvieno reālo un virtuālo,
- 2) ir interaktīva tiešsaistē,
- 3) reģistrēta 3D.

Termins “paplašinātā realitāte” radās pateicoties T. Kaudelam (*T.Caudell*) un D.Mizellam (*D.Mizell*), abi bija zinātnieki, kas strādāja Boeing uzņēmumā. Atsaucoties uz A. Javornikas (*A.Javornik*) pētījumu, aplikācijas, kuras satur papildināto realitāti, tiek izmantotas mārketinga nolūkos kopš 2000. gada [5]. Pēc M. Portera (*M. E. Porter*) uzskatiem, biznesā aizvien vairāk tiks izmantota paplašinātā realitāte, kas pārsniegs virtuālās realitātes izmantošanu.

Paplašināto realitāti saturošās aplikācijas

Papildinātās realitātes aplikācijām ir potenciāls radīt unikālu iepirkšanās pieredzi, tiešsaistē un bezsaistē [6].

Vairāki uzņēmumi ir sākuši izmantot paplašinātās realitātes iespējas, piemēri redzami 1.tabulā.

1.tabula

E-komercijā izmantotās aplikācijas, ka satur paplašināto realitāti

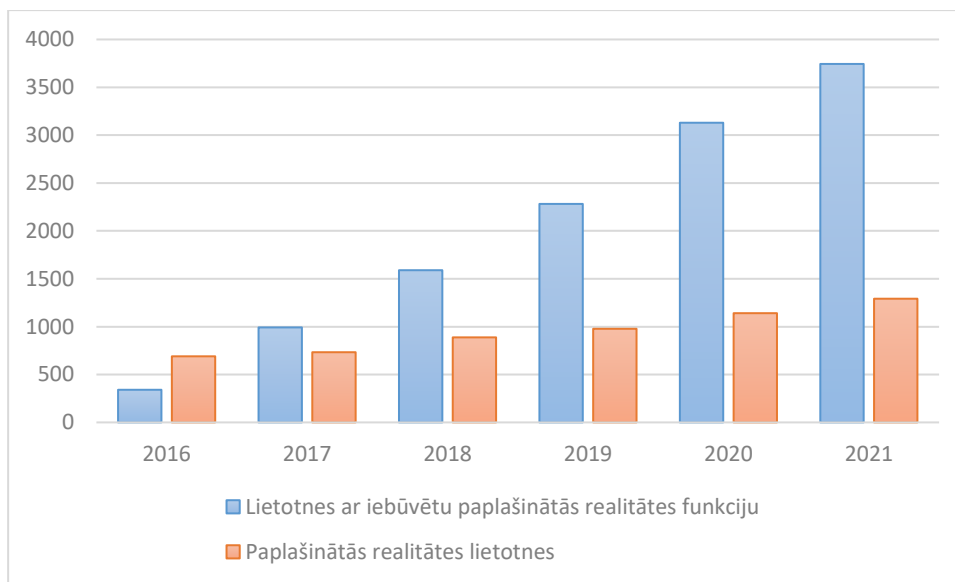
Nosaukums	Apraksts
“Dulux Visualizer”	Lietotne ar paplašinātās realitātes palīdzību ļauj mainīt sienu krāsas, tādējādi klients redz, kā konkrētā krāsa piestāv viņa istabai. Lietotne piedāvā iespējas saglabāt video vai foto, kā arī dalīties ar tiem [7] .
“Ikea Place”	Ar lietotnes palīdzību potenciālais klients var ievietot kādu no Ikea katalogā pieejamajiem priekšmetiem savā mājoklī, ir pieejami patiesa mēroga 3D modeļi [8].
“L’Oreal Makeup Genius”	Lietotne ļauj virtuāli pielaiķot kosmētiku, klienti redz vai konkrētā krāsa piestāv ādas tipam [9].
Lego AR Studio”	Ar aplikācijas palīdzību realitātē izveidotie lego modeļi spēj kustēties [10].
“Mister Spex Virtual Mirror”	Potenciālie klienti ar aplikācijas palīdzību var pielaiķot dažādas brilles [11].
“Sephora Virtual Artist”	Aplikācija ļauj pielaiķot kosmētiku, lai klients redz, kura no krāsām viņam piestāv[12].

Kā vienu no veiksmes stāstiem, var izcelt uzņēmuma “L’Oréal” izveidoto aplikāciju “Makeup Genius”. Lietotne “Makeup Genius” tika radīta jau 2014. gadā. Pirmie aplikāciju izmēģināja eiropieši, tālāk ASV klienti un visbeidzot klienti, kas atrodas Āzijā. Tādējādi uzņēmums ievāca datus par katru no klientu tirgiem, aplikācija tika piemērota pēc tirgus segmenta. Lai gan lietotne bija populāra gan ASV, gan Eiropā, tā atrada savu veiksmi tieši Āzijas tirgū. Aplikācija tikai lejupielādēta miljoniem reižu. Lietotne paaugstināja “L’Oréal”

kosmētikas pieprasījumu Ķīnā. Atsaucoties uz vairākiem avotiem (Businesswire, Researchandmarkets, M.Yeomans)[13, 14] tiek secināts, ka aplikācija kļuva tik populāra vairāku faktoru dēļ. Pirmkārt, liels lietotāju skaists bija dēļ tā, ka Ķīna ir milzīgs tirgus, otrkārt lietotne piedāvā izmēģināt kosmētiku pirms to iegādājas, tādējādi klients redz vai viņam pietāv konkrētās krāsas un stils, atsaucoties uz iepriekšējo punktu, klientam tiek aiztaupīts laiks, jo pirms tam, lai izmēģinātu produktu, bija jādodas uz fizisku veikalu, bet tieši dēļ paplašinātās realitātes radītajām iespējām, klients to var darīt no mājām, ietaupot laiku. Lai palielinātu apgrozījumu un pirkumu skaitu, aplikācija ievāc lietotāju datus, pēc tam personalizējot piedāvājumu, klienti lietotnē redz līdzīgus produktus par kuriem tie jau ir interesējušies vai pasūtījuši.

Rezultāti un to izvērtējums

Paplašinātā realitāte ir inovatīvs veids kā padarīt vienkāršas mobilās lietotnes par tādām, kas izceļas no pūļa. Pēc “Statista” datiem paplašinātās realitātes izmantošanas tempi aizvien vairāk pieaug, kā tas redzams 2. attēlā.



2.attēls. Paplašināto realitāti saturošu lietojumprogrammu lejupielādes (2016.-2021.gads) milj[15].

Tā kā lejupielādes pieaug, tad ir skaidrs, ka paplašinātajai realitātei ir vairākas priekšrocības, kas šīs lietotnes padara pievilcīgas lietotājiem.

Vairāki zinātnieki savos pētījumos ir uzskaitījuši paplašinātās realitātes priekšrocības un dažādo funkcionalitāti. K.Boletsis (*C.Boletsis*) un A. Karahasanoviča (*A.Karahasanovic*) savā pētījumā analizējot lietotnes, kas paredzētas tirdzniecībai un satur paplašināto realitāti, tām izdala šādu funkcionalitāti un priekšrocības: mārketingu un brandingu, jauni tirdzniecības kanāli, pēc iepirkšanās klientu apkalpošana, virtuāla uzlaikošana, pircējs kā dizaineris, virtuāla apmācība, darba plūsmas vadība [16].

Turpretī K. Dufas un J. Šolca (*K. Duffy, J. Scholza*) pētījumā tiek secināts, ka aplikācijas, kur tiek piedāvātas paplašinātās realitātes iespējas, rada ciešāku un intīmāku saikni starp patērētāju un zīmolu [17].

A.Džessens (*A. Jessen*) uzskata, ka izmantojot paplašinātās realitātes iespējas tiek radīta noturīgāka saikne starp klientu un uzņēmumu, šī saikne rodas no klientu pastiprinātas iesaistīšanās un radošā procesa, kas tiek nodrošināts ar uz klientu vērstu paplašinātās realitātes lietojumprogrammu[18].

Vairāki autori un avoti norāda, ka galvenā no paplašinātās realitātes priekšrocībām ir lielāka patērētāju mijiedarbība ar lietojumprogrammu, kas kā rezultātu rada klientam patīkamu pieredzi. Pirkšanas process vairs nav vienmuļš, bet klients pats iesaistās procesā, piemēram virtuāli pielaikojot produktu, vai to virtuāli ievietojot savā dzīvojamajā telpā. Iepirkšanās procesā tiek radīta saikne, kas netiek nodrošināta ar vienkāršām iepirkšanās aplikācijām, jo tās nepiedāvā tik lielu klienta iesaisti.

Secinājumi

Paplašinātā realitāte ir viena no jauktās realitātes sastāvdaļām, tomēr tā daudz vairāk sakņojas realitātē, atšķirībā no virtuālās realitātes, kur visi objekti ir digitāli veidoti, paplašinātā realitāte papildina reālo vidi ar virtuāliem objektiem.

Populārākās lietotnes, kas satur paplašināto realitāti ļauj klientam virtuāli izmēģināt produktus, tādējādi gan ietaupot laiku, jo nav jāiet uz fizisku veikalu, gan dodot iespēju produktu apskatīt.

Paplašināto realitāti saturošas lietojumprogrammu lejupielādes katru gadu palielinās, tas ir skaidrojams ar to, ka šīs lietotnes sniedz klientiem vairākas priekšrocības kā, piemēram, virtuāla produkta uzlaikošana, klienta iesaiste produkta dizaina izveidē, pēc iepirkšanās klienta apkalpošana, virtuāla apmācība, tas viss rada ciešu saikni starp klientu un uzņēmumu, jo lietotājs tiek pastiprināti iesaistīts radošajā procesā.

Summary

The paper discusses the state of augmented reality applications in general and benefits of augmented reality used in e-commerce mobile applications.

Augmented reality application downloads are increasing every year, due to the fact that these applications provide customers with several benefits, such as virtual product try on, customer involvement in product design, after-sales customer service, virtual training, all of which create a close link between customer and company, as the user is more involved in the creative process.

Literatūra

1. Carmigniani, J., & Furht, B. *Augmented reality: an overview*. In *Handbook of augmented reality*. New York: Springer, 2011. pp 768.
2. Merriam-Webster dictionary. Virtual reality. Sk.Internetā(14.04.2021) <https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual%20reality>
3. Miligram, P, Kishino, F. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays IEICE Transactions on Information and Systems. vol. E77-D, no. 12, December 1994, pp 1321-1329.
4. Azuma, R. A Survey of Augmented Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 6, August 1997, pp 355-385.
5. Javornik, A. Augmented reality: Research agenda for studying the impact of its media characteristics on consumer behaviour. Journal of Retailing and Consumer Services, 30, May 2016, pp 252–261.
6. Altman, D. The Future of Frontline Research : Invited Commentaries. Journal of Service Research. 20, November 2016, pp 91-99.
7. Dulux. The Dulux Visual App.Sk. Internetā (14.04.2021) <https://www.dulux.co.uk/en/articles/dulux-visualizer-app>
8. IKEA.Say hej to IKEA Place. Sk.Internetā (14.04.2021)<https://www.ikea.com/au/en/customer-service/mobile-apps/say-hej-to-ikea-place-pub1f8af050>
9. LorealParis. Makeup Genius – from Day To Night. Sk. Internetā (14.04.2021)<https://www.lorealparisusa.com/beauty-magazine/makeup/makeup-looks/makeup-genius-from-day-to-night.aspx>
10. Lego. New App brings LEGO® bricks to life. Sk.Internetā (14.04.2021) <https://www.lego.com/en-gb/aboutus/news/2019/october/lego-ar-studio/>
11. Mister Spex. Try on your favorite models virtually. Sk.Internetā (14.04.2021)<https://www.misterspex.co.uk/l/pg/100508>
12. Sephora. Virtual Artist. Sk. Internetā (14.04.2021) <https://www.sephora.my/pages/virtual-artist>

13. Yeomans.M.Loreal Makeup Genius. Sk. Internētā (14.04.2021) <https://www.cosmeticsdesign-europe.com/Article/2015/09/23/L-Oreal-s-Makeup-Genius-app-sees-success-in-China-with-4.7-million-downloads>
14. Research and Markets. Success Case Study: L'Oréal Makeup Genius App - How L'Oréal's strategy of personalizing the consumption experience empowers digital consumers Sk. Internētā (14.04.2021)<https://www.researchandmarkets.com/reports/4667242/success-case-study-lor%C3%A9al-makeup-genius-app>
15. Statista. Consumer mobile device augmented reality applications (embedded/standalone) worldwide from 2016 to 2022 (in millions). Sk. Internētā (14.04.2021) <https://www.statista.com/statistics/608967/mobile-ar-applications-installed-base-worldwide/>
16. Boletsis, C.,Karahasanovic, A. Augmented Reality and Virtual Reality for Retail Innovation. 7, December 2018, pp.49-59.
17. Scholz, J., Duffy, K. We ARe at home: How augmented reality reshapes mobile marketing and consumer-brand relationships. Journal of Retailing and Consumer Services. 44, September 2018.
18. Jessen, A., Hilken, T. et.al. (2020). The playground effect: How augmented reality drives creative customer engagement. Journal of Business Research. 116, August 2020, pp 85-98.

E-VEIKALU VEIKTSPĒJAS UN STABILITĀTES ANALĪZE E-COMMERCE WEBSITES PERFORMANCE AND STABILITY ANALYSIS

Autori: **Tatjana SADOVSKA**, e-pasts: sadovska.tatjana@gmail.com

Dmitrijs SADOVSKIS, e-pasts: dmitrijs.sadovskis@gmail.com

Zinātniskā darba vadītājs: Dr.sc.ing., prof. **Pēteris GRABUSTS**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. *The goal of the work is to make performance and stability analysis for the most popular e-commerce websites in Latvia, evaluate metrics and suggest improvements. Analysis result should provide necessary information for companies' owners to increase conversion rate and reduce bounce rate.*

Keywords: *e-commerce, performance, stability analysis.*

Ievads

2020.gadā tirdzniecība tiešsaistē strauji pieaug. *SmartInsights* statistikas dati liecina, ka tiešsaistes pārdošanu skaits pasaulē pieauga par 27% salīdzinājumā ar 2019.gadu. [1]

Lai nodrošinātu nepārtrauktu un stabilu tirdzniecību tiešsaistē uzņēmumu vadītājiem ieteicams savlaicīgi veikt sava e-veikala mājaslapas veiktspējas un stabilitātes analīzi, kas ietver vietnes pieejamības 24/7 izvērtēšanu, mājaslapas ātrdarbības analīzi, lapas satura analīzi, atlēcienu līmeņa izvērtēšanu. Šis darbību kopums palīdzēs samazināt vai izvairīties no iespējamām nelabvēlīgām sekām, piem. reputācijas un finansiāliem zaudējumiem. Pastāv vairāki kritēriji, kad ieteicams vai nepieciešams veikt veiktspējas un stabilitātes analīzi:

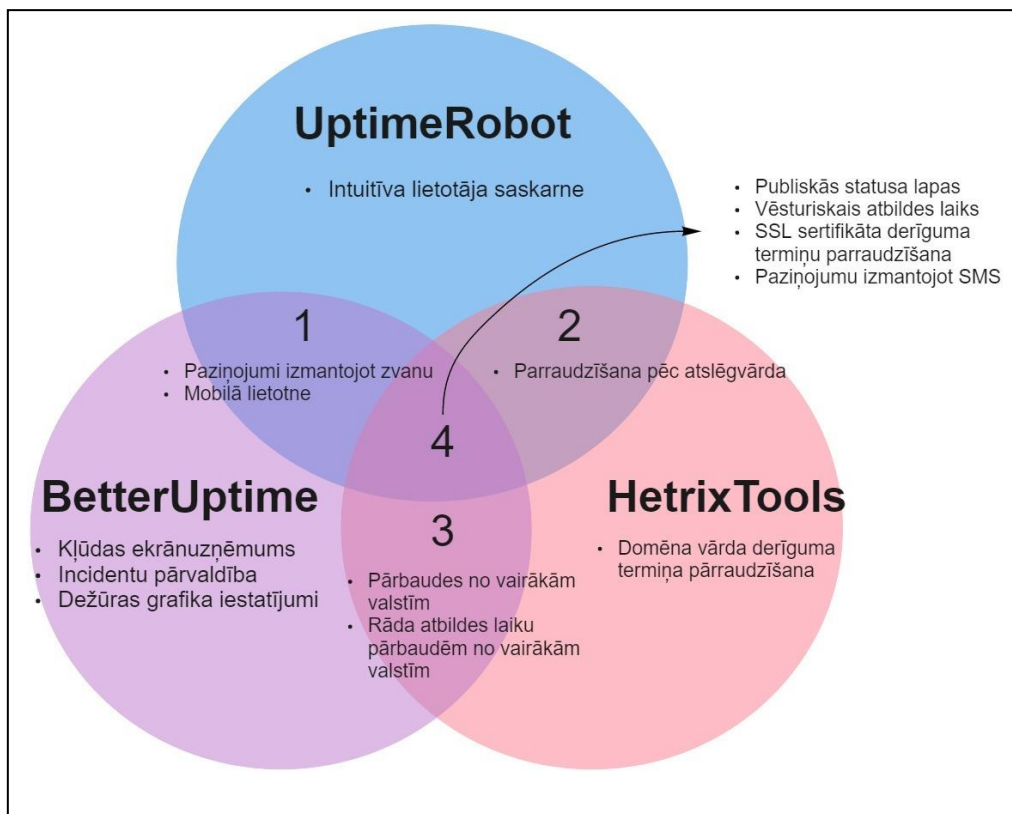
- Mājaslapa ir nestabila un nepieciešamas savākt metrikas lai identificētu problēmu.
- Nestabila mājaslapas uzvedība negatīvi ietekme vietnes pozīciju meklētājprogrammās (Google, Bing) un rāda potenciālo ienākumu samazinājumu.
- Mājaslapa ir stabila, bet ir velme samazināt atlēcienu līmeni (*bounce rate*)
- Projekta vadītājam ir nepieciešams saplānot kuras sfērās ir nepieciešami uzlabojumi, kādi resursi ir nepieciešami
- Jaunas mājaslapas izstrāde gaitā ir nepieciešams sekot veiktspējas un stabilitātes, lai ātrāk ieidentificētu problēmas

Materiāli un metodes

Ja vietne nedarbojas 24/7, uzņēmums var saskarties ar reputācijas un finanšu zaudējumiem. Lai samazinātu iespējamās nelabvēlīgas sekas, var izmantot vairākus tīmekļa pakalpojumus, kuri regulāri pārbauda tīmekļa lapas pieejamību. Pārbaude notiek regulāros intervālos, līdz par reizi minūtē. Darbā tika apskatīti 3 servisi – UptimeRobot.com, BeterUptime.com, HetrixTools.com. Visi servisi piedāvā:

- Iespēju publisku statusu lapu, kas attēlo tīmekļa lapas pieejamības vēsturi
- SSL sertifikāta derīguma termiņu pārbaudi
- Paziņojumu saņemšanu SMS veidā, ja mājaslapa nav pieejama
- Iespēju apskatīt servera atbildes laika izmaiņas vēsturi

UptimeRobot rīkam piemīt ērtāka lietotāja saskarne. Lietotājs var intuitīvi uzstādīt nepieciešamus iestatījumus un apskatīt datus tabulas un grafiskā veidā. Tikai *HetrixTools* serviss piedāvā domēna vārda derīguma termiņa pārraudzību. (Sk.1.att.)



1.att. UptimeRobot, BetterUptime un HetrixTools servisu salīdzinājums (autoru veidots)

Salīdzinājumā ar citiem pārraudzīšanas servisiem, tikai *BetterUptime* serviss piedāvā kļūdas ekrānuzņēmumu funkcionalitāti, kad mājaslapa nav pieejama. Ka arī incidentu pārvaldību, kas ietver komentāru pievienošanas iespējas pie attiecīgas kļūdas. Dežūras grafika iestatījumi ļauj sastādīt atbildīgo personu dežūras grafiku. *BetterUptime* serviss ir vairāk piemērots lieliem projektiem, kuros ir vairākas atbildīgas personas par mājaslapas pieejamību.

Palielinoties servera jaudai un interneta ātrumam, lietotāji sagaida, ka lapas tiks ielādētas ātrāk. Statistikas dati liecina, ka 53% no mobilo ierīču lietotājiem pamet tīmekļa lapu ja tās ielāde ilgst vairāk par 3 sekundēm. [2] Tīmekļa veikalu mājaslapu kvalitātes novērtējumam pēc veikspējas rādītājiem, mobilo ierīču atbalsta, meklētājoptimizācijas (*SEO*) ir pieejami vairāki tīmekļa pakalpojumi:

- GTmetrix, <https://gtmetrix.com/>
- Website Grader, <https://website.grader.com/>
- Geekflare, <https://gf.dev/website-audit>

Doti servisi izmanto rīku *Lighthouse*, kas ir uzņēmuma *Google* izstrādāts atklāta koda rīks tīmekļa lapas analīzei. Veikspējas analīzei ir izmantoti 6 bāzes rādītāji:

- 1) Pirmais nozīmīgais zīmējums (*First Contentful Paint*) nosaka, cik ātri apmeklētāji var apskatīt faktisko saturu (t.i., tekstu, attēlus, video utt.) lapā.
- 2) Ātruma indekss (*Speed Index*) mēra, cik ātri lapa ir vizuāli pabeigta ierīces sākuma ekrānā (skatlaukā).
- 3) Lielākais satura zīmējums (*Largest Contentful Paint*) mēra, cik ilgs laiks ir vajadzīgs, lai lapas lielākais "satura elements" (piemēram, mājaslapas banneris vai virsraksta teksts) kļūtu redzams apmeklētāja skatlaukā.
- 4) Laiks līdz interaktivitātei (*Time to Interactive*) mēra kāda laikā lapa kļūst interaktīva un spēj reaģēt uz lietotāja ievadi. Mazāka metrikas vērtība sekmē lapas lietojamību.
- 5) Kopējais bloķēšanas laiks (*Total Blocking Time*) kvantitatīvi nosaka lapas reakciju ielādēs laikā uz lietotāja ievadi.

6) Kopējās izkārtojuma izmaiņas (*Cumulative Layout Shift*) novērtē cik liela lapas izkārtojuma daļa mainās ielādējoties.

Rādītāju svērts vērtējums rāda cik patīkama lietotāja pieredzei ir tīmekļa lapa. Ja rādītājs atrodas virs normas, tad lapa lādējas lēni un lietotāja pirmie klikšķi var nebūt apstrādāti, jo pārlūkprogramma ir pārslogota. Ja vērtējums atrodas rādītāja norma, tad lapa atveras ātri un tas sekmēs augstas kvalitātes lietotāja pieredzei.

Tīmekļa veikala darbības detalizētai izpētei ir nepieciešams novērot lietotāju darbības izmantojot kādu no tīmekļa analītikas rīkiem. Viens no populārākiem analītikas vākšanas rīkiem ir *Google Analytics* kas apkopo informāciju par lapas lietotājiem – kādā laikā lapa ir apmeklēta, kāds ir apmeklējumu ilgums, kurā valstī atrodas lietotāji. Šī informācija ir diezgan sensatīva, tāpēc tā nav publiski pieejama. Taču eksistē serviss, kas piedāvā dažas metrikas. *Simpleweb* tīmekļa serviss ļauj apskatīties mājaslapu apmeklētāju skaitu, vidējo apmeklējumu ilgumu, vidējo apskatīto lapu skaitu vienā apmeklējumā un atlēcienu līmeni (*bounce rate*), t.i. lietotāju skaitu kas apmeklēja tikai vienīgu lapu. Liels atlēcienu līmenis rāda uz to, ka lietotāji neveic pasūtījumus, jo pasūtījuma veikšanai ir nepieciešams apmeklēt vairākas lapas (vismaz produkta lapu un pasūtījuma apstiprināšanas lapu).

Rezultāti

Darba gaitā tika veikta e-veikalu veiktspējas un stabilitātes analīze populārākiem Latvijas e-veikaliem:

- 1a, <https://www.1a.lv/>
- 220.lv, <https://220.lv/lv/>
- Ksenukai, <https://www.ksenukai.lv/>
- Depo, <https://online.depo.lv/>
- Nuko, <https://nuko.lv/>
- Kvarcs, <https://www.kvarcs.lv/>

Izmantojot servissus *Uptime Robot* un *HetrixTools*, tika pārbaudīta e-veikalu mājaslapas pieejamības analīze. Reizi 5 minūtes, servisi pārbaudīja, vai mājaslapa atvērās. Balstoties uz iegūtiem rezultātiem, var secināt, ka internetveikali 1a.lv, 220.lv, Ksenukai, Depo, Kvarcs ir stabili un strādā nepārtraukti 24/7, bet internetveikalam Nuko.lv ir ieteicams veikt uzlabojumus, jo vērojamas vairāki pārtraukumi intervālā no 3min līdz 33 min. (Sk. 1.tabulu)

1. tabula

E-veikalu mājaslapas pieejamības analīze no 11.04.21 līdz 18.04.21 (autoru veidots)

	1a.lv	220.lv	Ksenukai.lv	Depo.lv	Nuko.lv	Kvarcs.lv
Uptime Robot serviss (pieejamība pedējās 24 stundas)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Uptime Robot serviss (pieejamība pedējās 7 dienas)	✓	✓	✓	✓	! 99.6%	✓
HetrixTools	✓	✓	✓	✓	! 99.66%	✓

Apzīmējumi:

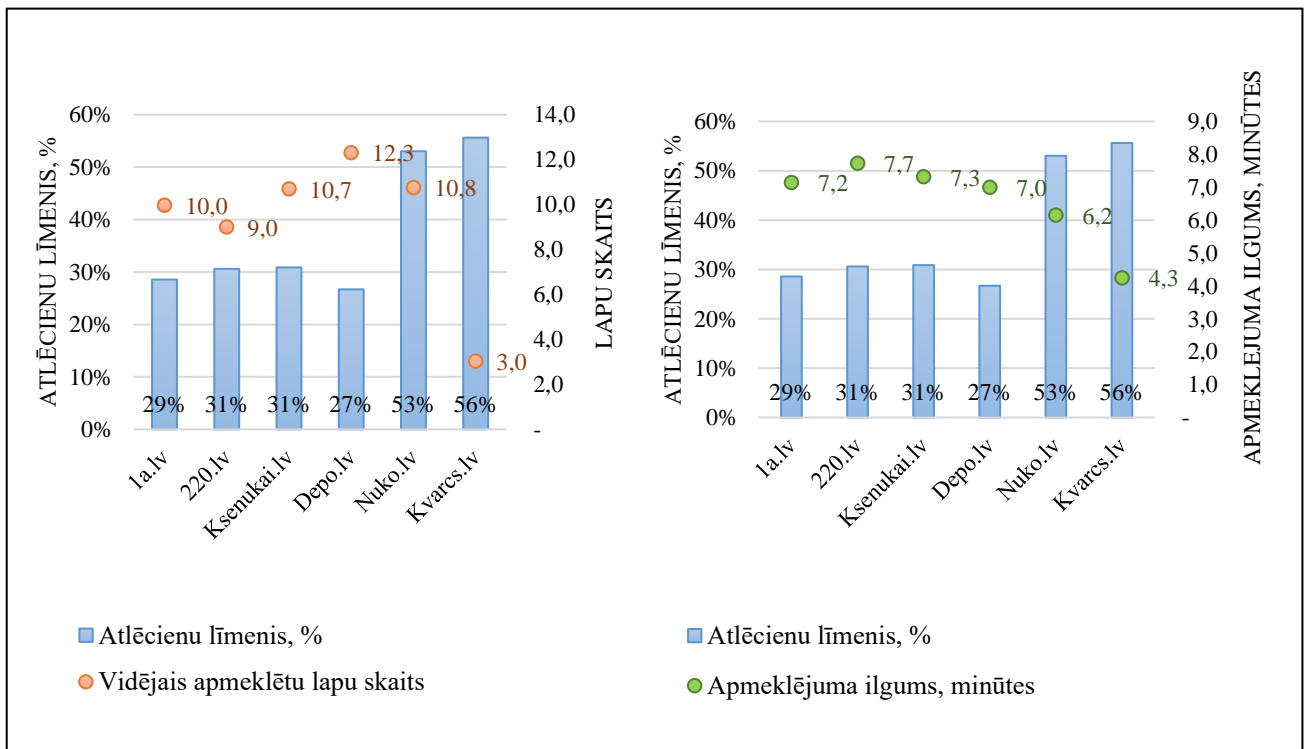
- ✓ - Vietne bija pieejama 100% gadījumos
- ! - Vietne bija pieejama 98% - 99,9% gadījumos

Autori piedāvā Nuko.lv veikala vadībai veikt detalizētāku programmatūras un hostinga analīzi, lai identificētu pārtraukuma iestāšanās iemeslus. Iespējamās problēmas: nepietiekami jaudīgs vai pārslogots serveris, DNS servisa problēma, pārslogota datubāze, kļūda programmatūra, kiberuzbrukums (DoS uzbrukums). [3]

Atlēcien līmeņa noteikšanai autori izmantoja servisu *Simpleweb*. Balstoties uz *BigCommerce.com* datiem, atlēciena līmenis ir uzskatāms par pieņemamu robežas no 30% līdz 55%. No iegūtiem rezultātiem var secināt, ka e-veikaliem Nuko.lv un Kvarcs.lv atlēciena līmenis ir tuvu augstākai pieņemamai normai un varētu būt uzlabojams, attiecīgi 53% un 56%. (Sk. 2.att.)

Pēc autoru viedokļa e-veikaliem Nuko.lv un Kvarcs.lv ir laba navigācija un struktūra – produkti ir sagrupēti pēc līdzīgam īpašībām un lietotājs vai intuitīvi atrast sev nepieciešamu informāciju, bet meklējot vajadzīgas preces mājaslapas nedaudz uzkaras un meklēšana notiek lēni. Pēc *Simpleweb* servisa datiem, vidējais apmeklētu lapu skaits rādītājs Nuko.lv e-veiklam ir 10,8 lapas un vidējais apmeklējuma ilgums ir 6,2 min. Kvarcs.lv e-veikalam vidējais apmeklētu lapu skaits ir 3 lapas un vidējais apmeklējuma ilgums ir 4,3 min.

Atlēcien līmeņa samazināšanai ieteicams veikt detalizētāku mājaslapas satura un navigācijas auditu. Mājaslapā ievietotiem piedāvājumiem jāpievērš lietotāja uzmanība, lai lietotājs pārietu uz produkta vai piedāvājuma aprakstu.



2.att. E-veikalu atlēcien līmeņa rādītāji par 2021.gadu martu pēc *SimilarWeb* servisa iegūtiem datiem (autoru veidots)

Izmantojot servisu *GTmetrix* tika veikta e-veikalu veiktspējas analīze. Mājaslapu kopējais veiktspējas rādītāji apskatītiem e-veikaliem ir 48% - 63% robežās. Augstākais vērtējums ir Ksenukai.lv e-veikalam, un lielākie uzlabojumi ir nepieciešami Kvarcs.lv e-veikalam, kopējais veiktspējas rādītājs ir 48%. (Sk. 2.tabulu)

Nuko.lv un Kvarcs.lv e-veikaliem virs rekomendējamās normas ir sekojošie rādītāji: pirmā nozīmīga zīmējuma ielādēs ātruma rādītājs (1); ātruma indekss (2); “lielāka satura zīmējuma ielādēs rādītājs” (3). Tas liecina, ka lietotājs atvērot mājaslapu jūtami ilgi novēro “tukšu” lapu. Tas var veidot lietotājam negatīvu iespaidu un palielināt atlēciena līmeni. Vērtības (1), (2), (3) norāda uz iespējamam servera problēmām vai programmatūras problēmām.

Uzņēmuma vadītājiem ieteicams veikt hostinga un programmatūras analīzi, palielināt servera resursus un jāoptimizē programmatūra.

E-veikaliem 1a.lv, 220.lv, Ksenukai.lv, Depo.lv rādītājs “kopējais bloķēšanas laiks” ir virs rekomendējamās normas 150ms. 1a.lv un 220.lv vietnēm šis rādītājs ir visaugstākais 1,6s, kas ir lielāks par normu par 1,45s. Kopējais bloķēšanas laiks norāda pēc cik ilga laika būs apstrādāts pirmais lietotāja klikšķis. Autori iesaka uzņēmumu vadītājiem veikt programmatūras analīzi, pievēršot uzmanību *JavaScript* skriptiem, lai noteiktu un pārveidotu bloķējošus skriptus.

E-veikalam Kvarcs.lv ir vērojama problēma, ka visi mājaslapas elementi neielādējas vienmērīgi. Varētu būt, ka kāds no lietotāja saskarsmes elementiem, piem. baneris, paradās pēc lapas pamata satura ielādēs. Uzņēmuma vadītājam ir rekomendēts aplūkot mājaslapā izmantotus elementus un veikt to optimizāciju, lai visi elementi ielādētos vienmērīgi un savlaicīgi.

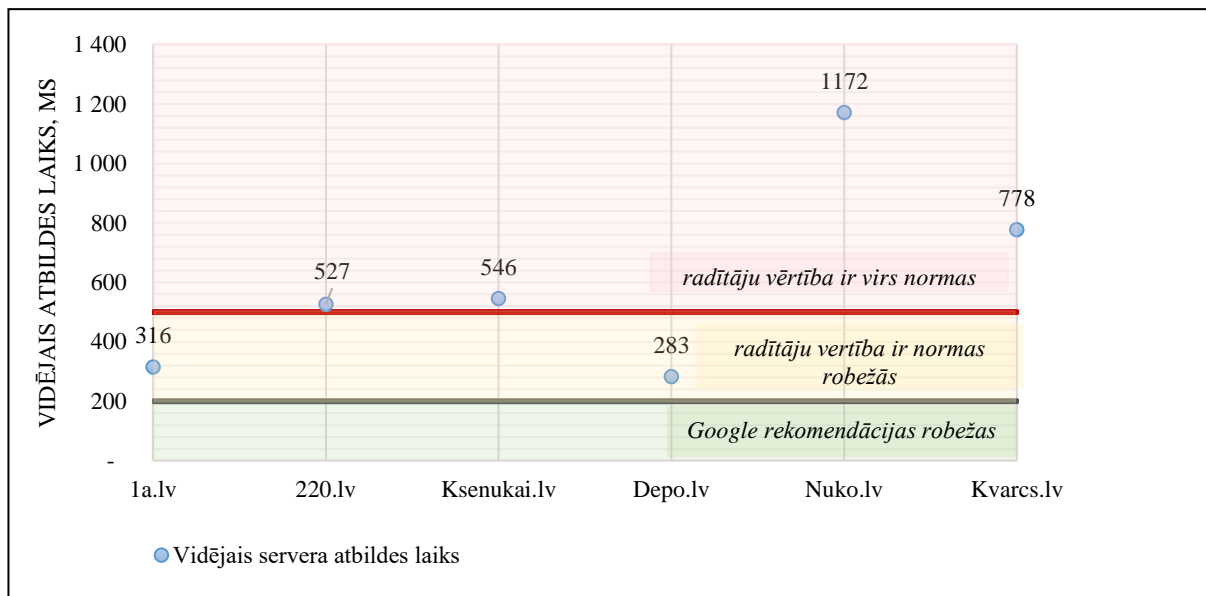
2.tabula

E-veikalu mājaslapu ātrdarbības analīze pēc *GTmetrix* servisā iegūtiem datiem (autoru veidots)

	1a.lv	220.lv	Ksenukai.lv	Depo.lv	Nuko.lv	Kvarcs.lv
Pirmais nozīmīgais zīmējums (<i>First Contentful Paint</i>)	✓ 933 ms	✓ 580 ms	✓ 658 ms	✓ 1.4 s	✗ 3.0 s	✗ 2.3 s
Ātruma indekss (<i>Speed Index</i>)	✓ 1.5 s	✓ 1.4 s	✗ 2.7 s	✓ 1.6 s	✗ 3.2 s	✗ 3.2 s
Lielākais satura zīmējums (<i>Largest Contentful Paint</i>)	✓ 1.6 s	! 1.9 s	✓ 1.2 s	✗ 3.3 s	✗ 3.0 s	✗ 4.1 s
Laiks līdz interaktivitātei (<i>Time to Interactive</i>)	✗ 4.8 s	! 3.5 s	✓ 3.0 s	✓ 3.0 s	✓ 3.0 s	! 3.7 s
Kopējais bloķēšanas laiks (<i>Total Blocking Time</i>)	✗ 1.6 s	✗ 1.6 s	✗ 677 ms	✗ 950 ms	✓ 0 ms	✓ 6 ms
Kopējās izkārtojuma izmaiņas (<i>Cumulative Layout Shift</i>)	✓ 0.02	✓ 0.1	✓ 0.1	✓ 0.09	✓ 0.04	✗ 0.26
Veiktspējas rādītājs (<i>Performance rate</i>)	✗ 57%	! 60%	! 63%	! 60%	✗ 55%	✗ 48%

Darba gaitā autori veica e-veikalu vidējo servera atbildes laika analīzi. Aprēķiniem tika izmantots serviss *HetrixTools*, kas apstrādā datus par pēdējam 24 stundām. 220.lv, Ksenukai.lv, Nuko.lv un Kvarcs.lv rādītājs ir virs rekomendējamās normas 500ms un vērojami lielāks par *Google* rekomendējamo normu 200ms. Iegūtie rezultāti norāda uz parciālam problēmām tīmekļa veikala serverī vai programmatūras darbībā. (Sk. 3.att.)

Servera atbildes laiku ievērojami ietekme hostings. Servera atbildes laika samazināšanai ieteicams lietot stabilu hostingu ar jaudīgiem serveriem un ātru tīkla pieslēgumu. Lai samazinātu servera slodzi ieteicams izmantoto CDN pakalpojumus. Kešatmiņa izmantošana var būtiski paātrināt servera darbību, jo serverim nebūs jāģenerē katra lapa no jauna. E-veikalu vadībai ieteicams optimizēt datubāzes un programmatūras analīzi vājas vietas noteikšanai.



