



Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija
Inženieru fakultāte

CILVĒKS. VIDE. TEHNOLOĢIJAS

20. starptautiskā studentu zinātniski praktiskā konference
2016. gada 20. aprīlis

20th Students International Scientific and Practical Conference

Human. Environment. Technology

Rezekne Academy of Technologies, Rezekne, Latvia
20 April 2016

Par rakstu saturu atbild autori.

Recenzenti/ Reviewers:

Dr.biol., doc. Rasma Tretjakova
Dr.habil.geol., prof. Gotfrīds Noviks
Dr.Ing., prof. Josef Timmerberg
Dr.Ing., prof. Luybomir Lazov
Dr.paed., doc. Ilmārs Kangro
Dr.sc.ing., doc. Segejs Kodors
Dr.sc.ing., asoc. prof. Andris Martinovs
Dr.sc.ing., prof. Edmunds Teirumnieks
Dr.sc.ing., prof. Pēteris Grabusts
Mg.chem. Ērika Teirumnieka
Mg.paed. Ināra Laizāne
Mg.sc.comp., lekt. Aleksejs Zorins
Mg.sc.comp. lekt. Mihails Kijaško

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



Šis krājums tiek izplatīts ar internacionālo licenci:

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

ISSN 2592-8597

© Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, 2016

© Autoru kolektīvs, 2016

Saturs

Informācijas tehnoloģijas, mehatronika, elektronika		
Anda Abuže	Mākoņservisu izmantošanas iespēju analīze <i>An Analysis of the possibilities using cloud services</i>	8.
Anastasija Aleksejeva, Mihails Zaščerinskis, Jeļena Zaščerinska,	Students' opinion on webinars in higher education <i>Studentu viedoklis par webinar augstākā izglītībā</i>	14.
Viktorija Aleksejeva, Laura Kalniņa	Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas starptautiskās sadarbības ģeotelpiskā analīze <i>Geospatial analysis of international collaboration of Rezekne Academy of Technologies</i>	21.
Dzintars Apeināns, Vasilijš Steklovs	Interpolācijas meklēšana <i>Interpolation Search</i>	27.
Renāte Bauska, Mārīte Elksne	Parasto diferenciālvienādojumu sākuma vērtību problēmu matemātiskā modelēšana datorprogrammas Maple vidē <i>Ordinary differential equation initial value problem mathematical modeling with maple software</i>	32.
Igors Boldovs, Jurijs, Vinogradovs	Labirintu ģenerēšanas algoritmu salīdzinājums <i>Comparison of maze generation algorithms</i>	40.
Ilze Čakāne, Austris Seržants	E-pakalpojumi nekustamā īpašuma jomā <i>E-services in the field of real estate</i>	44.
Oskars Čiževskis	Datora lokālo maģistrāļu salīdzinājums <i>Comparison of computer local buses</i>	51.
Vitālijs Dunkins, Jurijs Komkovs, Pavels Narica, Jānis Valiniks	Pētījums par lāzermarķēšanas kanālu ģeometrisko izmēru atkarību no starojuma parametru izmaiņām uz nerūsējoša tērauda <i>Reserch of laser marking chanel geometrical dimensions dependence of change of laser radiation parameters on stainless steel</i>	58.
Aleksandr Federov, Sona Mangasaryan	Laboratory stand for remote control realized on the microcontroller Arduino	63.
Anastasia Fedorova, Victoria Fahretdinova	Ecological and economic problems of linear programming <i>Эколого-экономические задачи линейного программирования</i>	68.
Jānis Fedotovs, Jānis Bartkevičs, Artūrs Āboliņš	Lāzurbumu kvalitāte dažādiem materiāliem atkarībā no lāzestara parametriem <i>Laser drilling quality of various materials depending on the laser beam parameters</i>	73.
Matīss Gailāns	Lentas konveijera svaru rādījumu ietekmes faktoru izpēte <i>Belt conveyor weight scale measurement influence factors research</i>	79.
Aleksejs Gribovskis, Normunds Bernāns, Oskars Počekajevs	Nerūsējoša tērauda krāsas maiņa marķēšanas procesā atkarībā no lāzera parametru izmaiņām <i>Stainless steel color change, depending on the laser parameters in labeling process</i>	86.

Andris Igavens, Jānis Riekstiņš, Artūrs Sivenkovs	Diožu iterbija (Yb) šķiedras lāzermarķēšanas procesa parametru ietekme uz polivinilhlorīda (PVC) materiālu lāzermarķējuma kvalitāti <i>Diode pumped ytterbium fiber laser marking process parameter impact on mark quality of polivinilchloride (PVC) material</i>	91.
Marija Ivanova, Maija Elksne	ISO 9000 standarts <i>The ISO 9000 standard</i>	101.
Edgars Judovičs, Valdis Platonovs	Viendimensiju robežproblēmas analītiskā atrisinājuma realizācija MATLAB un .NET C# vidē <i>One-dimensional boundary field problem analytic solution realization using MATLAB and .NET C# environment</i>	106.
Ilze Kiščenko	„Dziesmu klades” aplikācijas izstrāde <i>„The song notebook” application</i>	112.
Aigars Kokins	Optimizing the perception of reality as a precursor for human evolution; Augmenting and mixing information domains in a single stream of cognition <i>Cilvēka uztveres optimizācija Augmentētās un Miksētās vides realitātēs</i>	115.
Kaspars Kroičs, Rodions Saltanovs	Igbt tranzistora lineārā režīma izmantošana pārstrāves ierobežošanai <i>Inrush current limitation by utilization of linear mode of igbt transistor</i>	121.
Anna Kubarenko	Datorsistēmu drošība <i>Compyter Systems Security</i>	129.
Andris Lastovskis	Datoru produktivitātes novērtēšana <i>Computer Productivity Evaluation</i>	134.
Artūrs Līcītis	Tiešsaistes spēles servera izstrādes principi <i>Online game server development principles</i>	142.
Artem Naruzhnnii, Ivan Efimov	Arduino as a first step in engineering <i>Ардуино как первый шаг в инженерное дело</i>	145.
Anna Nikolajeva, Dmitrijs Muravjovs, Dairis Adejanovs	Elektroniskā mārketinga aktualitāte pasaulē un Latvijā <i>Topicality of electronic marketing in World and in Latvia</i>	147.
Antons Pacejs, Artūrs Diduhs, Aleksandrs Novikovs	Koksnes izstrādājumu (kartona) apstrāde ar mazjaudīgu diožu lāzeri un apstrādes parametru optimizēšana <i>Wood products (carton) treatment with low power diode laser and optimization of processing parameters</i>	155.
Vitālijs Pavlāns, Eduards Purviņš	Elektroniskie rēķini <i>Electronic invoicing</i>	162.
Artis Piterāns, Vadims Ņemņasevs, Alīna Pavļukaite	ITIL standarta ieviešana mazā uzņēmumā <i>ITIL implementation in small business</i>	168.
Nikolai Puchkov	Modelling of fano resonance in nanostructured material <i>Моделирование резонанса фано в наноструктурированном материале</i>	174.
Raimonds Šmaukstelis	Autoservisa informācijas tehnoloģiju tendences <i>Car service information technology trends</i>	177.
Edgars Tabors	Intel un AMD CPU salīdzinājums <i>Intel and AMD CPU comparison</i>	185.

Aija Vanaga	Legal aspects for Latvian enterprises, attracting finance via crowdfunding platforms <i>Tiesiskie aspekti uzņēmumiem līdzekļu piesaistei, izmantojot pūlfinansēšanu</i>	192.
Elmārs Viļums, Andris Pelšs	Draiveru plates ar TB6560AHQ mikroshēmu darbības izpēte	197.
Artūrs Zalužinskis	Bez-kontaktu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģiju analīze un to pielietojums Rēzeknes pilsētas infrastruktūras objektos <i>Analysis of contactless radio frequency identification technologies and its usage in rezekne city infrastructure objects</i>	201.
Arturs Ziļš	Ethernet vadu augstfrekvences veiktspējas mērīšana <i>High frequency performance measuring of Ethernet cable</i>	208.
Vides aizsardzība, inženierzinātnes		
Lauris Berjoza	Stacijas RēzekneI apkaimes ūdens kvalitāte <i>Station rezekne I territory water quality</i>	213.
Ginta Birska	Lauksaimniecības biomasas torifikācijas procesa izpēte un tehnoloģijas pamatojums	219.
Kristīne Bule	Viršūdeņu ietekme uz lielo Ludzas ezeru <i>Surface water impact on a large ludzas lake</i>	231.
Margarita Božko	Biogāzes ražošanas blakusproduktu pirmapstrāde <i>Pretreatment of biogas production byproducts</i>	238.
Antons Burovs	Mazas jaudas bezaizsprosta hes individuālā māsaimniecībā <i>Low power hydroelectric power station without dike in individual household</i>	245.
Inese Cimermane	Smago metālu izplatīšanās gruntī <i>Heavy metal distribution in soil</i>	250.
Ruta Cvetkova	Meža izstrādes procesu ietekmes uz meža ekosistēmu izpēte un optimālās tehnoloģijas pamatojums	256.
Vjačeslavs Daņilovs	Toluola un hidrazīna hidrāta savienojumu utilizācijas problēma a/s „olainfarm” uzņēmumā <i>Toluene's and hydrazine hydrate's components utility problem in "olainfarm"</i>	262.
Mārtiņš Dzierkalis	Elektronikas atkritumu utilizācijas problēmu analīze <i>Analysis of Electronic Waste Disposal Problems</i>	267.
Ervīns Erts	Ūdens kvalitātes izpēte ošupes muižas apkārtnē <i>Water quality research near ošupes manor</i>	273.
Simona Geršebeka	Mežu atjaunošanas gaitas riska faktoru analīze un piedāvātais risinājums vidusdaugavas mezsaimniecībā <i>Forest regeneration process risk analysis and the proposed solution in vidusdaugava forestry</i>	279.
Agnese Grisone	Attīrīta ūdens kvalitāte eksperimentālā iecirkņā laboratorijā <i>Cleaned water quality in the Experimental circuit laboratory</i>	285.
Aigars Koļčs	Sadzīves atkritumu analīze Rēzeknes pilsētā <i>Household waste analysis in Rezekne city</i>	289.

Viktors Kondratjevs	Mežizstrādes atlieku kā kurināmā izpēte <i>Investigation of logging remains as fuel</i>	294.
Gunda Lūse	Mazā HES darbības izvērtēšana Rēzeknes notekūdeņu attīrīšanas iekārtās <i>Small hydroelectric power station operational evaluation of rezeknes wastewater treatment plants</i>	299.
Kaspars Miezis	Mālu saturošs siltumizolācijas materiāls <i>Clay-based insulation material</i>	303.
Jānis Mikaskins	Rēzeknes upes ūdens kvalitātes novērtējums rēzeknes pilsētā <i>Rezeknes river water quality in Rezeknes city</i>	307.
Agnese Pujate, Edīte Pujāte	CO₂ izmeši un klimata izmaiņas pasaulē 1970.-2013.g. <i>CO₂ emissions and climate change in the world 1970-2013</i>	313.
Kristīne Sprōģe,	Iekštelpu gaisa mikrobioloģiskā piesārņojuma izvērtējums izglītības iestādē <i>Indoor air microbiological contamination assessment education institution</i>	319.
Aleksandrs Staprēns	Ekociemata "Varavīksnes" augsnes un ūdens ekoloģisko parametru izvērtējums <i>Ecovillage "Varavīksnes" the soil and water environmental performance evaluation</i>	325.
Andris Strods	Sadzīves atkritumu izgāztuves „Skuķupurvs” ietekmes uz vidi izpēte <i>Research about municipal waste landfill „Skuķupurvs” impact on environment</i>	331.
Karolīna Sutre	Digestāta pārstrādes tehniski ekonomiskais pamatojums <i>Digestate recycling technically economic justification</i>	338.
Arvis Valters	Ieteikumi ilgtspējīgai koksnes resursu apsaimniekošanai Krāslavas novadā <i>Recommendations for sustainable management of wood resources in Krāslavas district</i>	342.
Olīta Znotiņa	Air pollution levels determination using methods of lichenindication in town pļaviņas <i>Pļaviņu pilsētas gaisa piesārņojuma līmeņa noteikšana pēc lihenindikācijas metodes</i>	349.

Informācijas tehnoloģijas, mehatronika, elektronika

MĀKOŅSERVISU IZMANTOŠANAS IESPĒJU ANALĪZE AN ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES USING CLOUD SERVICES

Autore: **Anda Abuže**, e-pasts: andaabuze@gmail.com

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

Abstract. *The aim of this work is to obtain information about cloud services and to compare which of them is better or more suitable in different situations. To reach named aim author in this work analyzed tendency of cloud services users in Latvia, compared information about the possibilities using different cloud services. Summarizing achieved research results there were defined general advantages and disadvantages for cloud services and concluded that before to start using cloud services it sow every person must consider various aspects and decide which services is better and more acceptable for him.*

Keywords: *cloud services, infrastructure as a service, platform as a service, software as a service.*

Ievads

Cilvēki tiecas pēc zināmas brīvības un neatkarības, un nav runa tikai par sava laika plānošanu, darba rīku, vietas vai nepieciešamo resursu izvēli, bet gan visu kopā. Ikviens, kas darbā aktīvi izmanto e-pastu, noteikti tam ik pa laikam piekļūst arī no mājas datora vai telefona. Tāpat, lai nebūtu jānēsā līdzī zibatmiņas, datus var saglabāt arī savā e-pastā vai kādā no koplietošanas datu uzglabāšanas serveriem, lai vēlāk tiem varētu piekļūt no kādas citas ierīces. Mākoņservisa būtība ir līdzīga, tikai tiek piedāvātas daudz plašākas un arī drošākas iespējas. Mākoņserviss ir novatoriska tehnoloģija, kas ļauj piekļūt nepieciešamajiem resursiem, izmantojot internetu, tāpēc it īpaši mūsdienās tas ir aktuāli.

Lai gan mākoņserviss kā pakalpojums arvien populārāks ir kļuvis tieši pēdējo gadu laikā, liela daļa interneta tehnoloģiju lietotāju jau sen izmanto mākoņservisa piedāvātās iespējas, kā e-pastu (*Gmail*), kopējo datu uzglabāšanas portālus (*Flickr*) u.c. Mākoņservisa risinājumu attīstība vairāk saistīta ar sabiedrības datora lietošanas paradumu maiņu un datu apjomu pieaugumu.

Mūsdienās mākoņserviss ir viena no vadošajām tendencēm globālajā IT tirgū. Šo parādību var izskaidrot ļoti vienkārši – beidzot ir parādījies risinājums, lai ievērojami samazinātu IT pakalpojumu izmaksas. Mākoņserviss ir ļoti efektīvs līdzeklis, lai palielinātu peļņu.

Materiāli un metodes

Raksta mērķis ir sniegt vispārēju ieskatu par mākoņservisa izmantošanas iespējām, priekšrocībām un trūkumiem, kā arī par perspektīvām.

Mākoņserviss ļauj lietot nepieciešamās programmas no jebkuras vietas un datora. Runājot par mākoņiem, vispirms tiek pieminēti publiskie mākoņi (*public cloud*), piemēram, “*Google Drive*”, “*Evernote*” un “*Dropbox*”. Tie parasti ir pieejami jebkuram klientam. Taču gadījumos, kad drošība, vēlme kontrolēt situāciju, kvalitatīva interneta piekļuves trūkums vai kādi citi apsvērumi liedz lietot publiskos mākoņus, var veidot savu privāto mākoņi organizācijas ietvaros. Vēl ir abu variantu apvienojums – hibrīdais mākoņi (*hybrid cloud*) [1].

Mākoņserviss var iedalīt trijos līmeņos.

1. Infrastruktūras pakalpojums (*Infrastructure as a service, IaaS*). Klientam nav nepieciešams pašam rūpēties par datoriem, to uzturēšanu kārtībā, darbības nodrošināšanu, veiktspējas nodrošināšanu, pieaugot slodzei, un tamlīdzīgām lietām, kas būtu jā dara tradicionālajā gadījumā. Šajā gadījumā klientu pēc būtības neinteresē, kā izpildītājs to paveic, bet interesē, lai viņam būtu procesoru jauda, atmiņa un pietiekama veiktspēja.

2. Platformas pakalpojums (*Platform as a service, PaaS*). Šajā gadījumā tiek nodrošināta gan infrastruktūra, gan izstrādes programmatūra, lai klients varētu veidot pats savas lietojumprogrammas.
3. Programmatūras pakalpojums (*Software as a service, SaaS*). Šis, no vienas puses, ir pats augstākais līmenis, jo klientam jau ir gatava lietojumprogramma. No otras puses, šajā gadījumā klients ir ierobežots tikai ar tām iespējām, ko konkrētā programmatūra dod, piemēram, *wordpress* ļauj veidot emuārus, bet neļauj veidot noliktavas uzskaites sistēmas [2].

Mākoņservisa galvenās īpašības un ieguvumi

Mākoņservisam ir šādas galvenās īpašības:

- pakalpojums pēc pieprasījuma – vienkārši sakot, vajag – lietoju pakalpojumu, nevajag – nelietoju, kur pakalpojums, piemēram, ir servera laiks vai datu aizņemtā vieta;
- neatkarība no atrašanās vietas, augsta ātruma interneta piekļuve;
- ērta resursu pievienošana un samazināšana pēc nepieciešamības, ir iespēja pievienot papildu resursus, ja lietotāju vai izpildāmo darbību skaits palielinās vai samazinās pieejamos resursus, ja apstrādes apjoms samazinās;
- resursu pievienošana vai samazināšanas elastīgums – resursus var palielināt vai samazināt ātri jebkurā saprātīgā daudzumā un jebkurā laikā, tie nav iepriekš ilgu laiku pirms izmaiņām jārezervē vai jāpaziņo par to nevajadzīgumu;
- maksa tikai par izmantotajiem resursiem, ir noteikti resursu izmantošanas uzskaites kritēriji, piemēram, servera procesora izmantošanas laiks vai saglabāto datu apjoms, pēc kuriem tiek rēķināta samaksa [3].

Mākoņservisa galvenie ieguvumi ir atkarīgi no līmeņa, bet vispārīgi tie ir šādi:

- satura koplietošana – izmantojot pakalpojumu, var ērti rīkoties ar dokumentiem un organizēt komandas darbu, droši koplietot datus sistēmas ietvaros vai ārpus tās. Ir iespēja veidot darba grupas, lietotāju kontus un piekļuves līmeņus, kā arī izmantot daudzus citus komandas darba organizēšanas rīkus;
- nav nepieciešama infrastruktūra un aparatūras nodrošinājums, izņemot interneta pieslēgumu un pārlūkprogrammu;
- izmantojot programmatūras pakalpojumu, nav nepieciešams neko izstrādāt un kodēt, programmatūra ir jau gatava darbam;
- samaksa ir atbilstoši lietotajam, nevis lielas un milzīgas sākotnējās investīcijas aparatūrā, programmatūrā, licencēs;
- pieejams visur, kur vien ir internets;
- mākoņu risinājumi ekonomē cilvēku naudu – cilvēki netērē naudu programmu iegādei, bet maksā tikai ikmēneša abonenta maksu par programmu izmantošanu;
- stabila un droša piekļuve mākoņu datiem no jebkura datora;
- nekādu risku licencēšanas un juridiskajos jautājumos;
- vienkārša un ātra IT infrastruktūras uzstādīšana, pielāgojot lietotāja individuālajām vajadzībām;
- datu drošība, pateicoties kriptogrāfijas līdzekļu izmantošanai;
- iespēja jebkurā laikā atteikties no pakalpojuma.

Mākoņservisa problēmas un riski

Svarīgākā mākoņservisa problēma ir drošība. Kā klients var būt drošs, ka viņa datus neredzēs kāds cits. Pilnīgi drošs būt nevar, taču uzņēmumi iegulda investīcijas, lai atrisinātu šo problēmu. Mākoņi, protams, arī ir ļoti atkarīgi no klienta un mākoņa savstarpējās interneta stabilitātes. Specifiskās lietas ir tādas, ka mākoņi parasti ir vairāk vai mazāk standartizēti, lai

derētu daudziem. Iespējams, ka tas nesaskan ar kāda lietotāja īpaši unikālajām prasībām. Ātrdarbības problēma attiecas uz to, vai mākonis spēs nodrošināt ātrdarbību vēlāmajā apjomā [1]. Šīs lietas ir būtiski jāizskata un jāizpēta, pirms izvēlēties, kādu servisu lietot.

Mākoņservisa perspektīvas

Mūsdienās tirgū ir daudz mākoņservisa organizāciju, kas piedāvā savus pakalpojumus. Lai izvēlētos vispiemērotāko pakalpojumu sniedzēju, ir skaidri jāformulē savas prasības, ko vēlas iegūt.

Pasaulē tiek izdalīti trīs galvenie mākoņskaitļošanas virzieni – SAAS jeb “*software as a service*”, kas piedāvā irēt programmatūras pakalpojumus, “*Infrastructure as a service*” – dažādas infrastruktūras noma: procesoru skaits, diska vieta, jauda. Šeit jāpiebilst, ka gandrīz 80% no mākoņa pakalpojumiem ir tieši IAAS veida un ievērojams daudzums piegādātāju ir arī Latvijā. Vēl jāpiemin “*Platform as a service*”, kas ir dažādu gatavu platformu īre.

