



Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Inženieru fakultāte

CILVĒKS.VIDE.TEHNOLĢIJAS

24. starptautiskā studentu zinātniski praktiskā konference
2020. gada 22. aprīlis

24st Students International Scientific and Practical Conference

Human. Environment. Technology

*Rezekne Academy of Technologies, Rezekne, Latvia
22 April 2020*

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, 2020

© Autoru kolektīvs, 2020

SATURS

<i>INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJAS, MEHATRONIKA, ELEKTRONIKA</i>		
Tatjana Aleško, Sergejs Kodors	Ābeļu un bumbieru slimību atpazīšanas mobilās ekspertu sistēmas nepieciešamība Latvijā <i>Necessity of Mobile Expert System for Apple and Pear Disease Identification in Latvia</i>	6
Ilmārs Apeināns, Vitālijs Žukovs, Sergejs Kodors, Imants Zarembo	Konvolūciju neironu tīklu arhitektūru ātrdarbības eksperimentālais salīdzinājums <i>Experimental Comparison of Convolution Neuron Network Architectures</i>	10
Einārs Bistrovs, Sergejs Kodors	Īsākā ceļa meklēšanas algoritmi <i>Pathfinding Algorithms</i>	14
Ivars Cabulevs, Aleksejs Zorins	Kārtošanas algoritmus realizācija un to īpatnības <i>Sorting Algorithms Realization and Their Features</i>	18
Sandra Ceriņa, Sergejs Kodors	Sporta Skolas sistēmas lietotāju prasību analīze <i>Analysis of User Requirements for Sport School System</i>	23
Edgars Cimermanis, Pēteris Grabusts	Dažādu programmēšanas valodu attīstība <i>Evolution of Different Programming Languages</i>	31
Intars Česlis, Sergejs Kodors	Īsākā ceļa meklēšanas algoritmu a* un Deikstras pielietojšanas efektivitātes analīze divdimensiju režģī <i>Efficiency Comparison of Pathfinding Algorithms A* and Dijkstra's in Two Dimensional Grid</i>	36
Mārīte Elksne, Artūrs Solovjovs, Artis Teilāns	Edeguns lietu interneta iekārtām <i>Enose for Internet of Things</i>	40
Jāzeps Ivulis, Kārlis Štekels, Artis Teilāns	Mākoņu kognitīvo pakalpojumu sniedzēju salīdzinošā analīze, izmantojot mašīnredzes objektu atpazīšanu <i>Comparative Analysis of Cloud Cognitive Service Providers by Using Computer Vision's Object Detection</i>	47
Ivars Japins, Sergejs Kodors, Sandra Ežmale	Ārpus tiešās redzamības bezpilota lidaparātu integrācija gaisa satiksmē <i>Integration of Unmanned Aerial Vehicles Flying Beyond Visual Line of Sight into Air Traffic</i>	53
Amalda Margita Kručena, Gundega Bēriņa	<i>E-grāmatas</i> <i>E-books</i>	59
Gintars Lazda, Artis Teilāns	Kāpēc ir nepieciešams testēt E-komercijas aplikācijas? <i>Why Testing is Important in the E-Commerce Application?</i>	64
Rihards Ludboržs, Pēteris Grabusts	ERP sistēmu analīze un sistēmu apraksts <i>ERP Systems Analysis and Description of Systems</i>	69
Simona Mazustērniece, Sergejs Kodors	Attālināta darba iespējas IT nozarē 2020 <i>Remote Job Opportunities in the IT Sector 2020</i>	76
Jevģēnijs Riekstiņš, Sergejs Kodors	Attēla segmentācijas precizitāte atkarībā no U-NET modeļa dziļuma <i>Image Segmentation Accuracy Depending on the Depth of U-Net Model</i>	84

Sandis Rimša, Aleksandrs Zeltiņš, Sergejs Kodors	Drošas paroles īpašības 2020. gadā <i>Secure Password Features in 2020</i>	90
Niks Rogozovs, Ivars Meirāns	Virtuālā realitāte <i>Virtual Reality</i>	95
Valdis Tārauds, Ivars Meirāns	Staru izsekošanas algoritma pielietojums 3D ainās renderēšanai <i>Ray Tracing Algorithm for 3D Scene Rendering</i>	99
Andrejs Točelovskis, Artis Teilāns	Mašīnmācīšanās serviss studentu reģistrācijai <i>Machine Learning Service for Student Registration</i>	103
Kaspars Vogulis, Valdis Platonovs, Edgars Judovičs, Sergejs Kodors	Neironu tīklu atpazīšanas procesa vizualizācijas metodes <i>Visualization Methods of Image Classification Process in Neural Networks</i>	110
Vitālijs Žukovs, Ilmārs Apeināns, Sergejs Kodors	Dziļā apmācība ābolu un bumbieru atpazīšanai <i>Learning for Apple and Pear Recognition</i>	117
VIDES AIZSARDZĪBA, INŽENIERZINĀTNES		
Oskars Bluks, Ērika Teirumnieka	Ķieģeļu ēkas sienas siltuma zudumu aprēķins atkarībā no siltumizolācijas materiāla biezuma <i>Heat Loss of a Brick Building Wall Depending on the Thickness of Thermal Insulation Material</i>	123
Andra Dunda, Ivars Matisovs	Ilgspējīgas lietus ūdeņu apsaimniekošanas prakses pielietošana, novēršot palu un plūdu riskus J. Alunāna parka teritorijā <i>Application of Sustainable Rainwater Management Practices to Prevent Flood Risks in J. Alunana Park</i>	129
Ilze Grietiņa, Ivars Matisovs	Dabu saudzējošs tūrisms un treilerparku attīstība Latvijā <i>Nature Friendly Tourism and Development of Trailer Parks in Latvia</i>	135
Yartym Khrystyna, Mariia Liakhovych, Andrii Kos, Anastasiia Ischenko, Tatiana Yefimova, Antons Pacejs	Role of Lasers in Control of Environmental Quality <i>Lāzeru loma vides kvalitātes kontrolē</i>	140
Anastasija Konstantinova, Jeļena Kirilova, Andrejs Zaičenko	Jaunu fluorescējošu krāsvielu meklējumi <i>Searching for New Fluorescent Dyes</i>	144
Laine Lupkina, Gotfrīds Noviks, Mait Kriipsalu	Recycling Opportunities for Textile Waste in Latvia <i>Tekstila atkritumu atkārtotās izmantošanas iespējas Latvijā</i>	149
Līga Ratnika, Ināra Laizāne	Koksnes pelnu izmantošanas iespēju izpēte <i>Study of Possibilities of Using Wood ASH</i>	156
Ineta Rudzāte, Andris Martinovs	Ēku siltuma zudumi Vecvārkavā <i>Heat Losses of Buildings in Vecvarkava</i>	163
Elīna Sedlionoka, Jeļena Kirilova	Aminoskābes kā biomateriālu fluorescējošie marķieri <i>Aminoacids Like Fluorescent Markers for Biomaterials.</i>	168

**INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJAS,
MEHATRONIKA, ELEKTRONIKA**

ĀBEĻU UN BUMBIERU SLIMĪBU ATPAZĪŠANAS MOBILĀS EKSPERTU SISTĒMAS NEPIECIEŠAMĪBA LATVIJĀ *NECESSITY OF MOBILE EXPERT SYSTEM FOR APPLE AND PEAR DISEASE IDENTIFICATION IN LATVIA*

Autore: **Tatjana ALEŠKO**, e-pasts: tatjana.alesko@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Sergejs KODORS, Dr.sc.ing.**, e-pasts: sergejs.kodors@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. Apples and pears are one of the most widely grown and economically important fruits in the world and in Latvia. Mobile expert system is software running on smartphones that use artificial intelligence to solve problems in a specialized field that usually requires human competence. This article analyses the necessity of mobile expert system that will be able to recognize apple or pear disease. Author conducted Latvian market survey to investigate gardener inclinations related with smart horticulture. The survey showed the importance of expert system for Latvian market.

Keywords: apple and pear diseases, expert system, mobile application.

Ievads

Augļkopībai ir augsta rentabilitāte un izaugsmes potenciāls, lai nodrošinātu tirgu ar daudzveidīgiem vietējiem pārtikas produktiem, izejvielām un novatoriskiem produktiem, tā aizņem nozīmīgu lomu lauksaimniecībā. Ābeles un bumbieres ir vieni no visplašāk audzētajiem un ekonomiski nozīmīgākajiem augļaugiem visā pasaulē un Latvijā [1]. Kaitēkļi un slimības var iznīcināt kultūraugu audzēšanas centienus, kā rezultātā tiks samazināta iegūto rezultātu kvalitāte un kvantitāte. Iegūstot zināšanas no ekspertiem un literatūras var izveidot mobilo aplikāciju – ekspertu sistēmas veidā, lai palīdzētu ābeļu un bumbieru audzētājiem identificēt kaitēkļus un augļu slimības.

Mobilā ekspertu sistēma ir lietojumprogrammatūra, kas darbojas viedtālrunos, kas izmanto mākslīgo intelektu, lai atrisinātu problēmas specializētā jomā, kurai parasti nepieciešama cilvēku kompetence [2].

Izanalizējot *Google Play Market* (oficiālais *Android* operētājsistēmas lietotņu veikals) piedāvājumu, var secināt, ka šobrīd eksistē vairākas mobilās aplikācijas – ekspertu sistēmas, kuras palīdz identificēt augļa vai dārzena slimību, vai tā kaitēkli. Tādas ir citrusaugļiem, sīpoliem, vīnogām, avokado, zemenēm, toties ābelēm un bumbierēm tādas ekspertu sistēmas nav.

Šajā rakstā tiek analizēts Latvijas tirgus ar mērķi noskaidrot nepieciešamību ābeļu un bumbieru slimību atpazīšanas ekspertu sistēmas izveidošanā. Kā arī tiek noskaidrots kādai mobilai operētājsistēmai ir izdevīgāk veidot lietotni.

Pētījuma objekti un metodes

Darba autore izveidoja aptauju ar *Google Forms* palīdzību un tā tika izplatīta sociālajos tīklos, kā arī tika publicēta Dārzkopības Institūta mājas lapā laika posmā no 24.02.2020. līdz 08.03.2020. Aptaujā piedalījās 283 Latvijas iedzīvotāji no visiem plānošanas reģioniem. Vairākums aptaujāto bija vecumā no 31 līdz 45 gadiem (30,7%), vismazāk respondentu bija tādās vecuma grupās, kā 61+ (8,8%) un bērni līdz 15 gadiem (9,2%).

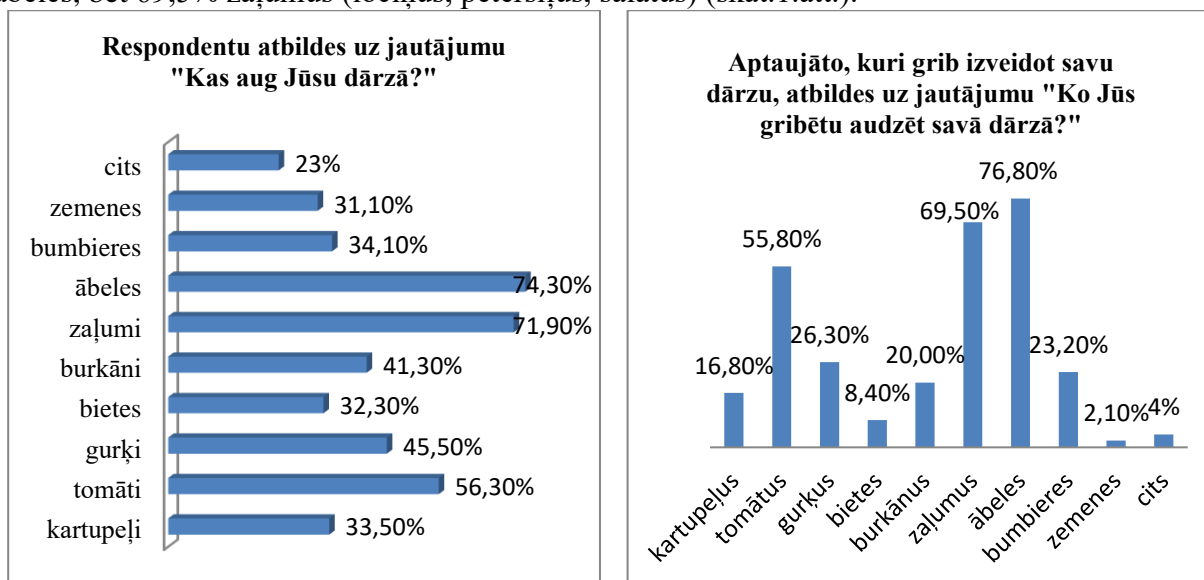
Rezultāti un to izvērtējums

Viedtālruni, kuri darbojas uz operētājsistēmas *Android*, 2019. gadā piederēja 87%, un paredzams, ka turpmākajos gados tā daļa palielināsies. *Apple* izstrādātajai mobilajai operētājsistēmai (*iOS*) ir tikai 13 procentu tirgus daļas [3]. Pirmā *Android* programmatūras komerciālā versija parādījās 2008. gadā. Platformai 2009. gadā piederēja tikai četri procenti no pasaules operētājsistēmu tirgus, taču nākamajos trīs gados šis skaitlis katru gadu pieauga par aptuveni 20 procentiem [4].

Lielākā daļa respondentu izmanto telefonu ar *Android* mobilo operētājsistēmu (63,1%). 25,9% aptaujāto izmanto telefonus ar *iOS* mobilo operētājsistēmu, toties 11% atbildēja, ka tie izmanto telefonu ar citu operētājsistēmu.

Izanalizējot pasaules statistikas datus un izvērtējot aptaujas rezultātus, var secināt to, ka mobilo aplikāciju – ekspertu sistēmu dārzkopjiem, kura varēs analizēt ābolu un bumbieru slimības, ir nepieciešams veidot pirmkārt *Android* lietotājiem.

No aptaujas rezultātiem var secināt to, ka viens no vispopulārākajiem augļaugiem vai dārzeniem, kurus audzē savā dārzā respondenti, ir ābeles (74,3%). Pat ja aptaujātam nav dārza, viņam bija iespēja norādīt, ko viņš gribētu audzēt savā dārzā. Piemēram, 76,8% gribētu audzēt ābeles, bet 69,5% zaļumus (lociņus, pētersīļus, salātus) (skat.1.att.).



1. attēls. Respondentu atbildes

Viens no aptaujas jautājumiem bija „Vai Jūs gribētu, lai būtu tāda mobilā aplikācija (ekspertu sistēma), kurā būtu visa informācijas par dārzkopību?” 46% respondentu viennozīmīgi gribētu, lai tāda programma būtu un tā būtu bezmaksas. 15% aptaujātajiem ir pilnīgi vienalga, vai tāda programma būs. 3% viennozīmīgi uzskata, ka tā tāda sistēma nav vajadzīga.

Latvijas iedzīvotāju vidū iecienītākais grāmatu veids/saturs ir daiļliteratūra (vēsturiskie, romantiskie un kriminālromāni) un vēsturiskā literatūra. Vismazāk tie grib lasīt akadēmisko, zinātnisko literatūru. Cilvēki, kuri nelasa grāmatas, visbiežāk kā iemeslu min laika trūkumu, tomēr tas nenozīmē, ka šis ir būtiskākais grāmatu nelasīšanas iemesls, jo viņi atzīst, ka arī gadījumā, ja būtu vairāk brīvā laika, arī tad drīzāk nosliektos par labu citiem brīvā laika pavadīšanas veidiem. Bieži vien grāmatu lasīšana tiek aizvietota ar īsāka satura tekstu lasīšanu, piemēram, žurnāliem un publikācijām [5]. Iedzīvotāji internetu izmanto dažādām aktivitātēm. Populārākās no tām ir elektroniskā pasta un internetbankas lietošana, informācijas meklēšana, lasīšana tiešsaistē – vidēji 83 % iedzīvotāju [6]. Salīdzinot datus par interneta lietotāju skaita tendencēm: pēc *gemiusAudience* datiem, Interneta lietotāju skaits, kuri izmanto stacionāro

datoru, samazinājās [7]. Aptaujāto vidū lielākā daļa meklē informāciju par dārzkopību internetā (66%), vismazāk viņi meklē sev nepieciešamo informāciju grāmatās, žurnālos, kas saskaņojas ar datiem minētiem avotos [5-7]. Apkopojot informāciju, par to, kur cilvēki pārsvarā meklē informāciju un cik viņi grib veltīt sava laika, var secināt to, ka mobilā aplikācija – ekspertu sistēma, kurā būs visa nepieciešamā informācija ir pieprasīta.

Lai saprastu, kādai informācijas jābūt ekspertu sistēmā, respondentiem tika uzdots jautājums „Kādu informāciju sevī ir jāiekļauj ekspertu sistēmai (mobilai aplikācijai)”. Sistēmai jāprot atpazīt augļu un dārzu slimības (85% no respondentiem) un jāzina, kā cīnīties ar problēmu (68% no respondentiem). Vismazāk nepieciešama ir tāda informācija, kā – „kur realizēt ražu”, „kā uzsākt dārzkopību”, „kur nopirkt sēklas vai stādus” un „kādas ir augļu vai dārzu šķirnes”.

Secinājumi

Šajā rakstā tika analizēts Latvijas iedzīvotāju pieprasījums pēc tādas mobilajās aplikācijas – ekspertu sistēmas, kura spēj atpazīt ābolu vai bumbieru slimības. Var secināt to, ka tāda mobilā aplikācija ir nepieciešama, un to jāveido *Android* lietotājiem, jo to ir 85% pasaulē un 63% starp respondentu skaita. Kā arī ekspertu sistēmai jābūt orientētai uz ābeļu slimību atpazīšanu, kā arī uz ierobežošanu.

Acknowledgement

Student expresses her gratitude to Institute of Horticulture (LatHort), which helped to collect statistical data.

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

Fruit production has high profitability and potential for growth to provide the market with diverse local foods, raw materials and innovative niche products. It occupies an important niche in the overall structure of the agriculture. Apple and pear are among the most widely grown and economically important fruit species worldwide and in Latvia.

Analyzing the world statistics and evaluating the results of the survey, it can be concluded that the mobile application, an expert system for gardeners, which will be able to analyze apple and pear diseases, must be developed first for Android users.

From the results of the survey, it can be concluded that one of the most popular fruits or vegetables grown by respondents in their garden are apples (74.3%).

Residents use the Internet for various activities. The most popular of them are the use of electronic mail and Internet banking, searching for information, reading online - on average 83% of the population. Number of mobile phone users, who search information in Internet, increased.

This article addressed the need for a mobile application - an expert system that will be able to recognize apple or pear diseases. It can be concluded that such a mobile application is necessary and should be developed for Android users. As well, the expert system must be focused on recognizing apple diseases as well as on preventing the problem.

Literatūra

1. Kaufmane *et al.* (2017) Fruit growing in Latvia – industry and science. Proc. of the Latvian Academy of Sciences, 71:237–247.
2. Britannica encyclopaedia “What is expert system” [Tiešsaite] Pieejams: <https://www.britannica.com/technology/expert-system>

3. Share of global smartphone shipments by operating system from 2014 to 2023 [Tiešsaiste] Pieejams: <https://www.statista.com/statistics/272307/market-share-forecast-for-smartphone-operating-systems/>
4. App Download and Usage Statistics (2019) [Tiešsaiste] Pieejams: <https://www.businessofapps.com/data/app-statistics/>
5. Latvijas Kultūras akadēmija “Pētījums par Latvijas iedzīvotāju grāmatu lasīšanas paradumiem” 2018. [Tiešsaiste] Pieejams: https://gramatizdeveji.lv/files/Petijums_gramatu_lasisanas_paradumi_feb_2018.pdf
6. Centrālās statistikas pārvaldes raksts “Interneta lietošanas paradumi” .[Tiešsaiste] Pieejams:<https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/zinatne-ikt/datori-internets/meklet-tema/2410-iedzivotaju-interneta-lietosanas-paradumi>
7. Atskats par interneta izmantošanas tendencēm Latvijā 2018. gadā. [Tiešsaiste] Pieejams: <https://www.gemius.lv/all-reader-news/atskats-par-interneta-izmantosanas-tendencem-latvija-2018-gada.html>

KONVOLŪCIJU NEIRONU TĪKLU ARHITEKTŪRU ĀTRDARBĪBAS EKSPERIMENTĀLAIS SALĪDZINĀJUMS *EXPERIMENTAL COMPARISON OF CONVOLUTION NEURON NETWORK ARCHITECTURES*

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

Vitalijs 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 experimentally compare latencies of convolution neuron network architectures. Authors measured only recognition time. Four architectures were applied in the experiment: AlexNet, AlexNet Separated, MobileNetV1 and MobileNetV2. Models were trained using Fruits360 dataset. The Android mobile application was developed to measure latency on mobile devices. The smallest latency authors obtained using AlexNet Separable model, but the smallest size was provided by MobileNetV2.*

Keywords: *CNN, Convolution Neuron Network, Model, Tensorflow*

Ievads

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

Neironu tīkli, kuri ir apmācīti un darbojas izmantojot personālos datorus, veiksmīgi izmanto datora pieejamos resursus ievaddatu apstrādei, toties reālos apstākļos bieži nav pieejams personālais dators, kurš varētu apstrādāt ievaddatus pietiekoši ātri. Lai izvairītos no tāda veida problēmām, ir iespējams izveidot neironu tīklu modeļus, kuriem nav nepieciešami lieli skaitļošanas resursi rezultāta iegūšanai. Tāpēc tādi neironu tīklu modeļi ir spējīgi pilnvērtīgi strādāt, izmantojot mobilo ierīču resursus.

Šī pētījuma **mērķis** ir eksperimentāli salīdzināt četru konvolūciju neironu tīklu arhitektūru ātrdarbību, mērot attēla apstrādes laiku, pielietojot *Android* mobilo telefonu.

Materiāli un metodes

Darba ietvaros tika apskatītas četras konvolūciju neironu tīklu arhitektūras: *AlexNet* [2], [3], *AlexNet Separable*, *MobileNetV1* [4] un *MobileNetV2* [5].

Lai eksperimentāli salīdzinātu arhitektūras, sākumā četri modeļi tika apmācīti atpazīt ābolu un bumbieru attēlus, pielietojot *Fruits360* datukopu [6], *TensorFlow 2.0* un *Jupyter Notebook*. Eksperimentālos apstākļos tika iegūta precizitāte ~99% (skat. 1. att.). Katrs *CNN* modelis tika eksperimentāli/manuāli samazināts, lai tas aizņemtu pēc iespējas mazāk atmiņas, nezaudējot precizitāti (skat. 1. tabulu). *AlexNet Separable* tika iegūts, aizvietojo *AlexNet* modeļa *Conv2D* slāņus ar *SeparableConv2D* slāņiem.

```
Epoch 35/50  
552/552 [=====] - 113s 205ms/step - loss: 0.0175 - accuracy: 0.9950 - val_loss: 0.0980 - val_accu-  
racy: 0.9780  
Epoch 00035: early stopping  
MAX acc: 0.99504644  
MAX val_acc: 0.9930186
```

1. attēls. Piemērs ar modeļa apmācības rezultātu

Iegūtu modeļu izmēri un precizitāte

<i>AlexNet</i> : 952 835 params, 97,1%	<i>AlexNet Separable</i> : 866 750 params, 99,8%
<i>MobileNetV1</i> : 801 795 params, 99,2%	<i>MobileNetV2</i> : 98 379 params, 99,8%

Pēc modeļu apmācības nākamais solis, kas tika veikts, bija modeļa sagatavošana izmantošanai mobilajās ierīcēs. Tam bija nepieciešams pārveidot iepriekš apmācīto modeli ar datnes paplašinājumu “.h5” *Tensorflow Lite* [7] modelī ar paplašinājumu “.tflite” (skat 2. att.)

```
In [ ]: import tensorflow as tf
        from tensorflow import keras
        path = 'C:/JupyterProjects/TFlite model/mobilenetV1_sk.h5'
        model = keras.models.load_model(path, custom_objects=None, compile=True)
```

```
In [ ]: #prepare for model saving

        export_dir = 'saved_tflite_model'
        tf.saved_model.save(model, export_dir)
```

```
In [ ]: #select mode of conversion

        converter = tf.lite.TFLiteConverter.from_saved_model(export_dir)
        # FOR SPEED
        converter.optimizations = [tf.lite.Optimize.OPTIMIZE_FOR_LATENCY]
        # # FOR STORAGE
        # converter.optimizations = [tf.lite.Optimize.OPTIMIZE_FOR_SIZE]
        # #DEFAULT
        # converter.optimizations = [tf.lite.Optimize.DEFAULT]
        tflite_model = converter.convert()
```

```
In [ ]: # create tflite file and export it

        tflite_model_file = 'model.tflite'
        with open(tflite_model_file, "wb") as f:
            f.write(tflite_model)
```

2. attēls. Python kods tflite modeļa izveidei

Mērījumi tika veikti uzstādot izstrādātu *Android* mobilo aplikāciju uz telefona *Samsung SM-G950F* (CPU: *Exynos 8895*, 8 Cores - 2.3GHz Quad + 1.7GHz Quad, GPU: *Mali-G71 MP20*, RAM: 4GB) [8].

Mērījumi tika veikti, lai noskaidrotu laiku, kas nepieciešams *tflite* modelim attēla atpazīšanai un tā klasificēšanai. Mērījumu mērvienība ir nanosekundes [9], kas dod lielāko precizitāti. Tika ņemts laika mērījums pirms funkcijas uzsākšanas un pēc funkcijas darbības beigām, kas dod divas laika vienības. Laiks tiek ņemts no ierīces precīzākā pieejamā sistēmas taimera pašreizējās vērtības nanosekundēs. Pēc divu vērtību iegūšanas un saglabāšanas mainīgajos, tiek veikta atņemšana, kur no otrā mainīgā tiek atņemts pirmais mainīgais, lai noskaidrotu cik laika tika patērēts noteiktas darbības veikšanai nanosekundēs. Dotā vērtībā tālāk tiek noapaļota līdz 0,01 milisekundei. Kas spēj precīzi attēlot patērēto laiku gan uz vecākām ierīcēm, gan uz jaunākām (skat 3. att.). Pēc mērījumu veikšanas, ierīces operatīvā atmiņa tika attīrīta, lai neietekmētu mērījumu rezultātus.

```

//get start time in nanoseconds
long lStartTime = System.nanoTime();

//run interpreter and save results
tflite_alexnet_seperable.run(imageBytrString, result);

//get end time in nanoseconds
long lEndTime = System.nanoTime();

//get time of interpreter run in nanoseconds
long output = lEndTime - lStartTime;

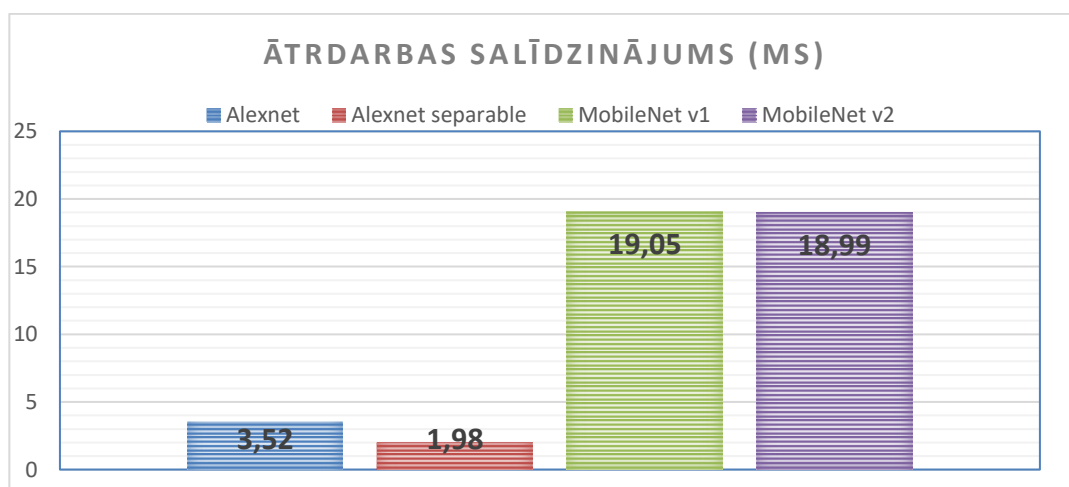
//set precision to 0.1 miliseconds
double floatOutput = output/10000;
byteBuffer.clear();

```

3. attēls. Funkcijas ātrdarbības noteikšanas metode

Rezultāti

Apmācības rezultātā tika iegūts laiks, cik bija nepieciešams *tflite* modelim, lai atpazītu un klasificētu attēlu. Mērījumi tika veikti 100 reizes, pēc katras reizes ierīces operatīvā atmiņa tika attīrīta, lai neietekmētu rezultātus. Darbības laikā tika aprēķināts vidējais laiks, kas nepieciešams *tflite* modelim, lai atpazītu attēlu (skat. 4. att.).



4. attēls. *Tflite* modeļu ātrdarbības rezultāti

Visātrāk klasifikāciju veica modelis ar arhitektūru *AlexNet Separable*, tomēr modelis ar arhitektūru *MobileNetV2* saturēja vismazāko parametru (saišu) skaitu.

Secinājumi

Darba uzsākšanas laikā iepriekš apmācīti modeļi tika optimizēti un pārveidoti *tflite* modeļos. Katras *CNN* arhitektūras darbības laiks tika mērīts 100 reizes un tika izrēķināts vidējais laiks darbības veikšanai. Pētījuma laikā tika novērota liela atšķirība cik daudz bija nepieciešams modelim, lai veiktu attēla atpazīšanu un tā klasificēšanu. Tā kā modeļa apmācībā izmantotie dati bija identiski visiem četriem modeļiem, modeļu ātrdarbību ietekmē neironu tīkla arhitektūra. Situācijas uzlabošanai nepieciešams veikt papildus testēšanu ar modeļu ielādi un

attēlu sagatavošanu. Vēl viena iespēja situācijas uzlabošanai ir izpētīt konvolūciju neironu tīklu arhitektūru struktūru un novērtēt to iespējamu uzlabošanu atbilstoši uzdotajam mērķim.

Summary

At the start of the work, previously trained models were optimized and transformed into tflite models. The running time of each CNN architecture was measured 100 times and the average running time was calculated. During the study period, a large difference was observed in how much time it took for the model to recognize the image and classify it. Since the data used in the model training were identical for all 4 models, the speed of the models is influenced by the neural network architecture. To improve the situation, it is necessary to perform additional testing with model loading and image preparation. Another way to improve the situation is to study the structure of convolutional neural network architectures and evaluate their possible improvement according to the set goal.

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 07.04.2020.]. Pieejams: <https://cs231n.github.io/convolutional-networks/>
- [2] Alexnet arhitektūra [tiešsaiste], [atsauce uz 07.04.2020.]. Pieejams: <https://medium.com/@smallfishbigsea/a-walk-through-of-alexnet-6cbd137a5637>
- [3] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton. *Imagenet classification with deepconvolutional neural networks*. In Advances in neural information processing systems, pp. 1097–1105, 2012
- [4] Andrew G., et al. *MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications*, 2017. [tiešsaiste], [atsauce un 07.04.2020.]. Pieejams: <https://arxiv.org/abs/1704.04861>
- [5] M. Sandler, et al. *MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks*, 2019. [tiešsaiste], [atsauce un 07.04.2020.]. Pieejams: <https://arxiv.org/pdf/1801.04381.pdf>
- [6] H. Mureşan & O. Mihai. Fruit recognition from images using deep learning. Acta Universitatis Sapientiae, Informatica, vol. 10, pp. 26-42, 2018.
- [7] *Tensorflow Lite* [tiešsaiste], [atsauce uz 07.04.2020.]. Pieejams: <https://www.tensorflow.org/lite>
- [8] *Samsung S8* mobilā telefona specifikācija [tiešsaiste], [atsauce uz 07.04.2020.]. Pieejams: <https://www.sammobile.com/samsung/galaxy-s8/specs/>
- [9] *Android Studio* laika mērīšanas funkcija [tiešsaiste], [atsauce un 07.04.2020.]. Pieejams: <https://developer.android.com/reference/java/lang/System>

ĪSĀKĀ CEĻA MEKLĒŠANAS ALGORITMI PATHFINDING ALGORITHMS

Author: **Einārs BISTROVS**, e-mail: einars1997@gmail.com
Scientific supervisor: **Sergejs KODORS, Dr.sc.ing.**, e-mail: sergejs.kodors@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

***Anotācija:** Darbā ir aprakstīts salīdzinājums starp trim īsākā ceļa meklēšanas algoritmiem: A*, Deikstras algoritma, Plašās pirmās meklēšanas algoritma (Breadth first search). Algoritmi tika salīdzināti aplikācijā, kura ģenerē labirintus pēc gadījuma principa. Algoritmu izpildes laikā tiek iegūti trīs veidu dati – izpildes laiks, veikto operāciju skaits, ceļa garums.*

***Atslēgvārdi:** algoritms, A*, Deikstras algoritms, operāciju skaits, īsākais ceļš.*

Ievads

Loģistikas uzņēmumi tērē daudz laika, lai izplānotu maršrutus, kuri būtu ekonomiski izdevīgāki un aizņemtu pēc iespējas mazāk laika. Šo darbu ir iespējams veikt ar roku (rēķinot iespējamo vidējo pārvietošanās ātrumu katram ceļa posmam un veidot diagrammas), taču tas ir ļoti laikietilpīgs process, kurā pastāv samērā liela iespēja uz cilvēku pieļautajām kļūdām (piem., nepamanīti ceļi, neprecīzi izrēķināts ātrums, utt.).

Ļoti līdzīgā situācijā nonāk tūristi, kuri vēlas nokļūt galamērķī pēc iespējas ātrāk, pietam, ir jāņem vērā, ka ne visiem tūristiem ir spēja saplānot īsāku maršrutu var secināt, ka maršruta plānošana tūristiem aizņem daudz laika.

Darba mērķis: salīdzināt īsākā ceļa meklēšanas algoritmus.

Materiāli un metodes

Lai salīdzinātu ceļa meklēšanas algoritmus bija realizēta programma, balstoties uz pathfinding.js projekta [1], pielietojot šādas tehnoloģijas HTML, CSS, Javascript, jQuery, javascript state machine, kas salīdzināja algoritmu pēc trim parametriem: izpildes laika, ceļa garuma, veikto operāciju skaita; ģenerējot labirintu pēc gadījuma principa.

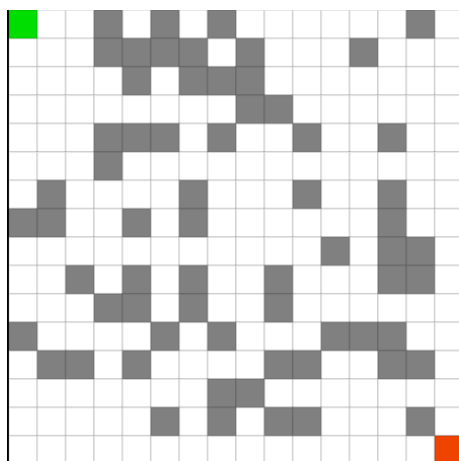
Rezultāti

Pathfinding.js projektā īsākā ceļa meklēšanas algoritmi ir rakstīti JavaScript valodā, izmantojot prototipēšanu. Kā pamatalgoritms tiek lietots A* algoritms. [3] Deikstras algoritms [2] koda ziņā izpildās tā pat kā A* algoritms, tikai Deikstras algoritms neizmanto heuristisko metodi. Algoritmu izpildē tiek izmantotas kaudzes (heap), kas ir vērtību kolekciju, kur lielākā vērtībā vienmēr ir augšgalā. Kā heuristiskā metode tiek izmantota Manhetenas metode (Manhattan), kas izpaužas kā vertikālās un horizontālās komponentes summa.[1]

Pathfinding.js projektā ir izveidota funkcionalitāte, kura izdara 3 viedu mērījumus algoritma izpildes laikā, šie mērījumi ir

- izpildes laiks;
- veikto operāciju skaits;
- ceļa garums.

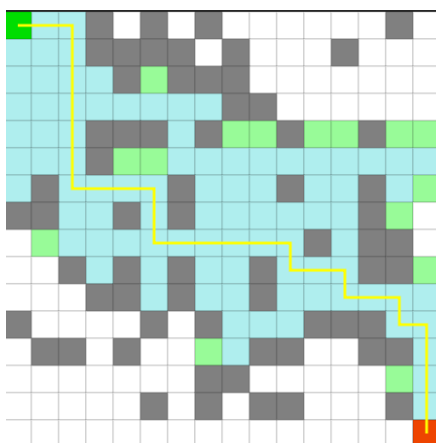
Tika veikta algoritmu salīdzināšana pēc gadījuma principa ģenerētā labirintā, (skatīt 1. attēlu).



1. attēls. Ģenerētais labirints

A* algoritma izpildes rezultāts (skatīt 2. Attēlu) bija

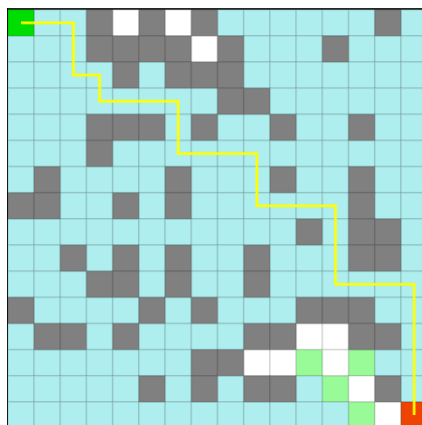
- Izpildes laiks 0,1 milisekundes;
- Veikto operāciju skaits – 197;
- Ceļa garums 30.



2. attēls. A* algoritma izpilde ģenerētā labirintā

Deikstras algoritma izpildes rezultāts (skatīt 3. Attēlu) bija

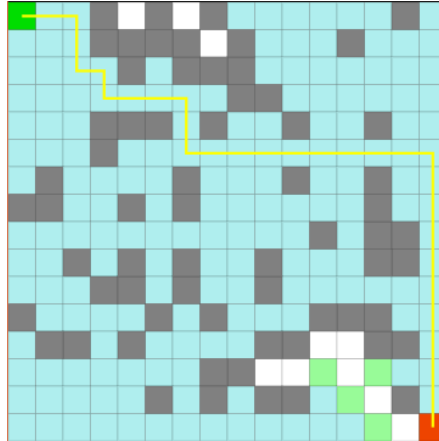
- Izpildes laiks 0,2 milisekundes;
- Operāciju skaits – 358;
- Ceļa garums 30.



3. attēls. Deikstras algoritma izpilde ģenerētā labirintā

Plašas pirmās meklēšanas (Breadth first search) algoritma [4] izpildes rezultāts (skatīt 4. attēlu) bija

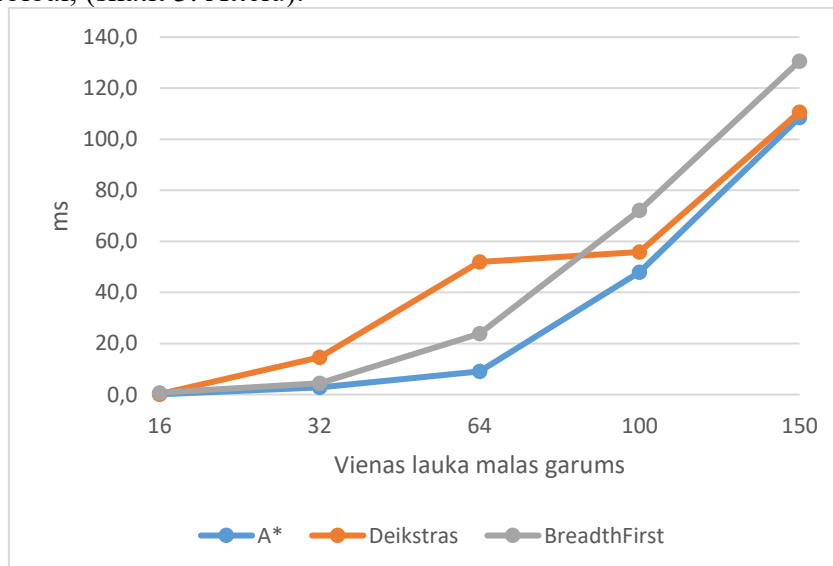
- Izpildes laiks 0,7 mili sekundes;
- Veikto operāciju skaits 358;
- Ceļa garums 30.



4. attēls. Plašas pirmās meklēšanas algoritma izpilde ģenerētā labirintā

Mērījumi tika atkārtoti 5 reizes, katru reizi palielinot labirinta izmērus. Tas tika veikts, lai novērotu lauka lieluma ietekmi uz algoritmu izpildes laikiem, kā arī lai pārlicinātos, ka pie citiem lauku izmēriem algoritmi pēc izpildes laika sarindojas tādā pašā secībā. Mērījumi tika veikti kvadrātiskā laukā, lai atvieglotu datu salīdzināšanu par lauka izmēra mērvienību tiek ņemts vienas malas garums.

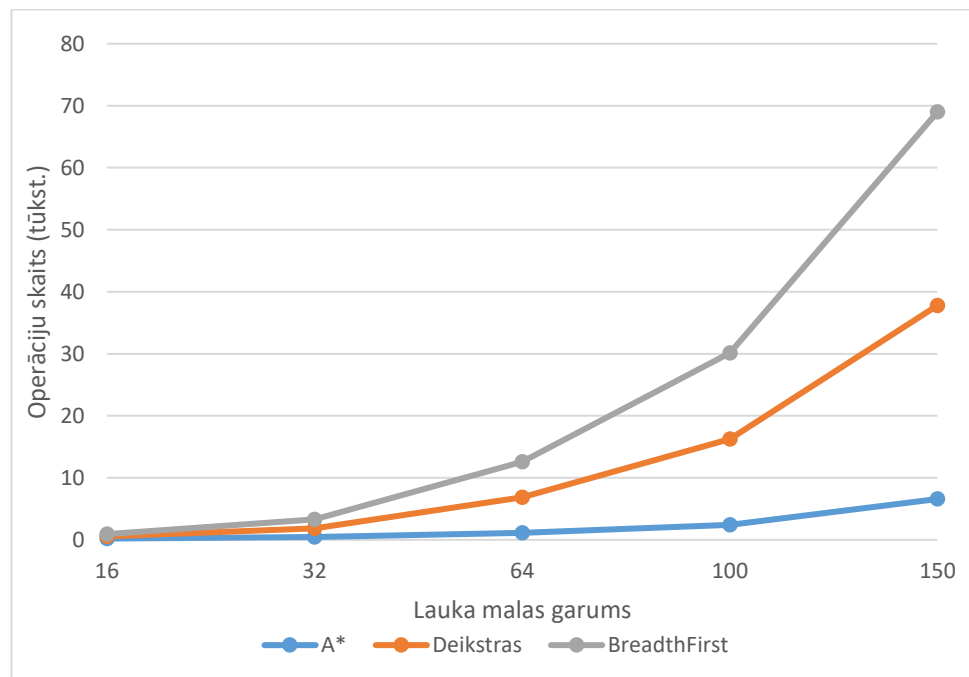
Salīdzinot algoritmu izpildes laikus visos izmēros var novērot, ka ātrākais algoritms pie visiem lauka izmēriem ir A* algoritms. Līdz noteiktai robežai, kura ir aptuveni 80 vienības otrais ātrākais bija Breadth First Search algoritms, taču sasniedzot robežu deikstras algoritms, kļūst ātrāks nekā Breadth First Search algoritms. Kā arī Deikstras algoritms ļoti pietuvojas a* algoritma ātrdarbībai, (skatīt 5. Attēlu).



5. attēls. Algoritmu salīdzinājums pēc laika (ms)

Salīdzinot algoritmus pēc izpildīto operāciju skaita, (skatīt 6. Attēlu), tika noskaidrots, ka neatkarīgi no lauka lieluma algoritmi sarindojas tādā pašā secībā. A* algoritmam, salīdzinot pēc veikto operāciju skaita, ir nospiedošs pārsvars ar vidēji teju 4 reizes mazāk operāciju nekā

Deikstras algoritmam, savukārt *breadth first search* algoritms veic vēl daudz vairāk operāciju. Gadījumos, kur veikto operāciju skaits ir būtisks A* algoritms ir daudz efektīvāks nekā Deikstras un *breadth first search* algoritms.



6. attēls. Algoritmu salīdzinājums pēc veikto operāciju skaita

Secinājumi

- Algoritmi pēc darbības principa atšķiras ar to, ka Plašās pirmās meklēšanas algoritmā, mezgli tiek apskatīti pēc principa – kā pirmo apskatīt mezglu, kurš ir tuvāk sākuma punktam. Deikstras algoritmā – kā pirmo apskatīt mezglu, kuram ir mazākais svars. A* algoritmā – kā pirmo apskatīt mezglu, kur heuristikās metodes un svaru summa ir mazākā.
- Salīdzināšana tika veikta kā bāzi, izmantojot *pathfinding.js* projektu, to modificējot pievienojot tam labirinta ģenerēšanas funkcionalitāti. Labirinti tika ģenerēti pēc gadījuma principa.
- Salīdzinot algoritmus pēc īsākā ceļa garuma tika noskaidrots, ka visi trīs algoritmi pie pieciem dažādiem lauku izmēriem atrod vienādi garus ceļus, kuri ir aptuveni vienādi ar kvadrātiskā lauka malu reizinājumu.
- Savukārt, salīdzinot algoritmus pēc veikto operāciju skaita tika noskaidrots, ka šajā ziņā nospiedošs pārsvars ir A* algoritmam, kas veic aptuveni 4 reizes mazāk operāciju nekā Deikstras algoritms un aptuveni 7 reizes mazāk kā Plašās pirmās meklēšanas algoritms.
- Salīdzinot algoritmu izpildes laikus tika konstatēts, ka vispārākais šajā ziņā ir A* algoritms, taču arī tika noskaidrots, ka Deikstras algoritms būtiski atpaliek no A* algoritma tikai laukos, kuriem ir salīdzinoši mazs izmērs, jo lielāks laukums, jo mazāka šī atšķirība. Pie laukuma izmēra 150 vienības, tika konstatēts, ka laika atšķirība ir mazāka par 1 sekundi, kas norāda, to, ka Deikstras algoritms, kuru ir daudz vieglāk realizēt nekā A* algoritmu pie lieliem lauku izmēriem var būt efektīvāks risinājums nekā A* algoritms.

Bibliography

1. <https://github.com/qiao/PathFinding.js/> skatīts internetā 07.05.2018
2. Sergejs Kodors. "Deikstras algoritms", ekursi.rta.lv skatīts internetā 03.05.2018
3. <https://www.slideshare.net/dnatapov/a-path-finding> skatīts internetā 03.05.2018
4. <https://www.slideshare.net/jyothimonc/b-8742532> skatīts internetā 03.05.2018

KĀRTOŠANAS ALGORITMUS REALIZĀCIJA UN TO ĪPATNĪBAS SORTING ALGORITHMS REALIZATION AND THEIR FEATURES

Autors: **Ivars CABUĻEVS**, e-pasts: 19ivars98@gmail.com
Zinātniskā darba vadītājs: Mg.sc.ing., **Aleksejs ZORINS**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. *The performance of computers and programs is the most important thing for a user nowadays. Sorting algorithms appeared in the 19th century, but nowadays, developers often forget about the effectiveness of these algorithms and always use only a couple of algorithms, which are not always the best solution for certain tasks. This slows down the performance of certain important applications for professionals as well as for ordinary users. In this work was told and implemented different numerical sorting algorithms. The development environment here was "Microsoft Visual Studio 2017". Was used the C++ programming language. Knowledge of sorting algorithms will always help you to optimize your program (if there used sorting), which will have a positive impact on user feedback about your application also this knowledge has a positive effect on the thought processes, allowing you to make the right decisions in the shortest time.*

Keywords: *Sorting algorithm, efficiency of the algorithm, numeric sorting.*

Ievads

Jau no paša sākuma (20.gs.) tika pievērsta daudz uzmanību kārtošanas problēmām. Kā piemērs, burbuļa kārtošana tika apskatīta 1956. gadā. Neskatoties uz to, ka jau ir daudz kārtošanas algoritmus, cilvēki izgudro vēl jauno kārtošanas veidus. Kārtošanas algoritmi ir plaši izplatīti iesācējiem IT, kā arī tur, kur cilvēki tiks iepazīstināti ar algoritmiem.[1]

Kā reāls piemērs, Twitter, pirmajās dienās pēc izveides saskarās ar ražīguma problēmām. Tās bija saistītas ar kārtošanas algoritmiem, jo algoritms bija paredzēts tikai nelielam datu apjomam. [2]

Ir uzskats, ka lai kļūtu par programmēšanas inženieri, jāsāk mācīt algoritmus un datu struktūras. Un kad būs saprotami to pamati, tie būs redzami visur, un palīdzēs tev visas dzīves garumā, īpaši darbā IT nozarē.[3]

Mūsdienās arvien vairāk cilvēku ir ieinteresēti informācijas tehnoloģijām, īpaši programmēšanās. Internetā visbiežāk parādās neapstiprināta informācija. Līdz ar to visbiežāk rodas problēmas, tas viss nes sev līdzī negatīvas sekas, kas ietekmē programmu un ierīci veikspēju.

Darba mērķis ir realizēt dažus kārtošanas algoritmus un novērtēt to efektivitāti savā starpā.

Materiāli un metodes

Pētījuma mērķis ir pierādīt **hipotēzi**, ka "burbuļa" kārtošanas algoritms ir lēnāk nekā "ātrās" kārtošanas algoritms uz datu apjomu no 300 tūkstošiem veseliem skaitļiem.

Šajā darbā tika izskatīti un īstenotie vairāki skaitļu kārtošanas algoritmi. izmantota izstrādes vide šeit ir "Microsoft Visual Studio 2017". Tika izmantota programmēšanas valoda C++.

Darba uzdevumi:

1. Pārskatīt visplašāk un vismazāk izplatītos kārtošanas algoritmus;
2. Realizēt vairākus kārtošanas algoritmus;
3. Novērtēt iegūtos kārtošanas algoritmus rezultātus.

Pētījumā ir pielietotas vairākas **metodes**:

- praktiskās pētījuma metodes
- eksperiments;
- salīdzināšanas metodes;

- tabulas un grafiskās metodes;
- zinātnisko rakstu analīzes metodes;

Kārtošanas algoritmi

Kārtošanas algoritms ieņem nozīmīgu vietu programmēšanas jomā. Kārtošana nozīme noteikta saraksta elementus izvietošana noteiktā secībā. Lai optimizēti izmantotu tādus algoritmus, kā meklēšanas un apvienošanās algoritmus, kārtošanas algoritmiem jābūt efektīvam. Viss ir savstarpēji saistīts. Kārtošanas algoritmi tiek pārveidotas un parādās līdz pat šai dienai, tas ir saistīts ar tos svarīgumu IT nozarē. [4]

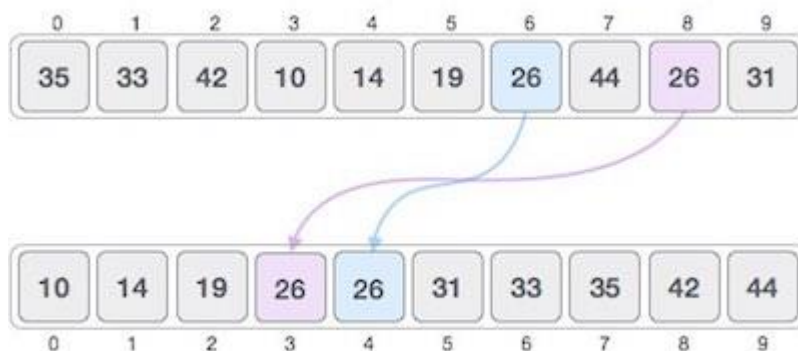
Visi kārtošanas algoritmi tiek klasificēti pēc:

- algoritma sarežģītība (labāka, sliktāka, vidēja), kas ir atkarīgi no saraksta izmēra (skat. 1.1.1. attēlu);
- atmiņas izmantošana;
- rekursijas pielietošana (vai ir rekursija, vai nē) (kad funkcija izraisa sevi);
- stabilitāte (ilgtspējīga kārtošana nemaina savstarpējo izvietojumu vienādiem elementiem. Šāda īpašība var būt ļoti noderīga, ja elementi sastāv no vairākiem laukiem) (piemēram, stabila ir burbuļa, ievietošanas, sapludināšanas kārtošana) (sk. 1.1.2., 1.1.3. att.);
- kārtošanas metode (apvienošana, maiņa, ievietošana);
- pielāgošana (vai ir efektīvi, apstrādājot jau sakārtoti (daļēji) sakārtoti dati)

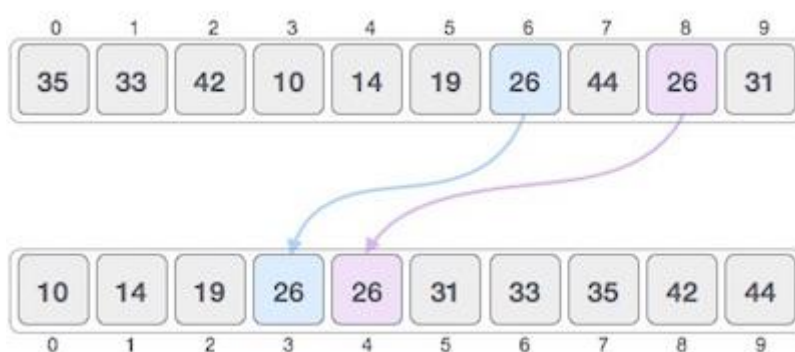
Klasifikācija sastāv

Algorithm	Time Complexity		
	Best	Average	Worst
Selection Sort	$\Omega(n^2)$	$\theta(n^2)$	$O(n^2)$
Bubble Sort	$\Omega(n)$	$\theta(n^2)$	$O(n^2)$
Insertion Sort	$\Omega(n)$	$\theta(n^2)$	$O(n^2)$
Heap Sort	$\Omega(n \log(n))$	$\theta(n \log(n))$	$O(n \log(n))$
Quick Sort	$\Omega(n \log(n))$	$\theta(n \log(n))$	$O(n^2)$
Merge Sort	$\Omega(n \log(n))$	$\theta(n \log(n))$	$O(n \log(n))$
Bucket Sort	$\Omega(n+k)$	$\theta(n+k)$	$O(n^2)$
Radix Sort	$\Omega(nk)$	$\theta(nk)$	$O(nk)$

1. att. Algoritma sarežģītība



2. att. Stabīlā kārtošana



3. att. Nestabīlā kārtošana

Apskatīsim sarežģītības:

O (O -notācija). $O(f(n))$ – no zīme, ka algoritma darba laika pieaugšana ir atkarīga no datu apjoma ne ātrāk par konstanti, kas reizināta ar $f(n)$.

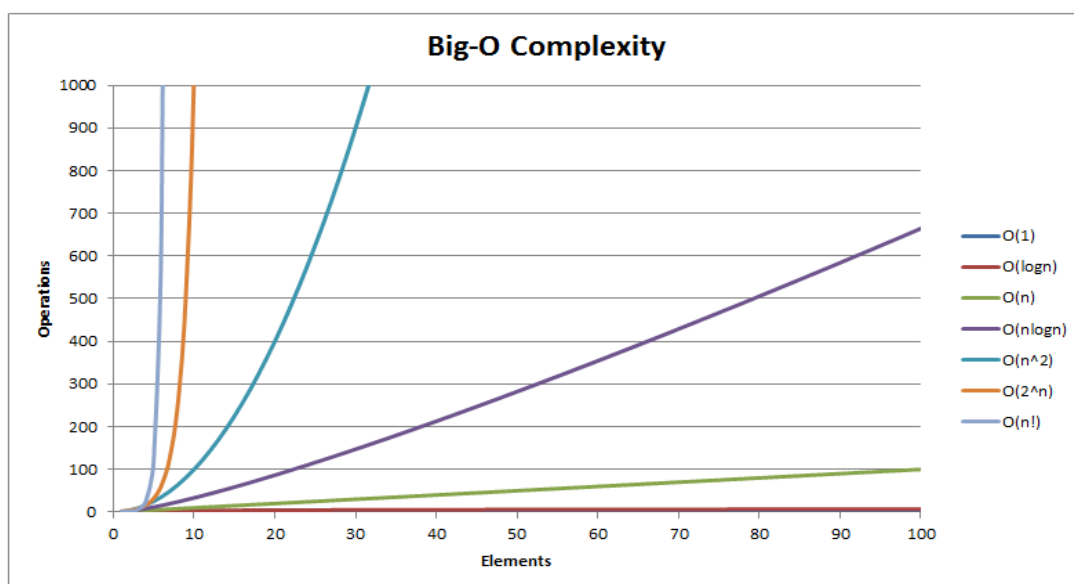
Θ (Θ – teta). $f(x)=\Theta(g(n))$, nozīmē, ka f , tāpat kā g , aug tad, kad n tiecas uz bezgalību.

Ω (Ω – omega. $\Omega(n \log n)$ pieprasa ne mazāk kā $(n \log n)$ laika, bet augšējā robeža nav zināms. $O(n)$ - ir lineāra sarežģītība. Tas nozīmē, ka darba laiks pieaug lineāri, palielinoties izmēra ievadīto datu.

$O(\log n)$ - ir logaritmiskā sarežģītība. Ja masīvs ir sakārtots, mēs varam pārbaudīt, vai tajā ir kāda īpaša vērtība, to sadalot uz pusi. Mēs pārbaudīsim vidējo elementu, ja tas ir vairāk nekā tas, ko mēs meklējam, tad varam izmest masīva otro pusi - tur tas nav tieši tur. Ja tas ir mazāks, tad otrādi – varam izmest sākotnējo pusi. Tāpēc mēs turpinām sadalīt to pa pusēm, galu galā mēs pārbaudām $(\log n)$ elementus.

$O(n^2)$ - ir kvadrātiskā sarežģītība. Algoritms ar šo sarežģītību sastāv no divām ciklam: viens, kas iet caur visu masīvu, un otrs, lai atrastu vietu nākamajam elementam jau nošķirtajā daļā. Tādējādi operāciju skaits būs atkarīgs no masīva lieluma $n * n$, tas ir, n^2 .

$O(n \log n)$ – šī sarežģītība ir līdzīga ar $O(n)$, jo viņa aizņem aptuveni divreiz vairāk laiku divreiz vairākām problēmām. Viņš ir efektīvs, jo logaritmi aug ļoti lēni.[10] (sk. 4. att.)



4. att. Sarežģītības atkarība no elementa skaitu

Rezultāti

Katrs algoritms savā veidā un kaut kādā vidē ir labs, bet ņemt pirmo ieraudzīto kļūdainis risinājums. Tas nozīmē, ka nepieciešams sīkāk iepazīties ar to, kāds ir gadījums un kādu algoritmu efektīvāk izvēlēties.

Iegūtie eksperimentālā daļā rezultāti (pēc 5 reizes vidēji pārbaudes) tika parādīti tabulā, kur “Sort” – pats algoritms, “CPU”- viss kods milisekundēs (1 sekunde = 1000 milisekundes). Var secināt, ka ātrās kārtosanas algoritms intervālā no 10000 līdz 5000000 elementiem neapšaubāmi labāk nekā burbuļa kārtosana, bet intervālā no 100 (kā arī no 1) līdz 10000 nav kritiskas atšķirības izvēlētajā algoritmā. Sapludināšanas kārtosana, salīdzinot ar ātrās kārtosanas metodēm, parādīja vispār nav daudz sliktāko rezultātu. Šis algoritms arī var tikt lietots. Ievietošanas kārtosana, tāpat kā burbuļa kārtosana, bija efektīva intervālā no 1 līdz 10000. (sk. 1. tab.)

1. tab.

Kārtošanas rezultāti

Name\Elements	100	1000	10000	100000	1000000	5000000
Bubble sort	0ms	1,8ms	238,8ms	28501,4ms	too long	too long
Bubble(CPU)	3,8ms	7,4ms	248,2ms	28830,8ms	too long	too long
Insertion sort	0ms	0ms	73,2ms	7106,2ms	too long	too long
Insertion(CPU)	4,2ms	4,6ms	80,6ms	7128,4ms	too long	too long
Quick sort	0ms	0ms	1ms	12ms	120,8ms	617,8ms
Quick(CPU)	4,6ms	5,4ms	10,6ms	75,8ms	683,6ms	3589,6ms
Merge sort	0ms	0,4ms	3ms	29,2ms	311,2ms	1628,8ms
Merge(CPU)	4,8ms	4,6ms	13,8ms	93,8ms	904,2ms	4446,2ms

Secinājumi

1. Darba hipotēze tiek apstiprināta, ātrās kārtosanas algoritms parādīja sevi labāk nekā burbuļa kārtosanas algoritms, bet reāli nozīmīga atšķirība ir pēc 10000 elementiem. Līdz 10000 elementiem burbuļa kārtosana var būt izmantota.

2. Izmantota programmatūra (eksperimentālā daļā) ļauj veiksmīgi veikt algoritma dziļu testēšanu (ja tās ir nepieciešams).
3. Pati kārtšanas algoritmi internetā ir korekti strādājošie, bet datu (skaitļu) sagatavošana pirms kārtšanas procesa ir jābūt pārbaudīta, jo tur dažos gadījumos var būt atrasta kļūda, kas neļaus kārtšanai strādāt.
4. Algoritma sarežģītība, mūsu gadījumā, ļoti stipri ietekmē uz kārtšanas laiku tikai tad, kad elementu skaits pārsniedz 10000.
5. Var pateikt, ka darbs ir veiksmīgs, jo mērķis tika sasniegts, daži algoritmi tika realizēti un novērtēti, darba uzdevumi tika izpildīti veiksmīgi.
6. Neskatoties uz to, ka kārtšanas algoritmiem ir tikai viens mērķis, viņi atšķiras pēc daudzām īpašībām, kā piemērs, stabilitāte, izpildes ātrums un laiks, rekursijas pieejamība, algoritma sarežģītības.

Summary

The document discusses and implemented popular sorting algorithms and talked about non popular algorithms that can be found on the internet. In this work no in-depth study of some sorting algorithms, but they're available for each explained principle work and some of their implementation in the programming language with summing up of the results. Sorting algorithms are relevant today. More and more people are buying new mobile phones and computers with the internet, must be sorted and stored a lot of information, but unreliable and unverified algorithms lead to countless problems with the performance of the application or some site. In work all tasks completed, the main goal is successfully achieved. Software, that has been used for testing is available on the internet to everyone for free, this means, that everyone after reading this work, the reader will understand the meaning of sorting algorithms and will be able to implement them.

Bibliography

1. C. A. Russell, Aaron Rotenberg, Ben Standeven. Sorting algorithm. Sk. internetā (21.06.2018) <https://www.saylor.org/site/wp-content/uploads/2011/06/Sorting-Algorithm.pdf>
2. Jordan Hudgens. Why are Sorting Algorithms Important? Sk. internetā (21.06.2018) <https://www.crondose.com/2016/07/sorting-algorithms-important/>
3. Jason Roell. Top Algorithms and Data Structures You Really Need To Know. Sk. internetā (23.06.2018) <https://towardsdatascience.com/top-algorithms-and-data-structures-you-really-need-to-know-ab9a2a91c7b5>
4. Bucket Sort.Sk. internetā (21.06.2018) <http://www.growingwiththeweb.com/2015/06/bucket-sort.html>

SPORTA SKOLAS SISTĒMAS LIETOTĀJU PRASĪBU ANALĪZE ANALYSIS OF USER REQUIREMENTS FOR SPORT SCHOOL SYSTEM

Autore: **Sandra CERIŅA**, ssandracerina@gmail.com
Zinātniskais vadītājs: Docents, Dr.sc.ing. **Sergejs KODORS**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Rēzekne, Latvija

Abstract: author analyzes user requirements of “Rezekne Children and Youth Sport School” and their coherence with the school management system “E-klase”. Author completed system analysis, statistical survey and system comparison to develop recommendations how to improve sociotechnical system of school.

Keywords: “E-klase”, sport school, system analysis.

Ievads

Profesionālās ievirzes izglītības iestādēs skolvadības sistēmas aizstāj papīra žurnālus un atvieglo darbu gan treneriem, gan administrācijai.

“E-klase” ir visplašāk lietotā tiešsaistes skolvadības sistēma Latvijā, kuru izmanto vairāk kā 90% Latvijas izglītības iestāžu. Sistēma ir izstrādāta, izmantojot *ASP.NET Web Forms* tehnoloģiju [4]. “E-klase” ir būtiska izglītības sistēmas sastāvdaļa, ko ikdienā lieto 25 000 skolotāju un 150 000 ģimeņu visā Latvijā [5]. “E-klases” uzdevums ir veicināt kvalitatīvu izglītības procesu un nodrošināt efektīvu informācijas apmaiņu, sadarbojoties ar dažādām iesaistītajām pusēm – skolēniem, vecākiem, skolotājiem, mācību satura veidotājiem, pašvaldībām, kā arī izglītības un valsts iestādēm. Sistēmas galvenie uzdevumi [1]:

- atvieglot darbu skolotājiem, gatavojot dažādas atskaites;
- informēt vecākus par skolēna mācību gaitām un brīvi komunicēt ar skolotājiem;
- piedāvāt skolēniem ērtāk un ātrāk uzzināt vērtējumus, uzdotos mājasdarbus, kā arī citas ar skolu saistītas aktivitātes.

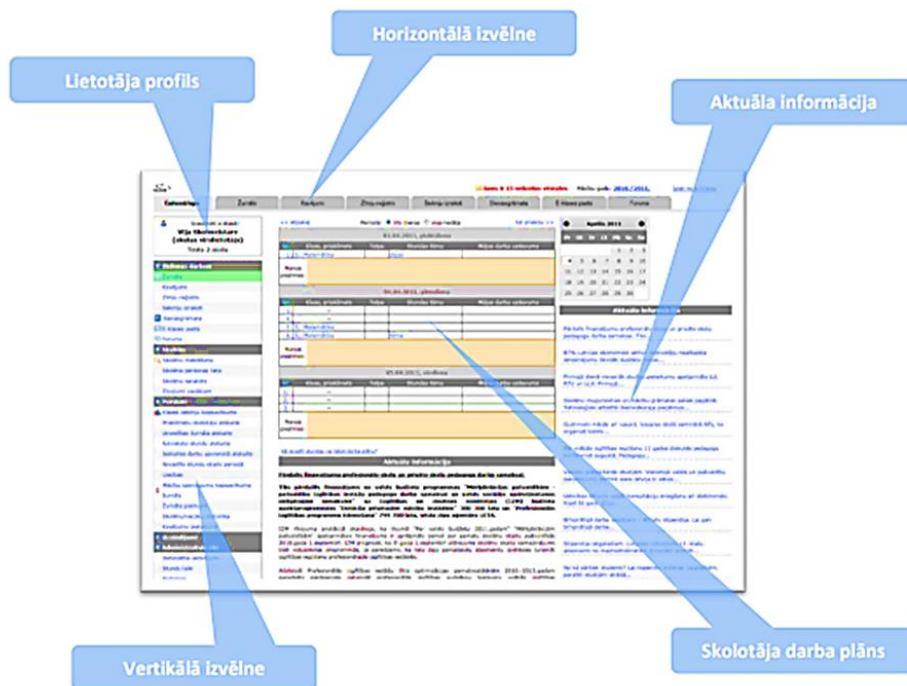
“E-klase” ir pieejama arī kā mobilā aplikācija, vienīgais tā ir paredzēta vecākiem un skolēniem, jo pilnvērtīgu darbu skolotājs vai skolas administrācijas darbinieks nevar izpildīt.

“E-klase” satur 8 nodaļas, katrā ir specifiskā informācija. Dažas nodaļas vecākiem ir nepieciešams iegādāties par maksu. Atverot skolvadības sistēmu “E-klase”, tiek rādīta sistēmas “Galvenā lapa” (skat. 1. attēlu).

Galvenajā lapā ir divas izvēlnes: horizontālā un vertikālā. Horizontālajā izvēlnē ir sakārtotas galvenās sadaļas: “Žurnāls”, “Kavējumi”, “Zīmju reģistrs”, “Sekmju izraksts”, “Dienasgrāmata”, “E-klases pasts”. [1]

Rēzeknes profesionālās ievirzes izglītības iestādē “Rēzeknes bērnu – jaunatnes sporta skolā” (BJSS) “E-klases” izmantošana ir brīvprātīgi izvēlēta. Profesionālās ievirzes skolai darbs *E-klasē* nav tik apjomīgs, kā vispārīzglītojošajām skolām, tomēr veicot sistēmas izpēti var secināt, ka “E-klase” nav līdz galam pielāgota šāda veida skolām, kur netiek likti vērtējumi, uzdoti mājas darbi un klašu iedalījums un nosaukumi ir citādāki.

Pētījuma mērķis: izpētīt “Rēzeknes bērnu – jaunatnes sporta skolā” skolvadības sistēmas funkcionālo atbilstību lietotāju prasībām un izstrādāt priekšlikumus darba uzlabošanai.



1. attēls. E-klases galvenās lapas izskats [3]

Materiāli un metodes

“Rēzeknes bērnu – jaunatnes sporta skolā” izmanto skolvadības sistēmu “E-klase”.

Lai noskaidrotu, kādu sadaļu funkcionalitāti izmanto audzēkņu vecāki, tika izpildīta vecāku aptauja, kurā piedalījās 30 respondenti.

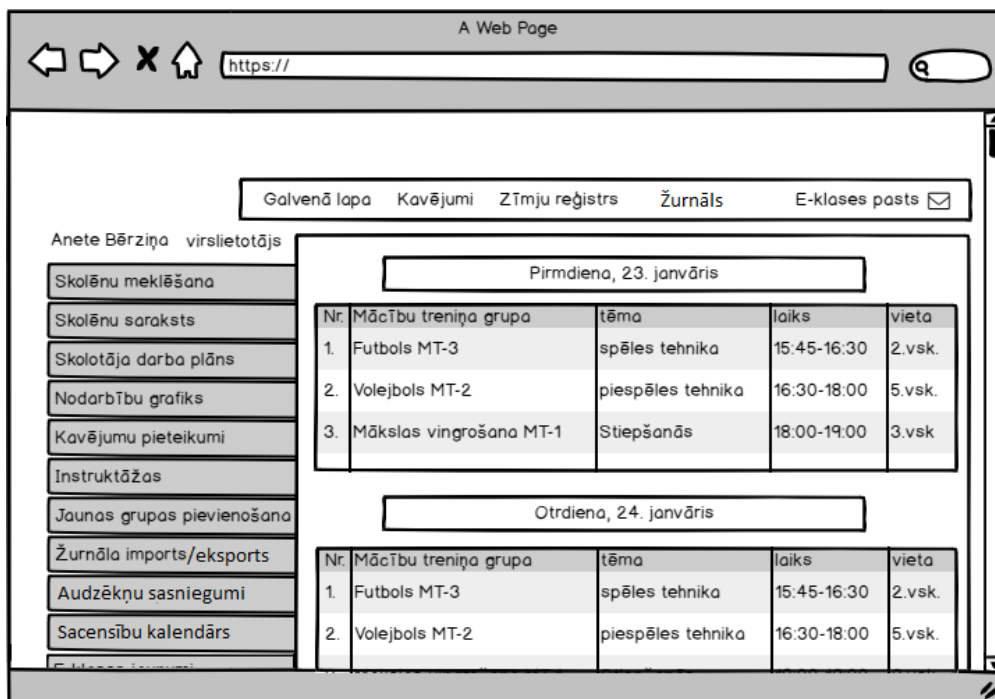
Lai novērtētu sistēmas prasību atbilstību no darbinieku puses, autore balstījās uz personīgas pieredzes un intervijām.

Pamatojoties uz analīzes rezultātiem, autore izstrādāja saskarņu prototipus kā varētu izskatīties “E-klases” versija profesionālās ievirzes izglītības iestādēm. Papildus autore salīdzināja “E-klase” ar “Mykoob” analogu.