3. att. E-veikalu vidējais servera atbildes laiks pēc *HetrixTools* servisā iegūtiem datiem (autoru veidots)

Secinājumi

1. *UptimeRobot*, *BetterUptime* un *HetrixTools* ir ērti un efektīvi rīki lai automatizēti pārbaudītu tīmekļa vietnes pieejamību 24/7. Veicot mājaslapu pieejamības analīzes izmantojot šos servisu tika iegūti līdzīgi rezultāti. Vairāki no servisu piedāvātiem pakalpojumiem pārklājas, tomēr autori uzskata, ka lieliem projektiem ir ieteicams lietot *BetterUptime*, jo servisā ir pakalpojums dežūra grafikas izveidei.

2. *GTmetrix*, *Grader*, *Geekflare* servisu rezultāti veikspējas analīzei ir līdzīgi, jo visi servisi izmanto *Google Lighthouse* rīku. Servisu funkcionalitāte būtiski neatšķiras, pēc autoru viedokļa *GTmetrix* serviss piedāvā plašāku metrikas izskaidrošanu.

3. E-veikali 1a.lv, 220.lv, Ksenukai.lv ir stabili un daudzi rādītāji ir normas robežās vai vērojami nepārsniedz normu. Uzņēmuma vadītājiem jāveic darbības radītāja “kopējais bloķēšanas laiks”, kas nosaka pēc cik ilga laika būs apstrādāti lietotāja klikšķi, samazināšanai. Autori piedāvā īpašu uzmanību pievērst JavaScript skriptiem, lai noteiktu un pārveidotu lietotāju darbības bloķējošus skriptus.

4. Nuko.lv un Kvarcs.lv vietnēm ir liels atlēciens līmenis un augsti rezultāti par ātruma indeksiem un servisa atbildes laiku. Lietotājs atvērot mājaslapu jūtami ilgi novēro tukšu lapu, kas var veidot lietotājam negatīvu iespaidu. Uzņēmuma vadītājiem ieteicams veikt hostinga un programmatūras analīzi, palielināt servera resursus un optimizēt programmatūru.

5. Depo e-veikals strādā stabili un veikspējīgi, balstoties uz servisa *GTmetrix* iegūtiem datiem. Uzņēmuma vadītājiem ieteicams pievērst uzmanību lielākā satura zīmējuma ielādēs ātrumam. Rādītājs pārsniedz normu par 2,3 s.

6. Nuko.lv vietnei ir novērojamas vietnes pieejamības problēmas. Pieejamības uzlabošanai darba autori piedāvā veikt detalizētāku hostinga analīzi.

Summary

1. UptimeRobot, BetterUptime and HetrixTools are convenient and efficient tools to automatically check website availability 24/7. Similar results were obtained when performing website accessibility analyzes using these services. Several of the features are overlapped, however, the authors recommends to use BetterUptime for large projects, because the service provides on-call schedule support.

2. The results of GTmetrix, Grader, Geekflare services for performance analysis are similar, because all services use Google Lighthouse tool. The functionality of services is not significantly different, and in authors opinion, the GTmetrix service offers a broader explanation of metrics.

3. E-shops 1a.lv, 220.lv, Ksenukai.lv are stable and many indicators are within the norm or do not exceed the norm significantly. Business owners are encouraged to reduce the "Total blocking time" metric. The authors suggest to pay special attention to JavaScript scripts to identify and modify scripts that block user activity.

4. Nuko.lv and Kvarcs.lv sites have a high bounce rate and high results for speed indices and service response time. When the home page is opened, user is observing a blank page for a noticeably long time, which can create a negative impression for the user. Business leaders are encouraged to perform hosting and software analysis, increase server resources, and optimize the software.

5. Depo e-shop is stable and efficient, based on data obtained by service GTmetrix. Business leaders are encouraged to pay attention to the speed of loading the Largest Contentful Paint. The indicator exceeds the norm by 2.3 s.

6. Nuko.lv website has problems with website availability. To improve accessibility, the authors suggest to perform a detailed analysis of hosting.

Literatūra

1. Emarketer. *Global Ecommerce Update 2021* [tiešsaiste], [atsauce 10.04.2021.]. Pieejams: <https://www.emarketer.com/content/global-ecommerce-update-2021>
2. Think with Google. *Find Out How You Stack Up to New Industry Benchmarks for Mobile Page Speed* [tiešsaiste], [atsauce 10.04.2021.]. Pieejams: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/en-ca/marketing-strategies/app-and-mobile/mobile-page-speed-new-industry-benchmarks/>
3. Pingometer. 5 visbiežāk sastopamie iemesli, kāpēc jūsu vietne nedarbojas [tiešsaiste], [atsauce 14.04.2021.]. Pieejams: <https://pingometer.com/blog/5-most-common-reasons-why-your-website-is-down/>
4. GTMetrix. Lighthouse. Monitoringa serviss. [tiešsaiste], [atsauce 11.04.2021.]. Pieejams: <https://gtmetrix.com/first-contentful-paint.html>
5. Website Grader. Monitoringa serviss. [tiešsaiste], [atsauce 11.04.2021.]. Pieejams: <https://website.grader.com/>
6. GeekFlare. Monitoringa serviss. [tiešsaiste], [atsauce 11.04.2021.]. Pieejams: <https://geekflare.com/>
7. UptimeRobot. Monitoringa serviss. [tiešsaiste], [atsauce 10.04.2021.]. Pieejams: <https://uptimerobot.com/>
8. BetterUptime. Monitoringa serviss. [tiešsaiste], [atsauce 10.04.2021.]. Pieejams: <https://betteruptime.com/>
9. HetrixTools. Monitoringa serviss. [tiešsaiste], [atsauce 10.04.2021.]. Pieejams: <https://hetrixtools.com/>
10. Similarweb. Monitoringa serviss. [tiešsaiste], [atsauce 10.04.2021.]. Pieejams: <https://www.similarweb.com/>

LĒMUMA KOKI KLASIFIKĀCIJAS UZDEVUMOS DECISION TREES IN CLASSIFICATION TASKS

Autors: **Lauris STIRNA**, e-pasts: lavrencij@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: Dr.sc.ing., docents **Sergejs KODORS**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. The goal of the study is to develop a classification system for Iris dataset. The analytical development environment called KNIME and freely available Iris dataset were applied in the research. The developed classification is based on the decision tree application. The accuracy of decision tree is compared with artificial neural network.

Keywords: classification, decision trees, ID3.

Ievads

Strauja informācijas tehnoloģiju attīstība, tajā skaitā, arī progress datu uzkrāšanā, uzglabāšanā un apstrādē ļāva lielam daudzumam organizāciju krāt lielu datu apjomu, kuru ir nepieciešams analizēt. Datu apjomi palika tik lieli, ka ekspertu (cilvēku) spēku to apstrādei ir palicis par maz, kas radījis pieprasījumu (līdz ar to arī problēmu) pēc automatiskās analīzes metodēm, kuru skaits ik gadu palielinās un turpina to darīt arī tagad. Lēmumu koki ir viena no tādām automatiskās analīzes metodēm. [4]

Informācijas jomā panāktais progress, jo īpaši datu apstrādes attīstība, rada milzīgu informācijas daudzumu. Tādu lielu informācijas apjomu analīzes rezultātā rodas grūtības iesniegt nepieciešamos datus analīzei piemērotā formā. Galvenā prasība informācijas sistēmai, kas vērsta uz datu analīzi, ir savlaicīga analītikas nodrošināšana ar visu informāciju, kas nepieciešama lēmuma pieņemšanai. Šādu modeļu konstruēšanas metodes parasti tiek attiecinātas uz mākslīgā intelekta jomu. [3] Datu ieguves algoritmi ietver: lēmumu kokus, tuvāko kaimiņu metodi, atbalsta vektora metodi, Baijesas tīklu un neironu tīklus.

Autora izvēle krita tieši uz lēmumu kokiem līdz ar to, ka lēmumu kokus ir vieglāk saprast un interpretēt, taču tie arvien biežāk tiek aizstāti ar daudz jaudīgākām metodēm. Atšķirībā no tām (metodēm) lēmumu koki nebūs labākā izvēle, ja formulētais uzdevums sastāv no pārāk lieliem datu masīviem vairākos līmeņos un/vai kategorijās, kuru gala izklāsts paliks nepilnīgs un daudz sliktāk optimizēts salīdzinājumā ar citiem alternatīviem variantiem. Plašu pielietojumu lēmumu koki ir guvuši rūpniecībā, medicīnā, molekulārajā bioloģijā un banku lietvedībā. [4]

Pētījuma mērķis ir pierādīt **hipotēzi**, ka lēmumu kokus var pielietot, lai automatizētu datu klasifikāciju.

Materiāli un metodes

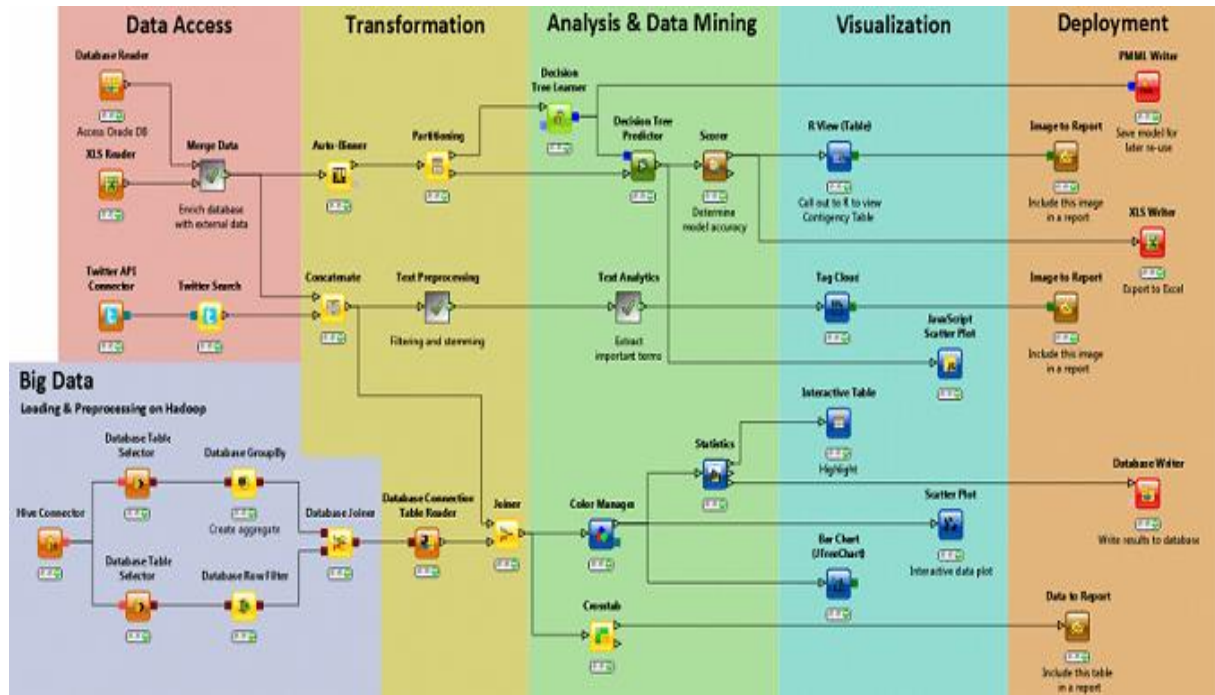
Lai sasniegtu mērķi un pārbaudīt hipotēzi, autors pielietoja analītikas programmu *KNIME* un datu kopu *Iris*.

KNIME vai Knime Analytics Platform (tālāk KAP) ļauj īstenot pilnīgu datu analīzes ciklu, kas ietver datu lasīšanu no dažādiem avotiem, konvertēšanu un filtrēšanu, analīzi, vizualizāciju un eksportu. *KAP* ir *open source* jeb brīvi pieejamā programmatūra, kura var būt noderīga, ja:

- lietotājs grib analizēt datus;
- lietotājs grib analizēt datus un viņam nav zināšanu programmēšanas nozarē;
- lietotājs grib pārskatīt jau realizēto algoritmu bibliotēku, un, iespējams, atrast ko jaunu.

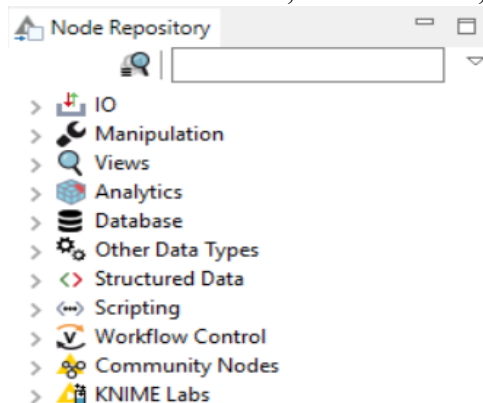
KAP programmēšanas loģikas process tiek veikts, izveidojot darbplūsmu (*workflow*). Darbplūsma sastāv no mezgliem, kas izpilda noteiktu funkciju (piemēram, datu nolasīšana no datu bāzes, to pārveidošana, vizualizācija). Atbilstoši mezgli ir savstarpēji savienoti ar bultiņām, kas norāda datu kustības (plūsmas) virzienu. [2]

KAP oficiālajā mājas lapā ir pieejama diagramma, kura labi atspoguļo, kā var komponēt dažādu tipu mezglus vienā plūsmā (skat. 1. attēlu).



1. att. Dažādu tipu mezglu komponēšanas iespējas [2]

Kā jau minēts, jebkura KAP darbplūsma sastāv no mezgliem (*nodes*), praktiski katram mezglam ir konfigurācijas dialogi, kur lietotājs var konfigurēt iestatījumus. KAP atbalsta šādu mezglu tipus (skat. 2. attēlu): *IO* - datu ievade/izvade (piemēram, *CSV reading*), *Manipulation* – datu pārveidošana (rindu un/vai kolonnu kārtošana, šķirošana), *Views* - datu vizualizācija (dažādu diagrammu un grafiku interpretācija, ieskaitot *Histogram*, *Pie Chart*, *Scatter Plot*, utt.), *Database* – iespēja veidot savienojumu ar datu bāzi, lasīt/rakstīt, *Workflow Control* – ciklu veidošana, grupu iterācijas *workflow* izpildes gaitā, u.c. No mezgliem, kas īsteno datu analīzi, ir pieejamas daudzas statistiskās analīzes metodes (t.s. lineārā korelācija, hipotēzes pārbaude) un *Data Mining* metodes (piemēram neironu tīklu, lēmuma koku, *cluster view* izveide). [2]



2.att. Pieejamo mezglu tipu klāsts

Datu kopa “Iris” ir viena no populārākajām un pazīstamākajām mašīnumācīšanas datu kopām, kas iegūta no *UCI* repozitorijas. *Iris* datu kopu izveidoja R. Fišers (*R.A. Fisher*). Datu kopa “*Iris*” satur trīs dažādas klases, pa 50 objektiem katrā. “*Iris*” esošo atribūtu sarakstu var raksturot kā kategoriskus, nominālus un nepārtrauktus. Eksperti ir minējuši, ka nevienā atribūtā nav trūkstošās vērtības no šī datu kopuma. Datu kopums ir pabeigts. [1]

Pirmā no klasēm ir lineāra kas atšķiras no pārējiem diviem, bet pārējās divas nav lineāli atdalāmas. Kopā 150 gadījumi, kas ir vienādi sadalīti starp trim klasēm, satur četrus kvantitatīvus atribūtus:

- „ziedlapas” garums – daļskaitlis (*double*);
- „ziedlapas” platums – daļskaitlis (*double*);
- „lapas” garums – daļskaitlis (*double*);
- „lapas” platums – daļskaitlis (*double*).

Piektais atribūts ir prognozes atribūts, kas ir klases atribūts, kas nozīmē katru gadījumu ietver arī identifikācijas klases nosaukumu, no kuriem katrs ir viens no trijiem:

- *IRIS Setosa*;
- *IRIS Versicolour*;
- *IRIS Virginica*.

Rezultāti un to izvērtējums

Uzsākot pētniecisko darbību, autors apmeklēja *KNIME* oficiālo māja lapu un lejupielādēja šo brīvi pieejamo analītisko vidi. Lejupielādei ir pieejami *.exe* fails (instalācijai) un *.zip* arhīvs, kurš satur jau izpakotu analītisko platformu, kuru autors arī izmantoja. Papildus tam, tiek lejupielādēta *Iris* datu kopa, kura tāpat ir brīvi pieejama pētījumu un citu darbību veikšanai. Neskatoties uz to, ka turpmāk pētījumā lietos *KNIME* pieejamo mezglu *CSV-reader*, kurš pēc noklusējuma „prasa” failu ar datiem attiecīgi *.csv* formātā, datu kopu “*Iris*” var lejupielādēt *.txt* formātā un tajā pašā formātā padot uz mezglu.

Tālāk, pēc *KNIME* palaišanas, tiek veidots jauns projekts caur pamata izvēlni: *File – New – New KNIME Workflow*, kas tulkojumā ir darbplūsma. Nākošais solis projekta izveidē piedāvā ievadīt darbplūsmas nosaukumu un direktoriju, kur to saglabāt.

Tālāk programma palaiž tukšu darba vidi, kurā autors paredzēja izvietot trīs mezglus, katrs no kuriem pilda attiecīgos uzdevumus:

- *CSV-reader* - mezgls, kurš nolasa *Iris* datus;
- *Decision Tree Learner* - mezgls, kurš mācīsies no iegūtajiem datiem;
- *Decision Tree Predictor* - mezgls, kurš veiks attiecīgo prognozēšanu un parādīs klasifikācijas rezultātu.

Pirms palaist analīzes procesu, tālāk seko *CSV Reader* mezgla konfigurēšana - mezglam ir jānorāda *Iris* datu kopa un jāveic lasīšanas parametru iestatīšana.

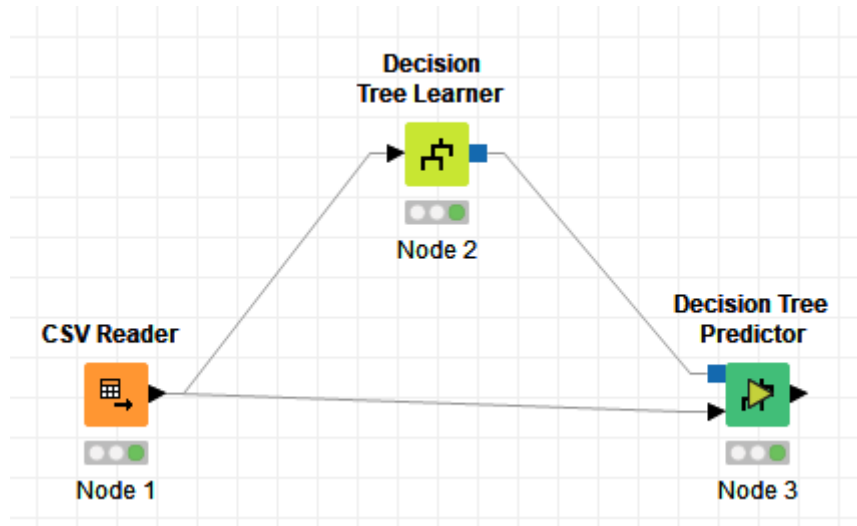
Ņemot vērā to, ka *Iris* datu kopa netiek nekādā veidā rediģēta, iestatījumos jāatslēdz ailes „*Has Column Header*” un „*Has Row Header*” līdz ar to, ka nemainot datu kopas saturu, tai nav nedz kolonnu, nedz rindu virsrakstu, taču tas nemainīs un nekādā veidā netraucēs turpmākai pētījuma veikšanai. Visi pārējie iestatījumi paliek pēc noklusējuma. Pielietojot konfigurāciju (*Apply* poga), *CSV Reader* mezgls iedegsies ar dzeltenu gaismu, un ar to ziņos, ka tas ir gatavs izpildei, tas arī tiek veikts ar *Execute* pogu.

Tālāk programmas vide ziņo par konfigurēšanas nepieciešamību nākošajam mezglam jeb *Decision Tree Learner* mezglam. To arī dara, taču konfigurēšanas logā priekš konkrētā eksperimenta, vajadzības pēc iestatījumu maiņas nav nekādas. Bet neskatoties uz to, ka kaut ko mainīt iestatījumos nav vajadzības, darbplūsmas tālāka izpilde nav iespējama pirms iestatījumu pielietošanas (*apply*) vismaz pēc to noklusējuma.

Pirms pēdējā mezgla konfigurēšanas, atkal ir jāpalaiž mezgla izpilde (*execute*). Rezultātā 2 no 3 mezgliem būs iedegušies ar zaļām gaismām, kas ziņo par veiksmīgu izpildi un par to, ka

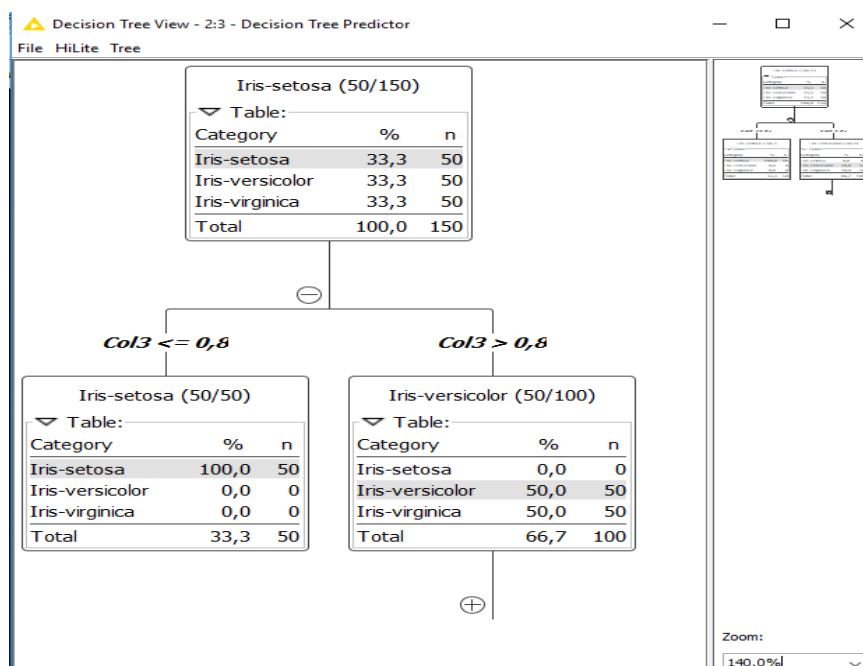
mezgla funkcija ir veiksmīgi pabeigta. Tālāk notiek *Decision Tree Predictor* mezgla konfigurēšana, pēc līdzīga scenārija - mainīt kaut ko iestatījumos nav nepieciešamības, bet to veiksmīga izpilde nav iespējama bez pielietošanas.

Pēc kārtējā pielietojuma (*apply*) un mezgla izpildes (*execute*), rezultātā darbplūsma izskatās šādi (skat. 3. attēlu).



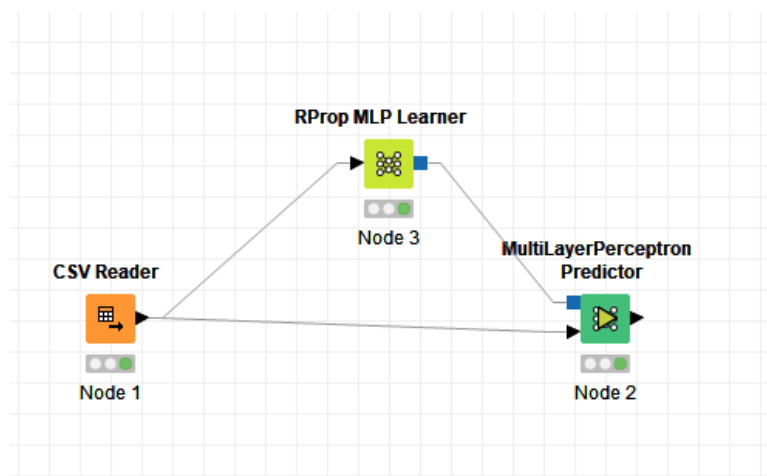
3.att. Lēmuma koka darbplūsmas gala izskats

Kad visi mezgli ir pareizi konfigurēti (šajā gadījumā gandrīz viss palicis pēc noklusējuma) un izpildīti, rezultātam jābūt tādām, kā tas ir redzams augstāk: katrs mezgls deg ar zaļu gaismu. Praktiskā daļa ir paveikta, un pēdējais, kas atliek, ir pārskatīt rezultātu, to var izdarīt, spiežot uz *Decision Tree Predictor* mezglu ar labo peles pogu, un izvēloties „View: *Decision Tree View*”. Rezultātā tiek iegūts tipisks *ID3* algoritma lēmumu koka apraksts (skat. 4. attēlu).



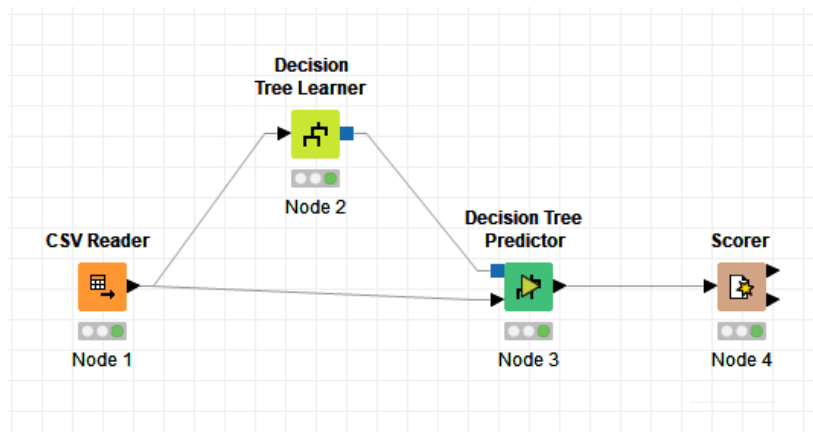
4.att. Lēmuma koka fragmenta ilustrācija

Autors šajā darbā nolēma izanalizēt klasifikatoru rezultātus priekš **atpazīšanas precizitātes** (zemāk), izmantojot salīdzināšanu starp paša klasifikācijas sistēmu ar analogiski realizēto neironu tīkla variantu (skat. 5. attēlu).



5.att. Neironu tīkla darbplūsmas gala izskats

Mēģinot salīdzināt iegūtos rezultātus, parādījās vajadzība pieslēgt papildus *Scorer* mezglu (skat. 6. attēlu), kas ļaus noteikt atšķirību starp lēmuma koku klasifikatora un neirona tīkla klasifikatora rezultātiem procentuālā izteiksmē. Šo soli veica gan lēmuma koku klasifikatora darbplūsmai, gan neironu tīkla darbplūsmai.



6.att. *Scorer* mezgla pieslēgšanas ilustrācija

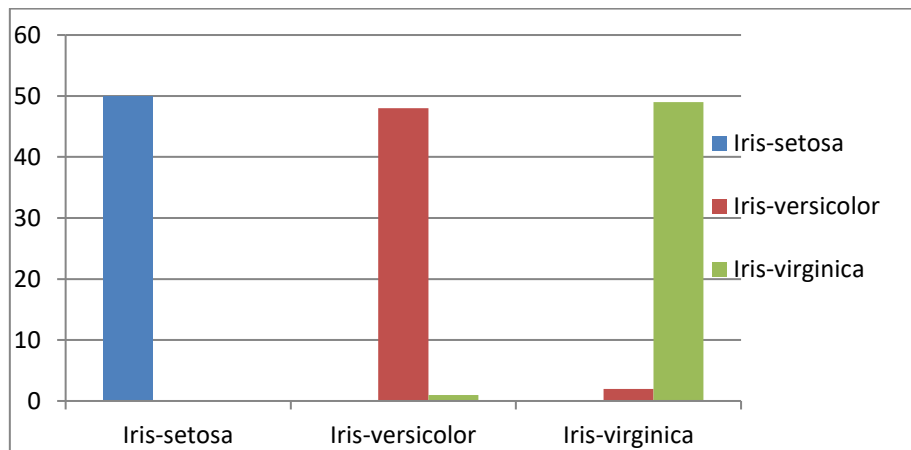
Scorer mezgls atrodams pēc ceļa: *Analytics – Mining – Scoring – Scorer*. Spiežot uz *Scorer* mezglu ar labo peles pogu, un izvēloties „View: Confusion Matrix”, iegūst autoram nepieciešamo procentuālo izteiksmi, kā arī Kohena kapa koeficientu (*Cohen's kappa*), (skat. 7. attēlu).

Par pārsteigumu autoram, gan lēmumu koka, gan neironu tīkla rezultāti bija identiski:

- Nepareizi (*wrong classified*) klasificētas ir 3 gadījumi (skat. 7. attēlu);
- Klasifikācijas precizitāte (*accuracy*) ir 98%;
- Kohena kapa koeficients ir 0,97.

Pie precizitātes līdz 50% (ieskaitot) klasifikācija ir bezjēdzīga, jo to var salīdzināt ar metamo kauliņu. ~75% var uzskatīt par vidēji kvalitatīvu klasifikāciju, 90% un augstāk liecina par praktiski pielietojamo klasifikācijas modeli, uz kuru arī tiecas mūsdienu klasifikācijas attīstība.

Tipisks Kohena kapa kritērija pielietojums ir cilvēku vai priekšmetu novērtējums, ko veic divi eksperti. Šajā gadījumā k norāda ekspertu savstarpējo piekrišanas pakāpi. [3]



7.att. Scorer mezgla ilustrācija stabiņu diagrammas veidā (Y ir piemēru skaits)

Secinājumi

- Priekš darba veiksmīgas izpildes tika izdalīti trīs pamata soļi. Tie visi ir izpildīti, tāpēc mērķis ir sasniegts. Rezultāts (izstrādāt klasifikācijas sistēmu, kas lietos lēmumu kokus) ir pilnā mērā sasniegts;
- Izskanējusi hipotēze darba sākumā ir apstiprinājusies konkrētam gadījumam jeb salīdzinot ar neironu tīkliem tā nepieņēma precizitāte izvēlētajos apstākļos, kaut arī tagad daudz biežāk jau runā par daudz jaudīgākām un populārākām klasifikācijas metodēm;
- Šī pētījumu niša jau ir pietiekami izpētīta un kaut ko pilnīgi novatorisku šeit atklāt ir objektīvi sarežģīti, taču tas neatceļ būtiskāko šī darba mērķi – iepazīstināt un personīgi veidot gan projektu ar pirms nepazīstamo programmatūru, gan veikt analīzi, gan sniegt rekomendācijas turpmākai šīs sfēras attīstībai, kura noteikti turpinās augt un paplašināties;
- Izvēlēta programmatūra, metodes un pieeja ļauj veikt padziļinātu ieskatu šajā virzienā bez jebkādas iepriekšējās specializācijas un/vai izglītības, tas liecina par dotā darba aktualitāti, lai lasītājs varētu ne tikai iepazīties ar saturu, bet arī veikt līdzīgus pētījumus, kādi tie ir aprakstīti šeit;
- Lēmuma koki un *KNIME* vide ir ļoti draudzīga priekš nepieredzējuša lietotāja un pie pareizām un ne visai sarežģītām darbībām izklāsta rezultātus ļoti ilustratīvā veidā, kas atkārtoti atvieglo sapratni par to, kas šajā darbā notiek;
- Izmantotā metodoloģija ar *KNIME* vidi var tikt izmantota daudz plašāk pētāmos jautājumos t.s. eksperimentējot ar citām klasifikācijas metodēm;
- Izmantotā pieeja ir gaužām vienkārša realizācijā un var tikt uzlabota, pielietojot vairāk mezglu darbplūsmā, kuri dažādos veidos var apstrādāt un/vai precizēt datus, to saturiskumu.

Summary

The author looked at the software base found, or the KNIME analytic environment, and the data set for the future Iris Dataset. The author concluded that the chosen environment is very friendly to users without any specification and additional skills and can be used for just knowing the theoretical part of the research to be performed. Both KNIME and Iris Dataset have freely available resources on the Internet and can be freely used by every user.

The work does not apply to the descriptions of through researches and to the full accuracy, as well as performs only the informative function, taking into account that the

direction of the chosen work has been in the active research environment for a long time, and with each passing year, the information on all this is renewed and expanded.

The content of the work emphasizes that decisions trees still remain relevant in some areas and, for the most part, their application remains inactive because of the emergence of increasingly new and more powerful classification methods, with the fact that this field of research is progressively developing now and will develop in the future. During the development of the study, all the hypotheses, objectives and tasks that have been put forward are successfully achieved by applying the methods that were originally planned. The obvious strength of the work is its ease of readability and transparency, as well as the very detailed description of all the work in the experimental part of the work.

The shortcomings can be noted in the not-too-perfect author's qualifications in the chosen direction, thus, in the course of reading, some inaccuracies can be detected in the translations of scientific works and in their personal sense. The main question of this research, whether the decision trees are not completely obsolete method in the field of classification, was clarified and practically proved.

Literatūra

1. M. Swain, S. Kumar Dash, S. Dash, A. Mohapatra. IRIS plant dataset. *International Journal on Soft Computing (IJSC)*, 2012. Vol. 3. No. 1. 80-81 pgs.
2. Владимиров А. Обзор *Knime Analytics Platform* — open source системы для анализа данных. Sk. Internetā (11.05.2018) <https://habr.com/post/320500>
3. Певченко С., Блужин В. Сравнительный анализ алгоритмов нейронной сети и деревьев принятия решений модели интеллектуального анализа данных. Sk. Internetā (24.05.2018) <https://moluch.ru/archive/132/36999/>
4. Шахиди А. Области применения деревьев решений. Sk. Internetā (16.04.2018) <https://basegroup.ru/community/articles/description>

KREDĪTU SALĪDZINĀŠANAS PLATFORMAS RISKU ANALĪZE RISK ANALYSIS OF DIGITAL LOAN COMPARISON PLATFORM

Autore: **Jelena ŠČETILNIKOVA**, e-pasts: scetilnikova@inbox.lv
Zinātniskais vadītājs: Dr.sc.ing., doc. **Sergejs KODORS**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas

Abstract. *Advanced technologies can improve the efficiency of business processes, but incorrect system implementation can also become a huge source of damage. Therefore, the issue of IT security is very important. The concept of IT security has many aspects. One of them is security risk analysis, which must be considered by each system developer. The article describes one of the risk analysis methods - the CORAS method. The goal of research was to complete the risk analysis of the loan comparison platform. As a result, the risk mitigation recommendations were developed.*

Keywords: *credit comparison platform, CORAS, risk analysis.*

Ievads

Viedo un informācijas tehnoloģiju ietekme ir būtiskā mūsdienīgas tautsaimniecības izaugsmē. Tehnoloģijas spēj ne tikai uzlabot biznesa procesu efektivitāti, bet arī kļūt par nopietnu postījumu avotu, ja tos pielietot neapdomīgi. Mūsdienās lielākā biznesa procesu un komunikāciju daļa, kā arī daudzas ikdienas aktivitātes, ir saistītas ar IT pielietojumu. Tas ir būtiski izstrādāt sistēmu, netikai ievērojot lietotāju prasības, bet arī drošības aspektus. Drošības jautājumi ir vieni no nozīmīgākajiem mūsdienīgajā IT industrijā. Vīrusi, tārpi, nesankcionēta piekļuve datiem, haķeru uzbrūkumi ir plaši dzirdāmi draudi, kas var salauzt vai apturēt digitālas sistēmas darbību.

IT drošības jēdzienam ir daudz aspektu. Viens no tiem ir drošības riska analīze, kas ir būtiska jebkādas inženiertehniskās sistēmas izstrādes procesā, sistēmas lietotājam vai sistēmas īpašniekam, lai iegūtu kontroli un zināšanas par sistēmas drošības līmeni. IT riski jāpārvalda tāpat kā tradicionālie biznesa riski. IT risku pārvaldība sastāv no to periodiskas novērtēšanas un pasākumu īstenošanas, lai identificētus riskus samazinātu līdz pieņemamam līmenim. Tajā pašā laikā vajag pareizi novērtēt iespējamus riskus un zaudējumus, lai noteiktu saprātīgu ieguldījumu apjomu risku mazināšanai.

Drošības analīzes ir dārgas un laikietilpīgas, to nevar veikt no sākuma katru reizi, kad sistēma tiek atjaunināta vai modificēta, tāpēc ir nepieciešama metodoloģija, kura spēj viegli papildināt esošu analīzi. Kā viens no risinājumiem ir izstrādāta CORAS risku analīzes metode.

Pētījuma mērķis ir izpildīt risku analīzi kredītu salīdzināšanas platformas lietošanas gadījumam. Mērķa sasniegšanai ir izvirzīti šādi uzdevumi: (1.) klasificēt iespējamus IT riskus; (2.) izstrādāt CORAS risku modeli; (3.) izstrādāt rekomendācijas risku samazināšanai.

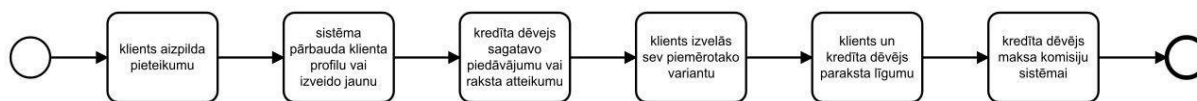
Pielietotās metodes: aprakstošā metode, analīze un klasifikācija, modelēšana, CORAS metode.

Materiāli un metodes

Pirms sākt identificēt un analizēt iespējamus riskus, sākumā jāiepazīstinās ar analīzes sistēmu. Ar citiem vārdiem sākot, mums vajag saprast kas mums jāizsarga, pirms varam saprast kas un kā tam var draudēt vai kaitēt.

Kredītu salīdzināšanas platforma ir informācijas sistēma, pielietojot kuru, varēs sekmīgi sadarboties kredītu dēvēji un kredītuņēmēji, katrs īstenojot savu uzdevumu un lomu. Šajā platformā jebkurš potenciālais kredītaņēmējs var aizpildīt kredīta salīdzināšanas pieteikuma formu, vienu reizi aizpildot nepieciešamo informāciju un pievienojot nepieciešamus dokumentus, un saņemt kredītēšanas piedāvājumus no dažādiem kredīta devējiem, - rezultātā

izvēlēties sev piemērotāko un visizdevīgāko finansēšanas variantu. Šis biznesa process ir attēlots *BPMN2* diagrammā (skat. 1. attēlu):



1. attēls. Īss biznesa procesa apraksts

BPMN ir standartizēta plūsmas diagrammu izveides metode, kas ļauj izveidot un kopīgot viegli saprotamas diagrammas biznesa procesa aprakstīšanai [1].