SAAS gadījumā noma tiek piedāvāta jau vesels uz platformu balstīts komplekss, piemēram, grāmatvedības pakalpojumi, *Tildes Jumis*, *FMS Horizon*, Tās ir dokumentu aprites sistēmas, kā, piemēram, *Doclogix* vai *LiveLink*. SAAS gadījumā pakalpojumu sniedzēja uzņēmums uz platformas bāzes jau ir izveidojis produktu ar pievienoto vērtību – funkcionalitāti, dažādas atskaites vai piemēram noliktavas uzskaites sistēmas, dažādu pašapkalpošanās veikalu īri.

SAAS tuvākā nākotne, ko programmu ražotāji piedāvās, ir plašs klāsts ar IT un infrastruktūras risinājumiem, kas savā starpā ir jau integrēti – faktiski pilns virtuālā biroja risinājums. Latvijas uzņēmumi var izstrādāt dažādu funkcionalitāti lielo ražotāju piedāvātajām mākoņu platformām, integrējot savus risinājumus standartizētā veidā, lai tos varētu patērēt jau visā pasaulē. Līdzīgi kā spēļu ražotāji ir izstrādājuši tūkstošiem dažādu spēlīšu un rīku *Apple AppStore* noteiktajā standartā, Latvijas IT uzņēmumi var izstrādāt funkcionalitāti pasaules ražotāju mākoņiem – *Microsoft*, *Google*, *Amazon*, *IBM* [4].

Latvijā mākoņu ražotāji meklē sadarbības partnerus - izstrādātājus, lai varētu piedāvāt pakalpojumus noteiktam reģionam un konkrētai nozarei, piemēram, personāla kompetencēm, noliktavu pārvaldībai, grāmatvedības risinājumiem, *CRM* jeb klientu vadības risinājumiem. Jāņem vērā, ka šī funkcionalitāte atbilstošajam reģionam arī jāiztulko un jāpielāgo vietējai likumdošanai.

Pieaugot datu apjomam visā pasaulē, pieaug pieprasījums arī pēc mākoņskaitļošanas risinājumiem, lai gan joprojām netrūkst arī konservatīvu uzņēmumu, kas saredz datu drošības riskus. Tāpēc ir svarīgi izvēlēties stabilus un uzticamus mākoņpakalpojumu sniedzējus. Tas gan neizslēdz pašu uzņēmumu darbinieku nevērību pret datu drošību, it īpaši tādēļ, ka dati, pateicoties mākonim, ir pieejami dažādās ierīcēs un jebkurā laikā [5].

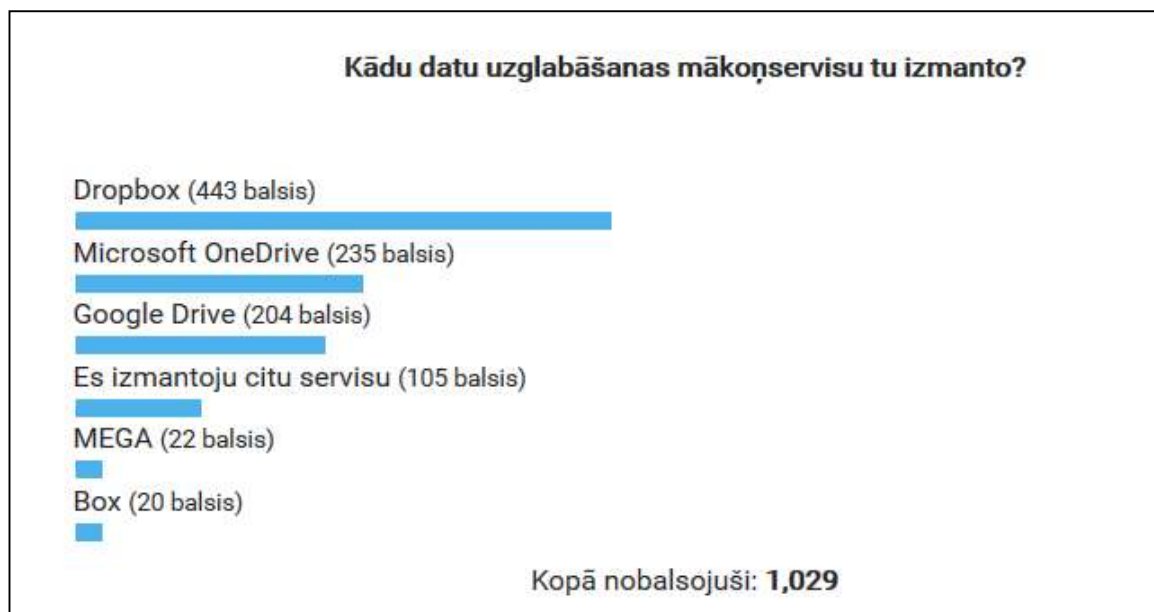
Rezultāti un to izvērtējums

Mēs dzīvojam laikmetā, kad vairs neizbrīna fakts, ka nezinām, kur patiesībā glabājas lietotāju dati. Ja iepriekš tie tika glabāti disketēs, diskos, zibatmiņās, tad šobrīd tie ir kaut kur ... internetā. Tagad datiem ir ērta piekļūšana no jebkuras ierīces un no jebkuras pasaules vietas, kur vien ir internets. Vairs nav jāmokās ar bilžu iegūšanu datorā no telefona un nav jākrīt panikā par darbiem, kas aizmirsti mājas datorā – mūsdienās mums svarīgās fotogrāfijas un dokumenti automātiski sinhronizējas starp visiem datoriem un mobilajām ierīcēm. Turklāt lielā daļā gadījumu tas ir bez maksas.

Personālos datu uzglabāšanas mākoņservisu piedāvā teju visi lielie tehnoloģiju giganti. *Microsoft - OneDrive* nemītīgi to uzlabo – tagad par velti piedāvā 15 GB vietas, ar ko vairumam cilvēku arī pietiek. *Dropbox* uzlabo ātrdarbību starp ierīcēm, kad tiek sinhronizēti lieli faili. *Apple iCloud* kļūst par pilnvērtīgu datu uzglabāšanas mākoņservisu.

No ārvalstu populārākajiem servisiem var atzīmēt amerikāņu "Dropbox", "Google Drive", "Microsoft OneDrive", "SugarSync", "Box", franču "hubiC" un krievu "Yandex.Disk", bet no latviešu – "Lattelecom eDati".

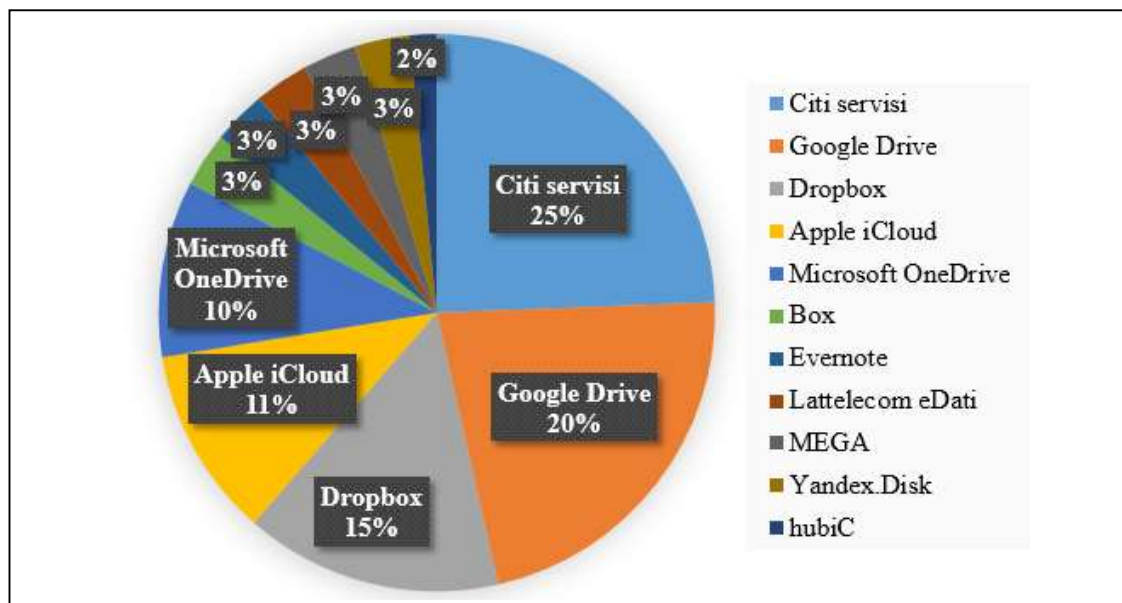
2014.gadā latviešu mājas lapa "Kursors.lv" veica aptauju, lai noskaidrotu portāla lasītāju iecienītākos datu uzglabāšanas mākoņservisus. Portāla iegūtos rezultātus var apskatīt 1.attēlā.



1.attēls. "Kursors.lv" aptaujas rezultāti [7]

1.attēlā var redzēt, ka aptaujā ir piedalījušies 1029 respondenti un no tiem 443 izmanto "Dropbox", kas pēc šīs aptaujas ierindojas pirmajā vietā. Otrajā vietā ir "Microsoft OneDrive" un trešajā "Google Drive".

Darba autore izveidoja līdzīgi aptauju par mākoņservisu, kur bija iespēja izvēlēties vairākus servisus. Kopumā bija 11 izvēles iespējas. Aptaujas rezultātus skatīt 2.attēlā.



2.attēls. Aptaujas rezultāti

Autores veiktajā aptaujā piedalījās 67 respondenti, lielākā daļa no tiem (25%) ir atzīmējuši, ka izmanto citus serverus, 20% izmanto "Google Drive", 15% - "Dropbox", 11% -

“Apple iCloud”, 10% - “Microsoft OneDrive”, 3% - “Box”, “Evernote”, “Lattelecom eDati”, “Mega”, “Yandex.Disk”, bet 2% - “hubiC”. Aptaujā tika piedāvāts Latvijas firmas mākoņservisa pakalpojums “Lattelecom eDati”, lai varētu noskaidrot, vai tiek izmantoti arī pašmāju piedāvātie pakalpojumi.

Darba autore ir veikusi dažādu mākoņservisu izmantošanas iespēju analīzi, iekļaujot arī “Lattelecom” piedāvāto servisu “eDati”. Rezultātus skatīt 1.tabulā.

1. tabula

Mākoņservisu izmantošanas iespēju salīdzināšana

	<i>Google Drive</i>	<i>Dropbox</i>	<i>Apple iCloud</i>	<i>Microsoft OneDrive</i>	<i>Lattelecom eDati</i>
Bezmaksas atmiņa	15GB	2GB	5GB	5GB	10GB
Cena	100GB – 1.99\$/mēn.; 1TB – 9.99\$/mēn.; 10TB – 99.99\$/mēn.; 20TB – 199.99\$/mēn.; 30TB – 299.99\$/mēn.	1TB – 10\$/mēn.	50GB – 0.99€/mēn.; 200GB – 2.99€/mēn.; 1TB – 9.99€/mēn.	50GB – 1.99\$/mēn.; 1TB(1 lietotājs) – 6.99\$/mēn.; 1TB(5 lietotāji) – 9.99\$/mēn.	100GB – 5.90€/mēn.; 500GB – 11.90€/mēn.
Valoda	Latviešu v., krievu v., angļu v, u.c.	Angļu v.	Latviešu v., krievu v., angļu v, u.c.	Angļu v.	Latviešu v., krievu v., angļu v.
Mobilās aplikācijas	iOS, Android, Windows Phone	iOS, Android, Windows Phone	iOS	iOS, Android, Windows Phone	iOS, Android

Pēc veiktās salīdzināšanas var secināt, ka “Lattelecom eDati” piedāvā pasaulē pazīstamām organizācijām līdzvērtīgas iespējas. Katram mākoņservisam ir savs lietotāju loks, piemēram, “Apple iCloud” ir paredzēts tiem klientiem, kas izmanto “Apple” ražotās ierīces. “Google Drive” piedāvā lielāko izmantojamo bezmaksas atmiņu, 15GB, ar ko pilnībā pietiek privātajiem klientiem. Mākoņserviss “Google Drive” ir populārs tāpēc, ka “Google” piedāvā e-pasta pakalpojumus. Lietotājam vienā kontā ir gan e-pasts, gan arī piekļuve mākoņservisa un saviem datiem.

Secinājumi

- Mākoņserviss piedāvā daudz priekšrocību, tas ir viens no veidiem, kā samazināt izmaksas, maksimāli izmantojot kopīgos resursus dažādām lietotāju grupām, dažādām organizācijām un dažādu kategoriju patērētājiem.
- Tieši mazie un vidējie uzņēmumi no mākoņservisa iegūst visvairāk, jo IT risinājumi, ko agrāk varēja atļauties tikai lielas korporācijas, tiem ir kļuvuši pieejami, nav jāiegulda lieli līdzekļi sistēmu izveidē.
- Katrs lietotājs var izvēlēties labāko servisu, kas ir atkarīgs no konkrētajām prasībām. Labs mākoņserviss noteikti darbojas vairākās platformās.

- Mākoņskaitļošana kā pakalpojums populārāks ir kļuvis tieši pēdējo gadu laikā, taču liela daļa interneta tehnoloģiju lietotāju jau sen izmanto mākoņskaitļošanas piedāvātās iespējas.
- Mākoņdatošanas galvenās īpašības ir pakalpojums pēc pieprasījuma, neatkarība no atrašanās vietas, augsta ātruma interneta piekļuve, ērta resursu pievienošana vai samazināšanas elastīgums, maksa tikai par izmantotajiem resursiem.
- Galvenā mākoņservisa problēma ir drošība, serviss ir ļoti atkarīgs no klienta un mākoņa savstarpējās interneta stabilitātes.
- Latvijā darbojas pasaules līmenī konkurējošs mākoņserviss “Lattelecom eDati”.
- Aptaujas rezultāti liecina, ka viens no populārākajiem mākoņservisiem Latvijā ir “Google Drive”.
- 3% no visiem aptaujas dalībniekiem izmanto Latvijas uzņēmuma piedāvāto servisu “Lattelecom eDati”.

Summary

Probably more than anything we've seen in IT since the invention of timesharing or the introduction of the PC, cloud services represents a paradigm shift in the delivery architecture of information services. Cloud services is a relatively new concept in the IT industry, and according to various sources, everyone is talking about it and how useful it is.

Cloud services has many advantages. First of all, they cost much less than maintaining a physical facility for running these applications. They also become a lot more reliable and secure. Users can access the 'cloud' from anywhere and anytime, provided their computer is connected to the 'cloud', as long as they have authentication, they would be able to access it.

However, cloud services is not without its disadvantages. Despite the fact that username and password are required, security and privacy is still a very big issue.

Author in this work analyzed information about cloud services and compared information about the possibilities using different cloud services in different situations. The author has created form about using cloud services in Latvia. 20% of interviewed respondents used "Google Drive", but 3% are using Latvian firm cloud service “Lattelecom eDati”.

Literatūra

1. Plivna, G. Mākoņdatošana. Sk. internetā (06.04.2016.) <http://datubazes.wordpress.com/2011/02/02/makondatosana/>
2. IaaS, PaaS, SaaS (Explained and Compared). Sk. internetā (07.04.2016.) <https://appenda.com/library/paas/iaas-paas-saas-explained-compared/>
3. 5 Essential Characteristics of Cloud Computing. Sk. internetā (07.04.2016.) <http://www.inforisktoday.com/5-essential-characteristics-cloud-computing-a-4189>
4. Zitmanis, R. Mākoņa pakalpojumi. Kas notiek Latvijā? Sk. internetā (07.04.2016.) <http://www.diena.lv/tehnologijas/jaunumi/makona-pakalpojumi-kas-notiek-latvija-764369>
5. Līcis, K. Cik drošs ir mākoņpakalpojums (cloud services)? Sk. internetā (07.04.2016.) <http://dll.lv/cik-dross-ir-makonpakalpojums-cloud-services>
6. Citrix. Mākoņskaitļošanas risinājumu attīstību veicina datoru lietošanas paradumu maiņa. Sk. internetā (07.04.2016.) <http://www.reitingi.lv/lv/news/zinatne/80718-makonskaitlosanas-risinajumu-attistibu-veicina-datoru-lietosanas-paradumu-maina.html>
7. Skutelis, K. Kursors.lv aptauja: Kādu datu uzglabāšanas mākoņservisu tu izmanto? Sk. internetā (11.04.2016.) <http://kursors.lv/2014/07/12/kursors-lv-aptauja-kadu-datu-uzglabšanas-makonservisu-tu-izmanto/>

STUDENTS' OPINION ON WEBINARS IN HIGHER EDUCATION *STUDENTU VIEDOKLIS PAR VEBINĀRIEM AUGSTĀKAJĀ IZGLĪTĪBĀ*

Authors: **Anastasija Aļeksejeva**¹, e-mail: vaset@inbox.lv, **Mihails Zaščerinskis**², e-mail: iizi.info@inbox.lv, **Jeļena Zaščerinska**², e-mail: knezna@inbox.lv,

¹ Riga State Technical School, ² Center for Education and Innovation Research

Scientific supervisors: **Julija Melnikova, Dr. Paed.**, e-mail: julijamelnikova@yahoo.com,
Klaipeda University, Herkaus Manto g. 84, 92294 Klaipėda, Lithuania,

Natalia Andreeva, Dr.paed., e-mail: andreeva_natalia@list.ru, Immanuel Kant Baltic Federal University, Nevskogo street 14, 236041 Kaliningrad, Russia,

Abstract. *Webinars have become an indispensable tool in higher education. However, students' opinion on webinars in higher education has not been analyzed. The aim of the present contribution is to analyze students' opinion on webinars in higher education underpinning elaboration of a hypothesis on educators' contribution to the use of webinars in higher education. The meaning of the key concepts of webinar and opinion is studied. Moreover, the study shows how the steps of the process are related: identifying webinars → defining students' opinion → empirical study within multicultural environments → conclusions. The empirical study was carried out in September 2015. The sample included 19 students from Klaipeda University, Klaipeda, Lithuania. The study results demonstrate that the students' opinions on webinars in higher education are homogeneous. A hypothesis on educators' contribution to the use of webinars in higher education is elaborated. Directions of further research are proposed.*

Keywords: *Webinars, higher education, students' opinion, competence, experience.*

Introduction

Webinars have become an indispensable tool in ensuring online educational environment in higher education for closer inter-connections between students, educators, researchers and other participants of higher education as demonstrated in Figure 1.

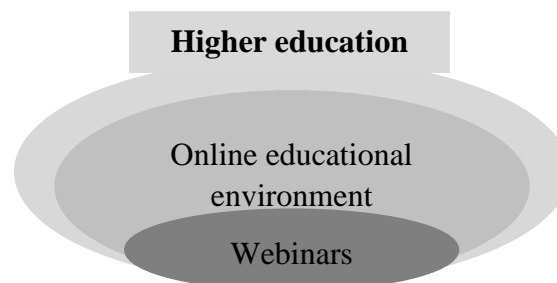


Fig. 1: The Relationship between higher education, online educational environment and webinars

It should be noted that the terms *online educational environment* and *online learning* as well as *distance learning* are used synonymously in the present contribution. Against this background, few studies investigate how webinar tools can facilitate interaction in online educational environment. Research on educators' experience in use of webinars has been carried out [2]. The other previous three studies analysed the webinar delivery format in which the presenter and multiple participants from multiple sites interact with one another [23]: 1. A webinar system *Anicam-Live* at the Cyber University in Taiwan ($n = 70$) to facilitate synchronous communication (regarding instruction and office hours) between the instructor and the students is implemented [5]. The results reveal that students were satisfied with the interactions among the instructor and students. The paper did not discuss the instructor's webinar-use experiences. 2. A webinar system *Interwise* at the Open University of Hong Kong is adopted [18]. Ng [18] divided 200 students into 6 groups and had tutors deliver the course through both a face-to-face

mode and a synchronous mode. The findings suggest that synchronous learning promotes tutor-student interaction better than student-student interaction. 3. A webinar system *Elluminate* to facilitate both virtual office hours and the communication of course-related information to students is used [11]. *Elluminate* effectively facilitated interaction between the instructor and individual students who had questions regarding the course materials. Negative experiences in use of *Elluminate* to facilitate a seminar that connected two hospitals to each other (site vs. site) were found as *Elluminate* did not effectively facilitate the seminar owing to the content's irrelevance to participants' learning [8]. The perceptions of student-trainers who used webinar tools have been investigated [23] as well. However, students' opinion on webinars in higher education has not been analysed. The aim of the present contribution is to analyse students' opinion on webinars in higher education underpinning elaboration of a hypothesis on educators' contribution to the use of webinars in higher education.

Materials and methods

The meaning of such key concepts as webinar and opinion is studied. Moreover, the study demonstrates how the key concept is related to the idea of higher education. The methodological foundation of the present research is formed by the System-Constructivist Theory. The System-Constructivist Theory and, consequently, System-Constructivist Approach to learning introduced by Reich [21] emphasizes that human being's point of view depends on the subjective aspect [15]: experience plays the central role in the knowledge construction process [15]. Therein, the subjective aspect of human being's point of view is applicable to the present research. Exploratory research was employed in the present research [20]. Exploratory research is aimed at developing hypotheses, which can be tested for generality in following empirical studies [17]. The exploratory methodology proceeds from exploration in Phase 1 through analysis in Phase 2 to hypothesis development in Phase 3. The remaining part of this contribution is organized as follows: the next section introduces the theoretical grounding on students' opinion on webinars in higher education. The associated results of the empirical analysis will be presented in the following section. Finally, some concluding remarks are provided followed by a short outlook on interesting topics for further work.