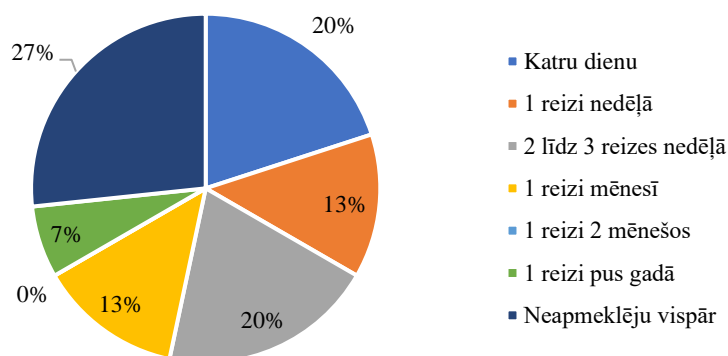
Pētījuma rezultāti

Ierasto papīra žurnālu nomainīšana uz elektronisko žurnālu, atvieglo darbu gan pašiem sporta treneriem, gan skolas administrācijai, jo tā ir vieglāk sekot audzēkņu kavējumiem. Tomēr, lai darbs būtu efektīvāks, “E-klases” izveidotājiem jārod iespēja samazināt informācijas apjoms profesionālās ievirzes izglītības iestādēm. Autore izveidoja prototipu priekšlikumam kā varētu izskatīties “E-klases” versija profesionālās ievirzes skolām (sk. 2. attēlu).

2. attēlā tiek atspoguļota vienkāršotā versija “E-klases” galvenajai lapai, kad tajā darbojas virslietotājs, vertikālā sadaļa ir samazināta no 48 apakšnodaļām līdz 10 apakšnodaļām.



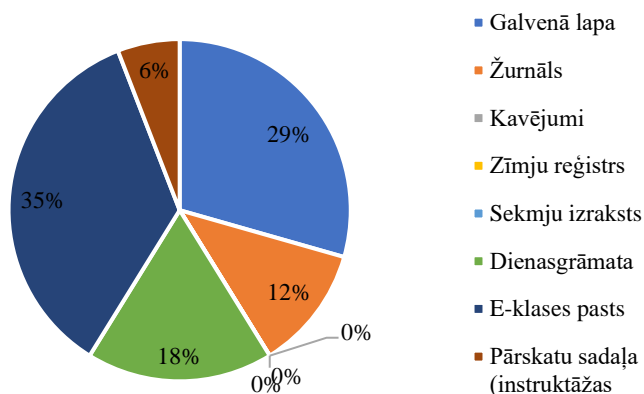
2. attēls. "E-klases" vienkāršotā versija virslietotājam (autores veidots)



3. attēls. Sistēmas apmeklējuma biežums (autores veidots)

Aplūkojot 3. attēlu var secināt, ka "E-klase" sistēmu sporta skolas audzēkņu vecāki apmeklē reti. 27 % no respondentiem to neapmeklē vispār, taču tikai 20 % ielūkojas sistēmā katru dienu.

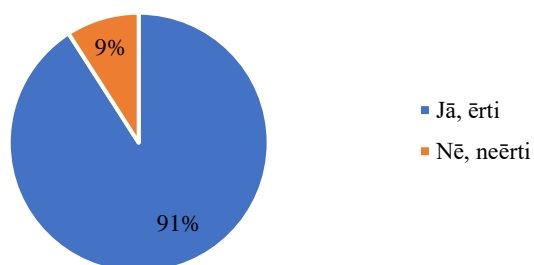
Ja "E-klase" tiktu papildināta ar sadaļām par sasniegumiem un sacensību kalendāru, kā arī skolas jaunumiem, tad noteikti apmeklējumu skaits un biežums palielinātos.



4. attēls. Sistēmas izmantotākās funkcijas (autores veidots)

Tika piedāvātas 8 funkcijas un visizmantotākās pēc aptaujas rezultātiem ir “E-klases pasts” – 35%, taču “Zīmju reģistrs”, “Kavējumi” un “Sekmju izraksts” netiek izmantoti vispār. Pēc šī attēla var secināt, ka, izstrādājot jaunu modeli, nepieciešams atstāt tādas funkcijas kā – “Galvenā lapa”, “Žurnāls”, “Dienasgrāmata” un “E-klases pasts”, kur veikt saziņu.

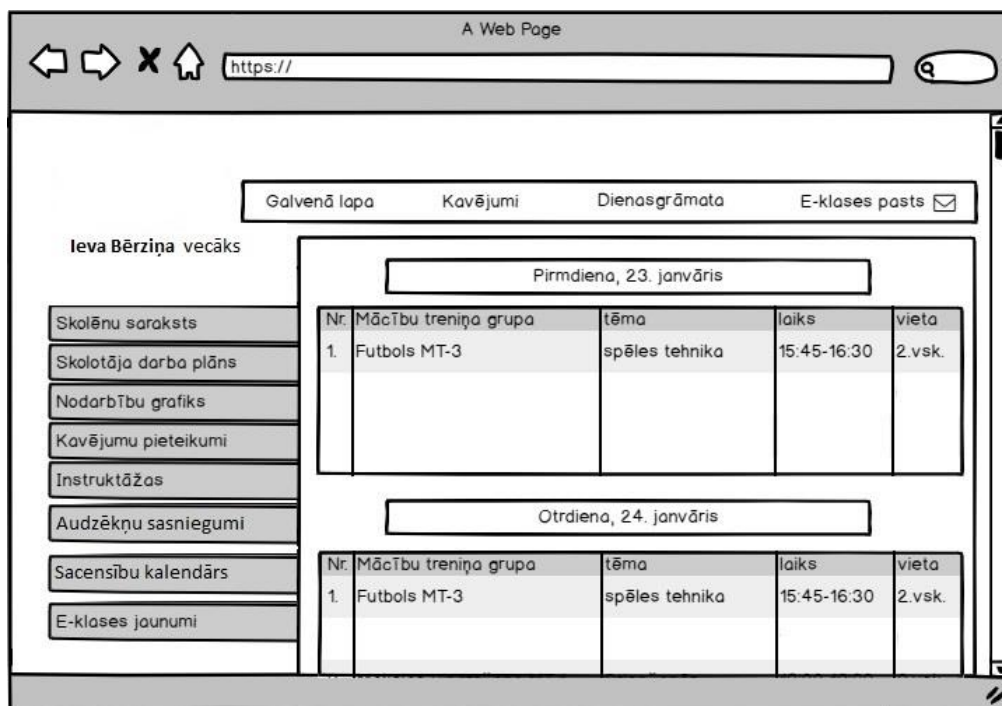
Aplūkojot 5. attēlu, var secināt, ka neskatoties uz lielo funkciju skaitu, vecāki jau ir pieraduši pie tām un prot tās izmantot, jo vispārīzglītojošajās skolās “E-klase” ir neatņemama ikdienas sastāvdaļa. 91 % no respondentiem uzskata, ka sistēma ir ērta.



5. attēls. Vai “E-klase” sistēma izmantošanai ir ērta? (autores veidots)

Apkopojot respondentu viedokļus par to, kas ir nepieciešams, lai darbs “E-klasē” būtu vēl ērtāks un noderīgāks - vecāki uzskata, ka nepieciešams papildināt ar jaunāko informāciju par skolu, sacensībām un audzēkņu sasniegumiem, lai tiem regulāri varētu sekot līdzi.

Pamatojoties uz aptaujas anketu un pieredzi darbā ar šo sistēmu, tika izveidota galvenās lapas izskats arī no audzēkņu vecāku lietotāja skatu punkta (sk. 6. attēlu).



6. attēls. Vienkāršotais “E-klases” izskats audzēkņu vecākiem (autore veidots)

1. tabulā darba autore analizē “E-klases” darbību no BJSS darbinieka skatu punkta.

1. tabula

“E-klases” analīze

Sistēmas problēmas	Sistēmas mobilā versija ierobežo virslietotāja darbu sistēmā, tā domāta audzēkņiem un to vecākiem.
Lietotāju prasības	Izveidot klašu grupas un rediģēt tās. Pievienot un attaisnot audzēkņu kavējumus. Izveidot un ievietot instruktāžas, lai tās būtu pieejamas visiem lietotājiem. Darba plānu ieviešana. Ikdienas mācību – treniņa plāna ieviešana.
Iespējamās izmaiņas	Samazināt vispārējās informācijas apjomu. Noņemt atzīmju – vērtējumu sadaļu. Pielāgot klašu grupu iedalījumu profesionālajām skolām. Pievienot sadaļas atbilstoši sporta nozarei – kalendārs un sasniegumi.
Ārējās vides izmaiņas	Likumdošanas izmaiņas (personas datu aizsardzība). Izmaiņas izglītības sistēmā. “E-klases” izmantošanas cenu palielināšana.
Personāla izmaiņas	Jaunais personāls tiek apmācīts darbā ar “E-klasi”.
Budžeta izmaiņas	Finansējuma samazināšana var ietekmēt “E-klases” izmantošanu.
Uzņēmuma konkurētspēja	Konkurents Latvijas tirgū – “MyKoob”.

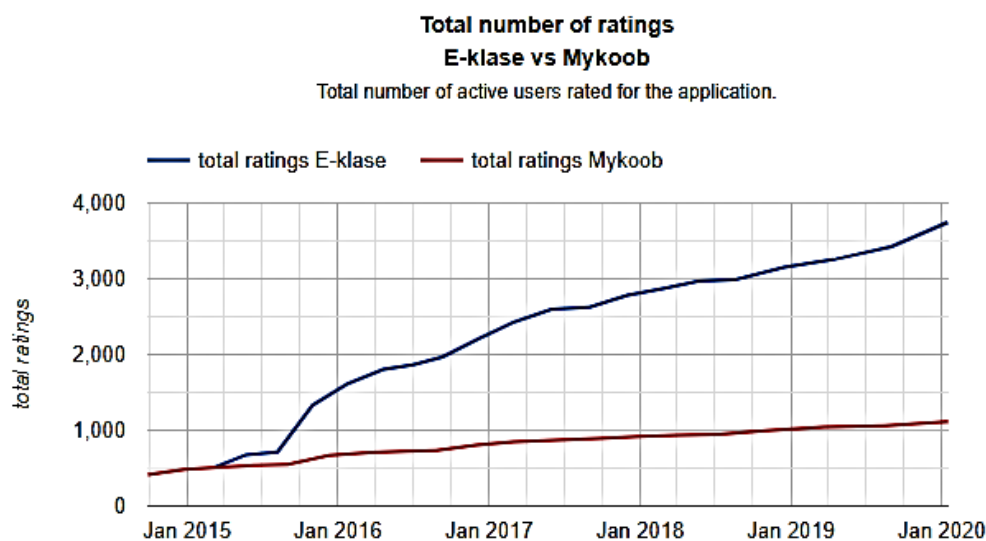
Izpētot “E-klases” sistēmu, var izdalīt plusus un mīnus, kas attiecas tieši uz profesionālās ievirzes skolām darbā ar šo portālu (sk. 2. tabulu).

“E-klases” sistēmas plusi un mīnusi

Plusi:	Mīnusi:
+ Iespēja kontrolēt audzēkņu apmeklējumu;	– Pārāk daudz nevajadzīgu sadaļu, žurnāls, vērtējumi u.c.
+ Iespēja pārvaldīt treneru darbu un treniņu – mācību procesa norisi (nodarbību tematu un darba plānu ieviešana “E-klasē”)	– Daudz informācijas galvenajā lapā;
+ Instruktažu sarakstu izveide	– Sarežģīti izveidot apvienotās klases;
	– Var pierēģistrēt jebkādu vārdu uzvārdu un personas kodu.
	– Klašu sadalījuma pielāgošana profesionālās ievirzes klašu nosaukumiem.

“E-klase” piedāvā klases no 1. līdz 12., taču profesionālās ievirzes skolā mācības iedala SSG, MT-1 līdz MT-7 un ASM u.c. klasēs, kā arī šajās klasēs audzēkņi ir vairāku vecumu, kā piemēram SSG no 6 līdz 8 gadiem, taču 1. klasē vidējais bērnu vecums ir 7 gadi.

Vērtējot pieejamo informāciju par “E-klases” un “MyKoob” savstarpējo konkurenci, darba autore secina, ka populārāka ir lietotne “E-klase”, par to liecina 100 000 lejupielāžu skaits *Google Play* vietnē. Kā arī vērtējums 5 zvaigžņu skalā “E-klasei” ir 3,746, bet “MyKoob” – 1,116 (sk. 3. tabulu un 7. attēlu).



7. attēls. “E-klase” un “MyKoob” aplikāciju lejupielāžu salīdzinājums

Abas lietotnes vecākiem un audzēkņiem ir pieejamas bez maksas, gan tīmekļa versija, gan aplikācija. “E-klases” izmantošana skolai izmaksā ~90 EUR 9 mēnešos, taču “MyKoob” skolām ir bez maksas. Abās lietotnēs maksas pakalpojumi ir par atzīmju analīzi un reitingiem, šis pakalpojums nav obligāts.

8. attēlā ir attēlota lietojumdiagramma, kur “E-klases” lietotāji ir treneri un vecāki, kā arī ir atzīmētas galvenās funkcijas, ko izmanto šie lietotāji, lietojot “E-klasi”. Kopīgā funkcija, ko veic abi lietotāji ir vēstuļu sūtīšana un saņemšana, taču pārējās sadaļas ir atšķirīgas.

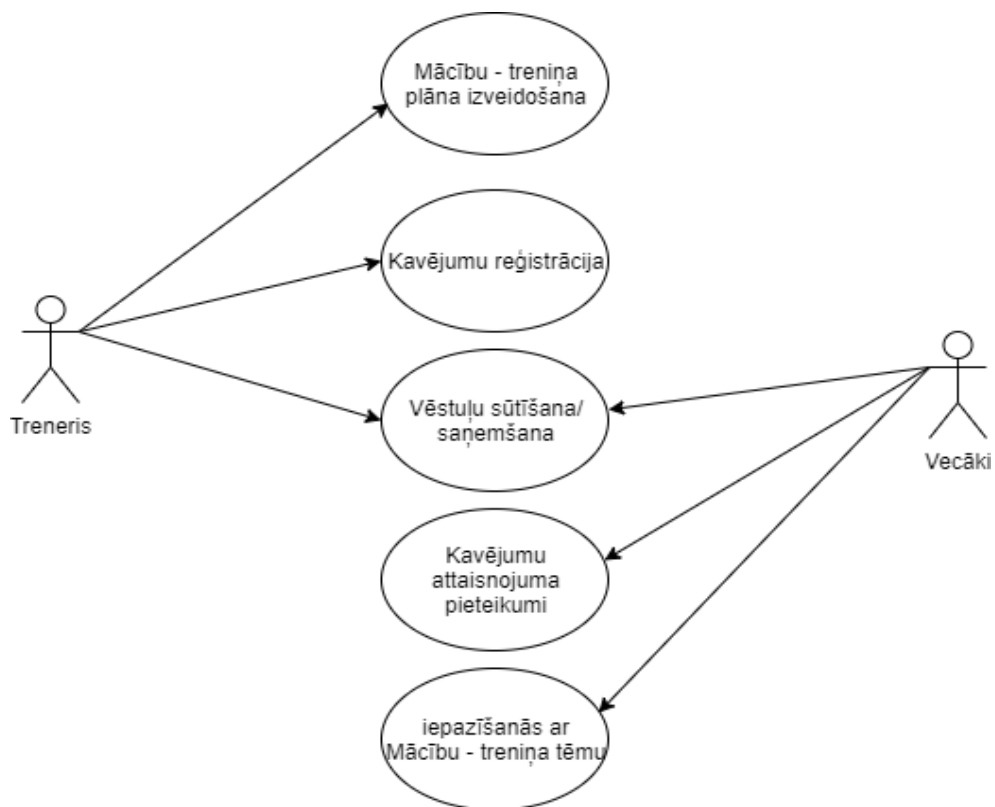
Treneru galvenais darbs ir izveidot mācību treniņu plānus, ar kuriem var iepazīties audzēkņu vecāki, kā arī veikt regulāru audzēkņu kavējumu uzskati, lai vecāki būtu par to informēti un varētu sniegt kavējumu attaisnojuma iemeslu.

“E-klase” ir kā mūsdienīgs papīra žurnāls, kas atvieglo darbu gan skolas personālam, gan vecākiem, taču, lai šī sistēma strādātu skolas labā, ir nepieciešams iziet caur daudz un dažādām sarežģītām instrukcijām un niansēm.

3. tabula

“E-klase” vs “MyKoob” [2]

		Lietotāja izmaksas			Lietotāja izmaksas
<i>Title:</i>	<i>E-klase</i>	Skola – 270 EUR/9mēn. Ģimenes kompl. – 12,89/9mēn. 2,99/mēn. 1,91/2ned.	<i>Title:</i>	<i>Mykoob</i>	Skola – Bez maksas Ģimenes kompl. - maksas
<i>Developer:</i>	Izglītības Sistēmas		<i>Develpoer:</i>	<i>K12 Technologies</i>	
<i>Category:</i>	<i>Education</i>		<i>Category:</i>	<i>Education</i>	
<i>Price:</i>	<i>Free</i>		<i>Price:</i>	<i>Free</i>	
<i>Installs</i>	100.0 k		<i>Installs:</i>	50.0 k	
<i>Total ratings</i>	3,746		<i>Total ratings</i>	1,116	



8. attēls. **Lietojumdiagramma** (autores veidots)

Secinājumi un priekšlikumi

Secinājumi

1. Ar “E-klases” palīdzību sporta skolas administrācijai ir vieglāk sekot līdzi treniņu – mācību procesa norisei, uzskaitīt kavējumus, veidot audzēkņu rotāciju un aplūkot treneru ikdienas darba plāna norisi.
2. Sistēma piemērota vispārizglītojošajām izglītības iestādēm, kur informācija, ko ievieto žurnālos ir apjomīgāka, salīdzinot ar profesionālās ievirzes izglītības iestādi, kur netiek likti vērtējumi un uzdoti mājas darbi.
3. “E-klasē” iespējams importēt informāciju par audzēkņu grupām ar *Excel* palīdzību, kas atvieglo darbu, ja ir izveidota iekšējā datubāze.
4. “E-klase” sistēmā ir ļoti daudz reklāmu, kas novērš uzmanību no veicamā darba, dažas no tām arī kā parazītmārketinga, taču ir pieejama informācija, kas ir ļoti noderīga mācību procesam.
5. “E-klases” un “Mykoob” salīdzinājumā izteikts līderis ir sistēma “E-klase”, kas savu pakalpojumu nodrošina daudz kvalitatīvāk un pārskatāmāk, šo sistēmu izvēlas lietot jau 90 % no izglītības iestādēm.

Priekšlikumi

1. “E-klases” izstrādātājiem izveidot atsevišķu sadaļu profesionālās ievirzes izglītības iestādēm, kur informācija tiek ievietota samazinātā daudzumā. Nepieciešams atteikties no galvenajām sadaļām, kuras netiek izmantotas – “Žurnāls” un “Sekmju reģistrs”.
2. Izveidot iespēju ar aplikācijas palīdzību veikt kavējumu reģistrāciju un mācību stundu tēmu pievienošanu, lai ikdienas darbs ritētu raiti.
3. Izveidot īsziņu paziņojumu iespēju no “E-klases” sistēmas vecākiem par sacensību norisi un laiku.
4. Pievienot papildus sadaļas, kas atbilst sporta jomai – kalendārs, sasniegumi, lai audzēkņi un viņu vecāki varētu sekot līdzi fiziskajai izaugsmei.

Summary

Due to the fact that almost all paper work is converted electronically nowadays in order to reduce the amount of paper and create more transparent reports and analyzes, the vocational education institution has also chosen to transfer its work to the school management system, but this system is only suitable for general education schools. In order for the school to make the maximum contribution from this system, it is necessary to make the changes described in this study, reduce and add various functions, as well as expand the functionality of the mobile application so that it can also be used by privileged user. By creating new sections, parents and students themselves can follow their physical growth and learn to plan their time using the offered competition calendar.

Izmantotās literatūras un avotu saraksts

1. SIA “Digitālās ekonomikas attīstības centrs”, *Skolvadības sistēma E-klase – lietotāja rokasgrāmata*. Galvenā grāmata, 25.lpp.
2. Eklase vs Mykoob [Tiešsaiste] Pieejams: https://www.androidrank.org/compare/e_klase/mykoob/lv.e_klase.eklase/com.mykoob.app?hl=en [Piekluve: 14.04.2020.]
3. E-klase [Tiešsaiste] Pieejams: www.e-klase.lv [Piekluve 14.04.2020.]
4. ASP.NET MVC ietvara ieviešanas analīze skolvadības sistēmā „e-klase” [Tiešsaiste] Pieejams: <https://dspace.lu.lv/dspace/handle/7/15919> [Piekluve 14.04.2020.]
5. Par E-klasi [Tiešsaiste] Pieejams: <https://www.e-klase.lv/par-e-klasi/e-klase> [Piekluve 14.04.2020.]

DAŽĀDU PROGRAMMĒŠANAS VALODU ATTĪSTĪBA EVOLUTION OF DIFFERENT PROGRAMMING LANGUAGES

Author: **Edgars CIMERMANIS**, e-mail: yoummolv@gmail.com
 Scientific supervisor: **Dr.sc.ing., profesors Pēteris GRABUSTS**, e-mail:
 Peteris.Grabusts@rta.lv
 Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija
 Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. This article is about programming languages, that has improved over time and is still evolving. The goal of this work is to delve into specifics of programming languages and the logic behind they're evolving. This paper will overlook parts of programming languages to understand, why there is so many of them and how they work.

Keywords: Machine code, Assambler, Fortran, COBOL, C++, C#, Java.

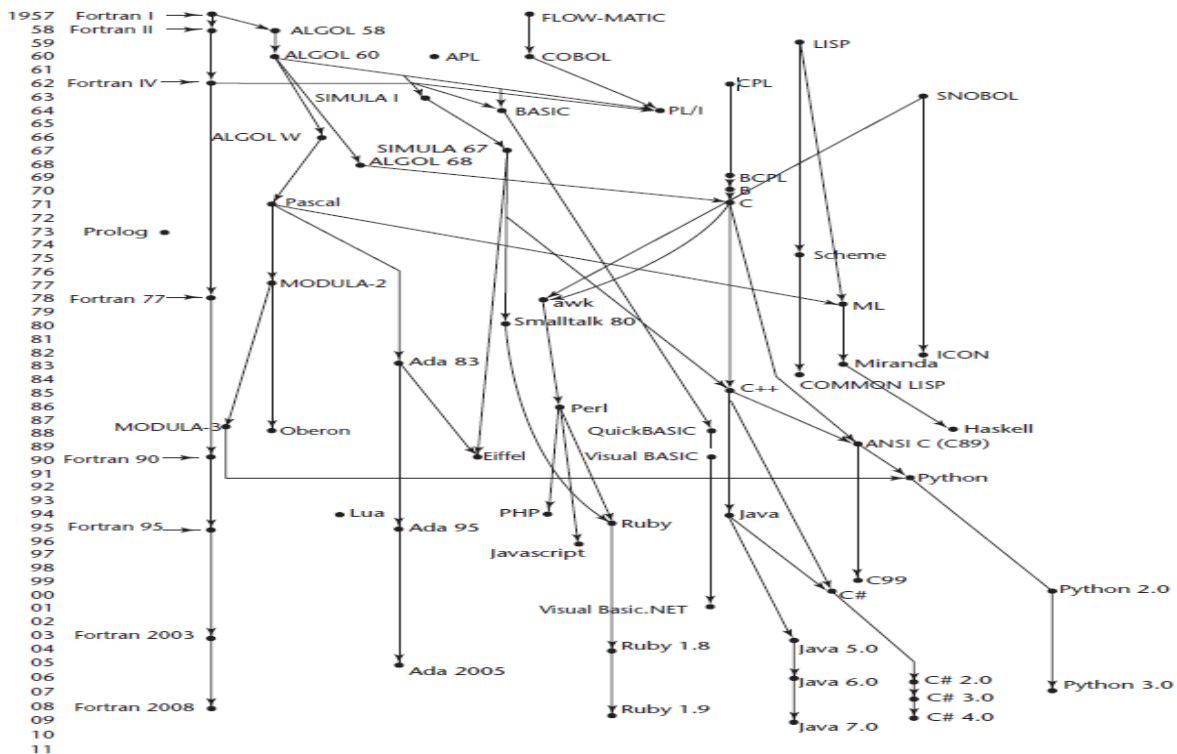
Ievads

Programmēšanas valodu attīstība ir ļoti cieši saistīta ar datoros izmantoto fizisko un elektronisko procesu attīstību.

Par pirmās datoriem līdzīgās mašīnas autoru tiek uzskatīts Čārlzs Bebidžs.

1940. gados tika radīti pirmie elektriskie datori. Sākotnēji, datoru izstrādi virzīja nepieciešamība veikt sarežģītus aprēķinus, kā šifrēšana, atšifrēšana un trajektoriju aprēķināšana militārā sfērā. Tajā laikā, datori bija ļoti lieli, lēni un ļoti dārgi.

Pirmā ļoti plaši lietotā programmēšanas valoda bija Fortran, kuru izstrādāja **IBM** no 1954.- 1957. gadam.



1. attēls. Programmēšanas valodu evolūcijas shēma

Programmēšanas valodu izcelšanās

Sākotnēji visi algoritmi tika rakstīti uzreiz mašīn kodā (machine code). Tāda pieeja padarīja sarežģītu esošo algoritmu izstrādes procesu. Mašīn kodā rakstiskas instrukcijas skaitliskā veidā rādīja gan komandas, gan vērtības un atmiņas adreses.

Pirmais solis darba atvieglošanai bija atteikšanās no komandu un to operandu pieraksta tieši tajā formā, kāda tiek izmantota mašīnā. Tādējādi, skaitliskā komandu pieraksta vietā plaši sāka pielietot mnemonisko (vārdisko) pierakstu. Arī atmiņas apgabalus noteiktā veidā nosauca ar vārdiem (identifikatoriem).

Sākotnēji programmētāji izmantoja šādu pierakstu tikai pierakstā uz papīra, taču vēlāk kļuva skaidrs, ka mnemoniskā programmas teksta pārveidošanu mašīn kodā var veikt pats dators. Šim nolūkam tika izstrādātas programmas, kuras tika sauktas par asambleriem (assembler).

Asamblera valodā uzrakstīta programma ir ļoti cieši piesaistīta mašīnai, kurai tā ir rakstīta, tāpēc universālu programmu rakstīšanai bija nepieciešamas augstāka līmeņa – platformu neatkarīgas konstrukcijas. To piedāvāja trešās paaudzes programmēšanas valodas, no kurām tipiskākie pirmie piemēri ir FORTRAN (FORmula TRANslator) un COBOL (COmmon Business-Oriented Language).

Fortran

Fortran ir pirmā plaši pieņemtā augsta līmeņa programmēšanas valoda, kuru bija iespējams kompilēt. Pirmā versija Fortran I deva iespēju programmētājam veidot mainīgos ar nosaukuma garumu līdz 6 simboliem. Mainīgie kuru sākās ar burtiem I, J, K, L, M un N tika izmantoti kā veselu skaitļu mainīgie, bet visi pārējie kā mainīgie priekš skaitļiem ar peldošo punktu.

Fortran II tika izlabots lielākais Fortran I trūkums, un tas bija koda garums kuru varēja apstrādāt kompilators. Ja koda garums pārsniedza 300 rindas, bija liela iespēja ka kompilācijas procesā var rasties mašīn kļūda un kompilācija netiks pabeigta.

Fortran III tika izveidota, bet netika plaši izplatīta, Toties Fortran IV kļuva par vienu no visplašāk pielietotajām programmēšanas valodām tā laika. Lielāka atšķirība no Fortran II bija iespēja deklarēt mainīgos ar noteiktiem datu tipu veidiem, izveidota “if” nosacījuma struktūra un iespēja nodot funkcijas parametrus citai funkcijai.

Fortran IV tika aizvietots ar Fortran 77 kas saglabāja visas iespējas piedāvātās iepriekš, bet arī papildināja ar jaunām iespējām, kā piemēram iespēju strādāt ar teksta rindas mainīgajiem “string”. Jaunās funkcijas iekļāva iespēju izveidot loģiskā cikla kontroles nosacījumus un papildinot “if” nosacījumu struktūru izveidoja “else” daļu kas ļāva veidot sarežģītākus nosacījumus.

Fortran 90 atšķirība no Fortran 77 bija ļoti dramatiska. Lielākas izmaiņas bija iespējā veidot dinamiskos masīvus, klases, rādītāju ieviešana, iespēja izveidot nosacījumus ar vairākām izvēlēm un izveidotās funkcijas varēja izveidot rekursīvas.

Nākošais lielākais uzlabojums Fortran programmēšanas ģimenē nāca ar Fortran 2003, kur tika pievienota objektu-orientētās programmēšanas iespējas.

COBOL

Kaut arī tā ir viena no visizmantotākajām programmēšanas valodām, tai ir ļoti maza ietekme uz valodām kas sekoja pēc tās. Vienīgais izņēmums ir PL/I valoda. Visdrīzāk lielākais iemesls kāpēc COBOL valodai ir tik maza ietekme uz programmēšanas valodu attīstību ir tas, ka tā tika veidota biznesa aplikācijām. Cits iemesls var būt tas ka liela daļa izaugsmes biznesa datornozarē ir notikusi mazos uzņēmumos. Tikai ļoti maza daļa programmēšanas ir notikusi dotajos uzņēmumos, jo ierasti tika pirktas lietotņu pakātes tieši no ražotāja vai veikala un izmantotas pildot noteiktos uzdevumus.

Pirmā tikšanās par COBOL veidošanu tika sponsorēta pateicoties ASV, Aizsardzības departamentam. Tikšanās laikā nolēma kādām jābūt galvenajām programmas īpašībā, kā piemēram,

- Izmantot angļu valodu pēc iespējas vairāk.
- Valodai jābūt viegli pielietojamai, pat ja tas izmaksās programmēšanas valodas veiktspēju, kā iemesls tam bija palielināt lietotāju daudzumu

Kaut arī valodas veidošanas laikā radās daudz strīdu par tās iespējām.

Tomēr 1960. gadā tika publicēts raksts par COBOL valodu, kuru nosauca par COBOL 60. Viens no jaunievedumiem ko ieviesa COBOL 60 bija hierarhiska datu struktūra (records), kas pirmo reizi parādījās Plankalkül, un tika implementēts valodā COBOL. COBOL stiprā puse bija darbs ar datiem, bet vājā puse bija funkcijas, jo COBOL to bija ļoti maz.

PL/I

Galvenā koncepcija programmēšanas valodas PL/I bija “Viss priekš visiem”. 1960. gadu sākumā datoru lietotāji iedalījās 2 lielās grupās, kurām pat nebija vajadzības sadarboties lai veiktu sav nepieciešamos uzdevumus. Tās 2 grupas bija lietotāji kuri nodarbojās ar zinātniskiem aprēķiniem un lietotāji kas nodarbojās ar biznesa saistītiem aprēķiniem. Zinātnieki izmantoja Fortran valodu, tāpēc ka tā piedāvāja iespēju strādāt ar peldošā-punkta datiem un masīviem. Tomēr biznesa sfēras lietotāji izmantoja COBOL valodu, tāpēc ka tā piedāvāja iespēju izmantot decimālu un rakstzīmju simbolu rindas, kā arī efektīvu datu ievadu un izvadu.

Tomēr attīstoties valodu pielietojumam, radās pieprasījums pēc funkcijām kas nebija piedāvātas atbilstošajās valodās. Piemēram zinātniekiem parādījās vajadzība ievadīt lielu daudzumu datu, tāpēc vajadzēja efektīvu veidu kā ievadīt un izvadīt datus. Vienlaikus, biznesa sfēras lietotājiem, veidojot sarežģītas informācijas sistēmas, parādījās vajadzība pēc peldošā-punkta datu un masīvu pielietojums. Turpinoties šīm tendencēm, drīz rastos problēma. IBM nolēma izveidot jaunu programmēšanas valodu kas sevī apkopotu gan Fortran, COBOL, LISP un asamblera iespējas.

Vieglākais veids kā paskaidrot PL/I valodu ir vienkārši nosaukt tās valodu iespējas kuras tā mantoja no saviem priekštečiem. Kā piemēram no valodas ALGOL 60 tā mantoja rekursiju un bloku struktūru, no valodas Fortran IV – kompilēšana notiek atsevišķi izmantojot globālus datus, COBOL 60 – datu struktūras, datu ievade/izvade un ziņojumu ģenerēšanas iespēja un liels daudzums jaunu konstrukciju, kuras tika apvienotas veidojot vienu valodu.

Kaut arī PL/I valoda vairs nav populāra, v ar nosaukt lietas kurās tā bija pirmā:

- Programmām tika atļauts izveidot vienlaicīgi izpildāmās apakšprogrammas. Lai gan tā bija laba ideja, valodā PL/I tā tika vāji attīstīta.
- Bija spējīga atrast un apstrādāt 23 dažādu veidu izņēmumus vai kļūdas.
- Apakšprogrammas varēja izmantot rekursiju, bet to iespēju varēja atspējot, atļaujot daudz efektīvāku savienojamību priekš apakšprogrammām bez rekursijas.
- Rādītāji tika pievienoti, kā jauns datu veids
- Vairāku dimensiju masīvos bija iespēja atsaukties uz noteiktu rindu/kolonnu kā pret jaunu viendimensijas masīvu.

C++

Programmēšanas valoda C++ evolucionēja no programmēšanas valodas C, kas tomēr bija ALGOL 68 pēctecis. Kaut arī valoda C neieviesa lielas izmaiņas programmēšanas valodu attīstība, tā tika plaši izplatīta lielā daudzumā sfēru. C++ pārņēma valodas C iespējas, iedeva iespēju atbalstīt Smalltalk valodas jaunievedumu, objektorientēto programmēšanu. Tas notika 1980. gadā un jaunā programmēšanas valoda vēl joprojām saucās par C valodu. Jaunas iespējas

kuras parādījās uz C valodā bija publiskā/privātā piekļuve pie objektiem, konstruktoru un destruktoru metode, inline funkcijas, noklusējuma parametri.

1984. gadā šo valodu paplašināja, iekļaujot virtuālās metodes, kas nodrošinot dinamisku metožu izsaukumu saistīšanu ar specifiskām metožu definīcijām, metodes nosaukumu un operatora pārslodzi (overloading), kā arī atsauces veidiem. Šī valodas versija tika saukta par C++.

No 1985. gada līdz 1989. gada turpinājās C++ valodas attīstība, galvenokārt balstoties uz lietotāju atsauksmēm. Jaunajā versija ieviesa vairākkārtīgu mantošanu, tas ir, vienai klasei var būt vairākas klases. 2002. gadā, kad Microsoft prezentēja savu .NET platformu, C++ tika pievienota iespēja izmantot .NET funkcionalitāti.

C++ ātri kļuva plaši izplatīta programmēšanas valoda, kuru izmanto intensīvi pat šodien. Viens no iemesliem ir C++ valodas savienojamība ar C valodu. Kas ļauj C++ valodā veidot programmas priekš C valodas un izpildīt tās kā C++ programmas. Vēl viens iemesls tam ir tas ka liela daļa programmētāju bija apguvusi C valodu un C++ valodai attīstoties no C valodas, jaunās valodas apguve bija daudz vienkāršāka. Bet lielākais iemesls ir objektorientētās programmēšanas atbalsts, jo 200. gadu sākumā objektorientētā programmēšana ieguva lielu popularitāti, bet C++ bija vienīgā valoda uz to momentu, kuru komerciāli izmantot lielos projektos.

No negatīvā viedokļa, tāpēc ka C++ valoda bija tik liela un sarežģīta. Vēl problēmu radīja ka C++ mantoja visas drošības problēmas no valodas C. Kas padarīja C++ vājāku par alternatīvām kā Ada un Java.

Java

Java izstrāde tika uzsākta izmantojot C++ valodu. Tika noņemtas dažas konstrukcijas, izmainīja dažas eksistējošas un pievienoja jaunas. Tas padarīja jauno valodu mazāku, saprotamāku un drošāku.

Kā arī daudzām programmēšanas valodām, tās mērķis bija zināms pirms tās veidošanas, un tas bija izveidot valodu ko varētu izmantot sadzīves tehnikā kā, tosteri, mikroviļņu krāsnis vai arī interaktīvie televizori. Stabilitāte bija viens no pašiem svarīgākajiem priekšnosacījumiem programmēšanas valodas veidā. Kaut daudzi uzskatītu stabilitāti ne par pirmo punktu programmēšanas valodas izveidē. Pat ja tostera programmā rastos nestabila kļūda, tas neizraisītu briesmas vai legālas problēmas, ja lielu kļūdu atrastu pēc tam kad tika tiktu pārdotas miljoni ierīču? Izmaksas kas rastos ja vajadzētu atsaukt visas ierīces būtu milzīgas. Kaut arī Java tika veidota priekš sadzīves ierīcēm, sākumā ierīces pat netika pārdotas.

Tikai 1993. gadā kad internets kļuva plaši izmantojams pateicoties grafiskām pārlūkprogrammām, tika atklāts ka Java valoda ir piemērota interneta lapu programmēšanai. It īpaši Java sīklietotnes, kuras ir relatīvi mazas programmas kuras interpretēja interneta pārlūkprogrammā.

Viena liela atšķirība starp C++ un Java kas tika balstīta uz C++ ir tas, ka Java nav iespējams veidot patstāvīgas programmas. C++ atbalsta gan procedurālu, gan objektorientētu programmēšanu, Java tikai atbalsta objektorientēto programmēšanu. Vēl viena atšķirība ir tas ka Java atbalsta mantošanu tikai no vienas klases, bet C++ var manto no vairākām klasēm.

Lielākais uzlabojums programmēšanas pasaule ir programmēšanas valodu drošības uzlabošana un sarežģītās pārlietu liesās C++ valodas uzlabošana izmetot dažas iespējas. Protams tas noder vairāk tikai interneta lietotnēm, bet mūsdienu pasaulē, liela daļa visu aplikāciju ir interneta balstītas.

C#

C# ir balstīts uz C++ un Java valodām, ņemot dažas idejas no Delphi un Visual BASIC valodām. C# mērķis bija būt par valodu komponentu balstītai programmatūras veidošanai.

Galvenokārt priekš projektiem balstītiem uz .NET struktūras. Dotajā vidē ir iespējams kombinēt komponentes no dažādām programmēšanas valodām veidojot vienu vienotu sistēmu. Visas .NET valodas kuras iekļauj C#, Visual BASIC.NET, Managed C++ (C++ ar .NET atbalstu), F# un JScript.NET izmanto kopēja tipa sistēmu (Common Type System). CTS nodrošina visas .NET valodas ar kopīgu klašu bibliotēku. Visas valodas manto informāciju no viena CTS.

Kaut arī uzskatīts ka Java valodas priekšrocība pret C++ bija tajā, ka Java atmēta daudz sarežģītu, un nedrošu elementu, tomēr C# dizaineri tam nepiekrita un c# mantoja visas C++ iespējas. Drošības problēmas tika izlabotas. Struct struktūra tika uzlabota un kļuva noderīga, bet C++ tai nebija nekādas nozīmes drošības un funkcionalitātes iemeslu dēļ. Vēl viena drošības problēma kura tika izlabota C# valodā bija drošības trūkums kad tika izmantoti rādītāji uz funkcijām un mainīgajiem.

C# bija domāts kā uzlabojums gan C++, gan Java valodām kā vispārējas nozīmes programmēšanas valoda. Kaut gan var apgalvot, ka dažas no tās iezīmēm ir solis atpakaļ, C# skaidri ietver dažas konstrukcijas, kas to virza tālāk no saviem priekšgājējiem. Dažas tā funkcijas, protams, pārņems arī citas programmēšanas valodas nākotnē.

Secinājumi

1. Programmēšanas valodas attīstās gan pēc to vajadzības, gan pielietojuma.
2. Laika gaitā uzlabojās valodu pieejamība, ātrdarbība, samazinājās nepieciešamais laiks darbā ar tām.
3. Programmēšanas valodas, laikam ejot, papildina un uzlabo viena otru, tādējādi programmētāja darbs tiek manāmi samazināts.

Summary

Programming languages evolution depends on human needs and it's application. The availability and speed of languages has improved over time and the time required to work with them decreased. Programming languages complement and improve each other over time, thus significantly reducing the work of the programmer.

Literatūras saraksts

1. <http://home.lu.lv/~janiszu/courses/eprg/eprg.all.pdf> Pirmsākumi
2. <http://fortranwiki.org/fortran/show/HomePage> Fortran
3. <http://www.csis.ul.ie/cobol/course/COBOLIntro.htm> COBOL
4. <https://en.wikipedia.org/wiki/PL/I> PL/I
5. [https://en.wikipedia.org/wiki/PL/I_c++](https://en.wikipedia.org/wiki/PL/I_c%2B%2B)
6. [https://en.wikipedia.org/wiki/Java_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_(programming_language)) JAVA
7. <https://www.c-sharpcorner.com/blogs/history-of-c-sharp-programming-language-c#>

ĪSĀKĀ CEĻA MEKLĒŠANAS ALGORITMU A* UN DEIKSTRAS PIELIETOŠANAS EFEKTIVITĀTES ANALĪZE DIVDIMENSIJU REŽĢĪ

EFFICIENCY COMPARISON OF PATHFINDING ALGORITHMS A* AND DIJKSTRA'S IN TWO DIMENSIONAL GRID

Autors: **Intars ČESLIS**, e-pasts: intars96@gmail.com
Zinātniskā darba vadītājs: Dr.sc.ing., docents **Sergejs KODORS**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas Inženieru fakultāte

Abstract. The shortest path finding algorithms are applied more and more in different industries. There are many pathfinding algorithms, but the most of them differ from their modified versions. The goal of this work was to create A* and Dijkstra's pathfinding algorithms and compare their execution time.

Keywords: A*, Dijkstra's, pathfinding algorithm

Ievads

Īsākā ceļa meklēšanas algoritmi tiek attīstīti un izmantoti arvien vairāk industrijā. Eksistē vairāki ceļa meklēšanas algoritmi, bet katrs no tiem atšķiras ar noteiktiem uzlabojumiem.

Darba mērķis ir realizēt A* un Deikstras algoritmus un salīdzināt to izpildes laiku. Darba izstrādes gaitā tika iegūtas zināšanas par šiem abiem algoritmiem, un to darbības principu. Eksperimentāli tika konstatēts, ka A* algoritms ir ātrāks par Deikstras algoritmu.

A* algoritms

A* algoritms ir populārs ceļa meklēšanas algoritms, kas paredzēts īsākā ceļa meklēšanai starp diviem punktiem, kas tiek saukti par mezgliem. A* meklē no visiem iespējamajiem ceļiem pašu izdevīgāko. Katrā iterācijā algoritmam jāizvēlas vienu no virzieniem. Tādējādi, tas izmanto funkciju $F = G + H$, kur F - parāda cik garš ir atrastais ceļš, ja iet caur noteikto mezglu, G - parāda cik izmaksās tikt no sākuma punkta līdz nākošajam izvēlētajam mezglam, H - parāda cik izmaksās no tekošā mezgla tikt līdz beigu mezglam.

A* algoritma pseidokods:

- 1) Tiek izveidots saraksts ar visiem mezgliem, kuri netika apstrādāti, un saraksts ar visiem mezgliem, kuri tika apstrādāti.
- 2) Tiek izveidots saraksts ar apskatītiem mezgliem, kur pirmais elements ir ceļa sākuma punkts.
- 3) Sākuma punktam G vērtību piešķir 0.
- 4) Sākuma punktam H vērtība tiek atrasta starp sākumpunktu un galapunktu, pēc izvēlētajās heuristiskās metodes.
- 5) Tiek saskaitīts G un H , lai iegūtu F sākuma punkta vērtību.
- 6) Tiek izvēlēts mezgls ar mazāko F vērtību un tas tiek ievietots apskatīto mezglu sarakstā.
- 7) Ja pašreizējais mezgls ir vienāds ar galapunktu, algoritms beidz darbu, jo ceļš ir atrasts.
- 8) Tiek izņemts pašreizējais mezgls no saraksta ar neapstrādātajiem mezgliem.
- 9) Tiek ievietot pašreizējais mezgls apstrādāto mezglu sarakstā.
- 10) Pašreizēja mezgla kaimiņam tiek veikti šādi soļi:
- 11) Ja kaimiņš ir neapstrādātajā sarakstā, tad pāriet pie nākošā kaimiņa.
- 12) Tiek izveidots mainīgais *izmēģinājuma* G , kas glabā tekošā mezgla G vērtību un attālumu start pašreizējo mezglu un kaimiņa summu.
- 13) Ja kaimiņš nav atrasts neapstrādāto mezglu sarakstā, tad to pievieno. H vērtība kaimiņam ir attālums starp kaimiņu un galapunktu, izmantojot izvēlēto heuristisko metodi.

- 14) Ja mainīgajam *izmēginājumaG* vērtība ir mazāka par kaimiņa *G* vērtību, tad jaunizveidotais mainīgais *pozitīvsRez* ir *patiess*, ja ir otrādi, tad *pozitīvsRez* pieņem vērtību *nepatiess*.
- 15) Ja *pozitīvsRez* ir *patiess*, tad pašreizējais mezgls tiek ievietots sarakstā ar apskatītajiem mezgliem. Kaimiņa *G* vērtību piešķir no mainīgā *izmēginājumaG* un *F* vērtību piešķir, saskaitot *G* un *H* vērtības.
- 16) Atkārto soļus 6) - 15), kamēr neapstrādāto mezglu saraksts nav tukšs.
- 17) Algoritms beidz savu darbu, ceļš netika atrasts.

Pareizi izvēlēta heuristiskā metode var nodrošināt lielāku *A** ātrdarbību. Ja *H* vērtība ir vienāda ar izmaksām, lai nokļūtu līdz galapunktam. *A** vienmēr seko ideālākajam ceļam, netērējot laiku, apejot nevajadzīgus mezglus. *H* vērtība vienmēr noteiks ceļa meklēšanas ātrdarbību, ja vērtība ir lielāka par reālo izmaksu. *A** vienmēr atradīs vislabāko iespējamo ceļu, bet, ja *H* vērtība ir mazāka par reālo izmaksu, tad *A** ātrdarbība būs salīdzināma ar Deikstras algoritmu. *A** veido divus sarakstus, sarakstu ar visiem apstrādātajiem mezgliem un sarakstu ar neapstrādātajiem. Katrs mezgls satur trīs vērtības *F*, *G* un *H*. Papildus šīm vērtībām, mezglam jāglabā sevī iepriekšējais mezgls, lai varētu noteikt ceļu līdz tekošajam mezglam.

Deikstras algoritms

Deikstras algoritms ir ceļa meklēšanas algoritms, kas meklē īsāko iespējamo ceļu, pielietojot grafus. Oriģināli Deikstras algoritms tika izveidots starp divu mezglu ceļa meklēšanai, bet pārsvarā to izmanto priekš ceļa meklēšanas starp sākuma mezgla un beigu mezgla. Oriģināli Deikstras algoritms neizmantoja prioritātes sarakstu, kas nozīme ka katram mezglam netika piešķirta jebkāda ceļa izmaksas vērtība.

Deikstras algoritma pseidokods:

- 1) Tiek izveidots saraksts ar neapskatītiem mezgliem.
- 2) Katram mezglam tiek noteikta izmaksas vērtība no iepriekšējā mezgla līdz šim. Mezgls tiek ievietots neapskatīto mezglu sarakstā.
- 3) Sākotnējam mezglam tiek piešķirta izmaksas vērtība 0.
- 4) Tiek izvēlēts mezgls-kaimiņš ar mazāko vērtību un tas tiek izņemts no saraksta.
- 5) Izvēlētais mezgls tiek pārbaudīts, vai tas nav galapunkts, ja ir, tad algoritms tiek apturēts, jo ceļš ir atrasts.
- 6) Tiek atrasta ceļa izmaksa katram esošajam kaimiņam, ja tekošā izmaksa ir lielāka par iespējamo, tā tiek aizvietota un iepriekšējais mezgls tiek aizvietots ar tekošo izvēlēto. Atkārto, kamēr visi kaimiņi netiks apskatīti.
- 7) Soļi 4) - 6) tiek atkārtoti, kamēr neapskatīto mezglu saraksts nebūs tukšs.
- 8) Algoritms beidz savu darbu, jo ceļš netika atrasts.

Deikstras algoritms iestātā visus mezglus kā neapskatītos ar vērtību "bezgalība", bet sākuma mezglam - 0. Tad tiek pārskatīti blakus mezgli izvēlētajam mezglam, un tiem tiek piešķirta ceļa izmaksa, ja mezgla ceļa izmaksa ir lielāka par atrasto ceļa izmaksu, tā tiek aizvietota ar atrasto ceļa izmaksu. Kad visi blakus esošie kaimiņi tika apskatīti, izvēlētais mezgls tiek atzīmēts kā pārskatīts un tiek izņemts no neapskatītā saraksta. Algoritms var beigt darbību gan apskatot visus mezglus un atrodot pašu izdevīgāko ceļu, gan atrodot pašu pirmo, bet atkarībā no izvēlēta varianta, tā ātrdarbība var atšķirties.

Materiāli un metodes

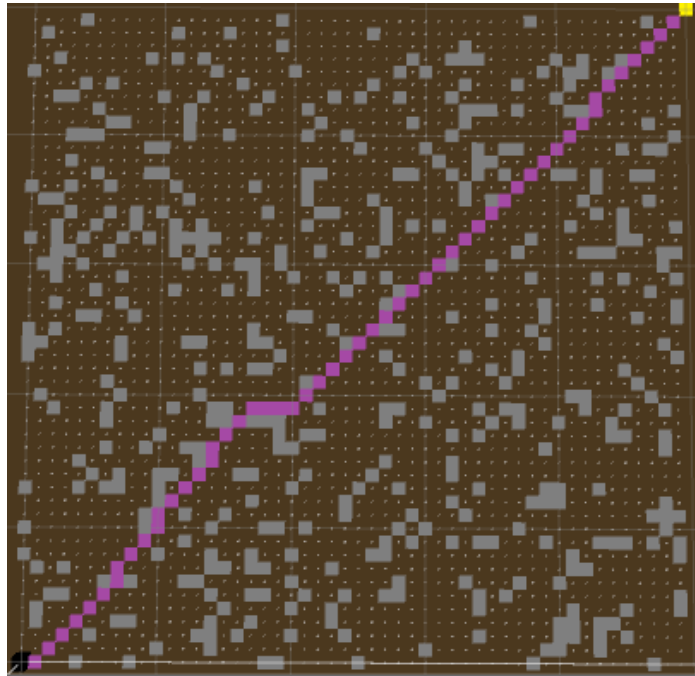
*A** un Deikstras algoritmi tika izvēlēti priekš salīdzināšanas. Tika izmantots 2D masīvs, kas tiek aizpildīts ar tukšumiem un sienām. Sienas tiek izvietotas nejaušā secībā. Priekš *A** tika izmantota Euklīda attāluma noteikšanas funkcija (1).

$$H = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \quad (1)$$

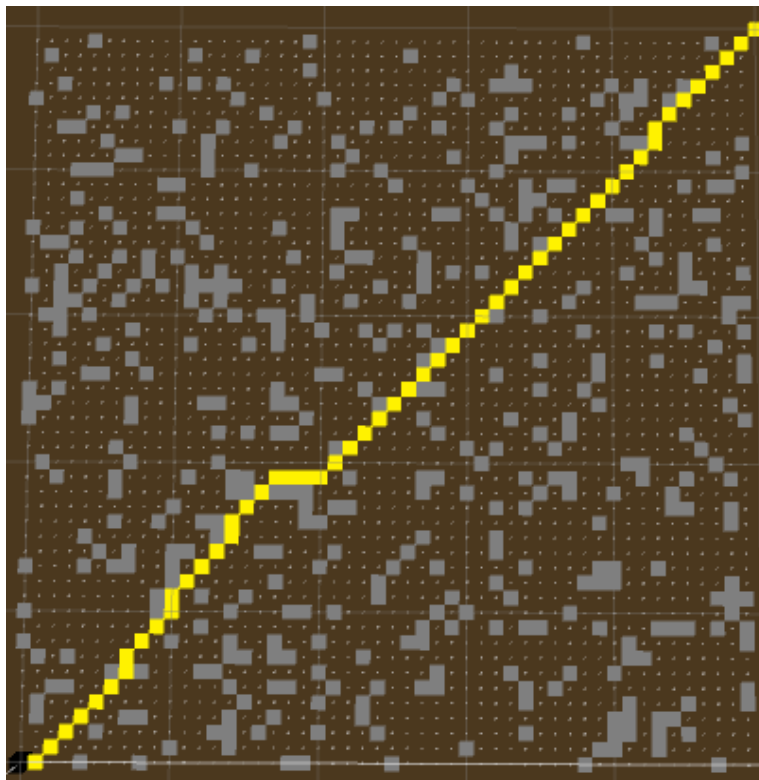
Tika izmantots 50x50 režģis. Algoritmiem tika atļauts izvēlēties ceļu pa diagonāli.
Eksperimenti tika veikti, pielietojot portatīvo datoru ar *Intel i7-5500U* procesoru un *8GB* operatīvās atmiņas.

Rezultāti un izvērtējums

Deikstras algoritma darbība ir vizuāli parādīta 1. attēlā, A* algoritms – 2. attēlā. Violetā krāsa attēlo Deikstras algoritma atrasto ceļu, bet dzeltenā krāsa – A* atrasto ceļu.



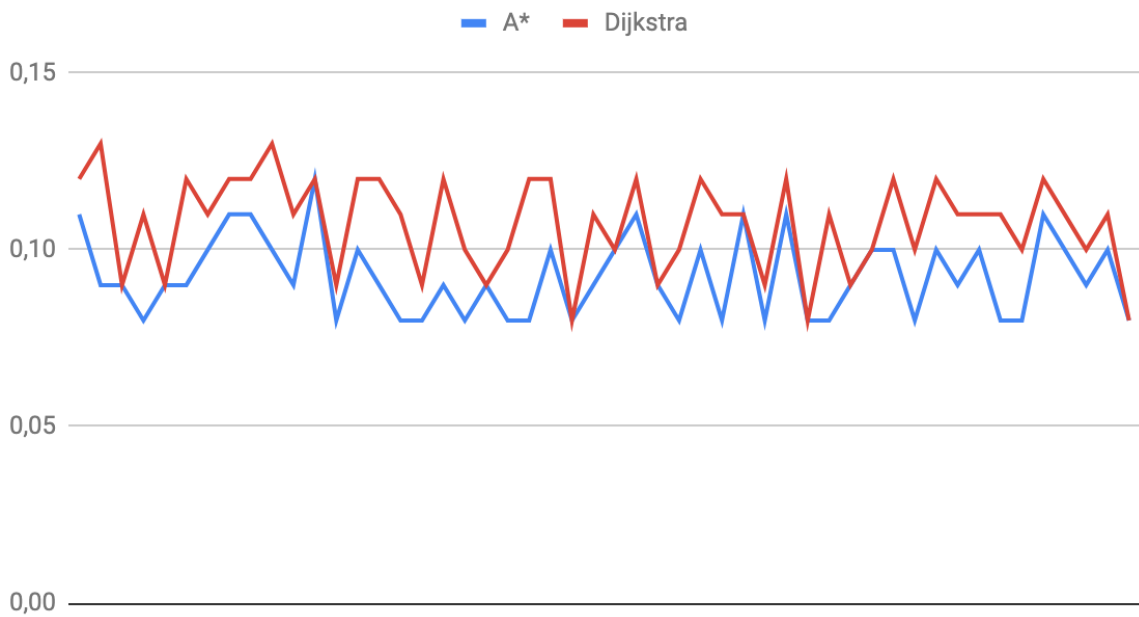
1. att. Deikstras meklēšanas algoritma rezultāts



2. att. A* meklēšanas algoritma rezultāts

3. attēlā ir attēlots A* un Dijkstras algoritmu ceļa meklēšanas laiks.

Dijkstra and A* Time in ms



3. att. A* un Dijkstras algoritmu ceļa meklēšanas laiks

Secinājumi

Šajā darbā tika realizēti Deikstras un A* algoritmi un tika salīdzināta to efektivitāte. A* ātrdarbības pieaugums salīdzinājumā ar Deikstras algoritmu ir ievērojams, tāpēc tiek uzskatīts, ka 2D režģī ir vērts Deikstras algoritma vietā izmantot A*. Pēc darba rezultāta tika izspriests, ka A* varētu veikt daudz ātrāku darbību, ja grafs būtu daudz stiprāk aizpildīts ar nepārejamiem mezgliem. Šo pētījumu varētu turpināt, salīdzinot citus ceļa meklēšanas algoritmus.

Summary

In this work were created Dijkstra's and A algorithms and compared their efficiency. A* workspeed is better than Dijkstra's algorithm in 2D grid. This research can be continued using different pathfinding algorithms and testing their efficiency. Also nodes could be updated to different types that can increase or decrease speed movement of agents.*

EDEGUNS LIETU INTERNETA IEKĀRTĀM ENOSE FOR INTERNET OF THINGS

Autori: **Mārīte ELKSNE**, e-pasts: marite.elksne@gmail.com,
Artūrs SOLOVJOVS, e-pasts: arturss5@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Dr.sc.ing., profesors Artis TEILĀNS**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. System “eNose” is developed within a project “eNose for Internet of things”, which is a part of a project contest “Research Grant of Rezekne Academy of Technologies”. The aim of this work is to explore whether it is possible to detect spoiled food with help of sensors and a neural network. System “eNose” is intended to detect and classify spoiled food products within storages and notify related users. Detection and classification are performed by four gas sensors and a neural network. As a result, a web application was developed that performs such functions as storage and sensor registration, neural network training, spoiled food detection based on sensor data, and user permission control. It was concluded that sensors for this application must be very precise in order to receive best possible results.

Keywords: classification, enose, food, neural network, sensor.

Ievads

Attīstoties tehnoloģijām, arvien biežāk ir vērojama tendence izstrādāt iekārtas, kas imitē kādu no cilvēka maņām. Šīs ierīces visbiežāk izmanto dažādus sensorus, kas spēj noteikt apkārtējās vides stāvokli un attiecīgi apstrādāt saņemto informāciju. Šādas ierīces ir, piemēram, elektroniskie deguni, kas ar sensoru palīdzību nosaka izvēlēto vielu koncentrāciju un pēc tam veic vielas atpazīšanu, kā arī ziņo par trauksmi nepieciešamības gadījumā. Šādu pieeju arvien plašāk sāk izmantot medicīnas nozarē pacientu veselības stāvokļa noteikšanai [1], kā arī preparātu kvalitātes analīzei [2].

Viens no elektroniskā deguna lietojuma gadījumiem ir bojātu pārtikas produktu noteikšana noliktavās un automātiska paziņojumu izsūtīšana piesaistītajiem lietotājiem. Uzņēmumos, kas nodarbojas ar pārtikas produktu pārstrādi, ir īpaši svarīgi sekot līdzi tam, lai noliktavās esošie produkti ir svaigi un piemēroti lietošanai uzturā. Nespēja nodrošināt pietiekošu kvalitāti var novest pie soda sankcijām, kā arī izraisīt uzņēmuma reputācijas pasliktināšanos. Lielās pārtikas noliktavās visu pārtikas produktu stāvokļa apsekošana kļūst par laikietilpīgu procesu. Ir jāņem vērā arī iespēja, ka darbinieks var kļūdīties, nosakot produkta stāvokli pēc tā izskata, jo tas ne vienmēr ir noteicošais faktors. Šādu sistēmu varētu izmantot ne tikai komerciālās noliktavās, bet arī mājas apstākļos, lai laicīgi atpazītu bojātos produktus ledusskapī. Šī funkcionalitāte tiek panākta ar sensoru un neironu tīkla palīdzību.

Sistēma “eDeguns” ir izstrādāta projektu konkursa “Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas grants pētniecībai” projekta “eDeguns lietu interneta iekārtām” ietvaros.

Darba mērķis ir izpētīt, vai ir iespējams atpazīt bojātus pārtikas produktus, izmantojot neironu tīklu un gāzu sensoru rādījumus.

Darba uzdevumi:

- 1) Izpētīt esošos programmrisinājumus, kas paredzēti sensoru datu apstrādei, izanalizēt to priekšrocības un trūkumus, lai konkretizētu sistēmas “eDeguns” funkciju klāstu.
- 2) Izpētīt programmatūras izstrādes tehnoloģijas, izvērtēt to priekšrocības un trūkumus, izvēlēties piemērotākos risinājumus sistēmas “eDeguns” izstrādei.
- 3) Izstrādāt sistēmu “eDeguns”, kas var iegūt datus no gāzu sensoriem, padot tos apstrādei neironu tīklam un noteikt, kāds pārtikas produkts ir bojāts.

- 4) Izveidot testa stendu un iegūt datus no dažādiem pārtikas produktiem neironu tīkla modeļa apmācīšanai.
- 5) Apmācīt neironu tīkla modeli ar iegūtajiem datiem.
- 6) Pārbaudīt apmācītā neironu tīkla precizitāti testa stendā ar dažādiem pārtikas produktiem.

Materiāli un metodes

Autoru motivācija šī darba izstrādei ir pievērst cilvēku uzmanību mašīnmācīšanās tehnoloģiju izmantošanas iespējām sadzīves problēmu risināšanai un labklājības uzlabošanai.

Darbā tika pielietotas sekojošas metodes:

- Zinātniskās literatūras analīze, lai iegūtu informāciju par līdzīgiem zinātniskajiem pētījumiem un to rezultātiem, noskaidrotu, kādi neironu tīklu tipi ir visvairāk atbilstoši konkrētā pētījuma veikšanai, kā arī uzzinātu, kādas gāzes visvairāk izdalās pārtikas produktu bojāšanās procesā.
- Datu ieguves metode, lai ar speciāli izstrādāta testa stenda palīdzību un tajā esošajiem sensoriem ievāktu datus par dažādiem pārtikas produktiem kontrolētā vidē.
- Datu apstrādes metode, lai ar neironu tīkla palīdzību apstrādātu sensoru rādījumus, kas ievākti dažādiem bojātiem pārtikas produktiem, un veiktu klasifikāciju.

Rezultāti un to izvērtējums

Izpētot vairākas lietu interneta platformas, detalizētāk tika izanalizētas trīs no tām: *ThingsBoard*, *ThingSpeak* un *Lattelecom – Internet of Things*. Faktori, kas tika ņemti vērā analīzes procesā, ir to ierīču pārvaldības funkcija, paziņojumu sistēma, datu vizualizēšana un neironu tīkla integrēšana.

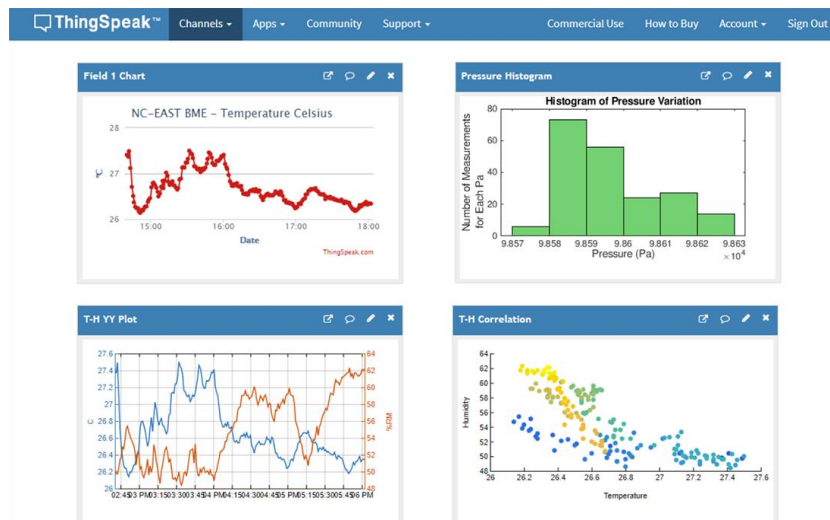
ThingsBoard ir bezmaksas atvērta koda lietu interneta platforma, kas paredzēta ierīču pārvaldīšanai, datu vākšanai, to apstrādei un attēlošanai. Visas pievienotās lietu interneta ierīces tiek kontrolētas, izmantojot drošu *API*. Dati tiek vizualizēti, lietojot logrīkus un modificējamu instrumentu paneli (skat.1.attēlu). Tāpat var definēt dažādus datu apstrādes noteikumus, notikumus un brīdinājumus, kas tiek izsaukti, izpildoties definētajiem nosacījumiem [3].

Latest telemetry		
Last update time	Key ↑	Value
2017-04-17 23:39:35	humidity	46.0
2017-04-17 23:39:35	sound	0
2017-04-17 23:39:35	temperature	22.0

1.attēls. *ThingsBoard* instrumentu panelis

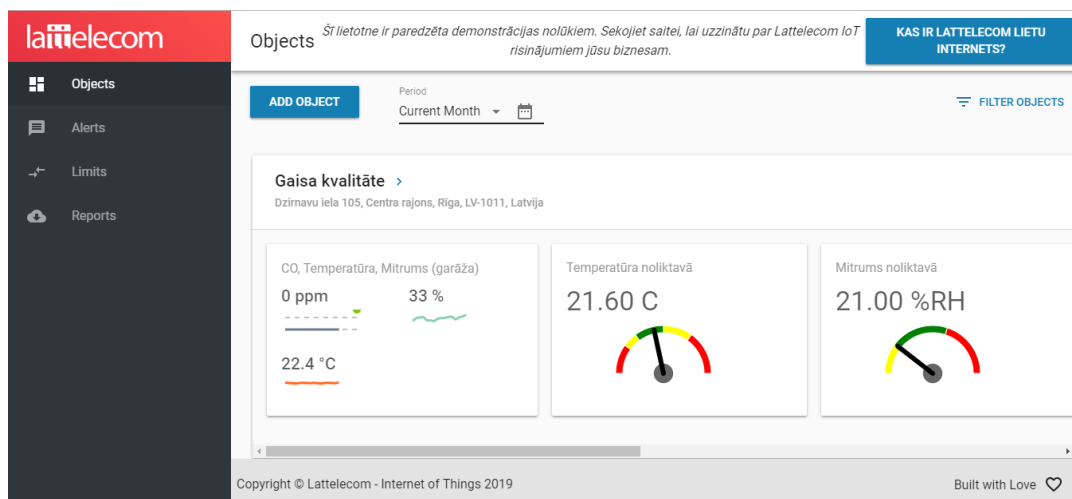
ThingSpeak ir lietu interneta analītikas platforma, kas ļauj vākt, vizualizēt un analizēt datu plūsmas. *ThingSpeak* nodrošina tūlītēju datu attēlošanu no ierīcēm, tiklīdz tie nonāk servisā (skat.2.attēlu). Lai veiktu datu analīzi un apstrādi, *ThingSpeak* platformā ir iespējams

izpildīt *MATLAB* kodu [4]. Viens no visbiežākajiem *ThingSpeak* pielietojumiem ir sarežģītu lietu interneta sistēmu prototipēšana [5].



2.attēls. *ThingSpeak* datu vizualizēšana

Lattelecom – *Internet of Things* ierīces darbojas, izmantojot *LoRa* tehnoloģiju, kas, atšķirībā no ierastajiem bezvadu un mobilā interneta veidiem, nodrošina datu pārraidi lielos attālumos ar zemām uzturēšanas izmaksām. Visi mērījumi tiek pārvaldīti speciālā interneta portālā (skat.3.attēlu). Lietu interneta pārvaldības portāls grafiskā un ciparu formātā atspoguļo sensoru un mērierīču datus, kā arī ļauj uzstādīt brīdinājumus par ārkārtas situācijām vai avārijām. Portālā ir iespējams pārvaldīt visas iekārtas, sekot to mērījumiem, aplūkot vēsturiskos datus un veikt datu analīzi [6].



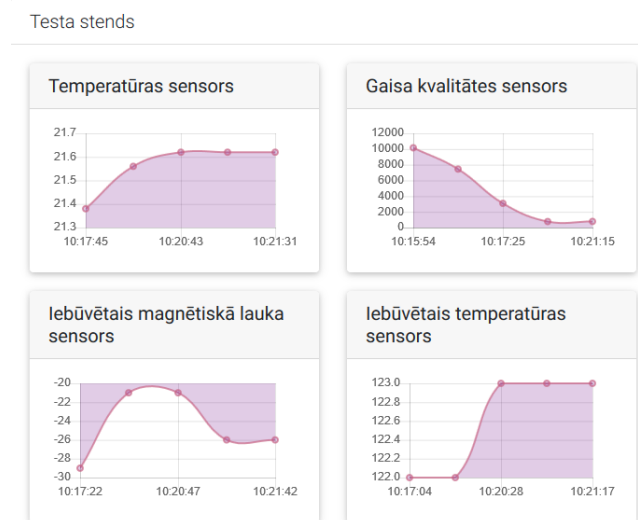
3.attēls. *Lattelecom* lietu interneta portāls

Izpētot piedāvātās lietu interneta platformas, tika secināts, ka tām ir ierobežotas neironu tīkla integrēšanas iespējas. Tika arī noteikts, ka sistēmai “eDeguns” ir nepieciešama ērta ierīču pārvaldības funkcija, paziņojumu sistēma, reāllaika datu vizualizēšana, kā arī integrēts neironu tīkls, kura pārvaldībai un izmantošanai nav nepieciešamas padziļinātas zināšanas mašīnmācīšanās jomā.

Apkopojot informāciju par vairākām tīmekļa lietotņu izstrādes tehnoloģijām, tika izanalizētas katra rīka priekšrocības un trūkumi. Rezultātā tika pieņemts lēmums sistēmas “eDeguns” tīmekļa lietotni realizēt *Python* valodā ar *Django* izstrādes ietvara palīdzību un

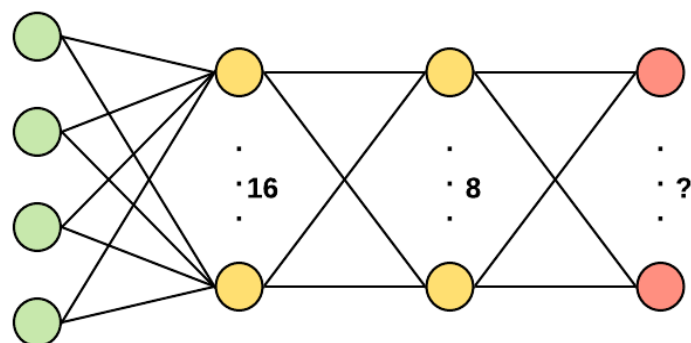
MySQL datubāzi. Neironu tīkla modelēšanai tika nolemts izmantot *TensorFlow* mašīnmācīšanās ietvaru ar papildus bibliotēku *Keras*. Tehnoloģiju izvēle tiek pamatota ar programmēšanas valodas piemērotību mašīnmācīšanās algoritmu izstrādei, kā arī tīmekļa lietotņu izstrādes ietvara dotajām iespējām ātri realizēt standarta funkcijas.

Pēc esošo sistēmu un izstrādes tehnoloģiju analīzes tika izstrādāta tīmekļa lietotne, kas ļauj lietotājam reģistrēt un pārvaldīt savas noliktavas un sensorus, apmācīt neironu tīklu, saņemt reāllaika paziņojumus par bojājajiem produktiem noliktavā, balstoties uz sensoru rādījumiem, kā arī veikt lietotāju piekļuves tiesību kontroli. Tāpat tika iestrādāta sensoru rādījumu reāllaika vizualizācija (skat.4.attēlu).



4.attēls. Sistēmas “eDeguns” sensoru rādījumu reāllaika attēlojums

Sistēmas “eDeguns” pamatā darbojas vairāku klašu klasifikācijas neironu tīkla modelis (skat.5.attēlu). Tas sastāv no 4 savstarpēji savienotiem līmeņiem, tam ir 4 ieejas neironi, kas atbilst sensoru skaitam, pirmajā slēptajā līmenī ir 16 neironi, otrajā slēptajā līmenī – 8. Šim modelim ir dinamisks neironu skaits izejas līmenī, kas mainās atkarībā no to produktu skaita, uz kuriem tas ir ticis apmācīts.



5.attēls. Sistēmas “eDeguns” neironu tīkla struktūra

Projekta ietvaros tika realizēts arī testa stends praktisku eksperimentu veikšanai. Tā pamatā ir ledusskapis, kura aizmugurē ir piestiprināts mikrokontrolers, kas nodrošina datu nolasīšanu no sensoriem un to padošanu tīmekļa lietotnei (skat.6.attēlu).