Šajā sistēmā ir iesaistīti trīs dalībnieki:

- Klients - juridiskā persona, kura vēlas saņemt kredītu;
- Sistēma jeb platformas konsultants – darbinieks vai automātiskie procesi, kuri kontaktē ar klientu un kredīta devējiem;
- Kredīta devējs - partneris, kurš sniedz kreditēšanas pakalpojumus, pielietojot šo sistēmu.

Risku analīze būs veikta, izmantojot *CORAS* metodi. Saskaņā ar metodes vadlīnijām, informācijas sistēmas tiek uzskatītas ne tikai no izmantoto tehnoloģiju viedokļa, bet kompleksā kā sociotehniska sistēma, kurā tiek ņemts vērā arī cilvēciskais faktors. *CORAS* metodoloģija ir izstrādāta Informācijas sabiedrības tehnoloģiju programmu ietvaros. Tās būtība ir tādu riska analīzes metožu kā *Event-Tree-Analysis*, *Markov Chains*, *HazOp* un *FMECA* pielāgošana, pilnveidošana un apvienošana [2]. *CORAS* metodika ir atbalstīta ar rīku, izstrādātu *Java* valodā [3].

Risku analīze saskaņā ar *CORAS* metodi sastāv no septiņiem posmiem [4]:

- 1. posms:** ievadsapulce, kura analītiķi iepazīstinās ar projektējamu vai esošu sistēmu;
- 2. posms:** analītiķi identificē pirmāros draudus un incidentus;
- 3. posms:** mērķis ir precizēt izstrādāto modeli, kuru apstiprina klients;
- 4. posms:** analītiķi papildina, detalizē un precizē nevēlamo incidentu, draudu un ievainojamību sarakstu;
- 5. posms:** seku un to varbūtību novērtēšana katram no identificētajām incidentam;
- 6. posms:** vispārējas analīzes rezultāta prezentācija klientam, ka parasti tam seko uzlabojumi un korekcijas;
- 7. posms:** veltīts uzlabošanai, izmaksu un ieguvumu jautājumu risināšanai.

Rezultāti un diskusija

Risks ir pozitīvs vai negatīvs notikums, kas var izpildas ar noteiktu varbūtību un spēj ietekmēt uz sistēmas darbību un atsaukties uz uzņēmējdarbības vērtībām. Riski ir ārējie un iekšējie faktori vai faktoru kopums, kas var aizkavēt vai mainīt projekta gaitu, vai apdraudēt tas realizācijai. Galvenā risku pazīme ir neparedzamība, tāpēc ir svarīgi sagatavoties reaģēt uz riskiem savlaicīgi vai samazināt to varbūtību. Katrs lietotājs un viņa darba vieta nes savus riskus, bez lietotājiem sistēmai var nest riskus arī darba vides faktori: hakeri, tīkla nepilnības, u.c. [5].

Projekta riski ir identificēti un aprakstīti 1. tabulā, izmantojot *CORAS* metodi [6]:

Projekta riski

Kurš vai ko izraisa risku?	Kā? Kāds ir incidents?	Kas padara to iespējamu?
Hakeris	Ielaužas sistēmā un nozog datus vai ielaiž vīrusu	Nepietiekama drošība
Tehnika	Datoru var salauzt, kļūdas programnodrošinājumā, tīkla problēmas	Nepietiekama aprīkojuma un pakalpojumu kvalitāte
Lietotājs „Klients”	Ielāde inficētu dokumentu	Nepietiekama drošība
Lietotājs „Klients”	Ievada viltotus vai nepatiesus datus	Sistēma nepārbauda datu patiesumu
Lietotājs „Konsultānts”	Bez pamatojuma maina datus pieteikumos	Procedūru neievērošana
Lietotājs „Konsultānts”	Neseko līdz pieteikumu statusam	Procedūru neievērošana
Lietotājs „Konsultānts”	Laicīgi neatbild uz jautājumiem	Procedūru neievērošana
Lietotājs „Konsultānts”	Nekvalitatīva klientu konsultācija	Personāla nepietiekoša profesionalitāte
Lietotājs „Konsultānts”	Izmanto datoru savām vajadzībām, kas neattiecas uz darbu	Nepietiekama drošība un procedūru neievērošana
Lietotājs „Konsultānts”	Informācijas izpaušana trešajai personai	Nepietiekama drošība
Lietotājs „Kredīta devējs”	Laicīgi neapstrādā pieteikumus	Procedūru neievērošana
Lietotājs „Kredīta devējs”	Informācijas izpaušana trešajai personai	Nepietiekama drošība

Nākamais solis ir diagrammas sagatavošana, izmantojot *CORAS* rīku [5] (skat. 2. attēlu).

samazināšanas. Vislielāku risku skaitu nes platformas konsultants, viņa neprofesionalitāte var būt nekvalitatīvas konsultācijas iemesls, iekšējo procedūru neievērošanas rezultātā kredīta pieteikums var nebūt laicīgi apstrādāts un klients būs pazaudēts. Gan platformas konsultantam, gan kredīta devējam ir pieejas klientu datiem, sakarā ar to eksistē risks, kas ir saistīts ar datu nodošanu trešai personai, dati var būt izmantoti citiem mērķiem, kas, savukārt, ir nelikumiska rīcība un ved pie finanšu un klientu uzticības zaudējumiem. Tehnika, savukārt, arī nes riskus, jo programmas kļūdas un vīrusi var traucēt normālam darbības ritmam, rezultātā klientu pieteikumi var nebūt laicīgi apstrādāti.

Nākošais solis būs darbību kopuma noteikšana vai izstrāde, kuri var mazināt katra incidenta varbūtību. Piemērām datoru regulāra tehniska apkope var mazināt bojājumu varbūtību līdz pat nulles procentam. Konsultantu regulāra apmācība un testu nokārtošana var paaugstināt klientu konsultācijas kvalitāti.

Secinājumi

Ir uzzīmēta sākotnēja riska analīzes diagramma, bet projekta darbības gaitā tā būs papildināta gan ar jauniem risku incidentiem, gan ar risku mazināšanas pasākumiem. Jo risku analīze ir pastāvīgs un sistematizēts darbs katra projekta ietvaros. *CORAS* metode neļauj novērtēt drošības pasākumu īstenošanā veikto ieguldījumu efektivitāti, neparedz pārvaldības metožu efektivitātes novērtēšanas mehānismus. Bet viena no *CORAS* metodes pozitīvas puses ir tāda, ka programmnodrošinājums, kas realizē šo metodiku, tiek izplatīts bezmaksas un tā instalēšanai un ieviešanai nav nepieciešami ievērojami resursi.

Darba izvirzītie uzdevumi ir izpildīti: projekta riski ir klasificēti, risku modelis ir izstrādāts, ka arī izstrādātas rekomendācijas risku mazināšanai. Pētījuma mērķis ir sasniegts.

Summary

The purpose of the study is to perform a risk analysis using the loan comparison platform. To achieve the goal, the following objectives were set: (1) to classify potential IT risks; (2) to develop a CORAS risk model; (3) to develop risk reduction recommendations. The loan comparison platform is an information system through which lenders and borrowers can successfully cooperate and fulfill their tasks and roles. On this platform, any prospective borrower can complete a loan comparison application form and receive loan offers from various lenders. Three participants are involved in the process: a client, a platform consultant and a lender. Project risks were identified using the CORAS method (see Table 1) and the risk analysis chart was constructed using the CORAS software (see Figure 2). If the customer accidentally or intentionally enters incorrect information, this may lead to the fact that the credit application will not be processed. In turn, this can lead to a loss of client trust and a decrease in the number of customers. Platform Consultant carries the most risks. His/her unprofessionalism may be the cause of poor-quality consultation and non-compliance with internal procedures may lead to the fact that the loan application will not be processed on time and the client will be lost. Both the platform consultant and the lender have access to customer data, which creates a risk associated with the transfer of data to a third party. Data can be used for other purposes, what is illegal and leads to a loss of financial and customer confidence. Technologies are also fraught with risks, since software errors and viruses can interfere with normal operation. As a result, client applications can not be processed in a timely manner. The next step is to identify or develop a set of actions that can reduce the likelihood of each incident. For example, regular computer maintenance can reduce the probability of damage to zero percent. Regular training of consultants and passing tests can improve the quality of client advice. Risk analysis is the continuous and systematic work of each project. Therefore, the risk analysis chart can be added with new risk incidents and risk mitigation measures during the project.

Literatūra

1. Business Process Model and Notation (BPMN) January, 2011. <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>
2. Dimitrakos T.. (January 2002). CORAS, A Platform for Risk Analysis of Security Critical Systems sk.internetā 27.12.2020 [https://www.researchgate.net/publication/30418730_CORAS -
_A Framework for Risk Analysis of Security Critical Systems](https://www.researchgate.net/publication/30418730_CORAS_-_A_Framework_for_Risk_Analysis_of_Security_Critical_Systems)
3. CORAS Tool 2.0 programma <http://coras.sourceforge.net/downloads.html>
- 4.B,Folken SINTEF, The CORAS model-based Method for security risk analysis [https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF5150/h06/undervisningsmateriale/060930.CORAS-handbook-
v1.0.pdf](https://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF5150/h06/undervisningsmateriale/060930.CORAS-handbook-v1.0.pdf)
- 5.Faizulajev D. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА АНАЛИЗА РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ <https://core.ac.uk/download/pdf/208322484.pdf>
6. Stolen K., Guided Tour of the CORAS Method https://www.researchgate.net/publication/287673426_A_Guided_Tour_of_the_CORAS_Method

VIDEO MĀJU SISTĒMU IESPĒJAS MŪSDIENĀS SMART HOUSE OPPORTUNITIES IN PRESENT

Autors: **Āris ŠPERGA**, e-pasts: as19251@edu.rta.lv
Zinātniskais vadītājs: Profesors, Dr.sc.ing., **Pēteris GRABUSTS**, e-pasts:
Peteris.Grabusts@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: The author performed an analysis why testing is important for e-commerce application. The work contains basic information about testing, software development and e-commerce.

Key words: testing, e-commerce, business

Ievads

Jēdziens viedā māja (angl. Smart house) ietver tādus terminus kā gudrā, intelektuālā, enerģiju taupošā māja. Viedās mājas sistēma apvieno visas patērētājam nepieciešamās funkcijas kopumā, savstarpēji saskaņo elektroiekārtu darbību un maksimāli izmanto to iespējas. Ar vienas pogas nospiešanu viedās mājas sistēma noregulēs apkuri, ventilāciju, drošības sistēmas vai apgaismojumu mājās, šādi atvieglojot steidzīgā patērētāja ikdienu.

Vietās mājas sistēmas mūsu dzīvē ieplūst tādā pašā tempā kā jaunās tehnoloģijas. Tā ir sistēma, kas var nodrošināt mājas komfortu, viegli pārvaldot mikroklimatu, apgaismojumu, drošību un elektriskās ierīces. Šī sistēma tiek ierīkota arī birojos, viesnīcās, siltumnīcās un citās ēkās. Tā ir viegli modificējama: papildināma ar zonu apgaismojumu, atsevišķu ierīču ieslēgšanu/izslēgšanu attālināti, elektroautobiļu stacijas novērošanu, enerģijas taupīšanas monitoringu un daudz citu funkciju. [1]

Pētījuma mērķis: noskaidrot, kādi patērētājam ir ieguvumi no šīs sistēmas izmantošanas.

Pētījuma metodes: monogrāfiskā jeb aprakstošā metode

Pētījuma rezultāti un to izvērtējums

Aprēķināts, ka ar viedās mājas sistēmām, lietotāji ietaupa līdz 30% siltumenerģijas un līdz 70% elektroenerģijas. Tāda ekonomija tiek sasniegta ar precīzu automātisko ēkas funkcijas darbību : kas un cik daudz ir nepieciešams. Piemēram, ieejot telpā, gaismekļi iedegas atbilstoši iepriekš noteiktajiem parametriem, sistēma ņem vērā no āra ienākošo apgaismojumu. Apkures–ventilācijas un ventilācijas sistēmas var reaģēt uz dažādām laikapstākļu izmaiņām pēc izmantošanas nepieciešamības. Viedās mājas sistēmas var reaģēt uz laikapstākļu izmaiņām, gan iekšā, gan ārā. Sistēmu, var iestatīt tā, lai, vadības pulītī izvēloties režīmu GULĒT, ieslēdzas mājas perimetra signalizācija, aizveras žalūzijas, istabā samazinās temperatūra.

Ir jāatzīmē, ka māja, kurā automātiski paceļas garāžas vārti vai pēc kustības iedegas gaismekļi, tiešam nevar dēvēt par viedo māju.

Mūsdienās ikdienu nevar iedomāties bez interneta, datora, televizora, ledusskapja, signalizācijas un daudzām citām iekārtām, ko var atrast daudzās mājās un atvieglo lietotāju sadzīvi un sniedz viņam vairāk komforta. Jaunie laiki ir saistīt ar ātri attīstāmām inovatīvām tehnoloģijām, bet to vadībai tradicionālajā sistēmā ir nepieciešams daudz dažāda veida pulšu, slēdžu, attiecīgo devēju utt.

Viedās mājas scenāriju dažādība ir atkarīga no cilvēka vajadzībām un iztēles. Vairāki iespējamo scenāriju piemēri būtu šādi:

- Žalūziju un logu vadība, ņemot vērā ārtelpu un iekštelpu laikapstākļus
- Signalizācija, kas mobilajā tālrunī paziņo par drošības sistēmas “sajūtām”, kā arī cilvēku uzturēšanās mājās imitācija

- Apkure, ventilācija un gaisa kondicionēšana (AVGK), ko var vadīt attālināti
- Automātiskā laistīšanas sistēmas ieslēgšana, gan grunts mitrums nav vairs vēlamajā līmenī

Viedajai mājai ir divas galvenās funkcijas: optimizēt enerģijas patēriņu un sniegt lietotājam lielāku komfortu

Viedās mājas izvēles kritēriji: Viedā māja ir pievilcīga, jo spēk izveidot lielāku komfortu, ērtību, drošību un energoefektivitāti. Viedā māja esošām iekārtām jādarbojas atbilstoši cilvēku vajadzībām, jo individuāli izvēloties iestatījumus var pārvaldīt praktiski visas eklektiskās ierīces mājā, tāvad parūpēties par to, lai apgaismojums automātiski reaģē uz diennakts laiku, apkure – uz laika prognozi, nemaz nerunājot par iespēju visas jomas pārvaldīt, lietojot tālvadības pultis vai mobilos tālruņus, aizmirstot staigāšanu pie katras ierīces atsevišķi un lielu daudzumu pulšu.

Viedās mājas sistēmas uzstādīšana ir atkarīga no iespējām

1. Uzstādīšana vienlaikus, kad uzstāda visu sistēmu, kas apvieno visas mājas vadības funkcijas
2. Uzstādīšana daļās, t.i. sākumā uzstāda tikai pamatsistēmas, kurām vēlāk var pieslēgt papildus sistēmas

Šīs sistēmas priekšrocības: Komfort un ērta vadība – tā ir iespēja vairākos veidos (uz vietas vai attālināti) vadīt dažādas mājas aprīkojuma daļas. Komforts sniedz lielāku apmierinātību par dzīves kvalitāti un uzlabo darba efektivitāti. Atšķirīgas sistēmas (apgaismojuma, apkures, kondicionēšanas u.c.) var regulēt vien ar dažu pogu nospiešana vai pēc iestatītajiem parametriem automātiski, kas ļauj ietaupīt laiku.

Viedās mājas sistēmas vadības veidi:

- Tiešais – ēkas iekšā tiek izmantoti vadības ekrāni, dažādi slēdži un pultis
- Netiešais – vada attālināti (mobilais telefons, planšete u. c.)

Individualitāte – atsevišķas viedās mājas sistēmas daļas sinhronizēti pārvalda atbilstoši laikam uz apstākļiem – cilvēku esamība telpās, laikapstākļiem. Var izvēlēties arī lietotājam ērtus scenārijus, pie kuriem tiek regulēta iekārtu darbība. Tāpēc tāda sistēma optimāli apmierina pat individuālās mājas vadības vajadzības.

Drošība – Viedai mājai pieslēgtā drošības sistēma iegūst vairāk iespēju. Tā fiksē briesmas (ugunsgrēku, ielaušanos u. c.) un automātiski informē mājas īpašniekus, speciālos dienestus. Ja draud ielaušanās, tiek imitēta cilvēku klātbūtne. Māja vai cits objekts, izskatās tā, ka tajā kāds atrastos, kaut arī tur nav neviena – tiek ieslēgtas gaismas, sadzīves ierīces. Ja izceļas ugunsgrēks, ventilācijas sistēmas tiek regulētas tā, lai liesma izplatītos pēc iespējas mazāk. Turklāt, sistēma parūpējas, lai mājas iemītniekiem aizejot, iekārtas nepaliktu ieslēgtas un vārti ar durvīm tiktu aizslēgti.

Ekonomija – Viedās mājas sistēma nodrošina efektīvu aprīkojuma izmantošanu. Šī iemesla dēļ var uz pusi samazināt elektroenerģijas izdevumus. Turklāt mainās arī apkures un ventilācijas izdevumi – pēc sistēmas uzstādīšanas tie samazinās pat par trešdaļu. Integrētās enerģijas uzskaites un regulēšanas ierīces ne tikai vāc, bet arī analizē datus, tāpēc var vieglāk parūpēties par taupību.

Optimālās izmantošanas iekārtas kalpo ievērojami ilgāk. Tādā veidā tiek samazināti gaismekļu, sadzīves tehnikas remonta un atjaunošanas izdevumi.

Viedās mājas uzstādīšanas procesu veido šādi posmi :

1. Iepazīšanās ar viedās mājas funkcijām un to izvēle
2. Elektrotehniskā projekta sagatavošana (rekomendēts saskaņot ar citiem mājas elektrotīkliem, t. i., ūdensapgādi, kanalizāciju, AVGK, utt.)
3. Elektroinstalācijas izvietojuma darbi
4. Sistēmas uzstādīšana
5. Programmēšana un saskaņošana

6. Dokumentu sagatavošana saskaņā ar līdz beigām uzstādīto sistēmu, jo ļoti bieži, uzstādot sistēmu, projekts ir mainījies attiecībā pret sākotnējo variant, bet bez precīzas savienošanas shēmas nākotnē var rasties lielas problēmas ne tikai iespējamā bojājuma dēļ, bet arī vēloties esošo sistēmu papildināt ar jaunām iekārtām vai ierīcēm
7. Viedās mājas projekta materiāla nodošana lietotājam. Bez šī materiāla objekta īpašniekam nākotnē mainīt vai papildināt sistēmu var būt sarežģīti un dārgi.

Viedās mājas sistēmas

Viedās mājas sistēma apvieno visas mājas vadības funkcijas vienā kopumā, šādi samazinot ārējo iekārtu skaitu. Šo sistēmu var sadalīt pēc uzstādīšanas sarežģītības un zināšanām : kad nepietiek ar elementāru elektrotehnisko izglītību un ir nepieciešams papildus zināšanas par uzstādāmo sistēmu, sistēmu dēvē par profesionālo, bet to, kur nevajag papildus zināšanas – par ‘‘Dari pats’’.

1. tabula

Profesionālās sistēmas un Dari pats sistēmas salīdzinājums [2]

Profesionālā sistēma	‘‘Dari pats’’ tipa sistēma
<ul style="list-style-type: none"> • Uzstādīšanai un programmēšanai ir nepieciešami profesionāli apmācīti speciālisti • Sistēmas tiek izveidotas pēc spējā esošajiem standartiem • Dažādu ražotāju komponenti tiek saskaņoti savstarpēji vienā sistēmā 	<ul style="list-style-type: none"> • Lietotājs iegūst līdz beigām nokomplektētu sistēmu • Sistēmas uzstādīšanai un programmēšanai nevajag profesionālās zināšanas • Sistēmas tiek izveidotas pēc sadzīves tehnikas ražošanas standartiem
Priekšrocības	
<ul style="list-style-type: none"> • Atsevišķu ražotāju izstrādājumu saskaņošana • Praktiski neierobežota funkcionalitāte • Ātra un ērta konfigurācijas maiņa • Iespējams vienots interjera elementu stils • Sistēmas kalpošanas garantija 	<ul style="list-style-type: none"> • Salīdzinoši lēti • Viegli un ātri uzstādāma • Liela ražotāju un sistēmu izvēle
Trūkumi	
<ul style="list-style-type: none"> • Lielāka cena • Ierobežotas iespējas uzstādīt pašam lietotājam 	<ul style="list-style-type: none"> • Mazākas iespējas salīdzinot ar profesionālo sistēmu. Faktiski var izmantot tikai nelielos privātos objektos • Mazāka sistēmas uzticamība un savstarpējā saskaņošana

Summary

There are currently several types of smart home systems available on the market, which differed in capabilities and total cost, it all depends on the user's preferences. Although much has been achieved so far, much remains to be done in smart home technology. Already in the 20th century, people have thought futuristically about what technologies will be in our lives, but not everything has been realized. The latest generation smart home KNX system offers many possibilities compared to the previous generation systems such as LB - Management and eNet Smart Home systems.

Izmantotās literatūras un avotu saraksts

Jung Academy Eastern Europe , KNX Training nepublicētie materiāli. <http://www.knx.lv/>

DEEP LEARNING FOR APPLE AND PEAR RECOGNITION DZIĻĀ APMĀCĪBA ĀBOLU UN BUMBIERU ATPAZĪŠANAI

Authors: **Vitālijs ŽUKOVŠ**, vz16020@edu.rta.lv; **Ilmārs APEINĀNS**, ia16024@edu.rta.lv
Scientific supervisor: **Sergejs KODORS**, Dr.sc.ing. sergejs.kodors@rta.lv
Rezekne Academy of Technologies, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvia

Abstract. The aim of this work is to develop a neural network, which can recognize apples and pears. To achieve the goal, the authors applied AlexNet architecture and the open dataset "Fruits360". The trained model showed a good result testing it on validation images - total accuracy 0.97 and latency 35ms/step. In the future research, authors consider training the neural network model using the MobileNet architecture and verify it using the Cohen's Kappa coefficient.

Keywords. AlexNet, apple, CNN, Fruits360, Food2030, neural network, pear

Ievads

Transfer learning ir mašīnmācīšanas metode, kad modelis, kurš ir izstrādāts priekš viena uzdevuma, tiek atkārtoti izmantots citā uzdevumā [2]. Šī ir populāra pieeja dziļajās apmācībā, kur iepriekš sagatavoti modeļi tiek izmantoti kā sagatave datora redzes un dabiskās valodas apstrādes uzdevumiem, ņemot vērā milzīgos aprēķina un laika resursus, kas nepieciešami neironu tīkla modeļu izstrādāšanai.

Neironu tīkla apmācīšana ietver sevi arhitektūru, datu kopu, apmācības parametrus un datu kopas pārveidojumus. Izmantojot AlexNet arhitektūru, CIFAR-10, CIFAR-100 [6] un Fruits 360 [3] datu kopas, tika apmācīts neironu tīkls, pielietojot *transfer learning* metodi (tālāk TL).

Šī pētījuma mērķis ir apmācīt neironu tīklu, pielietojot TL metodi un salīdzināt rezultātus ar neironu tīklu bez TL metodes pielietošanas.

1. Materiāli un metodes

Eksperimenta laikā tika pielietotas trīs datu kopas: CIFAR-10, CIFAR-100 un Fruits360. Datu kopu īpašības ir attēlotas 1. tabulā.

Lai izpildītu mašīnāpmācības uzdevumus, tika pielietoti TensorFlow un Keras izstrādes rīki. TensorFlow [4] korektam darbam ar GPU, bija nepieciešams pieinstalēts klāt:

- Python 3.7.6 – programmēšanas valoda;
- CUDA Toolkit – paralēlas skaitļošanas platforma neiron tīklā paātrināšanai izmantojot GPU jaudu;
- cuDNN – dziļās apmācības bibliotēka, kura nodrošina optimizēšanu standarta operācijām: apvienošana, normalizācija un slāņu aktivācija;
- Anaconda – Python datu zinātnes standarta platforma, kura ir paredzēta mašīnmācīšanas uzdevumiem [5];
- TensorFlow 2.1.0 – atvērta bibliotēka mašīnāpmācības uzdevumiem, kuru izstrādāja Google, lai ātri realizētu neiron tīklus un apmācītu tos.
- TensorFlow GPU – tiek izmantota veikt aprēķinus pielietojot GPU.

Datu kopas

Nosaukums	Klases	Attēli	Trenēšanai	Pārbaudei
<i>Fruits 360</i>	120	81120	60498	20622
<i>CIFAR-10</i>	10	60000	50000	10000
<i>CIFAR-100</i>	100	60000	50000	10000

Eksperimenta laikā tika sagatavots *Python* skripts, kuru var sadalīt uz 6. posmiem:

1. Datu kopu sagatavošana un datu augmetācija [7, 8];
2. Modeļa apmācība ar *CIFAR-10* un *CIFAR-100*;
3. Modeļa slāņu iesaldēšana un izejas mainīšana;
4. Modeļa apmācība ar *Fruits360-120*;
5. Modeļa slāņu iesaldēšana un izejas mainīšana;
6. Modeļa apmācība ar *Fruits360-3*.

Datu sagatavošanā ietilpst datu kopas atrašana, pieslēgšana un attēlu sakārtošana. Tālāk sakārtoti dati tiek apstrādāti (pagriezti, palielināti, utt.). Datu augmentācija ir metode, kā mākslīgi izveidot jaunus apmācības datus no esošajiem apmācības datiem. Tas tiek darīts, piemērojot specifiskās metodes piemēriem no apmācības datiem, kas rada jaunus un atšķirīgus apmācības piemērus.

Otrajā punkta modelis tiek apmācīts ar *CIFAR* datu kopas palīdzību. Pirmais slānis tiek iesaldēts, tāpēc ka tas atbild par līniju, krāsu, leņķu atpazīšanu (skat. *1.1. att.*) un izmainīta izeja, no 10 un 100 klasēm uz 120.



1.1. attēls. Modeļa iesaldēto slāņu vizualizācijas piemērs [1]

Tālāk modelis tiek apmācīts atpazīt augļus ar *Fruits360* datu kopas palīdzību un beigās tiek nomainīts klašu daudzums no *Fruits360-120* uz *Fruits360-3*, kas ir nepieciešams tieši priekš ābolu, bumbieru attēlu atpazīšanas. Modeļa apmācība ar *Fruits360-3* tika atkārtota 10 reizes.

Sākumā, modelis tiek apmācīts atpazīt līnijas un krāsas. Ar *Fruits360-120* datu kopu, modelis tiek apmācīts atpazīt augļus un pēc tam to pārāpmāca atpazīt tieši tos augļus, kuri ir nepieciešami (ābolus un bumbierus).

Eksperimentam par pamatu tika paņemta *AlexNet* arhitektūra. Eksperimenta *AlexNet* arhitektūras modeli, kas tika izmēģināti eksperimentā ir attēloti *2. tabulā*. Izmantotajiem arhitektūras modeļiem ir dažādi filtru izmēri. Filtra izmērs iestata konvolūcijas darbībā izmantoto filtru skaitu.

Kā var pamanīt, agrākie 2D konvolūcijas slāņi, kas ir tuvāk ievadei, mācās mazāk filtru, bet vēlākie - vairāk.

Eksperimenta AlexNet modeli

<i>Layer (type)</i>	<i>AlexNet16</i>	<i>AlexNet32</i>	<i>AlexNet64</i>
<i>conv2d-1</i>	(48, 48, 16)	(48, 48, 32)	(48, 48, 64)
<i>batch_normalization</i>	(48, 48, 16)	(48, 48, 32)	(48, 48, 64)
<i>max_pooling2d</i>	(24, 24, 16)	(24, 24, 32)	(24, 24, 64)
<i>conv2d-2</i>	(20, 20, 16)	(20, 20, 32)	(20, 20, 64)
<i>batch_normalization-1</i>	(20, 20, 16)	(20, 20, 32)	(20, 20, 64)
<i>average_pooling2d</i>	(10, 10, 16)	(10, 10, 32)	(10, 10, 64)
<i>dropout-1</i>	(10, 10, 16)	(10, 10, 32)	(10, 10, 64)
<i>conv2d-3</i>	(7, 7, 32)	(7, 7, 64)	(7, 7, 128)
<i>batch_normalization-2</i>	(7, 7, 32)	(7, 7, 64)	(7, 7, 128)
<i>dropout</i>	(7, 7, 32)	(7, 7, 64)	(7, 7, 128)
<i>dense</i>	(512)	(512)	(512)
<i>dropout-2</i>	(512)	(512)	(512)
<i>out_layer</i>	(10)	(10)	(10)

2. Rezultāti

Neironīklu apmācības rezultāti ir apkopoti 3.-8. tabulās. 3. un 4. tabulā ir attēloti AlexNet16 apmācības un modeļa parametri, kā arī eksperimenta rezultāti, izmantojot CIFAR datu kopas priekšapmācības laikā. Atbilstošu informāciju var atrast par AlexNet32 (skat. 5.-6. tabulas) un AlexNet64 (skat. 7.-8. tabulas).

AlexNet16

<i>CIFAR-10</i>							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
524	200	605	1056	956 426	96	0.82686	0.7872
<i>FRUITS360-120</i>							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
100	20	795	320	988 504	24 448	0.95552	0.97963
<i>FRUITS360-3 (average of 10 repeat)</i>							
<i>Time (min)</i>			<i>Accuracy</i>			<i>Validation accuracy</i>	
3.28			0.96269			0.97239	

AlexNet16

<i>CIFAR-100</i>							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
763	200	571	1449	1 002 596	96	0.47080	0.48100
<i>FRUITS360-120</i>							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
100	20	800	310	988 504	24, 448	0.98681	0.96856
<i>FRUITS360-3 (average of 10 repeat)</i>							
<i>Time (min)</i>			<i>Accuracy</i>			<i>Validation accuracy</i>	
8.53			0.96474			0.97514	

5. tabula

AlexNet32

CIFAR-10							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
573	200	623	1212	1 672 426	256	0.82126	0.7879
FRUITS360-120							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
74	20	806	240	1 726 424	2 688	0.99126	0.99695
FRUITS360-3 (average of 10 repeat)							
<i>Time (min)</i>			<i>Accuracy</i>			<i>Validation accuracy</i>	
8.91			0.96643			0.95765	

6. tabula

AlexNet32

CIFAR-100							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
366	200	560	683	1 718 596	256	0.56978	0.49260
FRUITS360-120							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
73	20	780	227	1 726 424	2 688	0.99246	0.99622
FRUITS360-3 (average of 10 repeat)							
<i>Time (min)</i>			<i>Accuracy</i>			<i>Validation accuracy</i>	
5.25			0.97208			0.95673	

7. tabula

AlexNet64

CIFAR-10							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
390	200	645	845	4 012 618	256	0.88224	0.7793
FRUITS360-120							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
63	20	847	211	4 064 184	5 120	0.99567	0.99598
FRUITS360-3 (average of 10 repeat)							
<i>Time (min)</i>			<i>Accuracy</i>			<i>Validation accuracy</i>	
10.27			0.97319			0.94981	

AlexNet64

<i>CIFAR-100</i>							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
306	200	566	576	4 058 788	256	0.67250	0.48950
<i>FRUITS360-120</i>							
<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time (ms/step)</i>	<i>Time (min)</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Validation accuracy</i>
50	20	761	153	4 027 256	42 048	0.99076	0.99525
<i>FRUITS360-3 (average of 10 repeat)</i>							
<i>Time (min)</i>			<i>Accuracy</i>		<i>Validation accuracy</i>		
5.46			0.94406		0.93027		



1.2. attēls. Modeļa trenēšanas un validācijas diagrammas piemērs

Secinājumi

Neironu tīklu apmācībā ir diezgan liels un apjomīgs laika ziņā process. Priekš apmācības ir nepieciešams sagatavot datu kopu, ka arī izvēlēties arhitektūru. Pielietojot *transfer learning* metodi, ir iespējams atkārtoti izmantot iepriekš apmācītu modeli citām vajadzībām. Izmantojot *AlexNet* arhitektūru un *CIFAR* un *FRUITS360* datu kopas tika veikts *transfer learning* eksperiments, kurā, ar *CIFAR* datu kopas apmācītais modelis, tika pārmācīts atpazīt ābolus un bumbierus ar *FRUITS360* datu kopas palīdzību.

Eksperiments tika sadalīts uz trim etapiem:

1. Modeļa apmācība ar *CIFAR10* aizņēma ~17,5 stundas un rezultātā tika iegūta apmācības precizitāte ~0.78% (priekš *AlexNet16* arhitektūras);
2. Modeļa apmācība ar *FRUITS360-120* aizņēma ~5.3 stundas un rezultātā tika iegūta precizitāte ~0.98% (priekš *AlexNet16* arhitektūras);
3. Modeļa apmācība ar *FRUITS360-3* aizņēma ~3.5 minūtes un tika iegūta precizitāte ~0.96% (priekš *AlexNet16* arhitektūras).

Līdz ar to var secināt, ka apmācības laiks ir samazinājies 3 reizēs.

Acknowledgement

Funding institution: Latvian Council of Science

Funding number: lzp-2019/1-0094

Acronym: FLPP-2019-1

Funding text: This research is funded by the Latvian Council of Science, project “Application of deep learning and datamining for the study of plant-pathogen interaction: the case of apple and pear scab”, project No. lzp-2019/1-0094

Summary

Neural network training is a rather large and time-consuming process. For training it is necessary to prepare a data set, as well as to choose the architecture. Using the transfer learning method, it is possible to reuse a previously trained model for other purposes. Using the AlexNet architecture and the CIFAR-FRUIT360 data set, a transfer learning experiment was performed in which, with the CIFAR data set, the model was trained to recognize apples and pears using the FRUIT360 data set.

The experiment was divided into three stages:

- 1. Model training with CIFAR10 took ~17.5 hours and as a result training accuracy ~0.78% was obtained (for AlexNet16 architecture);*
- 2. Model training with FRUIT360-120 took ~5.3 hours and resulted in accuracy of ~0.98% (for AlexNet16 architecture);*
- 3. Model training with FRUIT360-3 took ~3.5 minutes and the accuracy was ~0.96% (for AlexNet16 architecture).*

Thus, it can be concluded that the training time has decreased 3 times.