Results

Theoretical Framework

Webinar is a tool that provides computer mediated communication. In comparison to other computer mediated communication tools, webinar is able to transmit video, audio, and images, webinar also enables users to share applications and to use whiteboard, the objective being to exchange information in a real-time and two-way format [23]. Webinar creates opportunities for both educators and learners to experience different levels of interaction online, and these opportunities are essentially different from other communication approaches such as discussion-board postings and e-mails [23]. There are three formats for webinar-session delivery [23]: (a) presenter vs. multiple participants from one site; (b) presenter vs. multiple participants from multiple sites; and (c) multiple participants from one site vs. multiple participants from one or multiple sites. There are five advantages of using the webinar tool to facilitate communication between two sites [23]: (1) Webinar tool is affordable [8]. Users can participate in a webinar session with a computer, video/audio capture devices, and broadband network connections. (2) Webinar tool enables synchronous communication. Instructors can communicate with the learners in a synchronous format to provide immediate feedback to learners [10]. (3) Webinar tool facilitates real-time multimedia demonstrations. Instructors can share the application on the presenter's site with all participants. (4) Webinar tool facilitates multi-level interaction. Instructors can lecture, interact with the audience, facilitate participant group collaboration in a

real-time format [14], and designate certain participants to be in charge of the sessions. (5) Webinar tool provides an environment in which participants can archive seminar content for personal review or for people who missed the real-time session. Webinars are widely adopted as it can reduce corporations' travel expenses and travel time [4]. As webinar is relatively new for online educational environment in higher education, students' opinion on webinars in higher education is of particular interest as partnership between student and educator that means for a student to be equal to an educator as a human being of equal quality [7] emphasizes students' opinion to be particularly important. Opinion is initially determined as individual's view based on awareness and attitudes [3]. Analysis of this definition allows identifying such a new definition of opinion as individual's view based on his/her knowledge, skills and attitudes to a phenomenon. This definition allows considering the terms *opinion* and *view* synonymously in the present research. As students' opinion is based on students' knowledge, skills and attitudes, students' competence serves as an indicator of students' opinion on webinars in higher education. Competence consists of knowledge, skills and attitudes. The elements of competence, namely knowledge, skills and attitude, are inter-related [1]. Students' negative attitude fails to promote the increase in the level of students' knowledge and skills as well as competence, in general [1]. In contrast, students' positive attitude ensures the enrichment of the level of students' knowledge and skills as well as competence [1]. In turn, knowledge is presented by concepts [25]. Skill is an ability to act in accordance with the required quality and volume [3]. Attitude is identified as an individual combination of evaluative judgments about a phenomenon [1]. In pedagogy the terms *competence* and *experience* are used synonymously [1]. As experience plays the central role in a knowledge construction process on webinars in higher education, the subjective aspect of human being's point of view is highlighted by the System-Constructivist Theory.

Empirical Study

The present part of the contribution demonstrates the design and results of the empirical study. The design of the present empirical research comprises the purpose and question, sample and methodology of the present empirical study. The research guiding question is as follows: what is students' opinion on webinars in higher education? The aim of the empirical study is to analyze students' opinion on webinars in higher education. The present empirical study involved 19 students, 15 of them were 3rd – 4th year bachelor students and 4 of them were 1st year master students, from Klaipeda University, Klaipeda, Lithuania in September 2015. Therefore, the sample is multicultural as the respondents with different cultural backgrounds and diverse educational approaches were chosen. Students' different cultural and educational experience emphasized the significance of each student's opinion on webinars in higher education [13] within the present empirical study. Thus, the group (age, field of study and work, mother tongue, etc.) is heterogeneous. The interpretive paradigm was used in the empirical study. The interpretive paradigm aims to understand other cultures, from the inside through the use of ethnographic methods such as informal interviewing and participant observation, and establishment of ethically sound relationships [22]. Interpretative paradigm is characterized by the researcher's practical interest in the research question [6]. The researcher is the interpreter. Moreover, the cases themselves are not of interest, only the conclusions and transfers we can draw from these respondents [9]. Selecting the cases for the case study comprises use of information-oriented sampling, as opposed to random sampling [9]. This is because an average case is often not the richest in information. In addition, it is often more important to clarify the deeper causes behind a given problem and its consequences than to describe the symptoms of the problem and how frequently they occur [9]. Random samples emphasizing representativeness will seldom be able to produce this kind of insight; it is more appropriate to select some few cases chosen for their validity. The number of students depends on the heterogeneity of the group: the greater the heterogeneity of the group, the fewer the number of students [19]. Thus,

19 is a good number of students for the study [12]. In order to analyse the students' opinion on webinars in higher education, the survey was based on the following questionnaire: Question 1: Do you know the concept of webinars? It should be noted that concepts present forms or levels of knowledge [25]. Further on, knowledge is part of experience [24]. Question 2: Do you use webinars in higher education? The evaluation scale of five levels for Question 1 and 2 was given, namely, strongly disagree "1", disagree "2", neither disagree nor agree „3“, agree "4", and strongly agree "5". Question 3: What is your attitude to interdisciplinary research? The evaluation scale of five levels for Question 3 was given, namely, very negative "1", negative "2", neither negative nor positive „3“, positive "4", and very positive "5". Both evaluation scales were transformed into the level system as illustrated in Table 1.

Table 1

Indicators	Levels				
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
	very low	low	average	optimal	high
	1	2	3	4	5
Students' knowledge and skills	<i>Strongly dis-agree</i>	<i>Disagree</i>	<i>Nei-ther disagree nor agree</i>	<i>Agree</i>	<i>Strongly agree</i>
Students' attitude	<i>Very negative</i>	<i>Negative</i>	<i>Neither negative nor positive</i>	<i>Positive</i>	<i>Very positive</i>

Question 4: What are advantages of webinars in higher education? Question 5: What are disadvantages of webinars in higher education? No evaluation scale was applied to Questions 4 and 5 as the questions were open. The results of Question 1 (Knowledge), Question 2 (Skills) and Question 3 (Attitude) of the questionnaire used in the survey are demonstrated in Figure 2 where the vertical numbers show five levels to measure students' opinion on webinars in higher education, and the horizontal numbers present the code number of the student who participated in the survey. The results of Question 1 (Knowledge) of the questionnaire used in the survey show that 3 students' evaluation of their knowledge of the concept of webinars refers to the very low level, 16 students' evaluation of their knowledge of the concept of webinars refers to the low level. The results of Question 2 (Skills) reveal that 19 students' evaluation of their skills in use of webinars in higher education refers to the very low level. The results of Question 3 (Attitude) demonstrate that 19 students' attitude to webinars in higher education refers to the high level.

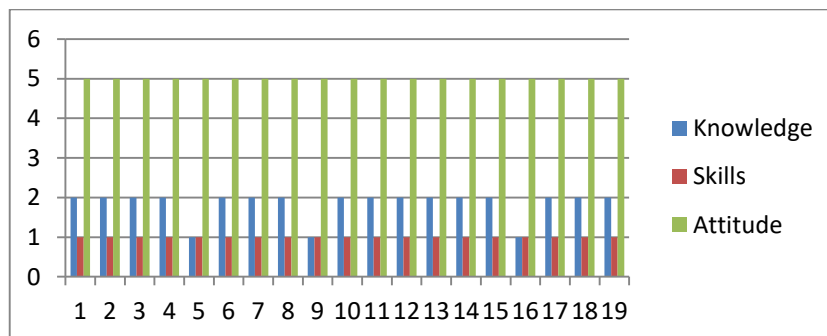


Fig. 2. The results of Question 1 (Knowledge), Question 2 (Skills) and Question 3 (Attitude)

Question 4 (Advantages) includes such results as webinars are interesting, webinars are given by famous scientists, webinars can be led by students, too, webinars ensure a variety of illustrations of the topic under discussion, webinars' topics are similar to the topics of lectures. Question 5 (Disadvantages) discloses such results as webinars are more suitable for non-obligatory and optional courses in pedagogical studies such as philosophy, sociology, etc., webinars do not always compensate real communication between educators and students. The data were processed applying *Excel* software. Frequencies of the students' answers were determined in order to reveal students' opinion on webinars in higher education as shown in Table 2.

Table 2

Frequency of the students' answers and mean of results

Indicators	Levels	Number of answers	Percentage	Indicators' mean	Total mean
Students' knowledge	Very low	3	15.78%	1.84	2.61
	Low	16	84.21%		
	Average	0	0%		
	Optimal	0	0%		
	high	0	0%		
Students' skills	Very low	19	100%	1	
	Low	0	0%		
	Average	0	0%		
	Optimal	0	0%		
	high	0	0%		
Students' attitude	Very low	0	0%	5	
	Low	0	0%		
	Average	0	0%		
	Optimal	0	0%		
	High	19	100%		

The survey showed that the students' knowledge of the concept of webinars is of the low level (84.21%). The students' skills in webinars in higher education are of the very low level (100%). The students' attitude to webinars in higher education is the high level (100%). The findings of the empirical study allow concluding that the students demonstrated a low level of competence in webinars in higher education (2.61). The summarizing content analysis [16] of the data reveals students' opinion on webinars in higher education is homogeneous. The students' opinion on webinars in higher education is found to be positive as the students highlighted more advantages than disadvantages of webinars in higher education. The data analysis also reveals students' willingness and great interest to use webinars in higher education.

Results and discussion

The empirical findings of the research allow drawing the conclusions on students' positive opinion on webinars in higher education. The following hypothesis has been formulated: students' competence in webinars in higher education enhances from low level to high level if the course frame work is much focused towards provision of students with a webinar tool, ensuring students with technical support in use of webinars in higher education, student training in use of webinars in higher education. The present research has *limitations*. The inter-connections between webinars, students' opinion and higher education have been set. Another limitation is the empirical study conducted by involving the students of one higher education institution only. Therein, the results of the study cannot be representative for the whole area.

Nevertheless, the results of the research – definition of students' opinion - may be used as a basis of analysis of use of webinars in other higher education institutions. Further research tends to focus on empirical studies to compare students and educators' opinions on webinars in higher education. The search for relevant methods for evaluation of the use of webinars in higher education is proposed. And a comparative research of different countries could be carried out, too.

Bibliography

1. Ahrens, A., Zaščerinska, J. A Comparative Study of Business and Engineering Students' Attitude to Mobile Technologies in Distance Learning. In: P. Ordonez De Pablos, R. D. Tennyson and M. D. Lytras, Assessing the Role of Mobile Technologies and Distance Learning in Higher Education. IGI-Global, pp. 29-59. (2015).
2. Ahrens, A., Zaščerinska, J., Melnikova, J., Ramar, H., Clipa, O., Andreeva, N. Use of Webinars in Higher Education: A Comparative Study of Educators' Experience. Scientific Articles: Applied Research in Studies and Practice, Nr. 11 III International Scientific Practical Conference "Trends in Science and Studies Under Conditions of Globalisation", pp. 22-30. Panevėžys College, Panevėžys, Lithuania. (2015).
3. Beļickis, I., Blūma, D., Koķe, T., Markus, D., Skujiņa, V. (vad.), Šalme, A. *Pedagoģijas terminu skaidrojošā vārdnīca. Termini latviešu, angļu, vācu, krievu valodā*. Rīga: "Zvaigzne ABC". (2000).
4. Britt, P. Seven reasons you need web conferencing. *Network computing*. (2006).
5. Cheng, N.S., Ko, H.C., Kinshuk, & Lin, T. A model for synchronous learning using the Internet. *Innovations in Education and Teaching International*, 42(2), 181-194. (2005).
6. Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K. *Research Methods in Education*. Routledge Education. (2007).
7. Čehlovs, M. *Humanitarian Bases for the Personality Self-Determination of Senior Secondary School Students*. Synopsis of Ph. D Thesis. University of Latvia. (2008).
8. De Gara, C., & Boora, R. (2006). Using Elluminate as a simple solution for telehealth initiatives for continuing medical education. In T. Reeves & S. Yamashita (Eds.), *Proceedings of world conference on e-learning in corporate, government, healthcare, and higher education* (pp. 476-480). Chesapeake, VA: AACE, (2006).
9. Flyvbjerg, B. Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry* Volume 12 Number 2 April 2006, pp. 219-245. Sage Publications, (2006).
10. Hotcomm. *Synchronous tools and the emerging online learning model*. <http://hotcomm.com/tec/dlwp.pdf>. (2003).
11. Kohorst, K., & Cox, J. R. Virtual office hours using a tablet PC: E-Illuminating biochemistry in an online environment. *The International Union of Biochemistry and Molecular Biology*, 35(3), 193-197. (2007).
12. Lopez, C., Salmeron, J. A Framework for Classifying Risks in ERP Maintenance Projects. *Proceedings of International Conference on e-Business (ICE-B 2011)*, pp. 201-204. SciTePress, (2011).
13. Luka, I., Ludborza, S., Maslo, I. *Effectiveness of the use of more than two languages and quality assurance in European interuniversity master studies*. Paper presented at the European Conference on Educational Research, University of Vienna, (2009).
14. Marjanovic, O. Learning and teaching in a synchronous collaborative environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 15, 129-138. (1999).
15. Maslo, E. Transformative Learning Space for Life-Long Foreign Languages Learning. In: International Nordic-Baltic Region Conference of FIPLV Innovations in Language Teaching and Learning in the Multicultural Context (pp. 38-46), Riga, (2007).
16. Mayring, P. Qualitative Content Analysis. In U. Flick, E. Von Kardoff, I. Steinke (Eds), *A Companion to Qualitative Research*, (pp. 266-269). Glasgow, UK: SAGE. (2004).
17. Mayring, P. On Generalization in Qualitatively Oriented Research. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 8(3), Art. 26, (2007).
18. Ng, K.C. Replacing face-to-face tutorials by synchronous online technologies: Challenges and pedagogical implications. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8(1). (2007).
19. Okoli, C., Pawlowski, S. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1), 15-29, (2004).
20. Phillips, D. Comparative Education: method. *Research in Comparative and International Education*, Vol. 1, Number 4, 304-319. (2006).
21. Reich, K. *Systemisch-konstruktivistische Pädagogik*. Weinheim: Beltz, (2005).
22. Taylor, P. C., & Medina, M. N. D. Educational Research Paradigms: From Positivism to Multiparadigmatic. *The Journal of Meaning-Centered Education*. 1. (2013).
23. Wang, Shiang-Kwei, Hsu, Hui-Yin. Use of the Webinar Tool (Elluminate) to Support Training: The Effects of Webinar-Learning Implementation from Student-Trainers' Perspective. *Journal of Interactive Online Learning* Vol.7, Nr. 3, pp. 175-194, (2008).

24. Zaščerinska, J. Development of Students' Communicative Competence within English for Academic Purposes Studies. Berlin, Germany: Mensch & Buch. (2013).
25. Žogla, I. Mūsdienu mācību teorijas problēmas. *Skolotājs* Nr. 45/2001, 4.-7. lpp. RaKa.

RĒZEKNES TEHNOLOĢIJU AKADĒMIJAS STARPTAUTISKĀS SADARBĪBAS ĢEOTELPISKĀ ANALĪZE GEOSPATIAL ANALYSIS OF INTERNATIONAL COLLABORATION OF REZEKNE ACADEMY OF TECHNOLOGIES

Autori: **Viktorija Aleksejeva**, e-pasts: aleksejeva.viktorija@inbox.lv, 27444052

Laura Kalniņa, e-pasts: lursija@inbox.lv, 29944201

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

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract: *The authors have completed geospatial analysis of international collaboration of Rezekne Academy of Technologies using geographical information systems.*

Keywords: *geospatial analysis, geographical information systems, international collaboration, Rezekne Academy of Technologies*

Ievads

Ģeogrāfiskās informācijas sistēmas (ĢIS) ir viens no jaunākajiem informācijas tehnoloģiju nozares atzariem, kas pasaulē strauji attīstās. ĢIS ir sistēmas, ar kuru palīdzību var savākt, glabāt, apstrādāt, analizēt un attēlot ģeotelpisko informāciju.

Ģeogrāfiskās informācijas sistēmas tiek izmantotas dažādās jomās, lai papildus tradicionālajām metodēm iegūtu viegli uztveramu ģeotelpisko informāciju, vizuāli atspoguļojot ģeotelpisko objektu saites un datus ģeotelpā, ar iespējām iegūtos ģeogrāfiskos datus pielietot visdažādākajos veidos.

Mūsdienās ģeogrāfisko informāciju izmanto dažādās nozarēs strādājošie uzņēmumi un organizācijas, kuriem lēmumu pieņemšanai ir būtiski dati par ģeogrāfiskās atrašanās vietām. Kā piemēru varētu minēt teritorijas plānotājus, policiju, glābšanas dienestus, loģistikas kompānijas, ceļotājus un daudzu citu nozaru pārstāvjus, kam pirms ĢIS parādīšanās bija liegta plašas, specifiskas un atbilstoši izmantošanas mērķiem strukturētas, atlasītas ģeogrāfiskās informācijas lietošana.

Pasaulē ģeogrāfiskās informācijas sistēmas ieņem aizvien nozīmīgāku lomu tieši tajās nozarēs, kas saistītas ar nepieciešamību pieņemt telpiski orientētus lēmumus. ĢIS piedāvāto daudzveidīgo iespēju piemērošana galvenokārt ir atkarīga no katra konkrētā uzņēmuma darbības sfēras un tā darbības mērogiem. Piemēram, enerģētikas un komunālajā nozarē strādājošās organizācijas ĢIS tehnoloģijas visplašāk izmanto komunikāciju (tīklu, gāzes vadu, siltuma trašu utt.) pārvaldībā, uzkrāto datu analīzei pēc to ģeogrāfiskās atrašanās vietas, bet loģistikas uzņēmumi – transporta pakalpojumu optimizācijai, dažādu apkalpošanas servisu pilnveidošanai.

Ģeogrāfiskās informācijas sistēmas ir spējīgas manipulēt ar koordinātiem piesaistītiem datiem. ĢIS ļauj atspoguļot datus telpiskā griezumā, veikt aprēķinus, atlasīt un analizēt informāciju atkarībā no objektu atrašanās vietas.

Mērķis - izpētīt Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas starptautisko sadarbību, pielietojot ģeogrāfiskās informācijas sistēmas.

Uzdevumi:

- savākt statistisko informāciju;
- ģeoreferencēt statistisko informāciju;
- izpildīt ģeodatu analīzi;
- izanalizēt RTA sadarbības partneru atrašanās vietas, ar kuriem ir noslēgts sadarbības līgums;
- izpētīt studentu un akadēmiskā personāla apmaiņas situācijas stāvokli uz 2014./2015. studiju gadu starptautiskās ģeotelpas līmenī;

- izpētīt RTA sadarbības aktivitātes 2014. / 2015. studiju gadā;
- izveidot tematiskās vektorkartes.

Ģeotelpas analītikas dzīves cikls

Ģeotelpas analīzes process ietver plašu analītikas dzīves ciklu, kas apraksta analītikas komūnas ikdienas darbu. Tas sākas no analītikas patērētājiem, piemēram, uzņēmējiem, politiķiem, valsts iestāžu amatpersonām un citām lemttiesīgām amatpersonām, kurām saimniecības procesā ir nepieciešams veikt ģeotelpas analīzi. Šīs vajadzības analītikas komūnai iedala pēc prioritātēm, veic datu vākšanu un pēc tam savākto datu analīzi. Ģeotelpas dzīves cikls tiek atkārtots, kamēr prasības, saistītās ar ģeotelpas analīzi, netiek izpildītas [1].

Analītikas dzīves cikls ir jēdziens, kas raksturo vispārīgu analītikas procesu gan civilās, gan militārās vai tiesībsardzības iestādēs. Cikls parasti tiek attēlots kā slēgts darbību kopums (skat. 1.attēlu) [1].



1.attēls **Analītikas dzīves cikls.** Autoru veidots pēc [1]

Ģeotelpas analīze var tikt uzskatīta kā daļa no lēmuma procesa. Aprakstītais analīzes process no problēmas formulēšanas līdz rezultāta sasniegšanai ir vienkāršots. Reālā dzīvē analīzes process ir daudz sarežģītāks nekā ieteiktie soļi. Kad analīze notiek vienā piegājienā no sākuma punkta līdz beigām, ir rets gadījums, parasti katrs posms tiek pārskatīts un pārstrādāts vairākas reizes, kā tas ir redzams diagrammā (skat. 1.attēlu), lai gan darbību secība notiek pulkstenrādītāja virzienā, tomēr katram solim ir atgriezeniskā saite pie iepriekšējā soļa. Ja kaut kas svarīgs tiek atklāts iegūtajos datos, tas rada jaunus jautājumus, kas pieprasa atkārtot ģeotelpas analītikas dzīves ciklu, liekot izskatīt šos jautājumus daudz detalizētāk [2].

Tradicionāli informācijas iegūšanai izmanto dažādus informācijas avotus: tālizpētes datus, datu bāzes, dokumentāciju, intervijas, aptaujas utt. Tas rada iespēju detalizēti izanalizēt pētījuma objektu, nedodot vienam informācijas avotam priekšroku, kas ietekmē rezultāta precizitāti un ticamību.