6.attēls. Ledusskapja aizmugure ar mikrokontrolleri

Ledusskapja iekšpusē ir izvietoti 4 gāzu sensori (skat.7.attēlu). Gāzes, kuras tiek mērītas, ir ogļskābā gāze (CO_2), metāns (CH_4), amonjaks (NH_3) un sērūdeņradis (H_2S).



7.attēls. Ledusskapja iekšpuse ar sensoriem

Veicot eksperimentus ar bojātiem pārtikas produktiem, tika novērots, ka sensoru precizitātei un jutībai ir jābūt ļoti augstai, jo produktu izdalīto gāzu apjoms ir salīdzinoši mazs, lai noteiktu būtisku atšķirību starp dažādiem pārtikas produktiem. Svarīgs ir arī gāzu sensoru novietojums ledusskapī, t.i., gāzu, kuras ir smagākas par gaisu, sensori ir jāizvieto apakšā un to gāzu, kuras ir vieglākas par gaisu, sensori ir jāizvieto augšējos plauktos. Projekta turpmākai attīstībai ir nepieciešams iegūt jutīgākus sensorus, lai iegūtu precīzākus rezultātus.

Secinājumi

- Esošās sensoru vadības lietotnes ir paredzētas vispārīgai lietošanai un nenodrošina specifiskas datu apstrādes funkcijas ar neironu tīklu.
- *Python* programmēšanas valoda tika izvēlēta tās plašā mašīnmācīšanās bibliotēku atbalsta, kā arī pilnvērtīgo un kvalitatīvo tīmekļa izstrādes ietvaru dēļ.

- Projekta ietvaros tika izstrādāta sistēmas “eDeguns” tīmekļa lietotne, kas nodrošina sensoru datu apstrādi ar neironu tīkla palīdzību un bojāto produktu klasifikāciju.
- Sistēma “eDeguns” bojāto produktu klasifikācijai izmanto vairāku klašu klasifikācijas neironu tīklu, kas, saņemot četru sensoru rādījumus, spēj noteikt bojātā produkta nosaukumu.
- Praktisku eksperimentu veikšanai tika realizēts testa stends, kas sastāv no ledusskapja, mikrokontrolera un 4 gāzu sensoriem.
- Sistēmas precizitātes uzlabošanai ir nepieciešams iegādāties precīzākus sensorus, jo bojāto produktu izdalīto gāzu apjoms ir salīdzinoši neliels.

Summary

Nowadays with development of technologies we can observe such devices being developed that resemble one or another of the human senses. Such devices are, for instance, electronic noses, that with the use of sensors measure concentrations and perform compound recognition. It can also be set up to send a notification in case of an emergency. This approach can be used in order to recognize spoiled food in storages and send notifications to related users. This system can be very useful in large storages, as well as, home refrigerators. The aim of this work is to research and find out if it is possible to recognize spoiled food products with the use of a neural network and gas sensor data.

At first, authors analysed three IoT data processing platforms in order to acknowledge their pros and cons, as well as, generate new ideas for “eNose” system. These platforms were ThingsBoard, ThingSpeak, and Latt Telecom - Internet of Things. It was observed that all these platforms lack neural network integration support. This analysis also proved that “eNose” system requires efficient device control, notification system, real time data visualisation, and built-in neural network that will not require machine learning knowledge in order to use it. After reviewing several software development technologies it was decided to use Python programming language and Django framework for web application development. As for neural network, Python and TensorFlow framework with Keras library was used. As a result, according web application was developed that is capable of collecting data from sensors and processing it using the built-in neural network.

“eNose” system is based upon a multi class classification neural network. It consists of 4 interconnected layers. It has 4 input neurons, 16 neurons in the first hidden layer, and 8 neurons in the second hidden layer. This neural network model has dynamic output neuron count which depends on the food product count that it was trained on.

In the scope of this project, a test bed was also built. It consists of a refrigerator that has a microcontroller attached on its back that collects sensor data and then sends it to the web application. Inside the refrigerator there are 4 gas sensors. The gases that are measured are carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), ammonia (NH₃), and hydrogen sulphide (H₂S).

After performing several experiments with spoiled food products, it was observed that sensor precision and sensitivity must be very high because the amount of gas emitted from the spoiled products is relatively small. Gas sensor placement in the refrigerator is also very important, for example, lighter than air gas sensors are placed on the higher shelves, whereas heavier than air gas sensors are placed on the bottom shelves of the refrigerator. To successfully continue research in this project, higher sensitivity sensors are a necessity.

Literatūra

1. Haalboom, M., Gerritsen, J.W., Palen, J. Differentiation between infected and non-infected wounds using an electronic nose. *Clinical Microbiology and Infection*. 2019. [Piekļuve:17.01.2020]
2. Wasilewski, T., Migon, D., Gebicki, J., Kamysz, W. Critical review of electronic nose and tongue instruments prospects in pharmaceutical analysis. *Analytica Chimica Acta*. 2019. [Piekļuve:17.01.2020]

3. *ThingsBoard Open-source IoT Platform*. [Tiešsaiste] Pieejams: <https://thingsboard.io/>
[Piekļuve:17.01.2020]
4. *Learn More About ThingSpeak*. [Tiešsaiste] Pieejams: https://thingspeak.com/pages/learn_more
[Piekļuve:17.01.2020]
5. Sridharan, M., Devi, R., Dharshini, C.S., Bhavadarani, M. IoT based performance monitoring and control in counter flow double pipe heat exchanger. *Internet of Things*. 2019. No. 5: p34-40
[Piekļuve:17.01.2020]
6. *Pirmais lietu interneta tīkls Latvijā*. [Tiešsaiste] Pieejams: <https://iot.lattelecom.lv/lv>
[Piekļuve:17.01.2020]

MĀKOŅU KOGNITĪVO PAKALPOJUMU SNIEDZĒJU SALĪDZINOŠĀ ANALĪZE, IZMANTOJOT MAŠĪNREDZES OBJEKTU ATPAZĪŠANU COMPARATIVE ANALYSIS OF CLOUD COGNITIVE SERVICE PROVIDERS BY USING COMPUTER VISION'S OBJECT DETECTION

Autori: **Jāzeps IVULIS**, e-pasts: jazeps.ivulis@gmail.com,

Kārlis ŠTEKELS, e-pasts: k.stekels@gmail.com

Zinātniskā darba vadītājs: **Artis TEILĀNS**, Dr.sc.ing. prof., e-pasts: Artis.Teilans@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. *The given paper's "Comparative analysis of cloud cognitive service providers by using computer vision's object detection" goal is to analyze prediction precision of objects in digital image, using different cognitive services what are available in the market. During the research process there were made a several trials using different computer vision services to analyze the same number of images. Every separate image was under detailed analysis for prediction accuracy of each object. The results show that there is significant difference between different vision services.*

Keywords: *cognitive services, computer vision, object detection.*

Ievads

Ar katru gadu tehnoloģijas attīstās arvien straujāk un pieaug pieprasījums pēc mākslīgā intelekta šajās tehnoloģijās. Mūsdienų pasaulē ir daudz problēmu, kuras varētu risināt ar mākslīgā intelekta palīdzību, lai atvieglotu un uzlabotu mūsu ikdienas dzīvi. Mākslīgā intelekta potenciāls ir neierobežots un to var pielietot jebkurā darbības jomā. [1]

Viena no visizplatītākajām tehnoloģijā, kas saistīta ar mākslīgo intelektu ir attēlā redzamo objektu atpazīšana. Objektu atpazīšana ir tehnoloģija, kura saistīta ar mašīnredzi un attēlu apstrādi, kas nodarbojas ar noteiktu, semantisko objektu klašu gadījumu atklāšanu digitālajos attēlos un video. Šai tehnoloģijai nav ierobežojumu, un to var pielietot gan vienkāršās sistēmās, gan sarežģītajās sistēmās ar savu specifiku. Mūsdienų industrijā lielu lomu spēlē lēmumu pieņemšanas ātrums un precizitāte, kas cilvēkam nav pa spēkam, bet skaitļošanas mašīna gan to var nodrošināt efektīvi, tāpēc tagad aktuāli ir automatizēt procesus ar mākslīgā intelekta palīdzību, kas spēs aizstāt cilvēku un veikt darbu daudz ātrāk un ar lielāku precizitāti. [2][3]

Pēdējo gadu laikā, lielākās kompānijas, tādas kā "Amazon", "Google", "Microsoft" un "Facebook" investē miljardus dolāru mašīnredzes produkta izpētē un izstrādē. [4] Mašīnredzei pielietojumu var atrast, piemēram, automašīnbūvē, rūpniecībā, medicīnā, lauksaimniecībā, banku sektorā, drošības sistēmas, gudrās pilsētās u.c. Ar vien lielāku popularitāti gūst autonomie auto, kuri izmanto mašīnredzes tehnoloģiju. Ar šo tehnoloģiju, autonomie transporta līdzekļi spēj redzēt apkārtējo vidi un orientēties tajā, droši pārvietojoties no viena punkta, uz citu, bez jebkādas cilvēka iejaukšanās. Medicīnā mašīnredzi var izmantot lai spētu ātrāk un precīzāk noteikt pacientam diagnozi. Rūpniecībā ar mašīnredzi var uzraudzīt saražotās produkcijas kvalitāti. [5][6] Šādus piemērus, kur var izmantot mašīnredzi, ir ļoti daudz, bet, šī tehnoloģija vēl ir tikai attīstības līmenī, tāpēc ir svarīgi analizēt iegūtos datus, pirms tos izmatot reālajā dzīvē uz reāliem objektiem. Dotajā brīdī ir daudz servisu, kas piedāvā savus kognitīvos pakalpojumus ar mašīnredzi, visi viņi strādā pietiekami augstā līmenī, bet servisu mašīnredzes tehnoloģijas precizitāte būtiski atšķiras, tāpēc ir svarīgi zināt, kurš kognitīvais serviss ir vispiemērotākais veicamajam uzdevumam.

Materiāli un metodes

Galvenais darba mērķis:

- salīdzināt vadošos objektu atpazīšanas kognitīvos servisu un noteikt servisu, kurš skaitliski spēj atpazīt visvairāk objektu ar visaugstāko uzticamības līmeni. Lai sasniegtu darba mērķi, darba autori noteica vairākus darba uzdevumus:
- izvēlēties 10 attēlus, kuros ir attēloti autobusi, automašīnas, cilvēki, motocikli, velosipēdi;
- izvēlēties 4 vadošos kognitīvo servisu sniedzējus, kuri piedāvā objektu atpazīšanas servisu;
- izvēlētajos 10 attēlos, izmantojot 4 objektu atpazīšanas kognitīvos servisu, veikt objektu atpazīšanas eksperimentus pie 3 dažādiem minimālajiem uzticamības līmeņiem.

Lai izanalizētu mašīnredzes objektu atpazīšanas tehnoloģijas precizitāti, autori izvēlējās četrus vadošos kognitīvos servisu provaiderus: "Google Cloud Vision", "Microsoft Azure Computer Vision", "IBM Watson Visual Recognition" un "Amazon Rekognition". Ar šo servisu palīdzību tika veikta objektu atpazīšana 10 attēliem, kuros bija attēloti autobusi, automašīnas, cilvēki, motocikli un velosipēdi.

Visi kognitīvie servisi izmantoto padziļināto mašīnas apmācību, kas spēj attēlā atpazīt dažāda veida objektus, ainas, sejas, kā arī, nolasīt tekstus, atpazīt slavenības un noteikt neatbilstošu saturu attēlos. Visi kognitīvie servisi ir balstīti uz jau pierādītas un pielāgojamas padziļinātās mašīnmācības tehnoloģijas. [2][3][7][8]

Lai to izdarītu, tika praktiski izmantots katrs no četriem kognitīvajiem servisiem. Lai būtu iespējams tos izmantot, katram kognitīvajam servisam bija nepieciešams izveidot bezmaksas kontus. Katrs no četriem kognitīvo servisu sniedzējiem uz bezmaksas kontiem piedāvā neierobežotu attēlu apstrādes funkciju (teksta, sejas, objekta atpazīšana u.c.) izmantošanu līdz 1000 attēliem mēnesī. Tas pilnībā apmierina nepieciešamo attēlu apstrādes skaitu šī darba ietvaros nekādīgi neietekmēs eksperimentu rezultātu objektivitāti. Pašu kognitīvo servisu mašīnmācības modeļu apmācība netika veikta, tika izmantoti gatavi risinājumi – iepriekš apmācīti modeļi, kurus jau piedāvā katrs objektu atpazīšanas servisa sniedzējs.

Rezultāti un to izvērtējums

Visu eksperimentu rezultātu dati tika ievākti un apkopoti 3 tabulās. Šajā nodaļā tiks uzrādīti, izanalizēti un paskaidroti eksperimentu rezultātu datu tabulās.

Atpazīto objektu skaits pie minimālā uzticamības līmeņa 50% atkarībā no izmantotā objektu atpazīšanas servisa tiek parādīts 1. tabulā.

1. tabula

Atpazīto objektu skaits pie minimālā uzticamības līmeņa 50% atkarībā no izmantotā objektu atpazīšanas servisa

Objekts	Amazon Rekognition	Google Cloud Vision	IBM Watson Visual Recognition	Microsoft Azure Computer Vision
Autobuss	10	7	4	7
Automašīna	73	22	35	36
Cilvēks	82	47	36	21
Motocikls	11	9	6	8
Velosipēds	15	5	3	5
Kopā	191	90	84	77

Pēc 1. tabulas datiem ir skaidri redzams objektu atpazīšanas servisa “Amazon Rekognition” pārākums pār pārējiem objektu atpazīšanas servisiem, kuru darbība tika eksperimentāli pārbaudīta un salīdzināta šī darba ietvaros. Izanalizējot eksperimenta rezultātus, pie minimālā uzticamības līmeņa 50%, “Amazon Rekognition” serviss atpazīst vidēji par 127% vairāk objektu nekā pārējie servisi.

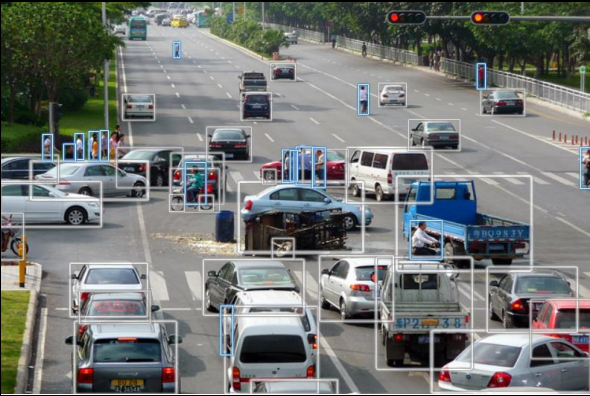
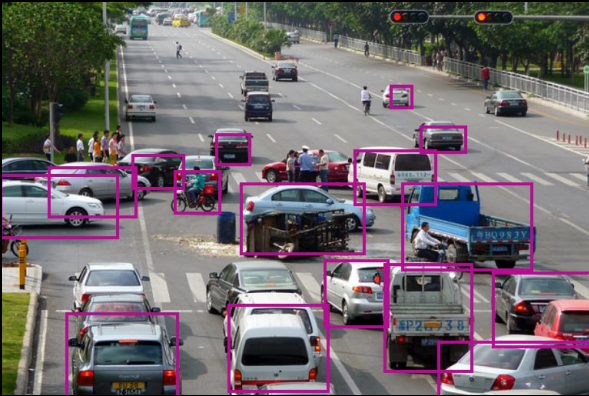
Atsevišķā gadījumā, salīdzinot “Amazon Rekognition” un “Microsoft Azure Computer Vision” servissus, pie objekta “Cilvēks”, “Amazon Rekognition” atpazīst pat par 290% vairāk objektu nekā konkurents.

Iepriekš konstatēto anomāliju ar servisa “Microsoft Azure Computer Vision” zemajiem, objekta “Cilvēks” atpazīšanas rādītājiem var izskaidrot ar 2 ierobežojumiem, kurus pats pakalpojuma sniedzējs “Amazon” ir uzrādījis un kurus ir jāņem vērā izmantojot šo servisu:

- objekti parasti netiek atpazīti, ja tie ir mazi (mazāk nekā 5% no attēla);
- objekti parasti netiek atpazīti, ja tie ir izvietoti cieši kopā (piemēram, šķīvju kaudze, cilvēku pūlis). [9]

Vizuālu piemēru, salīdzinot abu iepriekš minēto servisu attēla apstrādi priekš objektu atpazīšanas, var aplūkot 2. tabulā, kurā redzams, ka serviss “Amazon Rekognition” attēlā bez grūtībām atpazīst individuālus objektus “Cilvēks”. Turpretim serviss “Microsoft Azure Computer Vision”, tajā pašā attēlā neatpazīst nevienu objektu “Cilvēks.”

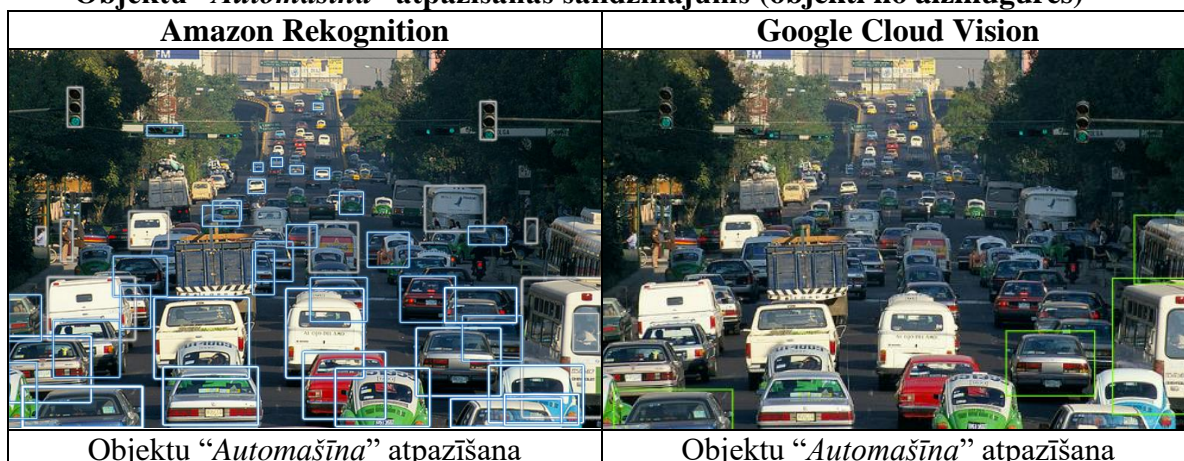
2. tabula

Objektu “Cilvēks” atpazīšanas salīdzinājums	
Amazon Rekognition	Microsoft Azure Computer Vision
	
Objekti “Cilvēks” tiek atpazīti	Objekti “Cilvēks” netiek atpazīti

Izanalizējot 1. tabulas datus, var konstatēt vēl vienu anomāliju – serviss “Google Cloud Vision” atpazīst ievērojami mazāk objektus “Automašīnā” nekā tā konkurenti. Serviss “Google Cloud Vision” atšķirībā no servisa “Microsoft Azure Computer Vision” publiski neatklāj attēlu apstrādes ierobežojumus, kuri var ietekmēt objektu atpazīšanas rezultātus, bet pēc vairākiem veiktajiem objektu atpazīšanas eksperimentiem ir iespējams noteikt potenciālos iemeslus.

Iepriekš minētā anomālija ir izveidojusies, jo servisam “Google Cloud Vision” bija grūtības atpazīt objektus “Automašīna” vienā no eksperimentā apstrādātajiem attēliem. Objektu “Automašīna” atpazīšanas vizuālu salīdzinājumu šajā attēlā starp servisiem “Amazon Rekognition” un “Google Cloud Vision” var aplūkot 3. tabulā.

Objektu “Automašīna” atpazīšanas salīdzinājums (objekti no aizmugures)

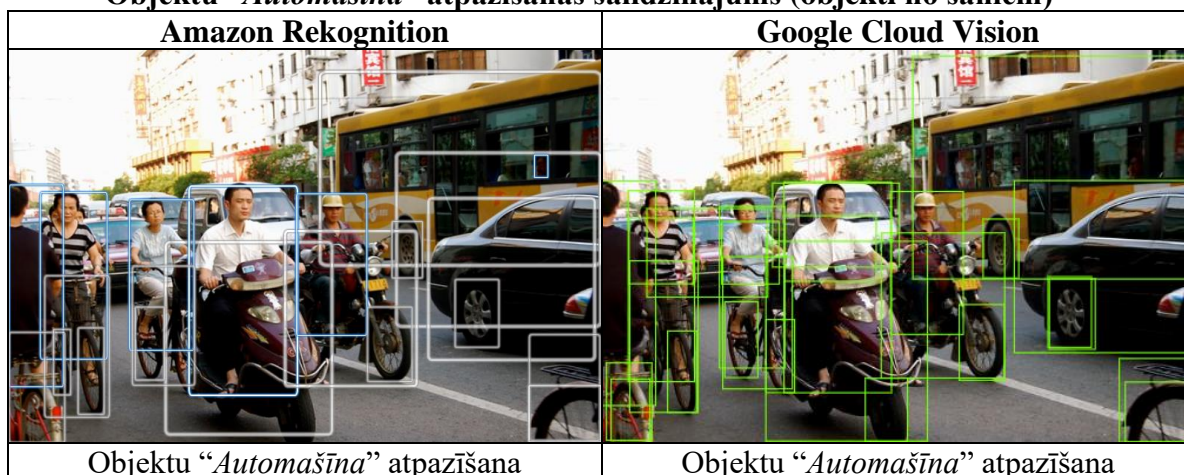


3. tabulā ir redzams, ka servisam “Google Cloud Vision” ir grūtības konkrētajā attēlā atpazīt objektus “Automašīna”. Salīdzinot konkrēto attēlu ar pārējiem eksperimentā izmantotajiem attēliem, var pieņemt, ka servisa “Google Cloud Vision” objektu atpazīšanas rezultātus varētu ietekmēt:

- objektu pozicionēšanās attēlā (dotajā attēlā objekti “Automašīna” ir ar “muguru” pret novērotāju);
- objektu novērošanas leņķis (dotajā attēlā leņķis ir mazs, tādā priekšā esošie objekti daļēji aizsedz aizmugurē esošos objektus);
- objektu pārblīvējums attēlā (dotajā attēlā redzams sauszemes transportlīdzekļu sastrēgums).

Lai apstiprinātu iepriekš izvirzīto teoriju, tiek apskatīts gadījums, kad serviss “Google Cloud Vision” attēlā atpazīst vairāk objektu “Automašīna” nekā serviss “Amazon Rekognition”. Šo konkrēto gadījumu var vizuāli aplūkot 4. tabulā.

Objektu “Automašīna” atpazīšanas salīdzinājums (objekti no sāniem)



4. tabulā ir redzams, ka serviss “Google Cloud Vision” atpazīst par 2 objektiem “Automašīna” vairāk nekā serviss “Amazon Rekognition”. Galvenā atšķirība starp 3. un 4. tabulas attēliem ir objektu pozicionēšanās – 4. tabulas attēlā objekti “Automašīna” ir pozicionēti ar priekšpusi vai sāniem pret novērotāju. Kaut gan objektu novērošanas leņķis ir

mazs un objektu pārblīvējums ir liels, iepriekš izvirzītā hipotēze par objektu pozicionēšanos attēlā ietekmi uz objektu atpazīšanas rezultātiem tika apstiprināta.

Atpazīto objektu skaitu pie minimālā uzticamības līmeņa 70% atkarībā no izmantotā objektu atpazīšanas servisa var aplūkot 5. tabulā.

5. tabula

Atpazīto objektu skaits pie minimālā uzticamības līmeņa 70% atkarībā no izmantotā objektu atpazīšanas servisa

Objekts	Amazon Rekognition	Google Cloud Vision	IBM Watson Visual Recognition	Microsoft Azure Computer Vision
Autobuss	7	4	3	4
Automašīna	65	19	16	14
Cilvēks	75	42	19	13
Motocikls	8	7	5	5
Velosipēds	11	4	2	0
Kopā	166	76	45	36

Principā eksperimenta rezultāti pie minimālā uzticamības līmeņa 70% ir ļoti līdzīgi eksperimenta rezultātiem pie minimālā uzticamības līmeņa 50% - joprojām neapstrīdams līderis atpazīto objektu skaita ziņā ir “Amazon Rekognition”. Izanalizējot šī eksperimenta rezultātu datus, pie minimālā uzticamības līmeņa 70% serviss “Amazon Rekognition” atpazīst vidēji par 219% vairāk objektu nekā tā konkurenti.

Pie minimālā uzticamības līmeņa 70% dramatiski ir samazinājies atpazīto objektu skaits servisam “Microsoft Azure Computer Vision” – samazinājums par 114%.

Atpazīto objektu skaitu pie minimālā uzticamības līmeņa 90% atkarībā no izmantotā objektu atpazīšanas servisa var aplūkot 6. tabulā.

6. tabula

Atpazīto objektu skaits pie minimālā uzticamības līmeņa 90% atkarībā no izmantotā objektu atpazīšanas servisa

Objekts	Amazon Rekognition	Google Cloud Vision	IBM Watson Visual Recognition	Microsoft Azure Computer Vision
Autobuss	5	2	1	0
Automašīna	39	7	1	0
Cilvēks	51	7	2	0
Motocikls	7	2	4	1
Velosipēds	6	0	0	0
Kopā	108	18	8	1

Izanalizējot pēdējā eksperimenta rezultātu datus, kurus var aplūkot 6. tabulā, var secināt, ka objektu atpazīšanas serviss ar visaugstāko atpazīto objektu varbūtību ir “Amazon Rekognition”.

Ļoti dramatisku atpazīto objektu skaita samazinājumu pie minimālā uzticamības līmeņa 90% ir piedzīvojuši visi trīs servisa “Amazon Rekognition” konkurenti. Šis ir kritisks punkts objekta atpazīšanas servisa izvēlē, ja ir nepieciešams serviss, kurš spēj apmierināt klientu augstās prasības.

Objektu atpazīšanas serviss “Amazon Rekognition” visu eksperimentu laikā uzrādīja augstus un stabilus rezultātus un noteikti ir viens no labākajiem, ja ne pats labākais, objektu atpazīšanas attēlā servisiem, ja no objektu atpazīšanas modeļa tiek sagaidīta augsta atpazīto

objektu kvantitāte, varbūtība un tiek plānots izmantot iepriekš apmācītu modeli, kuru jau piedāvā pakalpojuma devējs.

Secinājumi

- Dažādu kognitīvo servisu attēlu atpazīšana, izmantojot gatavus mašīnmācības modeļus parāda dažādus rezultātus.
- Objektu atpazīšanas kognitīvais serviss “*Amazon Rekognition*”, izvēlētajos 10 attēlos atpazīna skaitliski visvairāk objektu pie visiem uzticamības līmeņiem.
- Rezultāti liecina par to, ka daži kognitīvo servisu iepriekš izveidotie modeļi nav pietiekami apmācīti, lai varētu noteikt objektus ar lielāku uzticamības līmeni.
- Objektu atpazīšanas kognitīvais serviss “*Microsoft Azure Vision*”, izvēlētajos 10 attēlos atpazīna skaitliski vismazāk objektu, un to uzticamības līmenis bija zem 90%.

Summary

Different cognitive services for computer vision to detect objects has showed different results.

Amazon Recognition cognitive service detected more objects from 10 presented images with highest confidence scores.

The results is showing that some of cognitive service models for machine learning is not enough trained to detect objects with highest confidence score.

Microsoft Azure vision cognitive service detected less objects from 10 presented images and with lowest confidence scores.

Literatūra

- [1] “New Artificial Neurons Can `Think` Faster Than You”, 2018. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://interestingengineering.com/new-artificial-neurons-can-think-faster-than-you>. [Piekļuve: 20.03.2020.].
- [2] “AI & Machine Learning Products - Vision AI”, 2020. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://cloud.google.com/vision>. [Piekļuve: 20.03.2020.].
- [3] “What is Computer Vision?”, 2020. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/computer-vision/home>. [Piekļuve: 20.03.2020.].
- [4] “The 10 tech companies that have invested the most money in AI”, 2018. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.techrepublic.com/article/the-10-tech-companies-that-have-invested-the-most-money-in-ai/>. [Piekļuve: 20.03.2020.].
- [5] “Computer Vision Applications in 10 Industries”, 2020. [Tiešsaiste]. Pieejams: https://algorithmxlab.com/blog/computer-vision/#What_is_Computer_Vision?. [Piekļuve: 20.03.2020.].
- [6] “Object Detection: Current and Future Directions”, 2015. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2015.00029/full>. [Piekļuve: 20.03.2020.].
- [7] “Amazon Rekognition Image”, 2020. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://aws.amazon.com/rekognition/image-features/?nc=sn&loc=3&dn=2>. [Piekļuve: 21.03.2020.].
- [8] “Watson Visual Recognition”, 2020. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://www.ibm.com/cloud/watson-visual-recognition>. [Piekļuve: 21.03.2020.].
- [9] “Detect common objects in images”, 2020. [Tiešsaiste]. Pieejams: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cognitive-services/computer-vision/concept-object-detection>. [Piekļuve: 22.03.2020.].

ĀRPUS TIEŠĀS REDZAMĪBAS BEZPILOTA LIDAPARĀTU INTEGRĀCIJA GAISA SATIKSMĒ *INTEGRATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FLYING BEYOND VISUAL LINE OF SIGHT INTO AIR TRAFFIC*

Autors: **Ivars JAPINS**, e-pasts japins.ivars@gmail.com

Darba vadītāji: Dr.sc.ing. docents **Sergejs KODORS**, Dr.oec. docente **Sandra EŽMALE**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. *In this article Author describes the potential of Unmanned aircraft systems (UAS) that are flying Beyond visual line of sight (BVLOS). There are countless commercial applications of BVLOS UAS. Author provides an insight of the main challenges that need to be addressed in order to make BVLOS UAS operations safe and to integrate them into air traffic.*

Keywords: *Air traffic, BVLOS, UAS.*

Ievads

Bezpilota lidaparātu attīstība un tirgus segments aug ar augšupejošu eksponenciālu līkni. Ja agrāk bezpilota lidaparātus izmantoja praktiski tikai izklaidei (fotografēšanai, filmēšanai, sacīkstēm) un militāriem mērķiem (izlūkošana, novērošana, ofensīvas darbības), tad šobrīd ir grūti uzskaitīt visas nozares, kurās bezpilota lidaparātiem ir komerciāls potenciāls to pielietošanā. It īpaši liels potenciāls ir bezpilota lidaparātiem, kuri ir spējīgi lidot ārpus tiešās redzamības. Jāsecina, ka nozare attīstās daudz ātrāk nekā tās tiesiskais regulējums, kas noved pie tā, ka nav iespējams legāli un droši realizēt visu nozares potenciālu. Tomēr, Autors uzskata, ka tiešu tehnisko izaicinājumu atrisināšana šobrīd dos vislielāko pienesumu.

Šajā rakstā Autors apskatīs galvenos izaicinājumus, kurus ir jāatrisina pēc iespējas ātrāk, lai tiktu veicināta nozares attīstība un bezpilota lidaparātus varētu droši integrēt gaisa telpā.

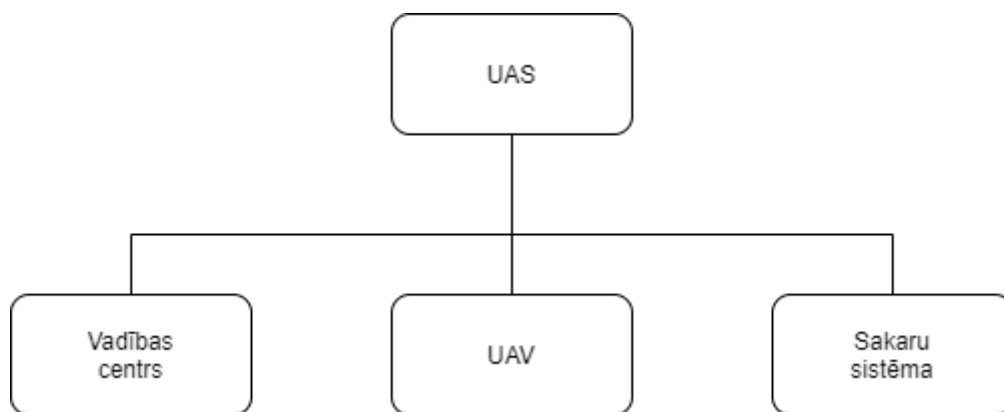
Raksta mērķis ir identificēt galvenās problēmas un izaicinājumus, kurus atrisinot tiktu būtiski paātrināta ārpus tiešās redzamības bezpilota lidaparātu integrācija gaisa telpā, kā arī attīstīta nozare kopumā. Mērķa sasniegšanai tika formulēti šādi uzdevumi:

1. sniegt bezpilota lidaparātu un to sistēmu īsu aprakstu;
2. raksturot ārpus tiešās redzamības bezpilota lidaparātu darbību;
3. analizēt galvenos ar BLVOS ieviešanu saistītos tehniskas dabas izaicinājumus.

Materiāli un metodes

Pirms raksturot ārpus tiešās redzamības bezpilota lidaparātu darbību, ir lietderīgi sniegt īsu bezpilota lidaparātus un to sistēmu aprakstu, lai ieviestu skaidrību dažos jēdzienos un terminos.

Visbiežāk sabiedrībā figurē termins “*drons*”, kas pēc savas būtības nav nepareizs, tomēr ne vienmēr atbilst patiesībai, kad runa iet par bezpilota lidaparātiem. Drons ir jebkurš attālināti pilotējams gaisa kuģis, jūras vai zemūdens kuģis, kā arī sauszemes transportlīdzeklis. Attiecībā uz bezpilota gaisa kuģiem, sākotnēji tika ieviests termins *UA* - “*Unmanned aircraft*”, kuru vēlāk aizstāja ar *UAV* - “*Unmanned aerial vehicle*”. Tomēr pats bezpilota lidaparāts ir tikai daļa no bezpilota lidaparāta sistēmas, kurā ietilpst vairāki elementi. Tādēļ tika ieviests jauns termins - *UAS* jeb “*Unmanned aerial system*” jeb “*Unmanned aircraft system*”. *UAS* struktūru var apskatīt 1.1. attēlā. Šajā darbā autors apskatīs pēdējos divus no minētajiem terminiem - *UAV* un *UAS*.



1. attēls. *UAS* struktūra

Bieži vien arī *UAV* pilots tiek uzskatīts par *UAS* sastāvdaļu. Lai arī tehniski tā nav, tomēr pat visautonomākās *UAS* nevar veikt savas funkcijas bez kaut vai minimālas pilota jeb operatora līdzdalības.

Par ārpus tiešās redzamības (turpmāk BVLOS) bezpilota lidaparātu sistēmām tiek uzskatīti jebkuri bezpilota lidaparāti, kuri lidojuma laikā atrodas ārpus operatora tiešās redzamības, neizmantojot papildus vizuālās identifikācijas līdzekļus, kā piemēram binokļus, stacionārās videokameras u.c. līdzekļus. Par BVLOS var tikt uzskatīts jebkura izmēra un klases *UAV*, neatkarīgi no tā lietošanas mērķa.

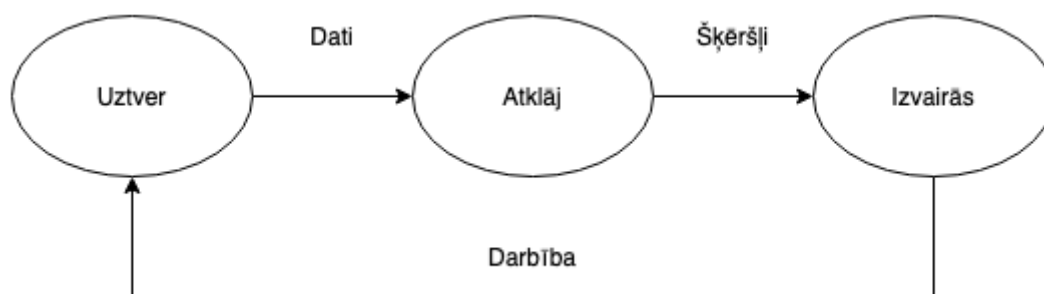
Liela daļa *UAS* tiek radīta ar mērķi veikt tieši BVLOS lidojumus. Šādu lidojumu veikšanai bezpilota lidaparātiem ir jābūt aprīkoti ar speciālu aprīkojumu, lai to varētu droši kontrolēt gaisa telpā. Šis aprīkojums var būt, piemēram, sākot no parastas videokameras, kas ir iebūvēta lidaparātā un nodrošina tās operatoru ar tiešsaistes attēlu, līdz pat sarežģītām sensoru sistēmām un iebūvētiem radariem, kas ļauj jau laikus pamanīt citus lidaparātus gaisa telpā un laicīgi izvairīties no sadursmēm. Aviācijā, cilvēku pilotētajiem lidaparātiem tiek piemērots “ieraugi un izvairies” princips (*see-and-avoid*, turpmāk - *SAA*) [1]. Valda uzskats, ka BVLOS bezpilota lidaparātiem ir jāpiemēro jauns koncepts - “atklāj un izvairies” (*detect-and-avoid* vai “*sense-and-avoid*”, turpmāk - *DAA*). Tas ir saistīts ar iepriekš pieminēto faktu, ka *UAS* vadībai tiek izmantots speciāls aprīkojums, ar kuru tiek atklāti šķēršļi.

BVLOS *UAS* ir daudz priekšrocību, salīdzinot citiem bezpilota lidaparātiem. Dažas no šīm priekšrocībām ir acīmredzamas, kā piemēram, lielāks lidojuma attālums. Citas nav tik acīmredzamas, tomēr ir nozīmīgas, kā piemēram, potenciālā spēja vienam operatoram vadīt vairākus *UAS*. Zemāk ir uzskaitītas tikai dažas no svarīgākajām BVLOS *UAS* priekšrocībām:

- lielāks *UAV* lidojuma attālums;
- piekļuve neaizsniedzamām vietām;
- paaugstināta darbinieku drošība;
- resursu ekonomija.

Tomēr, bez priekšrocībām, BVLOS *UAS* nozarei ir arī problēmas, kuras ir steidzami jārisina. Kopumā šīs problēmas var iedalīt divās kategorijās: juridiskās un tehniskās. Lai arī juridiskais ietvars neapšaubāmi ir ļoti svarīgs, tomēr rodot risinājumus tieši tehniskiem izaicinājumiem, tiks panākts vislielākais progress. Turpmāk apskatīsim galvenos ar BVLOS ieviešanu saistītos tehniskas dabas izaicinājumus.

Kā pirmais no izaicinājumiem ir jāmin **DAA principa ieviešana**. Raugoties nākotnē, lielas cerības tiek liktas uz *UAS* spēju patstāvīgi identificēt jeb atklāt šķēršļus ar dažādu sensoru palīdzību un izvairīties no tiem. Šis princips tiek dēvēts par atklāj-un-izvairies jeb *DAA*. Šī principa ieviešana ir viens no priekšnosacījumiem, lai pilnībā varētu izmantot BVLOS bezpilota lidaparātu potenciālu. Attēlā Nr. 1.2 ir attēlota *DAA* principa būtība.



2. attēls. DAA darbības principa diagramma

Ar dažādu sensoru palīdzību tiek uztverti apkārtējās vides dati. Vides skenēšana jeb datu uztveršana notiek nepārtraukti. Paralēli, reālā laikā notiek šo datu apstrāde un analīze, tajos tiek meklēti potenciālie šķēršļi. Šķēršļu atklāšanas gadījumā par to tiek signalizēts pilotam, lai tas varētu veikt nepieciešamās darbības lai izvairītos no šķēršļa [2]. Ir jābūt nodrošinātai iespējai signalizēt pilotam par potenciālajiem šķēršļiem gan ar vizuālajiem, gan ar audiālajiem līdzekļiem.

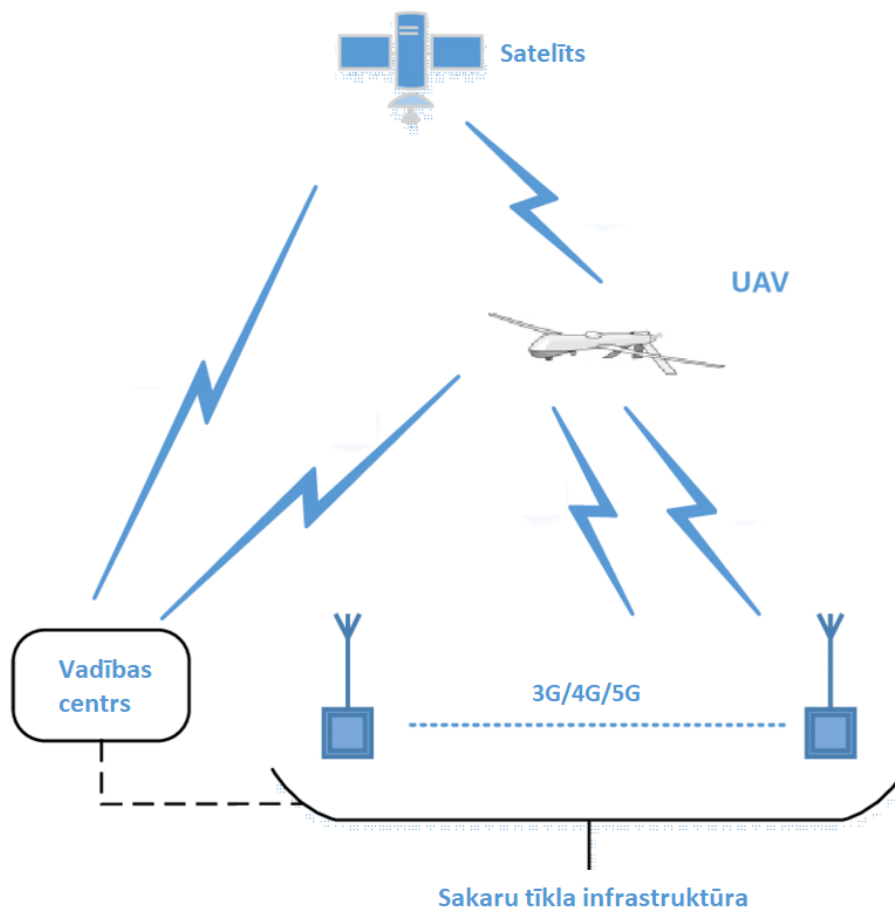
Ir jāpiemin divas svarīgas lietas, kuras nepieciešams ņemt vērā, analizējot šo diagrammu. Pirmkārt, šķēršļi var būt ne tikai statiski (tornis, ēka, koks), bet arī dinamiski (cits UAV vai gaisa kuģis). Ir viegli izvairīties no statiska šķēršļa, it sevišķi, ja tas tiek atklāts savlaicīgi. Daudz sarežģītākas situācijas rodas ar dinamiskiem šķēršļiem. Šajā gadījumā ir ļoti svarīgi, lai procesors, kurš apstrādā savāktos datus, spētu arī paredzēt potenciālā šķēršļa turpmākās kustības trajektoriju un ieteikt pilotam labāko izvairīšanās manevru.

Otrkārt, strauji attīstās arī pilnībā automatizētu BVLOS UAS koncepts, kur pilots pārsvarā tikai monitorē lidojuma gaitu un iejaucas tikai galējas nepieciešamības gadījumā. Šajā gadījumā UAS ir jābūt spējīgam pašam pieņemt lēmumu par izmaiņām lidojuma gaitā, lai izvairītos no potenciālā šķēršļa. Turklāt, jāņem vērā, ka pat ja DAA sistēma ir pietiekami jaudīga un spējīga laicīgi pieņemt pareizo lēmumu par manevra veikšanu, pats UAV var nebūt tehniski spējīgs veikt doto manevru.

Otrais izaicinājums ir **lidojumderīgums**. Lidojumderīgums ir apliecinājums tam, ka konkrēts gaisa kuģis ir pietiekami drošs, lai to varētu ekspluatēt un ka tā tehniskais stāvoklis un parametri atbilst noteiktam drošības prasībām. Šīs prasības attiecas uz visām gaisa kuģa daļām un to skaits var sasniegt tūkstošus. Lidaparātu ražotājs vai ekspluatants pierāda atbildīgajai institūcijai to, ka viņa ražojums ir lidojumderīgs un atbilst šīm prasībām.

Šobrīd UAS ražotāji un atbildīgās aviācijas jomu uzraugošās institūcijas saskaras ar lielu izaicinājumu - izstrādāt lidojumderīguma prasības bezpilota gaisa kuģiem. Lielākais izaicinājums ir tieši UAS ražotājiem, jo tiem ir jāpārskata visas esošās gaisa kuģu lidojumderīguma prasības un konkrētos gadījumos jāpierāda un jāpamato, kāpēc tieši šī prasība neattiecas uz viņu modeli. Taču, arī aviācijas uzraugošās institūcijas ir pretimnākošas un pamazām atjaunina atbilstošos normatīvos aktus. ES ir izdevusi regulu (darbojas EEZ), kas nosaka lidojumderīguma prasības civilās aviācijas jomā, tai skaitā arī UAS: Eiropas Parlamenta un Padomes regula (ES) 2018/1139, 2018. gada 4. jūlijs. Tajā ir aprakstītas vispārējas UAS lidojumderīguma prasības, kā arī prasības UAS pilotiem.

Kā nākošais izaicinājums ir jāmin **drošas un noturīgas liela attāluma komunikāciju sistēmas**. Jebkura UAS vadība tiek īstenota izmantojot kādu no datu pārraides sistēmām. Sākotnēji UAV vadībai izmantoja tikai tiešās redzamības radiosakarus. Vēlāk, attīstoties satelītsistēmām, arī tās sāka izmantot UAV vadībā. Mūsdienās izmanto arī mobilo sakaru tīklus (3G un 4G), kā arī notiek aktīvs darbs pie 5G tīkla funkcionalitātes pielāgošanas UAS vadībai.



3. attēls. UAS datu pārraides sistēma

Katrai no iepriekš minētajām datu pārraides sistēmām ir savas priekšrocības un trūkumi. Tomēr, izvēloties piemērotāko datu pārraides sistēmu BLVOS UAS lidojumiem ir jāņem vērā sekojoši parametri:

- Datu pārraides noturīgums
- Datu drošība

Katrs no šiem parametriem spēlē svarīgu lomu UAS vadībā, līdz ar to, tie ir arī kritiski priekšnosacījumi veiksmīgai BVLOS lidojumu integrācijai gaisa telpā un satiksmē. Datu pārraides ātrums, pašu datu un sistēmas kā tādas drošība, neapšaubāmi, ir svarīgas UAS īpašības. Tomēr, tas viss zaudē savu jēgu tajā brīdī, kad datu pārraide tiek pārtraukta, tādēļ tieši datu pārraides noturīgums ir ļoti svarīgs faktors. Gadījumā, ja kāds ar ļaunprātīgu nolūku pārņem UAV vadību, var tikt nodarīts fizisks kaitējums personām, vai to kustamajai vai nekustamajai mantai. Tieši tādēļ arī datu drošība šeit ir tik svarīga.

Ceturtais izaicinājums ir **ģeotelpisko robežu ievērošana**. Ģeotelpiskā robeža jeb ĢR (*geofencing, aut. tulk*) ir metode, ar kuras palīdzību UAS lidojumus var padarīt drošākus un atrisināt vairākas problēmas. ĢR tiek noteiktas vai nu konkrētai gaisa telpai, kurā tiks veikts UAS lidojums tā, lai konkrētais UAS neizlidotu no tās ārā, vai arī ĢR tiek nospraustas apkārt konkrētam objektam kuram ir aizliegts pietuvoties UAS, kā tas ir parādīts 4. attēlā.



4. attēls. ĢR izmantošanas piemērs

Ar ĢR metodes palīdzību BVLOS UAS lidojumus var padarīt daudz drošākus, kā arī racionālāk izmantot gaisa telpu. Šo iemeslu dēļ ĢR varētu uzskatīt nevis par izaicinājumu BVLOS ieviešanā, bet gan par tehnisku risinājumu. Tomēr, lai šo risinājumu pilnībā ieviestu, ir jāatrisina vairākas citas problēmas, kā piemēram:

- liels ierobežoto zonu skaits;
- nepārtrauktas zonu izmaiņas;
- pilnīgai īstenošanai nepieciešams autopilots;

Piektais izaicinājums ir **UAS attālinātā identifikācija** (*remote identification, aut. tulk*). Attālinātā identifikācija ļautu nosūtīt atbildīgajām iestādēm nepieciešamos datus par UAS un tās operatoru, kā arī sekot lidojumam reāllaikā. Tāpat arī tas ļautu, pēc nepieciešamības, nosūtīt daļu no šiem datiem citiem UAS operatoriem, lai tie zinātu, kur tieši to tuvumā notiek citi UAS lidojumi. Savā ziņā attālināto identifikāciju var salīdzināt ar automašīnas reģistrācijas numuru: CSDD darbinieks, ievadot datu bāzē konkrētu numuru redz datus par tā īpašnieku.

Vairākas organizācijas visā pasaulē kopā ar UAS ražotājiem un citiem industrijas pārstāvjiem pēta šo jautājumu un piedāvā savus tehniskos risinājumus, kā arī tiesiskā regulējuma ietvaru. Autors uzskata, ka šobrīd vistuvāk šī jautājuma atrisināšanai un ieviešanai dzīve ir ASV Federālā Aviācijas Administrācija. 2019. gada 31. decembrī FAA ir publicējusi noteikumu [3] projektu par UAS attālināto identifikāciju. Tajā ir aprakstīti attālinātās identifikācijas mērķi, principi, kā arī tehnisko risinājumu ietvars. Šie noteikumi paredz, ka visiem UAS (ar dažiem izņēmumiem), ar kuriem tiks veikti lidojumi ASV teritorijā ir jābūt iespējotai attālinātās identifikācijas funkcijai. Lai arī šim tehniskajam risinājumam ir ielikts labs tiesiskais pamats ASV, tomēr ir vēl tāls ceļš ejams, lai to pilnībā ieviestu dzīvē.

Secinājumi

1. BVLOS UAS ir milzīgs komerciālais potenciāls un to izmantošana aptver neskaitāmas nozares.
2. Lai arī BVLOS UAS tiesiskais regulējums ir ļoti svarīgs, tomēr šobrīd nepieciešams koncentrēties uz tehniskiem risinājumiem.
3. Ir identificēti pieci galvenie tehnoloģiskie izaicinājumi, kuru risināšanai šobrīd būtu jāpievērš galvenā uzmanība.
4. Ir vienlīdz svarīgi, lai problēmu risināšanā iesaistītos gan uzraugošās iestādes, gan arī citi nozares pārstāvji.

Summary

The field of BVLOS UAS has a huge commercial potential that spreads over a countless different industries. It has been developing rapidly over the past years and now it has reached the point, where legal framework is way behind the technical possibilities. This is why countries must act quickly and implement a new legal framework, that would allow to safely pilot BVLOS UAS and integrate it into airspace. Yet, finding a solution to the technical problems might speed up this process. To this day, in Author's opinion, there are five main technical challenges that need a good solution: implementation of DAA principle, airworthiness, secure and robust communications, geofencing and remote ID. Solving these problems would greatly speed up the progress on the way to safe BVLOS operations.

Literatūra

1. See and avoid. SKY Brary. (2019) skat. EUROCONTROL. https://www.skybrary.aero/index.php/See_and_Avoid
2. Current development of UAV sense and avoid system. A. Zhahir, A. Razali, IOP Conference series, 2016.
3. Remote Identification of Unmanned Aircraft Systems. Federal Register/ Vol. 84, No. 250, Tuesday, December 31, 2019/ Proposed Rules. Skat. <https://www.regulations.gov/document?D=FAA-2019-1100-0001>

E-GRĀMATAS E-BOOKS

Autore: **Amalda Margita KRUCĒNA**, e-pasts: amkrucena@inbox.lv
Vadītāja: **Gundega BĒRIŅA, Mg.oec., Mg.sc.comp.**, e-pasts: gundega.berina@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 155, Rēzekne, Latvija

Abstract: *The work describes the protection of e-books and their history, as well as the publishing house of electronic scientific books and magazines of the Rezekne Academy of Technology in the e-environment. This paper looks at general information about e-books and how it affects the operation and development of electronic publishing.*

Keywords: *E-book, digital book, electronic book, e-reader*

Ievads

Attīstoties tehnoloģijām un pieaugot elektronisko ierīču nepieciešamībai cilvēku ikdienās, fiziskās grāmatas sāk zaudēt vērtību. Tagad, kad internets ir gandrīz pieejams ikvienam cilvēkam un informāciju, ko agrāk nesa grāmatas, var iegūt vienkārši ierakstot to internetā, tad grāmatu nozīme un svarīgums tiek pamazām zaudēts. Lai nākotnē nepazustu grāmatu nozīme tās tiek pārnestas uz elektronisko vidi, kur tās ir pieejamas cilvēkiem, izmantojot telefonus, datorus vai citas ierīces.

Tieši tāpēc ir nepieciešams aplūkot un izpētīt elektroniskās grāmatas būtību un darbību, lai varētu novērtēt, vai tās ir līdzvērtīgas fiziskajām. Svarīgi ir ne tikai saprast un apskatīt elektroniskās grāmatas, bet arī pievērst uzmanību izdevniecībām un bibliotēkām, kurām no fiziskā formāta nāksies pāriet uz digitālo pasauli, lai spētu turpināt izplatīt, glabāt un nodot grāmatu saturu nākotnē.

Darba mērķis: Izpētīt elektroniskās izdevniecības attīstību un darbības principus.

E-grāmata

Elektroniskā grāmata (tiek saukta arī vienkārši par e-grāmatu vai arī digitālo grāmatu) ir attēlu un tekstu publicēšana elektroniskā formā, kas lasāma iekārtā, kura spēj attēlot tekstu un attēlus, t.i., portatīvajos datoros, personālajos datoros, planšetdatoros, mobilajos tālruņos u.c.

E-grāmata ir fails, kas satur lielu daudzumu vārdu (dažreiz arī attēlus) un pēc struktūras ir līdzīgs parastam teksta apstrādes dokumentam, piemēram, vienkārši ierakstīta informācija teksta dokumentā varētu tikt nosaukta par e-grāmatu, jo šim failam ir visi nepieciešamie elementi, lai tā būtu elektroniskā grāmata: jūs to varat lasīt uz dažādām ierīcēm, meklēt tajā atslēgas vārdus vai vienkārši izmantojot internetu, nosūtīt to kādam citam cilvēkam vai publicēt.

Vēsture

1930. gadā Bobs Brauns sarakstīja grāmatu (“*The Readies*”) par e-lasītāju.

1971.gads projekts “Gūtenbergs” aizsācējs Maikls Harts

1985. gadam, kompānija *Voyager*, CD-ROM aizsācēju firma, izlaida “paplašinātās grāmatas” uz CD-ROM.

1993.gadā firma “*Digital Book*” publikai piedāvāja pirmās 50 digitālās grāmatas uz disketes.

1998. gadam, kad tika radīti pirmie elektronisko grāmatu lasītāji - *Rocket Ebook* un *Softbook*, kā arī ASV bibliotēkas sāka lasītājiem piedāvāt bezmaksas e-grāmatas savās mājaslapās.

2000.gadā, kad tika izlaisti *Blu-Ray* diski,
2007. gadā, kad *Amazon* izlaida savu e-lasītāju – *Kindle*.

E-grāmatas priekšrocības

- Liels grāmatu apjoms, kas neizņem fizisku vietu.
Pateicoties pārnēsājamo ierīču atmiņas palielināšanai, iespējams saglabāt lielu daudzumu grāmatu neaizņemot daudz vietas.
- Kopijas
Vienkārši ir izveidot grāmatas rezerves kopiju gadījumos, ja kaut kas notiek ar oriģinālu.
- Izplatība
E-grāmatu var iegādāties un sākt lasīt dažu minūšu laikā, jo nav nepieciešams doties uz veikalu, e-grāmatas var iegādāties visu diennakti.
- Videi draudzīgi
E-grāmatu ražošana un izplatīšana ir videi draudzīga, jo nav nepieciešams papīrs, lai cilvēki tās lasītu.
- Piemērots cilvēkiem ar īpašām vajadzībām un bērniem
E-grāmatas un e-lasītāji atbalsta audio formātus, kas tieši nolasa e-grāmatu audio formātā. E-grāmatas atbalsta arī video formātus, kas piesaistītu vairāk bērnus lasīšanai. Kā arī vecākiem cilvēkiem vai cilvēkiem ar speciālām vajadzībām būtu iespējams daudz ērtāk lasīt e-grāmatas izmantojot piedāvāto iespēju palielināt burtu izmēru.
- Mobilitāte
E-grāmatu var paņemt līdzi, jo to var lasīt caur telefonu, planšetdatoru vai datoru.
- Viegli ražot, labot un izplatīt
Nepieciešams tikai viens fails, kuru iespējams lejuplādēt tik daudz kopijās, cik tās ir iegādāts. Turklāt tagad grāmatas labošana vai tulkošana ir vieglāka, jo jebkurā brīdī var veikt izmaiņas failā, kas neprasa papildus līdzekļus un jaunu grāmatu izdošanu.

Projekts “Gūtenbergs”

Projekts “Gūtenbergs” ir bezpeļņas organizācija, kas uztur elektronisko grāmatu bibliotēku no publiski pieejamiem darbiem, kas tikuši pārrakstīti vai pārveidoti digitālā formā.

Šis projekts sākās 1971. gada 4. jūlijā, kad šī projekta aizsācējs Maikls Harts būdams universitātes students sāka pārrakstīt Amerikas Savienoto valstu Neatkarības deklarāciju elektroniskā veidā skolas sistēmā. Projekta misija kļuva pēc iespējas vairāk literāro darbu pārveidošana digitālā formā, kas būtu pieejami cilvēkiem par brīvu.

1989. gadam viss teksts tika manuāli rakstīts vienkāršā teksta formā (*ASCII*), lai būtu pieejams ikvienam cilvēkam, bet attīstoties skeneriem un simbolu atpazīšanas programmām grāmatas tika skenētas.

1994. gadā brīvprātīgais no Itālijas izveidoja pirmo Projekta mājaslapu un sāka veidot Projekta tiešsaistes katalogu.

2003. gadā tikai aizsākts projekta “Gūtenbergs” audio novirziens.

Tagad projekts “Gūtenbergs” ir zināms pasaulē un satur vairāk nekā 33 000 grāmatu vairāk nekā 50 valodās. Grāmatas ir pieejamas vairākos formātos un Projekts “Gūtenbergs” tagad ir sastopams gandrīz katrā kontinentā.

E-grāmatu lasītāji

- Datori
Visi datori ar *windows* vai *mac* operētājsistēmu spēj nolasīt e-grāmatas, kā arī interneta pārlūkprogrammas, kā *Chrome* u.c. piedāvā lejuplādēt aplikācijas, kas ļauj lasīt e-grāmatas tieši caur interneta pārlūkprogrammu.

Cilvēkiem, kas nevēlas izmantot pārlūkprogrammas ir iespēja lejuplādēt speciālas programmatūra, kas ļauj lasīt un lejuplādēt e-grāmatas uz datoru.

- Viedtālruni un planšetdatori

Telefoniem un planšetdatoriem, kas izmanto *Android*, *iOS* vai *BlackBerry*, ir iespējams lasīt e-grāmatas, lejuplādējot aplikācijas, kas ļauj piekļūt lasītāja kontam kādā no grāmatu izplatīšanas mājaslapām. Tiklīdz šīs aplikācijas ir uzstādītas uz telefona, lasītājs var nosūtīt e-grāmatas uz šo ierīci vai piekļūt tieši mājaslapai.

- E-lasītāji

Elektroniskās grāmatas lasītājs ir neliels, pārnēsājams dators, kas radīts grāmatu lasīšanai, kas saglabātas digitālā formā. (*ASCII*, *PDF*, *HTML*, *EPUB*, *AZW*, u.c.).

Galvenie e-grāmatu formāti

- Nekomerciāli formāti:

- .txt (parasts teksta dokuments)

Populārākais un visbiežāk atbalstītais e-grāmatu formāts. Šis formāts ir pavisam vienkāršs, kas satur tikai tekstu un saglabāts *ASCII* formātā.

- .rtf

Ir pieejams vairāk formatēšanas iespēju kā .txt formātam.

- .html :

(*Hypertext Markup Language*) iespējams lasīt pārlūkprogrammās un var izmantot speciālas formatēšanas iespējas.

- Citi formāti: .doc (*Windows Word Document*), .jpg (*JPG Image*), .png (*Portable Network Graphics*), .bmp (*Bitmap*)

- Speciāli formāti noteiktām ierīcēm:

- .lrx, .lrf (*BBeB Book*)

Formāts, kas paredzēts *Sony* e-lasītājiem, šis formāts atbalsta DRM failu aizsardzību.

- .azw, .azw3 (*Kindle*):

Šis formāts paredzēts *Amazon Kindle* un tai līdzīgām ierīcēm. Šim formātam ir liels dizaina atbalsts (viegli pielāgojams lieliem un maziem ekrāniem), atbalsta DRM un ir interaktīvs.

- .epub (epub)

Šis formāts ir balstīts *XHTML* un *XML* un ir viens no biežāk sastopamajiem formātiem pateicoties tā lielajam iespēju klāstam, kā, piemēram, plašajam multivides atbalstam.

- .mobi, .prc (*Mobipocket*)

Šis formāts ir pirmais formāts, kas tika izmantots, kad tikai izlaisti pirmie *Amazon Kindle* e-lasītāji, kaut gan pašlaik tie tiek aizstāti ar jaunākiem formātiem gandrīz jebkurš e-lasītājs atpazīs šo formātu.

- .pdf (*Portable Document Format*)

Viens no populārākajiem un zināmākajiem formātiem. Galvenā šī formāta ideja, bija saglabāt gandrīz ideālu printētas grāmatas repliku elektroniskā veidā, kuru cilvēki varētu viegli lasīt vai izprintēt.

Elektroniskā tinte

Galvenā elektroniskās tintes ideja : ražot elektroniskos ekrānus ar visām iespējām un kontroli kāda piemīt datoru ekrāniem, bet vieglo lasīšanas stilu kāds piemīt papīram. Šī tinte sastāv no

- Miljoniem sīku mikro kapsulu
- Tintes vai eļļai līdzīgas vielas, kas aizpilda mikro kapsulas
- Pigmentētām granulām ar negatīvu un pozitīvu lādiņu, kas peld pa mikro kapsulām.

Elektroniskās tintes ekrāni izmanto tehnoloģiju sauktu par elektroforēzi, kas nozīmē izmantot elektrību, lai pārvietotu sīkas daļiņas (šajā gadījumā granulas) caur šķidru vielu (šajā gadījumā tinti).

Elektroniskā tinte pārsvarā tiek izmantota elektronisko grāmatu attēlošanai e-lasītājos.

E-grāmatu aizsardzība

DRM (*Digital Rights Management*), kas apzīmē procesus, kur autoram vai publicētājam ir tiesības norādīt kādas iespējas pircējam ir iegādājoties šo darbu.

DRM pārstāv tiesības, kas ierobežo vai aizliedz darba kopēšanu, printēšanu vai rediģēšanu neautorizētam personām. DRM sastāv no trīs līmeņiem :

1. izveidojot autortiesības noteiktajam failam,
2. pārvaldot šo aizsargāto failu lietošanu,
3. kontrolējot lietotāja iespējamās darbības ar failu.

Lai nodrošinātu augsta līmeņa aizsardzību DRM programmai nepieciešams definēt

- autora,
- satura,
- lietotāja savstarpējo saistību.

Lai tiktu lietota DRM aizsardzība autoram vai publicētājam jāizmanto speciāla aplikācija “Writer”, kas kodē grāmatas saturu. Lietotājiem, kas vēlas piekļūt šiem failiem, nepieciešams lejuplādēt speciālu aplikāciju sauktu par “Reader”, kurā ievadot pareizo atslēgu būs iespējams piekļūt vēlamajam failam, jo šī aplikācija darbojas tikai uz vienas apstiprinātas ierīces.

RTA pieredze elektronisko zinātnisko grāmatu, žurnālu izdevniecība e-vidē

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijai ir trīs elektronisko izdevniecību vides:

- Konferences (<http://conferences.rta.lv/>)
- Žurnāli (<http://journals.rta.lv/>)
- Grāmatas (<http://books.rta.lv/index.php/RTA>)

Konferenču un žurnālu sistēmā notiek rakstu iesniegšana, slēptā zinātniskā recenzēšana, kad autors nezina recenzentus un recenzenti nezina autoru atbilstoši zinātnisko rakstu sagatavošanas prasībām un sagatavošana publicēšanai.

Konferences ir izgājušas starptautiskā vidē pateicoties šīm sistēmām un pateicoties profesoram Artim Teilānam, kas sagatavoja un izstrādāja šīs sistēmas.

Viss tiek publicēts dažādās datubāzēs, ar kurām tiek noslēgti sadarbības līgumi. Konferenču un žurnālu sistēmas raksti tiek publicēti šādās datubāzēs. : *ISI Web of Science by Thomson and Reuters, CrossRef, SciLit, Google Scholar, OpenAire, WordCat.*

Visiem zinātniskajiem rakstiem, kas publicēti žurnālu sistēmā tiek izmantoti unikāli identifikatori - DOI. Digitālo objektu identifikators (DOI – *Digital objects indentificator*) ir unikāla burtu un ciparu virkne, ko piešķir starptautiskā izdevēj sabiedrība Crossref. Izdevējs piešķir DOI, kad raksts tiek publicēts elektroniski izdevēj sabiedrībās, bibliotēkās, žurnālos un citur, kur tās varētu lejuplādēt.

Visas elektroniskās izdevniecības ir veidotas uz PKP platformas.

PKP(*Public Knowledge Project*) ir bezpeļņas pētniecības iniciatīva, kas vērsta uz to, cik svarīgi ir brīvi pieejamu publiski finansētu pētījumu rezultātu sasniegšana, izmantojot atvērtās piekļuves politikas, un izstrādāt stratēģijas, lai to padarītu iespējamu, tostarp programmatūras risinājumus. Tās mērķis ir uzlabot zinātnisko un publisko akadēmisko pētījumu kvalitāti, attīstot novatoriskas tiešsaistes vides.

Secinājumi

1. Veicot šī darba izpildi, tika sasniegts darba mērķis - Izpētīt elektroniskās izdevniecības attīstību un darbības principus - izpildot katru no nostādītajiem darba uzdevumiem.
 - 1.1. Apskatīta e-grāmatu attīstības vēsture un priekšrocības;

- 1.2. Apskatītu pirmā un vecākā e-grāmatu bibliotēka un izdevniecība;
 - 1.3. Apskatīti e-grāmatu lasītāji, apskatīts, kā iespējams lasīt e-grāmatas un kā tās pasargāt;
 - 1.4. Izpētīta Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas elektronisko zinātnisko grāmatu, žurnālu izdevniecības sistēmu darbība.
2. Elektronisko izdevniecību darbību ļoti ietekmē elektronisko grāmatu priekšrocībās, kā iespēja viegli rediģēt tās jebkurā laikā vai tas, ka nav nepieciešams liels resursu daudzums, lai ražotu un izplatītu grāmatas. Tieši šīs un citas e-grāmatu priekšrocības nodrošina elektronisko izdevniecību veiksmīgu attīstību.
 3. E-grāmatu aizsardzība ir smags jautājums, jo tās aizsargāšanu ietekmē e-grāmatā esošo formātu skaits un arī iespējas kā lasīt e-grāmatu. Tieši tāpēc e-grāmatu aizsardzībai ir liela loma izdevniecību darbībā, jo nepieciešams pasargāt grāmatas no nelikumīgas lejupielādēšanas, vīrusiem un citām pretlikumīgām darbībām.
 4. Apskatot Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas elektroniskās izdevniecības darbību, var secināt, ka Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija ir perspektīva un progresīva augstskola, kas izdod 800 zinātnisko publikāciju gadā, kas tiek izplatītas internetā ar datubāzēm ISI Web of Science by Thomson and Reuters, CrossRef, SciLit, Google Scholar, OpenAire, WordCat., nodrošinot starptautisku atpazīstamību. Ar šo visu nodarbojas IKT PC (Informācijas komunikāciju tehnoloģiju pētniecības centrs) profesora Arta Teilāna vadībā.

Priekšlikumi

1. Pētot elektronisko grāmatu lasīšanas iespējas ir iespējams atrast neskaitāmus formātus un veidus, kā lasīt grāmatas, tieši tāpēc būtu nepieciešams izstrādāt vienotu e-grāmatu lasīšanas veidu, piemēram, aplikāciju, kas atvieglotu lasītājiem iespēju lasīt e-grāmatu jebkurā no iecerētajām ierīcēm, līdz ar to veicinot e-grāmatu popularitātes augšanu.
2. E-grāmata ir elektronisks fails, tieši tāpēc, lai popularizētu e-grāmatas, varētu piedāvāt cilvēkiem nelielus bezmaksas ieskatus grāmatā, kā, piemēram, nopublicēt nelielu grāmatas sadaļu, lai to var izlasīt ikviens. Šādi popularizējot pašas grāmatas kā arī ļaujot lietotājam izvērtēt vai grāmata būs viņam piemērota.

Bibliography

1. Thomas Retterbush The Difference Between Digital Books and Ebooks skatīts 01.05.2018 <http://ezinearticles.com/?The-Difference-Between-Digital-Books-and-Ebooks&id=4257330>
2. The History of eBooks from 1930's "Readies" to Today's GPO eBook Services skatīts 01.05.2018 <https://govbooktalk.gpo.gov/2014/03/10/the-history-of-ebooks-from-1930s-readies-to-todays-gpo-ebook-services/>
3. What are ebooks? Advantages and Disadvantages of Electronic Books skatīts 01.05.2018 <https://whenihavetime.com/2009/03/09/what-are-ebooks-advantages-and-disadvantages-of-electronic-books/#what>
4. Project Gutenberg skatīts 01.05.2018 http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Project_Gutenberg
5. Lisa Parkin Read e-Books Without a Kindle or Nook skatīts 01.05.2018 https://www.huffingtonpost.com/lisa-parkin/read-ebooks-without-a-kin_b_1357493.html
6. How to Read an ebook: Formats, Devices, Dedicated Readers and iPhone Applications skatīts 01.05.2018 <https://whenihavetime.com/2009/03/10/how-to-read-an-ebook-formats-devices-dedicated-readers-and-iphone-applications/#formats>
7. Kevin Bonsor How Electronic Ink Works skatīts 01.05.2018 <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/e-ink.htm>
8. Julia Layton How Digital Rights Management Works skatīts 01.05.2018 <https://computer.howstuffworks.com/drm2.htm>
9. <https://pkp.sfu.ca/> skatīts 05.05.2018
10. What is a digital object identifier, or DOI? Skatīts 05.05.2018 <http://www.apastyle.org/learn/faqs/what-is-doi.aspx>
11. <http://conferences.rta.lv/> skatīts internetā 05.05.2018
12. <http://journals.rta.lv> skatīts internetā 05.05.2018
13. <http://books.rta.lv/index.php/RTA> skatīts internetā 05.05.2018

KĀPĒC IR NEPIECIEŠAMS TESTĒT E-KOMERCIJAS APLIKĀCIJAS? *WHY TESTING IS IMPORTANT IN THE E-COMMERCE APPLICATION?*

Autors: **Gintars LAZDA**, e-pasts: gintars.lazda@testdevlab.com
Zinātniskais vadītājs: profesors, Dr.sc.ing., **Artis TEILĀNS**, e-pasts: artis.teilans@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

E-komercijas lietojumprogrammas ir tiešsaistes biznesa lietojumprogrammas, kurās lietotāji pārdod un pērk produktus. E-komercija ir programmatūra un biznesa process, kas ļauj uzņēmumiem strādāt, izmantojot digitāli pieejamu internetu. E-komercijas lietojumprogrammām ir dažādi biznesa procesi, piemēram, tiešsaistes līdzekļu pārskaitījumi, mārketingi, krājumu pārvaldība, piegādes ķēdes pārvaldība. Izstrādājot e-komercijas vietni, jāatrod klientam draudzīgi dizaini un funkcijas. Ir svarīgi, lai šīs funkcijas darbotos pareizi un tajās nebūtu kļūdu, lai tādējādi lietotājam būtu patīkama pieredze, jo katrs lietotājs ir potenciālais pircējs, un lai lietotājs no iegādātos kaut ko, ir nepieciešams, lai viņu viss apmierina, tāpēc e-komercijas vietņu pārbaude ir būtiska e-komercijas vietnes attīstības sastāvdaļa.