Literatūra

- [1] Konvolūcijas neironu tīkli attēlu atpazīšanai [tiešsaiste], [atsauce uz 01.03.2021]. Pieejams: <https://habr.com/ru/post/456186/>
- [2] *Transfer learning* [tiešsaiste], [atsauce uz 01.03.2021]. Pieejams: <https://machinelearningmastery.com/transfer-learning-for-deep-learning/>
- [3] *Fruits360* datu kopa [tiešsaiste], [atsauce uz 01.03.2021]. Pieejams: <https://www.kaggle.com/moltean/fruits>
- [4] *TensorFlow* [tiešsaiste], [atsauce uz 01.03.2021]. Pieejams: <https://www.tensorflow.org/about>
- [5] *Anaconda* rīks [tiešsaiste], [atsauce uz 01.03.2021]. Pieejams: <https://www.anaconda.com/why-anaconda/>
- [6] CIFAR datu kopa [tiešsaiste], [atsauce uz 01.03.2021]. Pieejams: <https://www.cs.toronto.edu/~kriz/cifar.html>
- [7] Datu augmentācija [tiešsaiste], [atsauce uz 03.03.2021]. Pieejams: <https://algorithmia.com/blog/introduction-to-dataset-augmentation-and-expansion>
- [8] Datu augmentācija [tiešsaiste], [atsauce uz 07.03.2021]. Pieejams: <https://medium.com/analytics-vidhya/data-augmentation-is-it-really-necessary-b3cb12ab3c3f>

**VIDES AIZSARDZĪBA,
INŽENIERZINĀTNES**

**BEZARŠANAS TEHNOLOĢIJAS IETEKME UZ AUGSNES
REGENERATĪVIEM PROCESIEM UN NEZĀĻAINĪBU
IMPACT OF NO TILL TECHNOLOGY ON SOIL REGENERATIVE
PROCESSES AND WEEDINESS**

Autore: **Māra AVIŠĀNE**, avisane.mara@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītāja: **Rasma TRETJAKOVA, Dr.biol.**,
e-mail: Rasma.Tretjakova@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. *The paper reflects the importance of crop rotation and its impact on weeds, as well as the impact of plowing technology on regenerative processes. There are crops like oats, canola, beans that improve the soil, so they are good precursors. The cultivation of monocultures has been shown to lead to the degradation and reduction of soil organic matter. The paper investigates how the amount of weeds on a farm changes with the introduction of no till technology.*

Keywords: *no till technology, weeds, regenerative processes.*

Ievads

Kopumā SEG emisijas lauksaimniecībā jau 2014. gadā veidoja 24% no kopējām emisijām Latvijā. Lielākā daļa no šīm emisijām jeb 59,6% bija no lauksaimniecībā izmantotajām zemēm un to apsaimniekošanas, 32% no zarnu fermentācijas un 7,5% no kūtsmēsļu apsaimniekošanas.[1]

Kā arī vienu no galvenajiem attīstības virzieniem nosaka Latvijas Nacionālais attīstības plāns 2021.–2027. gadam, kurā minēts pāris gadu laikā Latvijā jāievieš viedo un videi draudzīgo tehnoloģiju ieviešana t.i., mazāk minerālmēsļu un augu aizsardzības līdzekļu izmantošana un vairāk videi draudzīgas metodes. [2]

Kā viens no risinājumiem lauksaimniecībā arkli jānomaina uz augsnes bezaršanas iekārtām, kas ar disku palīdzību iestrādā sēklu augsnes virskārtā. Ja zeme tiek uzarta, dabiskā vide tiek izjaukta, turklāt auglīgā augsnes virskārta iestrādāta dziļākos slāņos, kas atkal liek domāt par lauku mēslošanu. Bezaršanas tehnoloģija ir vērsta uz augsnes organiskā sastāva un barības elementu palielināšanu, ko nodrošina tas, ka pēc pamatkultūras novākšanas tiek sēta starpkultūra vai tiek ievērota augu maiņa. Bezaršanas tehnoloģija palīdz samazināt oglekļa izdalīšanos gaisā jeb ierobežo siltumnīcas efekta veidošanos. Šīs tehnoloģijas sējmašīna palīdz veikt uzreiz divas pamatdarbības — sēju ar pamatmēslojuma iestrādi. Vēl kā vienu no priekšrocībām šādai audzēšanas tehnoloģijai jāpiemin augsnes erozijas novēršana. Kā zināms, to aramzemē izraisa divi faktori - ūdens vai vējš, kas vienkārši aizpūš vai aizskalo augsnes auglīgāko slāni. Pielietojot šo tehnoloģiju, augsni no šiem faktoriem pasargā pastāvīgi augošie augi. [3]

Jau 1968. gadā tika veikti eksperimenti un pieņemta 6- lauku augu seku. Sākotnēji augu seka bija šāda: kvieši-kvieši- kvieši- papuve-kartupeļi.[4]

Mūsdienās ievēro, ka vienas dzimtas kultūras audzēšana vairākus gadus pēc kārtas pakļautas kaitēkļiem, slimībām, ražas zudumiem. Audzējot dažādu dzimtu augus, veidojas augu atliekas, kas ir noderīgas nākošajiem kultūraugiem. Pākšaugi bagātina augsni ar slāpekli, samazina nepieciešamību pēc slāpekļa pievienošanas augsnei. [5]

Ar starpkultūru augsnei tiek dotas barības vielas un labāka izmantojamība nākošajam kultūraugam. Ar augu saknēm tiek izveidota dabiska mikro meliorācijas sistēma. Mitrā laikā lieko ūdeni uzņem augi, savukārt sausos apstākļos, starpkultūra, eļļas rutkus, baltās sinepes, facēliju, auzas, lopbarības redīsus (uzlabo smagas blīvas augsnes struktūru), kas paliek augsnes

virskārtā, nodrošina tādu kā mulču, kas neļauj augsni izkaltēt. Tā kā starpkultūra piesaista mēslojumu, arī lielos nokrišņos mēslojums netiek izskalots. Šīs kultūras atnākot ziemai, pakāpeniski nosalst un sakņu sistēma pamazām mikroorganismu darbības rezultātā sāk noārdīties, taču sakņu izveidotie kanāliņi paliek, kas rada daudz labāku augsnes porainību. Tā rezultātā tiek uzlaboti augšanas apstākļi pēcaugiem. Starpkultūru sakņu sistēma ir laba barības bāze visdažādākajiem augsnes mikroorganismiem, sīkbūtnēm un augsnes organismiem. Tādā augsnē ir daudz grūtāk savairoties patogēniem mikroorganismiem un nematodēm. Augsne kļūst veselīgāka, tā nodrošinot dārzena kultūru sakņu sistēmām labāku attīstību. Augu maiņa palīdz cīnīties ar augsnes noplicināšanu un nezālēm. [6]

Rapsi tomēr nedrīkst sēt biežāk ik pēc 4 gadiem, veidojas krustziežu sakņu augoņi jeb *Plasmodiophora brassicae*, kas tiek uzskatīta par vienu no postošākajām slimībām rapšu sējumos, notiek sējot rapsi katru gadu vienā laukā. Rapsis palielina barības vielu un jo īpaši slāpekļa saturu augsnē, atstāj labvēlīgu ietekmi uz pēcaugiem. [7]

Augsnes, kas piesātinātas ar anabiotiskajiem jeb reģeneratīvājiem mikroorganismiem, ir vienreizēji auglīgas. Augi tādās augsnēs labi aug, tie ir apbrīnojami veseli un brīvi no nezālēm. Kad pārsvaru augsnē gūst deģeneratīvie jeb patogēnie mikroorganismi, augu augšana ir palēnināta, tie ir slimi un vāji, nomākti ar nezālēm un kaitēkļiem, nespējīgi saražot gandrīz neko bez agroķīmikālijām un mākslīgā mēslojuma. [8]

Daudz pētījumu pievēršas augsnes organisko vielu saturu izmaiņām sakarā ar augsnes apstrādes veida izmaiņu. Smith savā pētījumā analizējot 17 izmēģinājuma rezultātus, konstatējis, ka augsnes apstrādes intensitātes samazināšana, pārejot no augsnes aršanas uz bezaršanas tehnoloģiju, palielina augsnes organiskā oglekļa saturu par $0.73 \pm 0.39\%$ gadā. Izmaiņas ir ilgstošas, un jaunu līdzsvaru augsnes organiskās vielas sasniedz tikai 50 līdz 100 gadu laikā. Pētījuma autori uzsver, ka šāda augsnes apstrādes maiņa izraisa organiskā oglekļa satura pieaugumu galvenokārt augsnes virskārtas 8 cm biezā slānī, mazāk tas izteikts 8-15 cm dziļumā, bet dziļāk par 15 cm izmaiņas praktiski nav novērotas. [9]

Vairākos pētījumos ir pierādīts, ka konvencionālā monokultūru sistēma arī noved pie augsnes organisko vielu degradācijas un satura samazināšanās. Polijā izmēģinājumos monokultūrā audzējot ziemas kviešu, tritikāli, auzas, organisko vielu saturs augsnē praktiski palika nemainīgs, bet zirņu un pupu bezmaiņas sējumos 12 gadu laikā organisko vielu saturu augsnē samazinājās. [10]

Materiāli un metodes

Pētījums veikts vienā no Rēzeknes novada zemnieku saimniecībām, kur īpašumā apsaimnieko 131 ha zemes, no kuriem 56 ha ir īpašumā un 75 ha ir nomā. Līdz 2016 .gadam notika pilnīga augsnes apstrāde, sākot ar aršanu, kultivēšanu, ecēšanu, pēc graudu nokulšanas atkal augsne uz ziemu tika aparta. Šāda veida augsnes apstrāde izraisa eroziju. Augsnes eroziju aramzemē izraisa ūdens vai vējš, aizpūšot vai aizskalojot lielu augsnes daudzumu, tādēļ kopš 2016. gada augsnes virskārta netiek uzirdināta, saimniecība ir izvēlējusies strādāt pēc bezaršanas tehnoloģijas. Atšķirībā no parastās sējmašīnas, sēklas tiek iespiestas zemē ar speciālu disku palīdzību. Tehnoloģija ir unikāla ar to, ka zeme netiek kustināta, ļaujot augsnei dzīvot dabīgu procesu. Pētījumā izmantoti lauki, kas pieder saimniecībai īpašumā 57 ha (sanumurēti 22.lauki). Dominē smilšmāls (sL), augsnes analīzes saimniecībā veiktas pirms bezaršanas tehnoloģijas ieviešanas, organiskās vielas saturs vidējais rādītājs laukiem bija 1 % , $K_2O - 7,3 \text{ mg/ } 100 \text{ g}$, $P_2O_5 - 2,6 \text{ mg/ } 100 \text{ g}$ un $Mg - 16 \text{ mg/ } 100 \text{ g}$, augsnes reakcija – $pH_{KCl} 6,6$. 1.tabulā redzams kultūraugu maiņa un starpkultūras laika peroidā no 2016. gada līdz 2020. gadam.

Kultūru maiņa no 2016. gada līdz 2020. gadam

Lauka nr. Gads	1.	2.	3.	4.
	Arts	Nearths	Arts	Nearths
2015	Z. kvieši	Z.kvieši	Z.kvieši	Pupas
2016	Z. kvieši	Z. kvieši	Z.rapsis	Z.kvieši
2017	Z. kvieši	Z. kvieši	Z.kvieši	Z.rapsis
2018	Griķi	Starpkulūra Teralife n-fix	Starpkulūra Teralife n-fix	V.mieži
2019	Z. kvieši	Z. kvieši	Z.rapsis	Pupas
2020	Z. kvieši	Z. kvieši	Z.kvieši	Z.kvieši
	5.	6.	7.	8.
2015	Z.rapsis	Z.kvieši	Z.mieži	V.rapsis
2016	V.mieži	Z.rapsis	V.rapsis	Z.kvieši
2017	pupas	V. mieži	V.kvieši	Pupas
2018	Z.kvieši	Pupas	Pupas	Z.kvieši
2019	Z.rapsis	Z.kvieši	Z.kvieši	Z.rapsis
2020	V.mieži	Z.rapsis	Z.rapsis	V.mieži
	9.	10.	11.	12.
2015	V.rapsis	V.rapsis	Z.kvieši	Z.kvieši
2016	Z.kvieši	Z.kvieši	Z.rapsis	V.rapsis
2017	Z.rapsis	Z.rapsis	V.mieži	V.mieži
2018	V.mieži	V.mieži	V.rapsis	V.rapsis
2019	Pupas	Pupas	Z.kvieši	Z.kvieši
2020	Z.kvieši	Starpkulūra Teralife n-fix	Starpkulūra Teralife n-fix	Z.rapsis
	13.	14.	15.	16.
2015	griķi	Z.kvieši	V.mieži	Z.kvieši
2016	V.rapsis	Z.rapsis	Z.rapsis	Z.kvieši
2017	V.kvieši	V.kvieši	V.kvieši	griķi
2018	Z.kvieši	Z.kvieši	Pupas	Z. kvieši
2019	Auzas	Z.rapsis	V.mieži	Z.kvieši
2020	Z.kvieši	Z.kvieši	Z.rapsis	Z.kvieši
	17.	18.	19.	20.
2015	Pupas	Z.kvieši	Z.rapsis	Z.kvieši
2016	V.mieži	Z.kvieši	Z.kvieši	Z.kvieši
2017	Z.rapsis	Z.rapsis	Starpkulūra Teralife n-fix	Starpkulūra Teralife n-fix
2018	Z.kvieši	Z.kvieši	Z.rapsis	Z.rapsis
2019	Pupas	V.rapsis	Z.kvieši	V.kvieši
2020	V.mieži	V.mieži	Z.rapsis	Auzas
	21.	22.		
2015	V.mieži	Pupas		
2016	V.kvieši	v.rapsis		
2017	V.rapsis	v.kvieši		
2018	Eļļas rutks	Pupas		
2019	V.kvieši	v.rapsis		
2020	V.kvieši	v.kvieši		

Zemnieku saimniecībā starpkultūras izvēlētas pēc augsnes ielabošanas īpašībām un priekšauga, skat. 2. tabulā.

2.tabula

Starpkultūru apraksti

Nosaukums	Apraksts
Starpkultūra - Terralife N-FIX	Starpkultūras maisījums pēc ziemas miežiem, agrām ziemas kviešu šķirnēm vai papuvēs, kā priekšaugi ziemas rapsim, ziemāju graudaugiem. N-fix uzlabo augsnes struktūru, to bagātina ar humusu un atdzīvina samocītas, sablīvētas augsnes. Maisījuma sastāvā: pelēkie zirņi 50 %, vasaras vīķi 26 %, griķi 8 %, saradella 5 %, persijas āboliņš 2 %, guizotija 2 %, facēlija 1 %, saulespuķes 1 %.
Starpkultūra griķi - Aiva	Īss augšanas periods 2-3 mēneši, samazina augsnes skābumu, nomāc nezāles,
Vasaras rapsis - Mosaik	Reizi četros gados augsnes uzlabošanai sēj. rapšu saknes aug 100 –150 cm dziļumā, 92-95% no tām izvietojušās 105 cm dziļumā, irdina augsni, tādējādi veicina gaisa, ūdens un barības vielu apriti, uznes barības vielas no augsnes dziļākajiem slāņiem uz virskārtu.
Eļļas rutks	Eļļas rutks novērš slimību un kaitēkļu izplatību augu sekā, nomāc nezāles un ierobežo to izplatību, uzlabo augsnes auglību un palielina pēcaugu ražu.

Rezultāti un to izvērtējums

Pirms bezaršanas tehnoloģijas uzsākšanas zemnieku saimniecībā, tika piefiksētas nezāles 2016. gadā pavasarī un 2020. gada pavasarī, lai salīdzinātu nezāļu spektru un nezālainību. Katrā laukā nezāles skaitītas 3 atkārtojumos, uzskaitē izmantojot 0.1 m² kopumā konstatētas 23 nezāļu sugas, no kurām biežāk sastopamās ir maura sūrene (*Polygonum aviculare*), ķeraiņu madara (*Galium aparine*), ārstniecības pienene (*Taraxacum officinale*), tīruma kosa (*Equisetum arvense*) u. c.

Apkopojot rezultātus, secināts, ka maura sūrene, ķeraiņu madara, tīruma vijolīte dominē visos laukos, neatkarīgi no augsnes apstrādes veida. Tīruma vijolīte izplatīta vairāk artajos laukos, bet madara-izmantojot bezaršanas tehnoloģiju. Vārpatas, kosas izplatību veicina atkārtoti kviešu sējumi, kad augsne netika uzarta.

Lāčauza, tīruma usne, maura skarene, ārstnieciskā pienene, kumelīte piefiksēta tikai atsevišķos laukos.

**Nezāļu spektrs atkarībā no augsnes apstrādes veida
(gab m²) ziemas kviešu sējumos**

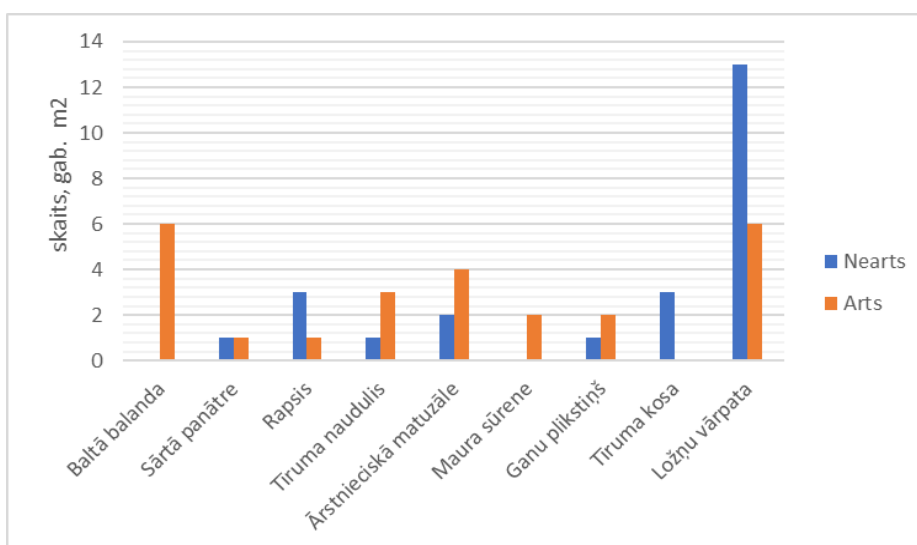
Priekšaugš Nezāļu veids	Arts (2016.g.)			Nearts (2020 g.)		
	Pupas- kvieši	Rapsis- kvieši	Kvieši- kvieši	Pupas- kvieši	Rapsis- kvieši	Kvieši- kvieši
Ložņu vārpata	0	0	0	0	0	5
Tīruma kosa	0	0	0	2	0	5
Dārza vējgriķis	2	2	2	3	4	6
Tīruma vijolīte	3	2	4	2	1	2
Rapsis	0	0	0	2	1	6
Parastā virza	0	0	2	7	8	10
Tīruma atraitnīte	0	5	0	0	4	0
Parastā rudzuskulga	4	3	12	4	3	6
Tīruma kumelīte	1	6	2	3	10	9
Baltā balanda	0	20	12	0	18	11
Tīruma zvēre	0	4	5	1	9	6
Ķeraiņu madara	4	6	8	15	15	14
Maura sūrene	20	21	22	10	11	12
lāčuza	1	0	0	1	1	1
Tīruma usne	1	1	1	1	1	1
Ārstnieciskā pienene	0	0	0	1	0	0
kumelīte	1	1	0	0	1	1

Ziemas kviešu sējumos dominē maura sūrene un ķeraiņu madara, balanda. Tās ir viengadīgās nezāles, kam pielietojot biežāk starpkultūras var iznīcināt laukos.

**Nezāļu spektrs atkarībā no augsnes apstrādes veida
(gab m²) vasaras miežu sējumos**

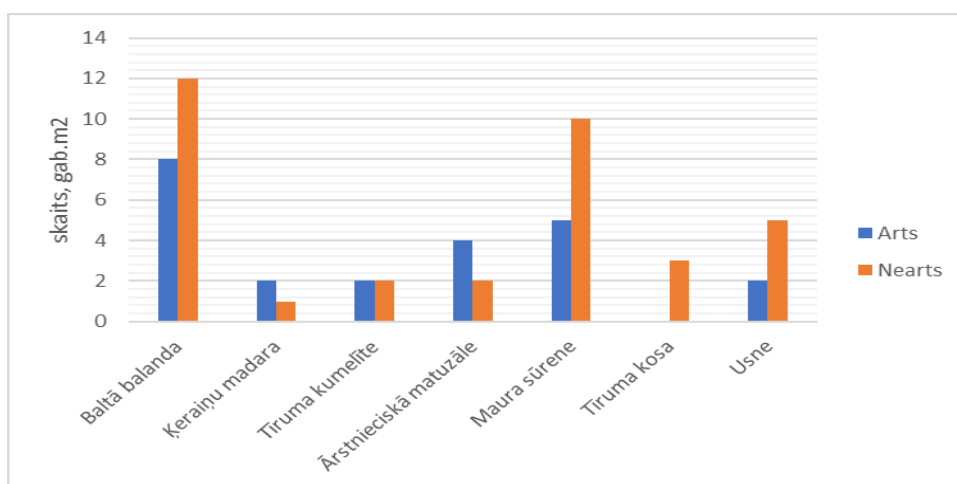
Priekšaugš Nezāļu veids	Arts (2016.g.)			Nearts (2020. g.)		
	Pupas- mieži	Rapsis- mieži	Kvieši- mieži	Pupas- mieži	Rapsis- mieži	Kvieši- mieži
Maura sūrene	1	0	2	0	0	0
Ķeraiņu madara	3	2	2	1	1	1
Tīruma zvēre	1	2	2	1	0	0
Baltā balanda	5	5	5	12	12	12
Tīruma kumelīte	0	0	0	3	3	4
Sārtā panātre	1	1	1	5	4	6
Rapsis	0	0	0	2	2	3
Ārstnieciskā matuzāle	2	2	2	1	1	1
Dārza vējgriķis	1	1	1	2	1	2
Ganu plikstiņš	0	0	0	1	1	1
Tīruma kosa	0	0	0	3	3	3

Vasaras miežu sējumos artajā laukā nezāļu bija nedaudz mazāk nekā neartajā. Miežu sējumos dominēja balanda, it īpaši neartajos laukos, salīdzinoši biežāk sastopamas bija arī sārtā panātre, tīruma kumelīte un tīruma kosa. Tīruma kosa ir paparžu daudzgadīgā nezāle, kam sakņu sistēmas galvenā posmotā sakņu masa izvietota 30... 60 cm dziļumā, jauni dzinumi ataug ne vairāk kā no 50 cm dziļuma, savairojoties šai nezālei ir nepieciešama dziļāka augsnes uzirdināšana.



1.att. Nezāļu spektrs lauku pupu sējumos atkarībā no augsnes apstrādes veida

Lauku pupu sējumos dominē ložņu vārpata, kas ir viendīglapju daudzgadīgā nezāle ar dziļu sakņu sistēmu, savairojoties masveidā ar bezaršanas tehnoloģiju ir grūti iznīcināma, nepieciešama zemes uzirdināšana dziļāk par 25 cm. bet lauku pupas ir laba izvēle labo priekšauga īpašību dēļ, it īpaši iekļaujot tos graudaugu augu maiņā, gan arī augsnes ielabošanai, kur saknes ar gumiņbaktērijām piesaista slāpekli, kas pēcaugam ļauj samazināt slāpekļa mēslojuma nepieciešamību.



2.att. Nezāļu spektrs ziemas rapša sējumos atkarībā no augsnes apstrādes veida

Rapsis kā priekšaugš būtiski uzlabo augsni, lauks kopumā kļūst tīrāks no nezālēm, spēcīgā mietsakne salauž augsnē izveidojušos "zoli". Augsnes apstrādes veids un augu maiņas variants nezāļu skaitu un spektru būtiski neietekmēja.

Secinājumi

1. Aršanas aizstāšana ar bezaršanas tehnoloģiju nav izraisījusi statistiski būtisku nezāļu skaita atšķirību, bet ir tendence uz daudzgadīgo nezāļu savairošanos.

2. Bezāršanas tehnoloģijas ieviešana zemnieku saimniecībā jāvērtē ilgākā laika periodā, jo vairāk kā 40 gadus zemi intensīvi apstrādājot ar monokultūrām, rezultāts pirmajos gados var nest lielāku nezāļu skaitu.
3. Izmantojot nezāļu nomācošu kultūraugu audzēšanu, ir iespējams, neizmantojot herbicīdus, samazināt nezāļu skaitu uz lauka.

Summary

Soil is one of the most important and as yet inexhaustible resources of Latvia, which allows us to maintain stability in the production of food and other types of crop products for both self-consumption and export. Protecting the land need use environmentally friendly technologies. The study has tried to reduce the number of weeds without the use of herbicides by introducing no till technology on farms with a careful choice of crop rotation. Monocotyledonous weeds with a deep root system dominate, and their destruction also requires intercrops with a deep root system. In the study work with soil regenerative processes. Soils saturated with anabiotic or regenerative microorganisms are uniquely fertile. Plants grow well in such soils, they are amazingly healthy and free of weeds. When degenerative or pathogenic microorganisms predominate in the soil, plant growth is slowed down, they are sick and weak, suppressed by weeds and pests, unable to produce almost anything without agrochemicals and artificial fertilizers.

Literatūra

1. Nipers, A., Zemes izmantošanas optimizācijas iespēju novērtējums Latvijas klimata politikas kontekstā, zinātniskais pētījums, 2.starpatskaite, LLU, 2017
2. Latvijas Nacionālais attīstības plāns 2021.–2027. gadam, Pārresoru koordinācijas centrs, Rīga, 2020
3. Miltiņš, R., Jaunās tehnoloģijas lauksaimniecībā = domāšanas maiņa. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. gada 22. februārī]. Pieejams: <https://www.delfi.lv/business/versijas/raimonds-miltins-jaunas-tehnologijas-lauksaimnieciba-domasanas-maina.d?id=52646795>
4. Rasmussen P.E., Goulding K.W.T., Brown J.R. et al. (1998). Long-term agroecosystem Experiments: assessing agricultural sustainability and global change. *Science*, Vol. 282, p.893–896
5. Classical Experiments[s.a.]. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. g. 25.marts.]. Pieejams: <http://www.rothamsted.ac.uk/long-term-experiments-national-capability/classical-experiments>
6. .Starpkultūru devums pavasara sezonai. [Tiešsaiste] [skatīts: 2021. Gada 23. februārī]. Pieejams: <http://new.llkc.lv/lv/nozares/aukopiba/starpkulturu-devums-pavasara-sezonai>
7. Krustziežu sakņu augoņi rapšos: 48-49 Saimnieks LV, 2012
8. Vaivode I. Netradicionālās tehnoloģijas atgriežas no gadsimta dzīlēm.- Rīga, 2003., 224 lpp
9. Smith, P., Powlson, D.S., Glendining, M.J., Smith, J.U. (1998) Preliminary estimates of the potential carbon mitigation in European soils through no-till farming. *Global change Biology*, Vol. 4, 679-685
10. Rychcik, B., Adamiak, J., Wojciak, H. (2006) Dynamics of the soil organic matter in crop rotation and long-term monoculture. *Plant Soil Environment*, Vol. 52, Special Issue, 15-20: www.cazv.cz?userlifes?File/Spec15.pdf

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF POWER AND SPEED IN CO₂ LASER ENGRAVING ON GLASS *JAUDAS UN ĀTRUMA IETEKME CO₂ LĀZERA GRAVĒJUMĀ UZ STIKLA*

Authors: **Artis BLUKS**, e-mail: ab17284@edu.rta.lv;
Kristīne RABKEVIČA, e-mail: kr11154@edu.rta.lv;
Raivo VASARAUDZIS, e-mail: rv17032@edu.rta.lv
Scientific supervisor: **Lyubomir LAZOV, Dr.sc.ing., Prof.**,
e-mail: Lyubomir.Lazov@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *Laser technologies are a major priority in the development of our economy and society in the 21st century. One of the main applications of lasers is laser marking / engraving. The laser engraving method is widely used in many industries, including the glass industry. There are many ways to engrave glass, for example sandblasting, but it is time consuming, expensive and not as precise as laser engraving. The report contains glass engraving quality with CO₂ laser, using different power and speed values.*

Keywords: *CO₂ laser, glass engraving, surface roughness, engraving depth.*

Introduction

Engraving glass with CO₂ laser isn't as simple as it may seem, because of the glass structure. A CO₂ laser marks the glass by creating small cracks in or on the glass. To understand how lasers interact with glass, it is necessary to know how glass is made.

Basically glass is made by heating silica (sand). When it reaches a certain temperature silica melts and becomes liquid. At this point it can be poured in mold and while cooling down it becomes transparent.

CO₂ laser engraves wood, acryl and other materials by burning and removing some material from the surface. It is a little bit different when we talk about glass engraving. Because in this case a laser doesn't remove any material. When glass is made sand is heated up to 2000 degrees Celsius or more until it becomes molten. After it is removed from the oven and cools down, while cooling glass obtains air and moisture.

It is the air and moisture that makes laser marking on glass possible with CO₂ laser. As the laser beam strikes the glass, it heats up the glass elements, like silica and any metal content. None of these elements react to the relatively low heat and frequency of a CO₂ laser. There are 2 elements that react to low heat, that is air and moisture. When heated both of these elements expand, this results in microscopic fractures inside the glass or on its surface. It is these small fractures that we see as engraving.

1. Materials and methods

In this experiment was used a CO₂ laser with a wavelength of $\lambda = 10.6 \mu\text{m}$. Synchronous control of the on / off laser generation and the movement of the laser beam focusing system along a given contour along the X, Y axes, as well as the change in the laser radiation parameters, is carried out using a special computer program.

The main technical parameters of the CO₂ laser system, which was used in the experiments, are listed in table 1.1.

Table 1.1

Technical parameters of CO2 laser system

Laser type	CO2 laser
Operation mode	CW
Laser wavelength	10.6 μm
Max. laser power	90 W
Process size	500 x 800 mm
Scanning speed	0 – 250 mm/s

For this experiment was also used Normal (Annealed) sheet glass. Sheet glass has a slight distortion. Properties are listed in table 1.2.

Table 1.2[1]

Normal (Annealed) sheet glass parameters

High light transmission	
Optical Clarity	
Density (approximate)	2.42 – 2.52 g/cm^3
Tensile strength	40 N/mm^2
Compressive strength	1000 N/mm^2
Modulus of elasticity	70 GPa
Coefficient of linear expansion	$9 \times 10^{-6} \text{ m / (m K)}$
Thickness	4 mm
Color	Clear

For measurements LEXT 3D Measuring Laser Microscope OLYMPUS OLS5000 was used. This type of laser microscope is able to determine the surface relief and create a topographic 3D model of the surface. Microscope parameters are given in Table 1.3.

Table 1.3

Laser scanning microscope parameters

Error in X, Y direction measurements with MPLAPON X10 LEXT lens	0.0027 mm
Error in the Z direction in measurements with MPLAPON X10 LEXT lens	0.0023 mm
Lens magnification error	<1.5%

2. Results

This is investigation into the possibility of engraving glass with CO2 laser. Applying two variable parameters, the speed and laser beam power, matrix-type gradients for engraving are obtained. A matrix of 42 squares was created. Power range from 10% to 40% in 5% increments. The speed range from 125 mm/s to 250 mm/s in steps of 25 mm/s and scan gap was constant - 0.1 mm . The scheme of the matrix is shown in Fig.2.1.



Fig. 2.1 The scheme of the matrix

Variable parameters have been selected for the experiments. The study parameters and their values in different experiments are shown in table 2.1.

Table 2.1

Parameters of laser engraving on glass experiments

Experiment number	Laser power, %	Laser beam transfer rate - v, [mm / s]	Engraving depth, [μm]	Surface roughness, Sq, [μm]
1	10	125	3,949	8,433
2	10	150	2,168	7,759
3	10	175	1,214	7,396
4	10	200	1,468	7,209
5	10	225	0,75	7,791
6	10	250	7,127	4,218
7	15	125	8,591	7,86
8	15	150	7,783	7,354
9	15	175	10,89	7,933
10	15	200	6,534	9,718
11	15	225	5,873	9,757
12	15	250	18,503	10,643
13	20	125	14,754	6,106
14	20	150	11,555	7,285

15	20	175	11,027	7,271
16	20	200	4,741	8,773
17	20	225	6,436	8,153
18	20	250	11,109	8,514
19	25	125	22,543	5,416
20	25	150	27,837	6,205
21	25	175	18,477	7,158
22	25	200	16,092	10,509
23	25	225	32,638	15,626
24	25	250	26,138	13,023
25	30	125	36,875	8,204
26	30	150	34,606	8,594
27	30	175	29,947	11,654
28	30	200	26,412	10,825
29	30	225	30,552	12,73
30	30	250	33,237	14,112
31	35	125	49,12	9,667
32	35	150	35,049	8,918
33	35	175	38,724	8,756
34	35	200	39,475	17,214
35	35	225	28,605	8,92
36	35	250	41,833	14,764
37	40	125	55,132	7,047
38	40	150	50,632	9,898
39	40	175	48,041	8,82
40	40	200	38,928	10,404
41	40	225	36,569	18,84
42	40	250	47,711	15,092

3. Results and discussion

3.1 Engraving depth

As seven experiments were performed with different laser powers – 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 % and constant laser transmission speeds of - 125 mm/s, 150 mm/s, 175 mm/s, 200 mm/s, 225 mm/s, 250 mm/s transfer rate, then in Figure 3.1.1, Figure 3.1.2 and Figure 3.1.3. The dependence of the engraving depth on the power and constant speed of movement is studied.

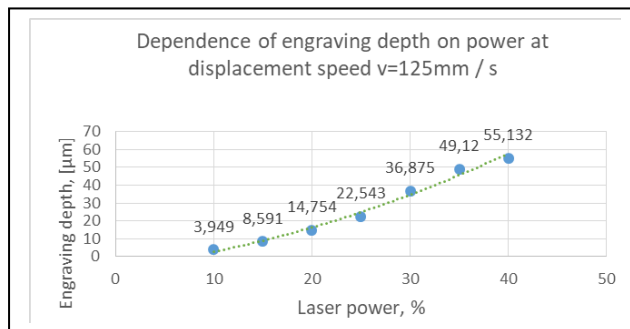


Fig. 3.1.1 Dependence of engraving depth on power at displacement speed $v=125\text{mm/s}$

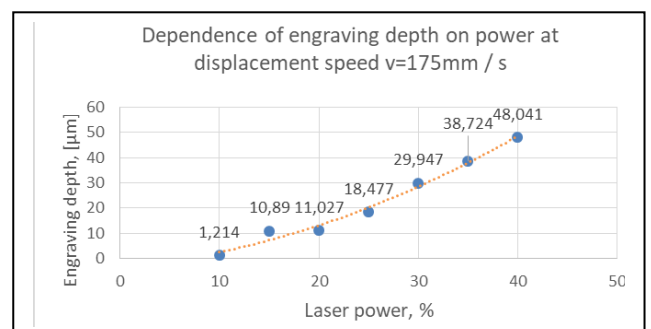


Fig. 3.1.2 Dependence of engraving depth on power at displacement speed $v=175\text{mm/s}$

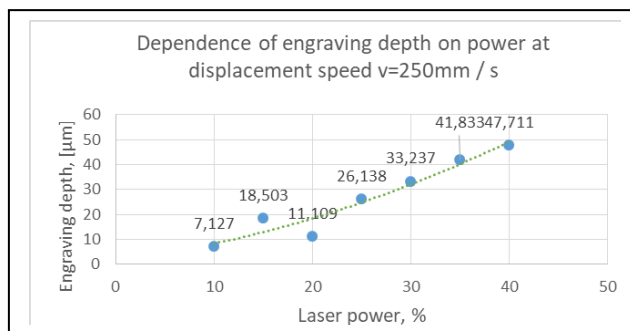


Fig. 3.1.3 Dependence of engraving depth on power at displacement speed $v=250\text{mm / s}$

In all of the above mentioned cases, as the laser power increases, the engraving depth increases exponentially at a constant speed.

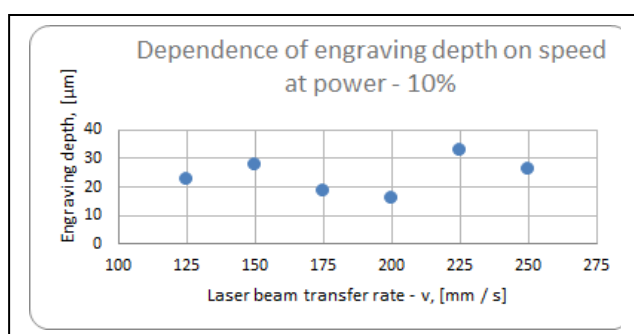


Fig. 3.1.4 Dependence of engraving depth on speed at power - 10%

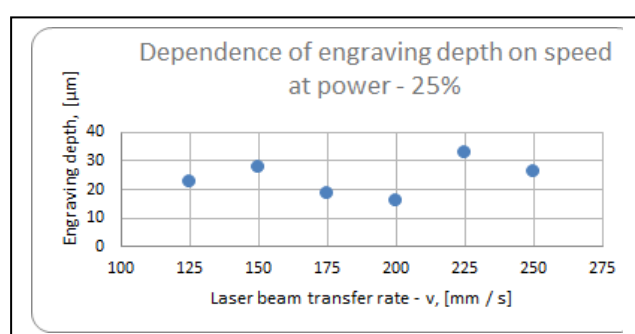


Fig. 3.1.5 Dependence of engraving depth on speed at power - 25%

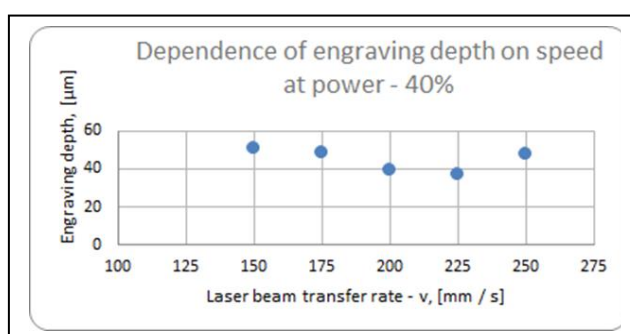


Fig. 3.1.6 Dependence of engraving depth on speed at power - 40%

From the graphs it can be concluded that at constant powers, as the speed increases in the range from 125 mm/s to 150 mm/s, the depth of engraving increases, but in the range from 150 mm/s to 200 mm/s decreases, from 200 mm/s to 225 mm/s increases again.

In the range from 225 mm/s to 250 mm/s, this relation does not apply, because at all powers, the depth either increases, for example, in Figure 3.1.6, or decreases, in Figures 3.1.4 and 3.1.5.

3.2 Surface roughness

Roughness of engraved surfaces was also measured. Figure 3.2.1 and figure 3.2.2 shows surface roughness depending on power and speed.

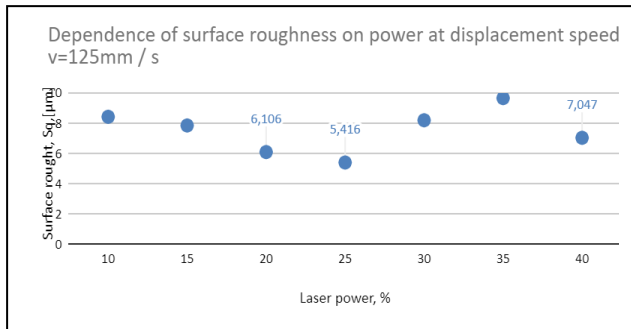


Fig. 3.2.1 Dependence of surface roughness on power at displacement speed $v=125\text{mm/s}$

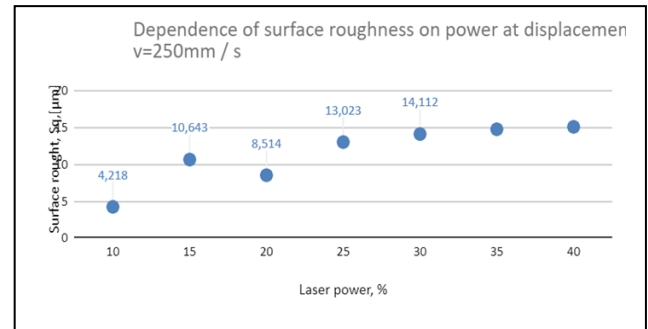


Fig. 3.2.2 Dependence of surface roughness on power at displacement speed $v=250\text{mm/s}$

It can be seen from the graphs that as the power increases, the surface roughness also increases.

3.3 Cracks depending on engraving power and speed

Figure 3.3.1 shows a qualitative engraving of the material at a power of 30 % and a speed of 250 mm/s, in contrast, at low power and speed, such as 10% power and speed of 125 mm/s, many cracks form.