Analītikā tiek izmantota informācija, kura balstās uz zināmiem raksturlielumiem ar varbūtības koeficientiem, lai modelētu un prognozētu nākotnes attīstīšanas scenāriju. Analītiķiem ir jāatrod līdzības starp novērojumiem un jānosaka kopējā „patiesība”, kura apmierinātu visus novērojumus. Atkārtojumi un lietderīga problēmu risināšanas pieeja ir svarīga analītiķiem, jo analītikas problēmu un darba specifikas dēļ analītiskajai pieejai ir jābūt iecietīgai pret maldinošu informāciju, vairāk kā zinātniekam veicot eksperimentu, jo analizējamā informācija ir vispusīga, sākot no skaitļiem, beidzot ar vārdiem un cilvēkizdomātām kategorijām un salīdzināšanas interpretācijām, kas ievieš kļūdas un rada maldinošus secinājumus analīzes procesā [1].

Analītikas process

Parasti analītikas procesā izdala piecus soļus [1-2].

1. Prasības

Šajā solī tiek definētas prasības un jautājumi, uz kuriem jāatbild analītikas procesā. Ievērojot, ka jebkāds darba process tiek ierobežots ar pieejamiem resursiem un laiku, visas prasības parasti tiek sakārtotas pēc prioritātēm.

2. Datu vākšana

Kad tika izpildīts pirmais posms, notiek informācijas vākšana. ņemot vērā prasības, šajā posmā tiek identificēti informācijas avoti un informācijas savākšanas veidi, kā arī informācijas daudzums. Kā informācijas avotu piemērus var minēt: datubāzes, tālīzpētes datus, aptaujas, objektu apsekošanu dabā, dokumentāciju u.c.

3. Priekšapstrāde

Pirms informācija varētu tikt izanalizēta, dažkārt sākumā to ir nepieciešams pārveidot atbilstošajā formātā, piemēram:

- dokumentācija var tikt pārtulkota, digitalizēta vai sakārtota tabulās kā statistiskā informācija;
- ģeogrāfiskajām vietām un nosaukumiem tikt piešķirtas koordinātes (*geocoding*);
- tālīzpētes dati kā satelītu attēli var tikt „izlaisti” caur ģeoobjektu atpazīšanas algoritmiem vai izpētīti manuāli;
- statistiskā informācija vizualizēta grafikos un diagrammās utt.

4. Analīze un ražošana

Etaps “Analīze un Ražošana” paredz savāktās informācijas integrāciju, novērtēšanu, analīzi, un analītikas produkta sagatavošanu. Šis posms iekļauj gan ātri veidotus analīzes produktus no katra informācijas avota neatkarīgi, gan integrēto produktu, kas iegūts, izanalizējot visus avotus kopā. Kā ģeotelpas analīzes produktu piemērus var minēt:

- tematiskās kartes un vektorslāņus;
- 3D zemes virsmas modeļus;
- procesu, kā ūdens plūdu, klimata pārmaiņu, transporta kustības imitēšanas un simulēšanas, modeļus;
- dokumentāciju un atskaites, piemēram, atskaites par dabas katastrofā radītajiem zaudējumiem.

5. Produkta izplatīšana un izmantošana.

Datu sagatavošana ģeotelpas analīzei

1.posmā “Apkārtējās vides aprakstīšana” tiek definēta analizējamas ģeotelpas atrašanās vieta un tās robežas: fiziskās, politiskās, etniskās utt. Kā arī tiek sagatavoti pamatdati par analizējamo vietu, piemēram, satelītu attēli, kas attēlo topogrāfiskos objektus.

2.posmā “Analizējamas vides īpašību aprakstīšana” tiek savākta visa tematiskā informācija, kas ir nepieciešama analīzes izpildei. Tie varētu būt gan statistiskie dati, gan iedzīvotāju skaits, vidējais ienākums, politiskais stāvoklis utt., gan, piemēram, tematiskie vektorslāņi ar ceļu, būvju, iestāžu un notikumu aprisēm.

3.posmā “Varbūtību faktoru aprakstīšana” tiek savākti visi dati ar varbūtības faktoru, kas nepieciešami notikumu scenāriju modelēšanai.

RTA starptautiskās sadarbības analīze

Ievaddati: Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas *Erasmus+* atskaite par 2014./2015. studiju gadu, kura ir pieejama internetvietnē [3]. Bezmaksas pieejami vektorslāņi ar valstu administratīvajām robežu kontūrām internetvietnē [4].

Analītikas instrumenti: *Quantum GIS 2.12 Lyon, MS Excel 2010.*

Analītikas metode: ģeotelpisko datu automātiskā klasifikācija ar metodi “Dabīgie pārtraukumi” (*Natural breaks*).

Datu sagatavošana:

1.posmā “Apkārtējās vides aprakstīšana”: visas pasaules valstis.

2.posmā “Analizējamās vides īpašību aprakstīšana”: informācija par studentu un docētāju apmaiņu pēc ERASMUS+ programmas un sadarbības veidiem 2014./2015. studiju gadā.

Analītikas process:

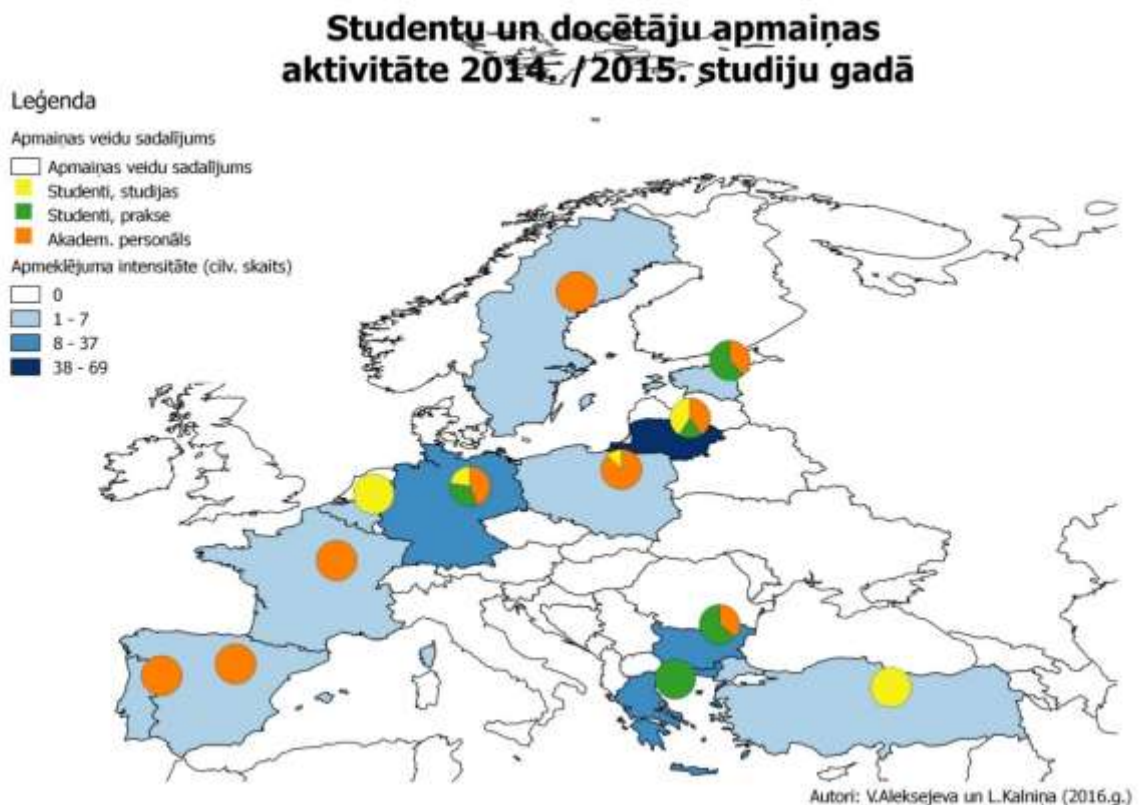
1. Prasības: tika noteikti darba mērķis un uzdevumi.

2. Vākšana: sākotnējie dati tika transformēti no *Word* formāta *Excel* tabulā. *Excel* tabula tika pārkonvertēta *Quantum GIS* savienojuma formātā – *CSV* datne (*comma separated values*).

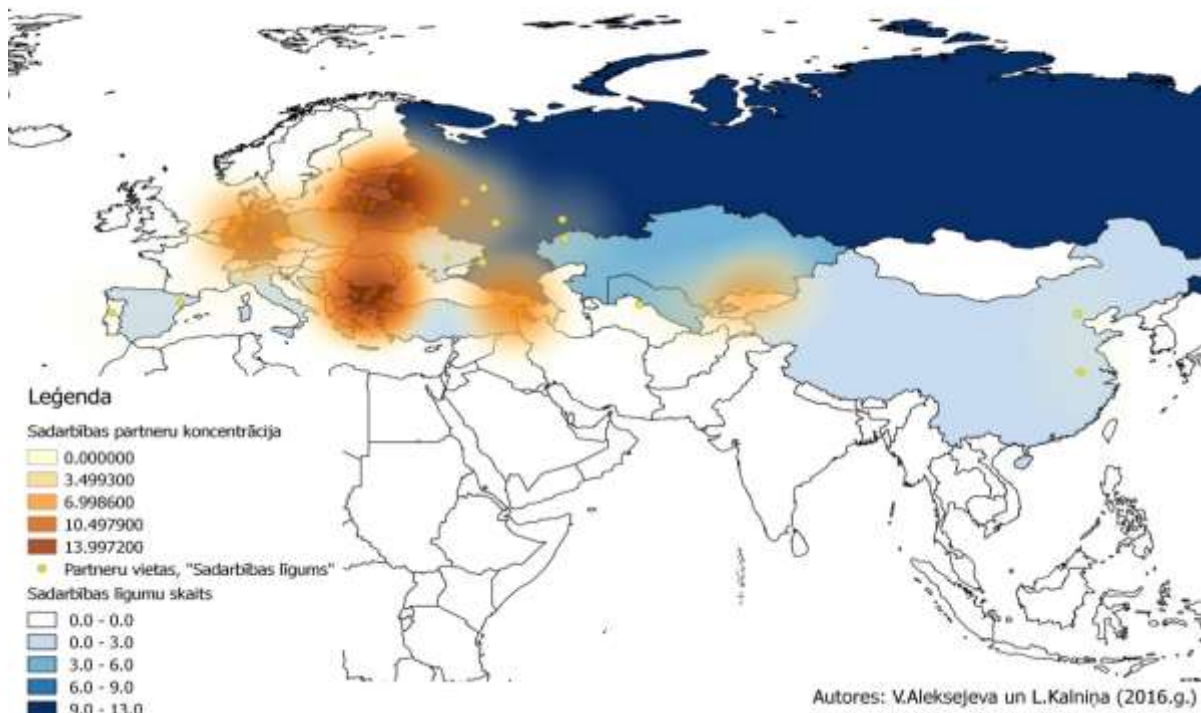
3. Apstrāde un izmantošana: *CSV* datne tika sasaistīta ar vektorslāni, pielietojot *Quantum GIS* rīku.

4. Analīze un ražošana: pielietojot *QGIS* rīka iebūvēto funkciju automātiski klasificēt datus un vizualizēt iegūto informāciju, tika sagatavotas trīs informatīvās kartes:

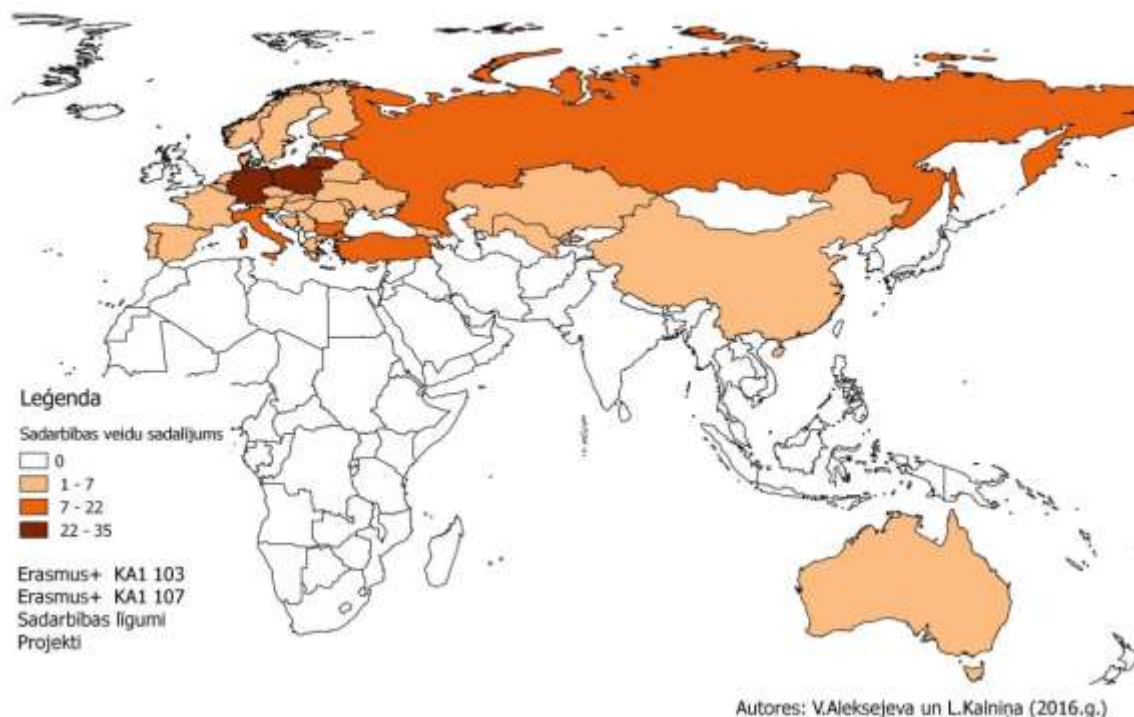
- karte ar vizualizētu studentu un docētāju apmaiņas aktivitāti 2014./2015. studiju gadā (skat. 2.attēlu);
- karte ar vizualizētu sadarbības partneru ģeotelpiskās koncentrācijas vietām 2014./2015. studiju gadā (skat. 3.attēlu);
- karte ar sadarbības veidu sadalījumu par 2014./2015. studiju gadu (skat. 4.attēlu).



2.attēls Studentu un docētāju apmaiņas aktivitāte 2014./2015. studiju gadā



3. attēls Sadarbības partneru koncentrācija 2014./2015. studiju gadā



4.attēls RTA sadarbības veidu sadalījums 2014./2015. studiju gadā

Secinājumi

Izanalizējot kartes un attēloto ģeotelpas informāciju, autori izdarīja secinājumus.

1. Vislielākā studentu un docētāju apmaiņas aktivitāte 2014./2015. studiju gadā bija ar Lietuvu, Vāciju, Bulgāriju un Grieķiju.

2. RTA sadarbības partneri koncentrējas trīs vietās:

- blakus Latvijas teritorijai;
- Vācijā;
- Bulgārijā.

3. RTA vislielākais sadarbības veidu koeficients ir ar Lietuvu, Poliju, Vāciju, Krieviju, Igauniju, Turciju, Bulgāriju un Itāliju.

Literatūra

1. <https://www.e-education.psu.edu/sgam/node/15>
2. <https://www.e-education.psu.edu/sgam/node/170>
3. http://www.ru.lv/erasmus_plus
4. <http://www.diva-gis.org/Data>

INTERPOLĀCIJAS MEKLĒŠANA INTERPOLATION SEARCH

Autori: **Dzintars Apeināns, Vasilijs Steklovs**, e-pasts: 2009a02@inbox.lv,
vasilij_s@inbox.lv, +37128327720, +37129927757

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

Abstract. Searching for information may take some time because of slow searching algorithm work. Some of searching algorithm work comparing needed value with all array's value of step by step. In this work will be looking about interpolation search which predict looking value place in array. Main idea is to compare searching algorithm by time which it take to find correct value and will make conclusions which of compared algorithm work faster with different size of array.

Keywords: Algorithm, interpolation, search

Interpolācijas meklēšana

Interpolācija meklēšana (dažreiz saukta par ekstrapolāciju meklēšana vai "paredzēšanas" meklēšanu) ir algoritms, kurš meklē konkrēto atslēgas vērtību indeksētā masīvā. Algoritms strādā paralēli, līdzīgi kā cilvēks pārlūkojot telefona grāmatu meklējot konkrētu vērtību. Katrā meklēšanas solī tiek aprēķināts kāds varētu būt atlikušais meklēšanas apgabals, balstoties uz atslēgas vērtībām pie meklēšanas apgabala robežām un vērtību indeksā. Parasti tiek izmantota lineārā interpolācija. Meklējamā vērtība faktiski tiek konstatēta paredzot tās pozīciju salīdzinot ar atslēgas vērtību. Ja salīdzinātā vērtība ar salīdzināmo vērtību nav vienādas, tad atkarība no salīdzinājuma, atlikušais meklēšanas apgabals tiek samazināts līdz daļai, pirms vai pēc aprēķinātā stāvokļa. Dotā metode strādās tikai tad, ja aprēķinātā masīva izmēra starpība starp atslēgas vērtībām ir jūtama[1].

Salīdzinājumam, binārā meklēšana, meklēšanas apgabalu sadala uz pusēm, sākotnēji veicot meklēšanu tikai vienā meklēšanas apgabala pusē, ja vērtība dotajā pusē netiek atrasta notiek meklēšana otrajā meklēšanas apgabala pusē. Atlikušais meklēšanas apgabals ir samazināts līdz daļai, pirms vai pēc tam, paredzamās pozīcijas, kur var atrasties meklējamā vērtība.

Interpolācijas meklēšanu vidēji veic:

$$\log(\log N) \quad (1)$$

salīdzinājumu, kur:

log - matemātiskā funkcija logaritms,
N - ir elementu skaits masīvā starp kuriem jāmeklē.

Sliktākajā gadījumā tā var nonākt līdz:

$$O(N) \quad (2)$$

salīdzinājumiem, kur:

O - matemātiskā notācija priekš salīdzināšanas asimptotiskās uzvedības funkcijā,
N - ir elementu skaits masīvā starp kuriem jāmeklē

Pielāgošanās dažādām datu kopām

Kad atslēgas vērtības tiek kārtotas datu kopā, tās vienmērīgi tiek sadalītas numuros, lineāro interpolāciju ir vienkārši īstenot un atrast indekss ļoti tuvu meklējamai vērtībai.

No otras puses, uz telefona grāmatas vērtībām sakārtoti pēc nosaukuma, tad vienkāršā pieeja interpolācijas meklēšanai neattiecas. Tie paši principi joprojām var attiekties, lai gan: var

novērtēt meklējamās vērtības pozīcijas telefona grāmata izmantojot relatīvās frekvences burtiem nosaukumos un izmantot šo kā meklēšanas apgabala sākumu.

Daži interpolācijas meklēšanas implementāciju varianti var nedarboties, kā paredzēts, kad tiek palaista vienlīdzīga vērtība atslēgas vērtībai kura jau eksistē. Vienkāršākā implementācija interpolācijas meklēšanas ne vienmēr izvēlēties pirmo (vai pēdējā) elements šādi realizēšanai[1].

"Book-based" meklēšana

Nosaukumi telefona grāmatā, savā veidā nenosaka acīmredzamu sakārtošanu pēc kārtas, neskaitot vienotu sadalījumu (piemēram nosaukums #1, nosaukums #2 u.c.) un vēl vairāk, tas ir labi zināms, ka daži vārdi ir daudz biežāk sastopami nekā citi. Līdzīgi ar vārdnīcām, kur ir daudz vairāk vārdi, kas sākas vienādi, bet vārds beidzas ar dažādiem burtiem nekā iepriekšējais vārds[2].

Veiktspēja

Ja mēs neizdarīsim nekādus pieņēmumus par atslēgu izplatīšanu masīvā, interpolācija meklēšana ir:

(3)

$$O(N)$$

kur: O - matemātiskā notācija priekš salīdzināšanas asimptotiskās uzvedības funkcijā,
 N - ir elementu skaits masīvā starp kuriem jāmeklē, jo masīvs var būt eksponenciālo sadalījumu atslēga. Tomēr, ja atslēgas ir vienoti sadalītas, interpolācijas meklēšana ir:

(4)

$$O(\log(\log N))$$

kur: O - matemātiskā notācija priekš salīdzināšanas asimptotiskās uzvedības funkcijā,
 log - matemātiskā funkcija logaritms,
 N - ir elementu skaits masīvā starp kuriem jāmeklē[1][3].

Tāpat kā lielākā daļa datorzinātnēs, interpolācija meklēšana ietver kompromisu. Mēs palielinām aprēķinu skaitu iesaistītu katrā solī, cerot samazināt soļu daudzumu.

Tas var būt noderīgi, kad jums ir neindeksēts, sakārtots masīvs uz cietā diska, un jums vajag atrast atslēgas vērtību.