Pētījuma mērķis: noteikt kāpēc ir nepieciešams testēt e-komercijas aplikācijas

Pētījuma metodes: monogrāfiskā jeb aprakstošā metode

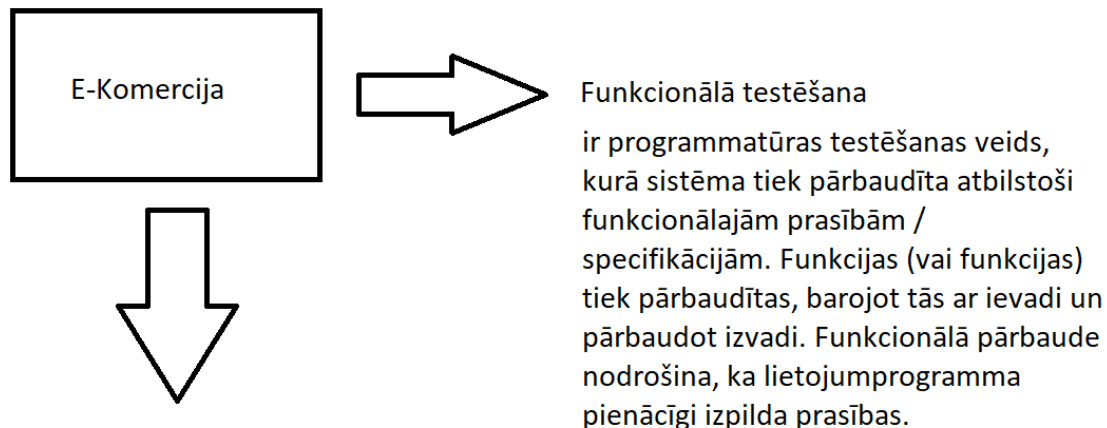
Pētījuma rezultāti un to izvērtējums

E-komercijas lietojumprogrammu pārbaude nodrošina to, ka visas vietnes lapas tiek rūpīgi pārbaudītas, visi e-komercijas darījumi ir droši un apstiprināti, un tagad lietojumprogrammu var dot gala lietotājiem. E-komercijas lietojumprogrammas uzņēmumiem ir ļoti kritiskas. E-komercijas vietnes ir pasaules nākotne, strauji pieaugot, turklāt arī masveidā, tas prasa lielus ieguldījumus, tāpēc tam ir vajadzīgas plašas pārbaudes.

E-komercijas lietojumprogrammas darbojas jau sen, un šajā jomā, ja ieskatāties vēsturē, šajā jomā ir notikušas daudzas neveiksmes. Šīs kļūmes ir radījušas lielus zaudējumus, no kurām varēja izvairīties, izmantojot labākas testēšanas metodes. Lai pārbaudītu lietojumprogrammas lietojamību un cik lietotājam draudzīga tā ir, padariet lietojumprogrammu bez defektiem par iemeslu, kāpēc mēs veicam testēšanu e-komercijas lietojumprogrammā. Uzturēt kvalitātes nodrošināšanas standartus ir arī būtiska programmatūras izstrādes sastāvdaļa, tāpēc, lai redzētu, vai mūsu lietojumprogramma atbilst kvalitātes nodrošināšanas standartiem, kurus mēs pārbaudām.

E-komercijas vietņu pārbaudei ir vajadzīgas zināšanas par tīmekļa testēšanas metodēm. E-komercijas vietņu pārbaudītāji nepārtraukti testē savas vietnes. Testēšana tiek veikta dažādās pārlikprogrammās, tiek pārbaudītas dažādas platformas, tiek pārbaudītas dažādas kombinācijas, kā arī testēšana notiek dažādās ierīcēs. Cilvēki piekļūst e-komercijas vietnēm no daudzām ierīcēm, piemēram, viedtālruniem, planšetdatoriem, datoriem, klēpj datoriem utt. Tāpēc uzņēmumam ir jānodrošina, lai klientiem būtu viengabalaina pieredze visās ierīcēs. Tam ir nepieciešama e-komercijas vietņu un lietojumprogrammu pārbaude.

Tīmekļa vietnes lietotāju pārbaude jāveic attālināti testētājiem, kuri vietnē darbojas kā klienti, meklējot digitālā produkta nepilnības. Ir svarīgi, lai katrs elements no meklēšanas līdz pirkumam tiktu rūpīgi pārbaudīts, ņemot vērā reālās pasaules scenārijus, piemēram, dažādus pārlūkus un platformas. Ir nepieciešams pārbaudīt komercijas aplikāciju gan no funkcionālās testēšanas, gan ne no funkcionālās testēšanas puses (skatīt. 1. attēls).



Nefunkcionālā testēšana

tiek definēta kā programmatūras testēšanas veids, lai pārbaudītu programmatūras lietojumprogrammas nefunkcionālos aspektus (veiktspēja, lietojamība, uzticamība utt.). Tas ir paredzēts, lai pārbaudītu sistēmas gatavību nefunkcionāliem parametriem, kurus nekad neatrisina funkcionālā pārbaude

1.attēls. Atšķirība starp nefunkcionālo un funkcionālo testēšanu

Tāpat nevajadzētu aizmirst kopiju lapā. Vai tas ir skaidri un viegli lasāms? Vai tai ir atbilstošs aicinājums uz rīcību? Vai tas ir pareizi izlabots? Visiem e-komercijas vietnes publiskās sejas elementiem jāveic klientu pieredzes pārbaude.

Lieki piebilst, ka jebkurai e-komercijas vietnei jāatbilst WCAG 2.0 vadlīnijām un jābūt pēc iespējas draudzīgākai un pieejamākai. Tās funkcionalitātei jābūt vienmērīgai, ievadīšanai jābūt vieglai, tai jābūt viegli pieejamai neatkarīgi no platformas un jājūtas droši. Labi izstrādāta un atklūdota e-komercijas vietne ir atslēga uz labklājību interneta tirgū. [1]

Produktu pārlūkošana tiešsaistes veikalos un pasūtīšana tiešsaistē ir tikai viens e-komercijas aspekts. E-komercija ir daudzšķautņains veids, kā veikt uzņēmējdarbību tiešsaistē. Mūsdienās lielākā daļu biznesu izmanto un paļaujas uz e-komerciju. Faktiski e-komercija veicina izmaiņas tradicionālajā tirgū un rada jaunas tendences.

Mainīgās tendences atspoguļojas gandrīz visās uzņēmējdarbības jomās. Tiešsaistes līdzekļu pārskaitīšana, digitālais mārketingas, integrēta krājumu pārvaldība, piegādes ķēdes pārvaldība utt. Ir daži no e-komercijas lietojumprogrammu piemēriem, kas neatgriezeniski mainījuši uzņēmējdarbības veidus. Visas šīs e-komercijas lietojumprogrammas ir ievērojami veicinājušas uzņēmumu ikdienas darbību pārredzamību, reāllaika krājumu pārvaldību, finanses utt. Uzņēmējdarbības vidē. E-komercijas lietojumprogrammas ir padarījušas dzīvi vieglāku un dažos gadījumos pat lētāku.

Izplatīta lieta, kuru jāpārbauda e-komercijas lietojumprogrammās:

- Lietojumprogrammas darbplūsmas pārbaude.

Pilnīgas darbplūsmas pārbaude ietvers:

- Reģistrēšanās vietnē
- Ieeja / Izeja no profila
- Produkta meklēšanas funkcionalitāte
- Filtru lietošana produktu klāstā
- Vietnes šķirošanas funkcija
- Pievienot / noņemt pirkumu grozā
- Atsauksmes par produktiem
- Maksājumu apstrāde
- Pasūtījuma numura un rēķina ģenerēšana
- Lietojumprogrammas funkcionalitāte

Būtībā E-komercijas lietojumprogrammai ir šāda struktūra:

- Galvenās lapas
- Sākumlapa
- Produkta lapa
- Speciālie piedāvājumi
- Vietnes lapa, piemēram, informācija par biznesu
- Produktu veida / kategorijas lapas
- Izstrādājuma lapā ir tādas iespējas kā izmērs, krāsa, tips
- Pastāv šķirošanas funkcija, lai kārtotu izmēru, cenu
- Ir funkcija, ko pievienot grozam vai pievienot vēlmju sarakstam.
- Informācija par produktu ir produkta nosaukums, apraksts
- Produkta attēli
- Informācija, piemēram, funkcijas, salīdziniet ar saistīto produktu
- Pievienot grozam
- Skatīt produktu sarakstu
- Izņemt produktu no saraksta
- Izvēlieties piegādes iespēju
- Maksā skaidrā naudā vai maksājot ar karti

Lai pārbaudītu vietni, ir jāsaprot e-komercijas vietnes funkcionalitāte. Iepriekš minētās funkcijas ir visu e-komercijas vietņu kopīgās iezīmes, taču tās var pielāgot arī biznesa vajadzībām.

E-komercijas vietnes ir ielādētas ar JavaScript spraudņiem, bagātīgiem attēliem, sociālo mediju integrāciju, produktu aprakstu, informatīvajiem video utt. Šīs ir funkcijas, kas uzlabo klientu pieredzi un palīdz apmeklētājiem pārvērsties par klientiem. Šīs vietnes tiek atvērtas vairākos pārlūkos, piemēram, Internet Explorer, Chrome, Firefox, Opera utt. Izstrādātājiem ir jāpārlicinās, ka vietne klientam piedāvā nevainojamu pieredzi neatkarīgi no pārlūka, kuru viņš vai viņa izmanto. Tātad e-komercijas vietņu un lietojumprogrammu pārbaudei vajadzētu būt nepārtrauktam procesam, jo jebkura kļūme uzņēmumam aplaupītu ievērojamus ienākumus.

E-komercijas vietnēm ir jānodrošina, ka rēķini par izstrādājumiem tiek veikti pareizi. Šie uzņēmumi patērētājiem piedāvā dažādas atlaides un kuponus. Dažreiz atlaides tiek paredzētas mērķtiecīgiem patērētājiem, piemēram, tiem, kuri veic noteiktu pirkumu. Norēķinu lietojumprogrammā jāņem vērā viss, kas atkarīgs no izmantotās preces vai pakalpojuma cenas. Tas nodrošinās klientu uzticību un uzticību. Tam ir arī pareizi jāņem vērā piemērojami nodokļi. Pēc tam ir automatizēti procesi, piemēram, rēķinu un e-pasta ģenerēšana, utt., Kas ir norēķinu procesa neatņemama sastāvdaļa. Lai to visu nodrošinātu, uzņēmumam ir jāveic atkārtotas pārbaudes visiem šiem lietojumiem.

Pārbaudiet norēķinu procesu un norēķinu procesu, ņemot vērā šādas lietas:

1. Galīgā maksājamā summa:
 - pārbaudiet, vai cena ir pareiza,
 - vai ir piemērots viss PVN, nosūtīšanas maksa,
 - visi atlaides kodi un vai galīgā summa ir pareiza.
 - Pārbaudi ar izmaiņu veikšanu galīgajā produktu sarakstā,
 - dažādu atlaižu kodu piemērošanu,
 - dažādu apgabalu izvēli, lai redzētu izmaiņas nosūtīšanas maksās.
 - pārbaudiet, vai maksājums tiek apstrādāts pareizi, izmantojot visa veida maksājuma veidus. Tādas metodes kā debetkarte, kredītkarte, neto banku darbība, Paypal.
 - pārbaudiet, izmantojot demonstrācijas karšu numurus un fiktīvos kontus.
 - pārbaudiet arī, vai pasūtījumi tiek atcelti, vai maksājuma ID tiek nosūtīts atpakaļ
 - pārbaudiet rēķina ģenerēšanu un e-pastus, kas tiek nosūtīti, kad tiek veikts maksājums.
 - pārlicinieties arī, vai atmaksas process un e-pasts, atmaksas saņemšana darbojas pareizi.
 - veiciet drošības testēšanu lietojumprogrammā, lai pārlicinātos, ka vietne nav pakļauta nekādām drošības problēmām. Tādas metodes kā SQL injekcijas, ētiskas hacks dažādās lapās, piemēram, Ieiet, Reģistrēties.
 - e-komercijas vietnes un lietojumprogrammas ir vairāk pakļautas drošības un ievainojamības draudiem nekā citas. Tā kā cilvēki izmanto šīs lietojumprogrammas, lai iegādātos produktus, izmantojot savus konfidencialos bankas datus, piemēram, kartes numuru, PIN numuru utt., Ir ārkārtīgi svarīgi, lai vienmēr tiktu pārbaudīta un atjaunināta tādu lietojumprogrammu kā Payment Gateway drošība un ievainojamība. [2]

Taču drošība nav vienīgā problēma. E-komercijas vietņu interaktīvais raksturs prasa pārbaudīt visus šīs mijiedarbības aspektus, sākot no produktu demonstrēšanas līdz iepirkumu grozam un izrakstīšanās procesam. Funkcionalitāte ir veiksmīgas e-komercijas vietnes atslēga. Tas ietver to, kā produkti tiek parādīti, kā tie tiek meklēti un kā tie tiek ievietoti produktu kategorijās. Ir nepieciešami ārkārtīgi klientam draudzīgi dizaini un funkcijas e-komercijas lietojumprogrammās. Tomēr šāds dizains un funkcijas dažkārt var būt pretrunā ar vietnes funkcionalitāti. Tas ir vairāk tāpēc, ka e-komercijas vietnēm noteiktā laika posmā var nākties apstrādāt milzīgu trafika daudzumu, kam seko noteikti iemidzināšanas periodi. Tāpēc ir svarīgi pārbaudīt vietnes funkcionalitāti, kad trafiks ir ļoti liels. Jums jāredz, ka tas saglabā funkcionalitāti ārkārtējā trafika līmenī un tajā pašā laikā tam ir klientam draudzīgs dizains un funkcijas. [3]

Secinājumi

Mazumtirdzniecības nozare ir ļoti nepastāvīga un pastāvīgi attīstās. Pirms e-komercijas vietnes darbības uzsākšanas ir ieteicams izvēlēties pareizas metodes un veikt pareizos testus. Veicot stingru pārbaudi savā e-komercijas vietnē / lietojumprogrammā, jūs noteikti varat samazināt kļūdu skaitu, kas rodas, kad vietne tiek padarīta tieša klientiem, kas palīdzēs klientam izvēlēties jūsu vietni, nevis jūsu konkurentu.

Summary

E-commerce applications are online business applications where users sell and buy products. E-commerce is a software and business process that allows businesses to work through the digitally accessible Internet. E-commerce applications have various business processes such as online funds transfers, marketing, inventory management, supply chain management. When designing an e-commerce site, you need to find customer-friendly designs and features. It is important that these features work properly and are error-free, so that the user has a pleasant experience, because every user is a potential buyer, and in order for the

user to buy something, they need to be satisfied, so testing e-commerce sites is important e-commerce site development component.

The retail industry is very volatile and constantly evolving. Before starting an e-commerce site, it is recommended that you choose the right methods and perform the right tests. By doing a rigorous check on your ecommerce site / application, you can definitely reduce the number of errors that occur when a site is made direct to customers, which will help the customer choose your site rather than your competitor.

Izmantotās literatūras un avotu saraksts

1. <https://www.testbytes.net/blog/important-to-test-ecommerce-application/>
2. <https://www.softwaretestingclass.com/e-commerce-testing-why-is-testing-important-in-the-e-commerce-application/>
3. <https://bugwolf.com/blog/the-importance-of-testing-ecommerce-sites>

ERP SISTĒMU ANALĪZE UN SISTĒMU APRAKSTS ERP SYSTEMS ANALYSIS AND DESCRIPTION OF SYSTEMS

Autors: **Rihards LUDBORŽS**, e-pasts: rihardsludborzs@inbox.lv
Zinātniska darba vadītājs: **Pēteris GRABUSTS**, Dr.sc.ing. profesors, e-pasts:
peteris.grabusts@ru.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract: *In this article, I will briefly describe what business management systems are and what is that different from the others systems. Today, this system is called the “Enterprise Resource Planning Systems”. The purpose of this article is to look into the substance of the ERP systems and to identify the benefits of using the ERP systems.*

Keywords: *Business management systems, Business process optimization, Enterprise Resource Planning system.*

Ievads

ERP ir programmatūra, kas ļauj uzņēmumiem automatizēt un integrēt daudzus biznesa procesus, koplietojot kopīgu datu bāzi un uzņēmējdarbības praksi visā uzņēmumā un sniegt informāciju reāllaikā.¹

Daudzas resursu plānošanas sistēmas ir svarīgas uzņēmumiem, jo tās ievērojami palīdz īstenot resursu plānošanu pareizi, integrējot visus procesus, kas nepieciešami uzņēmuma darbībai, lai vadītu un organizētu tā procesus efektīvi. ERP sistēmā ļauj integrēt krājumu iegādi, produkta pārdošanu, finanšu sistēmu, atskaišu sistēmu, cilvēkresursu pārvaldības sistēmu, lietvedības uzskaites sistēmu, kas ļoti pozitīvi ietekmē uzņēmumu, optimizējot procesus un piekļuvi, jo visas sistēmas tiek integrētas vienā veselā sistēmā.

ERP sistēmu izmantošana ir lielisks veids kā uzlabot uzņēmuma potenciālu un samazināt izmaksas. ERP ir biznesa procesu optimizācijas sistēma, kas ietver sevī finanšu un vadības grāmatvedību, noliktavu un ražošanas pārvaldību, personāla un projektu vadību. Centralizētā sistēma uzkrās datus un pārskatāmi atspoguļos izvēlētajos moduļos. Informācijas sistēma var būt integrēta ar jau esošajām sistēmām, tādējādi saglabājot jau esošo datu vēsturi. ERP sistēma darbojas uzņēmuma iekšienē, līdz ar to dati būs pieejami visiem darbiniekiem, kuriem ir piekļuve sistēmai.

Sistēmas apraksts

Izmantojot ERP programmatūru, katrai nodaļai joprojām paliek sava sistēma, bet tām sistēmām var piekļūt, izmantojot vienu lietojumprogrammu ar vienu saskarni. ERP programmatūra ļauj arī dažādām struktūrvienībām vieglāk sazināties un apmainīties ar informāciju. Tā apkopo informāciju par dažādu nodaļu darbību un stāvokli, padarot šo informāciju pieejamu citām nodaļām, kuras to var izmantot.²

ERP programma ļauj visus šos dažādos procesus apvienot zem viena jumta, dodot iespēju dažādām uzņēmumu daļām darboties vienā sistēmā. Piemēram, preču pasūtījums, ko veicis kāds no darbiniekiem, var automātiski tikt pārvērsts par saņemšanas pavadzīmi un apmaksāts, tādējādi ietaupot darbinieku laiku un samazinot iespēju kļūdīties.

ERP ne tikai sniedz iespēju uzlabot darbinieku darbu, bet ļauj sekot līdzi dažādiem procesiem un tos uzlabot. Piemēram, ja agrāk pārdevējam, pirms pircējam nosaukt precīzu

¹ Heizer J., Render B (2004) Operations Management 540. lpp

² OLIVIA LABARRE (Sep 12, 2019) Enterprise Resource Planning
<https://www.investopedia.com/terms/e/erp.asp>

piegādes datumu, bija jāpiezvana uz noliktavu un jāpajautā, vai esošās preces vispār atrodas noliktavā, tad, ieviešot ERP, pārdevējs pats var pārbaudīt, vai noliktavā ir brīvas preces un tās norezervēt. Rezultātā tiek uzlabots pārdošanas process.

ERP sistēmas sastāv no dažādiem moduļiem jeb daļām, kuras var savstarpēji kombinēt, tāpēc uzņēmumam ir iespējams izvēlēties sev piemērotāko attiecīgajam attīstības posmam. Varētu teikt, ka tas ir kā konstruktors ar daudz detaļām – var izmantot tikai vienu vai divas, bet var arī sistēmu būvēt lielāku un funkcionālāku.¹

ERP pielietojums Latvijas un starptautiskajā mērogā

Biznesa tehnoloģiju izstādes un konferences “RigaCOMM 2018” laikā tika apkopotas pieejamās un izmantojamās ERP sistēmas Latvijā.

Tirgū ir pieejamas gan starptautiska mēroga, gan Latvijā izstrādātas ERP sistēmas. Katra no tām atšķiras ar savu funkcionalitāti, piemēroību lielākiem vai mazākiem uzņēmumiem, kā arī sarežģītības pakāpi ieviešanai un pielāgošanai biznesa procesu pārvaldībai.²

Latvijas mēroga ERP sistēmas: VISMA Horizon, Ozols, Moneo, Kentauris Integra, Norgate, GrinS 5, Ankravs un FinaWin.



1. attēls Latvijas mēroga ERP sistēmas³

Šīs ir sistēmas, kuras jau labu laiku darbojas Latvijā un ir pierādījušas sevi konkrētā nišā. Par ERP tās var saukt pietiekami plašās funkcionalitātes dēļ, tomēr tām pietrūkst citu ERP nepieciešamo komponentu – daudzvalodības, citu valstu likumdošanas atbalsts, mērogošana starptautiskā līmenī, kā arī funkcionalitāte bieži ir seklāka un šaurāka nekā pasaules mēroga sistēmām. Arī lietotāju un instalāciju skaits tām ir krietni mazāks, ar ko arī izskaidrojams funkcionālās daudzveidības trūkums.⁴

Starptautiska mēroga ERP sistēmas: Microsoft Dynamics NAV, Microsoft Dynamics 365, 1C, Oracle E-Business Suite, Oracle Fusion Cloud Applications, SAP Business ByDesign, SAP Business One, SAP Business All-in-One (S4), HansaWorld Standard ERP, Epicor ERP, Epicor iScala, webERP, Sage X3, QAD, Monitor ERP System, IFS, Odoo, Directo un Infor.



2. attēls. Starptautiska mēroga ERP sistēmas⁵

Tās kā likums ir izstrādātas ārpus Latvijas, tām ir plašs izplatītāju un ieviesēju tīkls visā pasaulē, tās atbalsta daudzvalodību un daudzu valstu likumdošanas. Šajā sadaļā redzami nosaukumi patiesībā iekļauj vairākas sistēmas zem katra no tiem. Piemēram, Microsoft

¹ Kas ir ERP jeb resursu vadības sistēma? (2014) <https://www.visma.lv/blogs/kas-ir-erp-jeb-resursu-vadibas-sistema-2/>

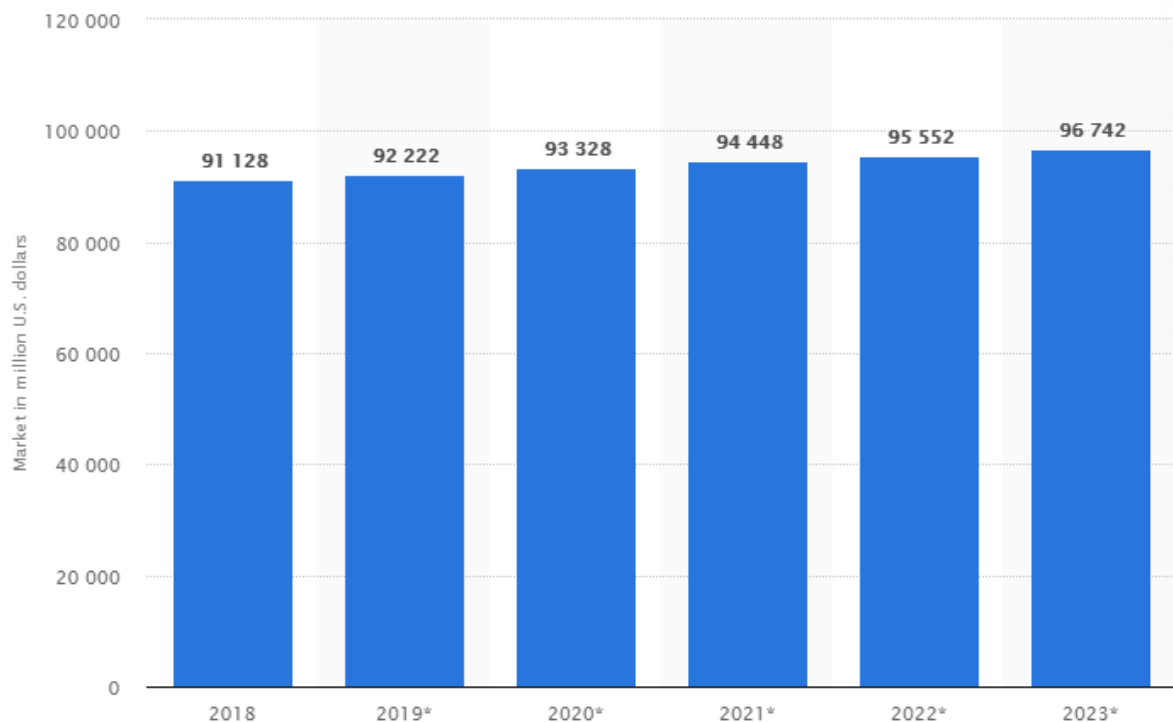
² Andris Breške (2018) <https://rigacomm.com/lv/erp-sistemas-latvija/>

³ Arturs Gedvillo (2017) <https://www.gedvillo.com/blogs/params/post/1351648/kadas-erp-sistemas-pieejamas-latvija>

⁴ Turpat.

⁵ Turpat.

Dynamics saimē ir Dynamics AX, Dynamics NAV un tagad jaunais Dynamics 365. SAP saimē ir ByDesign, Business One un Business All-in-One. Utt. Kā reģionālās var uzskatīt 1C, kas ir ļoti populāra krieviski runājošās valstīs, un Hansaworld, kas vairāk ir pazīstama Skandināvijā.¹



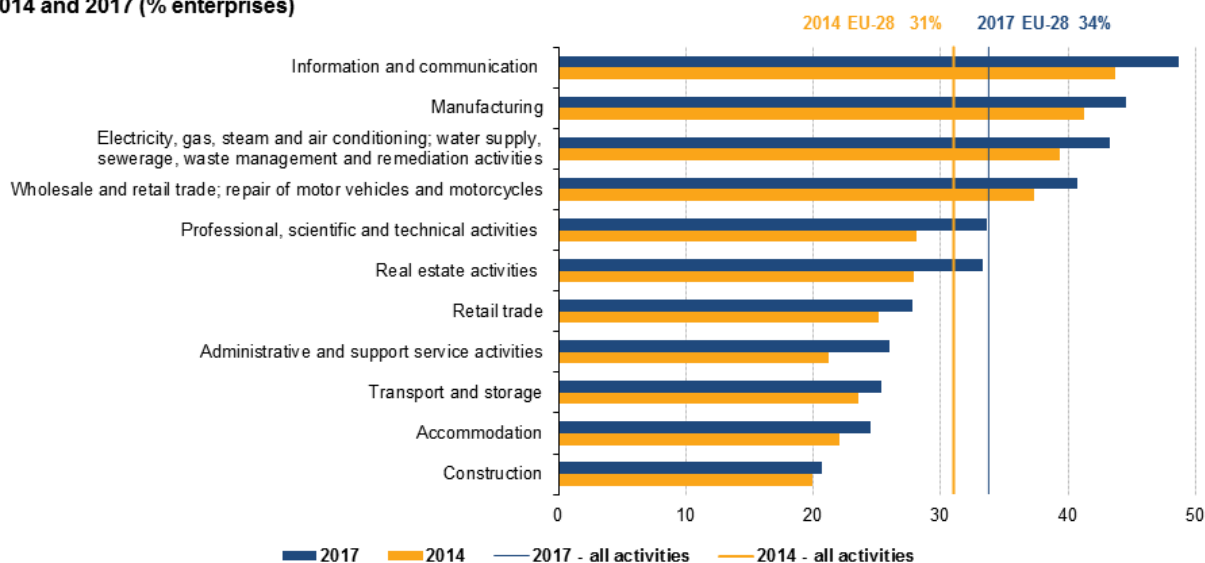
3. attēls Uzņēmumu resursu plānošanas programmatūras tirgus ieņēmumi visā pasaulē 2018. – 2023. gadam²

Attēlā Nr. 3 atspoguļoti naudas ieņēmumi ASV dolāros no 2018. gada līdz 2023. gadam, kur vērojams šo ieņēmumu mērens pieaugums. Pēc darba autora domām, tas liecina par to, ka mūsdienu informācijas tehnoloģiju tirgus attīstās katru gadu un tirgus ieņēmumi liecina par to, ka informācijas un tehnoloģiju tirgū ir pieprasījums pēc ERP sistēmām. No 2018. gada līdz 2023. gadam prognozējams pieaugums sastāda aptuveni 5,614 miljonus ASV dolāru.

¹ Turpat.

² Statista <https://www.statista.com/statistics/605888/worldwide-enterprise-resource-planning-market-forecast/>

Enterprises using resource planning software applications (ERP), by economic activity, EU-28, 2014 and 2017 (% enterprises)



Source: Eurostat (isoc_eb_iip)

eurostat 

4. attēls ERP sistēmas izmantošana uzņēmumos 2017. gadā¹

Šajā attēlā ir apkopota statistikas informācija par informācijas un komunikācijas tehnoloģijām, ko izmanto uzņēmumi Eiropas Savienībā. Šīs tehnoloģijas ir kļuvušas par uzņēmumu darbības neatņemamu sastāvdaļu, kas būtiski ietekmē uzņēmumu darbību kopumā, palīdz organizēt iekšējo komunikāciju uzņēmumā, kā arī ar biznesa partneriem un klientiem. 4. attēlā Eurostata statistikas dati atspoguļo informāciju par ERP sistēmas izmantošanu dažādās nozarēs, kur būtisks šo sistēmu izmantošanas pieaugums vērojams no 2014. gada līdz 2017. gadam informāciju un komunikāciju nozarē, ražošanas sektorā, mazumtirdzniecībā, profesionālo, zinātnisko un tehnisko pakalpojumu nozarēs.

Praktiskā izmantošana Odoo Open Source ERP

Odoo Open Source ERP un CRM ir atvērtā pirmkoda biznesa vadības sistēma, kas ietver finanšu un vadības grāmatvedību, noliktavu un ražošanas pārvaldību, personāla un projektu vadību. Salīdzinot ar grāmatvedības programmām Odoo Open Source ERP un CRM aptver ievērojami plašāku funkcionalitāti un tā ir viegli pielāgojama, dodot iespēju papildināt tās esošos un izstrādāt pilnīgi jaunus modulus.

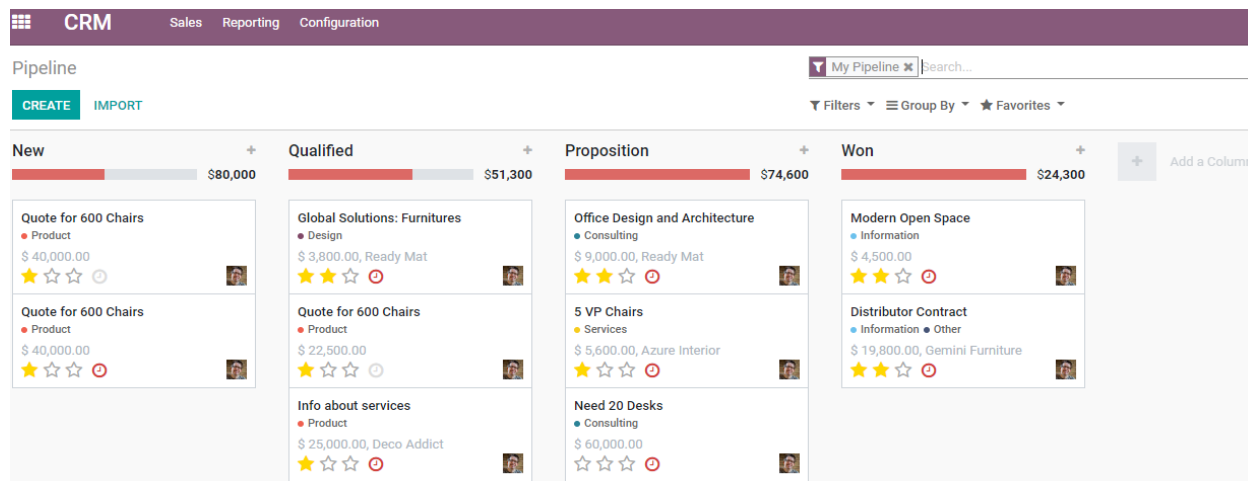
Pirmais Odoo Open Source ERP un CRM ieviešanas posms ir standartizēto funkciju ieviešana un sistēmas pielāgošana. Pēc pareizās pieslēdzamo moduļu konfigurācijas un pietrūkstošās funkcionalitātes izstrādes sistēma ļaus izmantot ļoti plašu funkciju spektru, kuras nepieciešamas klientam, piemēram, CRM modulis, kas tiek atšifrēts kā Customer Relationship Management jeb klientu attiecību pārvaldība. Programmatūra palīdz uzglabāt un sistematizēt datus par klientiem, pieteikumiem un darījumiem. Informācija apkopota ērtās “kartītēs”:

- vārdi;
- kontaktpersonas;
- pirkumi;
- līgumi;

¹ https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/E-business_integration

- rēķini un maksājumi.

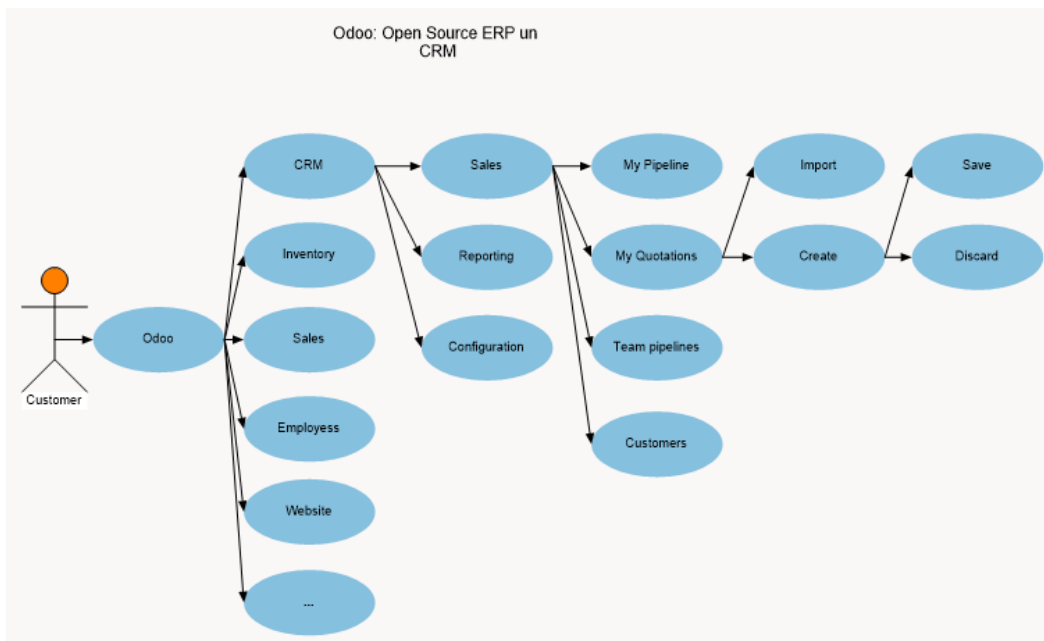
Šeit hronoloģiskā secībā glabājas visa darba vēsture ar pasūtītāju, vēstules un zvanu ieraksti. Turklāt sistēma automatizē procesus un palīdz menedžerim, katrā pārdošanas posmā - atgādina piezvanīt klientam, noformēt dokumentus pēc veidnes, piegādā rēķinus, izveido analītiskus pārskatus, nosūta īsziņu, veic uzdevumus un kontrolē to izpildi. Kartīšu sistēma atspoguļota 5. attēlā.



5. attēls CRM pirmskats (autora veidots)

Programmatūrā iespējams izveidot jaunu “kartīti”, lai to izdarīt ir jānospiež “CREATE”, kad “kartīte” ir izveidota, to ir iespējams rediģēt, nospiežot “EDIT”. Pievienojot kartītē nepieciešamo informāciju, kas var būt klients, projekta paredzētos ieņēmumus, paredzēto aizvēršanās termiņu u.c. Tādējādi varēs sekot līdzi izpildes termiņiem un patērētajiem resursiem. Pēc interesenta ievadīšanas sistēmā to var piešķirt konkrētam pārdevējam. Kad interesents tiek izmantots pārdošanas procesā, pārdevējs var pārvietot interesentu no vienas stadijas uz citu (piemēram, no New Lead - > Qualification - > Proposal - > Won Opportunity), vienkārši velkot un noņemot to uz nākamo posmu.

Odoo CRM ļauj importēt excel un csv formāta failus, kurā ievadītas visas aktivitātes. Šī funkcija atvieglo darbību ar “kartīšu” veidošanu. Varat arī automatizēt potenciālo klientu piekļuvi, integrējot sistēmā savas vietnes kontaktinformācijas veidlapas un/vai VoIP tālruņus, ievērojami samazinot darbu.



6. attēls Odoo: Open Source CRM lietojuma diagramma (autora veidota)

Odoo: Open Source CRM sastāv no 3 nodaļām:

- Odoo: Open Source CRM sākulapa jeb “my pipeline” – šajā nodaļā attēlota galvenā informācija par uzņēmuma darbību, piemēram, darbības ar klientiem (īzsiņas, tikšanās, zvani u.c.);

- Sales nodaļas apakšnodaļā “my quotations” tiek attēloti visi darījumi, kas saistīti ar klientiem, kur automātiski var izveidot rēķinu un nosūtīt to klientam;

- Sales nodaļas apakšnodaļā “team pipelines” ir atspoguļoti un sagrupēti kontinentu, reģionu, valstu darījumi ar klientiem un klientu rēķini, kā arī pieejamie darījumi ar partneriem.

- Sales nodaļas apakšnodaļā “customers” pieejama informācija par fiziskām un juridiskām personām, kur atspoguļota šo personu reģistrācijas dati, piemēram e-pasti, adreses, potenciālie un faktiskie darījumi u.c. informācija.

- Sales nodaļas apakšnodaļā “my quotations” ir iespējams izveidot jaunu darījumu, izvēloties “create”, lai izveidotu jaunu darījumu, kur tiks norādīta informācija par klientu (rēķina un piegādes adrese), kā arī informācija par precī - pakalpojumu vai produktu (daudzums, cena, nodokļi, piegādes izmaksas un atlaides).

- Sales nodaļas apakšnodaļā “my quotations” ir iespējams importēt failus no excel formāta, izvēloties “import”.

- Sales nodaļas apakšnodaļā “my quotations” ir iespējams izveidot jaunu darījumu, izvēloties “create”, lai šo darījumu saglabātu ir jānoklikšķina “save”, bet, lai atceltu darījumu jānoklikšķina “discard”.

Summary

The ERP software refers to the “heavy” software category, which requires a very high amount of time when it is introduced, because it is a time – consuming process and needs to spend a long time on the configuration before the software begins to function. Despite the potential and profitability of ERP software for business and development, the cost of the configuring and installing this software are high for Latvian companies. For the growth and development of the company, it is necessary to understand in detail with the ERP system can give to the company, what objectives will be achieved and what impact can be shown on the

profitability of the company and on the cost – of – production. It should be borne in mind that the cost of the ERP system could not be more expensive than the costs of the whole company.

Secinājumi

1. ERP sistēmas ir noderīgas gan lieliem, gan maziem uzņēmumiem, neatkarīgi no to darbības veida. Tiek uzskatīts, ka resursu plānošanas sistēmu uzņēmumā var ieviest, ja uzņēmumā strādājošo daudzums sastāda vismaz 10 cilvēki.
2. Enterprise Resource Planning systems (ERP) jeb resursu plānošanas sistēmas ievērojami uzlabo uzņēmumu darbību, optimizējot procesus, tādējādi samazina laika neracionālu izmantošanu procesu un starpprocesu laikposmā. Tās izmantošanas ieguvumi ir operatīva un precīza informācijas apmaiņa starp uzņēmuma nodaļām, tiek arī ērti pārraugāmi un analizējami notiekošie procesi uzņēmumā.
3. ERP tirgus ieņēmumi pasaulē aug, no 2018. gada līdz 2023. gadam prognozējams pieaugums sastāda aptuveni 5,614 miljonus ASV dolāru, tā ir diezgan jauna IT tirgus daļa, kura ik gadu attīstās.
4. Mūsdienās ERP sistēmas tiek ieviestas dažādās nozarēs, sākot no ražošanas nozarēm un beidzot ar pakalpojumu sniegšanas nozari, kas liecina par to, ka ERP sistēmām ir pieprasījums.

Literatūras un avotu saraksts

1. Heizer J., Render B (2004) Operations Management 540. lpp, sk. 06.04.2020
2. LABARRE O. (Sep 12, 2019) Enterprise Resource Planning <https://www.investopedia.com/terms/e/erp.asp>, sk.06.04.2020
3. Kas ir ERP jeb resursu vadības sistēma? (2014) <https://www.visma.lv/blogs/kas-ir-erp-jeb-resursu-vadibas-sistema-2/>, sk. 06.04.2020
4. Breške A. (2018) <https://rigacomm.com/lv/erp-sistemas-latvija/>, sk. 06.04.2020
5. Gedvillo A. (2017) <https://www.gedvillo.com/blogs/params/post/1351648/kadas-erp-sistemas-pieejamas-latvija>, sk. 06.04.2020
6. Statista (2019) <https://www.statista.com/statistics/605888/worldwide-enterprise-resource-planning-market-forecast/>, sk. 06.04.2020
7. Odoo CRM (2020) <https://www.odoo.com/page/crm>, sk. 06.04.2020
8. Manage your customer pipeline with Odoo CRM (2019) <https://www.bistasolutions.com/resources/blogs/features-of-odoo-crm-module/> sk. 06.04.2020.

ATTĀLINĀTA DARBA IESPĒJAS IT NOZARĒ 2020 REMOTE JOB OPPORTUNITIES IN THE IT SECTOR 2020

Autore: **Simona MAZUSTĒRNINIECE**

e-pasts: simonamazusterniniece@gmail.com

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

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

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. Remote work is becoming more and more popular today. Various types of technical solutions are available to contribute remote work development. At present, remote work has become more relevant due to the limits of the Covid-19 pandemic. Some sectors are prominent leaders and often work remotely, mainly IT representatives, advertising and marketers, designers, translators and others. Working remotely, IT industry uses platforms such as Skype, Zoom, Microsoft Teams, etc. for communication among colleagues. The main advantage of remote work is possibility to better plan personal and working time, while the main shortcomings are the lack of corollary in person with colleagues.

Keywords: employees, IT industry, technology, remote work.

Ievads

Attālināts darbs mūsdienās kļūst arvien populārāks un ir pieejami dažāda veida tehniski risinājumi, kas sekmē attālināta darba attīstībai. Dažās nozarēs darbinieki izteikti bieži strādā attālināti, piemēram: IT pārstāvji, reklāmas un mārketinga speciālisti, dizaineri, tulkotāji un citi. Strādājot attālināti, darbiniekiem ir iespēja labāk un brīvāk plānot personīgu un darba laiku, protams eksistē arī trūkumi, piemēram, komunikācijas trūkums ar kolēģiem.

Attālināts darbs pēdējos gados kļūst aktuālāks, jo ar mūsdienu tehnoloģiju palīdzību ir iespējams veikt darba pienākumus attālināti, arī moderna darbinieka tēls – ambiciozs cilvēks, kurš nevēlas “būt ielikts konkrētos rāmjos”, bet vēlas strādāt sev ērtā laikā un apstākļos.

Tēmas aktualitāte – pašlaik Latvijā un Eiropā, Covid-19 pandēmijas dēļ, cilvēku darbs notiek attālināti, lai mazinātu riskus inficēties ar vīrusu. Autore uzskata, ka pašlaik attālināta darba iespēja pievērta vislielāko sabiedrības uzmanību.

Bet strādājot attālināti var rasties gan tehniski traucējumi, gan ierobežots komunikācijas apjoms ar kolēģiem un klientiem, kas var radīt nepilnības darba pienākumu izpildē. Tāpēc autore nolēma detalizētāk izpētīt attālināta darba iespējas 2020. gadā.

Darba mērķis: veikt attālināta darba izpēti un analīzi IT nozarē.

Mērķa sasniegšanai tika izvirzīti **šādi uzdevumi:**

1. Izpētīt attālināta darba teorētiskus aspektus;
2. Izstrādāt attālināta darba raksturojumu IT nozarē;
3. Izpildīt IT darbinieku aptauju par attālināta darba iespējām;
4. Izpildīt aptaujas rezultātu analīzi;
5. Izdarīt secinājumus un izstrādāt priekšlikumus.

Pielietotās metodes: monogrāfiskā metode, loģiski-konstruktīvā metode, aptauja, aptaujas rezultātu analīze.

Attālināta darba teorētiski aspekti

Attālināts darbs - kad darbinieks strādā attālināti, piemēram, no mājas un sazinājās ar uzņēmumu, pielietojot e-pastu, tālruni vai citus komunikācijas rīkus. [1]

Uzņēmumu vadības stili arī pielāgojas attālināta darba popularitātes pieauguma dēļ. Vieni no izteiktiem attālināta darba pārstāvjiem ir IT speciālisti, reklāmas un mārketinga darbinieki, dizaineri, tulkotāji un radošie darbinieki. Tāpat arī vispieprasītākās attālinātas profesijas pārstāvji ir programmētāji, kopiraiteri, žurnālisti, tulkotāji, dizaineri, ilustratori, tekstu salicēji, programmatūras testētāji un zvanu centru operatori. Attālinātu darbu var apgūt cilvēki bez speciālām zināšanām. [2]

Ja ir labi izplānots attālināts darbs, tas ir ieguvums gan darbiniekam, gan darba devējam. Attālināts darbs kļūst arvien izplatītāks, arī pieaug darba pienākumu skaits, kurus var pildīt attālināti. Pakalpojumu dažādība, digitalizācija un jauna darba kultūra kardināli maina kā sabiedrība veic savus darba uzdevumus mūsdienās. [3]

Ir pieejamas dažādas platformas, kas ļauj veikt komunikāciju attālināti, piemēram, *Skype*, *ZOOM*, *Cisco Webex*, *Wire*, *Google hangouts*, *MS Office 365 Enterprise Teams*, utt. [4]

Strādājot attālināti IT nozarē, datu drošība ir ļoti būtiska. Drošu pieslēgumu organizācijas infrastruktūrai var nodrošināt caur *VPN*. Var izmantot gan komerciālus risinājumus, gan arī brīvpieeju programmatūru (piem., *Wireguard*, *OpenVPN*). Būtiski aspekti, kuriem jāpievērš uzmanība, analizējot esošā *VPN* risinājuma drošību vai ieviešot jaunu risinājumu:

1. Uguns mūrī jāatstāj atvērti tikai tie porti, kas nepieciešami *VPN* darbam;
2. Lietotāju autentifikācija obligāti jāveic, izmantojot sertifikātus, kurus vajadzētu papildināt arī ar otru autentifikācijas faktoru (piemēram, paroli vai kodu ģeneratoru);
3. Iespējot *VPN* žurnālfailu veidošanu (*logging*) un veikt pastāvīgu sistēmas novērošanu;
4. Ja ir zināms, ka visi darbinieki atrodas Latvijā, var uguns mūrī aizliegt piekļuves no ārvalstīm (var izmantot ģeolokāciju vai Latvijas *IP* adreses).

Ja tiek plānots izdalīt darba datorus līdzņemšanai uz māju, datoros jāsakonfigurē iestatījumi kā automātiskas pieslēgšanas pie organizācijas *VPN* tīkla. Datoros jābūt ieslēgtam uguns mūrī, jo atkarībā no darbinieku tīkla konfigurācijas mājās, datori var kļūt pieejami no Interneta.

Gadījumā, ja nav paredzēts izdalīt datorus līdzņemšanai, iespējams šāds variants:

1. Lietotāji izmanto savas privātās ierīces, lai izveidotu savienojumu ar organizācijas *VPN* tīklu;
2. Caur *VPN* savienojumu lietotāji pieslēdzas pie saviem darba datoriem, izmantojot *Remote Desktop*, *VNC* vai citu līdzīgu tehnoloģiju;
3. Lietotāji attālināti strādā uz sava darba datora, un, ja jāpieslēdzas iekšējiem resursiem, veic to (attālināti) no sava darba datora.

Šajā gadījumā organizācijai ir jāievieš *VPN* risinājums, darba datoros jāiespējo izvēlētais attālinātās piekļuves risinājums un jāizplata lietotājiem pieejas dati ar instrukciju, kā nodrošināt drošu pieeju darba datoram no savas personīgas ierīces.

Šīs shēmas priekšrocības ir salīdzinoši ātra ieviešana un labāka drošība (jo iekšējie resursi netiek padarīti publiski pieejami un lietotāju personīgajos datoros netiek instalēta darba vajadzībām nepieciešama programmatūra, kā arī uz tiem netiek saglabāti darba vajadzībām nepieciešami dati).

Aprakstīto konfigurāciju var daļēji aizvietot ar *Guacamole* vai līdzīgu risinājumu, kas strādā kā apvienota *Remote Desktop* un *VPN* vārteja. Tas atvieglo pieslēgšanas procesu lietotājiem, jo nav jāinstalē vai jākonfigurē *VPN* un *Remote Desktop*, - lietotāji varēs piekļūt pie saviem darba datoriem (ofisā) caur interneta pārlūku. Būtu jāapzina iespējamie riski, ja darbinieki izmanto ierīces, kas nav iestādes pārziņā, un kuras līdz ar to nav konfigurētas atbilstoši iestādes IT drošības politikai.

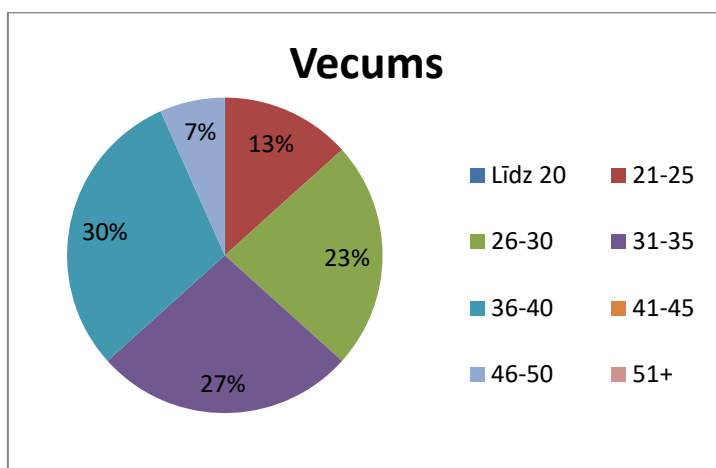
Vēlams informēt darbiniekus par personīgo iekārtu IT higiēnu – nevērt vaļā nezināmas saites, izvairīties no dažādu multivides datņu (filmas, spēlēs, utt.) lejupielādes, uzstādīt antivīrusa programmatūru un veikt visus nepieciešamos atjauninājumus gan operētājsistēmai, gan programmatūrai, tādā veidā nodrošinot drošību. [4], [6-7].

Attālināta darba iespējas IT nozarē aptauja un datu interpretācija

Pētījuma ietvaros tika veikta aptauja „Attālināta darba iespējas IT nozarē”. Aptaujas mērķis bija noskaidrot IT nozarē strādājošo personu viedokli par attālinātu darbu. Uz jautājumiem atbildēja 30 personas, kas strādā IT nozarē, bet ne visas šīs personas ir programmētāji, tajā skaitā ir sistēmanalītiķi, projektu vadītāji, testētāji, personāldaļas speciālisti un citu amatu pārstāvji. Aptauja tika veidota, pielietojot *Google* formu, kas tika elektroniski iesūtīta aptaujas respondentiem. Aptaujā tika iekļauti 10 jautājumi, divi no tiem bija vispārīgi, par dzimumu un vecumu.

Aptauju aizpildīja sešas sievietes jeb 20% no aptaujātajiem un 24 vīrieši jeb 80% no aptaujas dalībniekiem. Saskaņā ar 2018. gada pētījuma datiem par nodarbinātību Latvijā, IKT jomā strādājošo dzimumu īpatsvaru veido 85,6% vīrieši un 14,4% sievietes. Tendences strauji mainās, sievietes aizvien vairāk vēlas iesaistīties IT jomā. [5] Līdzīgs procentuālais sadalījums vērojams arī aptaujā ar 30 personām, kā arī visticamāk sievietes šajā nozarē ieņem amatus - personāldaļas speciālisti, projektu vadītāji, retākos gadījumos, - programmētāji.

Vecumi aptaujā bija sadalīti 8 grupās ar soli 5 gadi, kā redzams 1. attēlā, grupa “līdz 20 gadiem”, “no 21 līdz 25 gadiem”, utt. Virs 51 gadam nepiedalījās neviena persona. Savukārt, vecumā no 21 līdz 25 gadiem ir 13% no aptaujātajiem, no 26 līdz 30 gadiem 23 %, no 31 līdz 35 gadiem ir 27%, no 36 līdz 40 gadiem 30%, no 46 līdz 50 ir 7% respondentu (skat. 1. attēlu). Pēc šiem rezultātiem redzams, ka lielākoties IT nozarē strādā cilvēki līdz 40 gadiem.



1. attēls. Respondentu vecums (autores veidots)

Tālāk sekoja jautājums par to, vai strādājot IT nozarē nākas saskarties ar attālinātu darbu. 97% respondentu atzina, ka nākas saskarties ar attālinātu darbu, bet 3% ar šādu darba veidu nesaskaras (1 respondents).

Nākamais jautājums bija par to, kādos gadījumos personas strādā attālināti. Kā redzams 1. tabulā, 63% atzīst, ka attālināti strādā tikai ārkārtas situācijas gadījumos, kā, piemēram, pandēmijas apstākļos. 17% no respondentiem attālināts darbs ir viņu ikdiena. Daudz mazāks skaits atzīst, ka nekad nestrādā attālināti vai arī strādā attālināti komandējumos vai gadījumos, saistītos ar personisko dzīvi (skat. 1. tabulu). Pamatojoties uz šiem rezultātiem, var secināt, ka lielākoties IT nozares pārstāvji, tomēr strādā ofisā.

Tālāk sekoja divi diezgan līdzīgi jautājumi, par to kādas platformas tiek izmantotas saziņai ar kolēģiem un otrs jautājums, kādas platformas tiek izmantotas saziņai ar klientiem (skat. 2. tabulu). Šajos divos jautājumos atbilžu skaits ir lielāks nekā 30 atbildes, jo respondenti varēja atzīmēt vairākus atbilžu variantus. Visbiežāk respondenti izmanto *Skype* saziņai ar kolēģiem - 73% un 57% - saziņai ar klientiem. 19% respondentu vispār nesazinās ar klientiem, viņu amata specifikas dēļ. Daudz retāk tiek izmantots *Zoom*, *Microsoft Teams*, *Whatsapp* un citas platformas/ aplikācijas.

1. tabula

Aptaujas rezultāti: kādos gadījumos IT speciālisti strādā attālināti (autores veidota)

<i>Situācija, kurā strādā attālināti</i>	<i>Respondentu skaits</i>	<i>Respondentu skaits procentos</i>
Tā ir mana ikdiena	5	17%
Tikai ārkārtas situācijas gadījumos, kā, piemēram, tagad	19	63%
Ļoti retos gadījumos, kad vēlos pārmaiņas ikdienas rutīnā	2	7%
Nekad, vienmēr izvēlos strādāt ofīsā	1	3%
Komandējumos	1	3%
Gadījumos, kas ir saistīti ar personīgo dzīvi	2	7%
Kopā	30	100%

2. tabula

Aptaujas rezultāti: izmantojamas attālināta darba platformas (autores veidota)

Platformas saziņai ar kolēģiem			Platformas saziņai ar klientiem		
<i>Platformas nosaukums</i>	<i>Respondentu skaits</i>	<i>Respondentu skaits (%)</i>	<i>Platformas nosaukums</i>	<i>Respondentu skaits</i>	<i>Respondentu skaits (%)</i>
<i>Skype</i>	28	73%	<i>Skype</i>	21	57%
<i>Zoom</i>	2	5%	<i>Zoom</i>	3	8%
<i>Microsoft Teams</i>	3	8%	<i>Microsoft Teams</i>	2	5%
<i>Whatsapp</i>	3	8%	<i>Whatsapp</i>	2	5%
<i>Discord</i>	1	2%	<i>Google meet</i>	1	3%
<i>Slack</i>	1	2%	<i>Nesazinos ar klientiem</i>	7	19%
<i>Hangout</i>	1	2%	<i>Hangout</i>	1	3%
Kopā	39	100%	Kopā	38	100%

“Kādas, Jūsaprāt, ir attālināta darba priekšrocības?” - tāds bija jautājums, uz kuru bija jāatbild respondentiem (skat. 3. tabulu). Šajā jautājumā netika doti atbilžu varianti, respondenti varēja brīvi izteikties. Respondentu viedokļi tika sadalīti 5 grupās, jo tika iesniegti līdzīgi viedokļi. 47% respondenti uzskata, ka priekšrocība ir laika ietaupījums, ekonomējot laiku nebraucot uz darba un atpakaļ. Kā arī nerodas vajadzība pēc transporta un ir iespējams paņemt pārtraukumu sev ērtā laikā. 30% atzīst, ka ir vieglāk koncentrēties, strādājot mājās, ir iespēja efektīvāk saplānot laiku un ir patīkamāk plānot savu laiku. Tikai 3% respondentiem šķiet, ka attālinātam darbam nav priekšrocību.

Kā nākamais jautājums tika uzdots: „Kādi, Jūsaprāt, ir trūkumi strādājot attālināti?”. Šajā jautājumā netika doti atbilžu varianti, respondenti varēja brīvi izteikties (skat. 4. tabulu). Respondentu viedokļi tika sadalīti 6 grupās. 47% respondentu pauda viegli, ka nav ērta komunikācija ar kolēģiem, nav iespējas jebkurā brīdī viņus satikt un apspriest darba jautājumus. Tomēr cilvēkiem ir svarīga komunikācija reālajā dzīvē, tādi komunikācijas rīki kā *Whatsapp* vai *Skype*, nespēj aizstāt reālo komunikāciju un uzmanību, ko sniedz klātienē saruna un komunikācija ar kolēģiem. 20% pie trūkumiem min to, ka dažādas mājas lietas novirza no darba uzdevumiem un ir grūtāk sakoncentrēties.

3. tabula

Aptaujas rezultāti: “Kādas, Jūsaprāt, ir priekšrocības strādājot attālināti?” (autores veidota)

<i>Viedoklis</i>	<i>Respondentu skaits</i>	<i>Respondentu skaits (%)</i>
Laika ekonomija, nebraucot uz darbu vai pie klienta. Iespēja paņemt pārtraukumu sev ērtā laikā. Nav vajadzības pēc transporta.	14	47%
Elastīgāks darba grafiks. Paliek vairāk laika ārpus darba.	5	17%
Mazāk traucēkļu, efektīvāka laika organizēšana, labāks darba un privātās dzīves līdzsvars. Var nodrošināt pilnīgu klusumu (svarīgi intravertiem cilvēkiem, tādu starp programmētājiem ir pietiekoši daudz).	9	30%
Tālāk no uzņēmuma vadības, kas rada “brīvāku atmosfēru”.	1	3%
Priekšrocību nav.	1	3%
Kopā	30	100%

Jāatzīmē, ka iepriekšējā jautājumā daži pauda viedokli, ka tieši mājās ir vieglāk koncentrēties. Pie trūkumiem tiek minētas grūtības uzturēt komandas garu, darba atmosfēras trūkums, problēmas ar dokumentiem, kuriem jāatrodas ofisa telpās. Jautājumos par priekšrocībām un trūkumiem attālinātam darbam, radās diezgan pretrunīgas atbildes, kas vienam ir trūkums, citam – priekšrocība, un otrādi, bet tas ir saprotams, jo katram cilvēkam ir savs viedoklis un uzskats.

4. tabula

Aptaujas rezultāti: “Kādi, Jūsaprāt ir trūkumi strādājot attālināti?” (autores veidota)

<i>Viedoklis</i>	<i>Respondentu skaits</i>	<i>Respondentu skaits (%)</i>
Darbs ir saistīts ar darbinieku kontaktu un papīra procedūrām (piem., mapes ar dokumentiem, kurām jāatrodas ofisā), rada problēmas strādājot mājās.	1	3%
No darba novirza mājas lietas, grūti fokusēties darbam mājās apstākļos.	6	20%
Darba atmosfēras trūkums.	5	17%
Mazāka saskarsme ar kolēģiem; var "izkrist no aprites" un palaist garām projekta vai uzņēmuma aktualitātes. Saziņa čatā var būt traucējoša, jo bieži nav uzreiz skaidrs, vai saņemtā notifikācija ir par svarīgu vai mazsvarīgu ziņu. Tiem, kas strādā attālināti, čats ir ātrākais veids, kā uzturēt saskarsmi ar kolēģiem un nepalikt pilnībā izolētam. Tāpēc var sanākt, ka attālināta darba atbalstītāji ar savām <i>Skype</i> ziņām sāk nedaudz "krist uz nerviem" tiem, kuriem patīk strādāt birojā un gūst "sociālās saskarsmes vajadzības" komunicējot reālā dzīvē.	1	3%
Neērtāka komunikācija ar kolēģiem. Nav iespējas jebkurā brīdī viņus satikt un apspriest darba jautājumus.	14	47%
Grūtības uzturēt vienotu komandas garu. Klientu tehniskie ierobežojumi. Dažādi instrumenti, ko lieto klienti - <i>Skype</i> , <i>Google meet</i> , <i>Zoom</i> , <i>Whatsapp</i> . Grūtības atdalīt darba un privātās lietas, kas noved pie darbaholisma.	3	10%
Kopā	30	100%

Pēdējais jautājums bija: „Kādi ir galvenie tehniskie šķēršļi, ar ko saskaraties, strādājot attālināti?”. Šajā jautājumā netika doti atbilžu varianti, respondenti varēja brīvi izteikties. Respondentu viedokļi tika sadalīti 10 grupās (skat. 5. tabulu). 24% atzina, ka problēmas sagādāja ofisa VPN pieslēgšana, lai programmētāji varētu veikt savus darba pienākumus no mājām. 24% respondentu mēdz būt *Skype* traucējumi, sazinoties ar kolēģiem vai klientiem, kad pazūd skaņa vai savienojums. 16% respondentiem nebija būtisku tehnisku šķēršļu, kurus būtu vērts pieminēt. Pie tehniskiem šķēršļiem tiek minēts, ka personīgais dators nav tik jaudīgs kā darba dators, 3% sagādā neērtības jaunu rīku apguve. Var secināt, ka minētie šķēršļi ir īslaicīgi un būtiski neietekmē uz darbu un to kvalitāti.

5.tabula

Aptaujas rezultāti: “Kādi ir galvenie tehniskie šķēršļi, ar ko saskaraties strādājot attālināti?”
(autores veidota)

Viedoklis	Respondentu skaits	Respondentu skaits (%)
Nav.	5	16%
Interneta noslodze mēdz palēnināt darba izpildi.	2	7%
Mājas dators nav tik jaudīgs, kā speciāli aprīkots darba dators.	3	10%
Jaunu rīku apguve.	1	3%
Pārāk daudz sapulču, jo nav iespējas ātri izrunāt kaut kādas nianšes klātienē.	2	7%
Nepieciešams VPN pieslēgums pie ofisa.	7	24%
Datora pārvešana no ofisa, <i>Wi-Fi</i> ierīkošana.	1	3%
Saziņas aplikācijām rodas darbības traucējumi.	1	3%
Tikai viss, kas saistīts ar dokumentiem, parakstiem.	1	3%
<i>Skype</i> , mēdz pazust skaņa vai savienojums.	7	24%
Kopā	30	100%

Pēc aptaujas datu apkopošanas var secināt, ka IT nozares darbs ir piemērots iespējai strādāt attālināti un būtiski tehniski ierobežojumi netiek novēroti, kas ietekmētu darba vai kvalitāti vai apjomu, bet tik un tā liels procents respondentu ir pieraduši pie darba ofisā un attālināti strādā tikai ārkārtas situācijās. Vienīgi rodas problēma kā, piemēram, komunikācijas trūkums dzīvē, pie kā cilvēki ir pieraduši, strādājot ofisā. *Skype* platforma ir aktuālāka saziņai ar kolēģiem un klientiem, kaut arī mēdz būt īslaicīgi tehniski traucējumi, ko darbinieki paši nevar ietekmēt.

Secinājumi un priekšlikumi

1. Attālināts darbs mūsdienās kļūst arvien populārāks un ir pieejami dažāda veida tehniski nodrošinājumi, kas sekmē attālināta darba attīstībai. Dažas nozares ir izteiktas līderes un bieži vien šo nozaru darbinieki strādā attālināti, galvenokārt, tie ir IT pārstāvji, reklāmas un mārketinga speciālisti, dizaineri, tulkotāji un citi.
2. Strādājot attālināti IT nozarē, datu drošība ir būtiska. Drošu pieslēgumu organizācijas infrastruktūrai var nodrošināt caur VPN. Var izmantot gan komerciālus risinājumus, gan arī brīvpieejas programmatūru (*Wireguard*, *OpenVPN*).
3. Ir pieejamas vairākas platformas, piemēram, *Skype*, *ZOOM*, *Cisco Webex*, *Wire*, *Google hangouts*, utt., kuras var izmantot saziņai ar kolēģiem vai klientiem.
4. Aptauju aizpildīja 6 sievietes, kas sastāda 20% no aptaujātajiem, un 24 vīrieši jeb 80%. Kas sakrīt ar 2018. gada pētījuma datiem par nodarbinātību Latvijā, IKT jomā.

5. 63% no respondentiem atzīst, ka attālināti strādā tikai ārkārtas gadījumos, kā, piemēram, tagad pandēmijas apstākļos. 17% no respondentiem attālināts darbs ir viņu ikdiens, daudz mazāks skaits atzīst, ka nekad nestrādā attālināti vai arī strādā attālināti komandējumos vai gadījumos, kas saistīti ar personisko dzīvi (skat. 1. tabulu). Var secināt, ka lielākoties IT nozares pārstāvji, tomēr strādā ofisā.
6. Ņemot vērā, ka tomēr lielākā daļa aptaujāto atbalsta darbu no ofisa, tad apstākļos, kad jāstrādā attālināti IT pārstāvjiem būtu maksimāli jāizmanto esošo tehnoloģiju iespējas, lai darbs un saziņa ar kolēģiem noteiktu veiksmīgi un darba efektivitāte būtu tāda pati, kā sazinoties reālajā dzīvē.
7. Darbinieki, kuri sazinās ar *Skype* palīdzību, novēroja īslaicīgus tehniskus traucējumus, lai šie traucējumi neietekmētu darba kvalitāti, jāreaģē mierīgi uz traucējumiem un jāprecizē jautājumi, kas radušies traucējumu dēļ, lai darba rezultāts būtu augstā līmenī.

Literatūra

1. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/remote-working>
2. <https://www.latinsoft.lv/kas-ir-attalinats-darbs> 16.01.2020 autors LatinSoft
3. <https://www.mandatumlife.lv/sodien-attalinati-kas-gust-labumu-no-attalinata-darba/>
4. <https://cert.lv/lv/2020/03/cert-lv-ieteikumi-attalinatam-darbam-arkartas-situacijas-apstaklos>
5. <https://bismart.lv/blogs/vieda-valsts/sievietes-latvija-alkst-iekarot-it-pasauli-1196>
6. <https://www.europol.europa.eu/activities-services/public-awareness-and-prevention-guides/safe-teleworking-tips-and-advice>
7. <https://www.enisa.europa.eu/news/executive-news/top-tips-for-cybersecurity-when-working-remotely>

Summary

Remote work is becoming more and more popular today and various types of technical provision are available, contributing to remote work. Some sectors are prominent leaders and often work remotely, mainly IT representatives, advertising and marketers, designers, translators and others. While working remotely, employees have the opportunity to plan their working hours in terms of their expectations, of course, have their own shortcomings, such as the lack of communication with colleagues.

Subject matter: Today in Latvia and Europe, due to the limits of the Covid-19 pandemic, more and more people are working remotely to reduce the risks of virus infections. It is important to find out how the IT industry operates remotely.

Remote work is becoming more topical in recent years, as modern technology makes it possible to carry out job responsibilities without being in the workplace, and people are ambitious and unwilling to be in specific frames, but they want to work in comfortable times and comfortable conditions.

In defining the problem, the author considers that remote work has now reached its peak. Working remotely may result in both technical and limited communication with colleagues and clients, which may lead to gaps in the performance of their duties.

Purpose of the article: research and analysis of remote work in the IT sector.

The following objectives are identified to achieve the objective:

1. Study theoretical aspects of remote work;
2. Develop a description of remote work in the IT sector;
3. Carry out a survey – Remote job opportunities in the IT sector;
4. To interpret the results of the survey;
5. To draw conclusions and make proposals.

Methods applied: concessional analysis, logical-constructive method, analysis, survey.

Conclusions and proposals:

1. Remote work is becoming more and more popular today and various types of technical provision are available, contributing to remote work. Some sectors are prominent leaders and often work remotely, mainly IT representatives, advertising and marketers, designers, translators and others.

2. Data security is essential when working remotely in the IT sector. Secure connection to the infrastructure of the organisation may only be provided through the VPN. Both commercial solutions and free-access software (Wireguard, OpenVPN) can be used.

3. There are several platforms available, such as Skype, ZOOM, Cisco Webex, Wire, Google hangouts, etc., as well as the capabilities of MS Office 365 Enterprise Teams that can be used to communicate with colleagues or customers.

4. The survey was filled by 6 women, 20% of those surveyed and 24 men, who ranked 80% of those in the survey. As well as observed in the data of the 2018 study on employment in Latvia, the proportion of women

working in ICT accounts for 85.6% of men and 14.4% of women, trends are changing rapidly and women are also increasingly willing to engage in technology. A similar percentage is also seen in a survey of 30 individuals.

5. 63% of respondents admit that they only work remotely in exceptional cases, such as now in pandemic conditions, 17% of respondents have their daily remoteness, a much smaller number say that they never work remotely or work remotely on missions or in cases related to personal life (see page Table 1). It can be concluded that, for the most part, the IT industry still works in the classical way from the office.

6. In view of the fact that, however, most of the jobs needed to be taken from the office should be used as far as possible by remote IT representatives, so that work and communication with colleagues can be determined successfully and that the effectiveness of work is the same as in real life.

7. Staff contacted by Skype experienced temporary technical disruptions so that these disabilities do not affect the quality of work should respond calmly to the disruption and clarify the issues arising from the disruption so that the result of the work is at a high level.

ATTĒLA SEGMENTĀCIJAS PRECIZITĀTE ATKARĪBĀ NO U-NET MODEĻA DZIĻUMA

IMAGE SEGMENTATION ACCURACY DEPENDING ON THE DEPTH OF U-NET MODEL

Autors: **Jevgēnijs RIEKSTIŅŠ**, e-pasts: jevgenijsriekstins@gmail.com
Zinātniskā darba vadītājs: Dr.sc.ing., docents **Sergejs KODORS**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *The aim of this work is to obtain information about impact of the depth of U-Net architecture model into segmentation accuracy. Experiment was completed using dataset of DSM images. Neural networks were trained to recognize building locations. Experiment considered to decrease the number of U-Net filter blokes to measure impact on result accuracy.*

Keywords: *accuracy, image segmentation, machine learning, neural network.*

Ievads

Attēla atpazīšana cilvēkiem un dzīvniekiem ir dabiska, taču datoriem tas ir ārkārtīgi grūts uzdevums.

Cilvēka acs redz attēlu kā signālu kopu, ko interpretē smadzeņu redzes garoza. Rezultāts ir ainas pieredze, kas saistīta ar objektiem un jēdzieniem, kas saglabāti atmiņā. Mašīnredze (*computer vision*) atdarina šo procesu. Datori "redz" attēlu kā vektoru kopu (ar krāsu apzīmējumiem daudzstūrī) vai kā matricu (rastra attēli ar diskrētām krāsu vērtībām).