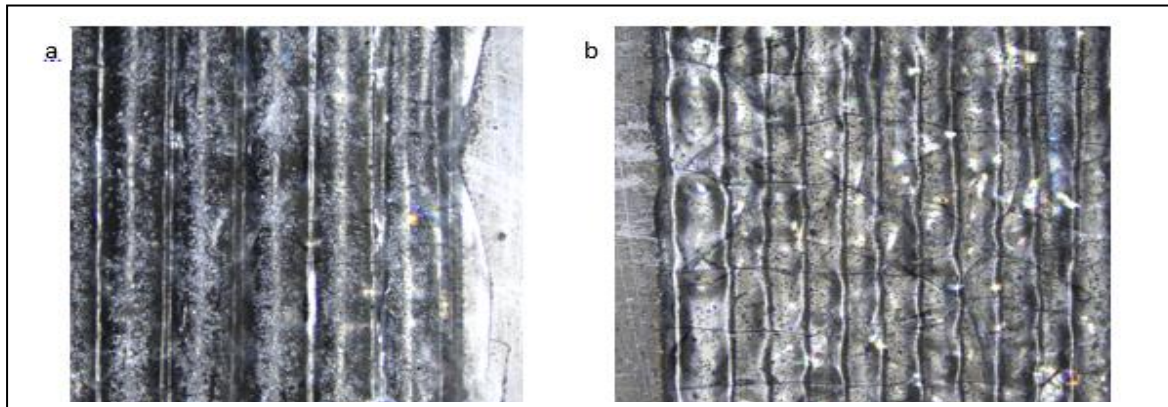


Fig. 3.3.1 a) engraving quality of the material at a power of 30 % and a speed of 250 mm/s; b) engraving quality of the material at a power of 10 % and a speed of 125 mm/s.

Summary

1. The cheaper cast glass is easier to engrave due to its low lead content. The result is a more uniform structure.
2. As the laser power increases, the engraving depth increases exponentially at a constant speed.
3. At constant powers, as the speed increases in the range from 125 mm/s to 150 mm/s, the depth of engraving increases, but in the range from 150 mm/s to 200 mm/s decreases, from 200 mm/s to 225 mm/s increases again.
4. When engraving power increases, the surface roughness also increases.
5. At low engraving speeds, more cracks form on the glass surface.

Bibliography

1. Umarani Gunasekaran. "Facades of Tall Buildings - State of the Art", https://www.researchgate.net/publication/47807819_Facades_of_Tall_Buildings_-_State_of_the_Art1
2. J. Stephen Spence. "Laser engraving glass", <https://www.enraversjournal.com/legacyarticles/2360/>
3. Khanafi-Benghalem N, "Effect Of Laser CO2 Parameters In Marking Of Glass", AIP Conf Proc. 2008;1047:204-207.

RESEARCH OF POSSIBILITIES OF LASER POLISHING OF THE SURFACE OF ALUMINUM

ALUMĪNIJA VIRSMAS LĀZERPULĒŠANAS IESPĒJU PĒTĪŠANA

Authors: **Kevins BULAVSKIS, Imants ADIJĀNS**, e-mail: k26bulavskis@gmail.com

Scientific supervisor: **Lyubomir LAZOV**, Prof., Dr.sc.ing.

Rezekne Academy of technologies

Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: The report considers the possibility of reducing the roughness after laser polishing of Aluminum plates. A CHANXAN CX-20G fiber laser with a wavelength of 1064 nm is used for the research. As a result of the experiment, 4 matrices were marked with a fiber laser on 3 samples for each series of the experiment. Then, using a multifunctional microscope, the roughness of the treated and untreated aluminum surface was measured. At the end of the research, conclusions were made about the changes in roughness in the course of this experiment.

Key words : aluminum laser processing, fiber laser, laser polishing, surface roughness.

Introduction

When using various kinds of solid materials, the roughness of the surface has a significant effect on their properties. Surface roughness is one of the most important characteristics of materials and affects wear resistance, contact rigidity, corrosion resistance and other functional characteristics of the surface. [1], [2], [3] Wear resistance determines the ability of the surface layers of parts to resist fracture during friction-sliding, friction-rolling, as well as micro displacements caused by vibrations. Wear of parts leads to a loss of accuracy, a decrease in efficiency, a decrease in strength, an increase in dynamic loads, which are a consequence of an increase in mates, an increase in labor. [4] By treating the surface of aluminum with different tools and applying different surface treatment methods, the greatest or the smallest roughness can be obtained. To obtain a smooth surface, such processing methods are used as mechanical grinding, mechanochemical polishing, chemically activated mechanochemical polishing, ion-beam polishing, etc. Currently, another technique is available to improve the surface roughness - this is the process of laser polishing. The principle of polishing is based on the focused radiation of a laser beam, which melts a microscopic layer of the surface material, as well as on the basis of melting the material with a laser, the laser polishing process allows the initial topography to be smoothed. This method, in comparison with other existing ones, allows processing surfaces of complex shapes, provides a higher processing speed and ease of automation of the polishing process. [5] [6], [7], [8] Carrying out a research of the possibility of the influence of laser processing parameters on the roughness of the surface of aluminum is an urgent task aimed at optimizing the parameters of laser processing of the roughness of the surface. The aim of the research is to determine the effect of fiber laser parameters: power P, speed v and distance between lines dx on the average roughness of the aluminum surface.

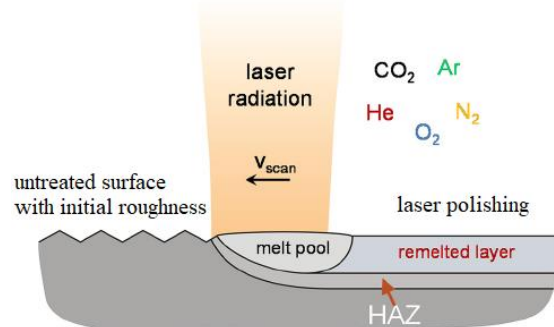


Fig.1.laser polishing process

1. Equipment

For experiments and measurements were used: fiber laser system CHANXAN CX-20G, 3D laser scanning microscope OLYMPUS LEXT OLS500.

The technical parameters of the CHANXAN CX-20G laser system are shown in Table 1. The CHANXAN CX-20G laser system is shown in Fig.2.



Fig.2. fiber laser system CHANXAN CX-20G

Table I

CHANXAN CX-20G TECHNICAL PARAMETERS

Name	Value range	Units
Focus shift	-100...100	mm
Average power	0-20	W
Impulse frequency	20-200	kHz
Processing Area	300*300	mm
Wavelength	1064	nm
Laser type	Fiber laser	
Operating mode	impulse	



Fig.3. 3D laser scanning microscope OLYMPUS LEXT OLS500 [9]

Measured using an MPLFNN10XLEXT objective with 236x magnification, magnification and the following specifications were provided by the manufacturer:

- Measuring step Z : 2 μ m
- Measurement accuracy in the Z axis: 0.15 + L / 10 μ m
- Resolution along the X axis : MAX - 0,14%; MIN – (-0,2016)%
- Resolution along the Y axis: MAX – 0,1211%; MIN – (-0,1547)%

2. Material for research

Aluminum is a soft, lightweight, silvery-white metal with high thermal and electrical conductivity. Melting point 660 ° C. Aluminum is widely used as a structural material. The main advantages of aluminum in this quality are lightness, pliability to stamping, corrosion resistance (in air, aluminum is instantly covered with a strong film of Al₂O₃, which prevents its further oxidation), high thermal conductivity, and non-toxicity of its compounds. The main disadvantage of aluminum as a structural material is its low strength, so it is usually alloyed with a small amount of copper and magnesium (the alloy is called duralumin). [10]

Table 2.

Physical properties of aluminum

Density, (kg / m ³)	2,7
Melting point T _m , ° C	660
Boiling point T _{boil} , ° C	2327
Latent heat of fusion, J / g	393,6
Thermal conductivity l, W / m • deg (at 20 ° C)	228
Heat capacity C _p , J / (g • deg) (at 0–100 ° C)	0,88
Linear expansion coefficient $\alpha \times 10^{-6}$, 1 / ° C (pr ° C)	24,3
Specific electrical resistance $\rho \times 10^{-8}$, Ohm × m (at 20 ° C)	2,7
Ultimate strength σ in, Mpa	40-60
Elongation δ ,%	40-50
Brinell hardness HB	25
Normal elastic modulus E, GPa	70

3. Experiment methodic

Using a fiber laser, 4 matrices were marked on 3 samples for each series of experiments. The matrix consists of 7 columns and 5 lines, forming 35 rectangles(see Fig.4.). For each series of experiments, the same values of power P, speed v and different values of the step dx are used. Power P takes on the values 60%; 70%; 80%; 90%; 100%. Marking speed v = 50; 100; 150; 200; 250; 300; 350 mm / s. The constant is the step between the lines dx = 0.01; 0.02; 0.04; 0.06 and frequency f = 20 kHz for each series, respectively, while the speed v and power P varied with the marking of each series. A multifunctional microscope is used to measure the average roughness S_a of each rectangle and to measure the average roughness of the untreated surface. The average roughness is measured in micrometers μm . One measurement is made for each rectangle. On the untreated surface, 5 measurements were made for each batch. For each

sample, based on the results of 5 measurements, the arithmetic mean of the average roughness of the untreated surface was calculated. Absolute, relative, and root mean square errors are calculated for each measurement on the raw surface.

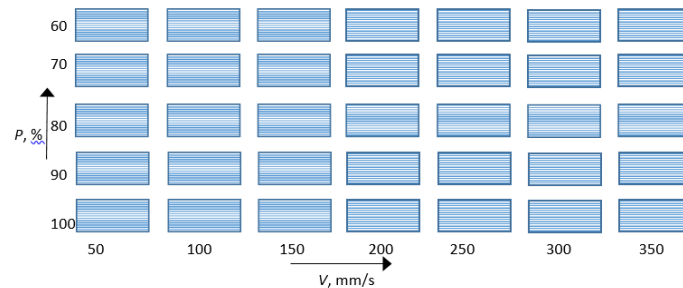


Figure 4. The matrix

4. Experimental research results and discussions

In the course of the work, were made the calculations of the errors of the roughness results of the untreated surface.

According to the formula (1), the absolute error of the average roughness of the untreated surface is calculated

$$\Delta X = X - X_i \quad (1)$$

Where X is the average and X_i is the single measurement.

$$\Delta X = 1,088 - 1,049 = 0,039 \mu\text{m}$$

According to the formula (2), the relative error of the average roughness of the untreated surface is calculated

$$R = \Delta L / L \quad (2)$$

Where ΔL is absolute error and L is the number obtained during the measurement.

$$R = 0,039 / 1,049 = 0,037 \mu\text{m}$$

$$R = 0,037 * 100\% = 3,7 \%$$

The formula (3) calculates the mean square error of the average roughness of the untreated surface

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Where X_i is the single measurement and \bar{X} is the average of measurements. Where n – is quantity of measurements.

$$\sigma = (0,015 / (5-1)) / 1^2 = 0,004 \mu\text{m}$$

From the data obtained on the basis of the experiment, graphs were constructed that show the dependence of the average roughness R_a on the power P and speed v and step between the lines Δx . (See Fig.5, Fig.6., Fig.7.)

- For speed $v = 350$ mm / s the roughness is close to that of the untreated surface for the three powers;
- For power $P = 60\%$ the roughness varies from $0.85 \mu\text{m}$ to $1.08 \mu\text{m}$ for the speed range from 50 mm / s to 350 mm / s;
- For power $P = 80\%$ the roughness varies from $0.72 \mu\text{m}$ to $1.05 \mu\text{m}$ for the studied speed range;
- For power $P = 100\%$ the roughness varies from $0.63 \mu\text{m}$ to $1.01 \mu\text{m}$ for the studied speed range;

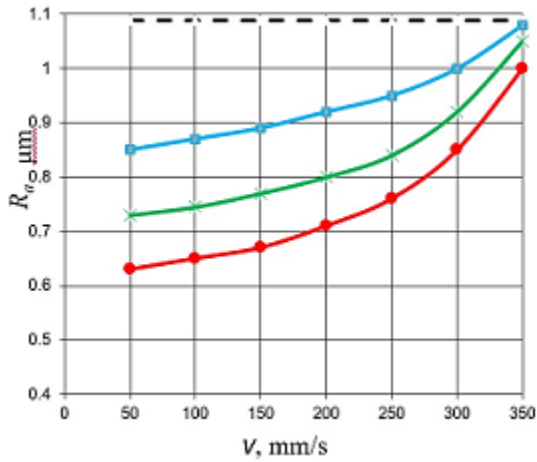


Fig.5. Dependence of the average roughness R_a on the speed v

- For speed $v = 50$ mm / s the roughness varies from $0.99 \mu\text{m}$ to $0.66 \mu\text{m}$ for the power range from 60% to 100%;
- For speed $v = 200$ mm / s the roughness varies from $1.04 \mu\text{m}$ to $0.74 \mu\text{m}$ for the power range from 60% to 100%;
- For speed $v = 350$ mm / s the roughness varies from $1.07 \mu\text{m}$ to $0.85 \mu\text{m}$ for the power range from 60% to 100%;

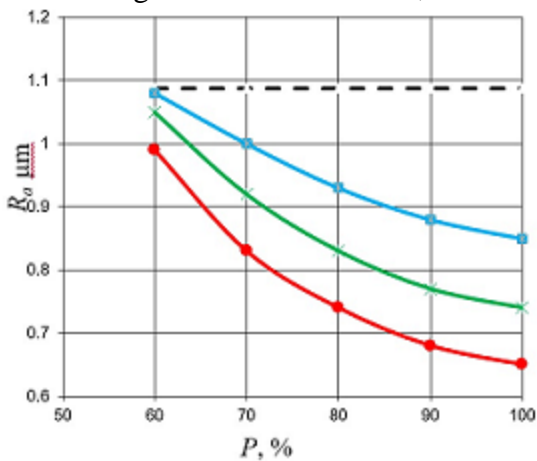


Fig.6.

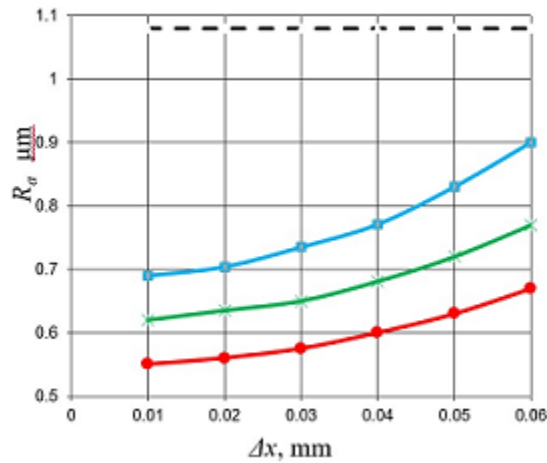


Fig.7.

Fig.6. Dependence of the average roughness R_a on the power P

Fig.7. Dependence of the average roughness R_a on the step between the lines Δx

- For power $P = 60\%$ the roughness varies from $0.69 \mu\text{m}$ to $1.00 \mu\text{m}$ for the step interval from 0.01 mm to 0.06 mm;
- For power $P = 80\%$ the roughness varies from $0.62 \mu\text{m}$ to $0.77 \mu\text{m}$ for the studied step interval;
- For power $P = 100\%$ the roughness varies from $0.55 \mu\text{m}$ to $0.67 \mu\text{m}$ for the studied step interval;

During the experiment, the roughness of all rectangles of 4 matrices was measured and the roughness of the untreated surface was also measured. Figures 8 and 9 show examples of measurements taken with a microscope at 10X magnification. Both figures show the appearance of the surface to be measured and the level of surface smoothness at a certain specified height and other specified parameters. According to this measuring system, the green color of the surface indicates that the level of evenness of this surface fragment is very high. In turn, the presence of different colors on the surface indicates that this fragment of the surface has a non-uniform appearance of evenness. Each microscope drawing is a separate measurement.

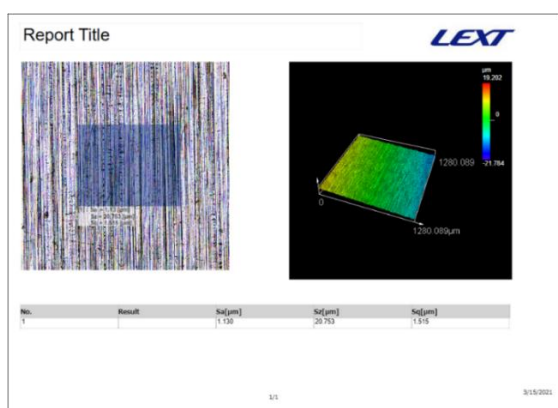


Fig.8.

Fig.8. untreated surface with initial roughness

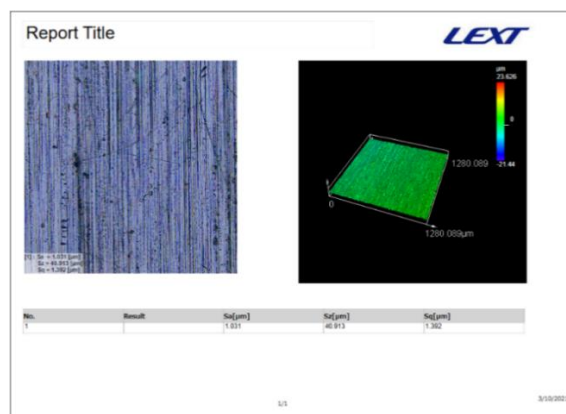


Fig.9.

Fig.9. treated surface

Conclusions

- The roughness of the treated surface is less than the roughness of the untreated surface ($Ra = 1.088 \mu\text{m}$, with a black dotted line) for the whole studied speed range;
- With increasing speed increases the roughness in the area of laser impact for the three studied powers; for power $P = 60\%$, the roughness increases to 78.7% for the speed range from 50 mm/s to 350 mm/s ;
- With increasing power, the roughness in the area of laser impact for the three studied speeds decreases; for speed $v = 50 \text{ mm/s}$, the roughness is reduced to 150% for the power range from 60% to 100%;
- By increasing the step, the roughness in the laser impact zone for the three examined powers increases nonlinearly; at power $P = 60\%$, the roughness increases by 69% with a step of 0.01 mm to 0.06 mm ;

Bibliography

1. Методы исследования и контроля шероховатости поверхности металлов и сплавов Ю.Ф. Назаров*, А.М. Шкилько, В.В. Тихоненко, И.В. Компанец
2. Surface roughness analysis after laser assisted machining of hard to cut materials, D Przystacki1 , M Jankowiak
3. Studying the Effect of Cutting Conditions in Turning Process on Surface Roughness for Different Materials, D. K. Suker, M. S. Alsoufi, M. M. Alhusaini, S. A. Azam
4. Исследование параметров шероховатости поверхностного слоя и точности изготовления изделий аддитивного производства* Д.И. Сухов, С.В. Неруш, С.В. Беяков, П.Б. Мазало
5. Уменьшение шероховатости ситалловой подложки до наноразмерных значений, В.В. Бесогонов, И.Н. Скворцова.
6. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЛАЗЕРНАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ ОБРАБОТКА КАК АЛЬТЕРНАТИВА КЛАССИЧЕСКИМ МЕТОДАМ ПРОИЗВОДСТВА И ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ, Шальнова С.А.1 Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург
7. Ti surface laser polishing: effect of laser path and assist gas, L.Giorleoa *, E. Cerettia , C. Giardinib
8. LASER POLISHING OF ADDITIVE LASER MANUFACTURING SURFACES Benoit ROSA, Pascal MOGNOL and Jean Yves HASCOET
9. Using the Olympus OLS5000 Laser Confocal Microscope to Measure the Surface Roughness of Printed Circuit Boards (olympus-ims.com)
10. Алюминий - физические свойства, получение, применение, история:: ТОЧМЕХ (tochmeh.ru)
11. Физические свойства алюминия зависят от его чистоты (metmk.com.ua)

OPTIMIZATION OF PARAMETERS FOR LASER MARKING AND ENGRAVING ON PLYWOOD AND PINE WOOD MATERIALS *PARAMETRU OPTIMIZĀCIJA LĀZER MARĶĒŠANAI UN GRAVĒŠANAI UZ FINIERA UN PRIEDES KOKMATERIĀLIEM*

Author: **Artis Stanislavs GUSTS**, e-mail: artisgusts@inbox.lv
Scientific supervisor: **Imants ADIJĀNS, Mg.sc.ing.**, e-mail: imants.adijans@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija (RTA)
Atbrīvošanas aleja 115, LV - 4601 Rēzekne, Latvia

Abstract. *This publication shows the results of CO₂ laser marking and engraving on plywood and pine materials at different speeds and powers. Plywood and pine materials were marked and engraved with four different speed and seven different power ratios. Marked and engraved line depth was measured for these materials. In this publication used SUNTOP CC-9060 CO₂ laser machine and OLYMPUS OLS5000 laser microscope.*

Keywords: *CO₂ laser, laser marking, laser engraving, plywood, pine.*

Introduction

In 2018, global wood-based panel production reached 408 million m³, a 1 percent increase over the previous year (404 million m³) and a 9 percent increase over the observed period. Wood-based panels were the product category that saw fast growth in production, owing to the rapid and consistent growth in the Asia-Pacific region until 2016. In later years, global production has stabilized. [1]

In 2018, global sawn wood production totaled 493 million m³, which was 2.2 percent higher than in 2017 (482 million m³) and 13 percent higher than in 2014 (435 million m³). The latest regional production figures for 2018 are as follows: Europe – 170 million m³ (35 percent); Asia-Pacific – 151 million m³ (31 percent); Northern America – 129 million m³ (26 percent); Latin America and the Caribbean – 32 million m³ (6 percent); and Africa – 11 million m³ (2 percent). [1]

Application of birch veneer and pine wood: Industrial production and mechanical engineering, transport engineering, shipbuilding aircraft construction. Furniture production: production of upholstered furniture, manufacture of chests of drawers and cabinets, cabinet furniture, shelves, and scaffolding (racks), interior items, decorative decoration of the premises. Package, production of boxes, pallets, and cable reels. Construction: roofing works, cladding works (for concrete formwork), floor covering, wall finishing and cladding using panels. [2], [3], [4].

Wood marking and engraving are two of the popular laser processing types because they can encompass so many different projects, ideas: different images, logos, decorations, details etc. [5]

Publication objective: study, measure, obtain results on plywood (veneer) and pine materials, with various laser marking and engraving parameters: laser marking and engraving speed, laser power.

Publication problem: Changing the parameters of the marking and engraving laser also changes the depth and width of the line.

During the research, various literature and other sources of publication were studied, gaining an idea of the significance of the publication topic and problem-solving methods, as well as to find out the results obtained by other authors in this or a similar field.

Equipment

In the experiment uses a CO₂ laser system SUNTOP ST-CC9060. (See in Fig. 1)



Fig.1. Laser machine SUNTOP ST-CC9060

Table 1. Laser machine SUNTOP ST-CC9060 technical specifications

Laser type	CO ₂ laser, CW mode
Wavelength	10640 nm
Maximum power	100W
Workspace (Cutting area)	900 x 600 mm
Scanning speed	0 – 1000 mm/s
Precision	0,02 mm
Laser Safety Class	4
Cooling system	Water cooling

For measuring line depth h OLYMPUS OLS5000 was used. Microscope is shown in Fig.2.



Fig.2. OLYMPUS OLS5000 laser microscope

Technical parameters for OLYMPUS OLS5000 laser microscope:

- Max magnification 100x,
- Z measurement pitch: 2 μ m,
- X and Y axis resolution: +/- 1.5%

Methodology

Before the experiment, the laser output power was measured. The power P adjustment curve is shown in the graph in Fig.3. This relation is logarithmic.

In this experiment, series were engraved with an SUNTOP ST-CC9060 CO₂ laser system. Two series of experiments were made.

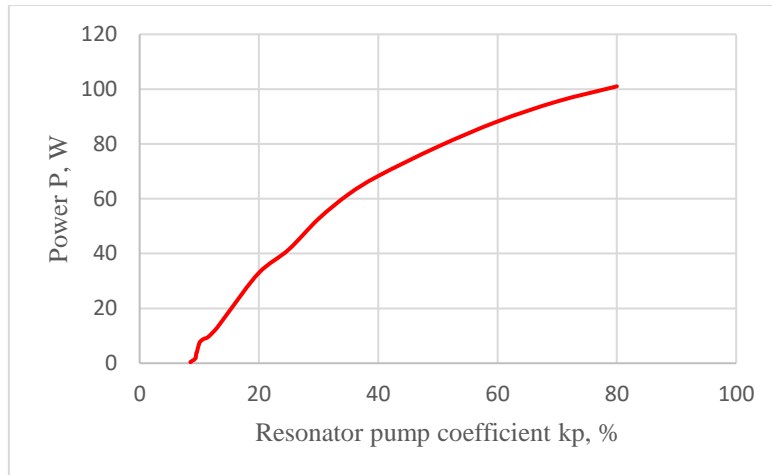


Fig.3 Dependence of the radiation power P on the resonator pump coefficient k_p %

1) In the first series of experiment, made the dependence on plywood plate the marking and engraving parameter (depth h) depending on the output power P and speed v . The length of each line is 40 mm.

2) In the second series of experiment, made the dependence on pine wood plate the marking and engraving parameter (also depth h) depending on the output power P and speed v . The length of each line is 40 mm.

These experiments were made where power P is these values: 10 W, 15 W, 20 W, 25, 30 W, 35 W and 40 W. Also, the speed v had a constant value of 50 mm/s, 100 mm/s, 150 mm/s, 200 mm/s. The distance between lines Δx is 1 mm.

In this experiment, series were measured line depth h with an OLYMPUS OLS5000 [Fig.2.] laser microscope. 4 lines were marked with each parameter, depth of each line was measured and average line depth was calculated. It was measured in the middle of each marked and engraved lines because both sides of the lines are more burnt than the middle part of the lines.

Table.1. Summary of data for marked and engraved lines of plywood series. Distance between marked and engraved lines $\Delta x = 1$ mm.

Power P [%]	Speed v [mm/s]			
	50	100	150	200
10				
15				
20				
25				
30				
35				
40				

Table.2. Summary of data for marked and engraved lines of pine wood series. Distance between marked and engraved lines $\Delta x = 1$ mm.

Power P [%]	Speed v [mm/s]			
	50	100	150	200
10				
15				
20				
25				
30				
35				
40				

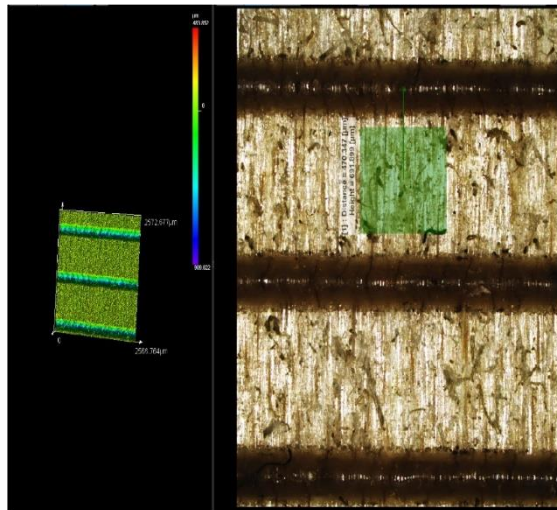


Fig.8. Measured result under a microscope with a magnification 5x to engraved plywood material with power $P = 20$ % and speed $v = 200$ mm/s. Line depth is $470 \mu\text{m}$.

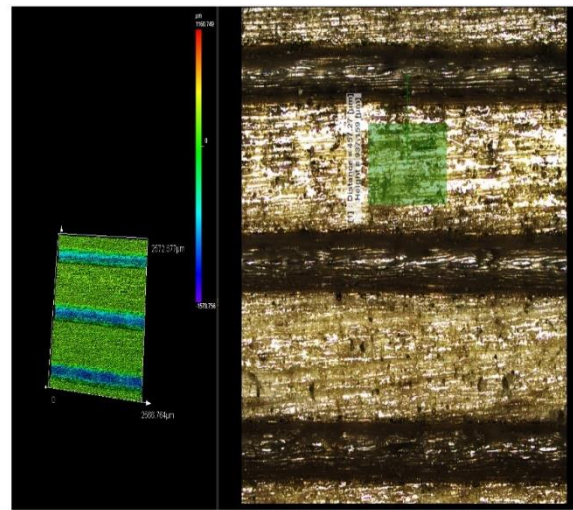


Fig.9. Measured result under a microscope with a magnification 5x to engraved pine wood material with power $P = 30$ % and speed $v = 50$ mm/s. Line depth is $450 \mu\text{m}$.

Materials

In publication used two wood types of materials – plywood and pine.

Birch veneer (plywood) is a sheet material consisting of several glued veneer sheets, which are obtained by peeling a veneer block into a veneer chip. Plywood is usually made of several sheets of plywood, depending on the required thickness. The direction of the wood fibers in the adjacent sheets is usually perpendicular to each other. One-sided plywood is also produced, the veneer sheets of which are oriented in one direction. [9], [10].

Pine is softwood, natural wood material. Pine wood is medium-weight and relatively soft. Its strength and elasticity are good. As with other coniferous woods, the properties of the wood depend upon the density of the annual growth rings: The higher the proportion of summerwood, the heavier and harder the wood. [6], [8].

Results

The result charts are shown in Figures 4, 5, 6, 7.

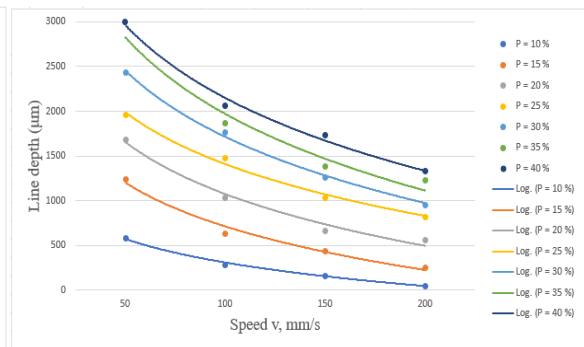
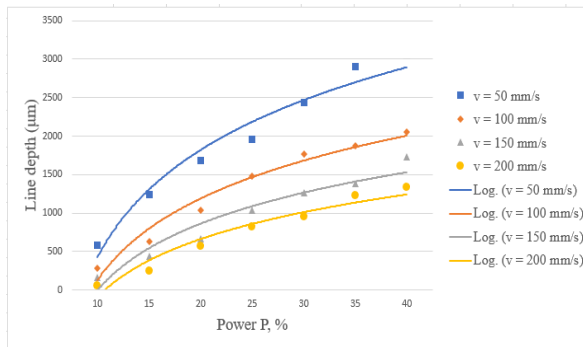


Fig.4. Graph of line depth values on plywood material depending as power change.

Fig.5. Graph of line depth values on plywood material depending as speed change.

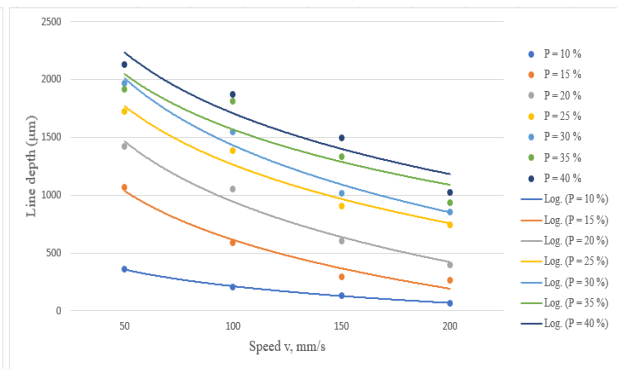
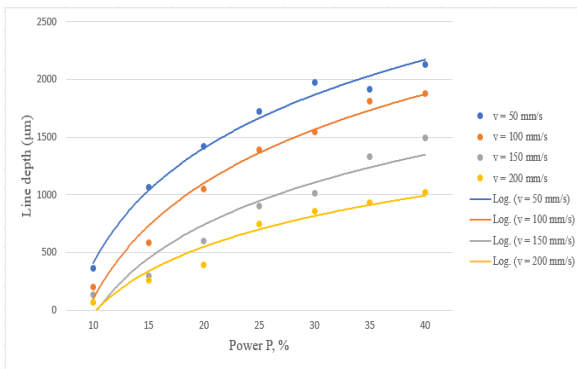


Fig.6. Graph of line depth values on pine wood depending as power change.

Fig.7. Graph of line depth values on pine wood depending as speed change.

The obtained results show that there is a regularity that increasing the laser power P increases the depth of the line, increasing the laser speed v decreases the line depth h and this regularity will appear in Figures 4, 5, 6, 7. in the charts. The line width was also measured experimentally on both plywood and pine materials, but due to the too uneven surface (Because of carbonization during marking process line surface was burnt) it is difficult to measure accurately. [2]. For plywood material at the following parameters $v = 50 \text{ mm/s}$, power $P = 35\%$, laser cutting begins, plywood material is 3 mm thick. In pine wood material has not been detected laser cutting process, marking, and engraving were observed.

Conclusions

1. *Analyzing the results of laser marking and engraving experiments for plywood and pine materials, the specific regularities are fulfilled. Graphics of line depth values of plywood and pine wood materials increase logarithmically, as power increases. But graph of line depth plywood and pine wood values decrease logarithmically, as speed increases.*
2. *When comparing plywood to pine material, it was found that the plywood material had a higher line depth than the pine material, which is because these materials have different mechanical and chemical properties, and that the pine board is a natural material, while the plywood is a manufactured material and consists from wood and glue layer.*
3. *The line width was also measured experimentally, but due to the uneven and burnt surface, the measurements were inaccurate and were not included in this article. Additional research is recommended to determine the dependence of the marked line width on speed and power.*

Bibliography

1. <http://www.fao.org/3/ca7415en/ca7415en.pdf> (13.04.2021)
2. Mechanical Properties of Wood, David W. Green, Jerrold E. Winandy, and David E. Kretschmann.
3. Study of laser cutting and marking on the fil with the help of a CO₂-laser, Lazov Lyubomir, Dolchinkov Nikolay Todorov, Ivanov Jordan Shterev, 2019.
4. Application of the laser cutting of wood-containing materials in construction, A. T. Gabdrakhmanov, A. A. Bobrishev, L. N. Shafigullin, 2018.
5. <https://www.epiloglaser.com/how-it-works/applications/wood-engraving.html> (13.04.2021)
6. http://www.musterkiste.com/en/holz/pro/1029_Pine.html (14.04.2021)
7. Lydia Sobotova, Miroslav Badida, Laser marking as environment technology, 2017.
8. <https://www.wood-database.com/scots-pine/> (12.04.2021)
9. https://www.probex.ee/berza_saplaksnis.html (12.04.2021)
10. http://www.matweb.com/search/datasheet_print.aspx?matguid=bd6620450973496ea2578c283e9fb807 (12.04.2021)

LATGALES KERAMIKAS GRAVĒŠANA AR CO₂ LĀZERI LATGALES CERAMIC ENGRAVING WITH CO₂ LASER

Autors: **Aleksejs PETROVS**, e-pasts: lion80082@inbox.lv
 Zinātniskais vadītājs: **Imants ADIJĀNS, Mg.sc.ing.**, e-pasts: imants.adijans@rta.lv
 Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
 Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV - 4601, Latvija

Abstract. *The paper discusses the need for a more accurate understanding of the results for certain laser parameters when engraving a material such as ceramics. For engraving the SUNTOP ST-CC9060 CO₂ laser system was used and for measuring the OLYMPUS OLS5000 laser microscope was used. The objective of the experiments was to determine how engraving depends on the laser power and scanning speed.*

Keywords: *CO₂ laser, laser engraving, laser processing parameters, Latgale ceramics.*

Ievads

Tradicionālā podniecība Latvijas teritorijā ilgu laiku tika izkopta divos novados – Latgalē un Kurzemē, bet tikai Latgalē tā ir saglabājusies cauri laikiem un nodota no paaudzes paaudzē. Latgales keramika ir iekļauta Latvijas kultūras kanonā un veido vienu no spilgtākajām Latvijas tradicionālās kultūras zīmēm. [1] Keramika ir izstrādājumi, kas izgatavoti no neorganiskiem materiāliem (piemēram, māliem) un to maisījumi ar minerālu piedevām, kas izgatavoti augstas temperatūras ietekmē un pēc tam atdzesēti. [2]

CO₂ lāzери ir lieliski piemēroti keramikas gravēšanai, jo tiem ir raksturīga ļoti augsta precizitāte, un ar to palīdzību uz keramikas virsmas var realizēt augstas izšķirtspējas dizaina elementus, piemēram, smalkus uzrakstus un gravējumu [3]. Keramikas gravēšanai ieteicamā CO₂ lāzera izejas jauda ir vismaz 40 W. Parasti keramikas gravēšanas dziļums ir 300 līdz 375 mikrometri [4].

Dotā darba mērķis ir izpētīt kā CO₂ lāzera izejas jauda un skenēšanas ātrums ietekmē Latgales keramikas virsmas gravēšanu - gravējuma līnijas platumu un dziļumu.

Materiāli un metodes

Izmantojot CO₂ lāzerrickārtu, uz glazētas un neglazētas Latgales terakota keramikas paraugu virsmas tika iegravētas līnijas, ar 8 atšķirīgiem skenēšanas ātrumiem ($v=10$ mm/s; 40 mm/s; 70 mm/s; 100 mm/s; 130 mm/s; 160/mm/s; 190 mm/s; un 210 mm/s), un 6 atšķirīgām lāzera izejas jaudām ($kP = 8,5\%$; 10%; 15%; 20%; 25%; 30%). Latgales terakota keramikas paraugu virsmas gravēšanai tika izmantota CO₂ lāzerrickārta SUNTOP ST-CC9060. Gravējuma līniju platumu un dziļuma mērījumi tika veikti ar lāzermikroskopu OLYMPUS OLS5000. Lāzermikroskopa OLYMPUS OLS5000 tehniskie parametri ir doti Tabulā 1.

Tabula 1.