Piemēram, ja jūs zināt, ka atslēgas sadalījums ir eksponenciāls, jūs varat aprēķināt vidējo elementu kā:

(5)

$$mid = low + ((key - \log(arr[low])) * (high - low)) / (\log(arr[high]) - \log(arr[low]))$$

kur: mid - masīva izmēra vidējā pozīcija, veseli skaitļi,
 low - masīva izmēra mazākā pozīcija, veseli skaitļi,
 high - masīva izmēra lielākā pozīcija, veseli skaitļi,
 arr - mainīgā masīva nosaukums,
 log - matemātiskā funkcija logaritms [4].

Interpolācijas meklēšanas salīdzināšana ar citiem meklēšanas algoritmiem

Izvēloties meklēšanas algoritmus ar kuriem tiktu salīdzināts interpolācijas meklēšanas algoritms, tika izvēlēti lineārās meklēšanas un binārās meklēšanas algoritmi. Lineārais meklēšanas algoritms tika izvēlēts tāpēc, ka tas ir vienkāršākais no meklēšanas algoritmiem. Binārās meklēšanas algoritms tika izvēlēts tāpēc, ka pēc darbības principa tas ir līdzīgs interpolācijas meklēšanas algoritmam. Lai veiktu salīdzināšanu tika īstenota C++ programmēšanas valodas programma ar visiem nosauktajiem meklēšanas algoritmiem. Īstenojot interpolācijas meklēšanas algoritmu tika izskatīts tā pseido kods[5].

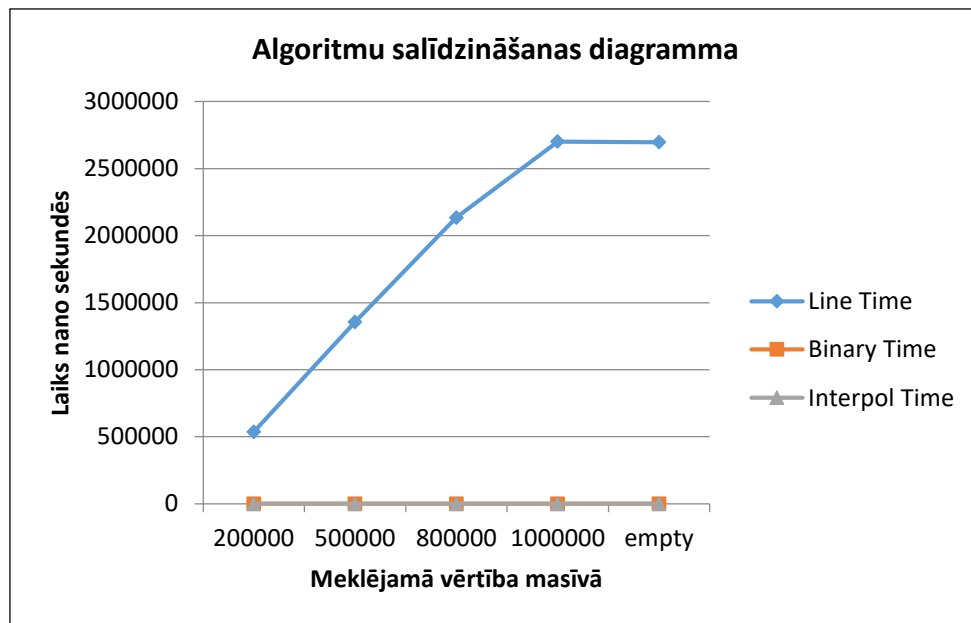
Ekspērimētā tika izmantots sakārtots veselu skaitļu masīvs ar 1 000 000 elementiem un tikai veikti 10 eksperimenta mēģinājumi uz katru meklēšanas algoritmu, lai noteiktu vidējo laiku vajadzīgās vērtības atrašanai, kas ir parādīts 1. tabulā. Meklējamās vērtības tika izvēlētas patvaļīgi visa masīva garumā, lai noteiktu kā algoritmi strādā meklējot dažādas vērtības viena garuma masīvā, kā arī tika veikta pārbaude uz meklējamo vērtību, kura neatrodas masīvā.

1. tabula

Algoritmu darbības laiks (nano sekundēs)

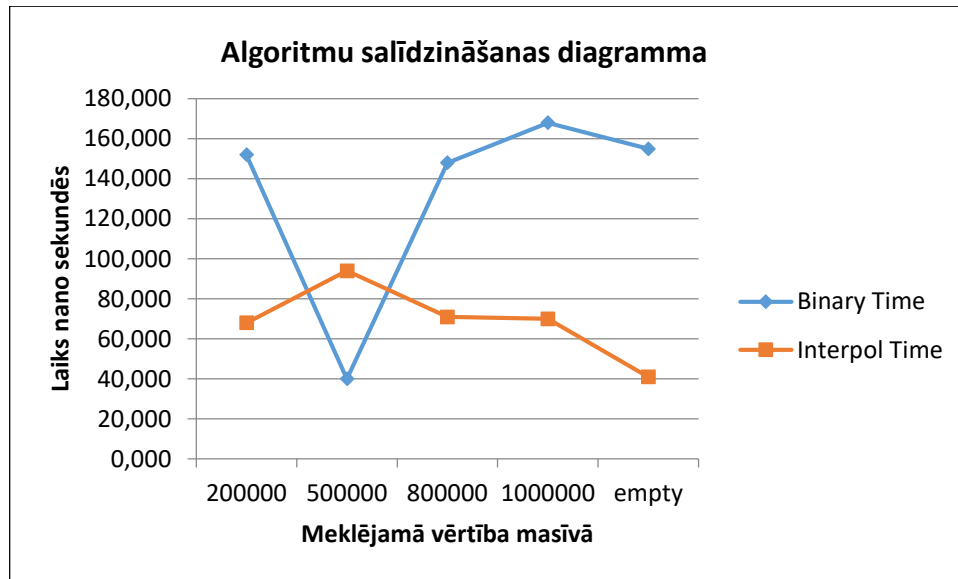
Nr.	Meklējamā vērtība	Lineārā meklēšana	Binārā meklēšana	Interpolācijas meklēšana
1.	200 000	535331	152,009	68,0039
2.	500 000	1356480	40,0023	94,0054
3.	800 000	2134420	148,008	71,0041
4.	1 000 000	2701450	168,01	70,004
5.	Nav vērtības masīvā	2697150	155,009	41,0024

Veicot visu trīs algoritmu salīdzināšanu tika iegūta sekojošs rezultāts, kur ir attēlots diagrammā (skat. 1. attēls).



1. attēls Trīs meklēšanas algoritmu salīdzināšanas diagramma

Tāda diagramma tika iegūta sakarā ar to, ka lineārās meklēšanas algoritma darbības laiks salīdzinot ar binārās un interpolācijas meklēšanas laiku ir daudz lielāks, tāpēc binārās un interpolācijas meklēšanas assis ir uz x ass. Lai iegūtu priekšstatu par interpolācijas darbības laiku meklējot vajadzīgo elementu, tas tika salīdzināts ar binārās meklēšanas algoritmu un tika iegūts rezultāts, kas tiek attēlots 2. attēlā (skat. 2. attēls).



2. attēls Binārās un interpolācijas salīdzināšanas diagramma

Kā redzams diagrammā interpolācijas meklēšanas darbības laiks ir daudz mazāks nekā binārajā meklēšanā. Veicot eksperimentu binārā meklēšanas darbības laiks bija ātrāks nekā interpolācijas meklēšanas darbības laiku, kad tika meklēta vidējā vērtība meklēšanas apgabalā, tas ir redzams 2. attēlā (skat. 2. attēls). To var izskaidrot sekojošo, binārā meklēšana meklēšanas apgabalu sadala uz pusēm un sāk meklēt no viduspunkta turpinot sadalīt meklēšanas apgabalu uz pusēm, kā tas tiek attēlots attēlā 3 (skat. 3. attēls).



3. attēls Binārās meklēšanas darbības princips

Savukārt interpolācijas meklēšana tiek veikta meklēšanas apgabala sākumā un beigās, kā tas tiek attēlots attēlā 4., un pēc tam tiek "uzminēta" meklējamā elementa atrašanās vieta. Tas tiek atkārtots kamēr meklējamais elements nav atrasts.



4. attēls Interpolācijas meklēšanas darbības princips

Secinājumi

1. Lineārais meklēšanas algoritms neizmanto meklēšanai lielu apmēru datiem;
2. Binārā meklēšanas darbības laiks ir pietiekami ātrs, lai nevajadzētu izmantot interpolācijas meklēšanu;
3. Interpolācijas meklēšanas priekšrocības parādās, ja nepieciešams meklēt starp miljardiem ierakstu;
4. Teorētiski binārās meklēšanas ātrdarbība ir tāda pati kā interpolācijas, bet praktiski interpolācijas meklēšana strādā ātrāk.

Summary

Interpolation search is an algorithm for searching for a given key value in an indexed array that has been ordered by the values of the key. It parallels how humans search through a telephone book for a particular name, the key value by which the book's entries are ordered. In each search step it calculates where in the remaining search space the sought item might be, based on the key values at the bounds of the search space and the value of the sought key, usually via a linear interpolation. The key value actually found at this estimated position is then compared to the key value being sought. If it is not equal, then depending on the comparison, the remaining search space is reduced to the part before or after the estimated position. This method will only work if calculations on the size of differences between key values are sensible.

By comparison was used three different algorithm, the binary search always chooses the middle of the remaining search space, discarding one half or the other, again depending on the comparison between the key value found at the estimated position and the key value sought. The remaining search space is reduced to the part before or after the estimated position. The linear search uses equality only as it compares elements one-by-one from the start, ignoring any sorting. Comparing was made in C++ programm where was using integer array with size 1 million and was searched different value. As was said before linear search compare all value one-by-one, binary search choose middle of searching space and interpolation search "predict" where looking value can be in array.

By doing experiment was made some conclusion. That linear searching algorithm better use for small array size; binary search theoretical performance is same as interpolation, but in practice interpolation search work faster. Interpolation search better use for search in array with milliard records in it.

Literatūra

1. Andersson, Arne, and Christer Mattsson. 'Dynamic Interpolation Search in $o(\log \log n)$ Time'. In Automata, Languages and Programming, edited by Andrzej Lingas, Rolf Karlsson, and Svante Carlsson, 700:15–27. Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin / Heidelberg, 1993 (angļu valodā, skatīts 2016.03.30)
2. Algoritmi: Interpolācijas meklēšana - <http://www.stoimen.com/blog/2012/01/02/computer-algorithms-interpolation-search/> (angļu valodā, skatīts 2016.04.01)
3. Armenakis, A. C., Garey, L. E., Gupta, R. D., An adaptation of a root finding method to searching ordered disk files, BIT Numerical Mathematics, Volume 25, Number 4 / December, 1985. (angļu valodā, skatīts 2016.03.30)
4. Interpolācijas meklēšana datu struktūrā - <https://www.quora.com/What-is-interpolation-search-in-data-structures> (angļu valodā, skatīts 2016.04.02)
5. Interpolācijas meklēšanas algoritms - http://www.tutorialspoint.com/data_structures_algorithms/interpolation_search_algorithm.htm (angļu valodā, skatīts 2016.04.04)

PARASTO DIFERENCIĀLVIENĀDOJUMU SĀKUMA VĒRTĪBU PROBLĒMU MATEMĀTISKĀ MODELĒŠANA DATORPROGRAMMAS MAPLE VIDĒ

ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATION INITIAL VALUE PROBLEM MATHEMATICAL MODELING WITH MAPLE SOFTWARE

Autori: **Renāte Bauska**, e-pasts: renate.bauska@gmail.com, 26483472,
Mārīte Elksne, e-pasts: marite.elksne@gmail.com, 26675909
Zinātniskā darba vadītājs: **Ilmārs Kangro, Mg.math., Dr.paed., docents**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *Along with the rapid development of technology various problems require description and analysis of rather complicated physical processes. Due to their complexity differential equations are often used for this purpose. The aim of this work is to create mathematical models of initial value problems of ordinary differential equations using Maple software and provide insight into their practical applications. Authors have also gathered general information about differential equations and mathematical modeling. As a result two mathematical models have been created describing a process of salt dissolution in water and one-dimensional diffusion.*

Keywords: *differential equation, initial value problem, Maple software, mathematical modeling.*

Ievads

Parastā diferenciālvienādojuma teorijas pamatjēdzieni, īpašības un risināšana ir studiju kursa „Matemātiskā analīze, diferenciālvienādojumi un analītiskā ģeometrija” sastāvdaļa.

Par parasto diferenciālvienādojumu sauc diferenciālvienādojumu, kas saista vienu neatkarīgu argumentu, nezināmu funkciju un nezināmas funkcijas atvasinājumu vienā punktā. Parastā diferenciālvienādojuma atrisinājums ir visu viena argumenta funkciju kopa, kas apmierina doto vienādojumu un papildus nosacījumus, ja tādi ir doti. [1]

Parastais diferenciālvienādojums vispārīgā formā ir uzdots veidā:

$$F(x, y, y') = 0$$

vai normālformā

$$y' = f(x, y).$$

Parastos diferenciālvienādojumus plaši lieto, risinot problēmas matemātikā, fizikā, ķīmijā, tehnikā un citās nozarēs. Tos izmanto dažādas tematikas uzdevumu risinājumos, lai matemātiski modelētu fizikālus, tehniskus, bioloģiskus vai ķīmiskus procesus. Atrisinājumā iegūtā funkcija bieži vien raksturo procesu atkarībā no cita mainīga lieluma, piemēram, no laika. Šāda funkcija ļauj pētīt procesu un prognozēt tā norisi. [2]

Šī darba mērķis ir parasto diferenciālvienādojumu sākuma nosacījuma jeb Košī uzdevuma problēmas izpēte un uzdevumu matemātiskā modelēšana datorprogrammas Maple vidē.

Darba uzdevumi:

- 1) Izpētīt diferenciālvienādojumu sākuma vērtību problēmu;
- 2) Raksturot matemātiskās modelēšanas jēdzienu;
- 3) Izpētīt un raksturot datorprogrammas Maple operatoru lietojumu diferenciālvienādojumu risināšanā;
- 4) Veikt uzdevumu sākuma nosacījumu problēmas matemātisko modelēšanu Maple vidē.

Diferenciālvienādojuma sākuma vērtību problēma

Lai pilnīgi viennozīmīgi raksturotu kādu fizikālu procesu, līdztekus diferenciālvienādojumam nepieciešams definēt sākuma nosacījumus jeb procesa stāvokli sākuma momentā. Uzdevumu:

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x), x(t_0) = x_0$$

jeb diferenciālvienādojumu kopā ar sākuma nosacījumu sauc par Košī jeb sākuma vērtību problēmu.

N-tās kārtas diferenciālvienādojumiem par Košī problēmu sauc uzdevumu.

$$\frac{d^n x}{dt^n} f\left(t, x, \frac{dx}{dt}, \dots, \frac{d^{n-1}x}{dt^{n-1}}\right), x(t_0) = x_0, x'(t_0) = x_1, \dots, x^{(n-1)}(t_0) = x_{n-1},$$

kas satur n-tās kārtas diferenciālvienādojumu un tā sākuma nosacījumus.

Katras Košī problēmas atrisinājumu sauc par diferenciālvienādojuma partikulāro atrisinājumu, bet visu diferenciālvienādojuma partikulāro atrisinājumu saimi sauc par šī vienādojuma vispārīgo atrisinājumu. Robežnosacījumi Košī uzdevumā netiek uzdoti, jo tiek apskatīts vai nu bezgalīgs mainīgā definīcijas apgabals, vai arī mazs laika intervāls, kad apgabala robežu ietekmi var neievērot.

Matemātiskā modelēšana

Modelis vispārinātā nozīmē ir reāla objekta vai situācijas matemātisks vai grafisks attēlojums. Tas ir jebkurš attēls, shēma, apraksts, rasējums vai karte kā aprakstāmā objekta, procesa vai parādības aizstājējs. Ar modeļu izstrādāšanu un izmantošanu nodarbojas modelēšana. [3]

Modelēšana ir procesu, sistēmu vai to darbības aprakstīšana vai attēlošana ar matemātisku modeļu palīdzību. [4] Tā ir kāda objekta vai objektu sistēmas izpēte, izveidojot vai izmantojot tā modeļus.

Liela nozīme zinātnē ir matemātisko modeļu izmantošanai. Jebkura matemātiska koncepcija vai objekts ir matemātisks modelis. Lai izveidotu matemātisku modeli, izdala tās izpētāmā objekta vai parādības īpašības, kas no vienas puses satur pilnīgu informāciju par objektu, bet no otras puses pieļauj matemātisku formalizāciju (noteiktu zīmju un simbolu izmantošana, lai attēlotu, aprakstītu un paskaidrotu kāda procesa vai parādības likumsakarības [5]). Rezultātā tiek iegūts matemātisks apraksts konkrētajam procesam vai parādībai, t. i., matemātisks modelis.

Matemātiskā modeļa izveidošana ir galvenais posms kādas konkrētas sistēmas izpētē vai projektēšanā.

Modelēšanas galvenie etapi:

1) Uzdevuma formulējums; 2) Teorijas apguve un pilnīga informācijas ievākšana par izpētāmo objektu; 3) Formalizācija; 4) Risinājuma metodes izvēle; 5) Modeļa realizācija; 6) Iegūtās informācijas analīze; 7) Atrisinājuma un izpētāmā objekta saiknes izskaidrošana. [3]

Datorprogrammas Maple operatoru lietojums uzdevumu matemātiskajā modelēšanā

Datorprogramma Maple, izmantojot dažādas skaitliskās metodes, nodrošina plašas iespējas risināt diferenciālvienādojumus. To atrisināšanai ir iespējams lietot pat vairāk nekā 20 skaitliskās metodes. Šim nolūkam lieto komandu „dsolve (vjd, main, numeric, opc)”, kur „opc” vietā norāda kādu skaitlisko metodi. Pēc noklusējuma tā ir „rkf45”.

Atmiņas (mainīgo) atīrīšanai aprēķinu sākumā lieto operatoru „restart”. Funkcijai x(t) atvasinājumus uzdod ar operatoru „diff(x(t),t)”.

> restart : vjd := diff(x(t), t) = -(0.1·x(t) - 0.008);

$$vjd := \frac{d}{dt} x(t) = -0.1 x(t) + 0.008$$

Diferenciālvienādojuma vispārīgo atrisinājumu veido ar komandu „dsolve”, uzrādot nezināmās funkcijas mainīgos kā $\{y(x), x(t), u(x), \dots\}$.

$$\begin{aligned} > p := dsolve(\{vdj, x(0) = 0.3\}); \\ p := x(t) = \frac{2}{25} + \frac{11}{50} e^{-\frac{1}{10}t} \end{aligned}$$

Diferenciālvienādojumu risināšanā, lai izdalītu formulas labo pusi un atrisinājumu definētu kā funkciju, lieto operatorus „rhs” un „unapply”: [8]

$$> x1 := unapply(rhs(p), t); t1 := solve(x1(t) = 0.1, t); plot(x1(t), t = 0 ..100);$$

$$x1 := t \rightarrow \frac{2}{25} + \frac{11}{50} e^{-\frac{1}{10}t}, t1 = 23.9789527.$$

Komandu „subs” lieto, lai izteiksmē ievietotu kādu vērtību.[6]

$$> r := subs(t = 1, rhs(p)); \quad r := \frac{20}{-5 + 9e^{4k}}$$

Komandu „evalf” lieto vienādojuma skaitliskai integrēšanai un precizitātes regulēšanai.[6]

$$> x(t[1]) := evalf(x1(24)); x(t_1) := 0.0999579497.$$

Vienādojuma vai funkcijas vienkāršošanai var izmantot operatoru „simplify”. Ar operatoru „plot” zīmē grafiku. [7]

$$> plot(x2(t), t = 0 ..100);$$

Rezultāti un to novērtējums

1. Sāls šķīdināšana ūdenī.

Kādas nešķīstošas vielas porās ir 10 kg sāls. Ieliekot šo vielu traukā, kurā ir 90 litru ūdens, 1 stundas laikā izšķīda puse no sāls. Šķīšanas ātrums ir proporcionāls neizšķīdušās sāls daudzumam un starpībai starp piesātinātā šķīduma koncentrāciju dotajā laika momentā. Piesātinātā šķīduma koncentrācija ir 1 kg sāls uz 3 litriem ūdens, t.i. $\frac{1}{3}$. Atrast sāls daudzumu vielā atkarībā no laika. Cik ilgā laikā T izšķīst 90 % sākotnējā sāls daudzuma?

Risinājums.

Sāls daudzums vielā atkarībā no laika t: $x = x(t)$;

Šķīšanas ātrums: $x'(t) = \frac{dx}{dt}$

Izšķīdušā sāls daudzums atkarībā no laika t: $10 - x$;

Šķīduma daudzums atkarībā no laika t: $90 + (10 - x) = 100 - x$;

Šķīduma koncentrācija atkarībā no laika t: $\frac{10-x}{100-x}$;

Piesātinātā un esošā šķīduma koncentrāciju starpība atkarībā no laika t: $\frac{1}{4} - \frac{10-x}{100-x}$

Tiek iegūts diferenciālvienādojums:

$$x'(t) = -kx \left(\frac{1}{4} - \frac{10-x}{100-x} \right),$$

kur k – proporcionalitātes koeficients.

Nosacījumi: $x(0) = 10$; $x(1) = 5$

Jānosaka: $x = x(t)$; $x(T) = 1$; $T = ?$

Analītiskais risinājums.