Izstrādājot sistēmu ar neironu tīklu, tā tiek apmācīta ar iepriekš sagatavotu mācību materiālu, lai izpildītu noteiktu uzdevumu. Piemēram, attēlu atpazīšanas neironu tīkls var iemācīties identificēt attēlus, kas satur ēkas, analizējot attēlus, kas ir manuāli anotēti ar vērtībām "ir ēka" vai "nav ēkas".

Apmācītais neirontīkls spēj identificēt ēkas arī citos attēlos ar pietiekoši augstu precizitāti. Mākslīgie neironu tīkli to dara bez jebkādam iepriekšējam zināšanām par ēkām, piemēram, par to, no kāda materiāla tie ir uzcelti, ka tiem var būt dažāds stāvu skaits, utt. Tā vietā, neironu tīkli automātiski ģenerē identificējošas pazīmes no mācību materiāla, ko tie apstrādā (no statistikas). Jo vairāk slāņu tiek izmantots, jo vairāk īpašību var iegaumēt neironu tīkls.

Neironu tīkla attēlu atpazīšanas algoritmi balstās uz datu kopas kvalitātes - attēliem, ko izmanto modeļa apmācībai un pārbaudei. Šeit ir daži svarīgi datu kopas sagatavošanas parametri un apsvērumi.

- Attēla lielums - augstākas kvalitātes attēls modelim sniedz vairāk informācijas, bet apstrādei ir nepieciešams vairāk neironu un vairāk skaitļošanas jaudas.
- Attēlu skaits - jo lielāka datu kopa, jo precīzāks būs apmācīts neironu tīkls, bet ir nepieciešams pārliecināties, ka apmācību kopa atspoguļo reālo populāciju.
- Kanālu skaits – pelēktoņu attēlam ir 1 kanāls (melnbalts) un krāsainiem attēliem parasti ir 3 krāsu kanāli (*RGB* krāsu modelis: sarkana, zaļa un zila krāsa).
- Attēlu izmērs – nepieciešams pārliecināties, ka attēliem ir vienādi izmēri. Parasti neironu tīkla modeļos tiek pielietoti attēli ar kvadrāta formu. [3]

Mūsdienās mašīnmācība kļuva populāra pateicoties gataviem rīkiem kā *TensorFlow*, *Keras*, *Caffe*, u.c., kas piedāvā gatavus blokus neirontīklu konstruēšanai un apmācībai bez īpašām iepriekšējām zināšanām vai matemātisko bāzi. Tagad, daudzās nozarēs sāk pielietot mašīnmācību automatizēšanas un datu analīzes uzdevumiem. Katru gadu tirgū parādās vairāk un vairāk viedo risinājumu balstīti uz mašīnmācības pielietošanas, piemēram, inteliģents palīgs kā *Google Assistant* vai valkājami fitnesa izsekotāji kā *Fitbit*, u.c.

Mašīnmācību var pielietot šādiem uzdevumiem:

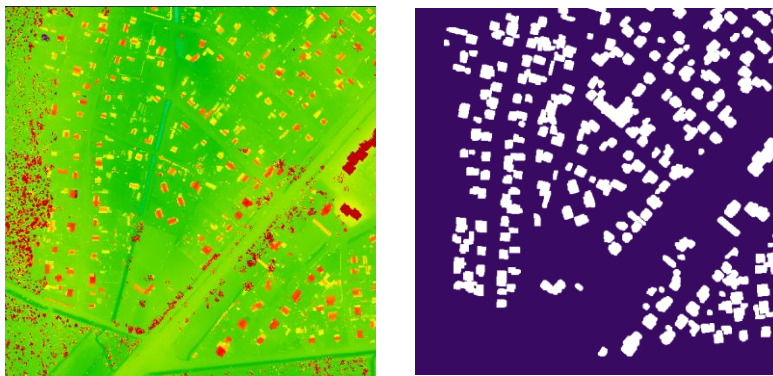
- Prognozēšana: kad pieejami vēsturiski dati tiek pielietoti prognozējot nākamus notikumus vai vērtības. Lai izpildītu prognozi ilgākam laika posmam, vēsturiski dati tiek papildināti ar prognozes rezultātiem un algoritms tiek atkārtots. [1]
- Attēla atpazīšana – piemēram, sejas atpazīšana attēlā vai video. Šim mērķim jā sagatavo datu bāze, kur katra persona veido atsevišķu kategoriju.
- Runas atpazīšana – kad audio ieraksts tiek pārveidots teksta formātā. To izmanto meklēšanas uzdevumiem, telefona numuru ievadei vai ierīces vadībai, kad komandas tiek atdotas ar balss palīdzību. To var izmantot arī datu ievadīšanas un dokumentu sagatavošanas uzdevumos.
- Medicīniskās diagnozes – piemēram, eksistē risinājumi, kas tiek pielietoti vēža audu atpazīšanai. [2]

Mašīnmācības sistēmu pielietošanas pamatā ir precizitāte, ar kādu šīs sistēmas spēj veikt darbu.

Pētījuma mērķis ir izpētīt kā *U-Net* neironu tīkla modeļa dziļums ietekmē uz segmentācijas precizitāti.

Materiāli un metodes

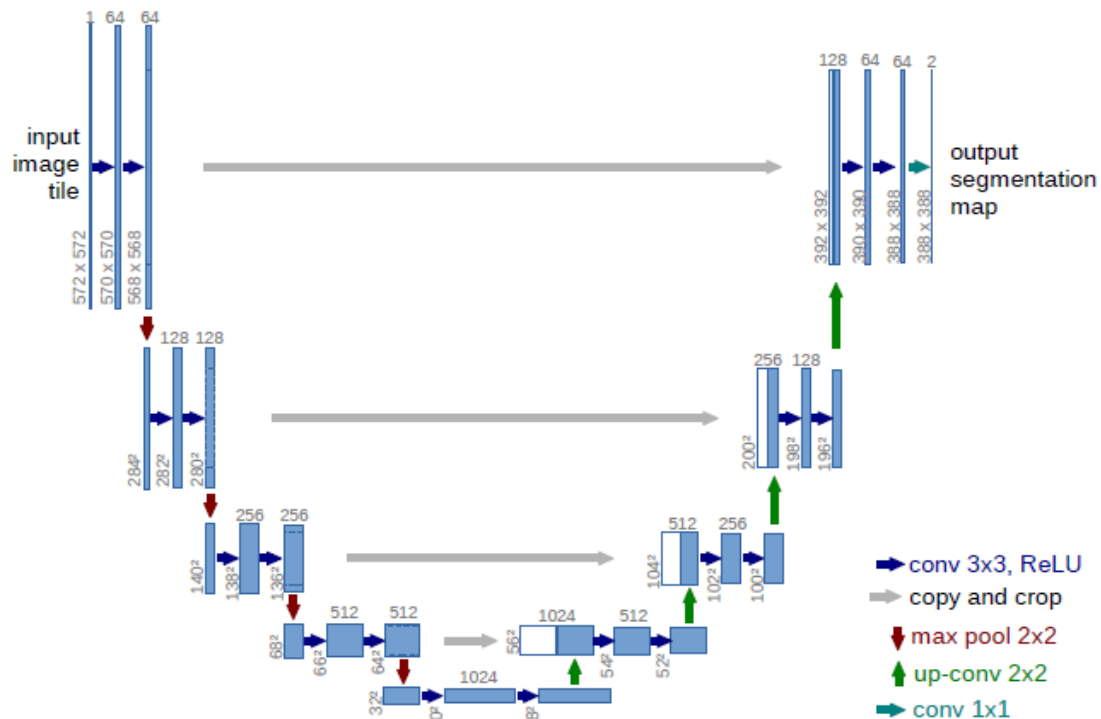
Datu kopa: izmantojot neironu tīklu ar *U-Net* arhitektūru, uzdevums ir apmācīt to atpazīt būves, pielietojot zemes virsmas attēlus (*DSM images*, skat. 1. attēlu) ar izmēru 572x572. Datu kopa sastāv no 160 attēliem, kur katram attēlam ir dota gaidāma izvades maska (skat. 1. attēlu). Lai novērtētu neironu tīkla precizitāti, tiek pielietoti papildus 40 attēli.



1. attēls. Datu kopas parauga piemērs: pa kreisi *DSM* attēls, pa labi – gaidāma maska

Mašīnmācības inženieri uzskata, ka sekmīgai neironu tīklu apmācībai ir nepieciešami daudzi tūkstoši anotētu mācību paraugi. Lai samazinātu attēlu skaitu, tiek pielietota papildināšanas metode (*augmentation*). Šajā eksperimentā tiek pielietota papildināšanas metode, kad attēli tiek pagriezti 90° un katram attēlam tiek iegūts spoguļa attēls.

***U-Net* arhitektūra** (skat. 2. attēlu) tiek izmantota, lai izpildītu attēlu semantisku segmentāciju un anotāciju. Arhitektūra sastāv no saslēgta ceļa priekš konteksta uztveršanas un simetriski paplašināma ceļa, kas nodrošina objektu lokalizāciju.



2. attēls. *U-Net* arhitektūra [5]

Arhitektūrā ir divi ceļi (skat. 2. attēlu). Pirmais ceļš ir kodēšanas ceļš, ko izmanto konteksta uztveršanai attēlā. Kodētājs sastāv no konvolūcijas slāņiem (*convolution layer*) un maksimālā signāla izvēles slāņa (*max pooling*). Otrais ceļš ir simetriski paplašinošais ceļš (saukts arī par dekodētāju), ko izmanto, lai nodrošinātu precīzu objektu lokalizāciju attēlā, izmantojot dekonvolūcijas slāņus (*deconvolution layer*). Katrs konvolūciju slānis (zila rūtiņa 2. attēlā) satur vairākus filtrus (*filters*). Filtru skaits ir norādīts virs slāņa. Apstrādājama attēla izmērs ir norādīts kreisajā pusē. Baltās rūtiņas apzīmē kā izvades matricas tiek apvienotas. Bultas apzīmē dažādas operācijas.

Kodētāja ceļš seko tipiskai konvolūciju tīkla arhitektūrai. Tas sastāv no vairākiem blokiem ar diviem konvolūcijas slāņiem ar kodola logu 3x3 (*kernel window*), kuriem seko *ReLU* aktivācijas slāņi un maksimāla signāla izvēles slāņi ar logu 2x2. Katra nākamā blokā filtru skaits tiek dubultots. Katrs dekodētāja ceļa posms sastāv no blokiem ar 2x2 dekonvolūcijas slāņiem un *ReLU* slāņiem. Katram dekodētāja blokam filtru skaits tiek samazināts.

Rīki: Neironu tīkla apmācība notiek, izmantojot *TensorFlow Keras* un programmēšanas valodu *Python*. Lai atbalstītu *Python* programmēšanas valodu, tiek pielietota izplatīšanas programma *Anaconda*, kas paredzēta veikt skaitļošanu zinātniskiem mērķiem (datu zinātne, mašīnmācība, utt.). Papildus tiek izmantots *Jupyter Notebook*, kas izstrādāts, lai atbalstītu interaktīvo datu zinātni un zinātnisko skaitļošanu.

Eksperiments sastāv no trīs posmiem:

- 1) 10 reizes apmācīt neironu tīklu ar 5 *U-Net* slāņu blokiem;
- 2) 10 reizes – ar 4 blokiem;
- 3) 10 reizes – ar 3 blokiem, lai novērtētu precizitātes kritumu atkarībā no neirontīkla dziļuma.

Rezultāti un diskusija

Kopumā eksperiments tika izpildīts 30 reizes, katru reizi mainot apmācīšanas slāņu skaitu. Pirms eksperimenta izpildīšanas pašā neironu tīklā tika nokonfigurēti attēla parametri (skat. 3. attēlu). Tiek izmantoti kvadrātiski attēli ar malas garumu 572 pikseļi. Ievades attēli ir melnbalti un sastāv no 2 kanāliem (*bands*). Viens kanāls satur virszemes normalizētu virszemes

augstumu pēc minimāla un maksimāla punkta attēla, otrais kanāls satur informāciju par tukšiem pikseļiem.

```
# Net parameters

image_size = 572
output_size = 388
image_channels = 2
```

3. attēls. Attēla parametru iestatīšana

Neironu tīkla apmācība tika veikta, izmantojot grafisko procesoru (*GPU*), jo tas spējīgs apstrādāt neirontīklus gandrīz 10 reizēs ātrāk nekā centrālais procesors. 4. attēlā ir doti *GPU* parametri.

```
# Device configuration, GPU is used automatically
print(device_lib.list_local_devices())

[name: "/device:CPU:0"
 device_type: "CPU"
 memory_limit: 268435456
 locality {
 }
 incarnation: 11095711417240101368
 , name: "/device:GPU:0"
 device_type: "GPU"
 memory_limit: 2621100032
 locality {
   bus_id: 1
   links {
 }
 }
 incarnation: 6496245097394903381
 physical_device_desc: "device: 0, name: GeForce GTX 960, pci bus id: 0000:01:00.0, compute capability: 5.2"
]
```

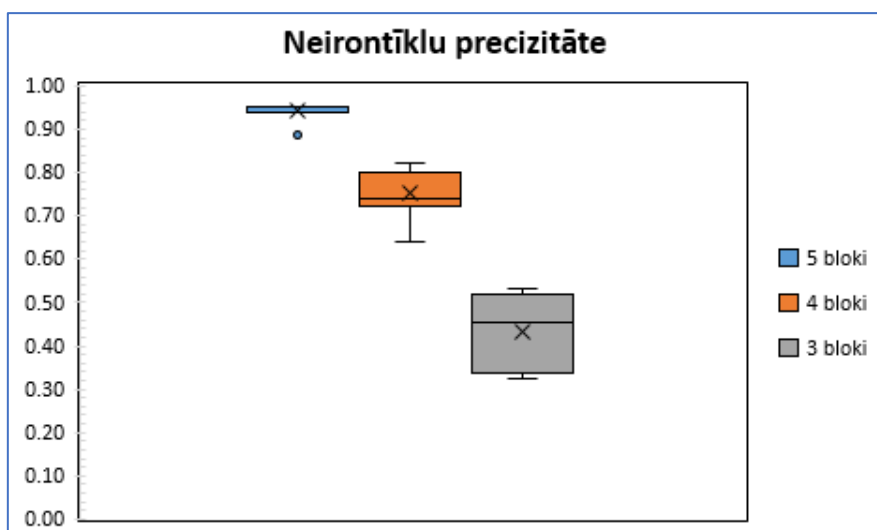
4. attēls. *GPU* parametri

Attēla atpazīšanas precizitātei jābūt pēc iespējas lielākai, tas ir tieši atkarīgs no neironu tīkla apmācīšanas procesa. Katrs neirona tīkla apmācības eksperiments sastāv no 160 posmiem (*epoch*), kad neirontīkls tiek apmācīts un tā precizitāte tiek pārbaudīta, aprēķinot vidēju precizitāti no 40 testa attēliem. Izpildot eksperimentu var secināt, ka neirontīkla dziļums jeb bloku skaits ietekmē uz rezultāta precizitāti (skat. 1. tabulu un 5. attēlu).

1. tabula

Precizitāte atkarībā no *U-Net* arhitektūras bloku skaita

Nr.	5 bloki	4 bloki	3 bloki
1	0,8885	0,7984	0,4841
2	0,9506	0,7226	0,5265
3	0,9406	0,7404	0,3983
4	0,9504	0,7256	0,532
5	0,9519	0,6403	0,3258
6	0,9508	0,8220	0,4531
7	0,9506	0,7885	0,5078
8	0,9514	0,7342	0,3494
9	0,9408	0,7987	0,3284
10	0,9507	0,7762	0,4282
VID	0,9427	0,7547	0,4334



5. attēls. Blokdigramma ar neirontīklu precizitātes

Var redzēt, ka precizitāte samazinās, samazinot neirona tīkla dziļumu (slāņu bloku skaitu). Samazinot bloku skaitu, samazinājās arī kopējais neironu tīkla apmācības laiks. Apmācot neirontīklu ar pieciem blokiem, katrs apmācības posms aizņēma 10 sekundes, tāpēc kopējais laiks, lai apmācītu vienu neirontīkla modeli, bija nepieciešamas 1600 sekundes jeb apmēram 26,6 minūtes. Apmācot, neirontīklu ar četriem blokiem, katrs apmācības posms aizņēma 9 sekundes, tāpēc kopējais laiks - 1440 sekundes jeb 24 minūtes. Neirontīkls ar trīs blokiem – 8 sekundes, kopējais laiks – 1280 sekundes jeb ~21,3 minūtes.

Secinājumi

Attēla atpazīšanas precizitāte ir svarīgs parametrs, kas noteic to praktisko pielietojumu. Eksperimentā bija noteikts, ka lielāks bloku skaits (lielāks neirontīkla dziļums) nodrošina labāku atpazīšanas precizitāti, bet tas pieprasa vairāk laika, lai apmācītu neironu tīklu. Tā kā pētījuma eksperimentā tika izmantoti attēli ar mazu izšķirtspēju (572x572) un 2 kanāliem, apmācības process bija diezgan ātrs, bet ja tiktu izmantoti attēli ar lielāko izšķirtspēju vai tiktu pielietotas vairāki krāsu kanāli, apmācības process aizņemtu daudz vairāk laika. Var redzēt, ka, izmantojot trīs *U-Net* slāņu blokus, vidēja precizitāte ir 43%, ar to var secināt, ka izmantot mazāku bloku skaitu nav lietderīgi, jo iegūtais precizitātes rezultāts būs ļoti neprecīzs. Izmantot vairāk par pieciem blokiem šī uzdevuma gadījumā arī nav lietderīgi, jo būs lieks resursu patēriņš nekā nepieciešams.

Summary

Accuracy is the most important parameter in the machine learning to identify practical application of neural network. It can be seen that the largest number of layers provides greater image recognition accuracy, but it takes more time to train the neural network. Because the study experiment used low-resolution images (572x572) and only two bands, the learning process was quite fast, but if the highest-resolution images were used or many bands were used, the learning process would take much longer. It can be seen that using three filter blocks of U-Net architecture, the average accuracy is 43%, that means that it will not make sense to use a smaller number of filter blocks, because the obtained accuracy result will be very inaccurate. Additionally, it can be concluded that the use of more than five filter blocks is not necessary for this task, it will be an unnecessary consumption of resources.

Literatūra

1. Forecasting: Principles and Practice [Tiešsaite]
Pieejams: <https://otexts.com/fpp2/nnetar.html> [Piekļuve 15.04.2020]
2. An Introduction to Machine Learning by Anmol Behl [Tiešsaite]
Pieejams: <https://becominghuman.ai/an-introduction-to-machine-learning-33a1b5d3a560> [Piekļuve 15.04.2020]
3. Neural Networks for Image Recognition: Methods, Best Practices, Applications, [Tiešsaite]
Pieejams: <https://missinglink.ai/guides/computer-vision/neural-networks-image-recognition-methods-best-practices-applications/> [Piekļuve 15.04.2020]
4. Understanding Semantic Segmentation with UNET
Pieejams: <https://towardsdatascience.com/understanding-semantic-segmentation-with-unet-6be4f42d4b47> [Piekļuve 17.04.2020]
5. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation by Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, and Thomas Brox. Computer Science Department and BIOS Centre for Biological Signalling Studies, University of Freiburg, Germany, 2015.

DROŠAS PAROLES ĪPAŠĪBAS 2020. GADĀ SECURE PASSWORD FEATURES IN 2020

Autori: **Sandis RIMŠA**, e-pasts: sandis.rimsa@gmail.com
Aleksandrs ZELTIŅŠ, e-pasts: aleksandrs.zeltins@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: doc. Dr.sc.ing. **Sergejs KODORS**, e-pasts: sergejs.kodors@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: Authors completed literature analysis to actualize information about secure password in 2020 year. The paper provides description of password cracking methods to identify secure password features.

Atslēgas vārdi: password cracking methods, safe password.

Ievads

Digitālā laikmetā informācija kļuva par produktu un vērtību, izveidojot sapratni par intelektuālo īpašumu, publisko un privāto informāciju un datiem. Parādījās tādas idejas un intelektuālā īpašuma lietošanas atrunas kā *Open Data*, *CC-BY* licence, *open-source* risinājumi, utt. Sabiedrība vairāk un vairāk pievērš uzmanību informācijas aizsardzības metodēm un principiem. Lai aizsargātu savu īpašumu cilvēks jau no seniem laikiem pielietoja glabātuvī un atslēgu. Līdzīga pieeja tiek pielietota arī informācijas aizsardzībai: glabātuvī veido datnes un datubāzes, bet atslēga pazīstama kā “parole”. Ievērojot, ka izauga informācijas sistēmu skaits, kuras pielieto cilvēks ikdienišķajām vajadzībām, izauga un parolu skaits kāds jāatceras. Tāpēc daudzi, lai vienkāršāk atcerētos izdomā vienkāršas paroles, kas nav droši un to pielieto ļaunprātīgas personas. Papildus paroles netiek pietiekami bieži atjauninātas, jo izvēlēties jaunu paroli cilvēkiem grūti un viņi nevēlas mainīt savus ieradumus. Var secināt, ka cilvēka atmiņa ir “ierobežota”, un tāpēc lietotājs nevar atcerēties sarežģītas un drošas paroles; rezultātā tiek izvēlētas paroles, kas ir pārāk īsas vai viegli iegaumējamas. Bet katram lietotājam ir ļoti svarīgi izmantot vai sarežģītas paroles, lai novērstu neatļautu piekļuvi sistēmai vai datiem [1]. Tomēr, kas ir pietiekoši “sarežģīta” un droša parole? Autori nolēma izpildīt literatūras analīzi, lai aktualizētu informāciju un noteikt drošas paroles īpašības.

Pētījuma mērķis: noteikt drošas paroles īpašības 2020. gadā.

Pētījuma metodes: monogrāfiskā jeb aprakstošā metode.

1. Minimālās drošības prasības parolei Latvijā

MK noteikumos Nr. 442 “Kārtība, kādā tiek nodrošināta informācijas un komunikācijas tehnoloģiju sistēmu atbilstība minimālajām drošības prasībām” var atrast šādus punktus, kas nosaka minimālās drošības prasības [2]:

1. katram sistēmas lietotājam parole ir obligāti jāmaina ne vēlāk kā pēc 90 dienām, taču paroli aizliegts pašrocīgi mainīt biežāk nekā divas reizes 24 stundu laikā;

2. sistēmas lietotāja parole jāizvēlas tā, lai tā nesakristu ne ar vienu no piecām iepriekšējām sistēmas lietotāja parolēm;

3. piecas secīgas reizes nepareizi ievadot sistēmas lietotāja konta paroli, šis konts (izņemot sistēmas administratora kontu) nekavējoties tiek bloķēts;

4. ar sistēmas administratora kontu piekļūst sistēmai, izmantojot iekārtas, kas atrodas ārpus iestādes telpām, kā arī iekārtas, kas neatrodas iestādes valdījumā, iespējams, tikai izmantojot daudzfaktoru autentifikāciju.

2. Paroles sarežģītības noteikšanas algoritmi

Izpētot kādi algoritmi eksistē, lai automātiski novērtētu paroles sarežģītību, autori atrada gan sarežģītus algoritmus, kas ievēro uzbrukumu metodes un balstās uz varbūtības uzminēt paroli [3], gan vienkāršus ar iebūvētu loģiku [4] (skat. 2.1. attēlu).

```
...
var score = 0;
var r_class = 'weak-password';
...

//password length
score += password.length * 4;
score += ( $.updatePasswordMeter._checkRepetition(1,password).length - password.length ) * 1;
score += ( $.updatePasswordMeter._checkRepetition(2,password).length - password.length ) * 1;
score += ( $.updatePasswordMeter._checkRepetition(3,password).length - password.length ) * 1;
score += ( $.updatePasswordMeter._checkRepetition(4,password).length - password.length ) * 1;

//password has 3 numbers
if (password.match(/([0-9].[0-9].[0-9])/)) score += 5;

//password has 2 symbols
if (password.match(/([!@#%&*?_~].[!@#%&*?_~])/)) score += 5;

//password has Upper and Lower chars
if (password.match(/([a-z].[A-Z])/)) score += 10;

//password has number and chars
if (password.match(/([a-zA-Z])/) && password.match(/([0-9])/)) score += 15;

//password has number and symbol
if (password.match(/([!@#%&*?_~])/) && password.match(/([0-9])/)) score += 15;

//password has char and symbol
if (password.match(/([!@#%&*?_~])/) && password.match(/([a-zA-Z])/)) score += 15;

//password is just a nubers or chars
if (password.match(/^[w+$/ ) || password.match(/^[d+$/ ) ) score -= 10;

//verifing 0 < score < 100
score = score * 2;
if ( score < 0 ) score = 0;
if ( score > 100 ) score = 100;

if (score > 25 ) r_class = 'okay-password';
if (score > 50 ) r_class = 'good-password';
if (score > 75 ) r_class = 'strong-password';
...
```

2.1. attēls. Vienkārša algoritma piemērs paroles sarežģītības noteikšanai [4]

3. Vizizplatītākās parolu uzlaušanas metodes

Profesionāli veidotās vietnēs neglabā paroles “tīrā formā”. Datubāzē tiek glabāts tikai to jaucējkode. Eksistē dažādi jaucējkode algoritmi (skat. 3.1. attēlu). Ieejot vietnē, parole tiek pārrēķinātā jaucējkodā, ja tas atbilst tam, kas tiek glabāts datubāzē, tad sistēma atļauj ienākt. [5]

Lai iegūtu paroles p jaucējkode h tiek pielietota šifrēšanas funkcija $h = f(p)$. Tāpēc paroles uzlaušanas uzdevums ir, pielietojot metodi c , atrast paroli no jaucējkode $c(h) = p$. Hackerim jāizdomā, kāda metode c izmantot, lai ar lielāko iespēju varētu atrast paroli p . Bieži izmantotās parolu uzlaušanas metodes ir pārlases uzbrukums, vārdnīcas uzbrukums un dažādas variācijas no iepriekš minētajām metodēm, ņemot vērā laika un vietas kompromisu apsvērumus. [6]

Adler32	0f910374
CRC32	35c246d5
Haval	2221b19499669a2da53c49caf3c5e5be
MD2	f03881a88c6e39135f0ecc60efd609b9
MD4	8a9d093f14f8701df17732b2bb182c74
MD5	5f4dcc3b5aa765d61d8327deb882cf99
RipeMD128	c9c6d316d6dc4d952a789fd4b8858ed7
RipeMD160	2c08e8f5884750a7b99f6f2f342fc638db25ff31
SHA-1	5baa61e4c9b93f3f0682250b6cf8331b7ee68fd8
SHA-256	5e884898da28047151d0e56f8dc6292773603d0d6aabbdd6
SHA-384	a8b64babd0aca91a59bdbb7761b421d4f2bb38280d3a75ba
SHA-512	b109f3bbbc244eb82441917ed06d618b9008dd09b3befd1b
Tiger	d476a6b8b5c35ce912781497d02d09faeb8aa05a489223f5
Whirlpool	5b59c49b6dc8bcb2a554a64c42e859c6d43c5fbfe9adc41d6f

3.1. attēls. Jaucējkodu piemēri

1. uzbrukumu variants: izmantojot vārdnīcas

Izmanto vienkāršu failu, kurā glabājas vārdi, kurus var atrast vārdnīcā. Šāda veida uzbrukumi izmēģina visus vārdus, kurus daudzi cilvēki izmanto kā paroli. Vienkārši sagrupējot vārdus, kā “simsimatveries” vai “essuperadministrator”, neglābs paroli no uzlaušanas – tas tikai nebūtiski aizkavēs procesu. [7]

2. uzbrukuma variants: pārlases uzbrukums

Šī metode ir līdzīga vārdnīcas uzbrukumam, bet ar papildīpašību - hakeris, kurš var atklāt vārdus, kuru nav vārdnīcā, sakārtojot visas iespējamās burcīparu kombinācijas. Tā ir lēna metode, it īpaši, ja parole sastāv no vairākiem simboliem, bet parole tiks uzlauzta. Tādu metodi var vienkāršot, izmantojot papildu datora skaitļošanas jaudu, tostarp izmantojot videokartes iespējas, un, piemēram, izmantojot izplatītus skaitļošanas modeļus un zombiju robototīklus. [8]

3. uzbrukuma variants: makšķerēšana

Visizplatītākais veids, kā "zog" populāro e-pasta pakalpojumu un sociālo tīklu paroles, ir makšķerēšana. Metodes būtība ir tāda, ka lietotājs nokļūst šķietami pazīstamā vietnē (piemēram, tajā pašā *gmail*, *draugiem.lv*, *odnoklassniki*, *utt*.), un viņam pieprasa ievadīt savu lietotājvārdu un paroli, lai apstiprinātu kādu procesu; pēc ievadīšanas parole kļūst zināma hakerim.

Kā tas notiek: parasti lietotājs saņem vēstuli, kurā tiek informēts par nepieciešamību pieteikties savā kontā un tiek dota adrese uz vietni, kura vizuāli ir ļoti līdzīga oriģinālajai. Cita metode, kad pēc nejaušas nevēlamas programmatūras instalēšanas datorā, sistēmas iestatījumi tiek mainīti tā, ka pārlūkprogrammas adreses joslā ievadot vajadzīgās vietnes adresi, lietotājs faktiski nokļūst makšķerēšanas vietnē. [9]

4. uzbrukuma variants: spieģprogrammatūra

Spieģprogrammatūra (*spyware*) - plašs ļaunprātīgas programmatūras klāsts, kas slepeni tiek instalēts lietotāja datorā, lai sekotu ievadāmajai informācijai. Spieģprogrammatūras funkcijas var tikt iekļautas citā programmatūrā, šādi paslēpjot to īsto nolūku. Spieģprogrammatūra var sekot taustiņu uzspiešanai vai veikt slēpto trafika analīzi, lai iegūtu lietotāja paroli. [10]

Diskusija un rezultāti

Nedrīkst lietot paroles sastādītas tikai no cipariem vai pielietot vārdus, kurus var atrast vārdnīcā. Vārdu kombinācijas tikai nebūtiski aizkavēs uzbrukuma metodes. Visizplatītākais cipars parolēs ir 1. Vispopulārākā parole ir 12345. Burtu aizvietošana ar līdzīgiem pēc izskata cipariem (piem., "*passw0rd*") arī nepalīdzēs aizsargāt paroli.

Sastādot paroli, neizmantojiet klasiskās kombinācijas un šablonus: nekādu personisko datu, informācijas, vārdu, dzimšanas datumu vai citu simbolisku faktu, vienkāršu vārdi savienojumu, vārdnīcas vārdu, standarta frāzes.

Nekad nelietot vienu paroli visām sistēmām un vietnēm. Ja tiks uzlauzta kāda sistēma, tad hakeris varēs piekļūt visām pārējām.

Nekad neglabājat paroli tīklā, pārlūkprogrammās un citās automātiskās saglabāšanas sistēmās. Atcerieties, ka neviens serviss jums neprasīs nosaukt savu paroli. Pat ja vietnēs esat aizmirsis paroli, vienmēr ir iespēja atgūt paroli ar identitātes apstiprinājumu, izmantojot SMS, e-pastu vai citu veidu.

Visbiežāk paroles sastāv no 6 simboliem. Drošībai labāk ir izmantot paroles, kuru garums ir vismaz 8 simboli. Izmantojiet garas paroles un atsakieties no īsām.

Secinājumi

Sakarā ar to, ka mūsdienās ļoti daudz informācijas un datu glabājas internetā, tad parolu drošība ir ļoti aktuāla tēma. Darba gaitā tikai izpētītas populārākās parolu uzlaušanas metodes, kā arī apskatīti ieteikumi kā izveidot drošu paroli. Tika izsecināts, ka, ja priekš paroles izveidošanas izmanto savus datus (dzimšanas dienu, vārds, uzvārds, telefona numurs), tad tādas paroles tiek uzlauztas pāris sekunžu laikā. Tātad ir jāatsakās no visiem vārdiem, kas ir saistīti ar personu, jāmēģina izdomāt pēc iespējas grūtākas frāzes. Neizmantojiet vienu paroli priekš vairākiem interneta vietnēm, pat ja tiek mainīti daži simboli, jo, ja viena parole tiek uzlauzta, tad līdzīgas paroles uzlauzt nesagādās grūtības. Tika konstatēts, ka lielākā daļa no interneta lietotājiem sāk mēģināt domāt par drošu paroli tikai tad, kad parole jau tika uzlauzta.

Summary

Due to the fact that a lot of information and data are stored on the Internet nowadays, password security is a very important issue. The most popular password cracking methods have been discussed as well as recommendations how to create a secure password. It was concluded that if user apply his data (like birthday, name, surname, telephone numbers) to create a password, then such passwords are cracked within a few seconds. So, user must refuse to use all the words that are related with his personal data, the difficult phrases must be used. Do not use one password for several websites, even if few characters are changed, because if one password is cracked, it will not be difficult to crack similar passwords.

Izmantotās literatūras un avotu saraksts

1. Study On Information Security And Passwords [Tiešsaiste]
Pieejams: <https://www.ukessays.com/essays/information-technology/study-on-information-security-and-passwords-information-technology-essay.php> [Piekļuve 15.04.2020]

2. Prasības paaugstinātas drošības sistēmām [Tiešsaiste]
Pieejams: <https://likumi.lv/ta/id/275671-kartiba-kada-tiek-nodrosinata-informacijas-un-komunikacijas-tehnologiju-sistemu-atbilstiba-minimalajam-drosibas-prasibam> [Piekļuve 15.04.2020]
3. Galbally, Javier & Coisel, Iwen & Sanchez, Ignacio. (2016). A New Multimodal Approach for Password Strength Estimation. Part I: Theory and Algorithms. IEEE Transactions on Information Forensics and Security. PP. 1-1. 10.1109/TIFS.2016.2636092.
4. How do I measure the strength of a password? [Tiešsaiste]
Pieejams: <https://stackoverflow.com/questions/1614811/how-do-i-measure-the-strength-of-a-password> [Piekļuve 15.04.2020]
5. “Взлом «посоленных» хешей” [Tiešsaiste]
Pieejams: <https://www.securitylab.ru/analytics/406636.php?R=1> [Piekļuve 15.04.2020]
6. On Password Strength: A Survey and Analysis [Tiešsaiste]
Pieejams:
https://www.researchgate.net/publication/318154948_On_Password_Strength_A_Survey_and_Analysis [Piekļuve 15.04.2020]
7. ЛУЧШИЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ВЗЛОМА ПАРОЛЕЙ [Tiešsaiste]
Pieejams: <https://losst.ru/luchshie-programmy-dlya-vzloma-parolej> [Piekļuve 15.04.2020]
8. “Как хакеры взламывают пароли? Максимально просто!” [Tiešsaiste]
Pieejams: <https://zen.yandex.ru/media/ger/kak-hakery-vzlamyvaiut-paroli-maksimalno-prosto-5d666e6e0ef8e700adde3d10> [Piekļuve 15.04.2020]
9. “Методы взлома” [Tiešsaiste]
Pieejams: https://hetmanrecovery.com/ru/recovery_news/methods-of-hacking-a-gmail-account-and-ways-to-protect-against-them.htm [Piekļuve 15.04.2020]
10. Spyware [Tiešsaiste]
Pieejams: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/69097> [Piekļuve 15.04.2020]

VIRTUĀLĀ REALITĀTE VIRTUAL REALITY

Autors: **Niks ROGOZOVŠ**, e-pasts: niks.ritogy@gmail.com

Zinātniskā darba vadītājs: **Ivars MEIRĀNS, Mg.sc.ing.**, e-pasts: Ivars.Meirans@ru.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. *We deal with history of virtual reality and the principle of virtual reality, as well as the application of virtual reality in selected areas. There was general knowledge of the history of virtual reality, it's activities, and where these systems are used nowadays. It can be concluded that in the near future, we can expect a great boom in the technology department of virtual reality, which will be able to buy anybody and try to do the same with the virtual world. In 2020, we are expected to see the first progress in virtual reality and to see improvements that can drastically change our daily lives.*

Keywords: *Simulation, Virtual reality, Virtual world*

Ievads

Virtuālā realitāte (VR) nozīmē mūsu saistību ar datoru, kas neeksistē realitātē, Virtuālās realitātes definīcija rodas, protams, nav definīciju gan "virtuālajai", gan "realitātei". "Virtuālā" definīcija ir tuva un realitāte ir tā, ko mēs piedzīvojam kā cilvēki. Tāpat termins "virtuālā realitāte" būtībā nozīmē "netālu no realitātes". Tas, protams, varētu nozīmēt jebko, bet parasti tas attiecas uz konkrētu realitātes emulācijas veidu.

Viss, ko mēs zinām par mūsu realitāti, nāk no mūsu maņām. Citiem vārdiem sakot, mūsu realitātes pieredze ir vienkārši sensoros informācijas apvienošana un mūsu intelektuālo īpašību izpratnes veidošanas mehānismi šai informācijai. Tas ir iemesls tam, ka, ja jūs varat iepazīties ar seno informāciju, jūsu realitāte uztvere arī mainītos, atbildot uz to. Jūs iepazīstieties ar realitātes versiju, kas tur īsti nav, bet no jūsu viedokļa tā tiktu uztverta kā reāla. Kaut ko mēs pieminēti kā virtuālo realitāti. Šī darba mērķis iegūt vispārīgu ieskatu par virtuālās realitātes tēmu. Darba uzdevums iepazīties tuvāk ar virtuālās realitātes vēsturi, darbības principu un pielietojumu kas varētu dot perspektīvu uz tuvāko tehnoloģiju attīstības nākotni. Mani noteiktie uzdevumi ir: Apskatīt virtuālās realitātes vēstures attīstību; Izpētīt virtuālās realitātes darbības principu kā arī izmantotās ierīces, lai virtuālo realitāti varētu realizēt: Apskatīt virtuālās realitātes pielietojumu mūsu dzīvē; Veikt savas perspektīvas uz virtuālās realitātes nākotni.

Izmantotā metode prieks šī darba izpildes ir informācijas iegūšana no rakstiem, grāmatām un interneta avotiem.

Pētījuma objekti un metodes

Darba mērķis iepazīties un iegūt vispārīgo ierakstu par virtuālās realitātes tematiku.

Virtuālās realitātes attīstības vēsture

Virtuālās realitātes vēsture sākās 1962. gadā, kad filmu veidotājs Mortons Heiligs patentēja to, kas varētu būt pirmā patiesā VR sistēma: Sensorama - arkādes stila skapis ar 3D displeju, vibrējošu sēdekli un smaržu ražotāju[2]. Attiecīgi, šī izgudrojuma mērķis bija izveidot ierīci, kas simulētu vēlamo pieredzi, pieredzot vairākas sajūtas, simulēt faktisku, jau iepriekš noteiktu pieredzi indivīda sajūtās un attīstītu reālismu simulētā situācijā[1].

1965. gadā Ivans Sutherlands iztēloja „Ultimate Display” telpu, kurā dators var tieši kontrolēt jautājuma esamību[2]. Šādā veida gribēja apvienotu digitālo un fizisko pasauli, krasī mainot to, kā cilvēki mijiedarbojas ar datoru.

1968. gadā Ivans Sutherlands demonstrēja ārkārtīgi senu šādas ierīces iterāciju, periskopveida video austiņas ar nosaukumu "Sword of Damocles "[2]. Datortehnikā pirmā realizēta virtuālās realitātes sistēma, nevis koncepcija. Ivans Sutherlands konstruēja ierīci, ko

uzskata par pirmo galvas uzstādīts displejs (Head Mounted Display- HMD), ar atbilstošu galvas kustības izsekošanu.

1982. gadā Tomass Furness ASV Gaisa spēku Āmstronga medicīnas pētījumu laboratorijā izstrādāja vizuāli saistīto gaisa sistēmas simulators - progresīvo lidojumu simulatoru „VCASS”. Tas ir jauns platleņķa, divu acu, ķiveres uzmontēts displejs. Divi attēli apvienojumā ar 15 grādu centrālo lauku pārklājās, lai sniegtu panorāmas displeju 102 grādi. Pilots uzvilka virsū ķiveres displeju, kas papildināja loga skatu grafikā, kurā aprakstīja mērķauditorijas atlasī vai optimālu lidojuma trajektorijas informāciju[3]. Deviņdesmito gadu sākumā un vidū VR bizness bija pilnā sparā, neraugoties uz pēkšņu VPL bankrotu un paņemšanu. Līdz 90. gadu vidum kļuva skaidrs, ka virtuālais realitātes burbulis bija pārvērties[3].

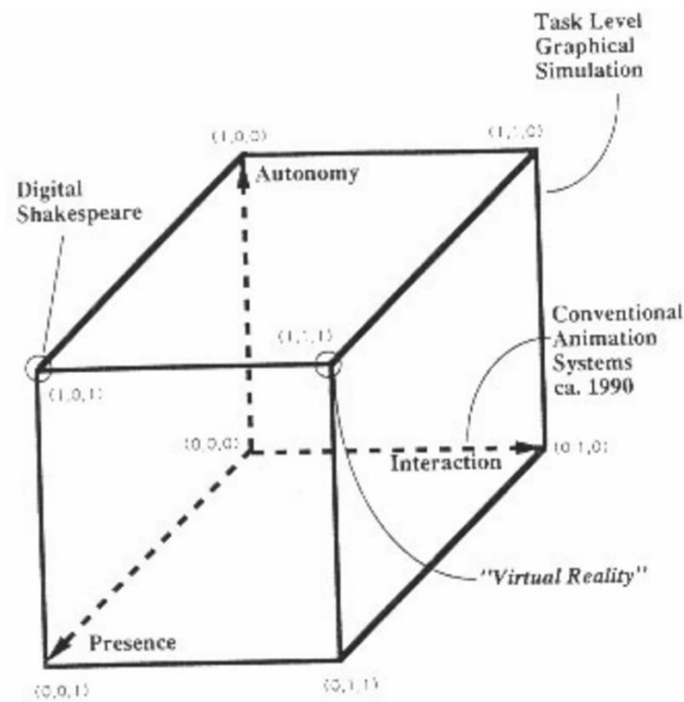
90. gadu beigās un 2000. gada sākumā virtuālās realitātes kompānijas turpināja darboties, bet ar zemāku, pragmatiskāku profilu. Militāristi kļuva par lielāko VR lietderības aizstāvi. 3D grafikas turpināja virzīties uz priekšu, bet atsaucoties uz tām, kā "virtuālā realitāte" kļuva arvien retāk. Kompānijas periodiski demonstrēja virtuālās realitātes sistēmas un perifērijas, bet, neskatoties uz Lanjē un citu protestiem, "VR nāve" bija kļuvusi par standarta stāstījumu[3].

Tad 2012. gadā jaunais uzņēmējs, vārdā Palmers Luckey, atklāja virtuālo realitātes austiņu, ko nosauca par Oculus Rift. Kamēr Rifs kļuva par VR atdzimšanas simbolu, pirms gadiem bija noteikti pamatdarbi. Savukart skaitļošanas jaudas un displeja tehnoloģijas uzlabojumi bija atrisinājuši dažas problēmas, kas bija pierādītas deviņdesmitajos gados[3].

Darbības principi

Virtuālā realitāte (VR) un virtuālā vide (VE) tiek izmantota datoru kopienā maināmi. Šie termini ir vispopulārākie un visbiežāk lietotie, taču ir daudz citu. Vienkārši pieminēt dažus svarīgākos: sintētiskā pieredze, virtuālās pasaules, mākslīgās pasaules vai mākslīgā realitāte.

Lai gan starp šīm definīcijām ir dažas atšķirības, tās būtībā ir līdzvērtīgas. Nozīmē, ka VR ir interaktīvs un iemērksošs (ar klātbūtnes sajūtu) pieredze simulētajā (autonomajā) pasaulē (skat. 2. Att.)[3]



2. Attēls Zelter's cube(1992)[3]

Galvenie elementi virtuālās realitātes piedzīvošanā - jeb jebkura realitāte šajā jautājumā ir virtuāla pasaule, iegremdēšana, maņu atsauksmes (reaģējot uz lietotāja ievadi) un interaktivitāte.[3]

1 Elements: Virtuālā realitāte Virtuāla pasaule ir konkrēta informācijas nesēja saturs. Tas var pastāvēt vienīgi prātā tās radītājs vai raidījums tādā veidā, ka to var kopīgot ar citiem. virtuālā pasaule var eksistēt bez attēlojuma virtuālās realitātes sistēmā (t.i, integrēta aparatūras, programmatūras un satura kolekcija ražošanai virtuālās realitātes pieredze) - tāpat kā spēļu vai filmu skripti pastāv neatkarīgi no konkrēti to izpildes gadījuma.[9]

2 Elements : Iegremdēšana Ņemot vērā, ka lietotājam jābūt iegremdētam kādā citā, alternatīvā realitātē, protams, VR vienkāršota definīcija varētu būt iegremdēšanās alternatīvajā realitātē vai viedokļa ziņā Saskaņā ar mūsu vienkāršo definīciju, vidē var kvalificēt, ja tā dalībnieki spēj uztvert kaut ko citu, nekā viņam būtu bez ārējas ietekmes. 191

3 Elements : Maņu atsauksmes Atšķirībā no tradicionālajiem plašsaziņas līdzekļiem, VR Jauj dalībniekiem izvēlēties savas izredzes, pozicionējot savu ķermeņi un ietekmējot notikumus virtuālajā pasaulē. Šīs funkcijas palīdz padarīt realitāti par pārlicecinošāku nekā mediju pieredze bez šīm iespējām.[9]

4 Elements: Interaktivitāte Lai virtuālā realitāte šķiet autentiska, tai jāatbild uz lietotāja darbībām, proti, jābūt interaktīvs. Tādējādi vēl viena nepieciešamā sastāvdaļa pilnīgā virtuālās realitātes definīcijā ir interaktivitāte. Interaktivitāte ir vieglāk saistīta ar datora pievienošanu vienādojumam. [9]

Mūsdienu pielietojums

VR gaming

Pēdējos gados virtuālās realitātes spēļu nozare jau ir ieguvusi ievērojamu tirgus apjomu un joprojām uzrāda strauju izaugsmes tempu. Sākumā virtuālās realitātes ideja bija aizraujoša un nedaudz fantastiska. Tomēr, tā VR ir piepildījies, mēs visi varam piekrist, tā var kļūt par nākamo "lielo lietu". Vismaz, virtuālā realitāte spēlēs, protams.

Kopš Oculus VR(skāt. 3. Att.) un Samsung Gear VR pirma prototipu izlaišanas ir sākusies jauna virtuālās realitātes laikmeta attīstība. 2015. gadā HTC ir uzsācis Vive austiņas, kas aprīkotas ar roku vadītājiem un izsekošanas tehnoloģijām. Un līdz šī gada beigām globālie ieņēmumi no virtuālās realitātes spēļu industrijā sasniedza 4,3 miljardus ASV dolāru.[12]

Filmu industrija

Ne tikai spēļu industrijā veidojās kaut kas neredzēts un ieintrīģējošs. Filmu industrija sāka izmēģināt iespējas ar virtuālo realitāti. Līdz šim brīdim mums jau ir vairāku dimensiju filmas, kuru jebkurš var izbaudīt samaksājot noteiktu summu par noteiktu sesiju [6]

Visi var izbaudīt filmu, vai nu tā bija slikta, vai arī ļoti interesanta. Virtuālā realitāte filmā mums dod iespēju pabūt filmā, ko redz galvenais varonis.

Medicīniskā izglītība

Anatomijas mācīšana galvenokārt ir ilustratīva, un VR piemērošanai šādi mācīšanai ir liels potenciāls. Izmantojot telpisku informācijas un datu bāzu apjomu vizualizāciju, klīnārsti un studenti var saprast svarīgus fizioloģiskos principus vai pamat anatomiju.

Nākotnē mēs varam sagaidīt dažādu VR dinamisko modeļu attīstību, kas ilustrē, kā dažādi orgāni un sistēmas pārvietojas normālu vai slimu stāvokļu laikā vai kā tie reaģē uz dažādiem ārēji pielietotiem spēkiem (piemēram, skalpeļa pieskārienu). [4]

Ķirurģija

Ķirurgi labi zina, ka mācībās nav alternatīvu praktiskai apmācībai. Tomēr studenti, kas vēlas apgūt laparoskopiskās procedūras, saskaras ar grūtu ceļu: parasti viņi sāk izmantot

laparoskopisko holeciktomijas trenāžieri, kas sastāv no melnas kastes, kurā endoskopiskie instrumenti tiek cauri gumijas blīvēm. Pēc tam skolēni sāk praktizēt šos paņēmienus uz inspirētiem audiem, ja to atļauj viņu izmaksas un pieejamība[.]. Virtuālās realitātes zinātne sniedz pilnīgi jaunu iespēju ķirurģisko prasmju modelēšanas jomā, izmantojot datorus apmācībai, novērtēšanai un galu galā sertifikācijai.[4]

Izglītība

Pedagogi nav panākuši saikni starp konstruktīvisma teoriju un VR, tādējādi zaudē iespēju sniegt teorētisku pamatu VR piemērošanai izglītībā[5]. VR izglītībā vēl ir kaut kas jauns un vēl netiek izmantots masveidā. Virtuālā pasaule var sniegt daudz labumu mācībām un no tā var izveidoties pozitīvi rezultāti, kuri atspoguļosies uz skolēniem, studentiem vai uz jebkura cita, kurš vēlas noveltīt savu laiku mācībām padarīt to neaizmirstamu un aizraujošu ceļojumu VR izglītībā.

Tā kā no datiem tiek aprēķināta virtuālā vide, tā ļauj dalībniekiem trīs veidu zināšanas veidošanas pieredzi, kas nav pieejama reālajā pasaulē, bet kuram ir nenovērtējams potenciāls izglītībā. Šīs bažas attiecas uz to, ko es saucu par "lielumu", "transfūziju" un "reabilitēšanu".[5]

Perspektīvas

Visumā virtuāla realitāte mums sola aizraujošu nākotni. Mēs varam sagaidīt, ka nākotnē būs daudz novatoriskāku tehnoloģiju izmantošana un, iespējams, būtisks veids, kā mēs sazināties un strādāt pateicoties virtuālās realitātes iespējām. Jau tuvākajā nākotnē tiks izrisinātas visas problēmas ar virtuālas realitātes sistēmu. Tas nozīmē, ka jau drīz būs izlaista sistēma, kas būs pilnībā funkcionējama un bez mīnusiem. Ir lielas cerības uz to pabeigšanu un parādās vēlme to iegādāties, kad viss jau būs tā virsotnē, Līdz tam laikam mums ir jāgaida rezultāti vai arī pašam jāpievienojas virtuālas realitātes sistēmas izgatavošanai. Virtuālajai realitātei ir daudz potenciāla ar tagadējām tehnoloģijas attīstību, un būtu patīkam redzēt nākotni caur virtuālo realitāti.

Secinājumi

- Visumā virtuāla realitāte mums sola aizraujošu nākotni
- Virtuālajai realitātei ir daudz potenciāla ar tagadējo tehnoloģijas attīstību.
- Spēļu industrijas revolūcija.
- Milzīgs pieprasījums pēc VRML programmētājiem tuvākajā nākotnē.

Literatūra

1. (SensoraSimulator)<https://patents.google.com/patent/US3050870A/en>
(VoicesFromAVirtualPast)https://www.theverge.com/a/virtual-reality/oral_history
(VirtualRealityHistory) <https://www.eg.tuwien.ac.at/research/publications/1996/mazuryk-1996-VRH/TR-186-2-96-06Paper.pdf>
2. (ApplicationsOfVirtualEnviromentsInMedicine)https://www.researchgate.net/publication/8976716_Applications_of_Virtual_Environments_in_Medicine
3. (VRApplicationsInEducation)<http://www.hitl.washington.edu/research/education/winn/winn-paper.html#vra>
4. (HowEntertainmentsIndustryUsesVirtualReality)<https://www.virtualliving.io/virtual-reality-technologies/how-entertainment-industry-uses-virtual-reality>
5. (8HistoricVirtualRealityHeadsets)<https://www.techrepublic.com/pictures/8-historic-virtual-reality-headsets/3>
6. (TheOculusWhat?)<https://flyawaysimulation.com/news/4753/>
7. (FourKeysOrVirtualRealityExperience)https://1/profsinfo.uaic.ro/-avitcu/FII%202015-2016/Animatie%203D_Documentatie/VR.pdf
8. (VirtualRealityComponents)<http://web.tecnico.ulisboa.pt/ist188480/emul/devices.html>
(VirtualReality)<https://www.explainthatstuff.com/virtualreality.html>
(VirtualRealityGaming)<https://ohinkmobiles.comn/blog/virtual-reality-gaming/>

STARU IZSEKOŠANAS ALGORITMA PIELIETOJUMS 3D AINAS RENDERĒŠANAI

RAY TRACING ALGORITHM FOR 3D SCENE RENDERING

Author: **Valdis TĀRAUDS**, e-mail: valdis.tarauds@gmail.com
 Scientific supervisors: **doc, Mg.sc.ing. Ivars MEIRĀNS**, e-mail: ivars.meirans@rta.lv
 Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija
 Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

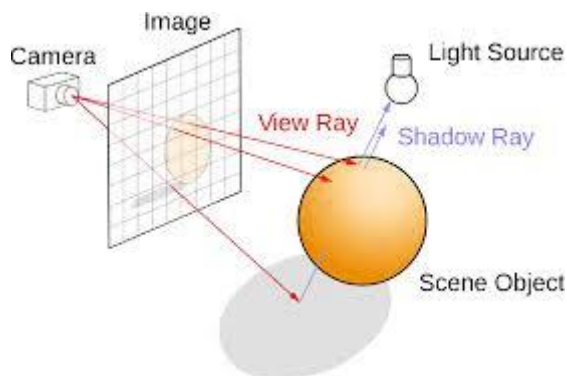
Abstract. In this work, authors implemented simple gpu ray tracing algorithm, that can render image with realistic reflections. To achieve result author use Unity as main development tool.

Keywords: Ray, Ray Tracing, GPU, Compute Shader.

Ievads

Ray tracing ir algoritms priekš trīs dimensiju grafikas renderēšanas ar ļoti sarežģītu gaismas mijiedarbību. Ar šī algoritma palīdzību var iegūt attēlu, kas pilns ar spoguļiem, caurspīdīgām virsmām un ēnām.

Ray tracing algoritma ideja ir ļoti vienkārša. Kā redzams 1. attēlā, nepieciešama kamera no kuras centra tiks izšauti stari, un attēls (*Image*) uz kura tiks renderēts 3D skats. Katrs stars, kas iziet no kameras centra, iet cauri katram attēla pikselim, un turpina savu kustību taisnā virzienā, kamēr tas trāpa kādam no objektiem scēnā. Kad stars trāpa kādam no objektiem, tad tiek iegūts trāpījuma punkts un krāsa šajā punktā. Bet ja veidot atstarojošas virsmas, tad stars no trāpījuma punkta turpina kustību atstarošanas virzienā. Un pikselis iegūst krāsu apvienojot visu trāpījuma punktu rezultātus.



1. attēls. *Ray trace* algoritma ideja.

Šis algoritms tiek izmantots filmu un seriālu vizuāli reālistisku, vizuālo efektu izveidei. Šī pētījuma **mērķis** ir implementēt staru izsekošanas algoritmu, lai iegūt attēlu ar spoguļa virsmām.

Materiāli un metodes Tehnoloģijas

Unity3D – spēļu izstrādes dzinis.
Visual Studio 2019 – integrēta izstrādes vide no *Microsoft*.
C# (C-Sharp) – universāla, daudz paradigmu programmēšanas valoda.
HLSL (High-Level Shading Language) – programmēšanas valoda priekš video karšu instrukciju rakstīšanas.

Izstrādes gaita

Izveidojot jaunu *Unity3D* projektu, pirmais solis bija izveidot klasi, kas būs sākuma punkts. Kurā notiek visu nepieciešamo datu inicializācija un metožu izsaukums. Metodē *InitRenderTexture*, kas redzama 2. attēlā, tiek izveidota virsma uz kuras tiks renderēta 3D scēna.

```
using UnityEngine;
0 references
public class RayTracingMaster : MonoBehaviour
{
    public ComputeShader RayTracingShader;
    private Camera _camera;

    public RenderTexture _target;

    0 references
    private void Awake()...

    0 references
    private void OnRenderImage(RenderTexture source, RenderTexture destination)...

    1 reference
    private void Render(RenderTexture destination)...

    1 reference
    private void InitRenderTexture()
    {
        if (_target == null || _target.width != Screen.width || _target.height != Screen.height)
        {
            // Release render texture if we already have one
            if (_target != null)
                _target.Release();

            // Get a render target for Ray Tracing
            _target = new RenderTexture(Screen.width, Screen.height, 0,
                RenderTextureFormat.ARGBFloat, RenderTextureReadWrite.Linear);
            _target.enableRandomWrite = true;
            _target.Create();
        }
    }

    1 reference
    private void SetShaderParameters()...
}
```

2. attēls. C# kods

Kā arī bija nepieciešams izveidot *Compute Shader*, lai visus nepieciešamos aprēķinus veikt izmantojot video karti (*GPU*). *Compute Shader* ir programma, kas izpildās videokartē. Šis *Compute Shader* instrukcijas, tiek rakstītas *HLSL* valodā. 3. attēlā redzamajā kodā, tiek izveidoti stari (*Rays*), no kameras centra caur attēla, virsmas uz kuras tiks renderēta 3D scēna, katru pikseli.

```
#pragma kernel CSMain
RWTexture2D<float4> Result;
float4x4 _CameraToWorld;
float4x4 _CameraInverseProjection;

struct Ray { ... };
Ray CreateRay(float3 origin, float3 direction) { ... }

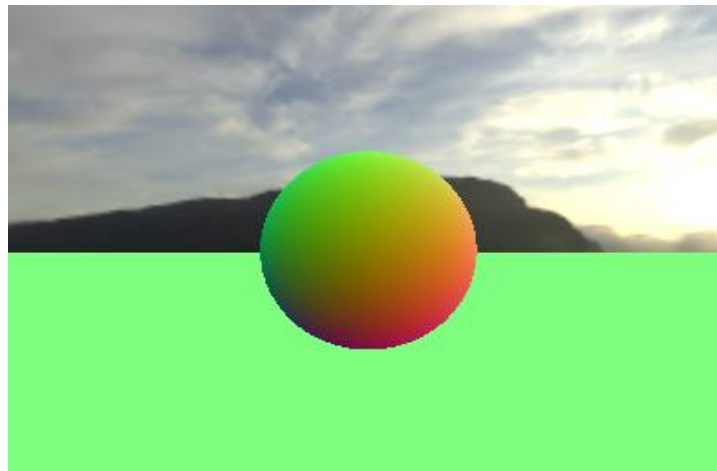
Ray CreateCameraRay(float2 uv)
{
    // Transform the camera origin to world space
    float3 origin = mul(_CameraToWorld, float4(0.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f)).xyz;

    // Invert the perspective projection of the view-space position
    float3 direction = mul(_CameraInverseProjection, float4(uv, 0.0f, 1.0f)).xyz;
    // Transform the direction from camera to world space and normalize
    direction = mul(_CameraToWorld, float4(direction, 0.0f)).xyz;
    direction = normalize(direction);
    return CreateRay(origin, direction);
}

[numthreads(8, 8, 1)]
void CSMain(uint3 id : SV_DispatchThreadID)
{
    // Get the dimensions of the RenderTexture
    uint width, height;
    Result.GetDimensions(width, height);
    // Transform pixel to [-1,1] range
    float2 uv = float2((id.xy + float2(0.5f, 0.5f)) / float2(width, height) * 2.0f - 1.0f);
    // Get a ray for the UVs
    Ray ray = CreateCameraRay(uv);
    // Write some colors
    Result[id.xy] = float4(ray.direction * 0.5f + 0.5f, 1.0f);
}
}
```

3. attēls. *Compute Shader* kods.

Nākamais solis bija izveidot grīdas virsmu un sfēru ar kuriem stari varēs mijiedarboties. Papildinot esošo kodu tika iegūts rezultāts, kas redzams 4. attēlā. Grīda ir bezgalīgi gara un plata.

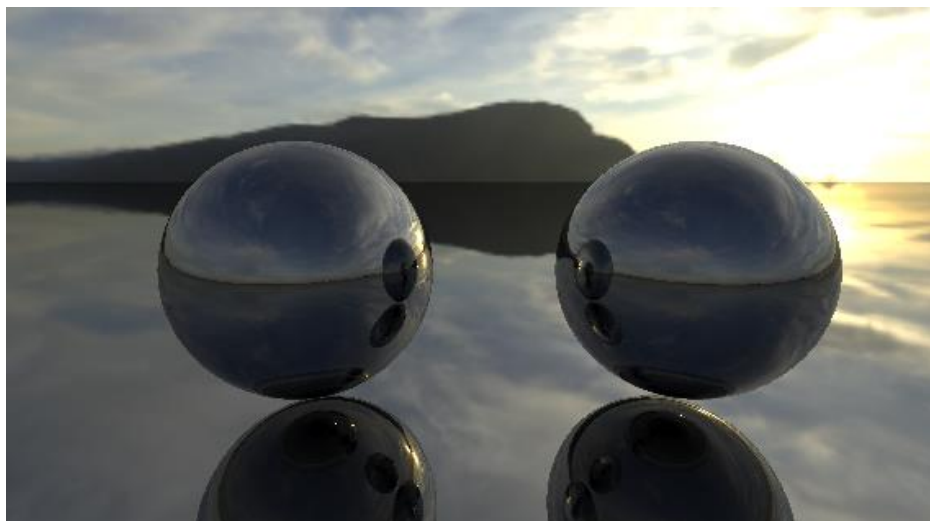


4. attēls. *Ray Tracing* rezultāts

Tagad ar staru palīdzību ir iespējams renderēt 3D objektus uz izveidotās virsmas. Nākošais solis ir izveidot staru atstarošanu, lai iegūt spoguļa virsmu. Ideja ir ļoti vienkārša, katru reizi kad stars trāpa uz virsmas, tas tiek atstarots, saskaņā ar gaismas atstarošanas likumu (gaismas krītošais leņķis = gaismas atstarošanas leņķis), kā arī tiek samazināta stara enerģija. Tas tiek atkārtots kamēr staram ir pietiekoši daudz enerģijas (noteikts atstarošanās skait), vai kamēr stars netrāpa debesīs. Visi atstarošanās rezultāti tiek apvienoti un tādējādi tiek iegūta pikseļa krāsa uz attēla virsmas.

Rezultāts

Kā redzams 5. attēlā, rezultāts ir iespaidīgs. Tika iegūta perfekta spoguļa virsma izmantojot *Ray trace* algoritmu. Attēls zemāk izskatās diezgan reālistisks, kaut arī vēl nav implementētas ēnas un gaismas.



5. attēls. *Ray Tracing* rezultāts ar atstarojošām virsmām

Secinājumi

Šajā darbā tika veikts neliels ieskats *Ray tracing* algoritmā un tika izveidots piemērs, kas spēj renderēt attēlus ar reālistiskām spoguļu virsmām. Izveidotais piemērs var renderēt tikai sfēriskus objektus un bezgalīgu grīdas virsmu. Lai varētu renderēt sarežģītākas formas objektus, nepieciešams veikt papildus pētījumus.

Izveidoto piemēru ir plānots papildināt ar ēnām un caurspīdīgiem objektiem.

Summary

In this work, a small insight into the Ray tracing algorithm was taken and an example was created that is able to render images with realistic mirror surfaces. The created example can only render spherical objects and an infinite floor surface. In order to be able to render more complex shaped objects, it is necessary to perform additional research.

It is planned to add shadows and transparent objects to the created example.

Literatūra

[1] ievads staru izsekošanas algoritmā: vienkārša metode 3D attēlu izveidošanai, [atsauce uz 17.04.2020.]. Pieejams: <https://www.scratchapixel.com/lessons/3d-basic-rendering/introduction-to-ray-tracing/raytracing-algorithm-in-a-nutshell>

[2] staru izsekošanas algoritma implementēšana, [atsauce uz 17.04.2020.]. Pieejams: <http://blog.three-eyed-games.com/2018/05/03/gpu-ray-tracing-in-unity-part-1/>

[3] staru izsekošanas algoritms, [atsauce uz 17.04.2020.]. Pieejams: <https://www.cs.unc.edu/~rademach/xroads-RT/RTarticle.html>

[4] “UC Davis Academics” lekcijas video par *Ray tracing* [atsauce uz 17.04.2020.]. Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=Ahp6LDQnK4Y>

MAŠĪNMĀCĪŠANĀS SERVISS STUDENTU REĢISTRĀCIJAI MACHINE LEARNING SERVICE FOR STUDENT REGISTRATION

Autors: **Andrejs TOČELOVSKIS**, e-pasts: andrejs.tocelovskis@gmail.com
Zinātniskā darba vadītājs: Dr.sc.ing., profesors **Artis TEILĀNS**, e-pasts: artis.teilans@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *The paper provides various tips for machine learning technology. The main part describes main functionality of machine learning service for human face recognition.*

Atslēgas vārdi: *machine learning, cognitive service.*

Ievads

Par plaši izmantotu tehnoloģiju šobrīd ir kļuvuši servisi, kuri ir orientēti uz cilvēka biometrisku datu apstrādi. Piemēram bankas autentifikācijas drošības koda ievadi aizstāj personas pirkstu nospieduma biometriskie dati. Nav nepieciešamības ievadīt vismaz četru simbolu kombināciju, atliek tikai pieskarties sensora atrašanās vietā. Tāpat arī plaši tiek izmantoti personas sejas dati. Piemēram, nav nepieciešamības atbloķēt mobilo telefonu ievadot drošības kodu, kas sastāv no vairākiem simboliem un to ievadīšana aizņem daudz laika. Atliek vien kamerai uzrādīt savu seju un ekrāns tiek zibenīgi atbloķēts.

Lielākā daļa tehnoloģiju tiek izstrādāta, lai atvieglotu mūsdienu dzīves gaitas. Kā arī tehnoloģiju izmantošana ir kļuvusi par neatņemamu dzīves sastāvdaļu, jo tehnoloģijas spēj ātri un efektīvi atrisināt situācijas, kurās, piemēram, noteicošais faktors ir ātrums.

Tāpēc darba autors uzskata, ka ir nepieciešama programma, kas būtu spējīga noteikt uz lekciju ieradušos studentu skaitu un automātiski viņus reģistrēt lekcijai datu bāzē.

Mašīnmācīšanās servisa studentu reģistrācijas sistēmai ir paredzēts ļaut automātiski reģistrēt studentus lekcijai, izmantojot informāciju, kura iegūta no auditorijas kameras straumējuma, kā arī iespējot veidu, lai students reģistrētos manuāli. Mašīnmācīšanās servisa studentu reģistrācijas sistēmu paredzēts lietot studiju daļas administratoram, ievadot datus, studiju daļas speciālistiem, pārskatot informāciju par ierašanos uz lekcijām kā arī pasniedzējiem un studentiem, kuriem būs iespēja apskatīt un salīdzināt ieradušos studentu skaitu. Mašīnmācīšanās servisu studentu reģistrēšanai ir paredzēts iekļaut Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas iekšējā vienotās informācijas sistēmas portālā.

Pētījuma mērķis ir piemeklēt iespējamo tehnoloģiju, ar kuras palīdzību būtu iespējama Mašīnmācīšanās servisa studentu reģistrācijai izstrāde.

Pētījuma metodes: vispārzinātniskās pētījumu metodes (monogrāfiskā jeb aprakstošā metode).

Mērķa sasniegšanai tiek izvirzīti šādi uzdevumi:

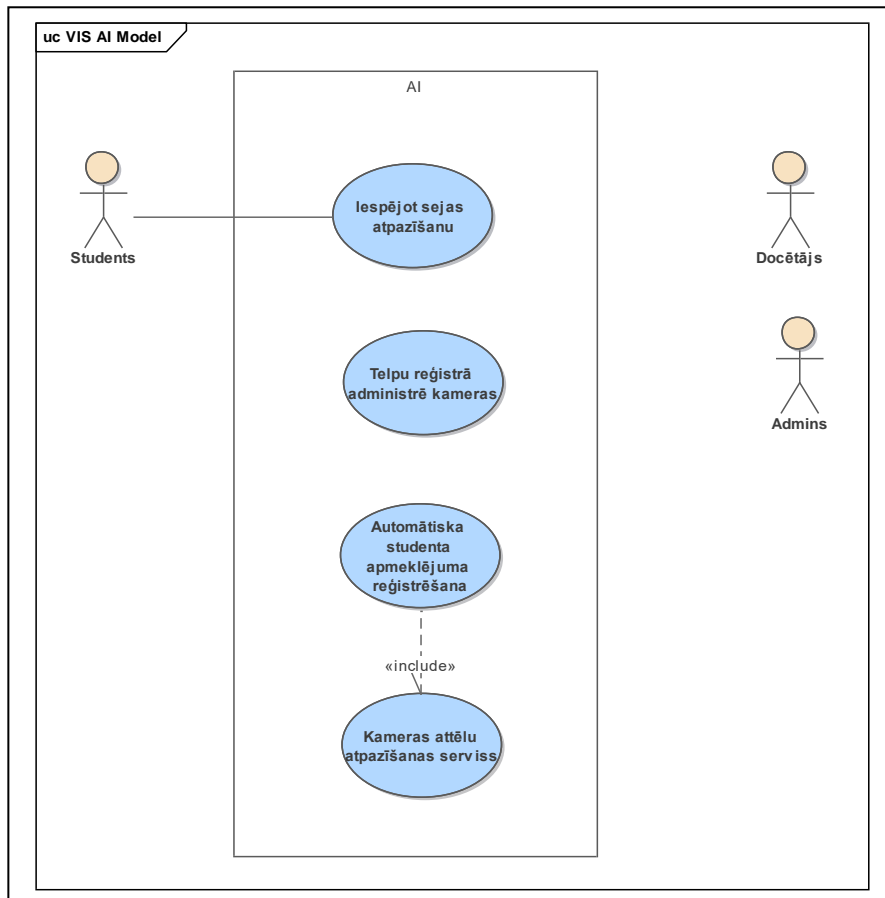
- izpētīt pieejamos servissus, kurus būtu iespējams izmantot tālākai programmatūras izstrādei;
- izprast izvēlēta servisa darbības principu;
- uzsākt Mašīnmācīšanās servisa studentu reģistrācijai izstrādi;
- apkopot un sagatavot secinājumus.

Sistēmas koncepcijas izstrāde

Ņemot vērā sistēmas prasības tika izstrādāta lietošanas gadījuma diagramma (1. attēls). No diagrammas ir redzams, ka produktam ir jānodrošina sekojoša funkcionalitāte:

- Iespējot sejas atpazīšanu

- Telpu reģistrā administrē kameras
- Automātiska studenta apmeklējuma reģistrēšana
- Kameras attēlu atpazīšanas serviss



1. attēls. Lietošanas gadījuma diagramma

Mašīnmācīšanās servisa studentu reģistrācijai piekļuvi ir paredzēts iespējot Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas vienotās informācijas sistēmas (VIS) portālā. VIS portālā studentiem un pasniedzējiem būs iespēja pierēģistrēt sevi, kā studentu vai kā pasniedzēju, pievienot savas bildes, kuras pēc reģistrācijas pabeigšanas tiks nosūtītas izvēlētam servisam uz sejas atpazīšanas apmācīšanos, rezultātā VIS datu bāzei tiks atgriezts un saglabāts unikāls ID (identifikators). VIS administratora panelī būs iespējams izvēlēties konkrētu auditorijas kameras IP adresi, portu kā arī nostrādāšanas intervālu. Mašīnmācīšanās serviss būs spējīgs pieslēgties kādai no izvēlētajām auditorijas kamerām, un no kameras straumējuma iegūt bildi. Šī bilde tiks nosūtīta izvēlētam servisam priekš sejas atpazīšanas, rezultātā tiks atgriezts jau iepriekš aprakstītais unikālais identifikators, dati tiks pārbaudīti ar VIS datu bāzes datiem un ja šāds students vai pasniedzējs ir iepriekš izgājis reģistrācijas procesu sejas atpazīšanai, tad atgrieztais izvēlēta servisa ID sakrītīs ar jau esošo ID un students vai pasniedzējs tiks pierēģistrēts lekcijai VIS.

Esošo servisu analīze

1. Face++

Face ++ ir atvērta koda platforma, kas piedāvā informācijas tehnoloģijas, kas ļauj lietojumprogrammām labāk lasīt un izprast realitāti [4]. *Face ++* ļauj lietojumprogrammām

viegli pievienot vadošas, dziļas, uz mācībām balstītas attēlu analīzes un atpazīšanas tehnoloģijas.