Lāzermikroskopa OLYMPUS OLS5000 tehniskie parametri

Izšķirtspēja	36MP
Kopējais palielinājums	54x – 17,280x
X un Y ass izšķirtspēja	+/- 1,5%
Lāzera viļņa garums	405nm
Lāzera drošības klase	2

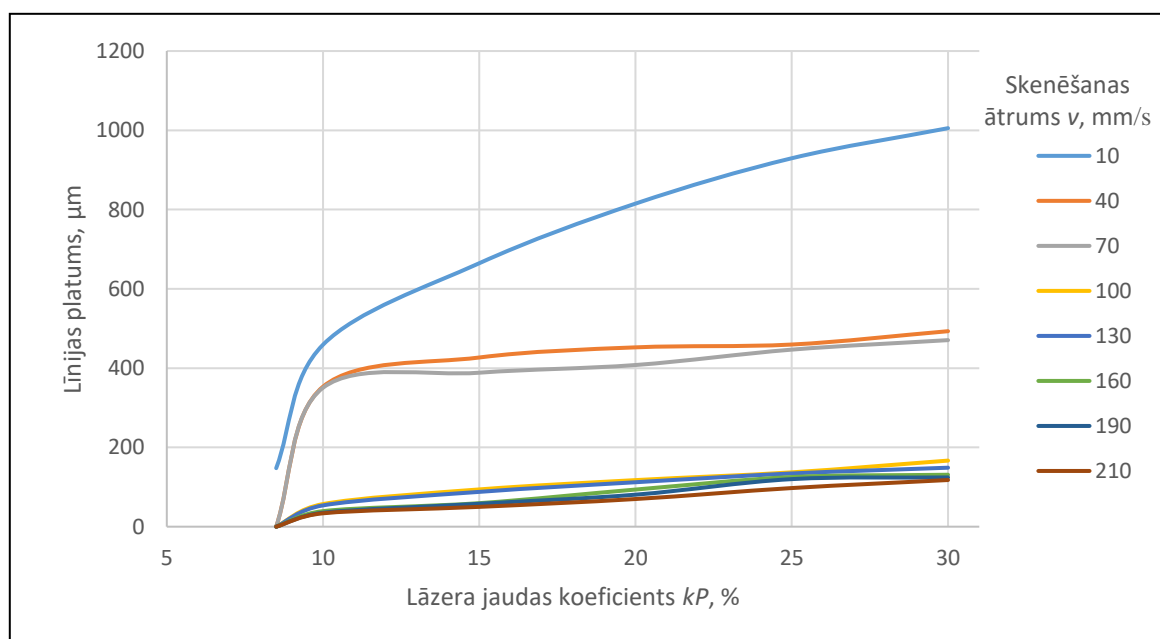
Tabulā 2. doti CO₂ lāzerrickārtas SUNTOP ST-CC9060 tehniskie parametri.

Lāzeriekārtas SUNTOP ST-CC9060 tehniskie parametri

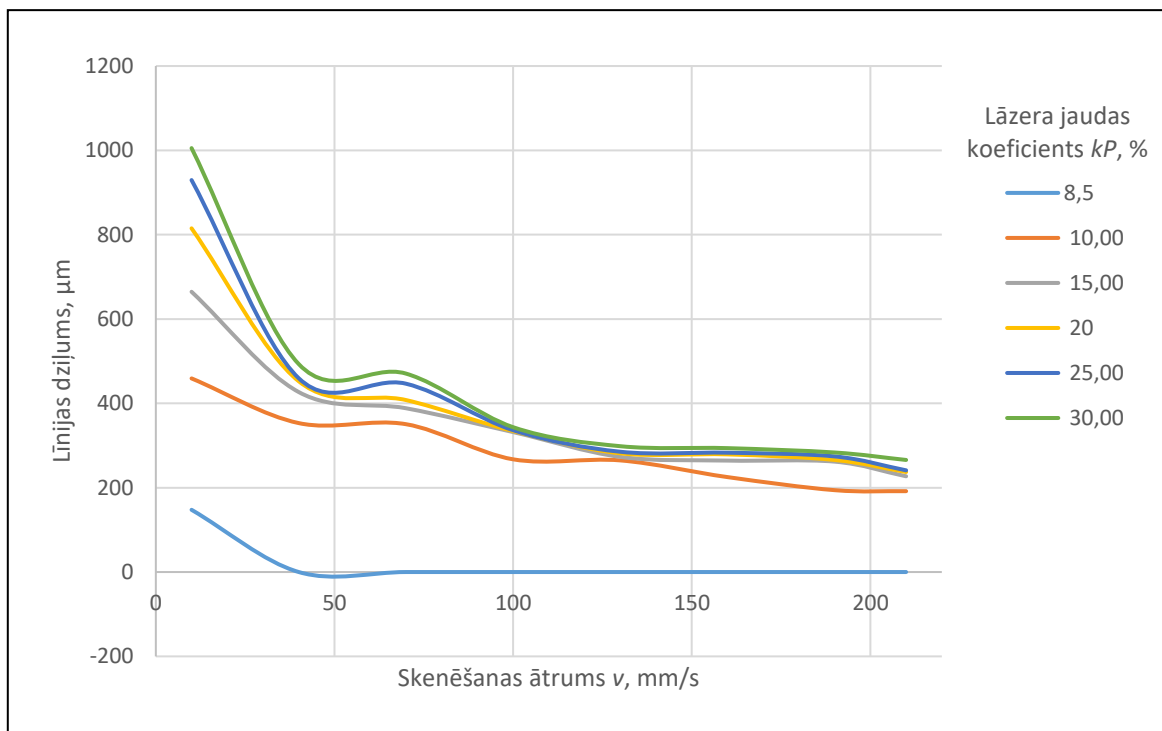
Lāzera veids	CO ₂ lāzers
Darba režīms	CW
Viļņa garums	10640nm
Maksimālā izejas jauda	100W
Darba laukums	900x600mm
Skenēšanas ātrums	0-1000mm/s
Pozicionēšanas precizitāte	0,02mm
Dzesēšanas sistēma	Ūdens dzesēšana
Lāzera drošības klase	4

Rezultāti un to izvērtējums

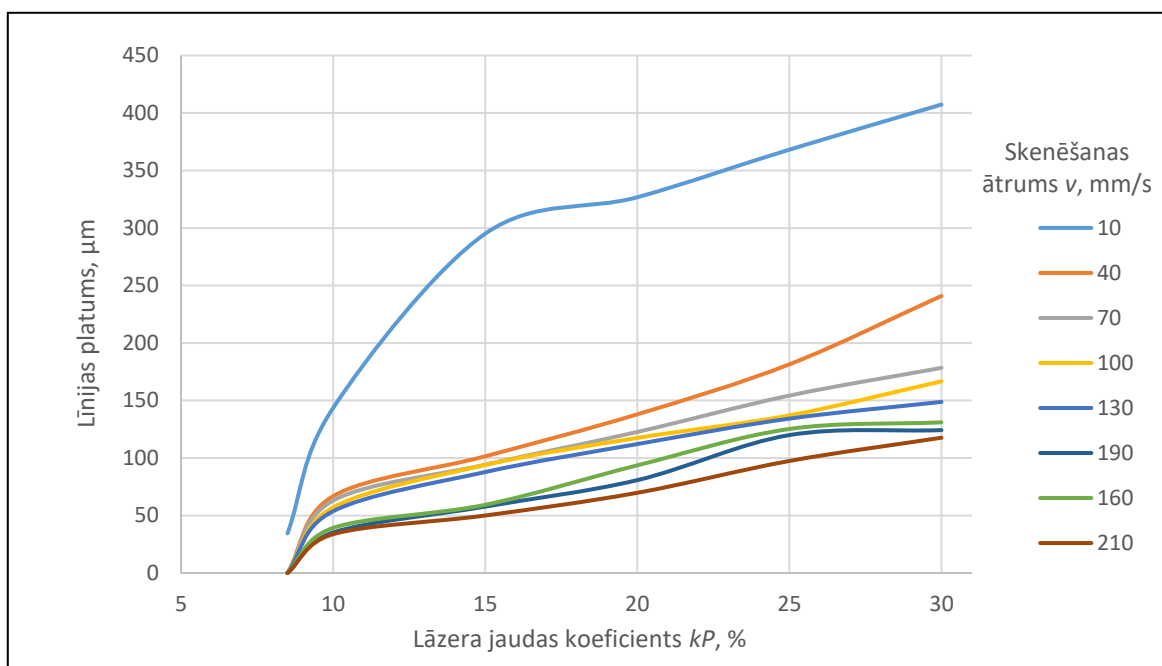
Tika noteikta uz Latgales keramikas gravēto līniju platuma un dziļuma atkarība no CO₂ lāzera izejas jaudas un skenēšanas ātruma. Līnijas platuma atkarība no lāzera jaudas uz glazētas terakota keramikas virsma parādīta Att.1. Līnijas dziļuma atkarība no skenēšanas ātruma uz glazēta terakota keramikas virsma dota Att.2. Līnijas platuma atkarība no lāzera jaudas uz neglazēta terakota keramikas virsma redzama Att.3. Līnijas dziļuma atkarība no skenēšanas ātruma uz neglazēta terakota keramikas virsma dota Att.4.



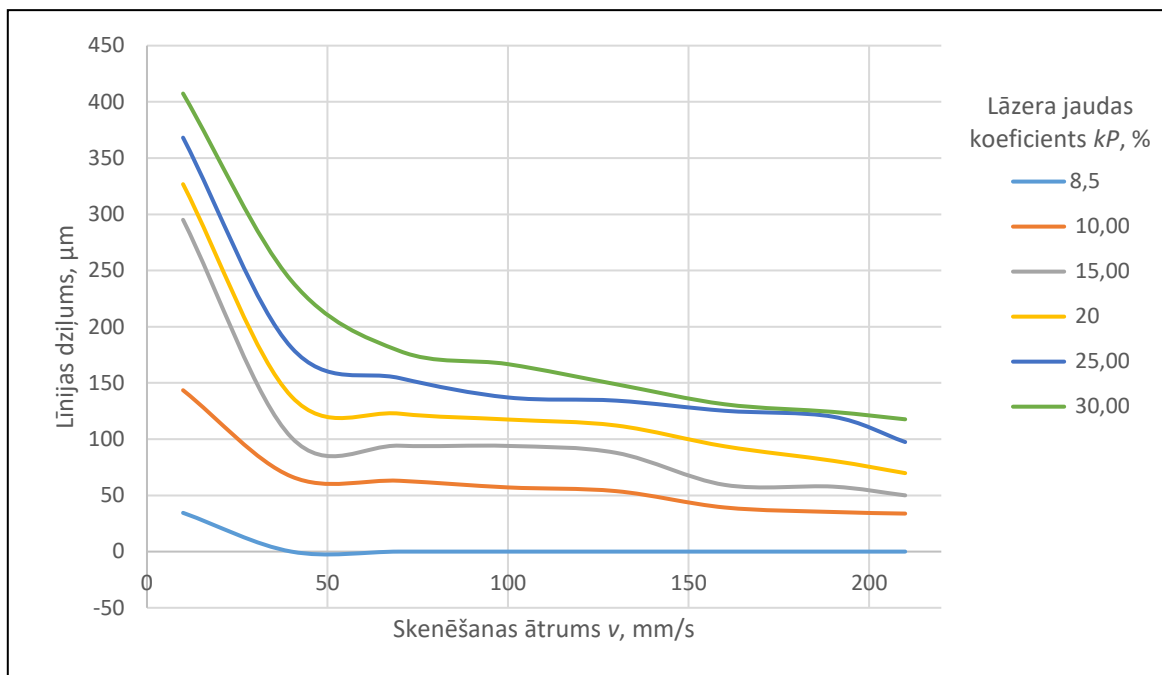
Att.1. Līnijas platuma atkarība no lāzera jaudas – glazēta terakota keramikas virsma



Att.2. Līnijas dziļuma atkarība no skenēšanas ātruma - glazēta terakota keramikas virsma

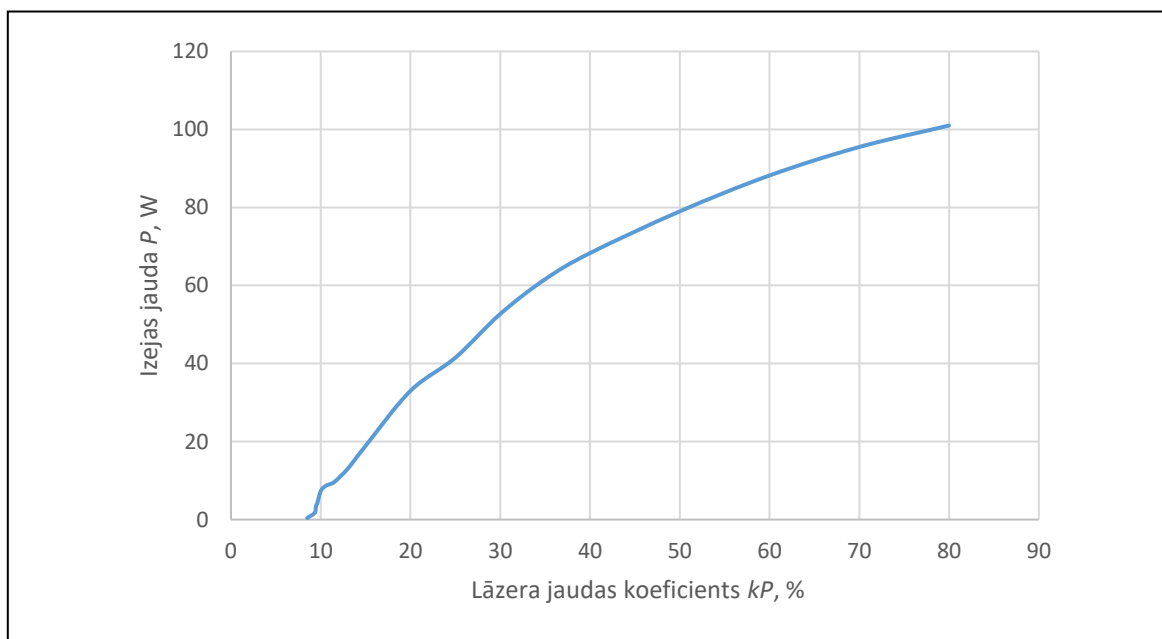


Att.3. Līnijas platuma atkarība no lāzera jaudas - neglazēta terakota keramikas virsma



Att.4. Līnijas dziļuma atkarība no skenēšanas ātruma – neglazēta terakota keramikas virsma

Att.5. ir dota CO₂ lāzera izejas jaudas līkne $P(W)$, atkarībā no lāzera jaudas koeficienta $kP(\%)$.



Att.5. Lāzera izejas jaudas līkne

Secinājumi

1. Pieaugot lāzera jaudai, robežās $kP=8,5-30\%$, gravēto līniju platums un dziļums palielinās.
2. Pieaugot skenēšanas ātrumam, robežās $v=10-210$ mm/s, gravēto līniju platums un dziļums samazinās.
3. Pie lāzera izejas jaudas $kP=15-30\%$, un maza skenēšanas ātruma, $v=10$ mm/s, uz gravējuma līnijas malām veidojas izciļņi, un tās ir izteikti nelīdzenas.
4. Skenēšanas ātrumam v pieaugot virs 100 mm/s (līdz 210 mm/s), gravējums vizuāli neizmainās.

5. Pie mazākās lāzera jaudas $kP=8,5\%$, un skenēšanas ātruma $v \geq 40$ mm/s, lāzera jaudas blīvums nav pietiekams lai veidotos gravējums uz glazētas un neglazētas Latgales keramikas virsmas.

Summary

The aim of the paper is to investigate how the parameters of the CO₂ laser, output power and scanning speed, affect the engraving of the Latgale ceramic - the width and depth of the engraving line. CO₂ lasers are ideal for engraving ceramics. In the given study, lines were engraved with a CO₂ laser device on a sample of glazed and unglazed Latgale ceramics, with different scanning speeds and different laser output powers. The dependence of the width and depth of the engraved lines on laser output power and scanning speed was determined. The dependence of the line width on the laser power on the glazed terracotta ceramic surface is shown in Fig.1. The dependence of the line depth on the scanning speed on the glazed terracotta ceramic surface is given in Fig.2. The dependence of the line width on the laser power on the unglazed terracotta ceramic surface is shown in Fig.3. The dependence of the line depth on the scanning speed on an unglazed terracotta ceramic surface is given in Fig.4.

It was determined that:

- 1) *As the laser power increases, in the range $kP = 8.5-30\%$, the width and depth of the engraved lines increase;*
- 2) *As the scanning speed increases, in the range $v = 10-210$ mm/s, the width and depth of the engraved lines decrease;*
- 3) *At a laser output power $kP = 15-30\%$ and a low scanning speed, $v = 10$ mm/s, the rough edges form and the engraving line appears markedly uneven;*
- 4) *With an increase in the scanning speed v above 100 mm/s (up to 210 mm/s), the engraving does not change visually;*
- 5) *At the lowest laser power $kP = 8.5\%$, and the scanning speed $v \geq 40$ mm/s, the laser power density is not sufficient to obtain an engraving on the glazed and unglazed Latgale ceramic surface.*

Literatūra

1. <https://eiro-monetas.weebly.com/2-euro-latgales-keramika-2020.html>
2. <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1769-what-are-ceramics>
3. <https://elenlaser.com/blog/laser-engraving-ceramic-tiles.html>
4. <https://www.ulsinc.com/ru/material/glass-ceramics-overview>

BIOINDIKĀCIJA KĀ EKOLOĢISKĀ MONITORINGA METODE RĒZEKNES PILSĒTĀ *BIOINDICATION AS AN ECOLOGICAL MONITORING METHOD IN REZEKNE CITY*

Autore: **Larisa REINIKOVA**, e-pasts: lr20006@edu.rta.lv
Zinātniskā vadītāja: **Rasma TRETJAKOVA, Dr.biol., Mg. chem.**, e-pasts:
rasma.tretjakova@rta.lv, RTA, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. *The article discusses methods of air bioindication using lichens and the condition of needles in conifers. Monitoring methods and air quality are described. Methods of methods for analyzing air by studying lichen on trees are described, three methods are considered and used in studies, and the method for assessing air quality by the state of needles of coniferous trees is also used in studies. As a result of the study, the air quality in the city of Rezekne was assessed.*

According to the results of the study, the air quality in most of the city of Rezenke is low pollution.

Keywords: *bioindication, monitoring, lichens, air quality.*

Ievads

Vides izpētes gaitā tiek izmantotas dažādas metodes. Viens no tiem var būt bioindikācija. Šī pieeja ietver noteiktu dzīvo organismu stāvokļa izpēti, lai iegūtu informāciju par to biotopu. Bioindikator ir dzīvs organisms un iespējams, visa suga vai kopiena, kas dzīvo noteiktā ekoloģiskā sistēmā, var kalpot kā tās stāvokļa atspoguļojums. Bioindikator ir dzīvs organisms, kas būtiski maina tās īpašības, kad notiek novirzes vidē. Tos var izmantot, lai noteiktu, vai gais ir piesārņots. Pat nelieli SO₂ daudzumi gaisā ir viegli identificējami ar ķērpjiem. Augu vidū šāda veida piesārņojošo vielu saturu var noteikt ar skuju koku sugām [1].

Mērķis: veikt Rēzeknes pilsētas ekoloģiskās situācijas novērtējumu izmantojot bioindikācijas metodes.

Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, tika noteikti sekojošie uzdevumi:

- 1) literatūras izpēte un analīze;
 - 2) bioindikācijas veikšana noteikto augu stāvokļa izpētei un analīzei:
 - Gaisa piesārņojuma noteikšana ar ķērpjiem (ķērpju identifikācija)
 - Gaisa piesārņojuma noteikšana pēc priežu skuju stāvokļa
 - 5) izanalizēt Rēzeknes pilsētas ekoloģisko situāciju izmantojot bioindikācijas metodes.
- Pētījuma objekts – fitobiota Rēzeknes pilsētas teritorijā.
Pētījuma priekšmets – fitobiotas reakciju rezultāti Rēzeknes pilsētas teritorijā.

Bioindikācija kā ekoloģiskā monitoringa metode

Viena no vides monitoringa sastāvdaļām ir bioloģiskais monitoringa - visu antropogēnas izcelsmes faktoru izraisīto biotas izmaiņu novērošanas, novērtēšanas un prognozēšanas sistēma. Bioloģiskā monitoringa struktūra ir diezgan sarežģīta. Tas ir veidots no atsevišķām apakšprogrammām, pamatojoties uz principu, kas balstīts uz bioloģisko sistēmu organizācijas līmeņiem.

Bioindikācija ir biotopa kvalitātes un tā individuālo īpašību novērtējums, pamatojoties uz biotas stāvokli dabiskos apstākļos. Lai ņemtu vērā vides izmaiņas antropogēna faktora ietekmē, tiek sastādīti indikatoru organismu saraksti. Bioindikator ir vienas sugas vai kopienas indivīdu grupa, pēc kuras klātbūtnes vai stāvokļa, kā arī pēc viņu uzvedības tiek vērtētas dabiskās un antropogēnās izmaiņas vidē. Tā kā izmaiņas bioloģiskajās sistēmās bieži var izraisīt antropogēni faktori, pašu "bioindikācijas" jēdzienu var formulēt šādi:

Bioindikācija ir bioloģiski un ekoloģiski nozīmīgu antropogēno slodžu noteikšana un noteikšana, pamatojoties uz dzīvo organismu un to kopienu reakcijām uz tām [2].

Vides kvalitāte, tās piesārņojuma pakāpe tiek vērtēta pēc sugu sastāva, sugu attiecības vai atsevišķu sugu stāvokļa ekosistēmā (bioindikācijas metodes) vai laboratorijas eksperimentālo organismu reakcijas, kas ievietotas pētītajā vidē (biotestēšana).

Bioindikācijas metodes ir sadalītas divās galvenajās metodēs: bioindikācijas reģistrēšana un bioindikācijas uzkrāšana. Bioindikācijas reģistrēšana ļauj spriest par vides faktoru ietekmi pēc sugas vai populācijas indivīdu stāvokļa, un bioindikācijas uzkrāšana izmanto augu un dzīvnieku īpašību, lai uzkrātu noteiktas ķīmiskas vielas [3].

Gaisa kvalitāte

Gaisa kvalitātes jēdziens nevar norobežoties tikai ar vielu koncentrāciju gaisā. Ideāli tīrs gaiss ir tikpat nederīgs cilvēka organismam kā destilēts ūdens. Gaiss ir vide, kurā var koncentrēties ne tikai dažādas vielas, bet arī enerģētiskie lauki, turklāt to izcelsme var būt dažāda.

Piesārņojuma veidi:

- Fizikālais piesārņojums.
- Ķīmiskais piesārņojums.
- Bioloģiskais piesārņojums.
- Estētiskais piesārņojums.
- Psiholoģiskas piesārņojums [4].

Gaisa aizsardzībai no piesārņojuma ir piešķirama liela vērtība. Gaiss ir viens no svarīgākajiem faktoriem, kas nosaka dzīvību uz Zemes. Atkarībā no ķermeņa uzbūves cilvēks diennaktī patērē 6-12 kubikmetrus gaisa, bet lielas fiziskas slodzes gadījumā pat vairāk. Līdz ar to arī kaitīgu vielu mikroaudzums gaisā var ietekmēt cilvēka veselību [5]. Piesārņojošās vielas ātri izplatās atmosfērā diezgan lielos attālumos, līdz ar to atmosfēras gaisa piesārņojuma problēma ir uzskatāma par starptautiski risināmu, un piesārņojuma samazināšanā liela nozīme ir starptautiskai sadarbībai [6].

Gaisa piesārņojums. Liela uzmanība tiek veltīta tiešajam gaisa piesārņojumam, uzlabojot tehnoloģijas un pēc iespējas mazinot ietekmi uz vidi. Diemžēl atmosfēras piesārņojuma rezultātā var tikt eitroficēti biotopi diezgan lielos attālumos. Īpaši tas attiecas uz jutīgiem, oligotrofiem biotopiem. Bieži paredzētā darbība izsauc citas darbības, kas var izraisīt lielāku ietekmi uz vidi [4].

Gaisa piesārņojuma bioindikācija – ķērpju metode

Ķērpji ir plaši izplatīti organismi, kuriem ir diezgan augsta tolerance pret klimatiskajiem faktoriem un jutība pret vides piesārņotājiem. Ķērpji visstraujāk reaģē uz SO₂. Ātra un efektīva ir piesārņojuma noteikšana, izmantojot indikatorsugas, piemēram, ķērpjus. Gaisa piesārņojumu var noteikt, izmantojot sastopamās ķērpju sugas un to aizņemto virsmu [3].

Pirmā metode:

Izgatavojiet caurspīdīgu bieza polietilēna sietu 10x10 cm kvadrāta formā, sadalot 10 daļās katrā pusē (100 kvadrāti). Caurspīdīgo sietu cieši piestipriniet pie koka stumbra 1,3 - 1,5 m augstumā. Skaitiet kvadrātu skaitu ar ķērpjiem.

Ķērpjus uz katra koka skaita šādi. Pirmkārt, tiek skaitīts to kvadrātu skaits, kuros ķērpji ar aci aizņem vairāk nekā pusi kvadrāta (a) platības, nosacīti tiem attiecinot pārklājumu, kas vienāds ar 100%. Pēc tam saskaita to kvadrātu skaitu, kuros ķērpji aizņem mazāk nekā pusi no kvadrāta (b) platības, parasti tiem piešķirot 50% pārklājumu. Dati tiek ierakstīti darba tabulā.

Kopējo projektīvo segumu procentos (R) aprēķina pēc formulas:

$$R = (100 a + 50 b) / C, \quad (1.)$$

kur C ir kopējais paletes kvadrātu skaits (piemēram, lietojot 10 x 10 cm paleti ar 1 x 1 cm kvadrātiem), $C = 100$ [7]. Uzskaita ķērpju skaitu uz katra koka. Precīzākai skaitīšanai varat izmantot palielināmo stiklu. Sadaliet visas atrastās sugas trīs grupās pēc formas: krevu, lapu, krūmu.

Novērtējiet koka stumbra pārklājumu. Lai to izdarītu, 130-150 cm augstumā uz mizas daļas, kas visvairāk apaugusi ar ķērpjiem, ielieciet rāmi. Aprēķiniet, cik procentus no kopējās platības aizņem ķērpji.

Pārklājums tiek novērtēts punktu skalā procentos (1 punkts - pārklājums 1-10%, 2 punkti - pārklājums 11-20%, 3 punkti - 21-30%, 4 punkti - 31-40% utt. Uz augšu līdz 10 punktiem).

Novērtējumi par sastopamības biežumu un pārklājuma pakāpi. Tādējādi katram ķērpju veidam – krevu, lapu, krūmu - tiek noteikti sastopamības un pārklājuma pakāpi. Pēc vairāku desmitu koku pētījumu veikšanas katram ķērpju veidam - krevu (A), lapu (B) un krūmu (C) - tiek aprēķināti vidējie sastopamības un pārklājuma rādītāji, katrā novērojamā punktā. Zinot vidējā A, B, C sastopamības rādītājus, ir viegli aprēķināt atmosfēras tīrības indeksu (IAQ, Index of Atmosphere Quality) pēc formulas:

$$RTR = (A + 2B + 3C) / 30. \quad (2.)$$

Jo augstāks IAQ (tuvāk vienotībai vai 100%), jo tīrāks ir dzīvotnes gaiss. Atkarībā no SO₂ vidējās koncentrācijas pastāv tieša saistība starp IAQ un tās atmosfēras piesārņojumu [8].

Otrā metode:

Ķērpju projektīvā seguma noteikšana ar "lineārā krustošanās" metodi, atšķirībā no "paletes" metodes, balstās uz lineāru, nevis areālu rādītāju mērīšanu. Metode sastāv no mērlentes piestiprināšanas pie koka stumbra apkārtam, un fiksēt visus ķērpju veidiem. Ķērpju mērīšana ar šo metodi tiek veikta šādi. Pēc koka izvēles pētnieks nosaka punktu uz stumbra, kas atrodas 150 cm augstumā no dibena, pēc tam uz stumbra tiek piestiprināta mērlente ar sadalījumiem tā, lai lentes skalas nulle sakristu ar izvēlēto punktu, un skaitļu pieaugums skalā atbilst kustībai pulkstenrādītāja kustības virzienā. Pēc pilna pagrieziņa mērlente tiek piestiprināta nulles punktā. Apvienojot lentes pēdējo daļījumu un nulli, tiek noteikts stumbra apkārtmērs. Turpmākajos aprēķinos to uzskata par 100%. Pēc tam sākas mērījumi, virzoties ar skatienu pa lenti un fiksējot katra lentes krustojuma sākumu un beigas ar ķērpju veidu. Saskaņā ar lauka mērījumu datiem tiek aprēķināts ķērpju projektīvais segums.

Ir H. H. Trass (1985) klasifikācija, apvienojot ķērpju poleotolerances klasēs, t.i. grupās, kuru dalībnieki vairāk vai mazāk vienādi reaģē uz noteiktiem piesārņotājiem un to koncentrāciju apkārtējā gaisā. Protams, ka ķērpju sugu sastāva salīdzinājums noteikt ļoti nosacīti.

Tā sauktie lichenoindikācijas indeksi palīdzēs noteikt biotopu traucējumu līmeni. Ir daudz ķērpju indikatīvo indeksu. Šajā darbā izmantots vel viens no indeksiem - poleotolerances indeksā (IP) tiek ņemts vērā ķērpju sugu sastāvs (t.i., lai to izmantotu, jānosaka suga), un to aprēķina pēc formulas:

$$IP = \sum_{i=1}^n \frac{A_i C_i}{C_n}, \quad (3.)$$

kur n - sugu skaits aprakstītajā vietā,

A_i - i-tā veida poleotolerances klase (no 1 līdz 10),

C_i - i-tā veida pārklājums balles,

C_n - visu veidu pārklājuma summa (balles).

Poleotolerances indekss tiek aprēķināts vidēji visiem apsekotajiem kokiem kvadrātā. Projektīvā seguma novērtē 10 ballu skalā. IP vērtības svārstās no 1 līdz 10. Jo augstāka IP vērtība, jo vairāk piesārņots gaiss attiecīgajā biotopā. IP vērtība var būt nulle tikai tad, ja ķērpju vispār nav [7].

IP vērtības attiecībā pret SO₂ saturu gaisā

IP	SO ₂ koncentrācija (mg / m ³)	Nosacītā zona
1-2	Mazāk par 0,01	Normāla
2-5	0,01 - 0,03	Zems piesārņojums
5-7	0,03 - 0,08	Vidējs piesārņojums
7-10	0,08 - 0,10	Liels piesārņojums
10	0,10 - 0,30	Kritiskais piesārņojums
0	Vairāk par 0,3	Ķērpju tuksnesī

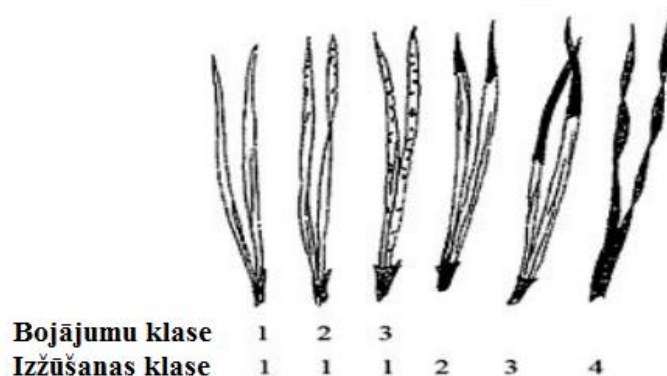
Trešā metode:

Izmantojot bioindikatoru sugu sastopamības skalu, nosakām vidējais SO₂ daudzums gaisā mg/m², pēc ķērpju sugām. [9].

Skujkoku metode

Tiek uzskatīts, ka skujkoku meži ir visjutīgākie pret gaisa piesārņojumu. Tas nosaka priedes un egles izvēli kā vissvarīgāko antropogēnās ietekmes rādītāju, kas šobrīd tiek uztverts kā "biodiagnostikas standarts". Nepiesārņotu mežu ekosistēmās skujkoku skuju lielākā daļa ir vesela, tai nav bojājumu, un tikai nelielai skuju daļai ir gaiši zaļi plankumi un mikroskopisku izmēru nekrotiski punkti, kas vienmērīgi izkaisīti pa visu virsmu. Piesārņotā atmosfērā parādās bojājumi, un priežu skuju kalpošanas laiks samazinās [3].

Ekspress gaisa kvalitātes novērtējums pēc skuju stāvokļa. Eksperimentālā tehnika - skujkoku skuju stāvokļa noteikšana. Katrā kvadrātā izvēlieties 3-15 priedes (vai egles) atklātā vietā 15-20 gadu vecumā. No kociem paņemam skuja otrajā un trešajā dzīves gadā. Nosakiet skuju bojājuma pakāpi. Nosaka, cik gadus skuja turas pie zara un cik procenti no katra gada skujām palikuši pie stumbra, ja pieņem, ka šogad izaugušās skujas ir 100 %. Visas skujas ir sadalītas trīs daļās (neskartas, ar plankumiem un izžūšanas pazīmēm), un katrā grupā tiek skaitīts skuju skaits.



1. attēls. **Bojājumu un skuju izžūšanas klases**

Bojājumi: 1 - skuja bez plankumiem; 2 - ar nelielu skaitu mazu plankumu; 3 - ar lielu skaitu melnu un dzeltenu plankumu, daži no tiem ir lieli, visi skuja platums; izžūšana: 1 - nav sausu vietu; 2 - gals izžūvis par 2–5 mm; 3 - trešdaļa ir izžuvusi skuja; 4 - visas skuja ir dzeltenas vai vairāk, nekā puse no to garuma ir sausa [3].

Rezultāti un to izvērtējums

Novērtēšanas vietas Rēzeknes pilsētā (autores izveidotas vietas):

1. Ančupanu mežs

2. Rebir
3. Parks pie 5. vidusskolas
4. Rēzekne II (pie viadukta)
5. RTA
6. Raiņa parks
7. Rēzeknes upe (Olimpiskai centrs, pie tilta)
8. Vīpingas parks (tuberkulozes slimnīca)
9. Rēzeknes upe (festivāls parks)
10. Rēzekne I (Kovšu ezers)
11. Kovšu ezers (pie Mūzikas skola)

Novērtēšanas dati no visas vietas bija apstrādāti un apkopoti. Izmantojot abus metodes: ar paleti un mērlenti saņemti rezultāti bija izpētīti un ar aprēķināti ar dažādam formulām, kuras aprakstīti augstāk. Saņemti sekojošie gala rezultāti.

2. tabula

IAQ un IP koeficienti, Rēzeknes pilsētā teritorijā

Vieta	IAQ pēc 1 metodes, %	IAQ pēc 2 metodes, %	IP
1. Ančupanu mežs	59	56	1,7
2. Rebir	45	36	5,03
3. Parks pie 5. vidusskolas	52	50	3,33
4. Rēzekne II (pie viadukta)	34	25	7,06
5. RTA	58	53	3,16
6. Raiņa parks	58	53	3,51
7. Rēzeknes upe (Olimpiskai centrs, pie tilta)	47	45	5,01
8. Vīpingas parks (tuberkulozes slimnīca)	59	55	1,86
9. Rēzeknes upe (festivāls parks)	55	54	3,14
10. Rēzekne I (Kovšu ezers)	54	50	3,08
11. Kovšu ezers (pie Mūzikas skola)	58	55	2,97

Datu novākšanai un analīzei izmantoti visi trīs metodes kuri aprakstīti darbā. Pēc visiem analīzēm un pētījumiem var secināt, ka Rēzeknes pilsētā gandrīz visā teritorija sastopama krevu un lapu veidu ķērpji, kas liecina vāju piesārņojumu, krūmu veidu ķērpji tika atrasti daudzos punktos, taču to bija ļoti maz. To bija nedaudz vairāk 1. un 8. punktos, tie ir Ančupanu mežs un Vīpingas parks, jo šīs vietas atrodas zaļā zonā un tālu no ceļiem. Krūmu ķērpju būtībā liecina, ka piesārņojuma nav. Krūmu ķērpju vispār nebija konstatēti četros punktos – 2, 4, 5, 7. Nr. 2 punkts (Rebir) – atrodas rūpniecības zonā, kā arī pie Atbrīvošanas alejas un Maskavas ielas krustojuma – šajā krustojumā ir liela autotransporta plūsma. Punkti 5 un 7 arī atrodas ceļa tuvumā, kūkos ir augsta autotransporta plūsma, punkta 7 vēl tuvumā ir degvielas uzpildīšana. Nr.4 punkts atrodas dzelzceļa stacija, kur ir liela vilcienu plūsma un arī tuvuma ir daudz autoceļu, kur ir liela automobiļu plūsma.

Visaugstākais kopējais ķērpju projektīvais segums ir gandrīz visas punktos, tas sastāda vairāk 80%. To liecina pa mazāko piesārņojumu. Punktā Nr. 2 (Rebir) ķērpju projektīvais segums – sastāda aptuveni 70%, tas liecina par vidējo piesārņojumu. Bet viszemākais ķērpju projektīvais segums ir punktā Nr. 4 (Rēzekne II (pie viadukta)), tas sastāda mazāk nekā 50%, ko liecina par lielu piesārņojumu.

Pēc novērojumiem un aprēķinam ir redzams, ka punktos 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10 un 11 IAQ ir augtāks (50 – 59 % robežas), nosacīti var teikt, ka piesārņojums ir zems. Punktos 2 un 7 – zemāk 50 %, nosacīti var teikt, ka šos punktos ir vidējais piesārņojums. Punktā 4 IAQ – zemāks par 35 %, nosacīti var teikt, ka 4 punktā ir liels piesārņojums.

IP indeksa radītājus skatam pēc 1. tabulas un novērtējam SO₂ daudzumu. Punktos 1 un 8 – līdz 2, tas nozīmē, ka šos punktos SO₂ mazāks par 0,01 mg/m³ gada – normāla zona. Tas ir Ančupanu mežs un Vīpingas parks, šīs vietas atrodas zaļā zonā un tālu no ceļiem. Punktos 3, 5, 6, 9, 10 un 11 – IP indekss ir ap 3, tas nozīmē, ka šos punktos SO₂ 0,01-0,03 mg/m³ gada – zems piesārņojums, šie punkti atrodas nelielas zaļas zonas, bet tuvumā ir ceļš, bet transporta plūsma ir ne visu laiku ir intensīva (automašīnas šos vietas brauc cauri un ne stāv), 10 punkts ir Rēzekne I – bet šajā stacija vilcienu kustība ir vāja, tāpēc šeit ir zemi radītāji. Punktos 2 un 7 – IP indekss ir ap 5, tas nozīmē, ka šos punktos SO₂ 0,03-0,08 mg/m³ gada – vidējs piesārņojums. Punktā 2 atrodas rūpniecības zonā, kā arī pie Atbrīvošanas alejas un Maskavas ielas krustojuma – šajā krustojumā ir liela autotransporta plūsma. Punktā 7 atrodas ceļa tuvumā, kūkos ir augsta autotransporta plūsma un tuvumā ir degvielas uzpildīšana. Punktā 4 – IP indekss ir visaugstākā ap 7 tas nozīmē, ka šā punktā SO₂ 0,08-0,10 mg/m³ gada – liels piesārņojums, tā punktā atrodas dzelzceļa stacija, kur ir liela vilcienu plūsma un arī tuvumā ir daudz autoceļu, kur ir liela automobiļu plūsma.