Mainīgo atdalīšana:

$$\frac{dx}{dt} = -kx \left(\frac{1}{4} - \frac{10-x}{100-x} \right), \frac{x-100}{x(20+x)} dx = \frac{3}{4} k dt$$

Integrāļu aprēķināšana:

$$\int \frac{x-100}{x(20+x)} dx = \int \frac{3}{4} k dt, 6 \ln|20+x| - 5 \ln|x| = \frac{3}{4} kt + C,$$

kur C – patvaļīga konstante.

Pēc sākuma nosacījumiem $x(0) = 10$; $x(1) = 5$ tiek aprēķināts C un k :

$$C = 6 \ln|20+x| - 5 \ln|x| - \frac{3}{4} kt = 6 \ln|30| - 5 \ln|10| - \frac{3}{4} k \cdot 0 = 8,8942$$

$$k = \frac{4(6 \ln|20+x| - 5 \ln|x| - C)}{3t} = \frac{4(6 \ln|25| - 5 \ln|5| - 8,8942)}{3} = 3,1625$$

Zinot C un k vērtības, var aprēķināt T : $x(T) = 1$

$$T = \frac{4(6 \ln|20+x| - 5 \ln|x| - C)}{3k} = \frac{4(6 \ln|21| - 5 \ln|1| - 8,8942)}{9,4875} = 3,9517$$

Atbilde: 90 % sākotnējā sāls daudzuma izšķīst 3,9517 stundu laikā.

Atrisinājums ar datorprogrammu Maple.

Analītiskais atrisinājums netika iegūts, bet ir iespējams risināt inverso problēmu:

$$t = t(x)$$

Atbilstošais diferenciālvienādojums:

$$-k \frac{dt}{dx} = \frac{100-x}{x \left(15 + \frac{3}{4}x\right)}$$

Nosacījumi: $t(10) = 0$; $t(5) = 1$

Jānosaka: $t(1) = T = ?$

Ar operatoru “rhs” tiek izdalīta vienādojuma labā puse (rkt), ar operatoru “subs” ievieto tajā vērtību $x=5$. Ar operatora “simplify” palīdzību vienkāršo izteiksmi (r1), operators “solve” atrisina vienādojumu $t(5)=1$, nosakot parametra k vērtību (k1). Šo vērtību ievietojot izteiksmē rkt ar “subs” palīdzību, izveido funkciju $z(x)$, izmantojot operatoru “unapply”. Ar “plot” operatoru konstruē grafiku un aprēķina divas vērtības, ja $x=1$ un $x=2$.

$$> \text{restart : vdj} := -k \cdot \text{diff}(t(x), x) = \frac{(100-x)}{x \cdot \left(15 + \frac{3}{4}x\right)}; \text{vdj} := -k \left(\frac{d}{dx} t(x) \right) = \frac{100-x}{x \left(15 + \frac{3}{4}x\right)}$$

$$> p := \text{dsolve}(\{\text{vdj}, t(10) = 0\}, t(x));$$

$$p := t(x) = -\frac{20}{3} \frac{\ln(x)}{k} + \frac{8 \ln(20+x)}{k} + \frac{20}{3} \frac{\ln(10)}{k} - \frac{8 \ln(30)}{k}$$

$$> \text{rkt} := \text{rhs}(p); r := \text{subs}(x=5, \text{rkt});$$

$$\text{rkt} := -\frac{20}{3} \frac{\ln(x)}{k} + \frac{8 \ln(20+x)}{k} + \frac{20}{3} \frac{\ln(10)}{k} - \frac{8 \ln(30)}{k}$$

$$r := -\frac{20}{3} \frac{\ln(5)}{k} + \frac{8 \ln(25)}{k} + \frac{20}{3} \frac{\ln(10)}{k} - \frac{8 \ln(30)}{k}$$

$$> r1 := \text{simplify}(r, \ln); k1 := \text{solve}(r1 = 1, k);$$

$$r1 := \frac{28}{3} \frac{\ln(5)}{k} + \frac{20}{3} \frac{\ln(2) + \ln(5)}{k} - \frac{8(\ln(2) + \ln(3) + \ln(5))}{k}$$

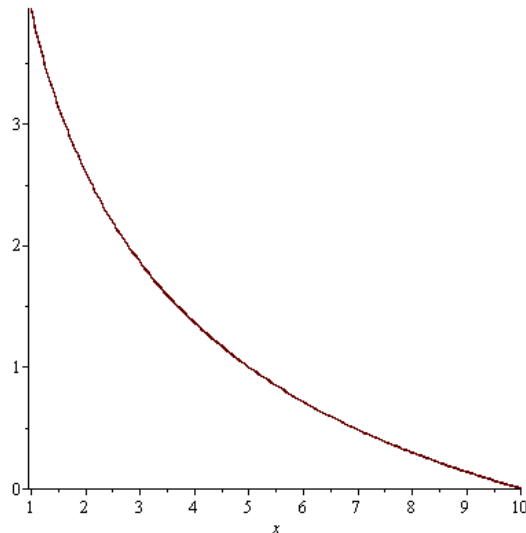
$$k1 := 8 \ln(5) - \frac{4}{3} \ln(2) - 8 \ln(3)$$

$$> z := \text{unapply}(\text{subs}(k=k1, \text{rkt}), x);$$

$$z := x \rightarrow -\frac{20}{3} \frac{\ln(x)}{8 \ln(5) - \frac{4}{3} \ln(2) - 8 \ln(3)} + \frac{8 \ln(20+x)}{8 \ln(5) - \frac{4}{3} \ln(2) - 8 \ln(3)}$$

$$+ \frac{20}{3} \frac{\ln(10)}{8 \ln(5) - \frac{4}{3} \ln(2) - 8 \ln(3)} - \frac{8 \ln(30)}{8 \ln(5) - \frac{4}{3} \ln(2) - 8 \ln(3)}$$

$$> \text{plot}(z(x), x = 1..10);$$



$> k := \text{evalf}(k1); t(1) := \text{evalf}(z(1)); t(2) := \text{evalf}(z(2));$
 $k := 3.162408748$
 $t(1) := 3.951787622$
 $t(2) := 2.608248112$

2. Viendimensiju difūzijas problēma z - virzienā.

Robežproblēma raksturo difūzijas procesu 1-D apgabalā $\Omega = \{(z) : 0 \leq z \leq L_z\}$, kurš sastāv no viena slāņa homogēnas vides, $z_0 = 0, z_N = L_z$ - attiecīgi slāņa apakšējā un augšējā robeža, D_z - konstants difūzijas koeficients, α_z, β_z - konstanti masas pārnese koeficienti, C_0, C_a - vielas koncentrācija attiecīgi uz slāņa apakšējās un augšējās robežas, $c(z)$ - meklējamā vielas koncentrācija slāņa robežās.

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial c(z)}{\partial z} \right) - b^2 c(z) = 0, z \in (0, L_z), D_z \partial c(0) / \partial z - \beta_z (c(0) - C_0) = 0, \\ D_z \partial c(L_z) / \partial z + \alpha_z (c(L_z) - C_a) = 0. \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{Robežproblēmas atrisinājums ir formā } c(z) = C_1 e^{bz} + C_2 e^{-bz} \quad (2)$$

Sasaistei ar citām risināšanas metodēm atrisinājumu nepieciešams izteikt ar funkcijām $\sinh(z), \cosh(z)$. Atrisinājumu var uzrakstīt formā

$$c(z) = \frac{2(C_1 e^{bz} - C_1 e^{-bz}) + 2C_1 e^{-bz} + 2(C_2 e^{-bz} + C_2 e^{bz}) - 2C_2 e^{bz}}{2} \quad (3)$$

Ievērojot, ka:

$$\sinh(bz) = (e^{bz} - e^{-bz})/2 \quad (4), \quad \cosh(bz) = (e^{bz} + e^{-bz})/2 \quad (5),$$

izteiksmes (3) pirmais un trešais saskaitāmie ir attiecīgi $2C_1 \sinh(bz), 2C_2 \cosh(bz)$.

Saskaitot un atņemot izteiksmes (4) un (5), iegūst attiecīgi

$$\sinh(bz) + \cosh(bz) = e^{bz} \quad (6),$$

$$\sinh(bz) - \cosh(bz) = -e^{-bz} \quad (7).$$

No (6) un (7) dabū izteiksmes (3) otro un ceturto saskaitāmo:

$$2C_1 e^{-bz} = 2C_1 \cosh(bz) - 2C_1 \sinh(bz) \quad (8)$$

$$-2C_2 e^{bz} = -2C_2 \sinh(bz) - 2C_2 \cosh(bz) \quad (9)$$

Ievietojot izteiksmes (2), (5), (8), (9) atrisinājuma izteiksmē (3), dabū:

$$c(z) = -2C_2 \sinh(bz) + 2C_1 \cosh(bz).$$

Apzīmējot $-2C_2 = P_1, 2C_1 = P_2$, robežproblēmas atrisinājums ir formā

$$c(z) = P_1 \sinh(bz) + P_2 \cosh(bz) \quad (10)$$

Koeficientu P_1, P_2 aprēķināšanai atrod $c(0), c(L_z), c'(0), c'(L_z)$

$$c(0) = P_2, c(L_z) = P_1 \sinh(bL_z) + P_2 \cosh(bL_z), c'(z) = P_1 b \cosh(bz) + P_2 b \sinh(bz)$$

$$c'(0) = P_1 b, c'(L_z) = P_1 b \cosh(bL_z) + P_2 b \sinh(bL_z),$$

un ievieto tos robežnosacījumos – robežproblēmas (1) otrajā un trešajā vienādojumā dabū (turpmākajā risinājumā izmantota Maple):

$$eq1 := Dz \cdot cprim0 - betaz \cdot (c0 - C0) = 0$$

$$Dz P1 b - betaz (P2 - C0) = 0$$

$$eq2 := Dz \cdot cprimLz + alfaz \cdot (cLz - Ca) = 0;$$

$$Dz (P1 b \cosh(b Lz) + P2 b \sinh(b Lz)) + alfaz (P1 \sinh(b Lz) + P2 \cosh(b Lz) - Ca) = 0$$

Pēc pārveidojumiem vienādojumu sistēma ir formā:

$$eq111 := Dz \cdot P1 \cdot b - betaz \cdot P2 = -betaz \cdot C0;$$

$$Dz P1 b - betaz P2 = -betaz C0$$

$$eq211 := (alfaz \sinh(b Lz) + Dz b \cosh(b Lz)) P1 + (Dz b \sinh(b Lz) + alfaz \cosh(b Lz)) P2 = alfaz Ca;$$

$$(alfaz \sinh(b Lz) + Dz b \cosh(b Lz)) P1 + (Dz b \sinh(b Lz) + alfaz \cosh(b Lz)) P2 = alfaz Ca$$

$$K1 := (alfaz \sinh(b Lz) + Dz b \cosh(b Lz)) :$$

$$K2 := (Dz b \sinh(b Lz) + alfaz \cosh(b Lz)) :$$

Vienādojumu sistēmu risinot ar Maple palīdzību, atrod nezināmo koeficientu P_1, P_2 izteiksmes, kuras jāievieto robežproblēmas atrisinājumā (10).

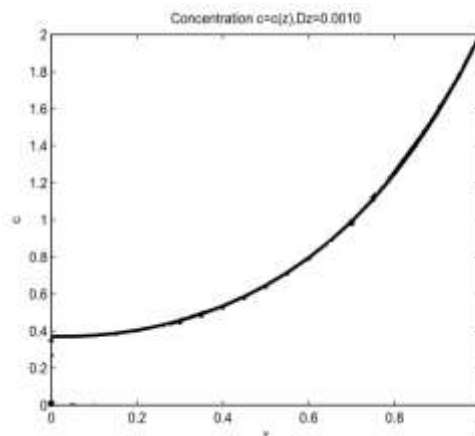
with(linalg) :

solve({eq111, eq211}, {P1, P2});

$$\left\{ P1 = -\frac{betaz (K2 C0 - alfaz Ca)}{K1 betaz + Dz b K2}, P2 = \frac{K1 betaz C0 + Dz b alfaz Ca}{K1 betaz + Dz b K2} \right\}$$

Zīmējumā (1.att.) ir redzama koncentrācijas $c(z)$ atkarība no z koordinātes,

$$(L_z = 1, c_0 = 0.4, c_a = 2.0, \alpha_z = 20, \beta_z = 0, D_z = 10^{-3}, b = 2,4335).$$



1.att. koncentrācijas $c(z)$ atkarība no z koordinātes

Secinājumi

1. Parastais diferenciālvienādojums satur neatkarīgu argumentu, nezināmu funkciju un nezināmas funkcijas atvasinājumu vienā punktā.

2. Diferenciālvienādojumi tiek plaši izmantoti dažādas tematikas uzdevumu risināšanā matemātikā, fizikā, ķīmijā, tehnikā un citās nozarēs.

3. Matemātiskā modelēšana dod iespēju izpētīt kāda procesa vai objekta īpašības un saskatīt tajā esošās likumsakarības, kas ir svarīgs posms sistēmu projektēšanā un izveidē.

4. Procesa matemātiskā modelēšana tiek realizēta ar diferenciālvienādojuma palīdzību.

5. Lai atrastu diferenciālvienādojuma atrisinājumu, vispirms jādefinē sākuma nosacījums jeb Košī uzdevums sākuma momentā.

6. Datorprogramma Maple ar speciālu operatoru palīdzību nodrošina plašas iespējas diferenciālvienādojumu risināšanā un grafiskajā attēlošanā.

7. Ar diferenciālvienādojumu palīdzību tika atrisināti un analizēti tādi procesi kā sāls šķīdināšana ūdenī un viendimensiju difūzijas problēma z-virzienā, kas tika arī sekmīgi modelēti ar datorprogrammas Maple palīdzību.

8. Autoru izvirzītie uzdevumi darba gaitā tika izpildīti, un mērķis – izpētīt diferenciālvienādojuma sākuma nosacījuma problēmu un veikt tās matemātisko modelēšanu Maple vidē – ir sasniegts.

Summary

Scientific research is based on analyzing different problems, which can be rather complex. To fully describe a physical process, it is necessary to define an initial value problem, also known as Cauchy problem. It consists of a differential equation itself and its initial condition, which is a value of the unknown function at a given point. Higher order differential equations will require more initial condition values.

In order to do further analysis on data, a mathematical model should be created. It is a visual or mathematical representation of an object or process in form of a graph, diagram or description. Modeling is essential when researching or projecting certain systems to gather information about their properties and regularities.

Maple software using numerical methods offers a wide range of options for solving differential equations. The main command for this purpose is „dsolve (vjd, main, numeric, opc)”, where „opc” is a numerical method. By default it is „rkf45”. To define a differential equation, an operator „diff(y(x),x,x)” is used. Command „rhs” returns the right-hand side of an expression and „unapply” defines the result as a function. Operator „evalf” numerically evaluates expressions, but „subs” substitutes sub-expressions into an expression. It is also advised to simplify the function using „simplify” and create a graph with „plot” operator.

The first mathematical model that has been created describes salt dissolution in water. Insoluble substance that contains 10kg of salt is put in a 90l water container. In 1 hour a half of the original amount of salt dissolved. Speed of the dissolution is proportional to the remaining salt and the difference between saturated and current solution concentrations. Problem has been solved analytically and with Maple software.

The boundary problem of first order differential equation with Robin's boundary conditions is solved – the solution consisting of hyperbolic sine and cosine functions is found. Taking into account the given boundary conditions, the functions of solution's coefficients are found. The graphical representation of concrete boundary problem is given.

Literatūra

1. *Augstākā matemātika, statistika un matemātiskā modelēšana inženierzinātņu studentiem : mācību līdzeklis / Rēzeknes Augstskola. Inženieru fakultāte; Pēteris Daugulis, Ilmārs Kangro, Andris Martinovs, Ilga Morozova. Rēzekne : RA Izdevniecība, 2008. - 655 lpp.*
2. Šteiners, K. *Augstākā matemātika.-IV : lekciju konspekts inženierzinātņu un dabaszinātņu studentiem.-Rīga : Zvaigzne ABC, 1999. - 167 lpp.*
3. *Математическое моделирование.* Sk. internetā (12.04.2016), http://pedsovet.info/info/pages/referats/info_00002.htm
4. *Akadēmiskā terminu datubāze AkadTerm.* Sk. internetā (12.04.2016), <http://termini.lza.lv/term.php?term=model%C4%93%C5%A1ana&lang=LV>

5. *Ekonomikas skaidrojošā vārdnīca.* - Rīga : Zinātne, 2000. - 702 lpp.
6. *LIIS mācību materiāli.* Sk. internetā (12.04.2016),
https://www.mykoob.lv/?index/liis_macibu_materiali/category/30/material/46/documentsshow/1
7. Kalis, H. *Skaitliskās metodes.*- Rīga, 2008. -185 lpp.
8. Дьяконов, В. П. *Математическая система Maple V R3/R4/R5.* Москва : Солон, 1988 г. - 399 с.

LABIRINTU ĢENERĒŠANAS ALGORITMU SALĪDZINĀJUMS COMPARISON OF MAZE GENERATION ALGORITHMS

Autori: **Igors Boldovs, Jurijs Vinogradovs** e-pasts: toag.iggy@gmail.com,
jurijs.vinogradovs@gmail.com, +37129950173, +37127109221

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

Abstract. *The author in this work provides insight into the Maze generation. Themes which are discussed are Eller's algorithm, Kruskal's algorithm and Recursive backtracking algorithm. All this algorithms were compared.*

Keywords: *Eller's algorithm, Kruskal's algorithm, Maze generation, Recursive backtracking*

Ievads

Labirintu ģenerēšana ir ļoti interesants un aizraujošs process. Mūsdienās izmanto ļoti daudzus un dažādus labirintu ģenerēšanas algoritmus, kur katrs algoritms ir savā ziņā īpašāks un efektīvāks, tāpēc autori bija ļoti ieinteresēti izvēlēties labirintu ģenerēšanas algoritmus, kurus varētu salīdzināt uz ātrdarbību un aplūkot katra algoritma īpatnības. Rezultātā tikai izvēlēti trīs labirintu ģenerēšanas algoritmi: Ellera, Kruskala un Rekursīvās atkāpšanas algoritmi. Katra algoritma darbības princips atšķiras no cita, bet mērķis visiem algoritmiem ir vienāds. Lai salīdzinātu dotos algoritmus, autori izlēma izmantot programmu *Deadalus*, kas dod iespēju analizēt ģenerētos labirintus, eksperimentā izmantoto labirintu izmēri ir 100x100.

Ellera algoritms

Ellera algoritms labirintu veidošanai ir ļoti īpašs. Tas ir ne tikai ātrāks par pārējiem labirintu veidošanas algoritmiem, bet arī ir visefektīvākais atmiņas ziņā [1]. Nav nepieciešams, lai viss labirints būtu novietots datora atmiņā, tiek tikai proporcionāli rindas izmēram pieprasīta atmiņa. Tas ļauj veidot liela izmēra labirintus ar ierobežotu atmiņas iespēju. Algoritms veido labirinta vienu rindu, kad rinda tiek ģenerēta, algoritms vairs uz to „neskatās”. Katra rindas šūna ir iekļauta atsevišķā kopā - ja starp šūnām ir ceļš, tad skaitās, ka tie atrodas vienā kopā. Šī informācija ļauj ceļa fragmentiem būt sadalītiem pašreizējā rindā, netaisot cilpas un izolācijas.

Darbības princips

Piezīme: Tiek pieņemts, ka visām kreisās puses šūnām ir kreisā robeža un visām labās puses šūnām ir robeža pa labi[2].

1. Izveido pirmo rindu. Neviena šūna nepieder nekādai kopai.
2. Šūnām, kas nepieder nekādai kopai, piešķir savu unikālo kopu.
3. Izveido labās robežas, virzoties no kreisās puses uz labo.
 - A. Izlases veidā izvēlas iespēju - pievienot robežu vai nē.
 - 1.Ja tekošā šūna un šūna pa labi pieder vienai kopai, tad izveido robežu starp tām.
 - 2.Ja tiek izlemts nepievienot robežu, tad apvieno kopas, kurā atrodas pašreizējā šūna un šūna pa labi.
4. Izveido robežas lejup, kustoties no kreisās puses uz labo pusi.
 - A. Izlases veidā izvēlas pievienot robežu vai nē. Jāpārlicinās, ka katrai kopai ir vismaz viena šūna bez apakšējās robežas (lai novērstu izolētas teritorijas).
 - 1.Ja šūna ir viena vienīgā pašreizējā kopā, tad robeža lejup netiek pievienota.
 - 2.Jā šūna ir vienīga šūna bez apakšējās robežas dotajā kopā, tad robeža lejup netiek pievienota.

5. Jāizlemj, vai turpināt pievienot rindas vai pabeigt labirintu:

A. Ja izlemts pievienot vēl vienu rindu, tad:

1. Izvada pašreizējo rindu.
2. Izdzēš visas labās robežas.
3. Izdzēš šūnas ar apakšējo robežu no to kopas.
4. Izdzēš visas apakšējais robežas.
5. Turpina no 2. soļa.

B. Ja izlemts pabeigt labirintu, tad:

1. Pievieno apakšējo robežu katrai šūnai.
2. Virzoties no kreisās puses uz labo:
 1. Ja pašreizējā šūna un šūna pa labi ir no dažādām kopām, tad:
 - a. Izdzēš labo robežu.
 - b. Apvieno pašreizējās šūnas kopu ar labās šūnas kopu.
 - c. Izvada beigu rindu.