Iespējas:

Sejas noteikšanas – ļauj atklāt un noteikt attēlā cilvēka sejas un atdot augstas precizitātes sejas ierobežojošās ailes. *Face ++* ļauj arī saglabāt katras atklātās sejas metadatus turpmākai lietošanai.

Sejas salīdzināšana – ļauj pārbaudīt varbūtību, ka divas sejas pieder vienai un tai pašai personai. Tiek iegūti unikāli identifikatori katrai sejai, lai novērtētu līdzību.

Sejas meklēšana – iespēja pievienot seju kolekciju, lai vēlāk to varētu identificēt. Ātrā un precīzā meklēšana atgriež līdzīgu seju kolekciju, kā arī precizitāti (procentos), lai novērtētu līdzību.

2. Amazon Rekognition

Izmantojot *Amazon Rekognition*, ir iespējams identificēt objektus, cilvēkus, tekstus, sižetus un darbības attēlos un video, kā arī atklāt jebkādu nepiemērotu saturu [2]. *Amazon Rekognition* nodrošina arī ļoti precīzas sejas analīzes un sejas meklēšanas iespējas, kuras iespējams izmantot, lai noteiktu, analizētu un salīdzinātu sejas dažādām pārbaudēm, piemēram, cilvēku skaitīšanai un sabiedriskās drošības kontroles gadījumiem.

Iespējas:

Sejas noteikšana un analīze- Izmantojot *Amazon Rekognition*, ir iespējams noteikt, kad attēlos un video parādās sejas, un katram no tām iegūt atribūtus, piemēram, dzimumu, vecuma diapazonu, atvērtas acis, brilles, sejas apmatojumu. Videoklipā iespējams arī izmērīt, kā šie sejas atribūti laika gaitā mainās, piemēram, sastādīt aktiera izteikto emociju grafiku.

Sejas meklēšana un verifikācija- programma nodrošina ātru un precīzu sejas meklēšanu, ļaujot identificēt personu fotoattēlā vai video, izmantojot savu privāto sejas attēlu krātuvi. Ir iespēja arī pārbaudīt identitāti, analizējot sejas attēlu salīdzinājumā ar attēliem, kuri tika saglabāti salīdzināšanai.

Teksta detektācija - fotoattēlos teksts drukātā veidā parādās pavisam savādāk nekā glīti vārdi. *Amazon Rekognition* spēj nolasīt sagrozītu un izkropļotu tekstu, lai iegūtu informāciju, piemēram, veikalu nosaukumus, ielu zīmes un tekstu uz produkta iepakojuma.

3. Microsoft Azure Face serviss

Azure Cognitive Services Face piedāvā algoritmus, kurus izmanto, lai attēlos noteiktu, atpazītu un analizētu cilvēku sejas [5]. Spēja apstrādāt cilvēka sejas informāciju ir svarīga daudzos dažādos programmatūras scenārijos. Piemēri scenārijiem ir drošība, dabiska lietotāja saskarne, attēlu satura analīze un pārvaldība, mobilās lietotnes un robotika.

Iespējas:

Sejas detektācija- atrod cilvēka sejas attēlā un atgriež to atrašanās vietu taisnstūra koordinātas. Pēc izvēles sejas noteikšana var iegūt virkni ar seju saistītu atribūtu. Kā, piemēram, var minēt galvas pozu, dzimumu, vecumu, emocijas, sejas apmatojumu un brilles.

Sejas verifikācija- veic autentifikāciju divām atklātām sejām vai no vienas atklātās sejas vienai personai. Praktiski tā novērtē, vai divas sejas pieder vienai un tai pašai personai. Šī iespēja ir potenciāli noderīga drošības scenārijos.

Līdzīgu seju meklēšana - Atrodot līdzīgu seju, potenciāli meklējamā seja tiek salīdzināta ar kandidātu seju kopu, lai atrastu mazāku seju kopu, kas izskatās līdzīga potenciāli meklējamai sejai. Tiek atbalstīti divi darba režīmi: *matchPerson* un *matchFace*. Režīmā *matchPerson* tiek atgrieztas līdzīgas sejas pēc tam, kad tas filtrē vienu un to pašu personu. Režīmā *matchFace* tiek ignorēts vienas personas filtrs. Tiek atgriezts saraksts ar līdzīgām kandidātu sejām, kuras varētu piederēt vienai un tai pašai personai.

Personas identifikācija - Identifikācija tiek izmantota, lai identificētu atklāto seju attiecībā pret cilvēka attēla informāciju no datu bāzes. Šī funkcija varētu būt noderīga automātiskai attēlu marķēšanai fotoattēlu pārvaldības programmatūrā. Tiek izveidota datu bāze, kuru laika gaitā iespējams rediģēt.

Analīzes rezultātā tika sastādīta tabula pārskatam ar augstāk apskatītiem servisiem (1. tabula).

1. tabula

Servisu salīdzinājums

Funkcija	Amazon Reckognition	MS Azure Face	Face++	Plānotā programmatūra
Sejas atpazīšana un analīze	+	+	+	+
Sejas meklēšana un verificēšana	+	+	+	+
Teksta atpazīšana	+	-	-	Nav nepieciešams
Implementācijas iespējas	C,C#	C#, PHP, JavaScript, Android	C#,C, Android	PHP, Javascript

Analīzes rezultātā tika apkopota informācija un izvēlēts serviss, kurš atbilda noteiktām prasībām. Prasības bija implementēšanas iespējas PHP programmēšanas valodā, zemā cena un iespēja uzglabāt un apstrādāt studentu biometriskos (sejas) datus. Tika izvēlēta *Microsoft* kognitīvā sistēma [3] un izveidots *Face* serviss.

Mašīnmācīšanās servisa studentu reģistrācijai testa vides izstrādes uzsākšana

Tā kā bija nepieciešams implementēt servisu WEB vidē tika izmantota javascript un php valoda, lai komunicētu ar Microsoft kognitīvo servisu. Tika uzsākta izstrāde un izstrādāts komunikācijas piemērs. Tā darbības rezultāts redzams 2. attēlā.


Izvēloties jebkuru bildi, sākumā tiek sūtīta bilde Microsoft kognitīvam servisam, no bildes tiek izņemta sejas daļa un tā tiek analizēta. Ir iespējami vairāki scenāriji, analizēt vecumu, dzimumu, briļļu esamību, noskaņojumu.

IMG: [https://upload.wikimedia](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Portrait_of_Laura.jpg) [Analyze](#)

Response:

```
[
  {
    "faceId": "c7906093-77fb-4655-ba7d-bc2cfe9d90ef",
    "faceRectangle": {
      "top": 131,
      "left": 177,
      "width": 162,
      "height": 162
    },
    "faceAttributes": {
      "smile": 0.001,
      "headPose": {
        "pitch": -5.7,
        "roll": -9.1,
        "yaw": -34.1
      },
      "gender": "female",
      "age": 22,
      "facialHair": {
        "moustache": 0,
        "beard": 0,
        "sideburns": 0
      },
      "glasses": "NoGlasses",
      "emotion": {
        "anger": 0,
        "contempt": 0,
        "disgust": 0,
        "fear": 0,
        "happiness": 0.001,
        "neutral": 0.987,
        "sadness": 0.001,
        "surprise": 0.01
      },
      "blur": {
        "blurLevel": "low",
        "value": 0.06
      }
    }
  }
]
```

Source image:

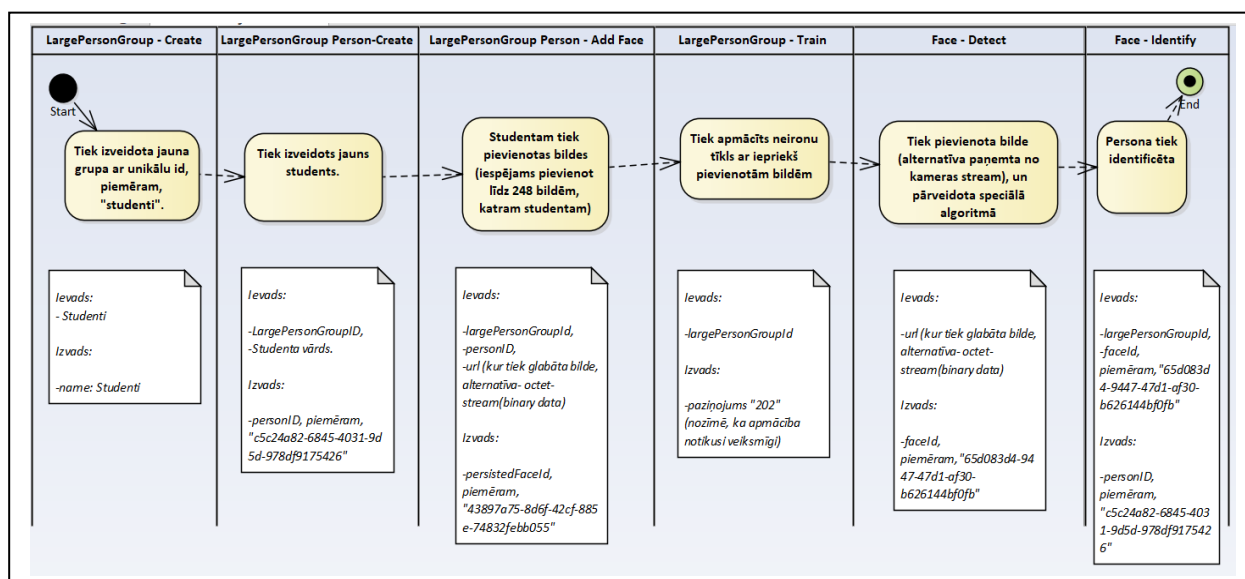


2. attēls. Microsoft kognitīva servisa pieprasījums

Lai sekmīgi paveiktu personas identificēšanu ir jāizmanto *Microsoft Cognitive Face API* [1] piecas funkcijas sekojošā kārtībā (3. attēls):

- *LargePersonGroup Create*- tiek izveidota jauna personu grupu ar norādīto *personGroupId*, vārdu, lietotāja sniegto *userData* un atpazīšanas modeli. Personu grupa ir kontainers, kurā glabājas augšupielādētie personas dati, ieskaitot sejas atpazīšanas funkcijas;
- *LargePersonGroup Person – Create* – tiek ievadīts personas vārds un tiek atgriezts personas id, piemēram, *name- “Andrejs”* , *id - “25985303-c537-4467-b41d-bdb45cd95ca1”*;
- *LargePersonGroup Person- Add Face* – Tiek pievienota personas seja konkrētai grupai, konkrētai personai, labākais variants pievienot vismaz trīs attēlus no dažādiem skatu punktiem, lai atpazīšanas modelis strādātu efektīvi.
- *LargePersonGroup Train* – tas ir pēdējais etaps, kurš pārveido iegūtās bildes speciālā algoritmā, kurš tiek glabāts serverī, un vēlāk tiek izmantots, lai veiktu sejas identificēšanu;
- *Face- Identify* - Katrai sejai Face Identify aprēķinās līdzības starp vaicājuma seju un visām sejm, seju grupās un tiks atgriezts augstāk aprakstītais vārds un id.

Iesākumā testa versija tika izveidota C# programmēšanas valodā, tā bija spējīga pieslēgties datora kamerai, atpazīt seju un atgriezt personas vārdu un id. Tālāk tiks veidota web saskare php programmēšanas valodā.



3.attēls. Microsoft Cognitive Face API funkcionalitāte

Pētījuma rezultāti

Tika izpētīti arī daudzi dažādi citi servisi, kurus būtu iespējams izmantot, iecerētā projekta realizēšanai.

Tika izvēlētas tehnoloģijas, ar kuru palīdzību tika iesākts izstrādes process.

Tika izprasta *Microsoft Azure Cognitive Service Face API* darbības principi.

Tika izpētīti arī daudzi dažādi citi servisi, kurus būtu iespējams izmantot, iecerētā projekta realizēšanai, kā arī tika izvēlētas tehnoloģijas, ar kuru palīdzību tika iesākts izstrādes process.

Kopumā ir pieejams ļoti daudzas un dažādas gatavas sejas atpazīšanas tehnoloģijas, kuras ir implementējamas dažādos projektos.

Lai identificētu personu, personas seja tiek pārbaudīta vismaz ar 68 dažādiem algoritmiem, kuri nosaka sejas atbilstību noteiktai personai.

Personas sejas detektēšana bildē bija veiksmīgi izstrādāta 2011. gada un daudzi moduļi, tieši detektēšanai, izmanto šo metodi [6].

Secinājumi

Tā kā mūsdienās tehnoloģijas ir ļoti attīstījušās, zināmā mērā tās ļoti atvieglo ikdienas gaitas. Lai automatizētu arī personu reģistrāciju lekcijām, tiks izstrādāts augstāk aprakstītais projekts.

Nospraustais mērķis tika sasniegts, iekļāvās nospraustos laika termiņos un tika secināts:

- 1) Izstrādāt sejas atpazīšanas sistēmu, neizmantojot nekādu no augstāk aprakstītiem risinājumiem, būtu samērā ilgs process;
- 2) Iesākot izvēlēta servisa implementāciju Mašīnmācīšanās servisā, radās daudz problēmu ar programmatūras savietojamību;
- 3) Datu apmaiņa ar Microsoft kognitīvo servisu notiek ātri;
- 4) Microsoft kognitīvās sistēmas neironu tīkls darbojas ātri;

Microsoft kognitīvā servisa testēšana *C#* vidē notika veiksmīgi, tomēr testa vides izstrāde *php* vidē vēl turpināsies, jo tā diezgan atšķiras, piemēram, *C#* par bildes pievienošanu no lokālās adrese tiek izmantota *fstream* funkcija, bet *php* valodā šādas funkcijas nav.

Summary

As technology is highly advanced today, it makes day-to-day operations much easier. In order to automate the registration of persons for lectures, the project described above will be developed.

The set goal was achieved, within the set deadlines and it was concluded:

- 1) Developing a facial recognition system without using any of the solutions described above would be a relatively long process;*
- 2) When starting the implementation of the chosen service in the Machine Learning Service, there were many problems with software compatibility;*
- 3) Data exchange with Microsoft Cognitive Service is fast;*
- 4) Microsoft's cognitive neural network works fast;*

Microsoft's cognitive service testing in C # has been successful, but the development of the test environment in php will continue, as it is quite different, for example, C # uses the fstream function to load an image from the local address, but the php language does not.

Literatūras avotu saraksts

4. AI open platform (07.03.2020)

<https://www.faceplusplus.com/>

2. Amazon Reckognition (09.02.2020)

<https://aws.amazon.com/rekognition/>

5. Microsoft Azure (07.03.2020)

<https://portal.azure.com/#@rta.lv/resource/subscriptions/138e9c5d-9ec3-47f3-a182-69cea8f9c06a/resourceGroups/Face/providers/Microsoft.CognitiveServices/accounts/RandomApi/quickstart>

3. Microsoft Azure studio (04.03.2020)

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/studio/what-is-ml-studio>

1.Face API (07.02.2020)

<https://azure.microsoft.com/en-us/services/cognitive-services/face/#demo>

6. Viola-Johnes alghoritm (03.04.2020)

<https://medium.com/datadriveninvestor/understanding-and-implementing-the-viola-jones-image-classification-algorithm-85621f7fe20b>

NEIRONU TĪKLU ATPAZĪŠANAS PROCESA VIZUALIZĀCIJAS METODES

VISUALIZATION METHODS OF IMAGE CLASSIFICATION PROCESS IN NEURAL NETWORKS

Autori: **Kaspars VOGULIS**, e-pasts: kaspars.vogulis@gmail.com,
Valdis PLATONOVŠ, e-pasts: valdisp3@inbox.lv,
Edgars JUDOVIČS, e-pasts: edgars.judovics@gmail.com
Zinātniskā darba vadītājs: **Dr.sc.ing., docents Sergejs KODORS**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *The aim of the work was to find and describe ways of visualising layers of neural networks, which analyse images and classify them. By visualising network layers, scientists and developers could see features, which influence on results of neural network mapping, training and overall result. In this paper, authors demonstrate different visualization methods, which can be applied by machine learning engineers.*

Keywords: *image classification, neural networks, layers.*

Ievads

Neironu tīklu adaptīvā pieeja un iespēja apmācīties padara tos par lielisku rīku, kā risināt problēmas, pielietojot statistisko informāciju un lielas datu kopas. Neironu tīkli tiek pielietoti dažādiem uzdevumiem: elektroenerģijas efektivitātes noteikšana ēkām [1], vēža šūnu noteikšana organismā [2], ēdiena atpazīšana [3], sejas atpazīšana, izmantojot novērošanas kameras [4], ugunsgrēka monitorings [5] un citi uzdevumi.

Attēlu atpazīšanā neironu tīklu izmantošana ir efektīva un lēta pieeja, jo neirontīklu apmācība nepieprasa mašīnāpmācības inženierus manuāli definēt atpazīšanas īpašības.

Tomēr neironu tīkli strādā pēc melnās kastes (*blackbox*) principa – var tikai gaidīt vēlamu rezultātu, bet viennozīmīgi pārliecināties par korektu neirontīkla darbu nav iespējams, tāpēc neirontīklu darbs ir neprognozējams.

Pats attēlu atpazīšanas process notiek, izmantojot vairākus neirontīkla slāņus, kur katrs slānis atbild par sava veida vizuālo datu apstrādi. Tāpēc, lai varētu noteikt kādas īpašības tiek pielietotas klasifikācijā, ir izstrādāti dažādi vizualizācijas palīgriķi. Apskatot aktivizācijas kartes vairākiem slāņiem, var noteikt, kādi parametri ir jāpaslēpj, bet kuriem jāpievērš lielāka uzmanība.

Darba mērķis ir izpētīt kādas atpazīšanas slāņu vizualizācijas metodes pastāv un kā šīs metodes var pielietot.

Darba uzdevumi:

1. Eksperimentāli izmēģināt uzmanības reģionu vizualizācijas metodi;
2. Eksperimentāli izmēģināt uzmanības īpašību vizualizācijas metodi.

Materiāli un metodes

Pētījumā tika pielietotas šādas metodes:

- Zinātniskās literatūras analīze, lai iegūtu informāciju par neironu tīklu darba principiem un eksistējošiem risinājumiem.
- Eksperimentu veikšana ar slāņu vizualizāciju, izmantojot apmācītus neironu tīkla modeļus.

Eksistē dažādi veidi, kā vizualizēt neironu tīklus: gan neironu tīkla struktūras vizualizācijas metodes, kad tiek attēlotas saites starp slāņiem un neironiem, gan metodes, kas

attēlo kā neironu tīkls apstrādā ievades datus, ko neirontīkls redz, un kādiem elementiem pievērš lielāku uzmanību.

Eksperimenta laikā tiek izmantoti šādi rīki:

1. *Tensorflow* - brīvs atvērta koda *Python* bibliotēku apvienojums, ar kura palīdzību var izveidot, apmācīt un darbināt neironu tīklus.
2. *Keras* – atvērta koda neironu tīklu bibliotēka, kas papildina *Tensorflow* funkcionalitāti.
3. *tf-keras-vis toolkit* – rīku apvienojums, kas apstrādā *Keras* veidotus modeļus, kas ļauj vizualizēt atpazīšanas procesus.
4. *Google Collab* – uzņēmuma *Google* mākoņpakalpojums, kas ļauj palaist kodu uz uzņēmuma serveriem.

Darbā tika apskatītas 2 metodes:

1. Uzmanības reģionu vizualizācija – tiek noteikti punkti, pēc kuriem neironu tīkls atpazīst objektus attēlā;
2. Uzmanības īpašību vizualizācija – metode, kas tiek pielietota neirontīklu slāņiem, lai attēlotu atpazīšanas īpašības, ar kurām strādā filtrs.

Eksperimentā tiek pielietots apmācīts neironu tīkla *VGG16* modelis [6] uz *Imagenet* datu kopas, kuru piedāvā *Keras* bibliotēka.

Rezultāti un diskusija

Uzmanības reģiona vizualizācija

Viena no vizuālācijas metodēm ir uzmanības reģiona attēlošana (*saliency map*), kad ar dažādu krāsu gradācijām, topogrāfijas stilā, attēlo vietas, kurām neironu tīkls pievērš vairāk vai mazāk uzmanības.

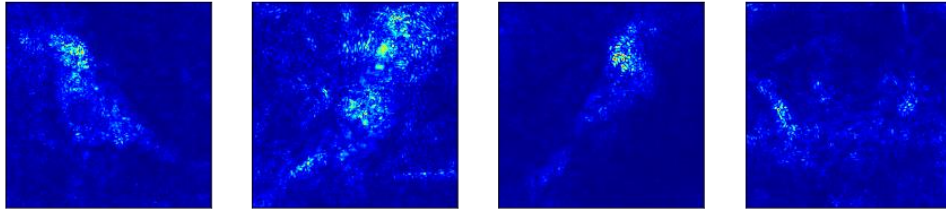
Izmantojot uzmanības kartes, var viegli un vizuāli noteikt, ko neirona tīkls meklē ievadītajos attēlos, kuriem reģioniem pievērš vairāk vai mazāk uzmanības, kur var būt iespējami meklēšanas trūkumi, utt. Izmantojot šo informāciju ir iespējams turpināt apmācīt neironu tīklu, ņemot vērā trūkumus un daļas, kuras neirontīklam ir grūti atpazīt, lai klasificētu attēlu.

Uzmanības karšu veidošanai tika izmantotas *tensorflow*, *keras* un *tf-keras-vis python* bibliotēkas. Demonstrācijas nolūkiem tika izmantoti četri attēli (skat. 1. attēlu): vārna, gulbis, gulbja rotaļlieta un lidmašīna.



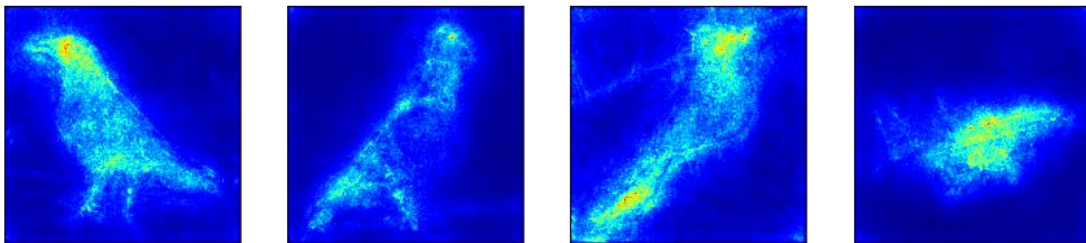
1.att. Ievades dati

Cilvēks uzreiz, apskatot šos attēlus, spēj atpazīt, kas ir attēlots. Datora redzei tā ir liela problēma un liels izaicinājums. Lai uzzinātu, vai neirontīkls saprot, kur atrodas attēla objekts, izmanto uzmanības kartes. 2. attēlā ir redzami neirontīklu uzmanības reģioni, kuros var saskatīt attēlu objektus, bet tie ir diezgan abstrakti, it īpaši lidmašīnas gadījumā. Ir grūti saprast, kur atrodas lielāki neirona tīkla fokusa punkti.



2. att. Neirontīkla uzmanības punkti

Lai labāk saskatītu uzmanības reģionus, tos var pastiprināt, izpildot attēla normalizāciju (skat. 3. attēlu). Rezultātā var labāk saskatīt apstrādātus objektus, gan putnus, gan arī lidmašīnu. Kā redzams paraugos, neironu tīkls pārsvarā ignorē attēlu fonu un fokusējas uz objekta – galvenokārt, uz putnu galvas, acis un astes.



3. att. Normalizētas neirontīkla uzmanības reģionu kartes

Pēc uzmanības kartēm, var secināt, ka dators spēj atšķirt objektu no tā fona un lielākoties spēj atrast putnu raksturīgās īpašības. Baloža gadījumā, var redzēt, ka tīklam ir grūtības atpazīt baloža spārnu.

Uzmanības īpašību vizualizācija

Konvolūcijas slānis (*convolution layer*) ir plaši izmantota attēlu atpazīšanas neirontīkla struktūra. To izmanto, lai atpazītu formas un attēla īpašības. Slānis saglabā attiecības starp pikseliem, aplūkojot bildi caur noteikta izmēra logiem (*windows*). Tad, apskatot attēlu caur filtru, tiek iegūta attiecību vērtība noteiktā attēla apgabalā, ar ko var izteikt bildes parametrus uz šo apgabalu.

Tā kā bilde sastāv no bitu vērtībām 1 un 0, izmantojot matricu reizināšanu var iegūt vērtību atšķirības. Pēc apstrādes ar slāni, tiek samazināts attēla izmērs, bet netiek pazaudēta informācija.

Ja bilde nav melnbalta, bet krāsaina, tiek apstrādātas 3 bildes – katra savai krāsai (sarkana, zaļa un zila). Ievada slānim tiek padota bilde, kurai ir atdalītas krāsas, noteikts augstums un platums. Pats filtrs arī satur krāsu slāņus, un izmēra parametrus. Rezultātā iegūta bilde atspoguļo izmaiņas un atšķirības starp blakus esošiem pikseliem.

4. attēlā ir redzama konvolūcijas slāņa darba loģika, kur attēla matrica tiek sareizināta ar filtra matricu, lai iegūtu rezultātu.

1	1	1	0	0
0	1	1	1	0
0	0	1	1	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

*

1	0	1
0	1	0
1	0	1

5 x 5 – Image Matrix

3 x 3 – Filter Matrix

4.att. Konvolūcijas slāņa darba princips

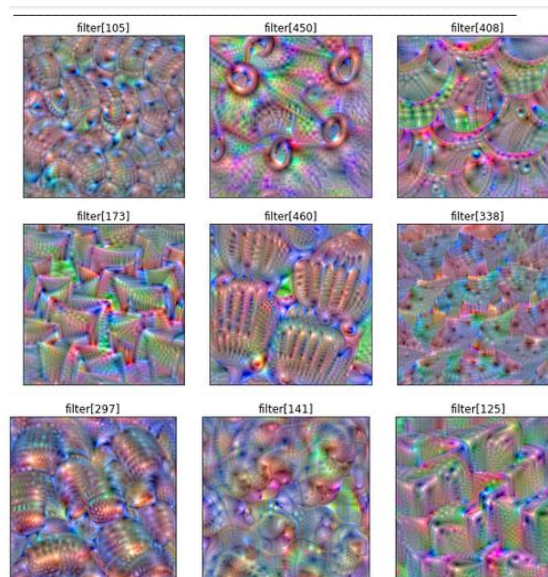
Konvolūcijas slānī var mainīt filtrus, lai iegūtu dažādus rezultātus.

Lai eksperimentāli apskatītu konvolūcijas slāņu filtru vizualizācijas metodi, tika izmantots putna attēls (skat. 5. attēlu).



5.att. Putna attēls

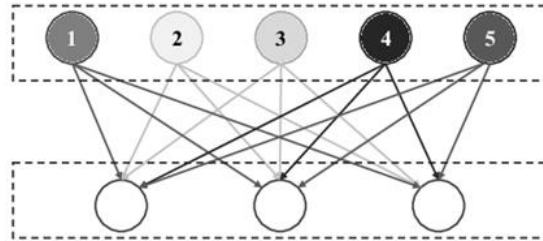
Lai vizualizētu filtrus, tika izvēlēti filtri pēc nejaušības principa. 6. attēlā var redzēt filtru vizualizācijas rezultātu.



6.att. Filtru vizualizācija

Rezultātā var redzēt dažādu konvolūcijas slāņu izmantoto attēlu rezultātu. Apskatot, var noteikt, kuri filtri atbilst vajadzīgajam atpazīšanas īpašībām, bet kuri - nē.

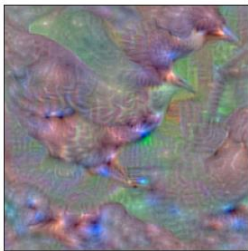
1D slānis ir viens no vienkāršākajiem slāņu tipiem, kuram visi neironi ir savienoti ar visiem neironiem nākamā slānī. Katrs slāņa neironš saņem ievadi no visiem iepriekšēja slāņa neironiem - tādējādi tie ir blīvi savienoti. Lai izveidotu pilnīgi saistītu 1D slāni, *Keras* bibliotēka piedāvā *DenseLayer*. 7. attēlā ir redzams *DenseLayer* piemērs. Ieejas neironu krāsas norāda aktivizācijas vērtības. Tumšāka krāsa apzīmē stiprāku signālu.



7.att. *DenseLayer* piemērs

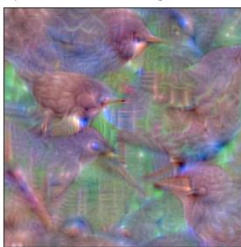
Praktiskā daļā tika apskatīta *DenseLayer* darbība. Lai redzētu kā mainās attēli un iegūtie dati no apmācības ilguma, tika mainīts apmācības soļu skaits. Jo vairāk soļu, jo vairāk reizi tika veikta attēla apstrāde. Eksperimentā tika apstrādāta putna bilde (skat. 5. attēlu) un parādīti rezultāti slāņiem, kuriem tika konstatēti blīvāki normalizēti uzmanības reģioni (skat. 8., 9. un 10. attēlus).

Steps: 100 Losses: [113.66600799560547], Regularizations: [[('TotalVariation', 83.50137329101562), ('L2Norm', 0.025623245164752007)]]
 Steps: 200 Losses: [180.3651885986328], Regularizations: [[('TotalVariation', 95.44664001464844), ('L2Norm', 0.025486545637249947)]]



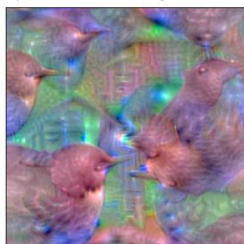
8.att. 200 soļu rezultāts

Steps: 100 Losses: [103.49851989746094], Regularizations: [[('TotalVariation', 88.19293975830078), ('L2Norm', 0.02561434730887413)]]
 Steps: 200 Losses: [109.63790893554688], Regularizations: [[('TotalVariation', 90.4698486328125), ('L2Norm', 0.02551199682056904)]]
 Steps: 300 Losses: [199.9986114501953], Regularizations: [[('TotalVariation', 95.8156509399414), ('L2Norm', 0.025409458205103874)]]



9.att. 350 soļu rezultāts

Steps: 100 Losses: [125.67552185098594], Regularizations: [[('TotalVariation', 84.12543487548828), ('L2Norm', 0.02561759389936924)]]
 Steps: 200 Losses: [194.90782165527344], Regularizations: [[('TotalVariation', 93.90827178955078), ('L2Norm', 0.02547607812093067)]]
 Steps: 300 Losses: [234.0313720703125], Regularizations: [[('TotalVariation', 103.06727600097656), ('L2Norm', 0.025368813425302505)]]
 Steps: 400 Losses: [233.4376678466797], Regularizations: [[('TotalVariation', 108.03016662597656), ('L2Norm', 0.02529124729335308)]]
 Steps: 500 Losses: [305.28594970703125], Regularizations: [[('TotalVariation', 108.28776550292969), ('L2Norm', 0.025196414440870285)]]



10.att. 500 soļu rezultāts

Pēc rezultātiem ir redzams, ka iterāciju skaits padara iegūto attēlu daudz tuvāku vajadzīgajiem datiem.

Secinājumi

Darba laikā tika secināts, ka eksistē vairāki rīki un gatavi risinājumi, kas var vizualizēt neironu tīkla attēlu atpazīšanas procesu. Eksperimentāli tika apskatītas: uzmanības reģionu vizualizācijas un uzmanības īpašību vizualizācijas metodes.

Neironu tīklu vizualizācijas metodes un rīki ir ļoti noderīgi instrumenti, izstrādājot viedo risinājumu. Uzmanības reģionu vizualizācijas metode ir viens no paņēmieniem, kā vizuāli attēlot neironu tīkla analīzes fokusu. Izmantojot šo metodi var redzēt, kādām attēla daļām neironu tīkls pievērš vai nepievērš uzmanību, tādējādi dodot iespēju to uzlabot vai modificēt tam paredzētajiem nolūkiem.

Konvolūcijas slānis apstrādā attēlu, pielietojot redzes logus. Izmantojot uzmanības īpašību vizualizāciju, var pārliecināties vai pareizus objektus neironu tīkls izvēlas atpazīšanas procesā. Katram filtram ir sava matrica un parametri, tāpēc, izmantojot abas metodes, var atrast pašu efektīvāko filtru.

Uzmanības īpašību vizualizācija ir atkarīga no apmācības ilguma, jo ilgāk notiek apmācība, jo vieglāk saskatīt atpazīšanas īpašības.

Summary

During the work it was concluded that there are several tools and ready-made solutions that can visualize one or more processes of neural network image recognition methods. Desirability, convolution, and dense-layer visualizations were performed to see how the neural network processes images.

Neural network visualization methods and tools are very useful tools for developing computer intelligence models and the efficiency of the analysis of their intended tasks. The method of visualization of desirability is one of the ways to visually depict the thought process of the neural network in a human-understandable form. Using this method, it is possible to see which parts of the image the neural network pays attention to or ignores, thus allowing it to be improved or modified for its intended purposes.

The convolution layer processes the image with a specific filter or filters and obtains the pixel ratio of the image in a specific (small) area. Using convolution layer visualization, the effect of filters on the desired result can be determined. Each filter has its own matrix and parameters, so using the obtained filter activation and desirability maps, you can find the most efficient filter.

The dense layer is used as a linear operation, where each input is connected to each output. The results of Dense layer visualization mostly depend on the number of steps or iterations to be performed, the more steps, the more detailed the image remains. The "loss factor" is like the second parameter that affects the results - if it is increased, the image is less detailed.

Literatūras saraksts

1. Chae Y.T., Horesh R., Hwang Y., Lee Y.M., *Artificial neural network model for forecasting sub-hourly electricity usage in commercial buildings*. [Piekluve:12.04.2020]
2. Huang M., Hung Y., Lee W., Li R. K., Wang T.. *Usage of Case-Based Reasoning, Neural Network and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System Classification Techniques in Breast Cancer Dataset Classification Diagnosis* [Piekluve:14.04.2020]
3. Kagaya H., Aizawa K. , Ogawa M. . *Food Detection and Recognition Using Convolutional Neural Network*. [Piekluve:12.04.2020]
4. Zhang, H., Zou, Z., Li, J. et al. *Flame image recognition of alumina rotary kiln by artificial neural network and support vector machine methods*. J. Cent. South Univ. Technol. 15, 39–43 (2008). [Piekluve:14.04.2020]

5. Sinha P. *A symmetry perceiving adaptive neural network and facial image recognition*
[Piekluve:14.04.2020]
6. VGG16 – Convolutional Network for Classification and Detection [Tiešsaiste] Pieejams:
<https://neurohive.io/en/popular-networks/vgg16/>

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

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 is able to recognize apples and pears. To achieve the goal, the authors of this work used the architecture of the neural network AlexNet and the open dataset "Fruits360". A 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 to train 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

Food2030 [1] stratēģijā definē prioritātes pētniecībā un inovācijās, saistītas ar pārtikas un uztura drošību. Viens no stratēģijas uzdevumiem ir pārtikas un ūdens nodrošināšana visiem cilvēkiem. Pētījumiem un inovācijām jāsekmē izsalkuma un nepietiekama uztura samazināšanai, augsta pārtikas nekaitīgumam un izsekojamības nodrošināšanai, ar uztura saistīto slimību samazināšanai, lai palīdzētu visiem pilsoņiem un patērētājiem, nodrošinot viņiem labu veselību un labsajūtu. Lai radītu viedās pārtikas sistēmas, kas palīdz lauksaimniecībai pielāgoties klimata pārmaiņām. Tāpēc tiek veidotas sistēmas, kas palīdzēs atpazīt slimības un samazināt pārtikas zaudējumus.

Dziļās mācīšanas konvolūcijas neiron tīkls (*convolutional neural networks*, tālāk *CNN* [2]) ir speciāla neirontīklu arhitektūra, ko visplašāk izmanto vizuālo attēlu analīzei. Konvolūcijas arhitektūra ir analogas neironu savienojumu modelim cilvēka smadzenēs, kad atsevišķi neironi reaģē uz stimuliem tikai ierobežotā redzes laukā, kas pazīstams kā uztverošais lauks. Šie lauki pārklājas, lai aptvertu visu redzes laukumu.

AlexNet ir konvolūcijas neirontīkla arhitektūra, kuru iespējams izmantot augstās izšķirtspējas attēlu klasifikācijai un atpazīšanai. *AlexNet* arhitektūra ir izstrādāta, paredzot iespēju pielietot vairākus *GPU*, kas ļauj apmācīt lielāku modeli un samazināt apmācības laiku.

Šī pētījuma **mērķis** ir izstrādāt neirontīklu, kas būs spējīgs atpazīt ābolus un bumbierus. Mērķa sasniegšanai ir paredzēts izmantot *AlexNet* arhitektūru un *Fruits360* [4] datu kopu.

2. Materiāli un metodes

Datu kopa

Darbā tika pielietota *Fruits360* datu kopa, kas satur 120 klases un 81120 attēlus ar augļiem. Datu kopa ir sadalīta uz divās daļās: trenēšanas (75%) un pārbaudes (25%) kopas.

Tehnoloģijas

Lai *TensorFlow* [5] korekti strādātu ar *GPU*, bija nepieciešams pieinstalēts klāt:

- *Python 3.7* – programmēšanas valoda;
- *CUDA Toolkit* – paralēlas skaitļošanas platforma un programmēšanas satvars skaitļošanai grafiskajās videokartēs. Izmantojot *CUDA* tehnoloģiju var būtiski paātrināt neirontīkla darbu, izmantojot *GPU* jaudu;
- *cuDNN* – dziļās apmācības bibliotēka. *cuDNN* nodrošina optimizētus risinājumus tādām standartam operācijām kā apvienošana, normalizācija un slāņu aktivācija;

- *Anaconda – Python* datu zinātnes standarta platforma, kas ir paredzēta mašīnmācīšanās uzdevumiem [6];
- *TensorFlow 2.0* – atvērta bibliotēka mašīnāpmācības uzdevumiem, kuru izstrādāja *Google*, lai ātri realizētu neironētīklus un apmācītu tos.
- *TensorFlow GPU* – tiek izmantota veikt aprēķinus pielietojot *GPU*.

Eksperimenta process

Pēc izstrādes vides sagatavošanas, bija nepieciešams sagatavot datu kopu. Par pamatu ir paņemta datu kopa *Fruits360*, kura tika modificēta – tika izveidotas trīs mapes ar nosaukumiem “*apples*”, “*pears*” un “*noise*”. Mapē “*apples*” tika saglabāti visi datu kopas attēli ar āboliem, mapē “*pears*” – ar bumbieriem un mapē “*noise*” – visi pārējie attēli.

Eksperimenta laikā tika pielietota *AlexNet* arhitektūra (skat. 1. tabulu). Pēc datu kopas sagatavošanas, tika palaists apmācības process, kurš tika atkārtots desmit reizes, katru reizi pārbaudot neironētīkla precizitāti, pielietojot testēšanas datus.

1. tabula

AlexNet arhitektūra

<i>Layer (type)</i>	<i>Output Shape</i>	<i>Param #</i>
conv2d	(None, 48, 48, 16)	1216
batch_normalization	(None, 48, 48, 16)	64
max_pooling2d	(None, 24, 24, 16)	0
conv2d_1	(None, 22, 22, 32)	4640
batch_normalization_1	(None, 22, 22, 32)	128
max_pooling2d_1	(None, 11, 11, 32)	0
conv2d_2	(None, 9, 9, 64)	18496
conv2d_3	(None, 7, 7, 128)	73856
max_pooling2d_2	(None, 3, 3, 128)	0
dense	(None, 512)	590336
dense_1	(None, 512)	262656
dense_2	(None, 3)	1539

3. Rezultāti

Apmācības un modeļa parametri ir attēloti 2. tabulā, bet katra eksperimenta rezultāti 3. tabulā. Apmācības progresu piemēru var apskatīt 3.1. attēlā. Datu kopas *Fruits360* attēlu piemēri ir doti 3.2. un 3.3. attēlos.

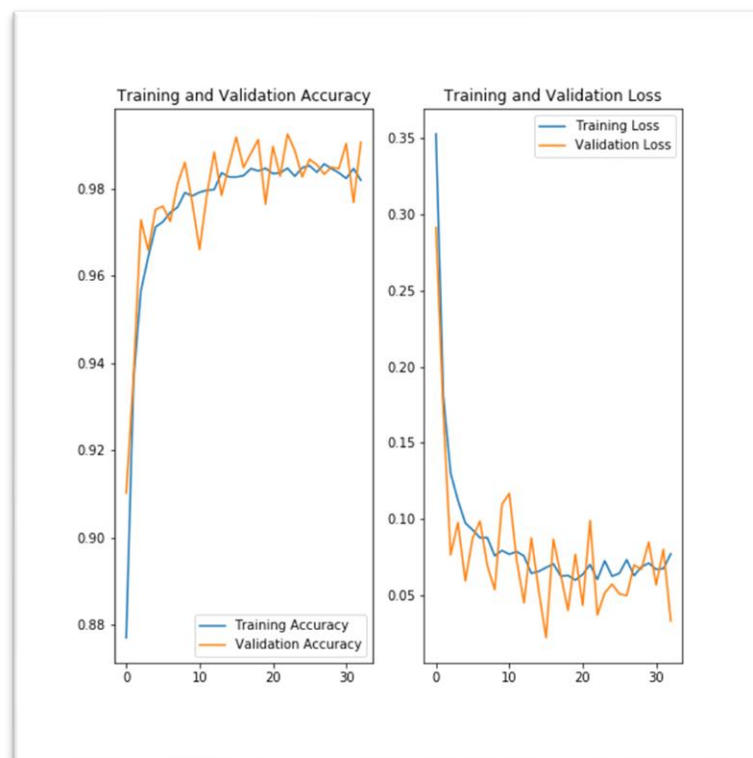
2. tabula

Modeļa un konfigurācija parametri

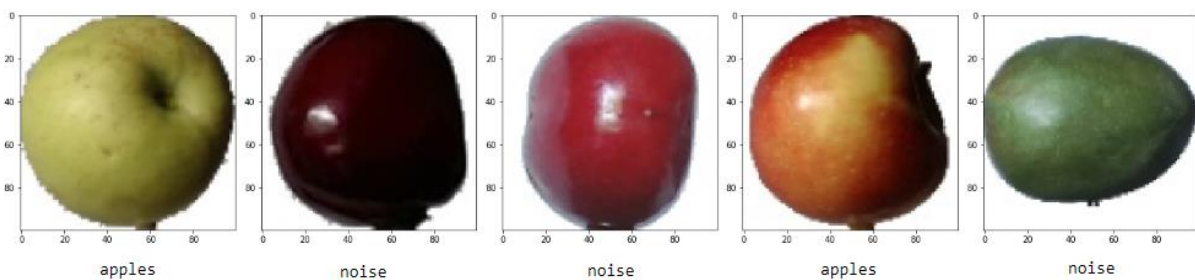
<i>CNN1</i>	<i>CNN2</i>	<i>CNN3</i>	<i>CNN4</i>	<i>Dense1</i>	<i>Dense2</i>	<i>Dense3</i>
16	32	64	128	512	512	3
<i>GPU</i>	<i>Epoch</i>	<i>Sleep</i>	<i>Step time</i>	<i>Time</i>	<i>Trainable params</i>	<i>Non-trainable params</i>
<i>GTX-1050</i>	50	10	35ms/step	260s	952,835	96

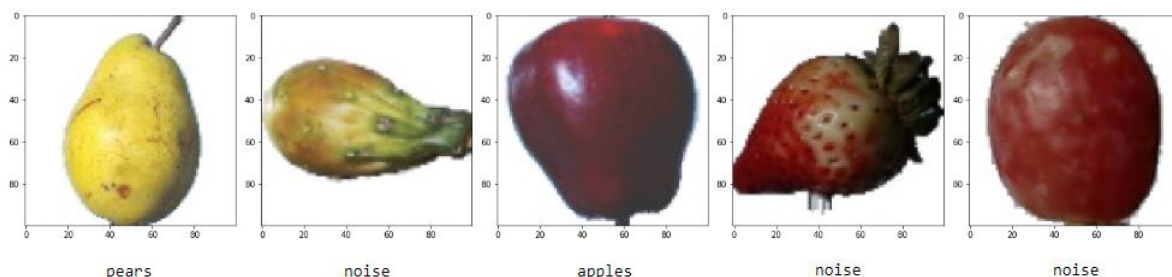
Rezultātu tabula

#	<i>Train time</i>	<i>Total epoch</i>	<i>accuracy</i>	<i>val_accuracy</i>
1	117	27	0,951	0,972
2	104	24	0,950	0,969
3	61	14	0,954	0,969
4	117	27	0,949	0,967
5	82	19	0,953	0,969
6	91	21	0,939	0,967
7	156	36	0,953	0,972
8	130	30	0,951	0,972
9	100	23	0,956	0,974
10	100	23	0,948	0,971
<i>Average</i>	105,733	24,4	0,950	0,970
<i>Median</i>	101,833	23,5	0,951	0,970



1. attēls. Modeļa trenēšanas un validācijas diagramma

2. attēls. *Fruits360* attēli atpazīšanai



3. attēls. Fruits360 attēli atpazīšanai

4. Diskusija

Neironu tīkls ir paredzēts mobilajiem telefoniem. Pirms sākt mobilās aplikācijas izstrādi, ir nepieciešams apskatīt dažādas arhitektūras bilžu klasifikācijai. Dotajā darbā tika izmantota *AlexNet* arhitektūra. Apmācītam modelim tika padoti reāli dati un neskatoties uz to, ka atpazīšana ir ~97%, dabīgos attēlus neironu tīkls nespēj klasificēt. Bija izvirzīta hipotēze, ka neironu tīkla modelis ir iegaumējis visu kā troksnis. Tāpēc tika izveidots skripts, lai pārbaudītu šo hipotēzi. Pēc skripta palaišanas, tika noskaidrots kā ir redzamas visas trīs klases un hipotēzē ir aplama. Ir nepieciešams paturpināt pētījumu, dešifrējot kādus parametrus iegaumēja neironu tīkls, kas ir iespējams izpildīt, pielietojot intensitātes kartes (*heatmaps* jeb *saliency maps*).

Turpmākajos pētījumos ir nepieciešams apskatīt un izmēģināt *MobileNet* arhitektūru [8], kas ir paredzēta tieši mobilajām iekārtām, salīdzinot precizitāti ar *AlexNet* modeļiem. Veicot visus eksperimentus un salīdzinājumus, lai izteiktu precizitāti tika pielietots parametrs “pilnā precizitāte” (*total accuracy*). Lai iegūtu ticamākus precizitātes rādītājus, jāpielieto *Cohen`s Kappa* [7]. To uzskata par ticamāku koeficientu, nekā vienkārši procentu līgumu, jo tiek ņemta vērā iespējamība, ka vienošanās notika nejauši. Izmantojot *Kappa* koeficientu, varēs noteikt cik labi tiks atpazīts objekts reālā izmantošanā.

Secinājumi

Izmantotajai *AlexNet* arhitektūrai bija veikti desmit atkārtojumi un rezultātā tika iegūti desmit neironu tīkla modeļi. Modelis tika apmācīts ar modificētu *Fruits360* datu kopu. Modeli parādīja labu rezultātu – 97% precizitāte. Veicot modeļu testēšanu ar reāliem datiem, neironu tīkls neatpazīna nevienu attēlu. Situācijas izlabošanai var izmēģināt apmācīt neironu tīklu ar reālās datu kopas palīdzību. Turpmāk, būs nepieciešams veikt citu arhitektūru apmācīšanu un rezultātu salīdzināšanu, ka arī notestēt modeļus, pielietojot *Cohen`s Kappa* koeficientu.

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

A neural network with AlexNet architecture was trained ten times and ten trained models were obtained. The training was conducted using the modified Fruits360 dataset. The trained models showed a good result: ~97% total accuracy. However, testing for the recognition of real images of apples and pears, the neural network models could not recognize a single image. To improve the situation with recognition of real images, it is necessary to try to train a neural

network using real images. Further, it will be necessary to consider and train another architecture and to test models using the Cohen`s Kappa coefficient.

Literatūra

- [1] Bioekonomikas politika [tiešsaiste], [atsauce uz 02.04.2020]. Pieejams: <https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm;jsessionid=1704F40ED0043811F4D22A4F02D1EF7D.cfusion10101?pg=policy&lib=food2030&CFID=23513089&CFTOKEN=a85794a01c992bd5-91D8880F-A7BE-42A6-2E4773E9A2A41389>
- [2] Konvolūcijas neironu tīkls [tiešsaiste], [atsauce uz 02.04.2020]. Pieejams: <https://towardsdatascience.com/a-comprehensive-guide-to-convolutional-neural-networks-the-eli5-way-3bd2b1164a53>
- [3] AlexNet arhitektūra [tiešsaiste], [atsauce uz 02.04.2020]. Pieejams: <https://papers.nips.cc/paper/4824-imagenet-classification-with-deep-convolutional-neural-networks.pdf>
- [4] *Fruits360* datu kopa [tiešsaiste], [atsauce uz 02.04.2020]. Pieejams: <https://www.kaggle.com/moltean/fruits>
- [5] *TensorFlow* [tiešsaiste], [atsauce uz 02.04.2020]. Pieejams: <https://www.tensorflow.org/about>
- [6] *Anaconda* rīks [tiešsaiste], [atsauce uz 02.04.2020]. Pieejams: <https://www.anaconda.com/why-anaconda/>
- [7] *Cohen`s Kappa* [tiešsaiste], [atsauce uz 02.04.2020]. Pieejams: <https://www.statisticshowto.com/cohens-kappa-statistic/>
- [8] *MobileNet* arhitektūra [tiešsaiste], [atsauce uz 02.04.2020]. Pieejams: <https://towardsdatascience.com/review-mobilenetv1-depthwise-separable-convolution-light-weight-model-a382df364b69>

**VIDES AIZSARDZĪBA,
INŽENIERZINĀTNES**

ĶIEĢEĻU ĒKAS SIENAS SILTUMA ZUDUMU APRĒĶINS ATKARĪBĀ NO SILTUMIZOLĀCIJAS MATERIĀLA BIEZUMA HEAT LOSS OF A BRICK BUILDING WALL DEPENDING ON THE THICKNESS OF THERMAL INSULATION MATERIAL

Autors: **Oskars BLUKS**, e-pasts: bluks.oskars@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītāja: **Ērika TEIRUMNIEKA**, Mg. chem., lektore,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: The proposed study has been completed to calculate and compare heat losses through the building wall depending on the thickness of the thermal insulation material layer. The aim of the work is to find the optimal thickness of thermal insulation material. The study concludes that heat loss is directly dependent on the thickness of the thermal insulation layer, but the greatest effect is achieved with the first layer.

Keywords: Buildnig insulation, heat losses, heat transfer coefficient U ; rock wool.

Ievads

Svarīgākais ēkas energoefektivitātes paaugstināšanas paņēmieni ēku pārbūvē ir sienu siltināšana. Katras ēkas pārbūvei ir jābūt ne tikai energoefektīvai, bet arī ilgtspējīgai. Ilgtspējīgai pārbūvei ir vairākas priekšrocības ilgtspējīgas attīstības nodrošināšanā. Radot kvalitatīvu, videi un veselībai draudzīgu dzīves telpu, tiek veicināta gan ekoloģiskā, gan ekonomiskā un sociālā ilgtspējība. Tas ir veids, kā dzīvot videi un veselībai draudzīgāk, neatsakoties no mūsdienās ierastām ērtībām un kvalitātes standartiem, taču vienlaikus domājot arī par mūsu bērnu un mazbērnu nākotni un tiesībām dzīvot tīrā, resursu nenoplicinātā vidē.

Darba mērķis: Atrast optimālo siltumizolācijas materiāla biežumu, nepārkāpjot energoefektivitātes prasības, tajā pašā laikā nodrošinot mazākus izdevumus.

Lai sasniegtu mērķi tika izvirzīti šādi uzdevumi:

1. Izpēt literatūru par siltumizolācijas materiāliem, izvēlēties labāko no tiem;
2. Izmantojot programmu COMSOL Multiphysics, aprēķināt silikātķieģeļu sienas siltuma zudumus, mainot siltumizolācijas materiāla biežumu.

Pētījuma metode: Ķieģeļu sienas siltuma zudumu, rasas punkta un siltuma caurlaidības koeficienta aprēķini ar Comsol Multiphysics programmu, mainot akmens vates biežumu no 0 līdz 250 mm.

Ēkas siltināšana

Ēku pārbūvē energoefektivitātes paaugstināšanā svarīgāko lomu spēlē sienu siltināšana. Kvalitatīva izolācija ne tikai ievērojami veicina siltuma zudumu samazināšanu un palielina sienas siltuma uzkrāšanas spēju (apstādinot apkuri, sienas lēnāk atdziest), bet arī aizsargā sienas no sasalšanas un atkuššanas, kondensāta, sēnītes un pelējuma, kas izraisa dažādas sienu deformācijas. Turklāt siltināšana palielina telpas skaņas izolāciju un “atsvaidzina” ēkas izskatu ar dekoratīvo pārklājumu.

Mūsdienās visbiežāk izmantojamie siltumizolācijas materiāli ir minerālvate (akmens vate un stikla vate), kā arī sintētiskie materiāli: poliuretāna putas, polipropilēns un polistirols.

Ilgtspējīgā būvniecība ne tikai nodrošina ēkas energoefektivitāti, maksimāli saglabājot siltumu, bet arī nevar negatīvi ietekmēt cilvēka labsajūtu un apdraudēt apkārtējo vidi. Atkarībā no ēkas materiāla, ekspluatācijas mērķiem, ģeogrāfiskā izvietojuma un citiem faktoriem, katras ēkas siltumizolācijai, nosverot materiālu priekšrocības un trūkumus gan fizikālo īpašību, gan ekonomiskajā ziņā, svarīgi izvēlēties materiālu, kurš spēs nodrošināt ēkas ilgtspēju. Sintētiskie materiāli bieži vien ir lētāki un pat ar labākām izolācijas spējam (λ_d ap 0,03 W/(m x K)), nekā minerālvate, toties minerālvates kalpošanas laiks, pielietojamība (vienīgais materiāls, kuru var

izmantot koka ēku siltināšanā), augstā tvaiku caurlaidība, ugunsdrošība un nekaitīga ietekme uz vidi un cilvēka veselību ir ievērojami lielāki, nekā sintētiskiem materiāliem. Izejot no tā, referātā apskatīsim sienas siltināšanu ar akmens vati.

Akmens vate ir siltināšanas materiāls, kura ražošanai tiek izmantots bazalts. Augstās temperatūras ietekmē akmens kūst un ar spēcīgo gaisa plūsmu no tā tiek izpūstas šķiedras, no kurām tiek veidotas akmens vates plāksnes.^[1]

Siltuma zudumi, siltumcaurlaidības koeficients u. Termiskā pretestība^[2]

Siltumcaurlaidības koeficients U ir galvenais parametrs, pēc kura nosaka ēkas energoefektivitāti. Jo zemāks koeficients U , jo mazāki siltuma zudumi. Latvijas būvnormatīvs nosaka, ka dzīvojamām ēkām ārsienu maksimāli pieļaujamā vērtība U ir $0,23\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Koeficients U ir atkarīgs no termiskās pretestības un ir apgriezti proporcionāls tai:

$$U=1/R$$

R – termiskā pretestība

Termiskā pretestība R ir atkarīga no materiāla biezuma un siltumvadītspējas.

$$R=d/\lambda.$$

d – materiāla biezums (metros)

λ – siltuma vadītspējas koeficients ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$)

Siltuma vadītspējas koeficients λ ir katrā materiāla fiziskā īpašība un nav atkarīgs no biezuma. Zemākais λ nozīmē, ka materiāls ir labākais izolators.

Būvkonstrukcijas kopējo termisko pretestību R_T , kas sastāv no perpendikulāri siltuma plūsmai termiski viendabīgiem slāņiem, aprēķina ar formulu:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se},$$

Kur

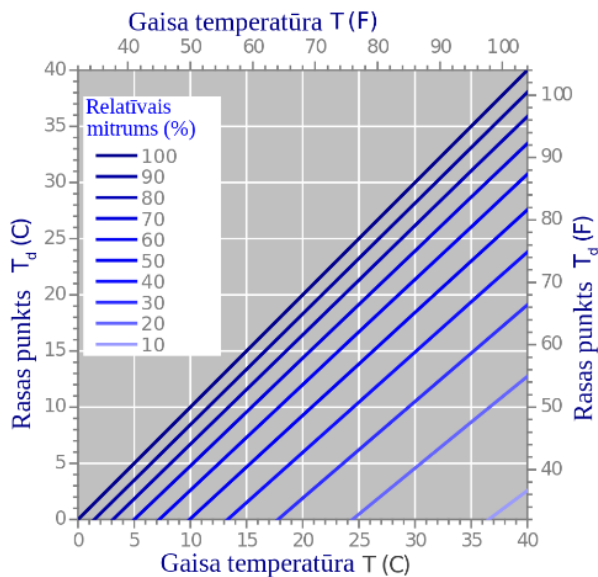
R_{si} ir iekšējās virsmas termiskā pretestība,

R_{se} ir ārējās virsmas termiskā pretestība.

Ārējās virsmas termiskā pretestības R_{se} vērtība parasti ir $0,04\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, R_{si} **horizontālai gaisa plūsmai = $0,13\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$.**

Rasas punkts^[3]

Otrs svarīgs aspekts, kurš jāievēro ēkas siltināšanas procesā ir rasas punkts. Rasas punkts ir temperatūra, līdz kurai jāatdziest gaisam, lai tajā esošais mitrums kļūtu piesātināts, un sāktos gaisa mitruma kondensācija (rasas izkrišana). Rasas punkts ir atkarīgs no gaisa relatīva mitruma. Piemēram, pie normāla gaisa relatīvā mitruma ($\sim 50\%$) un sākotnējās telpas temperatūras 20°C , kondensāts sāks veidoties, gaisam atdziestot līdz $\sim 8^\circ\text{C}$ (skat. 1.att.).



1.att.

Lai nodrošinātu ēkas norobežojošo daļu optimālos siltumizolācijas parametrus, ir jāzina ne tikai rasas punkta vērtības lielums, bet arī tās atrašanās vieta uz virsmas vai sienas korpusā.

Ja sienas korpusu sastāv no ķieģeļiem, akmens vai monolīta betona, tad, ievērojot būvniecības tehnoloģiju šādās ēkās, rasas punkts atrodas sienā iekšā. Tā atrašanās vieta ir vērsta uz ēkas iekšējo malu. Atkarībā no ārējās temperatūras rasas punkta atrašanās vieta mainās. Piemēram, ja temperatūra ārā strauji pazeminās, rasas punkts pārvietojas uz sienas virspusi telpā, kā rezultātā uz sienām un logiem parādās mitrums.

Par siltumizolācijas materiālu izvēloties akmens vati un tās pareizo biezumu, panāk to, ka rasas punkts atrodas siltināšanas materiāla iekšā, tādā veidā pasargājot sienu no lieka mitruma uzkrāšanās.

Siltuma zudumi, siltuma caurlaidības koeficients un rasas punkta atrašanās vieta atkarībā no akmens vates slāņa biezuma

Siltuma zudumi ir atkarīgi no gaisa temperatūras gan telpā, gan ārā, tāpēc tie nepārtraukti mainās gada, sezonas, diennakts vai pat dažu stundu laikā. Tāpēc siltumu zudumu aprēķinos par pamatu tiek ņemta kāda perioda vidējā temperatūra. Apskatīsim bieži sastopamās silikātķieģeļu sienas (25 cm jeb 1 ķieģeļa platuma siena) siltuma zudumus, rasas punkta atrašanās vietu un siltumcaurlaidības koeficientu atkarībā no siltumizolācijas slāņa biezuma janvārī, kad vidēja gaisa temperatūra Latvijā ir aptuveni -7°C ^[4], bet telpās jāuztur komfortablie $+20^{\circ}\text{C}$.

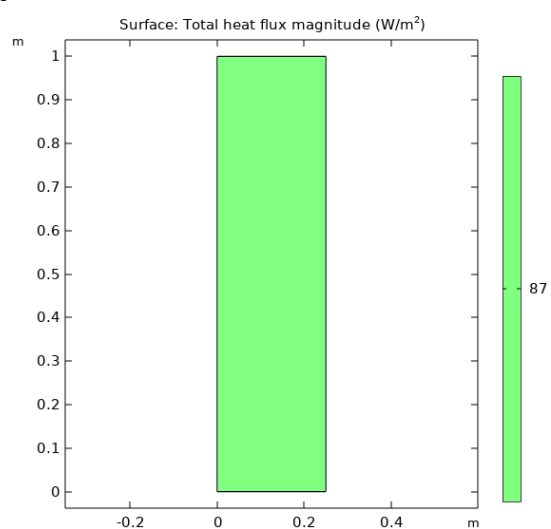
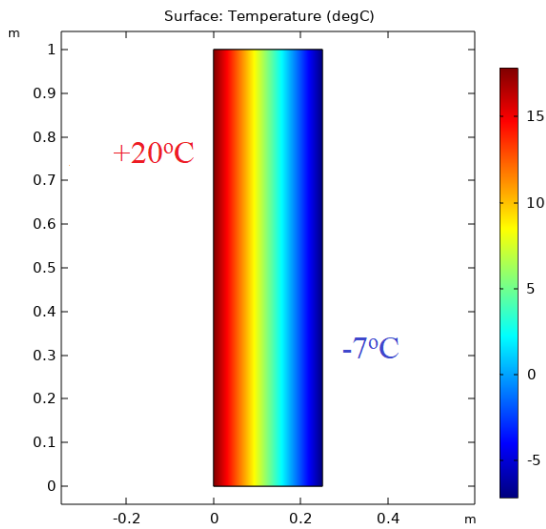
Silikātķieģeļu parametri:

Blīvums ρ_0 1800 kg/m^3 ; Siltumvadītspēja λ_d $0,87 \text{ W/(m x K)}$; Īpatnējā siltumietilpība c 880 J/(kg x K) ^[4];

Akmens vates parametri:

Blīvums ρ_0 24 kg/m^3 ; Siltumvadītspēja λ_d $0,036 \text{ W/(m x K)}$; Īpatnējā siltumietilpība c 1030 J/(kg x K) ^[4].

Sienas siltuma zudumu aprēķins ar Comsol Multiphysics programmu (bez siltumizolācijas slāņa)



Temperatūras sadalījums sienā ir vienmērīgs, kas nozīmē, ka rasas punkts atrodas sienas centrā ($\sim 5^\circ\text{C}$). T. i., atdziestot telpas gaisa temperatūrai līdz $\sim 5^\circ\text{C}$, uz sienām “izkritīs” kondensāts.

Siltuma enerģijas zudums šajā gadījumā ir 87 vati uz katru kvadrātmetru.

Lai noteiktu, vai šādas publiskās ēkas siena iekļaujas LV normatīvos, aprēķināsim siltumcaurlaidības koeficientu U .

Balstoties uz augstāk aprakstītajām aprēķinu formulām, atrodam termisko pretestību R_T :

$$R_T = 0,13 + (0,25 : 0,87) + 0,04 = 0,46 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

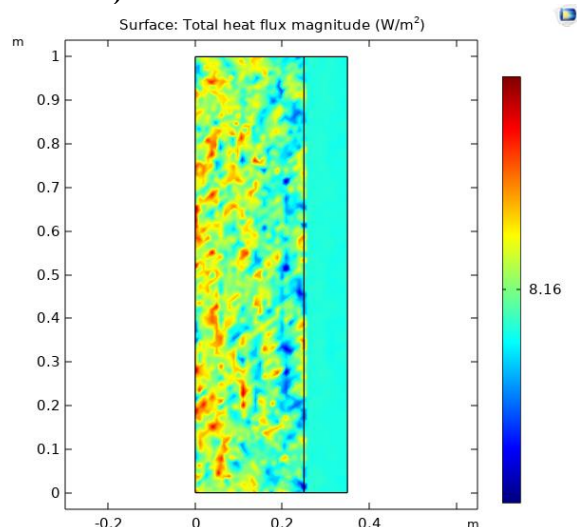
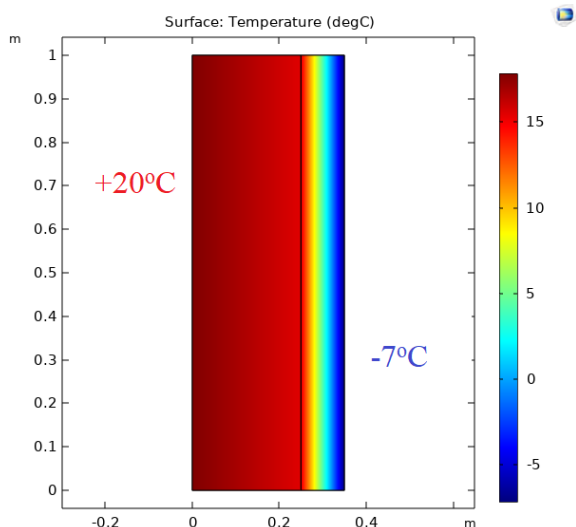
un siltumcaurlaidības koeficientu U :

$$U = 1 : 0,46 = \underline{\underline{2,19 \text{ W/(m}^2\text{*K)}}}$$

	Materiāls	Biezums d, m	λ_d W/(m x K)	R_n , m ² K/W	R_T , m ² K/W	U , W/(m ² *K)
Pamatmateriāli	Silikātķieģelis	0,25	0,87	0,29	0,46	2,19
Siltumizolācijas slānis	Akmens vate	0	0,036	0,00		

2,19 W/(m²*K) ievērojami pārsniedz pieļaujamo normu (0,23 W/(m²*K)), tāpēc šādai publiskai ēkai ir obligāti nepieciešama siltināšana.

Sienas siltuma zudumu aprēķins ar Comsol Multiphysics programmu (ar 10 cm biezo minerālvates slāni)



Kā redzams sienas temperatūra visa platumā praktiski ir nemainīga ($\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$). Lielākais tās kritums (rasas punkts) atrodas siltināšanas materiālā iekšā, kas praktiski pasargā sienu no kondensāta “izkrišanas” jebkurā temperatūrā.

Siltuma enerģijas zudums šajā gadījumā samazinās vairāk nekā (!) 10 reizes, sastādot vien 8,16 vatus uz katru kvadrātmetru.

Ievērojami paaugstinās termiskā pretestība:

$$R_T = 0,13 + (0,25 : 0,87) + (0,10 : 0,036) + 0,04 = 3,24 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

un attiecīgi samazinās siltumcaurlaidības koeficientu U:

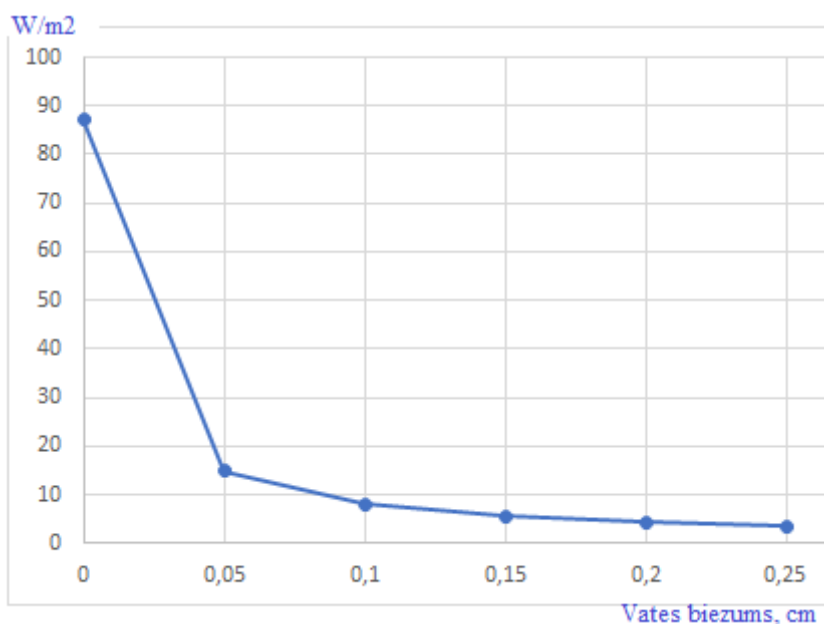
$$U = 1 : 3,24 = \underline{\underline{0,31 \text{ W/(m}^2\text{*K)}}}$$

	Materiāls	Biezums d, m	λ_d W/(m x K)	R_n , m ² K/W	R_T , m ² K/W	U, W/(m ² *K)
Pamatmateriāli	Silikātkieģelis	0,25	0,87	0,29	3,24	0,31
Siltumizolācijas slānis	Akmens vate	0,1	0,036	2,78		

0,31 W/(m²*K) vēl nesasniedz vēlamos 0,23 W/(m²*K), taču ir ļoti tuvs. Šādā gadījumā jādomā, vai ir vērts uzklāt vēl vienu 5 cm biezo vates slāni, vai tomēr izdevīgāk izvēlēties piemērotāku ārējās un iekšējās apdares materiālu, līdz ar to, ļoti ticams, sasniegt vēlamo rezultātu.

*Aprēķinām siltuma zudumus ar COMSOL Multiphysics programmu atkarībā no minerālvates biezuma, rezultātus apkopojot tabulā un sastādot grafiku:

Vates biezums, cm	0	5	10	15	20	25
Siltuma zudumi, W/m ²	87	14,91	8,16	5,61	4,28	3,46



2.att.

Rezultāti un to izvērtējums

Tabulā un grafikā var redzēt, kā mainās siltuma zudumi atkarībā no siltumizolācijas slāņa biezuma. Svarīgi saprast to, ka pat minimālais 5 cm slānis nes ievērojamo efektu, samazinot siltuma zudumus 6 reizes. Tāpēc bieži vien nav nekādas vajadzības trīskāršot vai pieckāršot savus izdevumus, liekot kārtējos vates slāņus. Piemēram, ja tā ir Jūsu privātmāja, un noteikumi neprasa konkrēto “ciparu”, absolūti pietiekoši būs ar vienu 5 cm biezu akmens vates slāni.

Secinājumi

- Lai nodrošinātu visas ilgtspējīgās būvniecības prasības ēkas sienu siltināšanas procesā, par siltumizolācijas materiālu jāizvēlas minerālvate.
- Ja publiskās ēkas siena ir 25 cm bieza silikātķieģeļu siena, siltumcaurlaidības koeficienta 0,23 W/(m²*K) sasniegšanai nepieciešams vismaz 10-15 cm biezs akmens vates ($\lambda_d = 0,036 \text{ W}/(\text{m} \times \text{K})$) slānis.
- Privāto, nepublico ēku siltināšanā nav nepieciešamības sasniegt konkrēto koeficienta U vērtību, tāpēc šādā gadījumā prātīgi ir ietaupīt, jo pat minimālais 5 cm biezs slānis samazina siltuma zudumus vismaz 6 reizes.

Literatūra

1. *Что такое базальтовая каменная вата?* (2017) <https://xn--e1aebmcscce2a6c6fc.com.ua/blog/> sk. 12.04.2020
2. Borodiņecs A., Krēsliņš A. (2007) *RTU rekomendācijas būvnormatīva LBN 002-01 pielietošanai ēku projektēšanā un būvniecībā*. Rīga: RTU izdevniecība.
3. *Точка росы. Определение точки росы в стене при различных видах утепления.* (2014) <http://www.builderclub.com/statia/tochka-rosy-opredeleniye-tochki-rosy-v-stene-pri-razlichnyh-vidah-utepleniya> sk. 11.04.2020
4. Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 002-19 "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika" (2019) <https://likumi.lv/ta/id/307966-noteikumi-par-latvijas-buvnormativu-lbn-002-19-eku-norobezojoso-konstrukciju-siltumtehnika> sk. 10.04.2020

ILGTSPĒJĪGAS LIETUS ŪDEŅU APSAIMNIEKOŠANAS PRAKSES PIELIETOŠANA, NOVĒRŠOT PALU UN PLŪDU RISKUS J. ALUNĀNA PARKA TERITORIJĀ

APPLICATION OF SUSTAINABLE RAINWATER MANAGEMENT PRACTICES TO PREVENT FLOOD RISKS IN J. ALUNANA PARK

Autore: **Andra DUNDA**, e-pasts: datura00@inbox.lv
Zinātniskais vadītājs: **Ivars MATISOVS**, Mg.sc.env., Mg. geogr.
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601, Latvija

Abstract. Using the principles of sustainable rainwater management systems, to find solutions for the prevention of floods and floods in the Veseta River in the territory of Madona district, Kalsnava parish, Jaunkalsnava village Juris Alunāns park.