3. tabula

Skujiņas nekroze, Rēzeknes pilsētā teritorijā

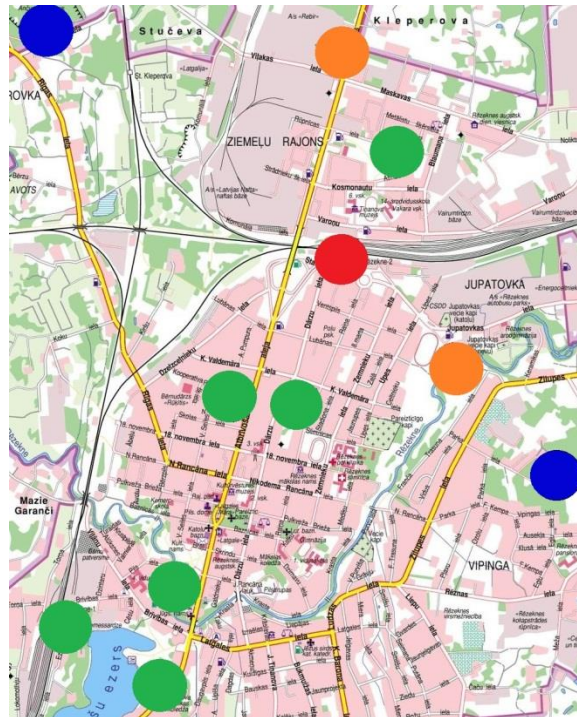
Vieta	Nekroze %	Klase
1. Ančupanu mežs	20	1
2. Rebir	54	3
3. Parks pie 5. vidusskolas	31	2
4. Rēzekne II (pie viadukta)	55	3
5. RTA	41	2
6. Raiņa parks	41	2
7. Rēzeknes upe (Olimpiskai centrs, pie tilta)	50	3
8. Vīpingas parks (tuberkulozes slimnīca)	19	1
9. Rēzeknes upe (festivāls parks)	43	2
10. Rēzekne I (Kovšu ezers)	-	-
11. Kovšu ezers (pie Mūzikas skola)	-	-

Pēc trešās metodes novēroti ķērpju sugas. Kā novērtēšanas sugas šī metodei izskatam tikai dažas ķērpju sugas, pēc dažiem ķērpju atlasiem. Bija konstatēti ka Rēzeknes pilsētas teritorijā visas punktos projektīvais segums ir ķērpju sugas Lecanora allophana, Xanthoria parietina, vidējais projektīvais segums – ap 20 %. Izņemot punktu Nr. 2, 4 konstatēti projektīvais segums ir ķērpju suga Parmelia sulcata - vidējais projektīvais segums ir ap 30 %. Ķērpi punktā Nr. 2 ir sīkas. Punktos Nr. 5 un 7 ir ķērpju sugas Lecanora allophana, Xanthoria parietina, pie ceļa ir nelieli, bet punktā 5 tālāk no ceļa aiz ēkām un punktā 7 vietā kur plānots pludmale dažas kokos bija satikās Parmelia sulcata – tas ir vidējais piesārņojums. Ķērpju suga Evernia prunasti, bija konstatēta tikai punktos Nr. 1, 8 un ļoti nedaudz punktos 3, 6, 9, 10, 11 – Rēzeknes pilsētā vidējais projektīvais segums ir ap 2,5 %. Tas liecina par to, ka šos vietas piesārņojums ir zems.

Novērtēšanas dati pēc skuju metodes no visas vietas bija apstrādāti un apkopotī un ierakstīti tabulas. Pēc iespējas skuju bija savākti no priedēm, bet dažāda vietas bija tikai egles. Divas vietas – Rēzekne I un pie Mūzikas skolas bija tikai viens vai divi skujkoki un tie bija tik

augsti, ka skujiņas savākt nebija iespēja. Tāpēc šos vietas nav iespēja izmantot šo metodi novērojumam.

Rēzeknes pilsētas novērtēti trīs gaisa piesārņojuma klasēs. Lielākajā daļā Rēzeknes pilsētā noteikts 2. klases piesārņojuma līmenis. Punktos Nr. 1 un 8 - 1. piesārņojuma klase, jo šajos punktos noteikts viszemākais nekrotizēto skuju procentuālais segums zemāk par 20% un 1 – 2 nekrotizēšanās pakāpe, kas liecina par zemu gaisa piesārņojumu. Punktos Nr. 2, 4, 7 ir 3. piesārņojuma klasē, jo šajos punktos nekrotizēto skuju procentuālais segums pārsniedz 50%. Tāpēc kā šos punktos ir intensīvā transporta plūsma (vietām ne tikai auto, bet arī dzelzceļa), 2 punktā ir rūpnieciskais rajons, bet 7 punktā – uzpildīšanas stacija.



■ - gandrīz nav piesārņojuma;
piesārņojums;
■ - liels piesārņojums

■ - zems piesārņojums;

■ - vidējais

2.attēls. Gaisa kvalitātes piesārņojums Rēzeknes pilsēta pēc bioindikācijas metodes

Secinājumi

Iegūtie rezultāti pēc visām izmantotajām bioindikācijas metodēm - ķērpju trīs metodes, skuju koku nekrotizēšanas ir līdzīgi. Tīrākās zonas - gandrīz nav piesārņojuma ir punkti Nr. 1 un 8. Šie punkti atrodas pilsētas nomaļie, kur nav aktīva transporta plūsmas, ir zaļās atpūtas zonas. Vispiesārņotākais punkts ir Nr. 4, vidēji piesārņoti ir punkti Nr. 2 un 7. Iespējamie piesārņojuma avoti ir transports, degvielas uzpildes stacijas, automazgātavas, dzelzceļš un rūpniecības zonas. Lielākajā pilsētas daļā (punkti Nr. 3, 5, 6, 9, 10, 11), vērtējot pēc bioindikācijas metodēm, gaisa piesārņojuma līmenis ir zems.. Šajos punktos nav ražošanas zonas, ir parki, atpūtas un relaksācijas zonas.

Summary

Various methods are used in the course of environmental research. One of them may be a bioindication. This method doesn't require more expensive research hardware and reagents. A bioindicator is a group of individuals of the same species or community, whose presence or

conditions, as well as their behavior, assess natural and anthropogenic changes in the environment.

Lichens are widespread organisms that have a fairly high tolerance to climatic factors and sensitivity to environmental pollutants.

Studied the territory of Rezekne city was divided into 11 points, according to the assessments of bioindication methods it's found that on average in Rezekne the air quality is low pollution. If you run into two specific points (No. 1 and 8) there is almost no pollution - it can be said that the air is practically clean, one point No. 2 has a lot of pollution and points No. 2 and 7 - average pollution.

Literatūra

1. Bioindicators ir tas, ko? Bioindikatoru definīcija, veidi un veidi. (sk. Internet 20.03.2021) <https://lv.public-welfare.com/4309261-bioindicator-is-what-definition-types-and-types-of-bioindicators>
2. Рассадина Е.В., Биоиндикация и её место в системе мониторинга окружающей среды. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. Ульяновск. 2007. – 48-53 с.
3. Политаева Н. А. Методы контроля качества окружающей среды. Учебное пособие. Н.А. Собгайда. Москва, 2017. — 112 с.
4. M. Virčavs. Vide, ietekmes un novērtējums: principi un analīze. Rīga. 2025. – 248 lpp.
5. M. Kļaviņa, J. Zalkšņa. Vide un ilgtspējīga attīstība. Rīga. 2010. – 334 lpp.
6. M. Kļaviņš, O. Nikodemus, V. Segliņš, V. Melecis, M. Virčavs, K. Āboliņa. Vides zinātne. Latvijas Universitāte. Rīga. 2008. – 599 lpp.
7. Боголюбов А.С., Кравченко М.В. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации. Барнаул. 2001. – 15 с.
8. Лишеноиндикация (изучение загрязнения воздуха при помощи лишайников) (sk. Internetā 25.03.2021) <http://gov.cap.ru/home/93/000/asio/200/252.htm?fbclid=IwAR1D7dZ3LciN2T8NEsl8I8ph-vS-Vo86uE3nW6EQV3lzWVE64jzhX6k3oko>
9. Pētījums I. Gaisa piesārņojuma bioindikācija file (sk. Internetā 28.03.2021) https://www.siic.lu.lv/bio/IT/B_10/default.aspx@tabid=9&id=151.html

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF LASER BEAM PARAMETERS ON THE NEOPRENE LASER ENGRAVEMENT AND LASER CUT LĀZERA STARA PARAMETRU IETEKMES IZPĒTE UZ NEOPRĒNA LĀZERA GRAVĒŠANU UN GRIEŠANU

Authors: **Matīss SILINIEKS, Kristiāns GERŠEBEKS, Amanda TUTIŅA**, e-mails:
silinieks13@gmail.com, kristians.gersebeks@rta.lv, amandatutina@inbox.lv
Scientific supervisor: **Lyubomir LAZOV, Dr.sc.ing., Prof.**, e-mail: lyubomir.lazov@rta.lv
Rezekne Academy of Technologies
Atbrīvošanas aleja 115, Rezekne, Latvia

Abstract. *The report considers the possibility of using laser technology for neoprene engraving and cutting. This modern material is a type of synthetic rubber with great strain resistance, general durability and excellent temperature insulation properties. This study uses a CO₂ laser system SUNTOP ST-CC 9060 with a wavelength of 10640 nm with a goal to achieve the best engraving and cutting quality of the material and Zwick / Roell machine for testing the samples. As a result of experimental studies, power density and processing speed parameters were optimized for high – quality engraving and cutting of the neoprene.*

Keywords: *CO₂ laser, cutting, engraving, laser processing, neoprene.*

Introduction

Following an increased demand for natural rubber, and therefore the subsequent price rise in the 1920s, scientists set out to create a cheaper synthetic alternative. [1] On April 17, 1930, scientists of the company DuPont invented neoprene after purchasing the patent rights from the University of Notre Dame. Today, more than 90 years later, the material is being used in wide variety of applications, such as civil and automotive engineering, medicine, clothing, home accessories etc. [2] However, the engraving and cutting of the material, as with automated manufacturing processes for neoprene, has not yet been fully optimized. This study discusses laser usage for engraving and cutting as an alternative method to the mechanical processing of the material.

A laser is a device that emits light through a process of optical amplification based on the stimulated emission of radiation differing from other sources of light in that it emits light, which is coherent. Lasers are used in laser printers, laser surgery, processing materials, for entertainment etc. [3]

Laser engraving is the practice of using lasers to engrave an object whether it is a text, picture or something else. On the other hand, it can be defined as a broader category of methods to leave marks on an object, which also includes color change due to chemical/ molecular alteration, charring, foaming, melting, ablation and more. The technique is contactless, as it does not involve the use of inks or tool bits that contact the engraving surface. [4] The main difference from laser marking is that the high heat of the laser beam vaporizes the material thereby cutting into the part's surface and physically removing material. This process leaves a cavity in the surface that is not only visible with a high contrast but is also noticeable by touch. [5],[6]

Laser cutting is a technology that uses laser to slice materials. Laser cutting works by directing the output of a high power laser most commonly through optics. The focused laser beam is directed at the material, which then either melts, burns, vaporizes away or is blown away by a jet of gas, leaving an edge with a high quality surface finish. While typically used for industrial manufacturing applications, it is beginning to be used by schools, small businesses and hobbyists. [7]

Neoprene is usually used as an interlayer between two textile layers therefore, it is hard to cut the material precisely using traditional methods, such as cutting with scissors. [8] Solution

for post – processing is to cut neoprene with laser. The experiments were conducted in an enclosed cell connected to an exhaust system in order to prevent the operator from being exposed to emissions from the engraving and cutting process.

Equipment for research process

For the experiment and research CO₂ laser system SUNTOP ST-CC9060 and material testing machine Zwick / Roell was used. Technical parameters of laser system are shown in Table 1. Laser system SUNTOP ST-CC9060 shown in Fig. 1.

Table 1. [9]

Technical parameters of laser system SUNTOP ST-CC9060

Laser type	CO ₂ laser
Working mode	Continuous mode (CW)
Wavelength	10640 nm
Maximal output power	100 W
Working space	900 x 600 mm
Cutting speed	0 – 1000 mm/ s
Positioning precision	0.02 mm
Cooling system	Water cooling



Fig. 1. View from outside.

This laser system is designed for processing non – metals such as wood, bamboo, plastic, fabric, leather etc. Machine is designed for precise engraving and cutting of parts.

Material for research

Neoprene is a type of synthetic rubber produced by polymerization of chloroprene invented by DuPont scientists on April 17, 1930. It resists degradation more than natural or synthetic rubber. In garment manufacturing, neoprene is used as an interlayer between two textile layers making the fabric light, soft, strain resistant and durable in general. Moreover, it has excellent temperature insulation properties and it is effective against shock damages. [2], [10] General characteristics of the neoprene as a material are shown in Table 2.

Table 2. [2]

General characteristics of the neoprene

Hardness (Shore A)	40 – 95
Tensile failure stress, MPa	3.45 – 20.68
Elongation after fracture, %	600
Density, g/ cm ³	1.23

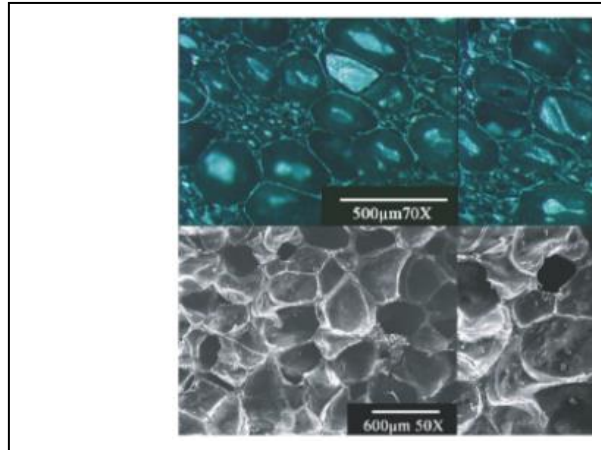


Fig. 2. Micrographs of uncompressed foam neoprene under various magnifications. [11]

Although the material is durable, when used in garment manufacturing, it still needs to be cleaned properly. Since the material has direct contact with the body, it should be washed frequently in low temperatures such as 30° C – 40° C, which means that it should not be exposed to high temperatures. [12] This means that the laser parameters have to be optimized both for engraving and cutting to make sure that the material is not being damaged in working process making engraving and cut quality also an important factor. For the study, the material of thickness of approximately 2.5 mm was used.

Methodology

Before the experiment, the laser output power is measured. The power P adjustment curve is shown in the graph in Fig. 3.

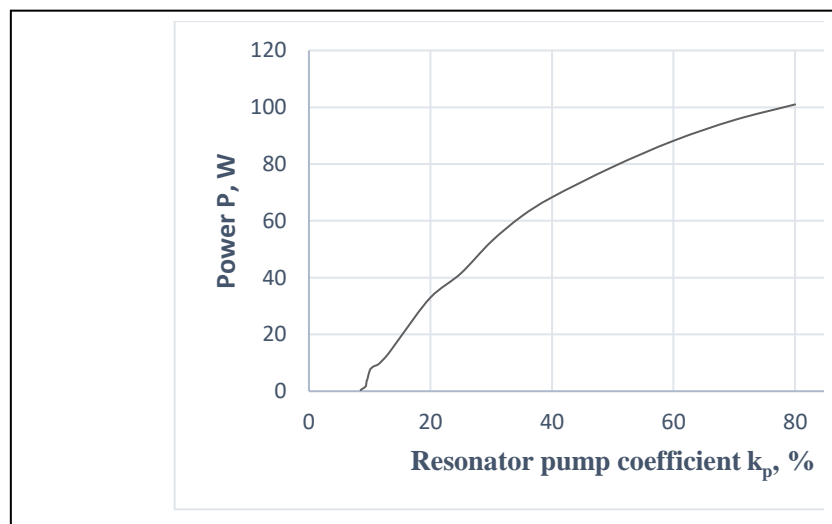


Fig. 3. Output power P (W) dependence on the resonator pump coefficient k_p , %

Three series of experiments were made.

- 1) In the first series of the experiment, the dependence of the cut geometric and visual parameters depending on the power output P and speed v is investigated. P takes the value of 9.5; 9.8; 10; 10.3; 10.5; 10.8; 11; 13; 15 W. Each power output amount P were tested with three different velocity parameters: 50; 70; 90 mm/s.

- 2) In the second series of the experiment, the dependence of the engraving geometric and visual parameters depending on the power output P and speed v is investigated. P takes the value of 8.5; 8.8; 9; 9.1; 9.2; 9.3; 9.4; 9.5; 9.6 W. Each power output amount P were tested with three different velocity parameters: 80; 100; 120 mm/s. The experiment was carried out two times, changing the direction of the thread.
- 3) In the third series of the experiment, the dependence of the engraving geometric and visual parameters depending on the thread direction and line distance Δx is investigated. P takes the value of 8.8 W and velocity v takes the value of 120 mm/s as the best parameters for engraving obtained from the previous experiment.

After the third experiment, six samples were tested for strain resistance using Zwick/Roell testing machine with the tensile testing speed of 50 mm/ min and constant load. Three samples were made both with the examples with straight thread and slanting thread.







Example No.		P, W	v, mm/s
1		8.8	120
2			
3			
4			
5			
6			

Fig. 4. Summary of data for engraved neoprene (1.-3. straight thread, 4.-6. slanting thread)

Results

Based on the data obtained from the tests, graphs were constructed that show the strain durability dependence on the direction of the thread and line distance Δx . The obtained results were compared to the test results of the non – engraved examples. The most important parameter to be observed after tensile tests was the tensile length dL (mm) at the maximum force F (N), as the goal of this study is to optimize laser processing parameters to obtain both the best visual quality and durability of the material after laser processing. The results were collected and shown both in graph and table (Fig. 5. and Fig. 6.). As for the cutting parameters, the best output power P and speed v to be used for cutting neoprene was 11 W and 50 mm/ s, giving the best cutting edge quality.



Fig. 5. The tensile test results of non – engraved examples (test speed $v = 50$ mm/ min).

The graph of examples No. 16; 18; 19 shows test results of examples with straight thread. The average maximum tensile strength F_{max} for these three examples were 156 N. As for the average maximum tensile length, 44.47 mm were obtained while testing the material. Examples No. 20; 21; 22; 24 show the results of the tests carried out with slanting thread. The average maximum tensile strength F_{max} for these four examples were 87.23 N. As for the average maximum tensile length, 130.13 mm were obtained while testing the material. The results of the tests with engraved examples for comparison are given in Fig. 6.

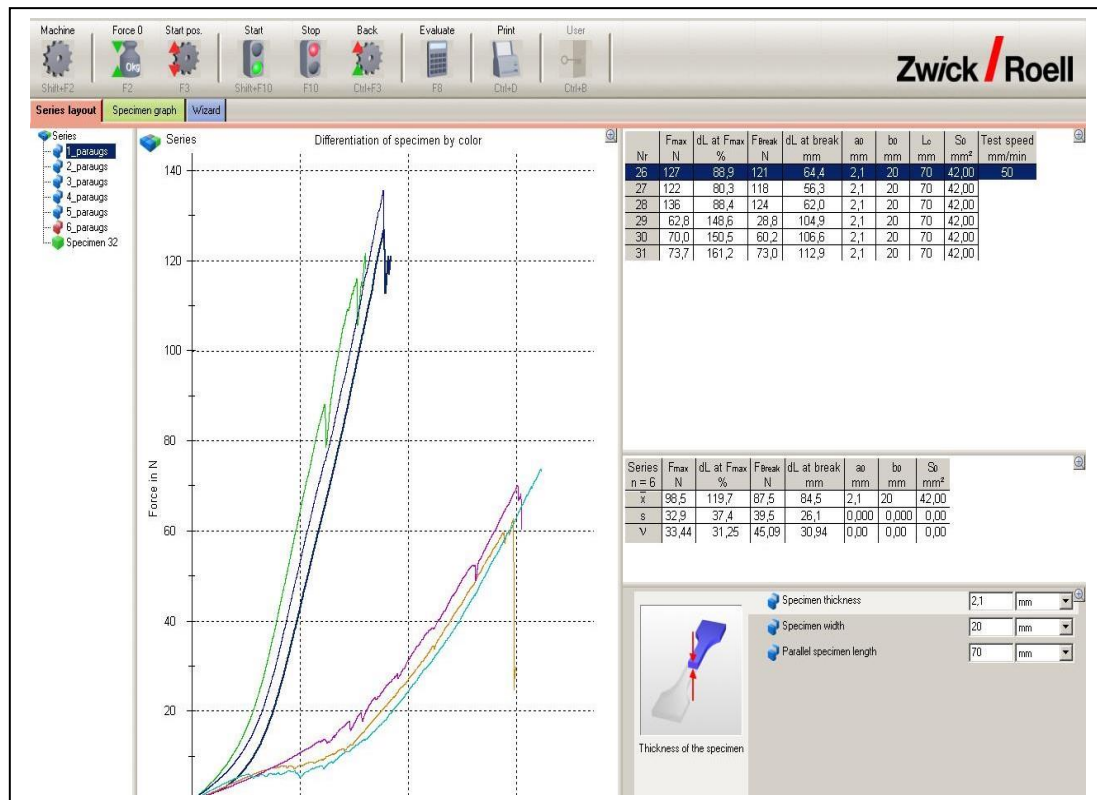


Fig. 6. The tensile test results of engraved examples (test speed $v = 50 \text{ mm/min}$).

The graph of examples No. 26; 27; 28 shows test results of examples with straight thread. The average maximum tensile strength F_{\max} for these three examples were 128 N. As for the average maximum tensile length, 85.87 mm were obtained while testing the material. Examples No. 29; 30; 31 show the results of the tests carried out with slanting thread. The average maximum tensile strength F_{\max} for these four examples were 68.83 N. As for the average maximum tensile length, 153.43 mm were obtained while testing the material.

The obtained results of both non – engraved and engraved examples show the tensile differences between examples with straight and slanting thread. Better tensile results can be achieved when using material with slanting thread. As for engraving, the best result is also achieved with slanting thread due to less change in length to force ratio.

Summary

1. As a result, optimal parameters for engraving neoprene with CO_2 laser can be made. So one can say that for engraving approximately 2.5 mm thick neoprene best power P is $P = 8.8 \text{ W}$ and the best engraving speed to be used is $v = 120 \text{ mm/s}$.
2. For cutting approximately 2.5 mm thick neoprene, the best power P is $P = 11 \text{ W}$ and the best engraving speed to be used is $v = 50 \text{ mm/s}$, because it cuts through the material and leaves the cutting edge with the best quality.
3. The direction of the thread also changes the result of engraving. The best results can be achieved, when engraving in the direction of the slanting thread.
4. There are many advantages for cutting neoprene with laser, such as more precise cuts, shorter cutting time and less material consumption.

Bibliography

1. <https://www.processindustryforum.com/article/what-is-neoprene-and-why-should-we-use-it> (Last opened 18.03.2021)

2. <https://en.wikipedia.org/wiki/Neoprene> (Last opened 18.03.2021)
3. <https://en.wikipedia.org/wiki/Laser> (Last opened 18.03.2021)
4. Angelova Y. P., (March 2020) Factors influencing the laser treatment of textile materials: An overview, *Journal of Engineered Fiber and Fabrics* Volume 15: 1 – 16
5. Dudeja J. P., (September 2018) Laser Application in Apparel Industry, *International Journal of Advanced Scientific Technologies in Engineering and Management Sciences* Volume. 4, Issue 9.
6. <https://www.lasercut4.com/en/articles/textile-laser-cutting> (Last opened 18.03.2021)
7. https://en.wikipedia.org/wiki/Laser_cutting (Last opened 18.03.2021)
8. Razumeev K. E., Chreunova I., Tashpulatov S., (January 2021) Neoprene: Application area and prospects for usage, Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan
9. <https://www.suntoplaser.com/co2-laser-cutting-machine/co2-laser-cutting-machine-1574339975.html> (Last opened 18.03.2021)
10. https://blog.zmorph3d.com/neoprene-laser-engraving-cutting/#What_is_Neoprene (Last opened 18.03.2021)
11. Bardy E., Mollendorf J., Pendergast D. R., (September 2005) Thermal conductivity and compressive strain of foam neoprene insulation under hydrostatic pressure, *Journal of Physicd D Applied Physics*
12. Yoojung H., Jongjun K., (2015) A Study on Changes of Drape Shapes and Physical Properties by Applying Laser – Cutting Technique on Neoprene Materials, 2015 spring Conference of The Korean Society of Fashion Business.

CO₂ LASER HEAD NOZZLE FLOW ANALYSIS AND MODERNIZATION **CO₂ LĀZERA GALVAS SPRAUSLAS PLŪSMAS ANALĪZE UN** **MODERNIZĀCIJA**

Authors: **Ilja SUCKOVS**, email: ilja.suckovs@inbox.lv

Raitis RUDZIŠS, email: rudziss.raitis@gmail.com

Mentor: **Mg.sc. ing., guest lecturer Edgars ZAICEVS**,

Rezekne Academy of Technologies, Atbrivosanas aleja 115, Rezekne, Latvia

Abstract. *With the passage of time and the development of technology, more applications are found in CNC controls with CO₂ laser equipment. Laser machines with a CO₂ source are increasingly distributed in woodworking and synthetic materials processing. Laser equipment makes it possible to produce high-quality and geometrically accurate products. The quality of the surface to be processed is directly related to the air flow intensity, which prevents sublimated particles burn to processed surface. The aim of the study is to increase air flow intensity by upgrading the internal design of the head nozzle. Simulations are created for modernized head nozzle that help to analyze the resulting data. Cutting and engraving is performed for wood material in working range for the head nozzle tests.*

Keywords: *CO₂ Laser, flow simulations, wood cutting, wood engraving, CO₂ laser head nozzle, 3D printer.*

Introduction

Today, as laser technologies developing rapidly, more applications are found in CNC controls with CO₂ laser equipment. Laser machines with a source of CO₂ are increasingly distributed in woodworking and synthetic materials processing. Laser equipment makes it possible to produce high-quality and geometrically accurate products. The quality of the surface to be processed is directly related to the air flow intensity, which prevents sublimated particles from burning on the treated surface.

Objective of work:

- Improving the efficiency of the CO₂ laser air nozzle by developing an improved geometrical shape of the nozzle;

Research work tasks:

- Create the 3D model of the CO₂ laser air nozzle in the “Solidworks” program environment and perform flow simulation of the nozzle;
- Having regard to the simulation data create an improved 3D model for the air nozzle, which will increase the air flow rate as turbulent flows decrease;
- Create air nozzle prototype using a DLP 3D printer.
- Make nozzle prototype testing;
- Analyze the results and make conclusions;

Materials and methods

Theoretical justification

The CO₂ Laser machine is primarily intended for cutting and engraving on non-metallic materials such as wood or plastic and rubber products. During cutting or engraving, around the area where the laser beam forms micro particles of sublimated material threated material get burn also sublimated material absorbing beam energy. This has a significant impact on the quality of processing. During laser operations, the laser beam treatment area is exposed to an air flow that blows micro particles out of the processing area.

Description of the structure of the laser equipment

The CO₂ airflow supply of the airflow is implemented using the compressed air system. The air supply system begins from a compressor located outside the CO₂ laser equipment. The

compressed air flows in a rubber pipe into a laser focusing head. The deployment pipe system into moving portal takes place by inserting the pipes into the cable chain.

Air compressor parameters:

- capacity of 140 l/min;
- maximum pressure of 0.35 bar;
- power 160 W

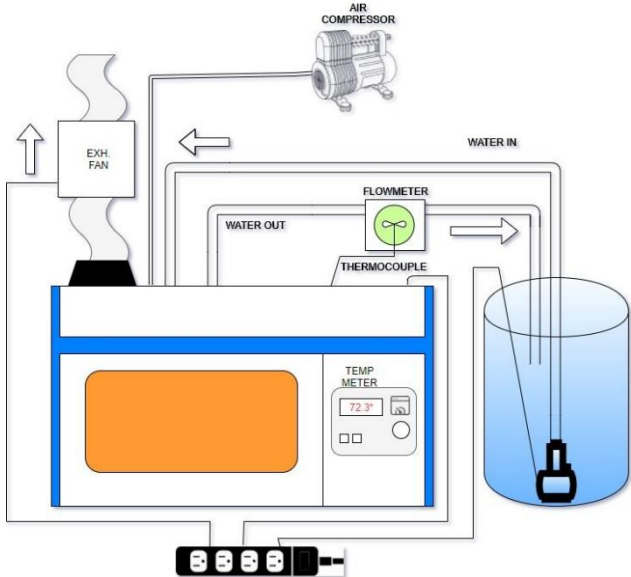


Fig. 1 (CO2 principal scheme) [https://www.pinterest.com/pin/852517404435292700/]

3d Models and simulations

The original air nozzle was dismantled to create a laser air nozzle 3D model with the same geometrical parameters. Using the CAD modeling program Solidworks for a model nozzle made air flow simulation (see Fig. 2 b.).

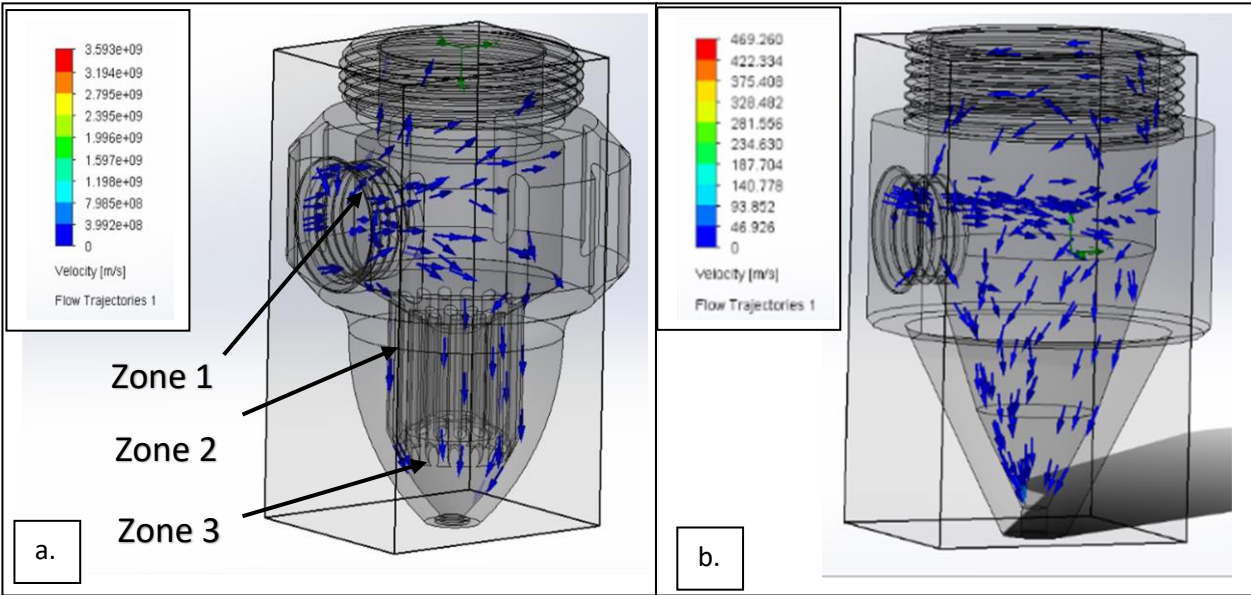


Fig. 3. Nozzle flow simulation:
 (a) improved nozzle;
 (b) the original nozzle;

The air nozzle prototype changes the inner shape. First, the air camera is divided into three zones. The upper area where the air is formed with rounded edges (areas where turbulent flows occur). The first zone fulfils the air receiver function. The second zone, which goes down to several channels to straighten flow and get rid of turbulent flow (Fig.3.a). The third zone compresses the air by using the cone with the smallest diameter (Fig.3. a).

In Fig. 3.a.you can see a simulation of an improved air nozzle.

Following the results of the simulation, it can be concluded that:

- a modernized air nozzle has a higher air outlet speed than the original.
- for the original nozzle theoretical air flow speed using “Solidworks” simulation program is 469.260 m/s, but for an improved nozzle 3593 m/s, which represents an increase of 765%.

Nozzle creation

The air nozzle is made using the DLP-type 3D printer “ANYCUBIC Photon”. A DLP-type 3D printer supports excellent slice adhesion because the average slice thickness is 50 microns (0.05 mm). The air nozzle is made of polyamide resin. When the air nozzle is manufactured, it is hardened under the UV tube to the full hardening of the polyamide. In Fig. 4a, you can see the original nozzle on the CO2 laser head, Fig. 4b modernized air nozzle.

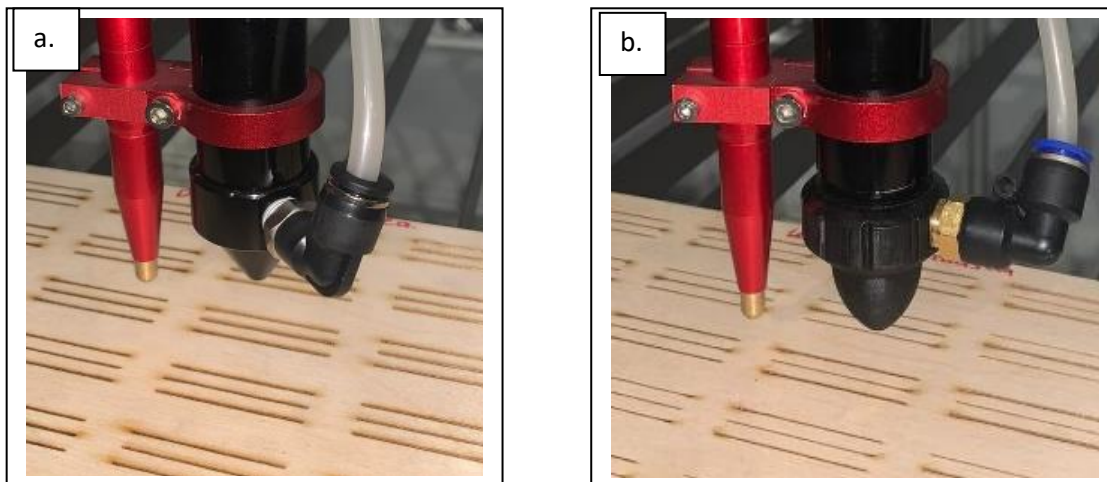


Fig. 4 Air nozzle:
(a) the original nozzle;
(b) improved nozzle;

Air nozzle testing is done on two operations, cutting and engraving. This allows you to compare the improved air nozzle with the original. The operation of the air nozzle is tested in different operating ranges. Using 2 variable parameters, speed of movement and laser beam power results in rectangular shape matrix gradients for engraving and 3 line-shaped cuts for each range for cutting. Power range from 20% to 90% with a step of 15% and range of travelling speed from 10 mm/s to 30 mm/s with a step of 5 mm/s used for cutting. But for engraving power range is from 5% to 25% with a step of 5% and range of travelling speed from 60 mm/s to 220 mm/s with a step of 40mm/s.

Results and their assessment

Measurements are performed using the laser scanning 3D microscope “OLYMPUS OL 5000”. This type of laser-microscope is capable of detecting surface terrain and creating a surface topographical 3D model.

Laser scanning microscope parameters:

- base error in X, Y direction for measurements with MPLAPON X10 LEXT lens 0.0027 mm;
- base error in Z direction for measurements with MPLAPON X10 LEXT lens 0.0023 mm;
- lens magnification < 1.5%

In Figure 6, you can see a reference example created by laser microscope LEXT program.

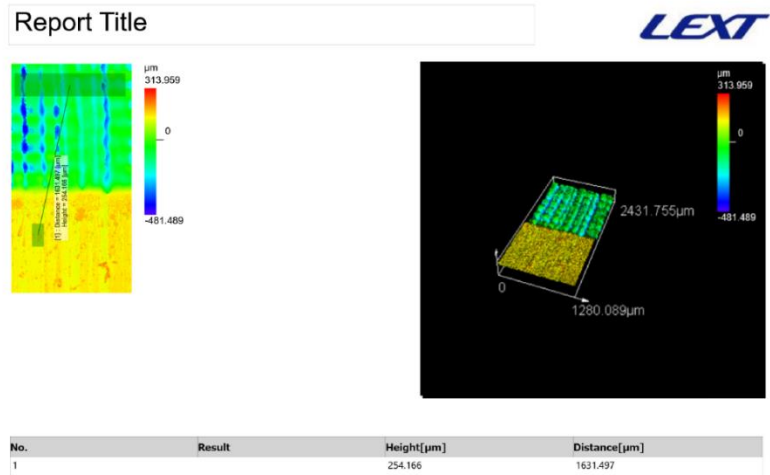


Fig. 6. LEXT software report

The study measures the width of the cut, including the burning surface. In case of engraving, the depth between the raw surface and the aftertreatment surface. Air nozzle testing is performed on a 4 mm veneer for specially designed laser cutting. Using the original nozzle creates rectangular shape matrix gradients for cutting and engraving, the test was repeated using an improved air nozzle. Each sample was analyzed on the Laser microscope. In Tables 1-4, you can see results. Table graphics 1-4 are created for data analysis.