Kruskala algoritms

Kruskala algoritms ir metode, kas veido minimālo grafa koka aptveršanu svērtajā grafā [3]. Algoritms, kas tiek aprakstīts zemāk pēc šāda principa:

1. Izvieto visas grafa malas lielā stekā.
2. Iegūst malu ar zemāko svaru. Ja mala savieno nešķērsojošos kokus, savieno kokus. Pretējā gadījumā, mala netiek turpmāk apskatīta.
3. Atkārti, tiklīdz vairs nav beigušās malas.

Oriģinālā algoritma gadījuma (*random*) versija maina tikai otro soli, tā vietā, lai izvilktu malu ar zemāko svaru, tiek izņemta mala no steka, nejaušā gadījuma veidā. Izveidojot tādu izmaiņu algoritmā, tas veido diezgan pārliecinošus labirintus.

Rekursīvās atkāpšanās algoritms

Rekursīvās atkāpšanās (*Recursive backtracking*) algoritms ir ļoti ātrs labirintu ģenerācijas algoritms. Šim algoritmam būs nepieciešams pietiekams atmiņas apjoms, lai saglabātu visu labirintu atmiņu, tomēr tas pieprasa steka apjomu proporcionāli labirinta izmēram, tāpēc lieliem labirintiem tas var būt diezgan neefektīvs. Tomēr lielākai labirintu daļai tas darbojas lieliski [4].

Darbības princips:

1. Tiek izvēlēta sākuma pozīcija laukumā.
2. Gadījuma veidā izvēlas sienu dotajā pozīcijā un „izgriež” ceļu pie blakus stāvošas šūnas, bet tikai tad, ja blakus stāvošā šūna vēl nebija apmeklēta. Apmeklētā šūna kļūst par jauno pozīciju.
3. Ja visas blakus stāvošās šūnas tika apmeklētas, tad jāiet atpakaļ līdz tai šūnai, kurai nav „izgrieztu” sienu un darbības atkārtojas.
4. Algoritms beidzas, kas viss process atbalsta visu ceļu līdz sākuma pozīcijai.

Algoritmu salīdzinājums

Salīdzinot apskatītos labirintu ģenerācijas algoritmus, tika izmantota programma *Daedalus 3.1* [5], kas dod iespēju analizēt noģenerētos labirintus. Eksperimentā tika izmantoti labirinti ar izmēru 100x100. Var secināt, ka no izvēlētajiem algoritmiem ar savu uzdevumu visātrāk tika galā Ellera algoritms. Rekursīvās atkāpšanās algoritmam nākas izmantot ilgāku laiku uzdevuma risināšanai.

1. tabula

Algoritmu īpašības

Algoritms	Strupceļš	Fokuss	Atmiņa	Laiks	Risinājums
Ellera algoritms	28%	Ceļš/Siena	N*	20ns	4.2 %
Kruskala algoritms	30%	Ceļš/Siena	N ²	33ns	4.1 %
Rekursīvas atkāpšanas algoritms	10%	Ceļš	N ²	27ns	19.0 %

Tabulā 1. apkopoti labirintu ģenerācijas algoritmu īpašības. Kolonu apraksti ir sekojoši:

- **Strupceļš:** Aptuvenais strupceļa šūnu skaits (procentos).
- **Fokuss:** Vairums algoritmu var īstenot divos veidos -vai nu pievienojot sienas laukumā, vai arī izgriežot ceļu sienās. Ir algoritmi, kas izmanto šīs abas iespējas.
- **Atmiņa:** Šeit parādīts, cik papildus atmiņas ir vajadzīgs, lai īstenotu algoritmu. Daži algoritmi prasa atmiņu proporcionāli rindu skaitam (N); daži pieprasa atmiņu proporcionāli šūnu skaitam (N²); algoritmi, kuri neprasa, lai viss labirints tiktu novietots atmiņā, ir apzīmēti ar zvaigznīti (N*).
- **Laiks:** Šī kolonna dod priekšstatu par to, cik laika aizņem labirintu ģenerācija - jo mazāks skaitlis, jo ātrāks algoritms. Šie skaitli ir ņemti ģenerējot 100x100 labirintu programmā *Daedalus*.
- **Risinājums:** Šis skaitlis norāda, cik šūnu procentuāli tiek izmantoti risinājuma ceļā. Šie skaitli ir ņemti ģenerējot 100x100 labirintu programmā *Daedalus*.

Secinājumi

Apskatot un apkopojot doto informāciju, var izdarīt šādus secinājumus:

1. Ellera algoritms ir ļoti efektīvs atmiņas izmantošanas veidā.
2. Veidojot lielus (100x100) labirintus, visātrāk ar savu uzdevumu tika galā Ellera algoritms.
3. Rekursīvās atkāpšanās algoritms ir ļoti ātrs, ja ir vajadzīgs ģenerēt neliela izmēra labirintu.
4. Kruskala algoritms ir diezgan lēns salīdzinājumā ar pārējiem algoritmiem.

Summary

Maze generation is very interesting and exciting process. Nowadays there is a lot of different maze generation algorithms, where each algorithm is some way effective and specific. Authors took 3 algorithms to compare – Eller's algorithm, Kruskal's algorithm and Recursive backtracking algorithm. After creating this publication, which is meant to introduce the audience to the fact, which of three maze generation algorithms is most efficient in terms of time, conclusion was made, that generating 100x100 maze, the Eller's algorithm was the fastest one. The Eller's algorithm needed only 20 ns, to generate 100x100 maze. It is very surprisingly quick and effective maze generation algorithm. Kruskal's algorithm completed its task within 33 ns, it's also a good result, but still relatively less than Eller algorithm parameters. Recursive backtracking algorithm generated 100x100 maze within 27 ns, and it is very good result, so given algorithm completed its task faster than Kruskal's algorithm, but slower than Eller's algorithm. In future, there is desire to perform this experiment with bigger count of maze generation algorithms, experiment conditions might be the same. But the size of maze could be much bigger than 100x100.

Literatūra

1. Think Labyrinth: Maze Algorithms: <http://weblog.jamisbuck.org/2010/12/29/maze-generation-eller-s-algorithm>

2. Eller's Algorithm: <http://www.neocomputer.org/projects/eller.html>
3. Maze generation: Kruskal's algorithm: <http://weblog.jamisbuck.org/2011/1/3/maze-generation-kruskal-s-algorithm>
4. Maze generation: Recursive backtracking: <http://weblog.jamisbuck.org/2010/12/27/maze-generation-recursive-backtracking>
5. Daedalus 3.1 <http://www.astrolog.org/labyrnth/daedalus.htm>

E-PAKALPOJUMI NEKUSTAMĀ ĪPAŠUMA JOMĀ E-SERVICES IN THE FIELD OF REAL ESTATE

Autori: **Ilze Čakāne, Austris Seržants**, e-pasts: ilze_cakane@inbox.lv,
austris_serzants@inbox.lv

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

Abstract. *The aim of the paper is to research the popularity and advantages of e-services, as well as the types of real estate related e-services offered by local governments within the Unified system and the real estate related functions available for people on the e-service portal. The study showed that local governments do not use the potentialities offered by the Unified system to the full extent and only 23 of all the local governments have joined the NOMA e-services that allow its users to view all information about local government leaseholds, apply for a lease as well as make payments and perform other actions. Rēzekne region local government must join this service in order to ensure convenient and contemporary solution to local government's real estate matters.*

Keywords: *e-government, e-services, real estate.*

Ievads

Mūsdienās arvien lielāku popularitāti iegūst dažādi e-pakalpojumi, kurus iedzīvotāji var izmantot internetā. Arī pašvaldību līmenī tiek attīstīti dažādi e-pakalpojumi, līdz ar to arvien populārāka kļūst elektroniskā pārvaldība. E-pārvaldību var definēt kā valsts un pašvaldības pakalpojumu un informācijas piegādi iedzīvotājiem, izmantojot elektroniskos līdzekļus. Informācijas tehnoloģiju izmantošana veicina ātru, efektīvu, pārskatāmu informācijas nodrošināšanas un izplatīšanas procesu sabiedrībai, kā arī valsts dienestu, t.sk. pašvaldību, darbību. [1] Latvijā pašvaldību sniegtos pakalpojumus var izmantot portālā www.epakalpojumi.lv. Pakalpojumus var izmantot gan fiziskas, gan juridiskas personas.

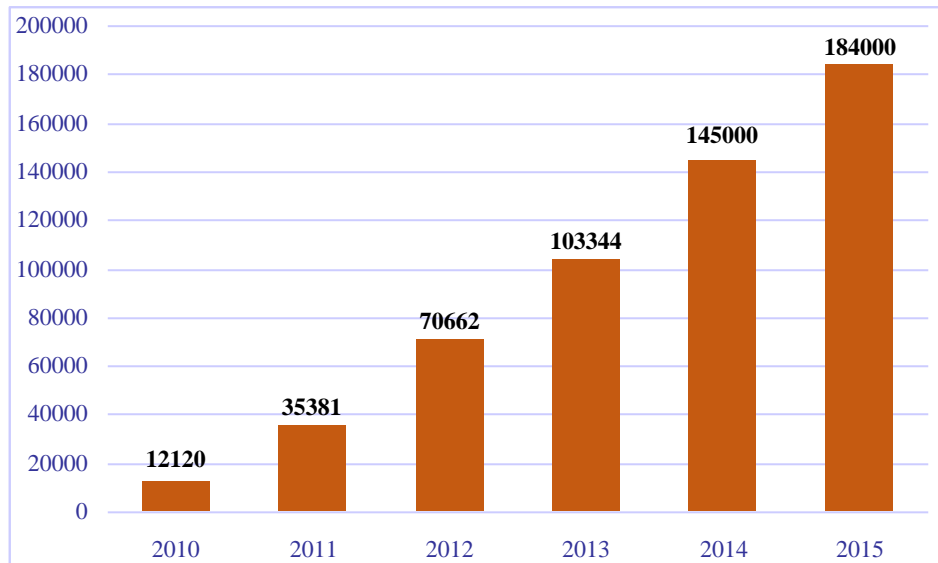
Rēzeknes novada pašvaldības pagastu pārvalžu darbības nodrošināšanai tiek izmantotas SIA „ZZ Dats” Vienotās pašvaldību sistēmas informācijas sistēmas. Vienotā pašvaldību sistēma nodrošina atsevišķu informācijas sistēmu sasaisti ar portālu www.epakalpojumi.lv, līdz ar to iedzīvotāji noteiktus pakalpojumus var izmantot elektroniski. Nekustamais īpašums ir viena no jomām, ar kuru saistītos jautājumus var nokārtot portālā www.epakalpojumi.lv, jo sasaiste ar e-pakalpojumiem ir tādām informācijas sistēmām kā nekustamā īpašuma nodokļa administrēšanas sistēmai NINO un nekustamā īpašuma nomas administrēšanas sistēmai NOMA. Rēzeknes novada pašvaldība piedāvātās e-pakalpojumu iespējas neizmanto pilnībā un e-pakalpojumi pieslēgti tikai nekustamā īpašuma nodokļa administrēšanas sistēmai.

Materiāli un metodes

Autori pētīja portāla www.epakalpojumi.lv popularitāti, tā lietošanas ieguvumus, kā arī Vienotās pašvaldību sistēmas nekustamā īpašuma nodokļa administrēšanas sistēmas NINO un nekustamā īpašuma nomas administrēšanas sistēmas NOMA e-pakalpojumu iespējas. Tika izmantotas tādas pētījuma metodes kā loģiski konstruktīvā, grafiskā, analīzes un monogrāfiskā jeb aprakstošā.

1. E-pakalpojumu pielietojums

Par to, ka e-pakalpojumi iedzīvotāju vidū kļūst arvien populārāki, liecina dati par portāla www.epakalpojumi.lv lietotāju skaitu. Lietotāju skaits katru gadu pieaug (skat. 1. attēlu).



1. attēls. Reģistrēto lietotāju skaits www.e-pakalpojumi.lv 2010.-2015. g. [2]

Attēlā redzams, ka 5 gadu laikā portālā reģistrēto lietotāju skaits pieaudzis par vairāk nekā 170000 lietotāju, kas, pēc autoru domām, ir vērā ņemama izaugsme. Pieaugums vērojams arī pašvaldību e-pakalpojumiem, par ko liecina tas, ka 2015. gadā pirmajā pusē strauju izaugsmi demonstrē tieši valsts un pašvaldību e-pakalpojumu izmantošana – pusgada laikā to iedzīvotāju vidū, kas izmanto jebkādus e-pakalpojumus, valsts un pašvaldību e-pakalpojumus izmantojuši par 7% vairāk kā iepriekšējā periodā, sasniedzot 60%. [3] Līdz ar to nav šaubu, ka lietotāju skaita pieaugums ir novērojams arī 2016. gadā.

E-pakalpojumu izmantošana sniedz priekšrocības gan pakalpojumu sniedzējam, gan saņēmējiem. E-pakalpojumu priekšrocības pakalpojuma sniedzējiem:

- Ātrums – pakalpojums vai informācija par pakalpojumu sasniedz klientu ātrāk, izmantojot internetu, nevis citus kanālus, piemēram, nosūtot informāciju pa pastu;
- Izmaksu efektivitāte – administratīvo izmaksu samazināšana, pateicoties iekšējo procesu sakārtošanai un automatizēšanai, administratīvā aparāta un sloga samazināšana.
- Kvalitāte – pakalpojumu precizitātes un aktualitātes nodrošināšana;
- Plašāks pakalpojumu saņēmēju loks - pakalpojumu var piedāvāt lielākam klientu lokam un skaitam;
- Videi draudzīgs – netiek drukāti papīra dokumenti, tiek veicināta ekonomiska resursu izmantošana;
- Komunikācijas uzlabošanās - veiksmīgāka komunikācija ar sabiedrību, lielāka informētība par lēmumu pieņemšanas procesu. [4]

E-pakalpojumu priekšrocības pakalpojuma saņēmējiem:

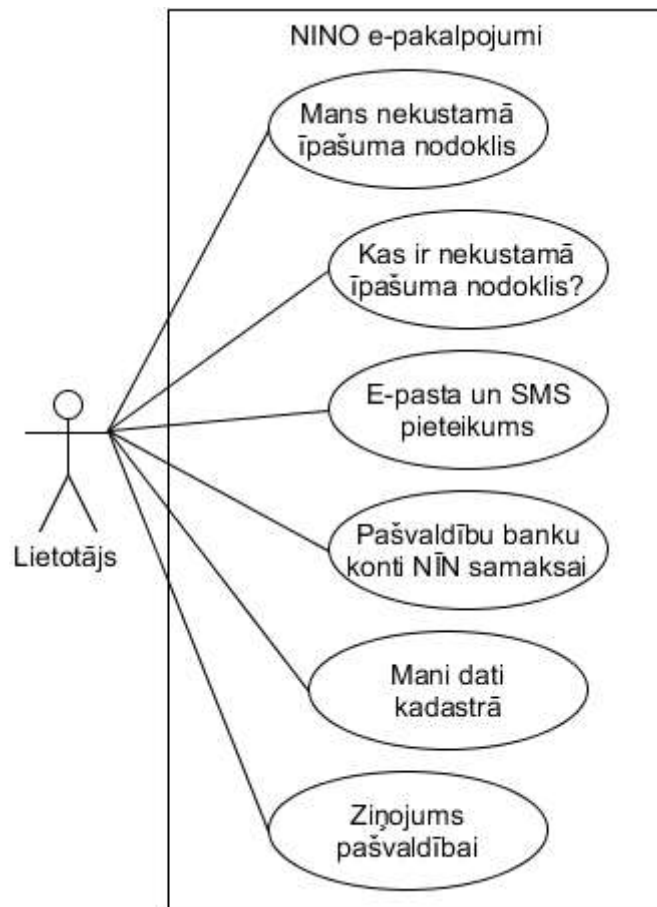
- Ērtums un ātrums – pakalpojumu pieejamība neatkarīgi no iestādes darba laika un atrašanās vietas. Ātrāka un kvalitatīvāka informācijas apmaiņa starp iestāde-iestāde un iestāde-iedzīvotājs;
- Pieejamība – pakalpojumu sniegšanas veida pielāgošana klientu interesēm un vēl personalizēta pakalpojumu sniegšana, interaktīva dialoga piedāvāšana. Pakalpojums pieejams plašākam klientu lokam un skaitam, interaktīva dialoga iespējām.
- Izmaksu efektivitāte – tiek ietaupīti papīra dokumentu sagatavošanas, transporta vai pasta izdevumi.
- Videi draudzīgs;
- Komunikācijas uzlabošanās.[4]

2. NINO e-pakalpojumi

NINO ir nekustamā īpašuma nodokļa administrēšanas sistēma, kas nodrošina tādas funkcijas kā informācijas uzskaiti, aktualizāciju un vēsturiskās informācijas saglabāšanu par nekustamā īpašuma nodokļa objektiem, nodokļu aprēķinu, maksāšanas paziņojumu sagatavošanu, maksājumu reģistrēšanu, informācijas apskati un salīdzināšanu tiešsaistes režīmā ar VZD Kadastra reģistru, pārskatu un nodokļu prognozes sagatavošanu u.c. [5]

Vienotās pašvaldību sistēmas ietvaros SIA „ZZ Dats” jau kopš 2007. gada uztur un attīsta nekustamā īpašuma nodokļa e-pakalpojumu portālā www.epakalpojumi.lv.

E-pakalpojumu pieejamības nodrošinājums iedzīvotājiem ļauj ietaupīt laiku, veikt norēķinus un atrast nepieciešamo informāciju elektroniski. E-pakalpojumu portālā pieejamās iespējas atspoguļotas kā lietojuma gadījumi (skat. 2. attēlu).



2. attēls. NINO e-pakalpojumu lietotāja lietojuma gadījumi (autoru izveidots)

Sadaļā „Mans nekustamā īpašuma nodoklis” iedzīvotāji var iegūt informāciju par maksājamo nodokli un to apmaksāt gan par sevi, gan veikt apmaksu par kādu citu personu, kā arī pieteikties maksāšanas paziņojuma saņemšanai e-pastā. Sadaļā „Kas ir nekustamā īpašuma nodoklis?” iedzīvotājiem ir iespēja iegūt informāciju par nekustamā īpašuma nodokli, normatīvajiem aktiem, kas to regulē, kā arī uzzināt dažādus jaunumus nekustamā īpašuma nodokļa jomā. Sadaļā „E-pasta un SMS pieteikums” lietotāji savai ērtībai var pieteikties uz nekustamā īpašuma nodokļa saistītās korespondences saņemšanu caur e-pastu un atgādinājumu saņemšanai SMS veidā, reģistrējot savu e-pasta adresi un iesniedzot elektronisku iesniegumu pašvaldībā. Sadaļā „Pašvaldību banku konti NĪN samaksai” var iegūt informāciju par portālam pieslēgto pašvaldību nekustamā īpašuma nodokļa nomaksas banku kontiem. „Mani dati Kadastrā” ir sadaļa, kurā pakalpojuma rezultātā iedzīvotāji saņem aktuālus Kadastra

informācijas sistēmas teksta datus par savu nekustamo īpašumu (t.sk. arī informāciju par objektiem, kas ietilpst šajā nekustamajā īpašumā) un/vai būvi, kura neietilpst neviena nekustamā īpašuma sastāvā. Sadaļa „Ziņojums pašvaldībai” paredzēta, lai nosūtītu ziņojumu izvēlētajai pašvaldībai par savu nekustamā īpašuma nodokli. [6] Lai saņemtu informāciju par savu nekustamā īpašuma nodokli, pieteiktos uz informācijas saņemšanu e-pastā un SMS veidā, kā arī, lai nosūtītu ziņojumu pašvaldībai, ir nepieciešama autorizācija. Pārējo e-pakalpojumu informāciju var saņemt bez autorizācijas. Autorizēties portālā iespējams izmantojot:

- E-paraksta viedkarti, ko izsniedz LVRTC;
- E-ID identifikācijas karti;
- Piedāvātās internetbankas.