Latvia is rich in natural water resources, but climate change forecasts show that problems are possible. Aware that water is a natural resource that must be used conscientiously and responsibly, flood and flood waters should be seen as a resource. Such a resource needs to be used efficiently by sustainable rainwater systems. Water is an independent and irreplaceable need for plants, so the use of flood and flood water in the nursery irrigation system can be considered as a rational and efficient method. Historical research provides support for the potential of treated wastewater or accumulated rainwater. Such waters can be a source to provide plants with water while reducing the amount of fertilizer used.

Keywords. Floods, flood waters, sustainable rainwater management, River Veseta, water for watering.

Ievads

Ilgtspējīgas lietus ūdeņu apsaimniekošanas sistēmu pielietošana praksē piedzīvo arvien lielāku un pamatotu popularitāti. Praktisks piemērs tam ir problemātiska Madonas novada Kalsnavas pagasta Jaunkalsnavas ciema teritorijā, kur savstarpēji saistīti ir Jura Alunāna parks un Vesetas upe. Vesetas upe sezonāli applūst, kas liedz izmantot J. Alunāna parka teritoriju, un vienlaicīgi šis apstāklis ir veicinājis parka degradēšanos. Tiek meklēti iespējamie risinājumi šai simbiozei, lai parka teritorija ir pieejama Jaunkalsnavas ciema iedzīvotājiem un viesiem, un lai palu un plūdu ūdeņi tiktu izmantoti racionāli, jo ūdens ir vērtīgs resurss.

Tāpat kā pasaule, arī Latvija piedzīvo klimata pārmaiņas, kuras izraisa ekstrēmas lietusgāzes, kā arī gaisa temperatūras svārstības. Šie ekstrēmie faktori ir palu un plūdu tiešie ierosinātāji. Pie šādiem ilgtermiņā neprognozējamiem dabas apstākļiem ilgtspējīgas lietus ūdeņu apsaimniekošanas sistēmas sevi apliecina ar dažādām priekšrocībām un ieguvumiem. Latvijā šādas prakses pamatlicēji ir AQUARES projekts (Ūdens atkārtotas izamtošanas politikas sekmēšana resursu ziņā efektīviem Eiropas reģioniem). AQUARES projekts orientēts uz ilgtspējīgu atkārtotas ūdens izmantošanas stratēģiju apzināšanu un identificēšanu, lai novērstu neefektīvus ūdens resursu izmantošanas veidus.

Darba mērķis ir apzināt potenciālās iespējas novērst palu un plūdu risku J. Alunāna parka teritorijā.

J. Alunāna parka un Vesetas upes mijiedarbība

Jura Alunāna (latviešu tautas dzejas pamatlicēja) dzimtā puse ir Jaunkalsnava. Tādēļ viņa 100 gadu dzimšanas dienas atceres svinībās 1932. gadā Jaunkalsnavas muižas parkam tika dots nosaukums – „Jura Alunāna parks”. Tas ir gan vietējās nozīmes, gan arī valsts nozīmes dabas objekts, jo J. Alunāns ir arī ievērojams publicists un valodnieks.

J. Alunāna parks atrodas Vesetas upes palienē. Liela daļa parka, ieskaitot centrālo lauci līdz galvenajām ieejas kāpnēm, bieži applūst. Balstoties uz publiski pieejamiem

meteoroloģiskajiem datiem noskaidrots, ka katru otro gadu J. Alunāna parka teritorija tiek pakļauta palu vai plūdu riskam.

Šāda situācija:

- Liedz izmantot parka teritoriju parka potenciālajiem apmeklētājiem,
- Kaitē parka teritorijā augošiem kokaugiem,
- Bojā parka labiekārtojumu (izskalo celiņus, ilgstoša ūdens iedarbe bojā koka konstrukcijas).

Veseta ir 56 km gara Aiviekstes labā krasta pieteka ar sateces baseinu 314 km² un kopējo kritumu 110m (2m/km). Veseta iztek no Kāla ezera Vestienas pagasta teritorijā, Kalsnavas pagasta teritorijā tā ietek augšpus Vesetniekiem, tad apmēram 2 km tek pa pagasta robežu, tālākā tecējumā ietek pagasta teritorijā, bet ne dziļi, visu laiku it kā tek paralēli pagasta robežai[1]. Veseta Kalsnavas pagasta teritorijā ir apmēram 10–15 m plata, upes vidējais dziļums ap 1,5 m.

Lejpus Vesetniekiem apmēram 15 km garumā Vesetas upe ir pilnīgi pārrakta un iztaisnota. Pirmais šāds pārrakums ir apmēram upes vidustecē tieši dabas lieguma teritorijā pie Silabrencu mājām. 19. gs. beigās upē tika veikts apmēram 2 km garš pārrakums, lai iztaisnotu upi un apietu tajā lielu līkumu, saīsinot pludināšanas ceļu, kas atvieglotu baļķu pludināšanu uz attālo Aivieksti un tad uz Daugavu. Koki Vesetā pludināti vēl 20. gadsimta 20.–30. gados. Tā kā Veseta savā augštecē ir ar lielu kritumu un akmeņainu gultni, tad 1934. gadā daļa akmeņi izcelti, kas vēl vairāk uzlaboja koku pludināšanas iespējas[1].

Visi cilvēku iejaukšanās procesi, šajā gadījumā upes gultnes iztaisnošana, gan Latvijas klimata mainība veido apstākļu kopumu, kad cilvēkam jāreķinās ar dabas neprognozējamo dabu. Tiešā veidā tas skar J. Alunāna parku, jo parks atrodas Vesetas upes krastā.



1. att. Skats uz parka teritoriju plūdu laikā

Vesetas upes palu un plūdu ūdeņu izmantošanas iespējas līdzās esošajā stādaudzētavā

Latvijas valsts 2002. gadā izdeva "Ūdens apsaimniekošanas likumu" (12.09.2002., grozījumi 12.12.2002.). Likuma mērķis ir izveidot tādu virszemes un pazemes ūdeņu apsaimniekošanas sistēmu, kas:

- veicina ilgtspējīgu un racionālu ūdens resursu lietošanu, nodrošinot to ilgtermiņa aizsardzību un iedzīvotāju apgādi ar labas kvalitātes virszemes un pazemes ūdeni;
- novērš ūdens un no ūdens tieši atkarīgo sauszemes ekosistēmu un mitrāju stāvokļa pasliktināšanos, aizsargā šīs ekosistēmas;
- uzlabo ūdens vides aizsardzību, pakāpeniski samazinot prioritāro vielu emisiju un noplūdi, kā arī pārtraucot ūdens videi īpaši bīstamu vielu emisiju un noplūdi;
- nodrošina pazemes ūdeņu piesārņojuma pakāpenisku samazināšanu un novērš to turpmāku piesārņošanu[2].

Ūdens ir viens no dabas resursiem un dabas resursu ieguve ir atkarīga no iedzīvotāju vajadzībām un mēģina tos efektīvi apsaimniekot. Ilgtspējīga dabas resursu izmantošana nozīmē augstu ekonomisko rādītāju sasniegšanu, nekaitējot dabai un videi. Vienlaicīgi jādomā par taupīgu neatjaunojamo resursu izmantošanu, kur, iespējams, tos aizstāt ar atjaunojamiem resursiem. Savukārt atjaunojamo resursu ieguve nedrīkst pārsniegt atjaunošanās iespējas[3].

Ilgtspējīga atjaunojamo resursu – atmosfēras nokrišņu tehnoloģiskā izmantošana pasaulē tiek uzskatīta par vienu no nākotnes „izaicinājumiem”, kuriem ir gan ekoloģiska, gan ekonomiska nozīme[4], jo ūdens ir apdraudēts resurss. Raugoties uz šo resursu apzināties, ka Vesetas ūdensteces ūdens tilpuma pārbagātību gada lietainajos mēnešos veido tieši atmosfēras nokrišņi.

Latvija ir bagāta ar dabiskiem ūdens resursiem, taču klimata pārmaiņu prognozes liecina, ka problēmas ir iespējamās, piemēram, nokrišņu daudzums var koncentrēties pavasaros un rudenos. Savukārt vasaras kļūst sausākas un mūsu valsti var skart mitruma deficīts, tāpēc pienācis laiks vērst uzmanību atkārtotai ūdens izmantošanai[5].

Apzinoties, ka līdzās J. Alunāna parka teritorijai ir Vesetas upe, un ka palu ūdens līmeņa krišanās notiek lēni un vidējais palu perioda ilgums pavasaros palienēs var ilgt 3 mēnešus, no mara vidus līdz jūnija vidum [6]. Otrā Vesetas krastā ir A/S "LATVIJAS VALSTS MEŽI" zemes gabals, uz kura ir ierīkota stādudzētava, tāpēc tika pievērsta uzmanība šo objektu sasaistei.

Stādaudzētavas veiksmīgu funkciju nodrošināšanai nepieciešams veikt regulāru laistīšanu, kam tiek izmantoti pazemes ūdens resursi. Vērtējot no ilgtspējīgas resursu pārvaldības principa, šāda resursu lietošana ir izšķērdīga. Lai sekmētu parka teritorijas pasargāšanu no plūdu un palu riska, tiek piedāvāts kokaudzētavai apsvērt iespējas izmantot Vesetas upes plūdu un palu ūdeņus, kurus uzkrāt speciāli veidotās ūdens tilpnēs, lai pēc tam izmantotu stādaudzētavas laistīšanas sistēmās.

Kā apliecina LLU veiktais pētījums saistībā ar ilgtspējīgu ūdens resursu apsaimniekošanu, lauksaimniecībā attīrītie notekūdeņi vai uzkrātie lietus ūdeņi var būt par avotu, lai nodrošinātu ar ūdeni sausajos periodos, samazinot izmantotā mēslojuma apjomu[5]. Piemērotākais augu vajadzībām ir lietus ūdens, tam nav sāļu (mīksts), kā arī praktiski nav karbonātu (nav jāskābina). Lietus ūdenim ir augstāka ūdens temperatūra, tāpēc to ātrāk var izmantot augu laistīšanā. Mūsu gadījumā plūdu ūdeņi uzskatāmi par lietus ūdeņiem, jo veidojas aktīvos lietus periodos, tāpēc šādu ūdeņu izmantošana stādaudzētavas laistīšanas vajadzībām uzskatāma par ilgtspējīgu šādu ūdeņu apsaimniekošanu.

Ilgtspējīga lietus ūdens apsaimniekošana ietver tādus risinājumus kā kolektoros, virszemes teknes, grāvjus, ievalkas, lietus dārzus, filtrācijas joslas, vaļējās notekas un dīķus, uzkrāšanas baseinus, zaļos jumtus u.c. [7], kas tiešā veidā ir integrējami šajā situācijā problemātikas novēršanai un vienlaicīgi gūstot racionālu pielietojumu.

Ilgspējīgas lietus ūdeņu apsainiekošanas (ILŪA) sistēmas galvenie elementi palu un plūdu ūdeņu novadīšanai no J. Alunāna parka teritorijas uz stādaudzētavas laistīšanas sistēmu

Galvenais šādas sistēmas ierīkošanai ir teritorija, kuru atvēlēt objektu izvietojumam. Tāpēc risinājumi realizējami ar zemām būvniecības izmaksām, kā arī vienkārši integrējami esošā ārtelpā, ieskaitot jau esošo apbūvi.

Stādaudzētavas teritorijā līdzās Vesetas upei, kas ir otrā krastā pretī J. Alunāna parkam, paredzēts izvietot akumulācijas dīķi palu un plūdu ūdeņiem. Konkrētajā gadījumā šādas hidro sistēmas ierīkošanai stādaudzētavas teritorijā ir iespēja atvēlēt zemes platību, kas ir galvenais faktors, apzinot un vērtējot iespējamus risinājumus. Dīķis ir mākslīgas ūdenstilpnes baseins, kas paredzēts ūdens uzkrāšanai. Tā parametri aprēķināmi saskaņā ar noteces aprēķiniem, kādu ūdens daudzumu nepieciešams akumulēt. Dīķī ir paredzēts uzkrāt un turēt pastāvīgu ūdens līmeni, kas nav atkarīgs no gruntsūdeņiem, tāpēc nepieciešams nodrošināt dīķa dibena un nogāžu necaurlaidību, ko panāk ar ģeomembrānas klājumu.

Ūdens apmaiņa dīķī parasti tiek regulēta ar meniķa palīdzību. Meniķi var izbūvēt akā vai kā vienkāršu pārgāzni, kuram ir izņemami dēļi dīķa ūdens līmeņa pazemināšanai. Meniķis darbosies arī kā vārsts, lai ūdens apjomu iespējams dīķī regulēt, un, beidzoties palu vai plūdu sezonai, tas ir noslēdzams.

Savienošais elements starp Vesetas upi un akumulācijas dīķi ir grāvis. Grāvis ir trapeces formas izrakta tranšeja, kuras dziļums ir vismaz 0,5 m. Vidējais grāvja dziļums parasti svārstās starp 0,7 līdz 2,5 metriem. Šķērsprofilus izvēlas trapeceveidīgus un to nogāzes gradientu, kurš optimāli ir 1:1.5 – 3.0, definē augsnes tips. Ierīkojot šādus risinājumus, vienmēr jāpatur prātā erozijas riski. Grāvjiem un ievalkām erozija visbiežāk norisinās to gultnē vai uz nogāzēm, kur novērojamas vislielākas lietus un gruntsūdeņu plūsmas. Pārsvārā tas notiek ar jauniem grāvjiem, kurus vēl neklāj velēnas kārtā. Lai novērstu šos riskus grāvjiem un ievalkām ir ierīkojami dažādi papildinoši stiprinājumi, kā piemēram akmens šķembas, salmu “segas” un jau sagatavota velēna [7].

Raugoties no ierīkošanas finansiālā aspekta un efektivitātes pozīcijām, būtiski ir rast akumulācijas dīķa novietojumu tādu, lai pēc iespējas samazinātu grāvja garumu.

Pētījumi norāda, ka šādi ūdeņi var saturēt daudz un dažādus organiskos un neorganiskos piemaisījumus, kas nozīmē, ka ir jābūt gan rupjšajam filtram ūdens ņemšanas vietā, gan smalkākam, kur ūdens jau aiziet uz konkrētu izmantošanas vietu [8]. Stādaudzētava ir aprīkota ar pilināšanas laistīšanas iekārtām un šādu iekārtu ekspluatācija nav iedomājama bez filtru izmantošanas.

Summary

Madona novads, Kalsnava parish, Jaunkalsnava village Juris Alunāns park and Veseta river are interconnected, because Veseta river is seasonally flooded, which prevents the use of J. Alunāns park territory, and at the same time this circumstance has contributed to the park degradation.

Veseta is a 56 km long tributary of the right bank of Aiviekste with a catchment area of 314 km² and a total drop of 110 m (2 m/km).

Based on the meteorological data available, it has been established that every other year the territory of J. Alunāns Park is exposed to the risk of floods or floods. The following situation:

- *Prohibits the use of the park territory by potential visitors of the park,*
- *Harm to tree plants growing in the park territory,*
- *Damages the park facilities (flushing pathways, prolonged exposure to water damages wooden structures).*

Possible solutions are being sought for this symbiosis so that the park territory is accessible to the residents and guests of Jaunkalsnava village, so that flood and flood waters

are used rationally, because water is a valuable resource. Water is one of the natural resources and the extraction of natural resources depends on the needs of the population and the ability to manage them efficiently. Sustainable use of natural resources means achieving high economic performance without harming nature and the environment, the economical use of non-renewable resources, where they can be replaced by renewable resources, and the extraction of renewable resources must not exceed the potential for renewal [3].

Aware that the Veseta River is adjacent to the territory of J. Alunāns Park and that the flood water level falls slowly, the average duration of the flood period in spring floodplains can last 3 months, from mid-March to mid-June [6]. On the other bank of the Veseta there is a plot of land of A/S "LATVIJAS VALSTS MEŽI" on which a nursery has been established, therefore attention was paid to the connection of these objects.

In order to ensure the successful functions of the nursery, it is necessary to perform regular watering, for which groundwater resources are used. From the point of view of sustainable resource management, such use of resources is wasteful. In order to protect the park area from the risk of floods and floods, the nursery is invited to consider the use of the flood and flood waters of the Veseta River, which can be stored in specially designed water tanks for subsequent use in the nursery's irrigation systems.

The main elements of such a system are an accumulation pond and an open gutter or ditch. Great care must be taken to treat such waters to the extent that they can be used in irrigation systems.

Secinājumi

1. Parka attīstībā ir ļoti būtiska nozīme Vesetas upes klātbūtnei. Upe šo parku ne tikai ainaviski papildina, bet arī rada plūdu un palu slodzi uz šo teritoriju, kas būtiski ietekmē parkā augošos augus, labiekārtojuma elementus (ceļiņi, zālieni, mazās arhitektūras formas).
2. Apzinot Vesetas upes tecējumu un tecējuma vēsturiskās izmaiņas, var izdarīt secinājumu, ka palu un plūdu rašanās iemesls ir likumsakarīgs un jebkura cilvēka iejaukšanās dabiskos procesos atstāj pēdas.
3. Palu un plūdu risku novēršanai J. Alunāna parkā ilgspējīgas lietus ūdens apsaimniekošanas principi vienlaicīgi novērš vides problēmu, nodrošinot racionālu palu un plūdu ūdeņu izmantošanu.
4. Risinājums ir akumulācijas dīķa izveide palu un plūdu ūdeņiem – tā ir ilgspējīgas lietus ūdeņu apsaimniekošanas prakse, kad uz lietus un palu ūdeņiem skatamies kā resursu un paredzam to efektīvu izmantošanu.
5. Pirms šādu objektu ierīkošanas jāveic aprēķini ūdens notecei, lai prognozētu ūdens apjomu akumulācijai.
6. Apzinoties, ka stādaudzētava nevar pastāvēt bez ūdens resursiem, Vesetas upes palu un plūdu akumulācijas dīķis stādaudzētavas teritorijā nevar būt vienīgais risinājums, lai nodrošinātu nepieciešamību pēc ūdens stādu laistīšanai visas sezonas garumā.
7. Lai palu un plūdu ūdeņus izmantotu stādaudzētavas laistīšanas sistēmā, ir nepieciešams infrastruktūru pielāgot, to aprīkojot ar filtriem, kas nodrošina ūdens attīrīšanu līdz tādām līmenim, kas izmantojams esošajā stādaudzētavas sistēmā.
8. Šis ir labs piemērs publiskā un rūpnieciskā – ražojošā sektora interešu vienotībai.

Literatūras saraksts

- [1] Vesetas palienes purvs,
https://www.ldf.lv/sites/default/files/faili/Publikācijas/Brosuras/vesetas_palienes_purvs_lv.pdf
- [2] Ūdens apsaimniekošanas likums;
<https://likumi.lv/ta/id/66885-udens-apsaimniekosanas-likums>
- [3] Bruģina V., Vindele L., Dabas resursu ekonomiskā analīze Vidzemes reģiona rajonos. RTA konferences materiāli 2013.g.
<http://journals.ru.lv/index.php/ETR/article/view/1744/1564>

- [4] Vucāne R. Atjaunojamā dabas resursa – atmosfēras nokrišņu tehnoloģiskās izmantošanas iespēju izpēte Vidzemes apstākļos. Cilvēks. Vide. Tehnoloģijas 18 Startautiskās studentu zinātniski praktiskās rakstu krājums. © Rēzeknes Augstskola, Rēzekne, RA Izdevniecība, 2014.g 139-146lpp.
- [5] Štāle I.; Latvijā ir iespējams efektīvāk izmantot ūdens resursus. Diena 2019 (03.12.2019.)
- [6] Kovaļova O. Ģeomātikas metožu pielietojums Daugavas applūšanas riska zonu novērtēšanai – Nīcgales posmā Eiropas plūdu direktīvas kontekstā. Cilvēks. Vide. Tehnoloģijas 14 Startautiskās studentu zinātniski praktiskās rakstu krājums. © Rēzeknes Augstskola, Rēzekne, RA Izdevniecība, 2010.g 160-166 lpp.
- [7] Drain for life autoru kolektīvs. Ilspējīga lietus ūdeņu apsaimniekošana Rokasgrāmata. 2013.g.
<http://drainforlife.eu/attachments/article/42/IL%C5%AA%20dizaina%20vadl%C4%ABniju%20rokasgr%C4%81mata.pdf>
- [8] Nravils M. Ūdens resursu piemērotība laistīšanai. 2019.g.
<http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba/udens-resursu-piemerotiba-laistisanai>

DABU SAUDZĒJOŠS TŪRISMS UN TREILERPARKU ATTĪSTĪBA LATVIJĀ *NATURE FRIENDLY TOURISM AND DEVELOPMENT OF TRAILER PARKS IN LATVIA*

Autore: **Ilze GRIETIŅA**, e-pasts: ilze.zosare@gmail.com
Zinātniskais vadītājs: **Ivars MATISOVS**, Mg.sc.env., Mg. geogr.
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija,
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601, Latvija

Abstract: *In order to further stimulate economic growth, the tourism sector needs to refocus its thinking by overputting the emphasis on generating profits on regional development. The establishment of trailer parks is a prerequisite for this. Kemper is an excellent means of movement that allows the ecological foot to be reduced, since it combines both the means of movement and the place of accommodation. Tourism without the use of an aircraft produces two times less CO₂ emissions. Ecotourism meets the expectations of European travellers. They have important wilderness, rural areas, small towns. Latvia is a suitable place for the successful development of trailer parks, which will benefit not only the park business but also the surrounding entrepreneurs.*

Key words: *CO₂ emission, Ecological footprint, Ecotourism, Camper*

Ievads

Tūrisma nozare tiek uzskatīta par degvielu, lai stimulētu ekonomisko izaugsmi, palielinātu mazattīstītu reģionu dzīvotspēju un uzlabotu vietējās kopienas dzīves līmeni, tomēr šo šķietami vienkāršo ieceri nav tik viegli īstenot.

Realizēšanas grūtību mazināšanai nepieciešams pārorientēt domāšanu, uzsvaru pārliecot no peļņas gūšanas uz reģionālās attīstības veicināšanu. Tātad – nevis domāt par savu personīgo ieguvumu, bet gan, vai šis biznesa plāns palīdzēs reģionam attīstīties. Šāda pieeja papildus stimulē arī apkārtnē esošo uzņēmēju attīstību. Tāredzīgai biznesa idejai jāsniedzas tālāk par tūri ekonomiskiem ieguvumiem. Tās var būt virzīta uz sociālo un teritoriālo ietekmi, uz dažādām ieinteresēto grupām un reģioniem. [1.]

Tūrisma radītā CO₂ emisija un tā mazināšanas iespējas

Atrodoties klimata pārmaiņu laikā, siltumnīcas efektu radošo gāzu emisija joprojām ir pārāk augsta. Tūrisma nozare sastāda 5% no CO₂ emisijas un 14% no kopējām siltumnīcas gāzu emisijām pasaulē. Brīvdienu ceļojumu destruktīvā ietekme uz vidi, pasaules tūristu prātos ir pārāk nenovērtā. [2.]

Vissvarīgāko lomu spēlē transporta izvēle līdz galamērķim un atpakaļ. Tālbraucieni ar lidmašīnu veido nepilnus 3% no kopējā brauciena, bet tie sastāda 17% no kopējā tūrisma nozares saražotā emisijas daudzuma.

Pētot un salīdzinot CO₂ emisiju, ko rada četru atpūtnieku ģimene, ceļojot tradicionāli - lidmašīna/auto/viesnīca, ar CO₂ emisijas daudzumu, kad visu ceļojuma laiku ceļošanai tiek izmantots kemperis, skaidri redzams, ka māja uz riteņiem rada ievērojami mazāku oglekļa emisiju. [3.]

CO₂ emisijas daudzums, ko saražo 4 cilvēki, 10 dienu ceļojumā:

1.93 tonnas CO₂ – lidmašīna

0.19 tonnas CO₂ – īrēts auto

0.49 tonnas CO₂ – viesnīca

2.61 tonnas CO₂ – kopējais oglekļa pēdas nospiedums lido/brauc/viesnīca atvaļinājumā

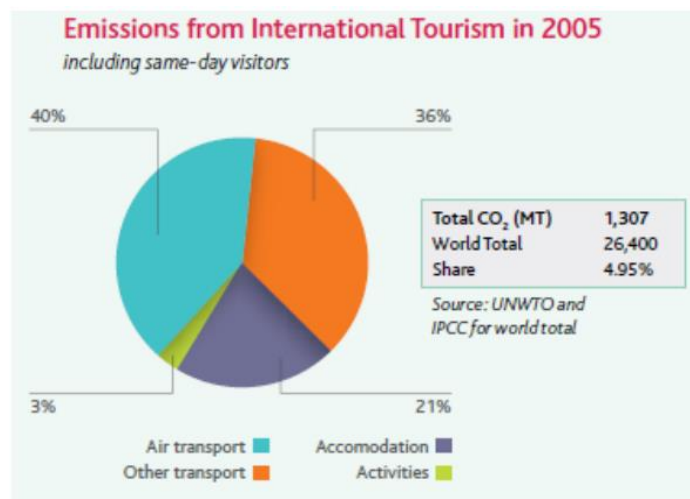
CO₂ emisijas daudzums izvēloties kemperi:

1.26 tons CO₂ – apvidus auto, kas velk ceļošanas treileri

1.69 tons CO₂ – motorizētā māja – kemperis

1.35 tons CO₂ – motorizētā māja – autobustipa. [4.]

Iepriekš minētie dati sniedz informāciju, ka liela daļa no tūrisma nozares saražotā CO₂ emisijas veido ceļošana ar lidmašīnu (skat. 1.attēlu).



1. att. Vispasaules tūrisma emisija 2005. gadā.
(ieskaitot vienas dienas apmeklētājus) [5.]

Ar katru tonnu CO₂, kas nonāk atmosfērā zemeslode zaudē 2.97m² okeāna arktiskā ledus. [6.] Tātad: 1.307 Mt CO₂ = 300Ha arktiskā ledus izkušanas.

Teorētiski ir iespējami vairāki veidi, lai samazinātu tūrisma negatīvo ietekmi uz vidi.

Viens no veidiem ir izvēloties galamērķi, kura nosaukums un apraksts nodrošina vides aizsardzību (piem., *Eko-SPA*). Tomēr praksē šādi gadījumi ir salīdzinoši reti. Praksē ne tūrisma objekti, ne valsts parasti nenosaka noteikumus, kas būtiski ietekmētu tūrisma nozari, jo abus satrauc ieņēmumu kritums.

Tūrisma objekti nav gatavi segt izdevumus, kas saistās ar videi nekaitīgas un ilgtspējīgas prakses ieviešanu. Klienti nevēlas maksāt uzcenojumu, ko veidotu vidi saudzējošā virzienā vērstas, šķietami tālredzīgas izmaiņas.

Sabiedrības izglītošana nenodrošina paradumu maiņu, un maz ir pierādījumu, ka tas ietekmē faktisko uzvedību, lai aizsargātu vidi. Neliels segments ir to cilvēku, kuri pēc būtības būtu motivēti uzvesties videi draudzīgāk, un, mēģinot nodomus pārvērst darbībā, viņi saskaras arī ar grūtībām.

Spēja novērtēt ceļošanas ietekmi uz vidi prasa ievērojamas zināšanas, kuru lielākajai daļai patērētāju trūkst. Kā ietekmētājfaktors minams lielie ražošanas koncerni, kas veidojuši cilvēkos skepticisms attiecībā uz apgalvojumiem par vides saudzēšanu. Šādi pasaules mēroga lielie uzņēmumi popularizē savu darbību ar saukļiem par „eko sastāvdaļām” un „eko iepakojumu”, bet aiz tā savu ražošanas procesu nemaina un turpina strādāt ierastajā veidā, patērējot milzīgus izsīkstošos dabas resursus. Galvenokārt – pamatprodukta ražošanas procesā saražojot atkritumus, kas nonāk gan zemē, gan gaisā kā CO₂, un bezgalīgs dažādu sīko atmosfēru piesārņojošo daļiņu kokteilis. Šādu lielo uzņēmumu mārketinga mehānismu sauc par „zaļo mazgāšanu” (*green wash*). [2.]

Ceļošanas veida izvēle ekoloģiskās pēdas samazināšanai

Būtiskākais brīdis, kas nosaka visu ceļojuma laikā atstāto ekoloģiskās pēdas nospiedumu ir tieši sākumposms, kad ceļotājs sāk plānot maršrutu un izvēlas par labu ceļošanai videi draudzīgi.

Kemperis ir teicams pārvietošanās veids, kas ļauj samazināt ekoloģisko pēdu, jo sevī apvieno gan pārvietošanās līdzekli, gan mītnes vietu. Ja izvēles sākumā ir atbilstošs piedāvājums, kur ceļotājiem pietāt ar māju uz riteņiem, tas palielina iespējas, ka tūristi izvēlēšies šādu ceļošanas veidu. [2.]

Apmešanās vieta veido 20% no kopējā CO₂ emisijas daudzuma, ko saražo tūrisms. Viesnīcas aizstāšana ar motorizēto māju ievērojami samazinātu emisiju daudzumu. Par piemēru jāmin kaut tikai divieļu aprīte, ko izmanto viesnīcās.

Pasaules dabas fonda (WWF) pētījumā, kurā sīki analizēti ceļošanas paradumi, kādā dodas tipisks vācietis, un, aprēķinot oglekļa pēdas nospiedumu kādu atstāj šāds tūrists secināts, ka vismaz 5 un vairāk dienu garā braucienā nodarītais kaitējums zemeslodei ir vismaz 1t CO₂ emisijas. Līdzīgi ceļo aptuveni trešā daļa no kopējā pasaules ceļotāju skaita. [3.] Zināms arī, ka, jo finansiāli nodrošinātāks, ir indivīds, kurš ceļo, jo lielāku nospiedumu tas atstāj no sevis. [7.]

Treilera parku attīstības potenciāls

Ņemot vērā, ka Latvijas iekšējai ekonomikai ir būtiski tieši ceļotāji no ārzemēm (2018. gadā 1,9 milj.[8.]), kemperiem pielāgotu pieturvietu radīšana palielinās ieceļojošo tūristu skaitu, kas izvēlas pārvietoties ar māju uz riteņiem.

Šādām pieturvietām jāietver sevī vismaz 4 pamatlīstas:

- Notekūdeņu novadīšana;
- Ķīmisko tualešu izmantošana;
- Dzeramā ūdens pieejamība;
- Elektrības pieslēgums uzlādei.

Māja uz riteņiem atbilstu ekotūrisma pamatdomai, kas pauž nevis ekoloģisko ziepju un šampūnu izmantošanu kūrortā, bet atbildīgu ceļošanu uz dabas teritorijām, kas saudzē savu neskarto dabu, ceļotāju atbildību par vietējo iedzīvotāju labklājības saglabāšanu (nacionālās vērtība) un ietver nacionālo vērtību atklāšanu un izpratni.

Viens no jaunākajiem pētījumiem pierāda, ka jo tālāks ir ceļotāja gala mērķis, jo ekotūrisms nodara lielāku kaitējumu videi.

Apskatot kopainu, par pasaules iedzīvotāju ceļošanu, skaidri redzams, ka Latvija nekad nebūs tūrisma galamērķu lielvalsts. Kaut vai sava izmēra dēļ. Līdz ar to tā nekad nespēs piesaistīt tūristus tādā apjomā, kā gadījumā, ja salīdzina ar Maldivu salām, kur iedzīvotāju iekšējā ceļošana ir ļoti maza, bet valsts ekonomika dzīvo no tūrisma nozares.[7.]

Latvija var piesaistīt lielāku tūristu skaitu un to palielināt, piedāvājot ērtu ceļošanu ar motorizēto māju. Priekšnosacījumi, kas šādiem ceļotājiem ir būtiski saskan ar iespējām ko Latvija var tūristam piedāvāt.

CBI (*Centre for the Promotion of Imports from developing countries*) mājas lapā publicētā pētījuma rezultāti par ekotūrisma vietu kopējā tūrisma tirgū (skat. 1.tab.).

Analizējot iegūtos datus par to, ko vidējais vācietis sagaida un, kas viņam ir būtisks kā tūristam, iezīmējas kopēja tendence, kas piedāvājuma ziņā ļoti sakrīt ar Latvijas iespējām.

Vācu tūrista vēlmes

Motivācija	Daba kā primārais iemesls 15% Daba kā sekundārais iemesls 16% Daba kā primārais un sekundārais iemesls 30%
Svarīgākie iemesli, lai atgrieztos galamērķī	Dabas iezīmes: ainavas, laika apstākļi 44% Izmitināšanas kvalitāte 33% Kultūras un vēstures piesaiste 13%
Svarīgāki primārie iemesli, lai atgrieztos galamērķī	Dabas iezīmes: ainava, laika apstākļi 25% Izmitināšanas kvalitāte 18% Kultūras un vēstures piesaiste 13%
Svarīgākie informācijas avoti lēmumu pieņemšanā	Draugu, kolēģu, radnieku ieteikumi 44% Personīgā pieredze 39%
Uzturēšanās veids	Lauku apvidus vai ciemats 41% Maza vai vidēja pilsēta 40% Lielpilsēta 18%

Arī citu Eiropas valstu (Vācija, Francija, Nīderlande, Beļģija, Polija, Čehija) tūristu vēlmes ir līdzīgas un sakrīt ar iespējām, ko Latvija spēj piedāvāt. Šo valstu ceļotājiem 50% gadījumu svarīga ir neskartā daba, 47% dabas iezīmes: ainavas un laika apstākļi, 55% svarīgi ir draugu ieteikumi, 39% labprāt apmetas lauku apvidos un mazpilsētās.[9.]

Summary

Although the tourism sector is seen as a fuel to stimulate economic growth, it is not so easy to implement it. There is a need to refocus thinking by overputting the emphasis on generating profits on regional development. A forward-looking business idea must go beyond economic benefits. In times of climate change, emissions of greenhouse gases are still too high. The tourism sector accounts for 5% of CO2 emissions and 14% of global greenhouse gas emissions. The amount of CO2 emissions produced by 4 people on a 10-day trip is 2.61 tonnes on the air/trip/holiday. With each tonne of CO2 entering the atmosphere, the earth loses 2.97 m2 of ocean arctic ice. In theory, several ways are possible to reduce the negative environmental impact of tourism.

Tourism facilities are not prepared to cover costs related to the introduction of environmentally friendly and sustainable practices. And their customers do not want to pay a premium designed for environmentally friendly, seemingly forward-looking changes. Kemper is an excellent means of movement that allows the ecological foot to be reduced, since it combines both the means of movement and the place of accommodation. The accommodation represents 20% of the total CO2 emissions produced by tourism. Replacing a hotel with a motorized home would significantly reduce the amount of emissions. The creation of custom staging points will increase the number of tourists travelling with a house on wheels.

Such staging points must include at least 4 basic files: Waste water discharge; Availability of chemical toilets; Access to drinking water; Power connection for charging.

The wheeled house would be in line with the basic concept of ecotourism, which is not the use of ecological soap and shampoos in a resort but responsible for travelling to natural areas that preserve their wilderness, the responsibility of travellers for preserving the well-being of local populations (national value) and includes the discovery and understanding of national values. The wishes of European tourists (Germany, France, the Netherlands, Belgium, Poland, Czech Republic) are similar and coincide with the opportunities that Latvia is able to offer. For travellers of these countries 50% is important for wilderness, 47% for nature: landscapes and weather, 55% for friends, 39% for rural areas and small towns.

Secinājumi

1. Būtiskākā izvēle par labu konkrētam ceļošanas veidam notiek pašā sākumā, kad tūrists izlemj, ka dosies ceļojumā.
2. No visiem transporta veidiem lidmašīnas rada vislielāko CO₂ emisiju daudzumu.
3. Ceļojumi ar kemperi samazina ekoloģisko pēdu, jo apvieno gan pārvietošanos, gan mītnes vietu ar pieticīgākiem kvalitātes parametriem.
4. Treilera parku attīstīšana Latvijā ir iespēja piesaistīt tos tūristus, kuri vēlas ceļot uz neskartām dabas teritorijām un vēlas izbaudīt tās vietas kultūru.

Literatūra

- [1.] Kang J., LaMore R., (2010) *Innovative Development and Strategic Promotin of Ecotourism in Noreast Michigan*. Michigan State University, 41 p.
- [2.] Juvan E., Dolnicar S. (2014) Can Tourists Easily Choos a Low Carbon Footprint Vacation?: *Journal of Sustainable Tourism*, 22(2). 175-194 p.
- [3.] WWF, (2008) Report on environmental impacts of holiday trips [tiešsaiste] [skatīts 2020.g.16.apr.]. Pieejams: http://81.47.175.201/stodomingo/attachments/article/12/tourists_climate_footprint.pdf
- [4.] RV Vacations Leave Smaller Carbon Footprint Than Traditional Travel (2009) [tiešsaiste] [skatīts 2020.g.16.apr.]. Pieejams: <https://www.rvt.com/blog/rv-lifestyle/rv-vacations-leave-smaller-carbon-footprint-than-traditional-travel/>
- [5.] Fáilte Ireland's Carbon Strategy (2012), *Facing the challenges of climate change* [tiešsaiste] [skatīts 2020.g.19.apr.]. Pieejams: <http://icrt.ie/media/53335/carbon-strategy.pdf>
- [6.] McDermott A., (2016) *Stuff that matters* [tiešsaiste] [skatīts 2020.g.18.apr.]. Pieejams: <https://grist.org/briefly/for-every-ton-of-co2-pumped-into-the-atmosphere-we-lose-32-square-feet-of-arctic-sea-ice/>
- [7.] Lenzen M., Sun Y., (2018) *The carbon footprint of global tourism* [tiešsaiste] [skatīts 2020.g.18.apr.]. Pieejams: <https://www.carbonbrief.org/tourism-responsible-for-8-of-global-greenhouse-gas-emissions-study-finds>
- [8.] Centrālā statistikas pārvalde. *Ārvalstu ceļotāji Latvijā* [tiešsaiste] [skatīts 2020.g.18.apr.]. Pieejams: <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/transports-turisms/turisms/galvenie-raditaji/arvalstu-celotaji-latvija>
- [9.] CBI Ministry of Foreign Affairs. (2020) *The European market potential for nature and ecotourism* [tiešsaiste] [skatīts 2020.g.17.apr.]. Pieejams: <https://www.cbi.eu/market-information/tourism/nature-tourism/nature-eco-tourism-europe/>

ROLE OF LASERS IN CONTROL OF ENVIRONMENTAL QUALITY

LĀZERU LOMA VIDES KVALITĀTES KONTROLĒ

Authors: **Khrystyna Yartym**, e-mail: hristinaartim2@gmail.com, **Mariia Liakhovych**, e-mail: Liahovuch17@gmail.com, **Andrii Kos**, e-mail: cos555569@gmail.com, **Anastasiia Ischenko**, e-mail: Ishchenkon4677@gmail.com, **Tatiana Yefimova**, e-mail: tanichkasmirnova22@gmail.com

Supervisor of scientific work: **Antons Pacejs, Bc.sc.ing.**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *This article describes different ways of using laser technology in different fields of science. In biology, lasers are used to study the microstructure of cells, their organelles (living cells and their preparations). In medicine they are used for a special type of surgery. With the development of lasers, they have become safer, easier to use. Technologies for the use of lasers in medicine have also improved to such a level that they cause almost no complications after their application.*

Keywords: *LIDAR, Scanner, Environment, Laser, Semiconductor*

Introduction

From the very moment of development, the laser was called a device that itself seeks to solve problems. Lasers have been used in a wide variety of fields - from vision correction to driving vehicles, from spaceflight to fusion. The laser has become one of the most significant inventions of the XX century.

Today's lidar technology is one of the most popular optical-electronic instrumentation in the world. This is due to the fact that sensors based on remote laser sensing allow a detailed analysis of the studied objects and environmental components for their characteristics. The main factors include the following: traditional, for example, physicochemical, related to remote, non-contact, the possibility of continuous and profile search with simultaneous determination of gamma elements and compounds, as well as high detection speed. In addition, it is important that lidar complexes carry out operational sensing of the environment without destructive effects on it. Compared to radio wave radars, the advantages of laser sensors are, first of all, in noise immunity and higher spatial resolution, not to mention the detection of spectral features of detected objects.

Photochemistry

Some types of lasers can produce ultrashort light pulses measured in pico and femtoseconds (10⁻¹² - 10⁻¹⁵ s). Such pulses can be used to trigger and analyze chemical reactions. Ultrashort pulses can be used to study chemical reactions with high time resolution, allowing reliable isolation of short-lived compounds. The manipulation of the polarization of the pulse allows you to selectively select the direction of a chemical reaction from several possible ones (coherent control). Such methods find their application in biochemistry, where they study the formation and functioning of proteins.

Advantages:

- Reduced use of reagents (photons are ideal reagents, they activate the reaction and completely disappear without leaving direct pollution);
- Low reaction temperatures
- Selectivity control

Disadvantages:

- Special photochemical reactors required
- "Unpopular" technological processes
- Clogged lamp glass [1]

Laser spectroscopy

Laser spectroscopy can be divided into linear and nonlinear. The field of linear spectroscopy is determined by the conditions measurements when the intensity of laser radiation is such that ignore non-linear phenomena. The classification of laser spectroscopy methods can be carried out on the basis of the most typical and convenient for registration physical phenomena in the interaction of laser radiation with substance.

The primary effect of the interaction is the population of the upper resonance transition levels compared to the initial Boltzmann distribution of populations. Transitions carried out by absorption of photons with energy.

The main advantages of using laser spectroscopy sources consists in the possibility of obtaining high spatial and temporal coherence and achieving high spectral brightness radiation.

The most sensitive method for detecting weak lines visible and ultraviolet absorption based on registration of luminescence excited by an absorbed laser radiation. The advantages of this method are achieved when working with low pressure of absorbing molecules in gas cells, or in molecular bunches.

The use of lasers in combination with other modern optical and electronic devices has opened up qualitatively new possibilities in spectroscopy. These capabilities can be conditionally divided into two groups: 1) a significant improvement of previously existing methods, which allows to obtain new results, and 2) fundamentally new methods. A radical improvement of pre-existing methods is determined by the possibilities of laser radiation concentration, which approach the limit allowed by the laws of physics and are possible only for coherent (regular in space and time) electromagnetic radiation [1].

CO² laser

The use of lasers in surgery, for example, a CO² laser, allows solving two existing problems:

- the creation of methods of "bloodless operations" that provide minimal bleeding and loss of blood. Exposure to focused laser radiation leads to blood coagulation and a significant reduction in bleeding;
- tissue healing. Statistics show that when using lasers in surgical operations, the healing time is significantly reduced.

The advantages of using a laser beam in surgery include sterility, high hemostatic effect, strictly local action (minimal tissue trauma), smooth wound healing (good cosmetic results). In addition, the laser beam does not affect the highly sensitive sensors of medical electronic equipment.

Laser radiation with $\lambda = 10.6 \text{ mkm}$ is commonly called a laser scalpel. The section of biological tissue is carried out by a focused laser beam due to layer-by-layer evaporation.

With a radiation power of 20 W and a diameter of the focused beam of 1 mm, a surface power density of 2.5 kW / cm² is achieved. The thickness of the tissue layer affected by the radiation of a CO² laser of the indicated power is $\sim 50 \text{ }\mu\text{m}$. Given such a depth of penetration of laser radiation, the volumetric power density of laser radiation is 500 kW / cm³, which provides fast, almost instantaneous heating and evaporation of tissue in the area of the laser beam, where the temperature reaches several hundred degrees. The depth of cut is determined by the duration of the exposure.

The unique properties of the laser scalpel did not give a positive effect when used to perform operations on the digestive tract. When a hollow organ is dissected, the surface of the incision and surrounding tissues may be infected with its contents. The stomach and intestines are richly vascularized organs.

An incision with a laser scalpel of blood vessels with $d > 1$ mm causes heavy bleeding. The spilled blood shields the laser radiation, as a result of which the dissection rate quickly decreases, and the laser loses the properties of the scalpel.

In addition, there is a danger of accidental damage to the underlying organs, as well as overheating of tissue structures. All this made it difficult to use a CO_2 laser in abdominal surgery [5].

In 1973, it was proposed:

- Temporarily stop blood circulation along the dissection line. And this allowed the maximum use of the positive properties of the CO_2 laser;
- Reduce the area of coagulation necrosis;
- Increase the speed of the cut;
- Achieve complete hemostasis;
- Biological welding of dissected tissue layers with a laser radiation power of only 15 - 25 watts.

Light adhesion due to surface coagulation of tissues keeps different layers of the intestinal wound (serous membrane, muscle and submucous layer, mucous membrane) at the same level. With this quality of the cut, optimal conditions are created for the most time-consuming and critical part of the operation, because stitching occurs in conditions of good visibility without contamination of the surgical field with blood, the edges of the intestine are less injured, because there is no need for drainage and hemostatic measures. The area of coagulation necrosis on the incision surface is a biological barrier against infection in morphologically preserved tissue [2].

The new principle of using a laser scalpel when performing operations on hollow organs is implemented using the developed set of special laser surgical instruments and staplers.

3.1. Laser mechanical staplers

They have a number of drawbacks: the lines of the mechanical suture are bleeding, the high supra-cushion roller requires careful peritonization, this seam does not have mechanical and biological tightness.

A laser mechanical stapler uses the principle of dosed local tissue compression before being dissected by a laser beam [3].

The sequence of laser staplers:

First, the walls of the hollow organ are stitched with tantalum brackets, then tissue compression is achieved on both sides along the seam line. Next, the organ walls between two rows of superimposed brackets are cut with a laser beam. The wall dissected by the laser beam is sterile, mechanically and biologically tight, does not bleed. A thin film of coagulation necrosis along the incision line prevents the penetration of microbes into the tissues. The supra-cushion roller is low and easily immersed with serous-muscular sutures.

For operations on the digestive organs, special laser mechanical staplers are usually used. However, serial mechanical staplers with a two-line linear seam are also used.

During the operation, the stitched organ with the help of a strap pressed against the abutting sponge stretches the fabric, the spring hook locks the strap, preventing the organ from moving. Then a brace half is placed on the thrust sponge and the apparatus closes. The wedge of the apparatus without a blade moves forward and sews the organ walls with a two-row seam. The brace half is removed by installing the pointer of the laser fiber there, when moving, laser cutting occurs. When you press the spring hook, the bar releases both parts of the stitched organ.

The laser is successfully used for thermal burns. The wound surface excised by the laser method is almost immediately closed by an its own skin. The use of a laser provides high sterility, good graft engraftment and reduced blood loss [4].

Conclusion

Lasers are extremely necessary and in demand in modern science and industry. They are used in various fields of science and used for various human needs, they also solve many problems that were previously solved much more difficult.

Laser biologists have been given the opportunity to examine cell preparations more accurately and in detail. Also, laser spectroscopy (one, but not the only laser technology that is widely used in biology) allowed us to make research more accurate and convenient.

In medicine, lasers are used in various industries - from diagnostics to operations. Laser operations have made life easier for surgeons and patients. Nevertheless, this method needs many improvements. Perhaps in the future, surgeons who use lasers will not have any problems at all.

References

1. Кёбнер Г. Промышленное применение лазеров. - М., Машиностроение, 1988. - ISBN 5-217-00266-2. - Тираж 19700 экз. - 280 с.
2. Хромов Б. М. Лазеры в экспериментальной хирургии. — Медицина.
3. Дударев А.Л. Лучевая терапия, Л.: Медицина, 1982, 191 с.
4. Лазерная и магнитно-лазерная терапия в медицине, Тюмень, 1984, 144 с.
5. Современные методы лазерной терапии, Отв. Ред. Б.И. Хубутя, - Рязань.:1988 г.,126 с.

JAUNU FLUORESCĒJOŠU KRĀSVIELU MEKLĒJUMI SEARCHING FOR NEW FLUORESCENT DYES

Autori: **Anastasija KONSTANTINOVA**, e-pasts: ozolaana@gmail.com

Darba vadītāji: **Jelena KIRILOVA**, docente, Dr.chem. Daugavpils Universitāte. Adrese:

Parādes iela 1A. E-pasts: jelena.kirilova@du.lv.

Andrejs ZAIČENKO, pētnieks, Mg.chem. Daugavpils Universitāte. Adrese: Parādes iela

1A. E-pasts: andrejs.zaichenko@gmail.com.

Abstract: Today, luminescent dyes are widely used in medicine and in various industries. Benzanthrone is widely used as a laser dye, fluorescent pigment, as well as various medical examinations, for example, antibodies are labeled with luminescent dyes to detect antigens in cells. Work aim is synthesize new luminescent benzanthrone derivatives with benzimidazole and amino acid residues. Reaction ability of 3-N-(2-chloroacetamido)benzanthrone to replace the chlorine atom with various heterocyclic amines and amino acids was investigated.

Keywords: Luminescent, benzanthrone, amino acids, 3-N-(2-Hloracetamido)benzanthrone.

Ievads

Fluorescējošās krāsvielas atrod plašu praktisku pielietojumu, bieži tos izmanto rūpniecībā, ķīmijā un biomedicīniskajos pētījumos. Izmantojot fluorescējošās krāsvielas, var iekrāsot noteiktas biomolekulas audos un izpētīt šūnu un dzīvo organismu ķīmisko sastāvu vai to izmaiņas. Pēdējos gados tiek izstrādāti vairāki bioloģiski saderīgi fluorofori un fluorescējošās zondes. Pateicoties tiem atklājumiem, ir parādījušies akvārija zivis - Danio Rerio, kuri pirmajos attīstības posmos ir caurspīdīgi, bet pēc fluorescējošā pigmenta ievadīšanās tiem ir spilgts krāsojums, kurš var nodoties no paaudzes paaudzē.

Mūsdienās tiek izstrādāti fluorescējošie zondi, kuri iekrāso ļaundabīgu audzēju un savlaicīgi identificē to endoskopiskās izmeklēšanās vai tomogrāfijas laikā. Ar fluorescējošiem zondiem var arī pētīt nukleīnskābes, DNS un RNS.

Luminiscence ir vispārīgs termins, kas raksturo procesu, kurā materiāls absorbē enerģiju no ārēja avota un šo enerģiju atkārtoti izstaro redzamas gaismas formā. [1]. Citiem vārdiem sakot, dažu vielu (luminoforu) "aukstais" starojums. Luminiscenci var iedalīt divos veidos: fluorescence, kurai ir momentānais gaismas izstarojums pēc enerģijas ievadei (spīduma ilgums 8-10 sekundes) un fosforescenci, kam raksturo aizkavētu gaismas izstarošanu (spīdēšana var turpināties vairākas minūtes). [1].

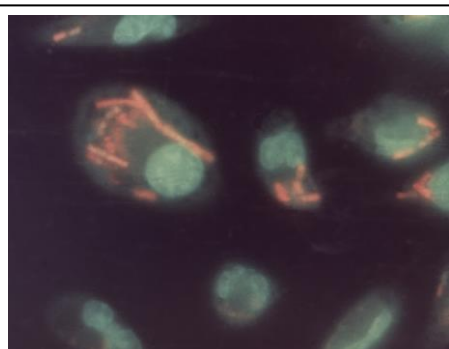
Viens no spilgti fluorescējošākajiem zāļu savienojumiem ir hinīns. Skābos šķīdumos hinīnam piemīt zilā fluorescence, bet sārmainos šķīdumos violetā fluorescence. Lai to noteiktu asins plazmā, olbaltumvielas tiek nogulsnētas ar metafosforskābi un tieši filtrātā mēra hinīna zilo bioluminiscenci. [2]. Sēnīšu slimību noteikšanai medicīnā un veterinārijā izmanto šķirņu luminiscējošo analīzi. Pretsēnīšu zālei "Griseofulvīns" piemīt spilgti zila fluorescence, to viegli var konstatēt asins vai urīna ekstraktos. Pēc ekstrakcijas ir iespējama daudzu vitamīnu kvantitatīva analīze, piemēram, E vitamīnam, maksimālā fluorescence atrodas UV apgabalā pie 330 nm. B6 vitamīnam ir zila fluorescence [3] un A vitamīnam ir zaļa fluorescence.[4].

Luminiscējošām krāsvielām ir plašs pielietojums kriminalistikā. Bioloģiski aktīvas vielas morfīns un heroīns fluorescē ļoti vāji, bet pēc paraugu apstrādes ar sērskābi un pēc tās izskalošanās rodas reakcijas produktu specifiska intensīva zila fluorescence. Ar šo metodi var noteikt līdz pat 0,02 µg narkotiku saturu paraugā.[5]

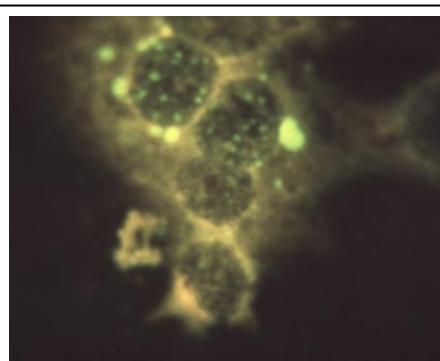
Medicīniskajos izmeklējumos bieži izmanto fluorescējošās zondes. Ultravioletā starojuma ietekmē fluorescē daudzas ķermeņa daļas, piemēram, audi, nagi, zobi, nepigmentēti mati, radzene. Dažos gadījumos patoloģiski izmainītus audus (ļaundabīgus no labdabīgiem) var atšķirt pēc mirdzuma rakstura. Ievadot ķermenī dažus hidrofobus porfirīnus (hematoporfirīnu

un tā atvasinājumus), šie savienojumi selektīvi uzkrājas audzēja audos. Tādējādi, porfirīns UV gaismā nokrāso audzēju ar sarkanu fluorescenci. Šo iespēju izmanto ādas audzēju vizuālai atpazīšanai, bet ar endoskopisko tehnoloģiju var atpazīt trahejas, bronhu, kuņģa-zarnu trakta audzējus. [6].

Izmantojot fluorescējošās krāsvielas, var iekrāsot noteiktas biomolekulas audos un izpētīt šūnu un dzīvo organismu ķīmisko sastāvu vai to izmaiņas. Pirmajā luminiscējošā mikroattēlā ir redzams makrofāgs, kuram iekšpusē ir redzamas fagocitizētas baktērijas, kas izstaro sarkanu luminiscenci (iepriekš apstrādāts ar oranžu akridīnu) (1.attēls). Otrajā luminiscējošā mikroattēlā ir redzama ar masalu vīrusu inficētu cilvēka amnionu šūna, vīrusa antigēna lokalizācijas zonām ir zaļgans krāsojums (fluorescējošu antivielu metode). (2.attēls). [7].



1.att.Mikrofāgs iekrāsots ar sarkanu luminiscenci. [7]

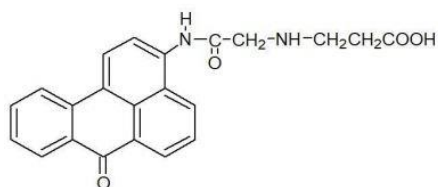


2.att. Masala vīruss iekrāsots ar zaļo luminiscenci.[7]

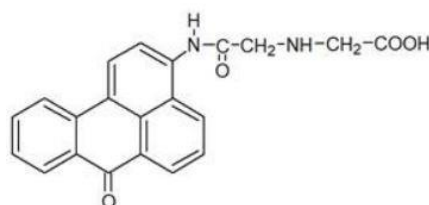
Materiāli un metodes

Dotais pētījums ir turpinājums un paplašinājums iepriekšējiem pētījumiem bakalaura darba ietvaros, kad bija pētītas benzantrona amidoatvasinājuma reakcijas ar vairākām aminoskābēm (glicīns,alanīns,prolīns) un benzimidazola atvasinājumiem. Projektā tika izmantotas vairākas sintēžu metodes - alkilēšanas, diazotēšanas, halogenēšanas,nitrēšanas un acilēšanas reakcijas, lai atrastu labākus apstākļus un iegūt vēlāmus produktus ar vislielākoiznākumu un spilgtāko luminiscenci.

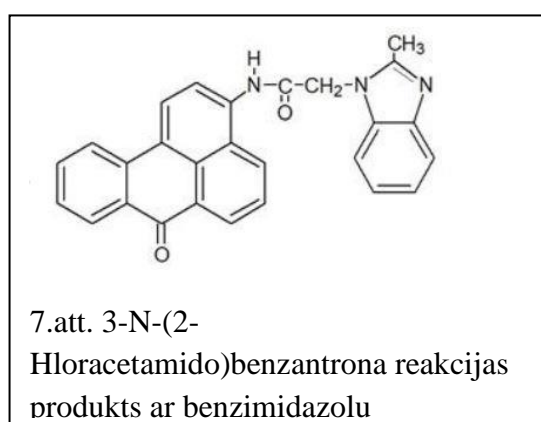
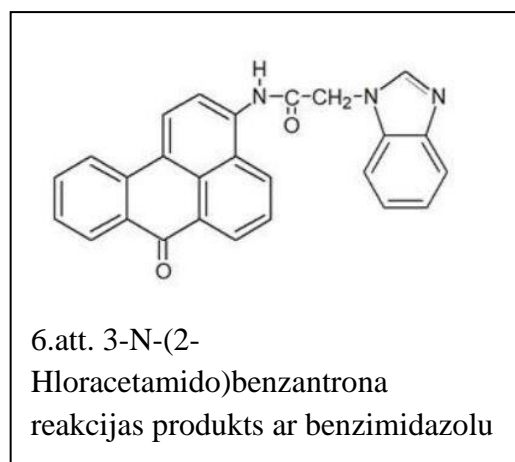
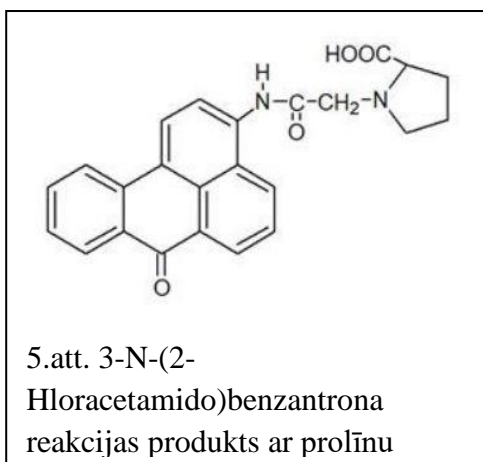
Bakalaura darbā bija izmantots 3-N-(2-Hloracetamido)benzantrons. Veicot vairākus mēģinājumus, tika veiksmīgi sintezēti vairākie savienojumi ar spilgtu dzeltenu un zaļu luminiscenci. Sintezēto vielu ķīmiskās struktūras ir pierādītas ar IS spektroskopijas un masspektrometrijas palīdzību. Un bija iegūti 5 produkti (3.attēls, 4.attēls, 5.attēls, 6.attēls,7.attēls) ar dažādām īpašībām :



3.att. 3-N-(2-Hloracetamido)benzantrona reakcijas produkts ar alanīnu



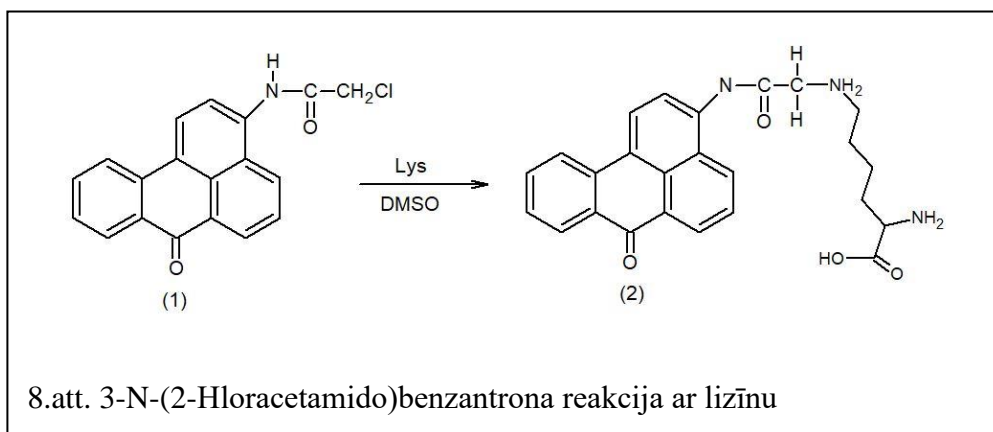
4.att. 3-N-(2-Hloracetamido)benzantrona reakcijas produkts ar glicīnu



Pētot iegūtas savienojumus, bija noskaidrots, ka dažie no tiem nav stabili un pēc ilgstošas uzglabāšanas sadalās līdz 3-aminobenzantronam. Šī procesa mehānisma skaidrošanai nepieciešami tālākie pētījumi.

Darbs ir vērsts uz jaunu luminoforu sintēzi, kuros tiks izmantotas lielāks aminoskābju klāsts, lai iegūt stabilus savienojumus ar izteiktu luminiscenci, kurus nākotnē varēs pielietot medicīnā un dabaszinātnēs noteiktu biomolekulu krāsošanai, lai veikt to tālākos pētījumus un izstrādāt drošas diagnostikas metodes dažādām slimībām.

Pirmajā veiksmīgā mēģinājumā tika izmantots iepriekš iegūtais 3-N-(2-Hloracetamido)benzantrons (1) un lizīns (2) (8.attēls).

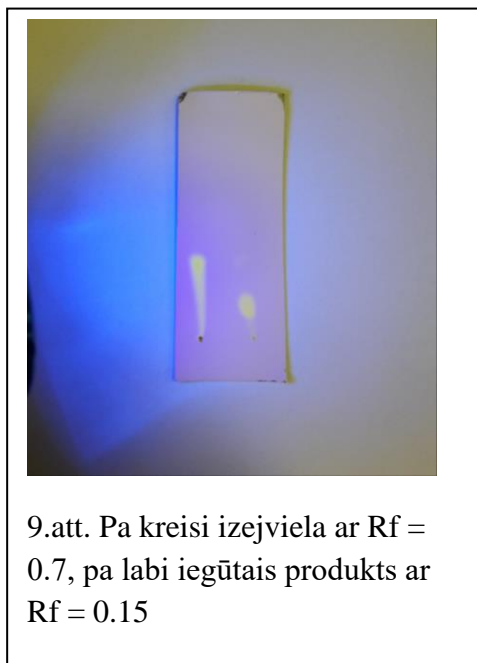


Lai iegūtu vēlamo produktu (2), kā galveno izejvielu izmantoja 1,40 g 3-N-(2-Hloracetamido)benzantronu (1) (8.attēls), kurš tika šķīdināts 20 ml dimetilsulfoksīdā. Reakcijas maisījumam pievienoja 1,40 g lizīna. Šķīdums tika karsēts 120°C temperatūrā eļļas vannā aptuveni stundu (1h). Reakcijas gaitā maisījums pamainīja krāsu no dzeltena uz sarkanu. Iegūtas nogulsnes filtrēja un žāvēja.

Rezultāti un to izvērtējums

Pēc iegūtajiem datiem tika noskaidrots, ka vislabākais šķīdinātājs reakcijai ir dimetilsulfoksīds. Ļoti svarīgi kontrolēt temperatūru līdz 120 °C un bieži pārbaudīt reakcijas gaitu ar plānslāņa hromatogrāfijas palīdzību. Reakcija notiek stundas laikā. Rezultātā ieguvam brūnas krāsas eļļainu galaproduktu ar spilgti dzeltenu luminiscenci.

Veicot plānslāņu hromatogrāfiju zem izejvielas punkta $R_f = 0.7$, parādās jauns (gandrīz tīrs) produkts ar $R_f = 0.15$ ar spilgti dzeltenu luminiscenci (9.attēls).



Iegūti produkti vēl tiks attīrīti ar kolonnas un plānslāņu hromatogrāfijas palīdzību. Produktu analīzē un ķīmiskas struktūras pierādīšanai tiks izmantoti IS un KMR spektroskopija un mass-spektrometrija.

Darbā veiktie spektrālie pētījumi dos iespēju izprast iegūto luminiscējošu krāsvielu īpašības (gaismas absorbcijas spēju, spīdēšanas maksimumus, luminiscences jūtību pret ārējiem apstākļiem) un līdz ar to piemērotību dažādiem praktiskiem pielietojumiem.

Secinājumi

1. Jauniegūtiem atvasinājumiem piemīt intensīvā dzeltenā un zaļā luminiscence organiskajos šķīdinātajos.
2. Tika noskaidrots, dažie reakcijās iegūtie benzantrona savienojumi nav stabili un pēc ilgstošas uzglabāšanas sadalās līdz 3-aminobenzantronam. Šī procesa mehānisma skaidrošanai nepieciešami tālākie pētījumi
3. Tiek sintēzēts jauns 3-N-Acetamidobenzantrona atvasinājums ar lizīna atlikumu.

Literatūra

- [1]. Farr's Physics for Medical Imaging 2nd Edition, Authors: Penelope Allisy-Roberts Jerry Williams, 2007.
- [2]. Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics. "THE ESTIMATION OF QUININE IN HUMAN PLASMA WITH A NOTE ON THE ESTIMATION OF QUINIDINE", Authors: BERNARD B. BRODIE and SIDNEY UDEFRIEND, 1943.
- [3]. Advances in Engineering Research. Study on Fluorescence Spectra of B Vitamins. Authors: Yang Hui, Xiao Xue, Hu Lan, and Zhibin Hou. 2016.
- [4]. JACS (Journal of the American Chemical Society). The Fluorescence of Vitamin A. II. Ultraviolet Absorption of Irradiated Vitamin A. Authors: Harry Sobotka, Susan Kann, Wilhelmine Winternitz, Erwin Brand. 1944.
- [5]. SCIENCE. Apparent Concentration Quenching of Morphine Fluorescence. Authors: Brandt R, Olsen MJ, Cheronis ND. 1963.
- [6]. Беляева Елизавета Викторовна. Диссертация. "Производные порфиринов, растворимые во фторуглеродах, как фотосенсибилизаторы для фотодинамической терапии рака", 2017. [Online]. <https://ineos.ac.ru/files/scisecr/belyaeva/diss.pdf> Sk.internetā 07.04.2020.
- [7]. Gufo.me [Online] https://gufo.me/dict/medical_encyclopedia/%D0%9B%D1%8E%D0%BC%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%81%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F Sk.internetā 07.04.2020.

RECYCLING OPPORTUNITIES FOR TEXTILE WASTE IN LATVIA *TEKSTILA ATKRITUMU ATKĀRTOTĀS IZMANTOŠANAS IESPĒJAS LATVIJĀ*

Author: **Laine LUPKINA**, laine.lupkina@gmail.com
Supervisors of scientific work: **Gotfrīds NOVIKS, Dr.hab.geol.**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115,
Mait KRIIPSAU, PhD

Estonian University of Life Sciences, Friedrich Reinhold Kreutzwaldi 1a

Abstract. *Textile industry is experiencing rapid growth due to changing consumer and fashion patterns. For example, in 2015, EU citizens bought about 12.66 kg of textile items per person. This generates a large amount of textile waste every year, making impact on environment and human health. Therefore, targets in European Union and national level are being set to reduce the amount of textile waste going to landfill. To achieve them, it is necessary to recycle textile waste into new products. The aim of the article is to research possible solutions for textile waste recycling, including the example of Estonia, as well as to create an engineering solution for textile waste recycling in Latvia to achieve goals of Directive (EU) 2018/851.*

Keywords: *textile waste, recycling, re-use, waste-to-product.*

Introduction

Textile is a flexible material consisting of natural or man made fibers. Natural fibers are obtained from plants and animals. Plants fibers are strong cellulose fibers that can be obtained from bark, leaves and seeds but animals fibers are mostly from wool. While man made fibers can be natural and synthetic polymers. Silk-like fibers are natural polymers and consist of cotton linters/wooden pulp (cellulose). Other natural polymer is rayon. Rayon fibers are made from purified cellulose, usually from wood pulp, which is chemically converted into cellulose acetate. Usually man made fibers from natural polymer are containing cellulose. Polyester fibers are one of the most used synthetic fibers. Other synthetic fibers are nylon, polyurethane, acrylic fibers and many more [1].

Textile waste includes pre-consumer waste that are created during fibre, textile and clothing production, and post-consumer waste, created during consumer use and disposal. Pre-consumer textile waste is generated in the fashion supply chain before the textile reaches the consumer. It is estimated that 10–20% of textiles are wasted during the manufacturing process. Post-consumer textile waste is generated and collected after the consumer has used and disposed of it. Post-consumer textile waste is referred to any types of clothing or textiles that are no longer used by the consumer due to damage, wear, out of fashion or any other problems in the materials that end the willingness to use the products by the consumer. Third is specific type of textile - textile waste in industrial appliances. They are generated from industrial applications such filters, conveyor belts, geotextiles, wiping rags, etc [2].

The textile industry is booming around the world, and as the global grows every year, the demand for textiles also grows. Between 2000 and 2014 global textile production has increased by more than 100%. If compared to the time 20 years ago, nowadays a person wears their clothes for half the lifetime of textile [3]. For example, in 2015 EU citizens bought 6.4 million tonnes of new clothes which is about 12.66 kg per person. But the textile sector is not just about buying and using them, it is a complex formation that not only has environmental impact at the time of production and waste generation. Textiles account for 2 to 10% of Europe's total environmental impact [4]. But with the production of clothing from recycled textile waste can save on average 75% of water, 88% of energy and 80% of CO₂ emissions in the production

process than produced textiles in the traditional way [5]. According to the Directive (EU) 2018/851 definitions, textiles falls into the household municipal waste group [6].

Textile waste is also covered by a number of EU directives and targets. Directive (EU) 2018/851 raises targets for re-use and recycling in order to move to an European circular economy with a high level of resource efficiency. It set such targets in relation to the amount of municipal waste to be recycled and reused - the preparing for re-use and the recycling of municipal waste shall be increased to a minimum of 55 % by weight by 2025; 60% by weight by 2030 and 65% by weight of 2035 [6]. Specifically, for textiles is requirement that every EU Member State ensures separate collection of textile waste from 2025 onwards. As mentioned above, textile production and waste generate emissions. Therefore, the textile industry is also in line with the EU's goal of being climate-neutral by 2050. This means that the EU will have zero GHG emissions in 2050. This objective is at the centre of the European Green Agreement [7] and is in line with the Paris Agreement [8].

With the increase of waste, the relatively low recycling rate of 15-20% of total textile waste in the European Union [9] solutions are being sought at national and company side to reduce the amount of waste that are going to landfill and increase the level of waste hierarchy.

The aim of the article is to create a solution for textile waste in Latvia, based on the possibilities of recycling textile waste and the example of Estonia to achieve goals of Directive (EU) 2018/851.

1. Materials and methods

The article presents the results of the research on the possibilities of recycling textile waste in Latvia. The article analyzes the available scientific literature on the possibilities of textile waste recycling, as well as looks at examples of textile waste recycling from other countries, e.g. in Estonia.

In this article is searched information about the possibilities on recycling textile waste in ScienceDirect database. To select a relevant possibilities of recycling textile waste among the identified pieces of literature, there are set up the following selection rules:

- Does the recycling option apply directly to textile waste?
- What textile material is recycled?
- Is the possibility of recycling textile waste realized in real life or only in laboratory conditions?
- What are the conclusions of these recycling options?

Based on the found information, which corresponds to these questions, textile waste recycling options have been selected.

As Estonia is a neighboring country of Latvia and both countries have similar geographical, social and economic conditions, the examples of Estonia have been used to determine the possibilities of textile waste recycling in Latvia. To analyze recycling possibilities fo textile waste in Estonia is used information which is available on internet and is corresponded to the keywords - recycling, examples, companies and textile waste - as well as on the information from site visits in Tartu city.