Origination nozzle/cutting (width) mm					
	10 mm/s	15 mm/s	20 mm/s	25 mm/s	30 mm/s
90%	0.797	0.759	0.752	0.715	0.633
75%	0.768	0.739	0.737	0.703	0.624
60%	0.760	0.730	0.700	0.692	0.621
35%	0.670	0.667	0.656	0.657	0.546
20%	0.658	0.606	0.538	0.531	0.504

Table 1. (original nozzle cutting)

Improved nozzle/cut (width) mm					
	10 mm/s	15 mm/s	20 mm/s	25 mm/s	30 mm/s
90%	0.572	0.568	0.557	0.527	0.497
75%	0.563	0.562	0.543	0.497	0.483
60%	0.530	0.526	0.525	0.486	0.456
35%	0.485	0.435	0.433	0.396	0.378
20%	0.391	0.350	0.306	0.303	0.272

Table 2. (improved nozzle cutting)

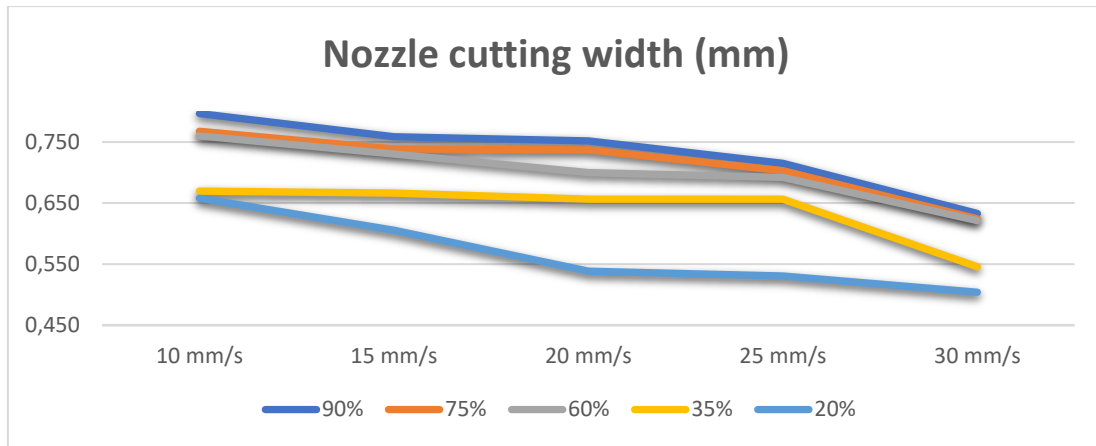


Chart 1. (original nozzle cutting width)

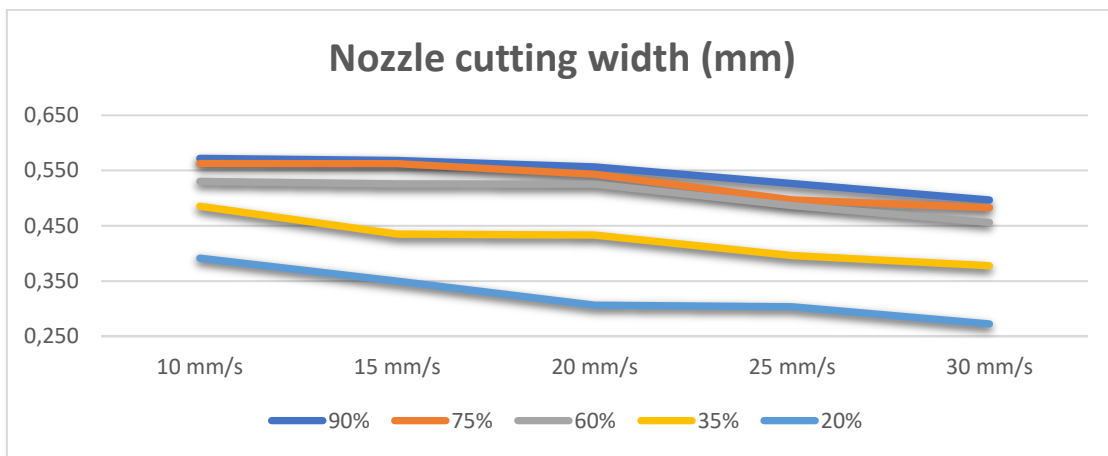


Chart 2. (improved nozzle cutting width)

By comparing the parameters from tables 1 and 2, you can see that the cutting width decreased in all work range. The cut width interval with the original nozzle from 0.5 mm to 0.8, the cut width using the modernized air nozzle is between 0.27 mm and 0.57 mm.

Original nozzle/engraving (depth) mm					
	60 mm/s	100 mm/s	140 mm/s	180 mm/s	220 mm/s
25%	2.729	1.256	0.724	0.601	0.551
20%	1.555	0.884	0.633	0.477	0.452
15%	0.914	0.738	0.479	0.329	0.262
10%	0.541	0.307	0.188	0.157	0.128
5%	0.105	0.067	0.032	0.016	0.006

Table 3. (original nozzle engraving depth)

Improved nozzle/engraving (depth) mm					
	60 mm/s	100 mm/s	140 mm/s	180 mm/s	220 mm/s
25%	1.967	1.71	0.925	0.791	0.545
20%	1.349	0.79	0.509	0.445	0.359
15%	0.91	0.617	0.39	0.322	0.254
10%	0.408	0.264	0.155	0.139	0.13
5%	0.035	0.025	0.018	0.015	0.011

Table 4. (improved nozzle engraving depth)

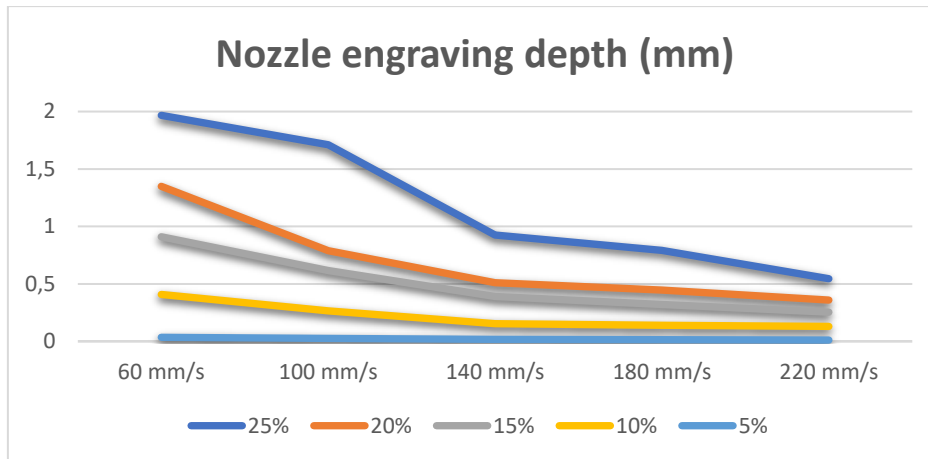


Chart 3. (Modernized nozzle engraving depth)

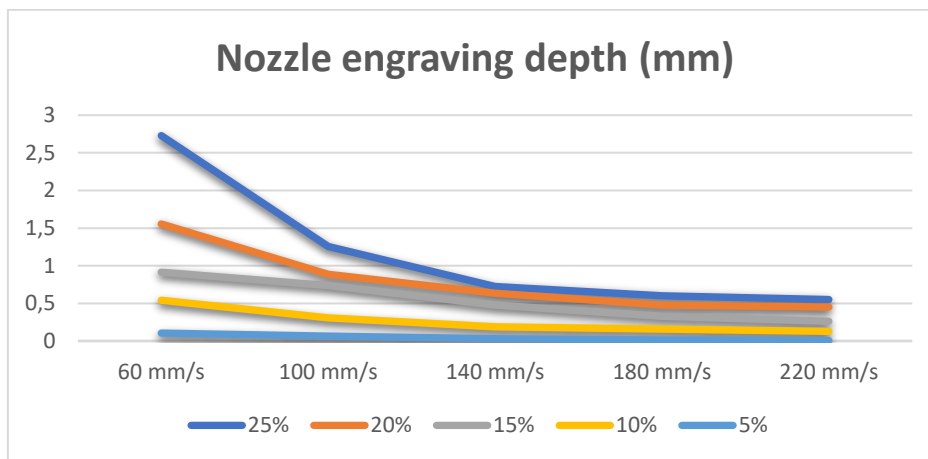


Chart 4. (Original nozzle engraving depth)

By comparing the parameters from tables 3 and 4, you can see that the depth of engraving decreased throughout the work range. The engraving depth with the original nozzle from 0.06 mm to 2.7, engraving depth using the modernized air nozzle from 0.11 mm to 1.9 mm.

Conclusions

1. The modernized air nozzle pattern reduces internal air turbulent flows and transforms it into laminar flows, which represent the highest flow rate on the nozzle out.
2. Simulation results using 3D CAD program “Solidworks” show an increase in theoretical airflow output rate of 765%. (469.260 m/s before and 3593 m/s after)
3. The use of a modernized air nozzle to cut wood, reduced the cut width in all working ranges.
4. The use of a modernized air nozzle in wood processing reduced depth in all operating ranges, which concludes that the laser beam is producing fewer burns on the surface.
5. The upgrading of the CO2 Laser machine with the improvement of the internal geometry of the air nozzle is economically beneficial because it does not require the replacement of the expensive components and it can be easily installed instead of the original nozzle.

Literature

1. Lydia Sobotova and Miroslav Badida “Laser marking as environmental technology” published by *De Gruytern Open*. 2017 p. 303-336.

2. Senthil Kumar “Laser cutting Process – A Review” *International journal of Darshan institute on engineering research & emerging technologies Vol. 3, from. 1, 2014.*
3. Lazov Lyubomir, Dolchinkov Nikolay Todorov, Ivanov Jordan Shterev, Peneva Madlen Nikolaeva, Bojhanova Denitsa Angelova “Study of Laser Cutting and Marking on the Filt with the Help of a CO₂ - Laser” *Enviroment. Technology. Resorces. Resecne. Latvia. Proceedings of the 12 th International Scientific and Practical Conference. Vol III, 143-147.*
4. F. Kayatz S. Wagner A. Schul “Optimization of Design Parameters of CIA Spray Cleaning Nozzle Using Genetic Algorithm” *proceeds of the 4 th International Conference on Computational Engineering (ICCE 2017) in Darmstadt.*
5. Imani, R.J., Ladhani, L., Pardon, G., van der Wijngaart, W. and Robert, E. “The Influence of Air Flow Velocity and Particle Size on the Collection Efficiency of Passive Electrostatic Aerosol Samplers” *Aerosol Air Qual. Res. 19: 195-203.2019.*

INFLUENCE OF LASER PARAMETERS ON THE PROCESSING OF ACRYLIC

LĀZERU PARAMETRU IETEKME UZ AKRILA APSTRĀDI

Author: **Pāvels ŠČETILNIKOVS**, e-mail: pastyx112@gmail.com
Scientific supervisor: **Imants ADIJĀNS, Mg.sc.ing.**, e-mail: Imants.Adijans@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija (RTA)
Atbrīvošanas aleja 115, LV - 4601 Rezekne, Latvia

Abstract. *The publication describes the obtained results of the depth and width of the engraving line and cutting line when processing materials such as acrylic. In the experiment, we used a SUNTOP ST-CC9060 CO₂ laser and an OLYMPUS OLS5000 laser microscope. The aim of the experiment was to find parameters for optimal cutting and many parameters for different engraving depths.*

Keywords: *Acrylic, CO₂ laser, Laser cutting, Laser engraving, Laser processing of acrylic.*

Introduction

Today's laser applications are widely used in industrial and technological fields such as welding and laser cutting in polymeric materials and other materials [1]. Acrylic is Plexiglas, nowadays, used for: decorative objects, plates, aquariums, plumbing, construction and architecture, part of devices and containers, as well as for prostheses. Advances in the use of poly (methyl methacrylate) (PMMA) have opened up a wide range of applications in the field of nanotechnology. The knowledge of the properties of PMMA has contributed a lot to the recent boosts in the synthesis, modification, and applications of the polymer [2]. Extensive opportunities not infrequently appear unusual orders and offers from legal entities and individuals, given the complexity of some products, it became necessary to know in more detail the possibilities of material processing with a CO₂ laser. Depending on the type of acrylic you're working with, the laser can produce a smooth, flame-polished edge when laser cut, and it can also produce a bright, frosty white engraving when laser engraved. Never leave your machine unattended when working with acrylic. Many materials are susceptible to igniting, but acrylic - in all its different forms - has been shown to be especially flammable when cut with the laser. As a general rule, you should never run your laser - using any material - if you are not present[3].

Materials and methods

Poly(methyl methacrylate) (PMMA), also known as acrylic, acrylic glass, or plexiglass, as well as by the trade names Crylux, Plexiglas, Acrylite, Astariglas, Lucite, Perclax, and Perspex, among several others (see below), is a transparent thermoplastic often used in sheet form as a lightweight or shatter-resistant alternative to glass. The same material can be used as a casting resin or in inks and coatings, among many other uses[4]. The main values for the experiment were the Depth and Width of the processed material; in the case of the experiment, 4 mm of acrylic was used. The laser is capable of engraving and cutting material, so the main focus of the experiment is to find the range of parameters between what is engraving and what is cutting the material. The Variable Parameters for finding the desired results are Laser Speed and Power.

Before the experiment, the laser output power was measured. The power P adjustment curve is shown in the graph in Fig.1. This relation is logarithmic.

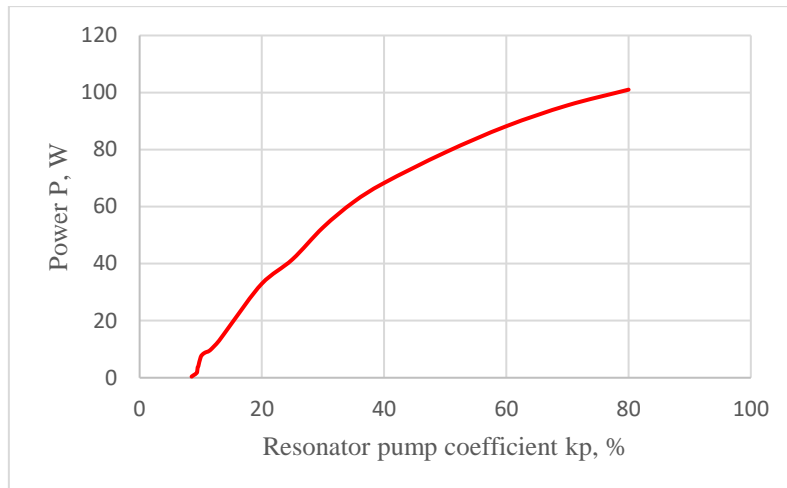


Fig.1 Dependence of the radiation power P on the resonator pump coefficient kP %

In the experiment uses a CO₂ laser system SUNTOP ST-CC9060 (See in Fig. 2)



Fig.2. Laser machine SUNTOP ST-CC9060

Table 1. Laser machines SUNTOP ST-CC9060 technical specifications

Laser Type	CO ₂ laser, CW mode
Wave length	10640 nm
Maximum power	100W
Workspace(Cutting area)	900x600 mm
Scanning speed	0-1000 mm/s
Precision	0,02 mm
Laser Safety Class	4
Cooling System	Water cooling

Table 2. Used Power

Power	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
	~33 W	~52,7 W	~68,3 W	~79W	~88,2 W	~95,5 W	~100 W

Table 3. Used Speed

Speed	10 mm/s	20 mm/s	30 mm/s	40 mm/s	50 mm/s	100 mm/s	200 mm/s	300 mm/s
-------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------



Fig.3. Laser microscope OLYMPUS OLS5000

For measuring line depth h OLYMPUS OLS5000 was used. Microscope is shown in Fig.3.

Technical parameters for OLYMPUS OLS5000 laser microscope:

- Max magnification 100x,
- Z measurement pitch: $2\mu\text{m}$,
- X and Y axis resolution: $\pm 1.5\%$

Results and discussion

In the course of the experiment, the parameters of working with the material were found for both its engraving and cutting. Standing out parameters turned out precisely for cutting acrylic, the most important parameter in order to process acrylic, according to the data obtained, is the speed of the laser, the power of the lasers affects the result less.

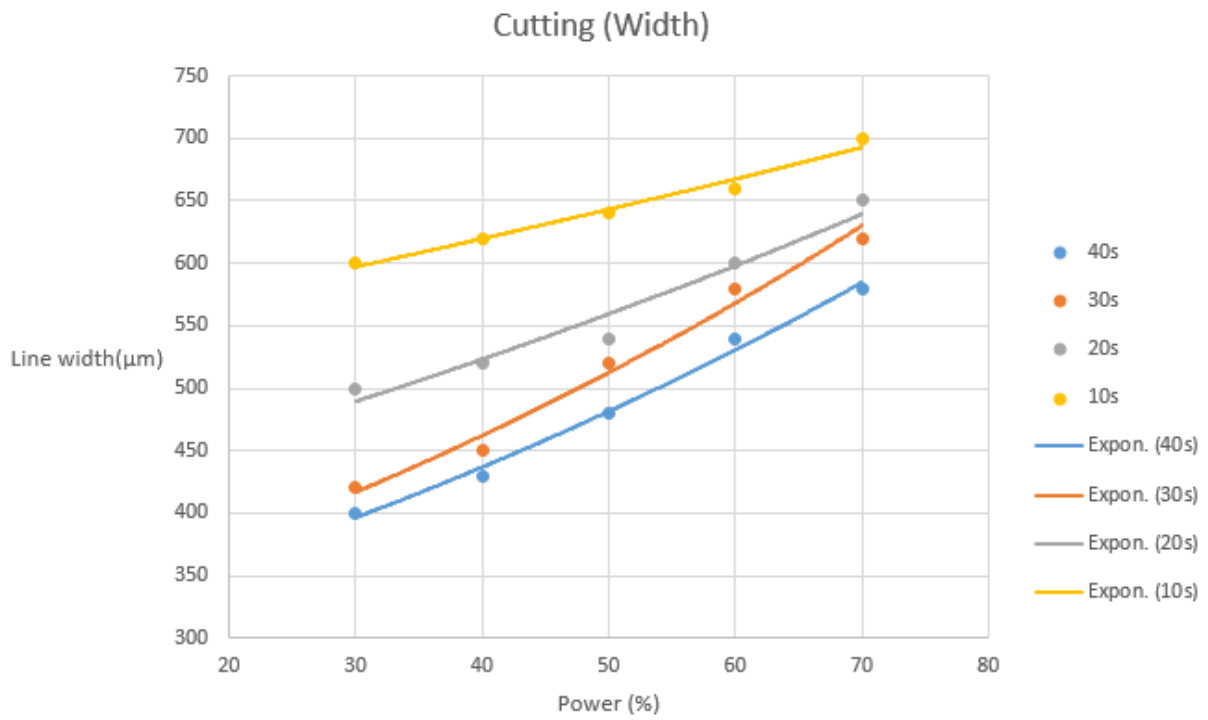


Fig.4. Plot of parameters for cutting. Line width. Power

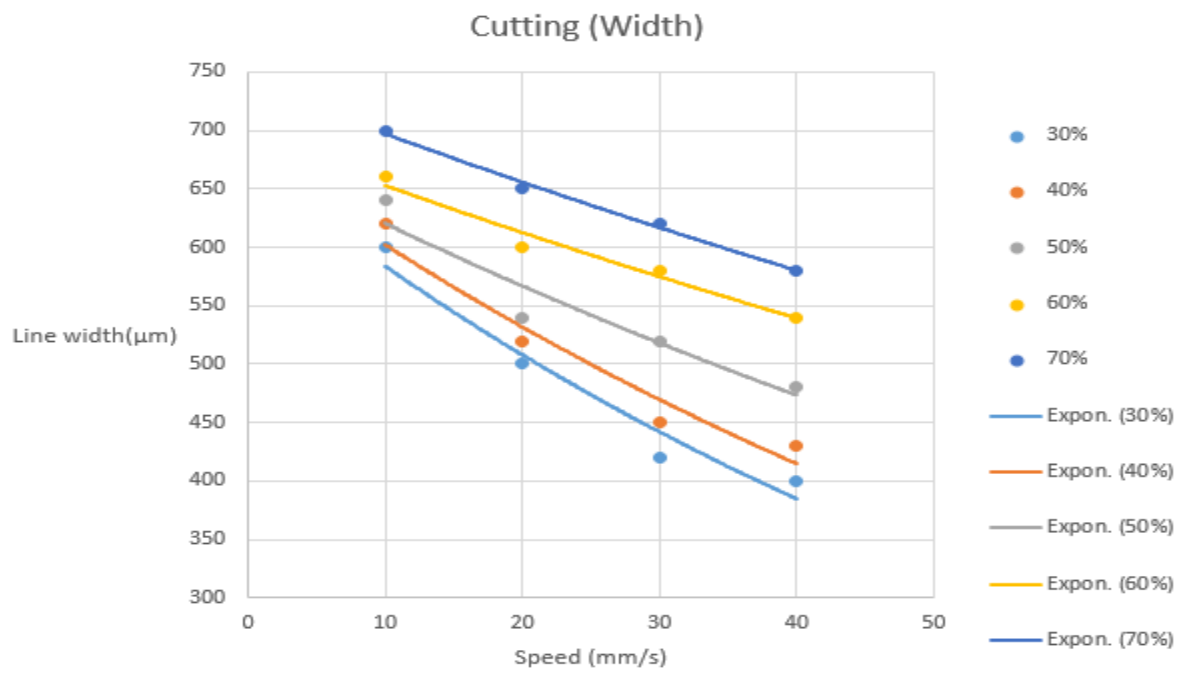


Fig.5. Plot of parameters for cutting. Line width. Speed

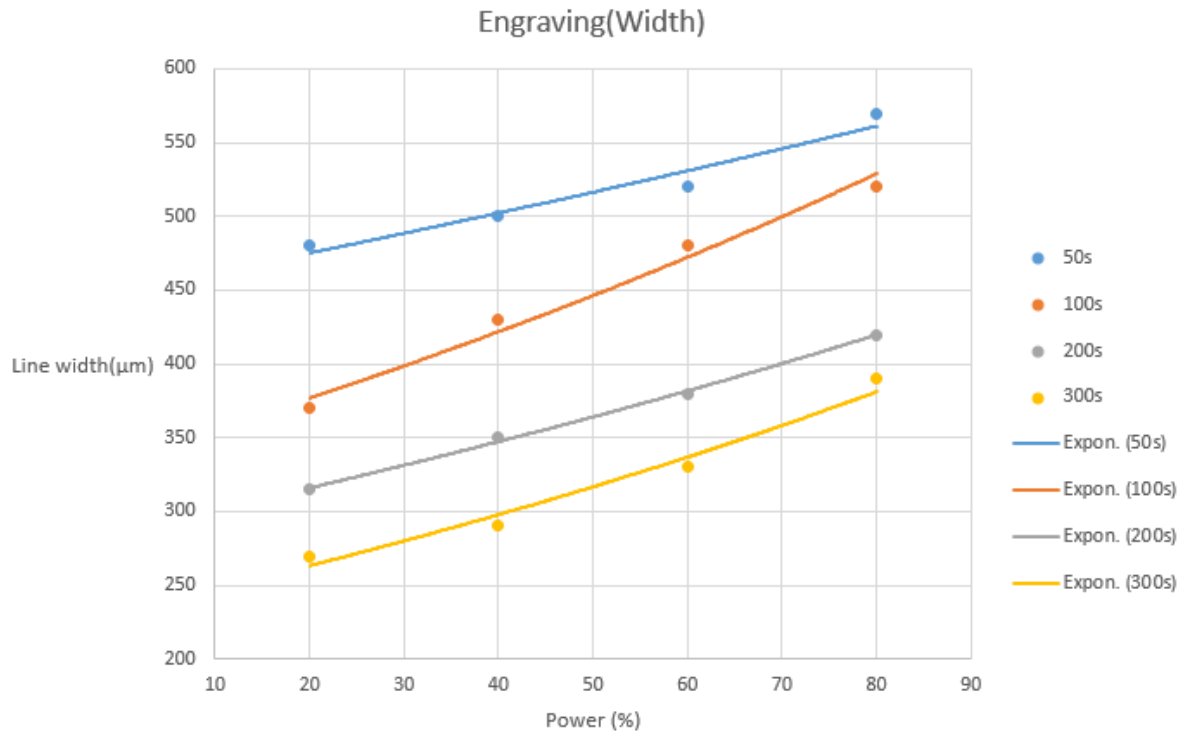


Fig.6. Plot of parameters for engraving. Line width. Power

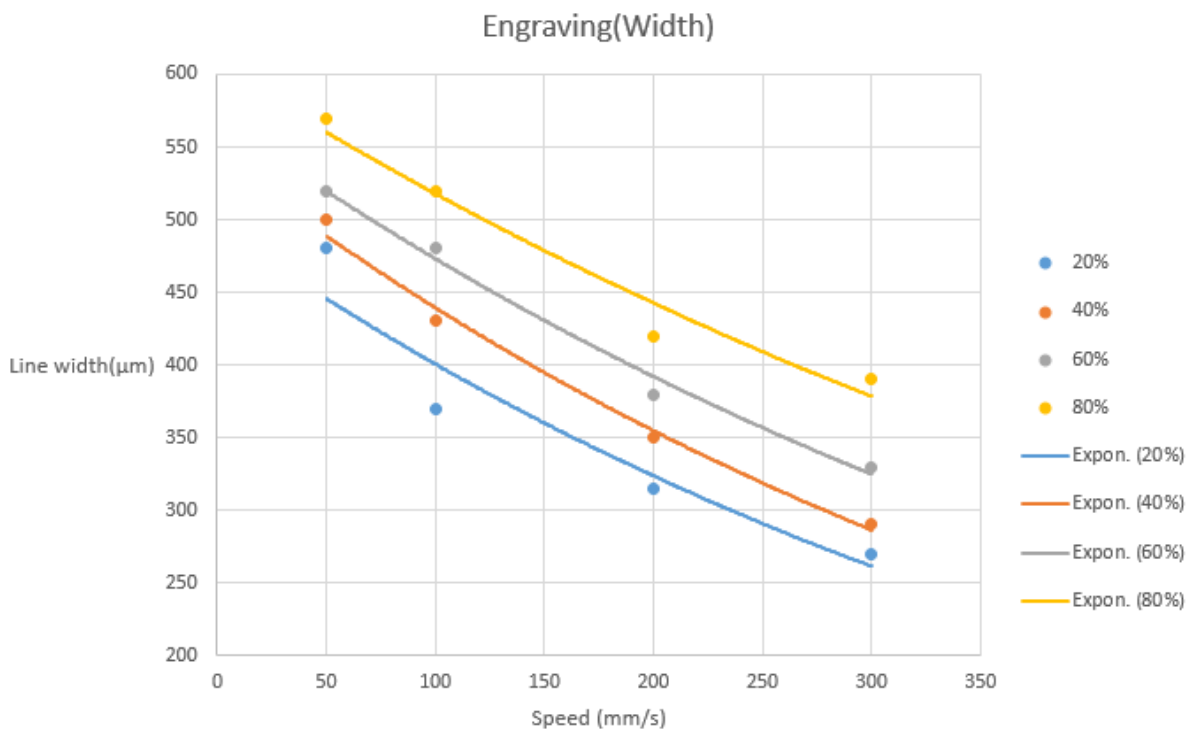


Fig.7. Plot of parameters for engraving. Line width. Speed

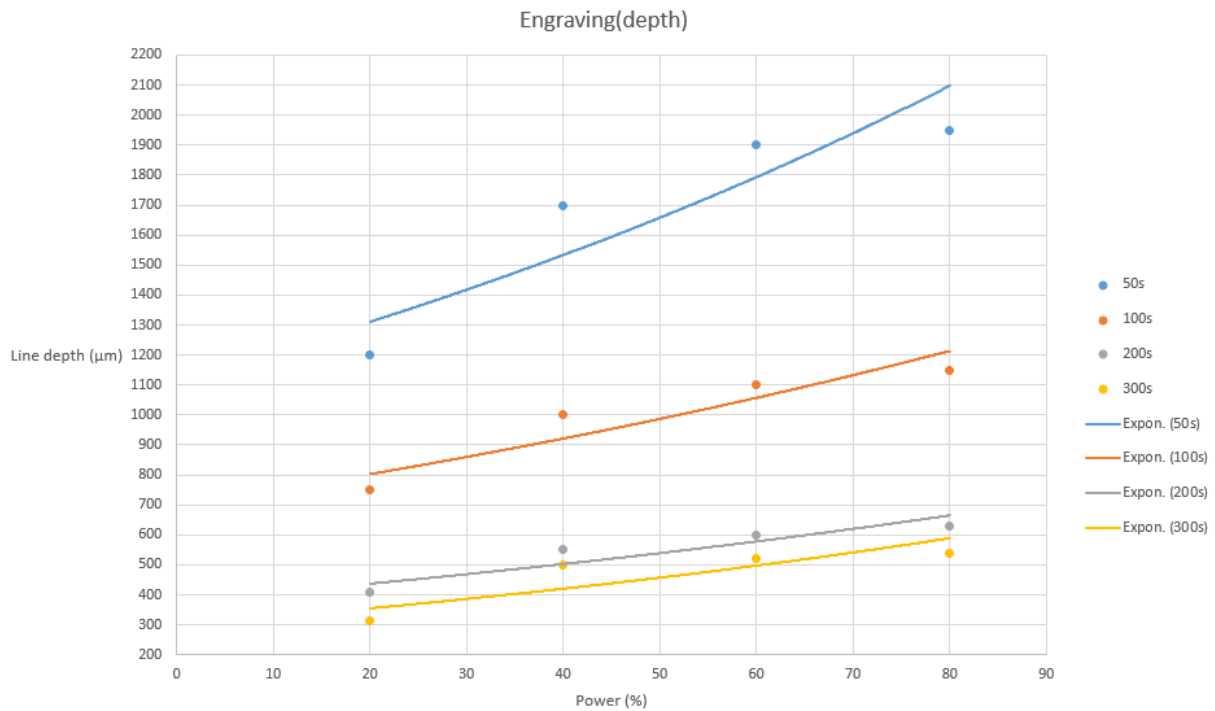


Fig.8. Plot of parameters for engraving. Line depth. Power

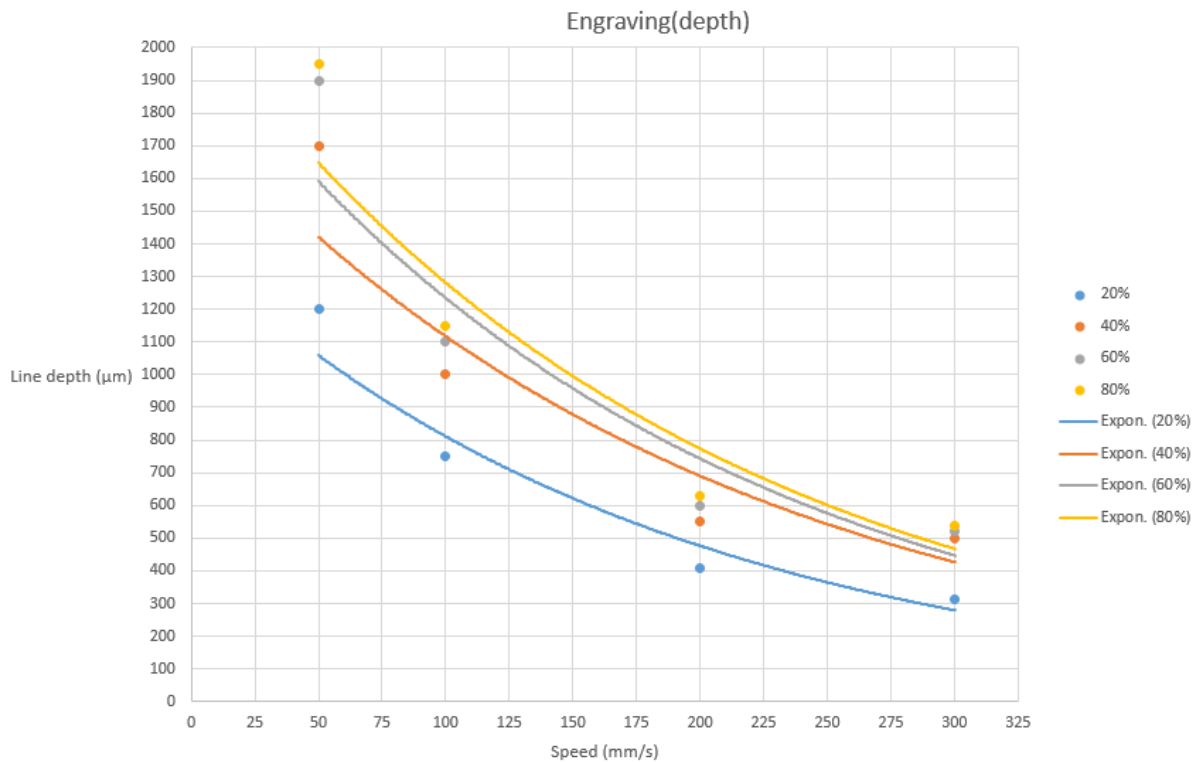


Fig.9. Plot of parameters for engraving. Line depth. Speed

The Fig.4. graph is the dependence of the line width on the power.(Cutting)
 The Fig.5. graph is the dependence of the line width on the speed.(Cutting)
 The Fig.6. graph is the dependence of the line width on the speed.(Engraving)
 The Fig.7. graph is the dependence of the line width on the depth.(Engraving)
 The Fig.8. graph is the dependence of the line width on the depth.(Engraving)

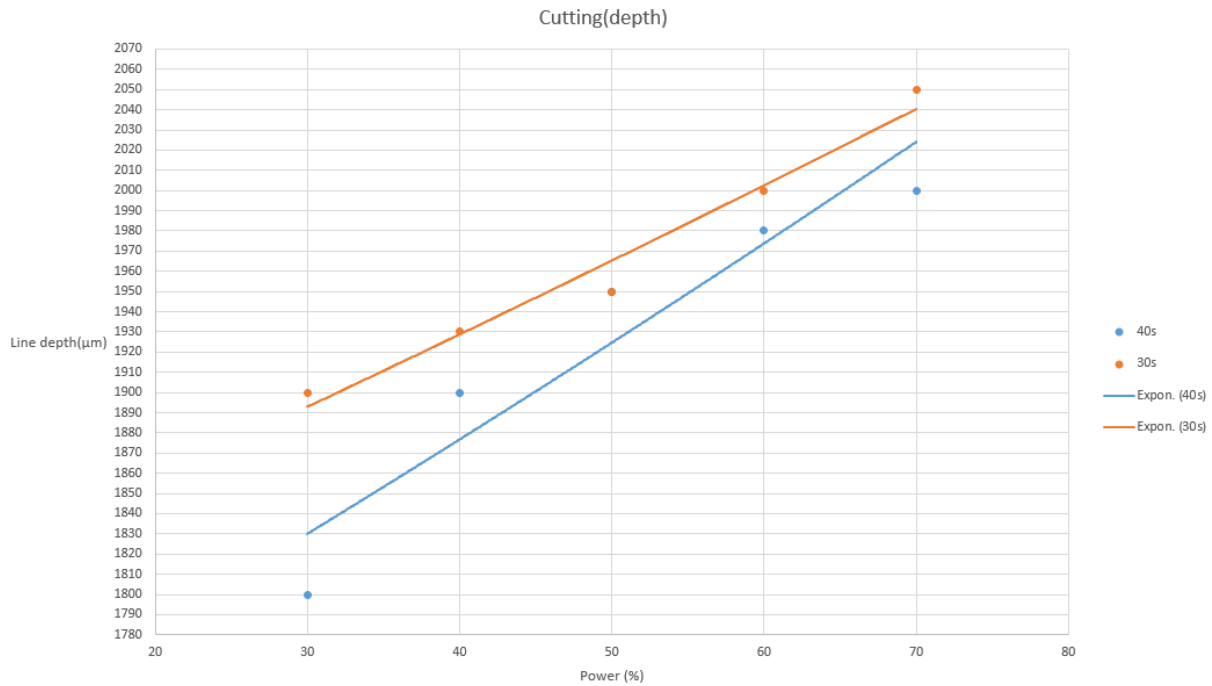


Fig.10. Plot of parameters for cutting. Line depth. Power

Fig. 10. - At speeds starting from 20 (mm/s), 4 mm of acrylic is cut through at all power settings.

The graphs show that:

1. the results of the dependence of the width of the engraving line, the cutting line depending on the power is almost linear (Fig. 4. and Fig.6.)
2. the results of the dependence of the width of the engraving line, cutting line depending on the speed is almost linear (Fig.5. and Fig.7.)
3. the results of the dependence of the depth of the engraving line, the cutting line depending on the power is almost linear (Fig.8.)
4. the results of the dependence of the depth of the engraving line, cutting lines depending on the speed are not linear (Fig.9.)

Conclusions

The results of the experiment that we see in the graphs showed:

- Acrylic is easy to laser processing (cutting and engraving).
- The strongest factor affecting the processing of acrylic is the laser speed.
- The changes in the result to a lesser extent than the speed of the laser are influenced by the laser power when processing acrylic.
- For a 4 mm Acrylic cut, the initial parameters will be 20 (mm/s) speed starting from 10% power.
- During the experiment, rather large intermediate parameters were used, due to which the trend of changes varies slightly (or is not constant).



Fig.11. “Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija” Logo

An example of the applied parameters obtained during the experiment in practice, logo “Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija” (RTA) (Fig.11.). Considering the current standards of the academy[5]. The logo was made for the main entrance “Information Technology Center” of “Rezekne Academy of Tehnologies”.

Bibliography

1. <https://www.researchgate.net/publication/335209027> Improving the Properties of Acrylic by Creating Crack Using Laser Beam
2. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15583724.2015.1031377> (15.04.2021)
3. <https://www.epiloglaser.com/how-it-works/applications/laser-cutting-acrylic/>(18.04.2021)
4. [https://en.wikipedia.org/wiki/Poly\(methyl_methacrylate\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Poly(methyl_methacrylate)) (15.04.2021)
5. RTA Brand Book (Korporatīvās identitātes stila gramata - Natālija Losāne)