In order to find out whether it is necessary to recycle textile fibers in Latvia at all, need to find out the amount of textile produced and recycled in Latvia. In order to do this, at first it is necessary to know the waste codes in Latvia, which can be done using Latvian legislation, more precisely the Regulation No.302 of Cabinet of Ministers (19.04.2011) on waste classification and properties that make waste hazardous, waste classification codes have been established. Annex 1 to the Regulation contains a table entitled "Waste Classifier", where are all the used waste codes in Latvia. Further, the national waste database "3-Waste" is used, which contains information on the amount of generated and recycled textile waste, based on waste codes. In the article also is used the assumption of Ltd "Eco Baltia Vide" about the amount of

textile waste from the amount of unsorted municipal waste. At the end, a solution is created for Latvia based on the obtained information.

2. Results and discussion

2.1. Literature review

Textile waste can be recycled into fibers. Textile waste recycling can be used for natural and man made fibers. Further, textile waste can be recycled in two different ways - mechanically and chemically.

At first previously sorted textile waste is cut into pieces in mechanical treatment. The cutted pieces are chopped into fibers. Metal garment elements are separated from the shredded material by means of magnets. If it is necessary, another textile fiber is added to the fiber mass. Next, the crushed fibers are placed in a wind chamber, where the mass of the fibers is equalized and cleaned by air. During carding, the fibers are separated, drawn in parallel, combed, too short, damaged, unrefined fibers and impurities are removed. The last step is the spinning of the yarn, from which the fabric can be further formed.

Using mechanical treatment, textile waste is used in the production of thermal and acoustic insulation materials. The properties of thermal insulation materials depend on the porosity and tortuosity of the material (ratio of pore length to thickness) and, as textile fibers have interconnected voids, it has become one of the raw materials for the production of thermal insulation materials. Thermal insulation panels can be produced from several textile waste - wool, cotton, acrylic, jeans, etc. Thermal conductivity values from textile waste materials range from 0.044 to 0.103 W / m K [10].

The materials must be porous for good acoustic insulation properties. As porous textile fibers can absorb sound energy, they can be used as good sound absorbing materials. Insulation material from waste of polyester fibers can be used in acoustic insulation materials since the sound absorption of such material is in the range of 55% to 75% [11].

If only textile fibers of a certain length and characteristic can be used in the manufacture of thermal insulation materials, then all textile waste may be used for the production of energy. Pellets can be made to use textile waste and to improve the combustion properties of fuel. Based on energetic potential of pellets from textile waste, especially cotton waste, is comparable to other fuels such as wood pellets and woodchips. The minimum heat calorific value of pellets is 16.80 MJ/kg [12].

2.2. Examples of textile recycling in Estonia

In Estonia, most textile waste is recycled mechanically. There are few companies that are recycling textile waste. One of them is run by designer Reet Aus. The company manufactures clothing based on textile waste recycling, incorporating the principles of circular economy into the brand. Since 2012, the company owned by Reet Aus has been cooperating with the clothing manufacturer in Bangladesh. For design clothing production they use pre-consumer waste what arises in the garment factory in Bangladesh. As a result of the cooperation, an innovative production process has been created, where the principles of value added processing are used in production, thus increasing production efficiency and reducing the impact on the environment. Each piece of clothing by Reet Aus corresponds to UPMADE® certified - it can be identified by a label attached to the clothing. The certification of UPMADE® is made to create the method of eco-friendly garments from materials left over in manufacturing [5].

Since 1995, the Estonian company Toom Tekstiil AS has been manufacturing thermal insulation material from textile waste. In the process of thermal insulation, several processes are used to produce products. In the production process, it is important that the raw materials do not have zippers, buttons and other accessories, also materials cannot be too strong, for example, denim is not suitable for the production. As well as in the production of Toom Tekstiil

AS are used pre-consumer textile. In the first stage, raw material is grinded into the fibrous material by the special blades. In the second stage of production, the fibers are joined together to form panels of a certain thickness and width. The material is then treated with various chemicals to prevent the formation of pests and molds, as well as to ensure the fire resistance of the materials. The company can produce up to 4000 tons of nonwovens per year [13].

2.3. Recycling opportunities for textile waste in Latvia

Currently, there are lot of problems with textile waste – no seperate colletion system yet in post-consumer waste, due to human behavioral habits, textile waste ends up in landfills and not in charities that provide quality textile waste collection, no manufacturers that provide mechanical and chemical treatment of textile waste, in particular post-consumer waste. Only a few companies recycle textile waste, i.e., they create new design style clothes and textile items from textile waste. For example, eco fashion designer Velga Krukovska with brand „Velga Code” creates design clothes from pre-consumer and post-consumer textile waste [14], brand „Zīle” produces clothes from recycled jeans [15] and the weaving studio „Lude” creates blankets, carpets and rugs from leftover clothes [16].

According to the Regulation No.302 of Cabinet of Ministers (19.04.2011) on waste classification and properties that make waste hazardous, waste classification codes have been established. Textile waste is indicated by codes: 040221 - waste from unprocessed textile fibers and 040222 - waste from processed textile fibers from category 0402 - waste from the textile industry; 150109 - fabric packaging from category 1501 – packaging; 191208 - textile waste from category 1912 - waste from mechanical treatment of waste; 200110 – clothes and 200111 – textiles from category 2001 - separately collected waste [17]. Textile waste is also included in unsorted municipal waste in category 200301 - unsorted municipal waste.

According to Ltd „Eco Baltia Vide” assumption every year 5% is is deposited in landfills [18]. Table 1 shows the total amount of generated textiles, including that 5% of the total unsorted municipal waste is textiles, and the total amount of recycled textiles from 2012 to 2018 [19].

Table 1. Generated and recycled textile waste in Latvia 2012-2018, t

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Generated textiles	5457	5086	5528	4944	4025	4307	4400
Recycled textiles	1284	34	49	41	537	749	1661

Figure 1 shows textile waste recycling rates from 2012 to 2018. Although the recycling of textile waste has increased in recent years, it is still unstable.

As the amount of recycling fluctuates, it is necessary to find a solution for the long-term recycling of textile waste.

In order to set up a long-term textile waste recycling system, at first it is necessary to collect separate textile waste. In Latvia there are only few place where textile waste can be delivered separately but households do not have waste containers directly for textile waste, waste is thrown in a household waste container.

Next step is to create separation manufactory for textile waste, which ensures the separation of unsorted textile waste from total municipal waste. It is currently planned that the company Ltd. "Eco Baltia vide" will take the sorted textile waste to Tukums, where the company's sorting branch is located [18]. Similar procedures should be performed for other waste managers in Latvia.

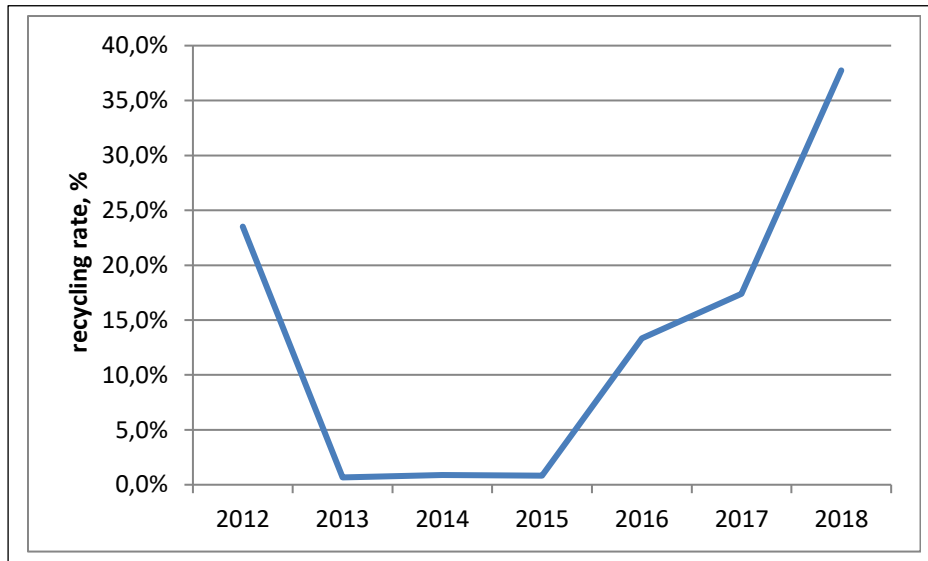


Figure 1. Recycling rate in Latvia from 2012 to 2018, %

Further it is necessary to create companies with processing technologies. It is also possible not to make new companies, but also to adapt existing companies to textile waste recycling.

Based on the example of Estonia and available information, textile waste in Latvia could be recycled into thermal insulation material. Figure 2 shows a production scheme of a thermal insulation material using textile waste. But since the production of thermal insulation materials requires fibers of a certain length and properties, the production of thermal insulation materials results in residues that form another product line, which is the use of waste in the production of pellets.

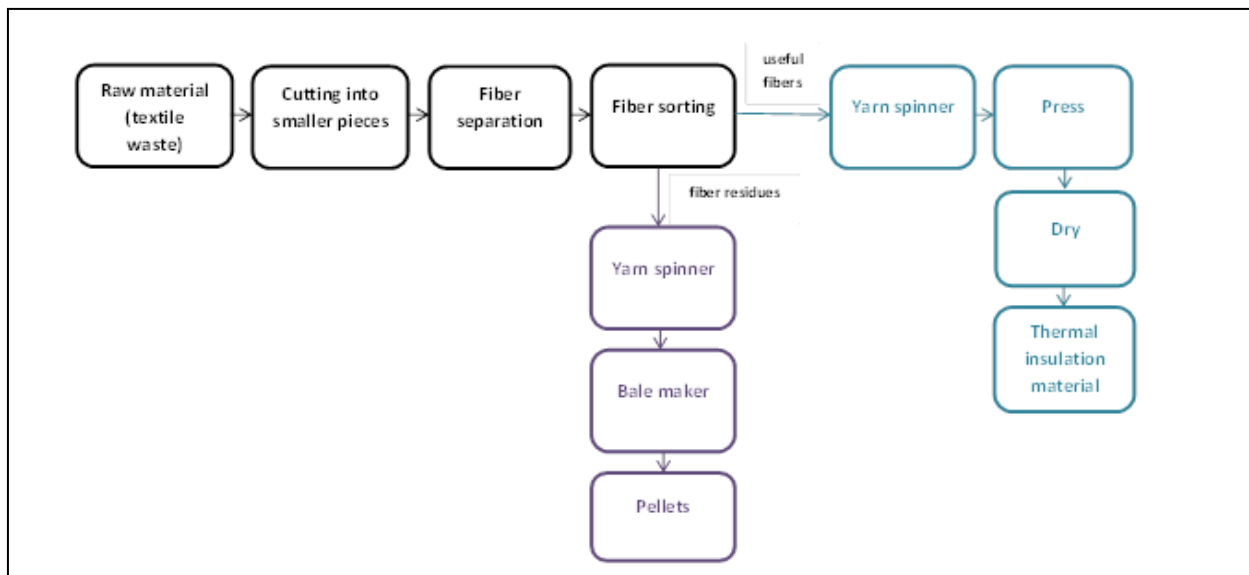


Figure 2. Engineering solution for the use of textile waste in Latvia

As it is shown in Figure 2, one manufacturer can get two products. One would be a high value added product - a thermal insulation material - and the other would be pellets derived from fiber residues. The first steps in the process are the same - at first the raw material, which in this case is textile waste, is cut into smaller pieces, then the pieces are divided into fibers.

Further it is specified which fibers can be used in the production of thermal insulation material and which in the production of pellets.

The next stage in the production of thermal insulation is the yarn spinner, when the fibers are connected together. This material is then pressed and compacted. If it is necessary, the material is dried until the final product is formed - thermal insulation material.

However, as textile residues are formed during the thermal insulation process, they can be used in the production of pellets. Yarn spinner takes place here as well, then bales are formed. A resource is then extracted for energy production, which is stored in a dry place until used, and these pellets are burned in conventional biomass furnaces.

One of the most important advantage is that such a solution can be used for pre-consumer and post-consumer textile waste. Also the advantage of such a solution is that it is possible to use all textile waste, creating the principle of zero waste production. Another advantage of this solution is that can be used the same technologies that are used making products from traditional resources. However, the solution includes energy recovery from waste, which is the second lowest level in the waste hierarchy.

After the establishment of a factory using textile waste the last step is to do successful marketing in order to have a market for such a product.

Conclusions

Textile waste is a serious problem in the world. Most of it is disposed of as household waste and ends up in landfills. Therefore recycling and re-use of textiles is a very important aspect of reducing waste that are going to landfill. The available literature provided general recycling processes as well as reusability of different materials.

There are three types of textile waste – pre-consumer, post-consumer and industrial waste. Ther article looked at pre-consumer and post-consumer waste.

The mechanical treatment is usually used for recycling textile waste. Using mechanical treatment can made thermal and acoustic insulation material as well resource for energy production. Also can be used chemical treatment – the most common product, that are obtained from chemical treatment, is gas from pyrolysis.

In Estonia textile waste is used for making design clothes and it is recommended for mode industry in Latvia to create design clothes. In Estonia textile waste is also used for thermal insulation material, therefore in Latvia it is recommended use textile waste to produce thermal insulation material.

In order to ensure the successful implementation of the Directive (EU) 2018/851, it is necessary to ensure the establishment of a separate textile waste system, to provide sorting centers for textile waste, to create and support of textile companies, and make successful marketing.

The engineering solution is developed based on the production of thermal insulation material. But as residues are generated during the process, they can be used in the production of pellets, thus creating the principles of circular economy and zero waste.

Such a solution could reduce the amount of textile waste that is sent to landfill. However, in order to obtain an accurate model of the solutions, it would be necessary to look at textile waste statistics, cost models and how the environmental impact is reduced.

Bibliography

1. Different types of Fibers. [Online]. Available: <https://sewguide.com/textile-fibers/>. [18.03.2020].
2. Textile waste. [Online]. Available: www.ecochicdesignaward.com. [18.03.2020].
3. Islam, S., Bhat, G. (2019). Environmentally-friendly thermal and acoustic insulation materials from recycled textiles. *Journal of Environmental Management*, 251.
4. Nikolina, S. (2019) Environmental impact of textile and clothes industry. Pages 10.
5. Brand "Reet Aus". [Online]. Available: <https://www.reetaus.com/pages/brand-concept-mission>. [01.04.2020].

6. Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32018L0851> [13.04.2020.]
7. 2050 long-term strategy. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en. [27.02.2020.]
8. The Paris Agreement. [Online]. Available: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. [15.04.2020.]
9. Sandin, G., Peters, G.M.(2018). Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. *Journal of Cleaner Production*, 184:353–365.
10. Briga-Sá, A., et al.(2013). Textile waste as an alternative thermal insulation building material solution. *Construction and Building Materials*, 38:155–160.
11. Trajković, D., Jordeva, S., Tomovska E., Zafirova, K. (2017). Polyester apparel cutting waste as insulation material. *Journal of the Textile Institute*, 108:1238–1245.
12. Nunes, L.J.R., Godina, R., Matias, C.O.J., Catalão, J.P.S. (2018). Economic and environmental benefits of using textile waste for the production of thermal energy. *Journal of Cleaner Production*, 171:1353–1360.
13. Toom Tekstiil AS. [Online]. Available: <https://www.toomtekstiil.ee/en/about/>. [02.04.2020.]
14. Brand "Velga Code" [Online]. Available: <https://www.la.lv/1182352-2>. [16.04.2020.]
15. Brand "Zīle". [Online]. Available: <http://laukutikls.lv/nozares/uznemejdarbiba/raksti/zali-domat-aicina-zimols-zile>. [19.03.2020.]
16. Brand "Lude" [Online]. Available: <http://www.lude.lv/?section=about>. [19.03.2020.]
17. Regulation No.302 of Cabinet of Ministers (19.04.2011) on waste classification and properties that make waste hazardous. [Online]. Available: <https://likumi.lv/ta/id/229148-noteikumi-par-atkritumu-klasifikatoru-un-ipasibam-kuras-padara-atkritumus-bistamus>. [16.04.2020.]
18. Ltd. Eco Baltia Vide. [Online]. Available: https://www.ecobaltia.lv/files/lasua_eco_baltia-vidē_final.pdf. [26.03.2020.]
19. 3-Waste database. [Online]. Available: <http://parissrv.lv/gmc.lv/#viewType=wasteReports&incrementCounter=1>. [16.04.2020.]

KOKSNES PELNU IZMANTOŠANAS IESPĒJU IZPĒTE STUDY OF POSSIBILITIES OF USING WOOD ASH

Autore: **Līga RATNIKA**, ratnikaliga@gmail.com

Zinātniskā darba vadītāja: **Ināra LAIZĀNE**, Mg. biol., Mg.paed., inara.laizane@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115/k-4 (IF)

Abstract: *Within the framework of the work, the chemical properties of 32 samples from 3 different heat energy production sources were determined in order to evaluate the possibilities of their use. Possibilities of using wood ash in agriculture, forestry and construction were considered. Ash samples contain high concentrations of calcium and its compounds. The prospect of using ash is to use it to fertilize agricultural and forest land.*

Keywords: *biomass, wood ash, renewable energy.*

Ievads

Pieaugošais pieprasījums pēc enerģijas, ierobežotie fosilā kurināmā krājumi, kā arī vides piesārņojums un globālās klimata pārmaiņas pēdējos gados pasaulē radījis pastiprinātu interesi par atjaunojamiem energoresursiem. Atbalsts atjaunojamo energoresursu izmantošanai ir kļuvis par svarīgu Eiropas Savienības politikas sastāvdaļu.

Enerģija, kas saražota no atjaunojamajiem energoresuriem Latvijā 2014. gadā sastādīja 36.8% no kopējā iekšzemes enerģijas patēriņa (siltums/elektroenerģija) 82.1% no šīs enerģijas tika saražots ar dažāda veida kurināmo koksni, tai skaitā 24.3% tika saražoti koģenerācijas stacijās. Koksnes un koksnes produktu patēriņš pieaug ik gadu un Latvijā pēc saražotās enerģijas ieņem pirmo vietu starp atjaunojamiem energoresursiem kā arī ir otrajā vietā kopējā Latvijas energobilancē uzreiz aiz naftas produktiem. Līdz ar pieaugošo biomasas patēriņu enerģētikā palielinās saražoto pelnu apjomi, ņemot vērā, ka pelnu alternatīvai utilizācijai tiek pievērsta aizvien lielāka uzmanība, tie joprojām galvenokārt tiek deponēti izgāztuvēs, tās ievērojami noslogojot.

Koksnes pelni ir efektīvs mēslošanas līdzeklis tā kā satur gandrīz visus makro un mikro elementus, no kuriem svarīgākie ir kalcijs, kālijs, fosfors, kas attiecīgos meža un pļavu tipos, kuros ir novērojams šo elementu deficīts, sniedz pozitīvu ietekmi uz tur augošajiem augiem. Pelni arī ir piemērota saistviela dažādās būvniecības apakšnozarēs, ceļu segas izbūvē, samazinot izraktā akmens materiāla nepieciešamību un kā blakusprodukts cementa ražošanā.

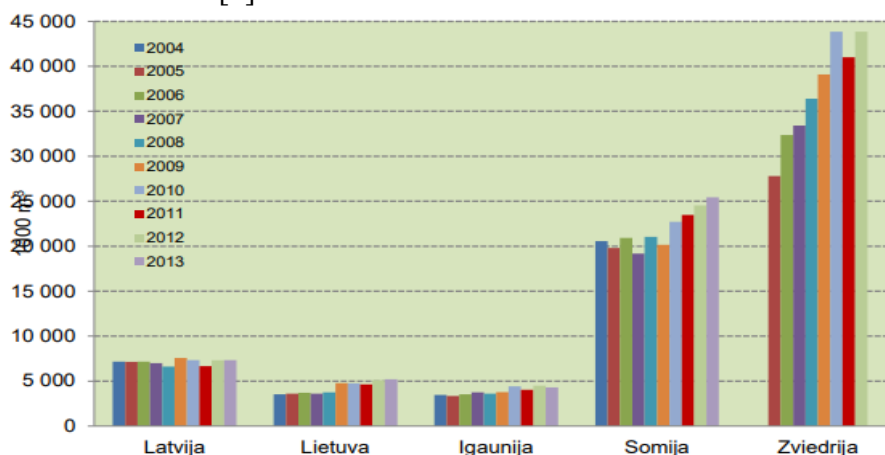
Latvijas kurināmās koksnes tirgu ietekmē industriālie patērētāji. Patēriņa apjoma pieaugums šajā segmentā ir saistīts ar granulā ražošanas paplašināšanu, kā arī koksnes plātņu ražotāju aktīvo darbību. Pirmā patērētāju grupa ražošanas vajadzībām izmanto malku, malkas un mežizstrādes atlieku šķeldas, kā arī skaidas. Otrā patērētāju grupa izmanto gan tradicionālo kurināmo koksni (malku, kurināmas šķeldas), kā arī zemas kvalitātes lietkoksnī – papīrmalku un tehnoloģisko koksni [3].

Materiāli un metodes

Darba teorētiskajā daļā tika apkopota zinātniskā literatūra par enerģijas resursiem Latvijā, biomasu kā atjaunojamās enerģijas avotu, koksni un tās izmantošanu koģenerācijas stacijās. Tika apskatītas arī koksnes pelnu izmantošanas iespējas lauksaimniecībā, mežsaimniecībā un būvniecībā. Pelnu paraugi satur kalciju un tā savienojumus augstās koncentrācijās. Perspektīva pelnu izmantošanas iespēja ir to pielietošana lauksaimniecības un meža zemju mēslošanā.

Biomasa kā atjaunojams enerģijas avots

Baltijas jūras reģiona valstīs vērojams koksnes biomasas patēriņa kāpums. Protams, ka pasaules ekonomiskā un finanšu krīze atstāja zināmu ietekmi uz koksnes patēriņa apjomu atsevišķās valstīs. Latvijā pēdējo divu gadu laikā ir vērojams neliels koksnes biomasas patēriņa pieaugums redzams 1. attēlā [1].



1. att. **Koksnes biomasas patēriņa dinamika enerģijas ražošanā Baltijas jūras reģiona valstīs (2004 g.-2013 g.)**

Latvija Vislielākais koksnes biomasas patēriņš mājsaimniecības, pēc tam rūpnieciskajā ražošanā un vispārējās lietošanas katlu mājas darbībā (1. tabula).

1. tabula
Koksnes biomasas patēriņš Latvijā pa patēriņa vietām no 2008.gada līdz 2013.gadam (tūkst.m³)

Gads	Rūpniecība	Pārveidošanas sektors	Mājsaimniecības
2004	609	1065	4769
2005	713	943	4787
2006	851	966	4637
2007	692	931	4521
2008	753	900	4480
2009	1130	894	5002
2010	1336	926	4540
2011	1523	855	3859
2012	1734	1015	4033
2013	1794	1430	3499

Vispārējās lietošanas katlu mājās koksnes biomasas patēriņš līdz 2011.gadam nostabilizējies ap 900 tūkst.m³, bet jau 2012.gadā tās apjoms palielinājies virs 1 milj.m³, bet 2013.gadā – jau 1,4 milj.m³. Rūpniecības segmentā kopš 2008. gada vērojams kāpums katru gadu pat līdz 2013.gadam, sasniedzot 1,8 milj.m³ [1].

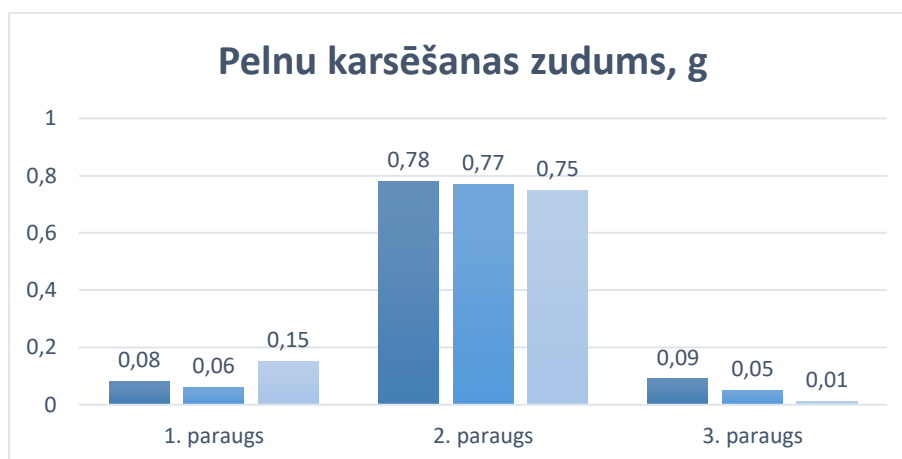
Koksnes pelnu ķīmiskais sastāvs

Paraugi tika iegūti no Rēzeknē esošām katlu mājām un vienas privātmājas. Siltuma avotiem, kuros kā kurināmo izmanto koksni. 2. tabulā apkopota informācija par siltuma avotiem, to atrašanās vietu, jaudu un kurināmā veidu.

Informācija par analizējamajiem paraugiem

Parauga Nr.	Nosaukums	Atrašanās vieta	Kopējā uzstādītā siltuma jauda	Kurināmā veids
1	''Povulīši''	Piziki, Dricānu pag., Rēzeknes nov.	~ 3,5 kW	Malka
2	RTA Katlu māja	RTA teritorijā Atbrīvošanas alejā 115	820 kW	Šķelda
3	Vipingas rajona CSS Katlu māja	Meža ielā 1B, Rēzeknē	3,9 MW	Kokskaidu granulas

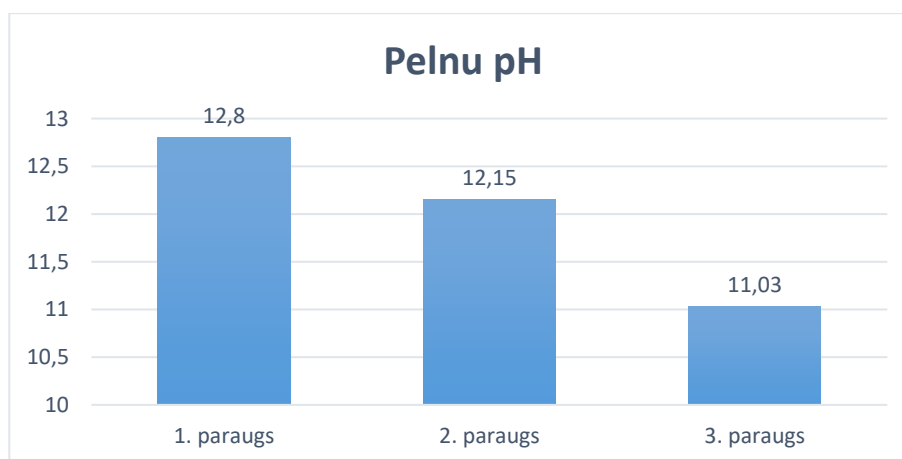
Pelniem tika noteikts karsēšanas zudums, ar mērķi novērtēt nesadeģušo organisko savienojumu un ogles daudzumu pelnu paraugos. 2. attēlā grafiski parādīti masas zudumi gramos. Tas skaidrojams ar kurināmā veida izvēli, un apkures katla vai krāsns jaudu.



2. att. Pelnu karsēšanas zudums

Katrs paraugs tika iesvērts trīs bļodiņās, rezultātā dati apkopoti no deviņiem paraugiem. Kā redzams attēlā vislabāk biomasa sadeg Vipingas rajona CSS katlu mājā, bet vissliktāk RTA katlu mājā.

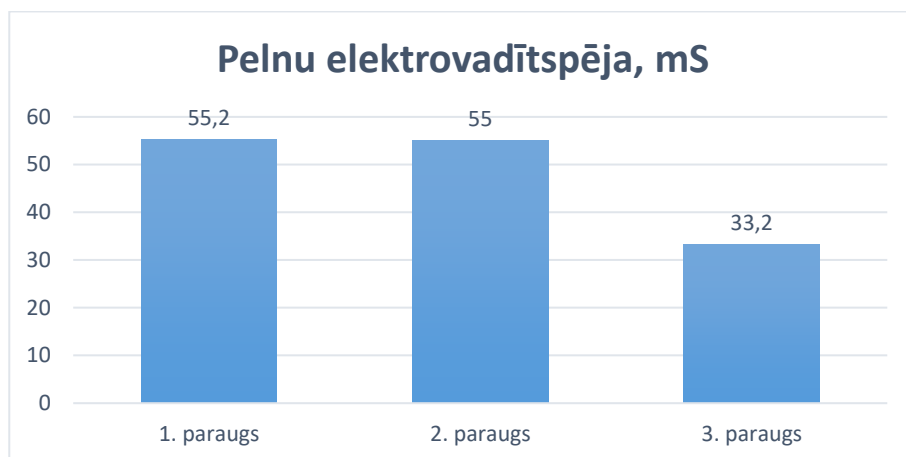
Pelnu pH. Pelnu sārmainību raksturo ar pH skaitli. Analizējamo pelnu paraugu pH rezultāti attēloti 3. attēlā.



3. att. Pelnu pH

Kā redzams pēc iegūtajiem datiem pelnu sārmainība ir robežās no 11,03 līdz 12,8 pH. Vislielākie pH rādītāji ir pirmajā paraugā, kas ir pelni pēc malkas sadedzināšanas, bet viszemākais pH ir pelnos pēc granulu sadedzināšanas. Kā iemesls zemākiem pH rādītājiem varētu būt, ka ražojot granulas tām tiek pievienotas klāt ķīmiskas vielas, kuru šķēdā un malkā nav.

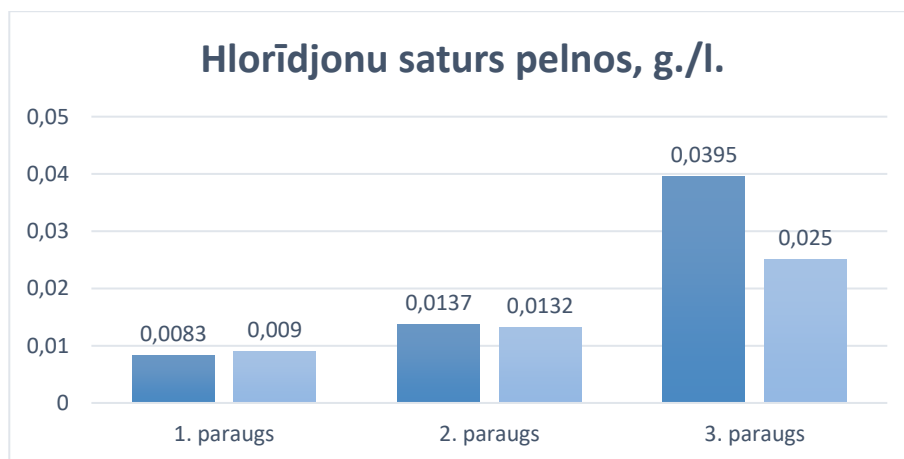
Elektrovadītspēja. Ūdens satur sāļus, kas veido jonus, kuri savukārt vada elektrību. Jo vairāk sāļu, jo lielāka elektrovadītspēja. Pelnos ir gan šķīstoši, gan nešķīstoši sāļi. Lielos daudzumos tie samazina augiem pieejamo barības vielu daudzumu. Pelnu paraugu elektrovadītspējas rezultāti redzami 4. attēlā.



4. att. Pelnu elektrovadītspēja

Kā redzams 4. attēlā pirmajā un otrajā paraugā elektrovadītspējas rezultāti ir līdzīgi, ar augstu elektrovadītspēju. Pelni šajos paraugos ir no sadedzinātas malkas un šķēdas. Ja šie pelni tiks izmantoti mēslošanā, jāpievērš uzmanība augsnes elektrovadītspējai, lai mēslošanas rezultātā netiktu pārsniegts elektrovadītspējas robežlielums augsnē, kas ir 2,5 mS

Hlorīdjonu daudzums pelnos. Ir nozīmīgs, jo tas aktivizē fotosintēzes procesus augos. Hlorīda joni piedalās ūdens līdzsvara regulēšanā, aktivizē enzīmu darbību, veicina ogļhidrātu uzkrāšanos sēklās. 5. attēlā redzams hlorīda jonu daudzums pelnu paraugos.

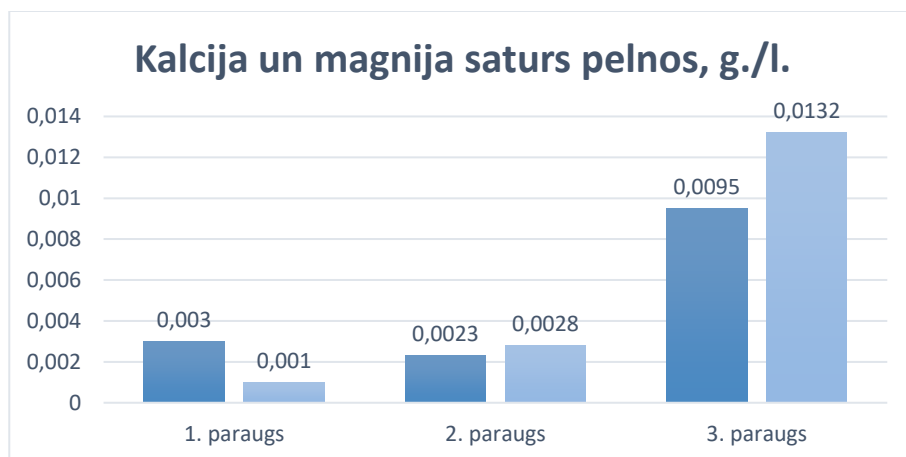


5. att. Hlorīdjonu saturs pelnos

Kā redzams 5. attēlā iegūtie rezultāti parāda, ka hlorīdjonu daudzums pelnos ir ļoti zems un nepārsniedz 0,34 g/l. Vislielākais hlorīda jonu daudzums ir trešajā pelnu paraugā, kura analīzēšana sagādāja nelielas grūtības, jo pildot metodiku lēciens tiek noskaidrots, kad paraugs maina krāsu uz brūnu, bet analizējot šo paraugu, tas nokrāsojās oranžs, redzams 3. pielikumā, par lēcieni tika pieņemts brīdis, kad paraugs nokrāsojās oranžs.

Kalcija un magnija daudzums augsnē (skat. 6. attēlu.). Pelnos kalcijam (Ca) un magnijam (Mg) ir būtiski svarīgas funkcijas – tie ir augu augšanai nepieciešamie barības elementi.

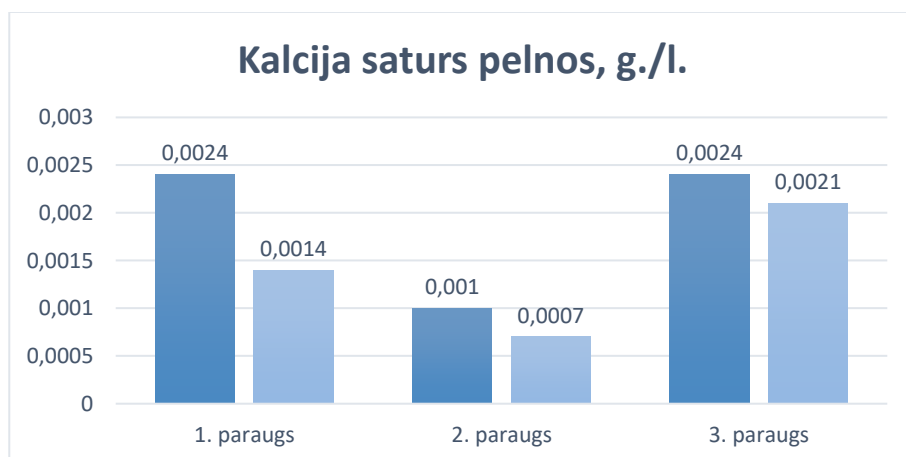
Magnijs ietilpst hlorofila sastāvā. Kā hlorofila sastāvdaļa magnijs nodrošina fotosintēzes procesa norisi, aktivizē fermentu sintēzi un kopā ar kāliju un kalciju nodrošina citoplazmas koloidālo stāvokli.



6. att. Kalcija un magnija kopējais daudzums augsnē

Kā redzams 6. attēlā kalcija un magnija kopējais daudzums augsnē ir krietni mazāks nekā vēlamais un paredzētais daudzums. Vismazākais daudzums ir pirmajā un otrajā paraugā.

Kalcijs. Pelnu paraugi satur kalciju un tā savienojumus mērenās koncentrācijās. Kalcijs regulē augu virszemes daļu augšanu un barības vielu uzņemšanu. Neitralizē organisko skābju kaitīgo iedarbību augu šūnās. Augu šūnās liels kalcija daudzums saistīts ar pektīnvielām. Kalcija daudzums analizējamajos augsnes paraugos redzams 7. attēlā.



7. att. Kalcija daudzums augsnē

Koksnes pelnu izmantošanas iespējas

Pelni, kas katlu mājās paliek pēc šķeldas dedzināšanas, varētu atgriezties atpakaļ mežos kā ievērojami lētāks materiāls ceļu būvniecībai. Labi meža ceļi ir viens no kokapstrādes nozares konkurētspējas balstiem. Mežu ceļu tīkla veidošana un uzturēšana no Latvijas Valsts mežiem prasa pamatīgas investīcijas. 2016. gadā, investējot 19 miljonus eiro, Latvijas Valsts meži ekspluatācijā nodeva 285 km mežu autoceļu, no tiem 117 km tika pārbūvēti, bet 168 km uzbūvēti no jauna, liecina uzņēmuma gada pārskats. Investīcijas līdzīgā apjomā mežu autoceļos ieguldītas arī iepriekšējos gados [5].

Mežu ceļu būvniecībai parasti izmanto granti, dolomīta šķembas, par saistvielu kalpo cements vai neveldzētie kaļķi. Ceļu būvniecībā kā saistvielu izmantojot biokurināmā vieglos pelnus, izmaksas varētu būt mazākas, jo vismaz šobrīd pelni nemaksā neko. Pelni rodas daudz — ik gadu Latvijā tiek saražoti vairāki desmiti tūkstoši tonnu vieglo pelnu kā blakusprodukts koģenerācijas stacijās [7].

Lai saražotu 1 tonnu cementa saistvielu no pelniem, ir vajadzīga mazāka enerģija nekā lai tradicionāli ražotu cementu. Agroindustriālo pelnu izmantošana maisījumos var dot ekonomiskus, tehniskus un vides ieguvumus rūpniecības nozarei, ieskaitot šķiedru cementa rūpniecību [18].

Itālijā pelnus izmanto kā inertu keramikas vai stikla piedevu. Pelni no sadzīves cieto atkritumu apsaimniekošanas objekta tiek samalti un izmantoti keramikas flīžu un stikla kompozīcijās [8].

Pelnu izmantošanas iespējas lauksaimniecībā, pelnu un liellopu šķidrmēslu maisījuma sagatavošana cietu frakciju – granulu viedā, lai to iestrādātu lauksaimniecībā un mežsaimniecībā izmantotā augsnē kā mēslošanas un kaļķošanas produktu [2].

Koksnes pelnus ir iespējams izmantot meža mēslošanā, lai uzlabotu koku augšanas apstākļus un palielinātu to radiālo pieaugumu. Šāda veida mēslošana daļēji atrisinātu koksnes pelnu utilizācijas problēmu, atgriežot tos atpakaļ dabā. Pašlaik vislabākie rezultāti mēslošanā ar koksnes pelniem ir sasniegti audzēs uz susinātām kūdras un minerālaugsnēm. Pozitīva koksnes pelnu ietekme uz koku augšanu vērojama jau pirmajā gadā pēc augsnes ielabošanas un saglabājas piecus gadus, tomēr vērojama radiālā papildpieauguma samazināšanās pēdējā gadā, kas liecina par pelnu ietekmes izbeigšanos [4].

Secinājumi

Pelnu paraugos tika noteikts pelnu karsēšanas zudums, pelnu pH, pelnu ekektrovadītspēja, hlorīdjonu saturs pelnos, kalcija un magnija kopējais saturs un kalcija saturs pelnos. Pētījuma rezultāti parādīja to, ka paraugi krasi neatšķīrās viens no otra. Rezultāti bija līdzīgi. Atšķīrās trešais paraugs pie hlorīdjonu noteikšanas. Iespējams kokskaidu granulu ražošanas procesā tiek pievienotas vielas, kas ietekmēja pētījuma rezultātu

Pelnus iespējams izmantot ceļu būvniecībā, cementa ražošanā, kā blakusprodukts keramikā un augsnes mēslošanā.

Summary

The theoretical part of the work summarized the scientific literature on energy resources in Latvia, biomass as a source of renewable energy, wood and its use in cogeneration plants. The ash loss, ash extraction, electrical conductivity, chloride ion content, total calcium and magnesium content and calcium content were determined in 32 ash samples.

The ash left in the boiler house after the chips are burned could return to the forests - as a significantly cheaper material for road construction. Good forest roads are one of the pillars of the competitiveness of the wood processing industry. Creating and maintaining a forest road network from Latvia's State Forests requires substantial investments. In 2016, investing 19 million euros, Latvian State Forests commissioned 285 km of forest roads, of which 117 km were rebuilt and 168 km were rebuilt, according to the company's annual report. Investments in forest roads have been invested in a similar amount in previous years. Gravel, dolomite chips, cement or quicklime are usually used for the construction of forest roads. The use of biofuel fly ash as a binder in road construction could be lower, as at least at present the ash costs nothing. Ash is produced a lot - tens of thousands of tons of fly ash are produced in Latvia every year as a by-product in cogeneration plants.

In Italy, ash is used as an inert ceramic or glass additive. The ash from the municipal solid waste facility is ground and used in ceramic tile and glass compositions.

Possibilities of using ash in agriculture, preparation of ash and cattle liquid manure mixture in the form of solid fractions - granules for incorporation into agricultural and forestry soil as a fertilizer and liming product.

Wood ash can be used in forest fertilization to improve the growing conditions of trees and increase their radial growth. This type of fertilization would partially solve the problem of utilizing wood ash by returning it back to nature. Currently, the best results in wood ash fertilization have been achieved in stands on dried peat and mineral soils. A positive effect of wood ash on tree growth is observed already in the first year after soil improvement and persists for five years, however, a decrease in additional radial growth is observed in the last year, which indicates that the effect of ash has ceased.

Literatūra

1. Krasavcevs, I., Liše, S., Stepīņa, A. (2014). *Koksnes biomasas izmantošanas enerģijas ieguvē monitorings*, 15.lpp.
2. Biomasas pelnu pārstrāde un izmantošana [Skatīts 01.01.2020.] Pieejams: https://llufb.llu.lv/conference/LLU-Vecauce/2017/LLU_Razas_svetki_Vecauce2017-33-36.pdf
3. Energy resources in a third world microstate [Skatīts 28.03.2020.] Pieejams: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0165057284900112>
4. Koksnes pelnu izkliedēšanas ietekme uz ikgadējo pieaugumu atkarībā no koksnes pelnu izkliedēšanas vienmērīguma [Skatīts 01.01.2020.] Pieejams: http://www.silava.lv/userfiles/file/2017_LVM_Koku_augs_progr/2018_01_22_T_Kalvis_pelni-publ.pdf
5. Pamatlīdzekļi (34 lpp.) [Skatīts 28.03.2020.] Pieejams: https://www.lvm.lv/imagelvm/Par_mums/fin_faili/2018_gada-lvmparskats_lv.pdf
6. Potential use of sugarcane bagasse and bamboo leaf ashes for elaboration of green cementitious materials [Skatīts 29.03.2020.] Pieejams: <https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet?publisherName=ELS&contentID=S0959652619317421&orderBeanReset=true>
7. RTU zinātnieki piedāvā, kā izmantot pelnus cementa vietā mežu ceļu būvniecībā [Skatīts 29.03.2020.] Pieejams: <https://www.rtu.lv/lv/universitate/masu-medijiem/zinas/atvert/rtu-zinatnieki-piedava-ka-izmantot-pelnus-cementa-vieta?view=pdf>
8. Toxicological analysis of ceramic building materials – Tiles and glasses – Obtained from post-treated bottom ashes [Skatīts 15.03.2020.] Pieejams: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X19305227>

ĒKU SILTUMA ZUDUMI VECVĀRKAVĀ HEAT LOSSES OF BUILDINGS IN VECVARKAVA

Autore: **Ineta RUDZĀTE**, e-pasts: ineta.rudzate97@gmail.com

Zinātniskais darba vadītājs: **Dr.sc.ing., prof. Andris MARTINOVŠ**, e-pasts:
andris.martinovs@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *Uninsulated or poorly insulated buildings cause discomfort to the occupants of these buildings and can increase the cost of thermal energy. It is therefore important to know the heat loss of buildings and which parts of the building are the largest, so that the correct choice of building materials can be ensured so that the building can be completely or partially renovated. This could be insulation of the roof, walls or floor of the building, replacement of windows and doors, which would significantly reduce heat loss.*

Keywords: *building insulation, heat loss, Vecvarkava.*

Ievads

Siltuma zudumi ir siltuma pārnese lielums caur ēku no tās iekšpuses uz āru. Siltuma zudumi parasti tiek izteikti kW, W, MW, MWh. Šo siltuma zudumu lielums ir svarīgs vairāku iemeslu dēļ:

- apkures veida un jaudas prasību norādīšana, lai nodrošinātu ēkas atbilstošu apsildīšanu,
- izpratne par to, vai ēka atbilst normatīvajiem apstiprinājumiem,
- nosakot, vai ēkā var sasniegt komforta līmeni,
- apkures sistēmas enerģijas vajadzību un ekspluatācijas izmaksu noteikšana. [1]

Ēkas var zaudēt siltumu vairāku iemeslu dēļ. Viens to tiem ir ēkas caurlaidība, kas ir ēkas konstrukcijas plaisas, caur kurām var ieplūst/izplūst gaiss (siltuma zudumi gaisa aizplūdes dēļ). Parasti tās ir norobežojošo konstrukcijas daļu un arhitektūras daļu saduras (jumts-siena, grīda-siena, logs-siena) un daļas, kur inženierkomunikācijas iet cauri necaurlaidības nodrošināšanas slāni, kas ir izolācijas plēve, apmetumi u.tml. Siltuma no ēkas var izplūst arī norobežojošo konstrukciju defektu dēļ. Tie var būt būvniecības brāķi vai arī nepareizas ekspluatācijas dēļ radušies fragmenti ar sliktiem siltumizolācijas rādītājiem (pārāk mazs izolācijas slāņa biezums, kas strauji var samazināties, palaisas, augsts materiāla mitrums). Šāda veida defekti var rasties jebkurā laikā un vietā ēkā. Arī lineārie (punktveida) siltuma tilti spēj palielināt siltuma zudumus ar savu vadītspēju. Tie ir ēkas ģeometrijas un arhitektūras elementu savienojuma dēļ radušies efekti, kuri spēj izraisīt siltuma plūsmas izmaiņas salīdzinājumā ar termiski viendabīgām konstrukcijām. [1] Šo ēkas siltuma zudumu dēļ ir svarīgi regulāri veikt ēkas apsekošanu un novērst radušos defektus, jo tie ļoti var ietekmēt ēkas siltuma zudumu kopējo stāvokli.

Vārkavas novada, Upmalas pagasta, Vecvārkavas ir vairākas ēkas kuras nav siltinātas, vai arī nepietiekami nosiltinātās, kā arī vēstures pieminekļi, kuru siltināšana ir ierobežota. Nesiltinātas un vai nepietiekami siltinātas ēkas rada tās iedzīvotājiem diskomfortu ēkās, kas var apgrūtināt strādāšanu vai dzīvošanu. Darba pētījuma mērķis ir noskaidrot trīs Vecvārkavas ēku siltuma zudumus, lai pēc tam varētu sagatavot pašvaldības projektu siltumapgādes sistēmas atjaunošanai, un iespējamai ēku renovācijai.

Materiāli un metodes

Darba pētījuma objekti atrodas Vārkavas novada Vecvārkavā, kas atrodas Latvijas dienvidaustrumos. Tas robežojas ar Līvānu, Preiļu un Daugavpils novadiem. Vārkavas novadu veido Upmalas, Rožkalnu un Vārkavas pagasti. Administratīvais centrs – Vecvārkava

(Upmala). Vārkavas novadu 37 km garumā caurvij viena no lielākajām Daugavas pietekām – Dubna. Teritorijas lielums ir 288 km². Iedzīvotāju skaits uz 2019. gadu ir 1938. [2]

Pētījums sevī ietver Vecvārkavas centra triju ēku stāvokļa novērtēšanu, un siltuma zudumu aprēķināšanu. Pētījumā tika veikti ēkas materiālu siltumvadītspējas noteikšana no MK noteikumiem Nr.208 noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 002-19 "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika", noteikta kopējā siltumpretestība, siltumcaurlaidības koeficients, siltuma plūsmas blīvums un aprēķināti kopējie siltuma zudumi katrai ēkai un tās daļai janvāra mēnesī pie vidējās gaisa temperatūras -4°C. Rezultātos tika parādītas katras ēkas kopējie siltuma zudumi W un MWh. Aprēķina metode piemērs siltuma zudumu noteikšana:

1. Siltuma zudumi caur sienām (siltuma plūsma):

- Kopējā siltumpretestība (m²*K/W)

$$R_T = R_{SI} + \lambda_1/d_1 + \lambda_2/d_2 + \lambda_3/d_3 + \dots + R_{SE}, \quad (1)$$

kur, R_{SI} – ēkas iekšējo konstrukciju siltuma pretestība

λ – materiālu siltumpretestība, W/m²*K;

d – ēkas materiāla biezums, m;

R_{SE} – ēka ārējo konstrukcijas siltuma zudumu pretestība.

- Siltumcaurlaidības koeficients (W/m²*K)

$$U = 1/R_T \quad (2)$$

kur, R_T-kopējā siltumpretestība (m²*K/W).

- Siltuma plūsmas blīvums (W/m²)

$$q = U \cdot (T_1 - T_2), \quad (3)$$

kur, U – siltumcaurlaidības koeficients (W/m²*K);

T₁ - siltuma vidējā temperatūra telpā (°C);

T₂ – siltuma vidējā temperatūra ārā (°C).

- Siltuma zudumi (siltuma plūsma) (W)

$$\Phi = q \cdot S \quad (4)$$

kur, q – siltuma plūsmas blīvums (W/m²);

S – sienu laukums (m²).

Pēc šādā piemēra tiek aprēķināti siltuma zudumi arī grīdai, jumtam, logiem un durvīm, dažos gadījumos mainoties R_{SI} vai R_{SE}. Tad visām ēkas daļām tiek saskaitīti kopējie siltuma zudumi, kas summējas kā kopējie siltuma zudumi ēkai, kurus pārveido no vatiem (W) uz megavatstundām (MWh).

Rezultāti un to izvērtējums

Vecvārkavā siltuma zudumi tika noteikti trīs ēkām: Vārkavas vidusskolai, blakus esošajai daudzīvokļu mājai, kā arī Vārkavas muižas ēkai, kur atrodas Vārkavas novada dome.

Vārkavas vidusskola uzcelta 1978. gadā un 2003. gadā tika veikta skolas renovācija, tagad tajā mācās 160 skolēni. Nosakot ēkas siltuma zudumus varām konstatēt kaut arī ēka ir siltināta un tai ir nomainīti gan logi, gan durvis dažviet ir izteikti lieli siltuma zudumi dažās ēkas daļās, kas norādītas 1. tabulā.

Ēkai vislielākie siltuma zudumi notiek caur jumtu, grīdu un logiem. Kaut arī jumts un grīda ir siltināts, iesmels siltuma zudumiem varētu būt nepietiekams siltinājuma materiāls, vai arī ēkas renovācijas laikā pieļautas kļūdas. Skolai kopumā ir 136 dažāda izmēra logi, kaut arī logi ir ar plastmasas rāmi un vienkameras stikla paketi, tiem ir otri lielākie siltuma zudumi ēkā. Janvāra mēnesī kopējie siltuma zudumi ir aptuveni 35 MWh

Vārkavas vidusskolas siltuma zudumi

	Materiāli	Biezums, m	Patērētā siltuma enerģija, W
Sienas	Vieglbetona paneli	0,40	5100
	Akmensvate	0,10	
	Hidroplēve	0,003	
	Skārds	0,002	
Jumts	Dzelzbetona paneli	0,40	16000
	Akmensvate	0,10	
	Ruberoīds	0,005	
Grīda	Smilts	0,06	12100
	Akmensvate	0,10	
	Dzelzbetons	0,30	
	Linolejs	0,005	
Durvis	PVC	0,04	900
	Stikla	-	
Logi	PVC	-	14500
KOPĀ, W			48600
MW			0,048
MWh			35

Aptuveni 100 m no skolas atrodas trīsstāvēgā daudzīvokļu māja, ar 12 dzīvokļiem, kas ir uzcelta 1996. gadā. Māja nav siltināta un tā ir sliktā stāvoklī. Tikai 2010. gadā ēkai tika nomainīta daļa koka logu uz PVC plastmasas logiem, un nomainītas 12 balkona durvis. 2016. gadā tika nomainītas divas kāpņu telpas un divas pagraba durvis no koka uz PVC plastmasas durvīm. Šai ēkai ir vislielākie siltuma zudumi no visām trijām izpētītajām ēkām, kas redzams 2. tabulā.

Tā kā ēkas nav siltināta, vislielākie siltuma zudumi ir caur jumtu un sienām, ko būtu nepieciešams siltināt pēc iespējas ātrāk. Šai ēkas kopējie siltuma zudumi sasniedz 47 MWh. Tas norāda uz šīs ēkas kritisko stāvokli. Šīs ēkas vidējā temperatūra ziemā ir +18°C, bet vējainos ziemas mēnešos var sasniegt pat +15°C.

Vecvārkavas muiža ir viss vecākā ēka Vārkavas novadā un tajā atrodas novada dome. Ēka pirmo rezi pierakstos ir minēta 1583. gadā. Šī ēka ir izmantota kā pansionāts, gan kā skola, vēlāk tur atradās arī noliktava. Tikai 2000. gadā muižas pilī tika veikti nopietni atjaunošanas darbi, un 2004.gadā notika atjaunotās muižas atklāšana. Vārkavas muižas pils ir Valsts aizsargājamo nekustamo pieminekļu sarakstā.[3] 2010.gadā notika triju durvju nomaiņa un vienu galveno ieejas durvju atjaunošana. 2016. gadā notika muižas ēkas pamatu stiprināšana un jumta atjaunošana. 2020.gada vasarā sāksies muižas vienkāršotā fasādes atjaunošana. Aprēķinot ēkas siltuma zudumus tika konstatēts, ka šai ēkai ir vismazākie siltuma zudumi, ko var skatīt 3.tabulā.

2.tabula

Daudzīvokļu mājas siltuma zudumi

	Materiāli	Biezums, m	Patērētā siltumenerģija (W)
Siena	Dzelzbetona paneļi	0,60	20200
Logi	PVC logi	-	3300
	Koka logi	-	
Jumts	Dzelzbetons	0,20	30700
	Ruberoīds	0,005	
Grīda	Dzelzbetons	0,20	9000
Izejas durvis	PVC durvis	0,04	800
Balkona durvis	PVC durvis	-	
KOPĀ, W			64000
MW			0,064
MWh			47

3.tabula

Siltuma zudumi Vārkavas muižai

	Materiāli	Biezums, m	Patērētā siltumenerģija (W)
Sienas	Viendabīgs koks	0,10	6800
	Ķieģeļu mūris	0,90	
Logi	Koka logi	-	4600
Jumts	Ķieģeļu mūris	0,20	3100
	Viendabīgs koks	0,10	
	Linu spaļi	0,1	
Grīda	Ķieģeļu mūris	0,10	3800
	Viendabīgs koks	0,10	
	Linolejs	0,005	
Durvis	Koka	-	330
	Koka	0,04	
KOPĀ, W			18600
MW			0,018
MWh			13

Muižas lielākie siltuma zudumi, kā jau tas bija arī pārējām ēkām ir caur sienām un logiem. Šīs ēkas vienīgais siltinājums ir jumtam, kas ir siltināt ar linu spaļiem, tā kā ēka ir vēsturiska, tad siltināšana ar mūsdienīgākiem materiāliem ir sarežģīta. Arī no ēkas logiem siltuma zudumi ir samērā lieli, tā kā tie ir koka logi varēja paredzēt ka arī zudumi būs lielāki. Visas ēkas kopējie siltuma zudumi ir vismazākie salīdzinājumā ar pārējām ēkām, kas ir 13 MWh.

Secinājumi

1. Vislielākie siltuma zudumi janvāra mēnesī, kad ar apkuri tika nodrošinātas 744 stundas ir nesiltinātajai daudzīvokļu ēkai, kuras kopējie zudumi ir 47 MWh, kaut arī vidusskola ir siltināta tās lielo izmēru dēļ siltuma zudumi ir 35 MWh, vismazākie siltuma zudumi ir muižas ēkai ar 13 MWh.
2. Vislielākie siltuma zudumi ir caur sienām, jumtu un logiem, un siltinot ēku tam būtu jāpievērš vislielākā uzmanība.
3. Aprēķinu precizitātei vissarežģītāk bija atrast vajadzīgo informāciju par ēkas konstrukciju materiāliem un siltināšanas veidiem, kā arī to biezumu.

Summary

The apartment house in the center of Vecvārkava, Vārkava region, has the most heat loss, it should be paid the most attention, the building is not insulated, only part of the building has replaced wooden windows with PVC windows. In order to keep this building in adequate heat, the boiler house needs more fuel consumption. The apartment house should be renovated with insulation of the whole building and replacement of windows. Vārkava Secondary School is the only building that is fully insulated, however, due to its large size, it has large heat losses directly through the roof and windows. Surprisingly, the manor house, which is the oldest building in Vecvārkava, has the lowest heat loss, it could be due to the roof insulation and very thick walls, as well as due to the regular renovation of this building.

Bibliography

- [1] A. Paškevičiene, Ēkas necaurleidība – galvenais siltuma taupīšanas nosacījums. Sk. Internetā (02.02.2020.)Pieejams:<http://www.majuprojekti.lv/lv/buvniecibas-akademija/ekas-necaurleidiba-galvenais-siltuma-taupisanas-nosacijums>
- [2] A.Kursīte, VĀRKAVAS NOVADA PAŠVALDĪBAS 2018. GADA PUBLISKAIS PĀRSKATS.Sk.Internetā (22.02.2020.) Pieejams:<http://www.varkava.lv>
- [3] Vārkavas novadam kultūrvēsturiskais mantojums. Sk. Internetā (01.03.2020.) Pieejams: <http://www.varkava.lv/lv/augeja-izvelne/novads/kulturvesturiskie-objekti>

AMINOSKĀBES KĀ BIOMATERIĀLU FLUORESCĒJOŠIE MARKĪERI

AMINOACIDS LIKE FLUORESCENT MARKERS FOR BIOMATERIALS

Autore: **Elīna SEDLIONOKA**, e-pasts: elina.sedlionoka@gmail.com
 Zin. darba vadītāja: **Jelena KIRILOVA**, VZĶK docente Dr. chem.,
 Daugavpils Universitāte

***Anotācija.** Mūsdienās fluorescentas metodes ir plaši izmantotas vairākās zinātnes un medicīnas nozarēs: luminiscējošie materiāli ir nozīmīgi imunoķīmijā, in situ hibridizācijas fluorescencē, šūnu pētījumos, citoķīmijā, medicīniskos izmeklējumos un citur. Fluorescentā iekrāsošana ir process, kura gaitā notiek fluorofora kovalentā pievienošana pētāmai molekulai. Tagad ir izpētītas vairākās luminiscējošas iezīmes olbaltumvielā, lipīdu un nukleīnskābju vizualizēšanai. Proteīnu vizualizācijai bioķīmijā un bioloģijā plaši izmanto luminiscējošas iezīmes FITC, kura līdzīgi projektā pielietotam marķierim satur izotiocianāta grupējumu, kas spēj reaģēt ar aminogrupām un tādā veidā iezīmēt biomateriālu, kurā ir aminogrupas (amiboskābes, olbaltumvielas u.c.).*

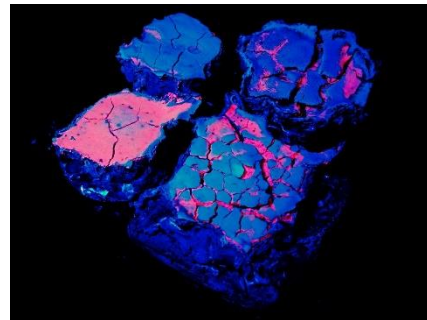
***Atslēgas vārdi:** luminiscence, fluorescē, 3-izotiocianobenzantrons, aminoskābe.*

Luminiscence kā dabas parādība tika novērota jau ļoti sen. Cilvēki bija novērojuši ziemeļblāzmu, jāntārpiņu un dažu citu kukaiņi, kā arī minerālu spīdēšanu tumsā. Par leģendārā Boloņas akmens (minerāls barīts, bārija sulfāts) spīdēšanu tumsā savā grāmatā jau rakstīja itālis G.C.Lagalla 1612.g. Boloņa akmenim, kā arī citām cietām un šķidrām spīdošām vielām deva nosaukumu “fosfori”. Tagad šādas vielas sauc par **luminoforiem**.



1.att. Ziemeļblāzma

<https://kursors.lv/2018/12/04/ziemeļblazma-tavam-ausim/>



2.att. Boloņa akmens

[flickr.com](https://www.flickr.com/photos/14811470@N00/10000000000/)

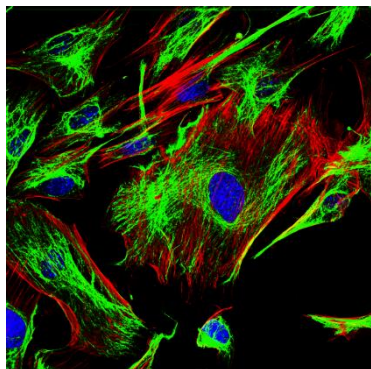
Luminiscence ir starojums, kuru ķermenis izstaro papildus termiskajam starojumam un kura ilgums (pēcspīdēšanas laiks) ievērojami pārsniedz gaismas svārstību periodu. (Starojums, kura intensitāte nav atkarīga no starotāja temperatūras). Luminiscence, atkarībā no pēcspīdēšanas ilguma dalās uz fluorescenci un fosforescenci. Fluorescence norisinās ātri, tās ilgums mēdz būt tikai 8-10 sekundes vai nedaudz vairāk. Fosforescences gadījumā spīdēšana var turpināties pat vairākas minūtes pēc ierosināšanas beigām. Pēc starojuma ierosināšanā cēloņa luminiscenci iedala uz fotoluminiscenci, radioluminiscenci, rentgenluminiscenci, elektroluminiscenci, bioluminiscenci un hemiluminiscenci.

Fluorescence tiek plaši izmantota mikroskopijā un ir svarīgs instruments īpašu molekulu sadalījuma novērošanai. Lielākā daļa šūnu molekulās nefluorē. Tāpēc tie ir jāmarķē ar fluorescējošām molekulām, ko sauc par fluorohromiem. Interesantas molekulas var tieši marķēt (piemēram, DNS ar DAPI) vai arī tās var imūnatzīmēt ar fluorohromiem, kas ir savienoti ar specifiskām antivielām.

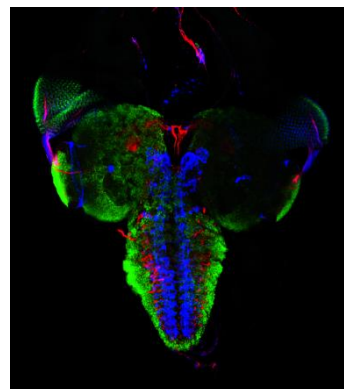
Fluorescences mikroskopija arī ļauj attēlot dzīvās šūnas vai audus ar laiku. Šim nolūkam interesējošos proteīnus var marķēt ar ģenētiski kodētām fluorescējošām molekulām, piemēram,

GFP (zaļi fluorescējošs proteīns). Interesējošās molekulas (piemēram, Ca^{2+}) var arī marķēt, izmantojot atgriezeniski saistošas sintētiskās krāsvielas (piemēram, fura-2) vai ģenētiski modificētus dabiskos proteīnus (piemēram, GFP atvasinājumus).

Fluorhromi fluorescēs tikai tad, ja tie tiks apgaismoti ar attiecīgā viļņa garuma gaismu. Viļņa garums ir atkarīgs no fluorofora absorbcijas spektra, un ir jāpārlicinās, ka tiek piegādāts atbilstošs enerģijas daudzums, lai elektronus paaugstinātu ierosinātā stāvoklī. Pēc elektronu uzbudinājuma viņi var uzturēties šajā augstas enerģijas stāvoklī tikai ļoti īsu laiku. Kad elektroni atslābina līdz zemes stāvoklim vai citam stāvoklim ar zemāku enerģijas līmeni, enerģija tiek atbrīvota kā fotons. Tā kā šī procesa laikā tiek zaudēta daļa enerģijas, fluorohroms izstaro gaismu ar palielinātu viļņa garumu un zemāku enerģiju, salīdzinot ar absorbēto gaismu.



3.att. Peles fibroblasti, zaļš: F-Actin, FITC, sarkans: tubulīns, Cy5, zils: kodoli, DAPI. 488



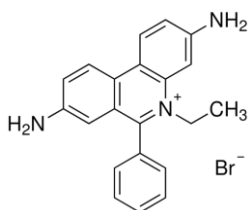
4.att. D. melanogaster kāpuri, zaļi: RNS saistošs proteīns, Alexa

<https://www.leica-microsystems.com/science-lab/an-introduction-to-fluorescence/>

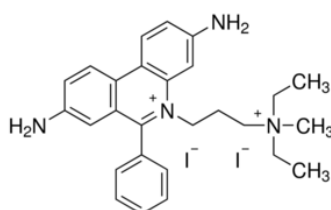
Mikroskopijai visnoderīgākais luminiscences veids ir fluorescence. Fluorhromus var viegli ierosināt ar savu īpatnējo viļņu garumu, izmantojot īpašus gaismas avotus (piemēram, lampas un filtru sistēmas vai lāzerus), un izstaroto gaismu var atšķirt no ierosmes gaismas pēc viļņa garuma (Stokes maiņa).

Izmantojot fluorescences attēlveidošanu, eksperimentētājs var raksturot molekulas daudzumu un lokalizāciju šūnā. Vēl viena fluorescences mikroskopijas priekšrocība ir tā, ka vienlaikus var izmantot vairākus fluorohromus. Fluorhromiem ir jāmainās tikai to ierosmes un emisijas viļņa garumā. Līdz ar to vienlaikus var novērot dažādas mērķa molekulas, kas ļauj veikt ļoti daudz dažādu eksperimentu, piem. jāveic kolokalizācijas pētījumi.

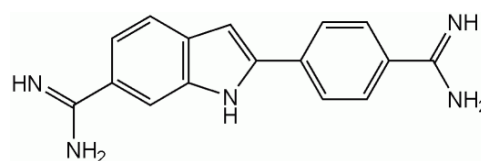
Nukleīnskābju vizualizēšanai tiek plaši izmantotas tādas fluorescentas vielas kā Etīdija Bromīds ar oranžu luminiscenci, Propīdija jodīds ar sarkanu luminiscenci, Crystal Violet, DAPI ar zilu luminiscenci, 7-Aminoactinomycin D. Proteīnu vizualizācijai izmanto Biotīnu, Rhodaminu, Lissaminu un FITC. FITC marķē ar izotiocianāta reaktīvās grupas klātbūtnē, ir jābūt augstai temperatūrai, pH, un augstai proteīnu koncentrācijai. FITC šķīst ūdens šķīdumos.



5.att. Etīdija Bromīds

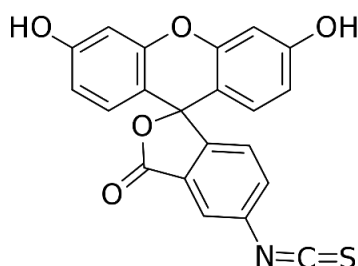


6.att. Propīdija Jodīds



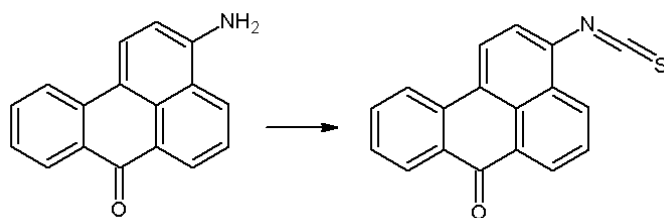
7.att. DAPI

Daugavpils Universitātes zinātnieki plaši pēta un pielieto luminiscentas krāsvielas. Dotais projekts ir šo pētījumu turpinājums un paplašinājums. Projektā ir plānots izmantot bakalaura darbā iepriekš iegūto 3-izotiocianātobenzantronu reakcijās ar aminogupu saturošām molekulām – vairākām aminoskābēm (ar glicīnu, alanīnu, metionīnu u.c.). Pirmkārt tiks atstrādāta šīs vielas sintēzes metode, lai tās sintezēt ar vislielāku iznākumu. Tālāk tiks veikti eksperimenti ar 3-izotiocianātobenzantrona pievienošanas reakcijām pie dažādām aminoskābēm, veidojot kovalentas saites starp iezīmi un biomolekulu. Tādā veidā tiks izpētīta iegūta 3-izotiocianātobenzantrona spēja saistīties ar dažādām bioloģiskajām struktūrām, tiks noteikti to fizikālās un ķīmiskās īpašības, lietojot laboratorijā esošās iekārtas. Iegūtiem savienojumiem tiks veikta hromatomass-spektrometriskā izpēte, kā arī KMR un IK spektru analīze. Iegūtiem aduktiem tiks veikta fotofizikālu īpašību izpēte – gaismas absorbcijas un emisijas spektru uzņemšana. Pēc iegūtiem rezultātiem tiks secināts, vai 3-izotiocianātobenzantrons ir labāks marķieris biomolekulu pētījumiem nekā zināms fluorescentais marķieris FITC un tiks izstrādāta atbilstoša iekrāsošanas procedūra praktiskiem pielietojumiem.



8.att. FITC

Manā pētījumā ir plānots izmantot mana bakalaura darbā iepriekš iegūto 3-izotiocianātobenzantronu reakcijās ar aminogupu saturošām molekulām – vairākām aminoskābēm (ar glicīnu, alanīnu, metionīnu u.c.). Pirmkārt tiks atstrādāta šīs vielas sintēzes metode, lai tās sintezēt ar vislielāko iznākumu. Tālāk tiks veikti eksperimenti ar 3-izotiocianātobenzantrona pievienošanas reakcijām pie dažādām aminoskābēm, veidojot kovalentas saites starp iezīmi un biomolekulu. Tādā veidā tiks izpētīta iegūta 3-izotiocianātobenzantrona spēja saistīties ar dažādām bioloģiskajām struktūrām, tiks noteikti to fizikālās un ķīmiskās īpašības, lietojot laboratorijā esošās iekārtas. Iegūtiem savienojumiem tiks veikta hromatomass-spektrometriskā izpēte, kā arī KMR un IK spektru analīze. Iegūtiem aduktiem tiks veikta fotofizikālu īpašību izpēte – gaismas absorbcijas un emisijas spektru uzņemšana. Pēc iegūtiem rezultātiem tiks secināts, vai 3-izotiocianātobenzantrons ir labāks marķieris biomolekulu pētījumiem nekā zināms fluorescentais marķieris FITC un tiks izstrādāta atbilstoša iekrāsošanas procedūra praktiskiem pielietojumiem. Projektā izstrādātas luminiscentas iezīmes būs demonstrētas dažādos zinātnes komunikācijas pasākumos, piem., Zinātnes festivālā, Zinātnieku naktī. Dalība tajos pasākumos ļaus iepazīstināt un ietuvināt zinātniekus, studējošos un citus pasākuma apmeklētājus ar luminiscentām iezīmēm, tās īpašībām, un tās spēju iesaistīties dažādās bioloģiskajās struktūrās.



9.att. Izotiocianobenzantrona iegūšana

Literatūra

1. An Introduction to Fluorescence, 2011, Wymke Ockenga, Philipps University Marburg, Institute of Cytobiology and Cytopathology, Germany,
<https://www.leica-microsystems.com/science-lab/an-introduction-to-fluorescence/>
2. A Guide to Fluorescent Probes and Labeling Technologies 11th Edition, Molecular Probes Handbook, 2010
3. Abdelbasset A.Farahat; Arvind Kumar; Martial Say; Tanja Wenzler; Reto Brun; Ananya Paul; W.David Wilson; David W.Boykin; Exploration of DAPI analogues: Synthesis, antitrypanosomal activity, DNA binding and fluorescence properties; European Journal of Medicinal Chemistry; 2017