Nekustamā īpašuma nodokļa e-pakalpojumu portālā nodrošinājuma atbalsta moduļa programmatūra tiek darbināta gan pašvaldību serveros (tādu ir 20), gan SIA „ZZ Dats” datu centrā. Moduļa uzturēšana iekļauj:

1. SIA „ZZ Dats” datu centra pakalpojumi:
 - a. serveri un to programmatūra;
 - b. sakaru tehniskais nodrošinājums;
 - c. kompetenti speciālisti;
 - d. telpas un mikroklimate;
 - e. elektroenerģija;
 - f. pieejamības nodrošinājums:
 - i. monitoringa sistēma un speciālistu gatavība incidentu (problēmu) novēršanai un to novēršana;
 - ii. datu kopēšana un atjaunošana;
 - iii. aparatūras rezervēšana;
 - iv. komunikāciju kanālu rezervēšana;
 - v. elektropievades rezervēšana.
 - g. datu centra fiziskā aizsardzība pret ievainojamību.
2. funkcionalitātes nodrošināšana:
 - a. testa vides nodrošināšana;
 - b. lietotāju atbalsts;
 - c. autorizraudzība;
 - d. speciālistu gatavība incidentu (problēmu) atrisināšanai un incidentu (problēmu) atrisināšana. [7]

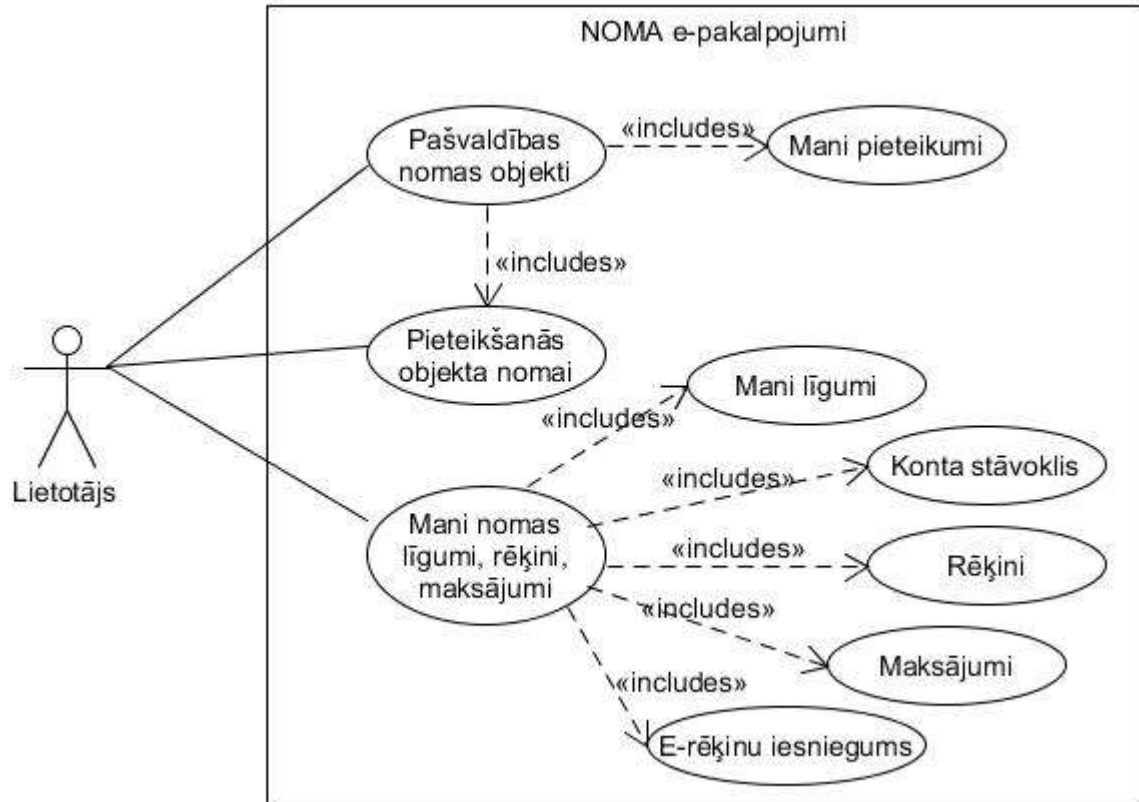
Jāpiebilst, ka NINO e-pakalpojumus iespējams izmantot visu Latvijas pašvaldību iedzīvotājiem.

Aplūkojot nekustamā īpašuma e-pakalpojumu iespējas, autori secina, ka vienu un to pašu darbību sistēmā var atrast un veikt vairākās sadaļās, kas vērtējams pozitīvi, jo visu nepieciešamo ir vieglāk atrast un izpildīt.

3. NOMA e-pakalpojumi

NOMA ir sistēma, kas paredzēta pašvaldībai piederošo nekustamo īpašumu objektu nomas administrēšanai, nodrošinot tādas funkcijas kā nomas objektu reģistru, nomnieku reģistru, nomas līgumu reģistrēšanu un uzskaiti, nomas aprēķina veikšanu, nomas rēķinu izveidošanu un to automātisku izsūtīšanu nomniekiem uz e-pastu, nomas maksājumu reģistrēšanu, kā arī dažādu atskaišu sagatavošanu. [8]

Pašvaldības, kuras izmanto SIA „ZZ Dats” izstrādāto nekustamā īpašuma nomas administrēšanas lietojumprogrammu NOMA, var tikt pieslēgtas nekustamā īpašuma nomas e-pakalpojumiem portālā www.epakalpojumi.lv. NOMA e-pakalpojumu funkcijas atspoguļotas kā lietojuma gadījumi (skat. 3. attēlu).



3. attēls. NOMA e-pakalpojumu lietotāja lietojuma gadījumi (autoru izveidots)

3. attēlā redzams, ka sistēmā iespējams pārlūkot visu ar nomas objektiem saistīto informāciju un veikt nepieciešamās darbības, piemēram, maksājumus. To pašu informāciju iedzīvotāji var saņemt, personīgi ierodoties pagasta pārvaldē. Autori uzskata, ka daudz vienkāršāk un ērtāk iedzīvotājiem ir saņemt informāciju un veikt nepieciešamās darbības, izmantojot e-pakalpojumu portālu.

Rēzeknes novada pašvaldība nav pieslēgta šiem e-pakalpojumiem, līdz ar to iedzīvotājiem jānododas uz pagastu pārvaldēm, lai saņemtu ar nekustamā īpašuma nomu saistītus pakalpojumus. Autori uzskata, ka šis pakalpojums ir jāpieslēdz, lai nodrošinātu iedzīvotājiem modernizētu un ērtu iespēju pārlūkot un pieteikties uz pagasta nomas objektiem.

Nomas e-pakalpojumi ietilpst Vienotās pašvaldību sistēmas uzturēšanas līguma cenā, līdz ar to pašvaldībai un pagasta pārvaldei nerastos papildus izmaksas, pieslēdzot šo pakalpojumu. Pieteikšanās pieslēgšanai e-pakalpojumiem ir ļoti vienkārša - jāizpilda un jāiesūta caur e-pastu vai pa faksu iesniegums pašvaldības nekustamā īpašuma nomas datu publicēšanai portālā www.epakalpojumi.lv, norādot informāciju par pašvaldību (nosaukums, adrese, tālruna nr.) un dati (vārds, uzvārds, personas kods) par lietotājiem, kuriem piešķirt administrēšanas tiesības.

Autori iesaka piešķirt administrēšanas tiesības katra pagasta atbildīgajai personai par nekustamajiem īpašumiem un to nomu. Līdz ar to konkrētais speciālists būtu atbildīgs par nomas objektiem savā pagastā un par informāciju, kas saistīta ar šiem objektiem, nodrošināšanu un pārvaldību portālā www.e-pakalpojumi.lv.

Pieslēgšanās NOMA e-pakalpojumiem nodrošina dažādas iespējas un ieguvumus gan pašvaldībai, gan iedzīvotājiem:

1. Pašvaldības brīvo nomas objektu publicēšana

- Pašvaldībai:

- Pašvaldības brīvo nomas objektu publicēšana portālā, publicējamus objektus un par tiem publicējamo informāciju norādot lietojumprogrammā NOMA;
 - Iedzīvotājiem:
 - Pašvaldības brīvo nomas objektu datu aplūkošana;
 - Objektu aplūkošana kartē;
 - Pašvaldības brīvo nomas objektu meklēšana;
2. Pieteikšanās uz brīvo objektu nomu
- Pašvaldībai:
 - Iespēja NOMA lietojumprogrammā redzēt iedzīvotāju saņemtos pieteikumus (iespēja uzkrāt informāciju par pretendentiem uz nomu, lai varētu informēt par izsoles par konkrētā nekustamā īpašuma objekta nomu norisi);
 - Iedzīvotājiem:
 - Iespēja pieteikties uz nekustamā īpašuma objekta nomu;
3. Nomas līgumi, rēķini, maksājumi
- Iedzīvotājiem:
 - Iedzīvotāja nomas līgumu datu aplūkošana;
 - Atgādinājumu par tuvojošos līguma beigu termiņu saņemšana;
 - Nomas līgumu konta stāvokļa aplūkošana;
 - Nomas rēķinu aplūkošana;
 - Veikto nomas maksājumu aplūkošana;
 - Maksājumu veikšana no portāla;
 - Pieteikšanās elektroniskai nomas rēķinu saņemšanai. [9]

Kā redzams portālā www.epakalpojumi.lv, tad NOMA e-pakalpojumus kopumā izmanto tikai 23 pašvaldības.

Secinājumi

1. E-pakalpojumi ir ātrs, ērts un vienkāršs veids, kā saņemt pašvaldību sniegtos pakalpojumus un informāciju nekustamā īpašuma jomā jebkurā vietā un laikā.
2. E-pakalpojumu sniegšana nav atkarīga tikai no pašvaldības vēlmēm un iespējām. E-pakalpojumu ieviešanas veiksmē atkarīga no iedzīvotāju informētības par e-pakalpojumu pieejamību un vēlmes pāriet no tradicionālās komunikācijas uz komunikāciju e-vidē. Nezināšanas vai nevēlēšanās izmantot e-pakalpojumus dēļ daļa iedzīvotāju var turpināt izmantot tradicionālo komunikācijas formu, kas var būtiski samazināt e-pakalpojumu ieviešanas efektivitāti un gaidītos rezultātus.
3. Pašvaldībām jāinformē iedzīvotāji par e-pakalpojumu izmantošanas iespējām un ieguvumiem, lai paaugstinātu e-pakalpojumu lietotāju skaitu un efektivitāti.
4. Rēzeknes novada pašvaldībai jāpiesakās uz nekustamā īpašuma nomas e-pakalpojumiem portālā www.epakalpojumi.lv, lai iedzīvotāji elektroniski varētu pārlūkot novadā esošos nomas objektus, pieteikties uz nomu, kā arī veikt maksājumus. Pieslēgšanās ietaupīs gan iedzīvotāju, gan pagasta pārvalžu darbinieku laiku. Iedzīvotāji no visas Latvijas varēs uzzināt par nomā esošiem objektiem, savukārt pārvalde ātrāk atradīs nomniekus.

Summary

The development of information and communication technologies has enabled people to use certain services online more and more. Epakalpojumi.lv, a portal, which includes multiple integrated e-services, is gaining popularity. This portal also offers real estate related e-services connected to the local government's systems – real estate tax administration system NINO and real estate lease administration system NOMA. „ZZ Dats” is the developer of these systems; the company also performs maintenance. These company created systems are component parts of the unified local government system.

NINO e-services provide people with such services as payment of real estate tax for oneself or another person, receipt of payment notifications via e-mail, receipt of information regarding real estate tax, its regulations, information about real estate tax payment accounts of the local governments connected to the portal, topical cadastre information system text data about user's real estate as well as an option to send notifications to a local government.

Users of NOMA e-services can view local government leaseholds, apply for a lease as well as review information about their contracts, payments, account status and bills.

Use of e-services provides benefits to both the local government and the inhabitants. Local government clerks do not have to manually input the information into the system, because the payments and other actions performed on www.epakalpojumi.lv are automatically displayed in NINO and NOMA systems. Main benefits of the inhabitants are saving of time and convenience, because one can perform the necessary actions without leaving home. Moreover, people can easily obtain the information they require and follow news at any place and any time.

Rezekne region local government only uses NINO e-services, but for the inhabitant convenience it would be necessary to also join the NOMA e-services. It will not cause additional expenses as NOMA e-services are included in the maintenance agreement cost of the Unified local government system.

Literatūra

1. Bhatt, N. (2007). E-Governance Frameworks – Agenda Ahead. *Dunarea de Jos*, pp. 71. Retrieved February 28, 2016, from <http://www.ann.ugal.ro/eco/Doc%202007/Nityesh%20Bhatt.pdf>
2. Jekimova, V., (15.09.2015). *epakalpojumi.lv* reģistrēto lietotāju skaits. <http://www.zzdats.lv/wp-content/uploads/2015/06/Integr%C4%93tu-e-pakalpojumu-ievie%C5%A1ana.pdf>, sk. 23.03.2016.
3. Daugulis, A. (24.07.2015). *Latvijā vairāk nekā puse interneta lietotāju izmanto valsts e-pakalpojumus*. <https://www.epakalpojumi.lv/Actual.aspx?id=726>, sk. 23.03.2016.
4. SIA „Baltijas konsultācijas”. (2012). *Priekšizpēte „E-pakalpojumu kā pašvaldības iestāžu darbības efektivitātes paaugstināšanas priekšnoteikuma attīstības iespējas Salaspils novadā”. Pētījuma rezultātu ziņojums*. http://www.sif.gov.lv/nodevumi/nodevumi/5119/Salaspils_Zinojums_Epak.pdf, sk. 24.03.2016.
5. SIA „ZZ Dats”. [b. g.]. *Nekustamā īpašuma nodokļa administrēšana NINO*. <http://www.zzdats.lv/risinajumi/nekustama-ipasuma-nodokla-administresanas-sistema/>, sk. 24.03.2016.
6. *Nekustamais īpašums*. <https://www.epakalpojumi.lv/Category.aspx?cat=NIP>, sk. 28.03.2016.
7. SIA „ZZ Dats”. (2014). *ZZ Dats vienotā pašvaldību sistēma (VPS)*. [http://www.lps.lv/images/resources/file/Videoierakstu%20pielikumi/ZZ%20Dats%20Vienot%C4%81%20Pa%C5%A1vald%C4%ABbu%20Sist%C4%93ma%20\(VPS\).pdf](http://www.lps.lv/images/resources/file/Videoierakstu%20pielikumi/ZZ%20Dats%20Vienot%C4%81%20Pa%C5%A1vald%C4%ABbu%20Sist%C4%93ma%20(VPS).pdf), sk. 28.03.2016.
8. SIA „ZZ Dats”. (2015). *Lietojumprogrammas NOMA demonstrācija*. <http://www.zzdats.lv/lietojumprogrammas-noma-demonstracija/>, sk. 28.03.2016.
9. Jokste, L. (30.09.2014). *Efektīva pašvaldības nekustamā īpašuma nomas administrēšana*. <http://www.zzdats.lv/wp-content/uploads/2014/10/Efekt%C4%ABva-pa%C5%A1vald%C4%ABbas-nekustamo-%C4%ABpa%C5%A1umu-nomas-administr%C4%93%C5%A1ana.pdf>, sk. 28.03.2016.

DATORA LOKĀLO MAĢISTRĀĻU SALĪDZINĀJUMS COMPARISON OF COMPUTER LOCAL BUSES

Autors: **Oskars Čīzevskis**, e-pasts: o.cizevskis@inbox.lv, +37122403109
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing.,prof.**, e-pasts:peteris.grabusts@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *The author in this work provides insight into computer local buses. Themes which are discussed is breakdown by functional significance, data bus, address bus, control bus, description of SATA, PCI Express, HDMI buses, Intel Matrix Storage Technology, Intel Turbo Memory with User Pinning. Also was made the conclusions.*

Keywords: *HDMI bus, Intel Matrix Storage Technology, Intel Turbo Memory with User Pinning, PCI Express bus, SATA bus*

Ievads

Maģistrāle ir vadu kopums, kas nodrošina informācijas plūsmu no vienas datora komponentes uz citu. Maģistrāļu galvenie raksturlielumi: maģistrāles platums (norāda datu daudzumu, ko iespējams vienlaikus pārraidīt, 16 bitu plata maģistrāle spēj vienlaicīgi pārraidīt 16 bitus datu), maģistrāles caurlaidspēja (Mhz). Datu maģistrāle pārraida datus, bet adrešu maģistrāle pārraida informāciju par to, uz kuriem nepieciešams pārraidīt datus.

Īss skaidrojums

Datorā eksistē vairākas līnijas, ar kuru palīdzību sistēmas ietvaros notiek informācijas apmaiņa. Šīs līnijas sauc par maģistrālēm (*Bus*). Galvenais maģistrāli raksturojošais lielums ir tās bitu skaits (maģistrāles platums), kas norāda to, cik biti paralēli pa to var pārvietoties.

Iedalījums pēc funkcionālās nozīmes

Datu maģistrāle

Pa šo maģistrāli notiek datu apmaiņa starp procesoru, slotos ievietotajām papildus kartēm un atmiņu. Īpaša nozīme šeit ir DMA (*Direct Memory Access*) kontrolierim. DMA kontrolieris vada datu transportēšanu, apejot CPU. DMA kontrolieris parasti ir mikroshēmas 82C206 sastāvdaļa, un tas nodrošina datu pārraides ātrumu 2 Mb/s. Datu maģistrāles platums var būt 8, 16, 32 vai 64 biti.

Adrešu maģistrāle

Lai dati nokļūtu vajadzīgajā vietā, ir jānorāda arī adrese, kur tos nogādāt. Pārsvārā dati nogādājami atmiņā (RAM). Tā kā katrai RAM šūnai ir nepieciešama sava adrese, tad procesora adresējamo atmiņas apjomu nosaka adrešu maģistrāles platums. 8088 procesora adrešu maģistrāle ir 20 biti un adresējamais atmiņas apjoms - 1 MB. 8026 procesoram tā tika palielināta līdz 24 bitiem, bet 386 un visiem nākamajiem tā ir 32 biti, kas ļauj adresēt 4 GB atmiņas. Taču šobrīd pastāv arī 64 biti, kas tīri teorētiski Windows operētājsistēmai sniedz iespēju adresēt līdz pat 8 Tb operatīvās atmiņas.[1]

Vadības maģistrāle

To, kam nosūtītie dati ir domāti un kur tie ir jānosūta, norāda kontroliera maģistrāle, kuru sauc par vadības jeb sistēmas maģistrāli. Sistēmas maģistrāles galā atrodas 5 - 8 papildkaršu pieslēgvietas. Tajās var ievietot videokarti, virknes un paralēlās pieslēgvietas, skaņas karti u.c. Sloti savieno šīs kartes ar sistēmas maģistrāli. Pieslēgvietu ārējais izskats un konstrukcija ir atkarīga no sistēmas maģistrāles.

SATA, PCI Express, HDMI maģistrāļu apraksts

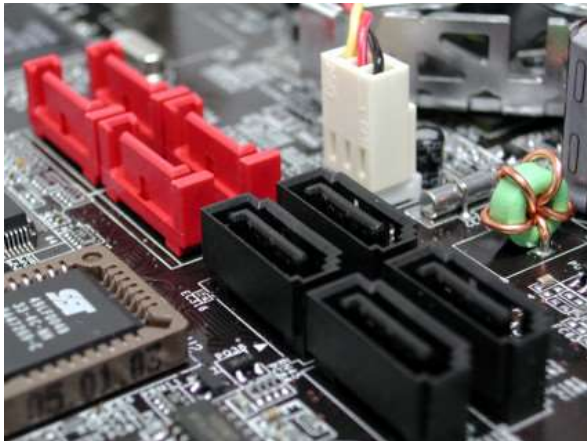
SATA maģistrāle

Serial ATA (SATA) maģistrāle ir attīstījusies no Parallel ATA (IDE) fiziskās glabātavas saskarnes no paralēlās kopnes uz seriālās kopnes arhitektūru. Seriālā arhitektūra pārvar elektriskos ierobežojumus, kas ierobežoja veiktspējas, ātruma uzlabojumus ATA maģistrālei. Kā arī SATA nodrošināja labi definētu ceļu uz augstāka līmeņa veiktspēju.

SATA (skatīt 1.attēlu) ir primārais atmiņas iekārtu starpsavienotājs galda un mobilajiem datoriem, kas nodrošina savienojumu starp iekārtu un datu nesējiem vai datu nesējus nolasošajām iekārtām, piemēram, HDD, SSD, optiskie diskdziņi, noņemamās magnētiskās multivides iekārtas. Tāpat Serial ATA datu nesējiem ir liela nozīme korporatīvajos risinājumos, kas ļauj integrēt lielāku ietilpību un ir ekonomiski efektīvs risinājums datu glabāšanai. Tāpat arī SATA SSD datu nesēji paver jaunas iespējas veiktspējā.[2]

Uz šo dienu SATA maģistrāle atbalsta 3 maksimālos datu pārraides ātrumus. SATA līdz 1.5 Gb/s, SATA II līdz 3 Gb/s un SATA III līdz 6 Gb/s (salīdzinājumu skatīt 2.tabulā). Viena no papildiespējām ir Hot Plug, kas ļauj fiziski pieslēgt un atslēgt datu nesējus, kad dators darbojas, netraumējot ne iekārtas, ne datu nesējus. Tāpat pastāv arī eSATA (external Serial ATA), kas dod iespēju, pievienot iekārtas ar kabeli (skatīt 2.attēlu), kam garums ir līdz 2 metri nemazinot datu integritāti un veiktspēju.[3]

PCI Express maģistrāle



1.att. : SATA saskarne uz pamatplates



2.att.SATA saskarnes savienotājsvadi

PCI Express maģistrāle (Peripheral Component Interconnect Express, vēl minēts kā PCI-E vai 3GIO - "Third Generation I/O"), ir savienojamības maģistrāle, kas paredzēta paplašināšanas karšu pievienošanai. Maģistrāle tika izstrādāta 2002. Gada jūlijā. Atšķirībā no PCI maģistrāles, kas darbojas ar paralēlo saskarni, PCI Express kopne darbojas izmantojot seriālo saskarni, kas ļauj sasniegt daudz lielāku datu caurlaidspēju nekā PCI maģistrālei.

PCI Express maģistrāles raksturojums

PCI-E kopne tika izstrādāta dažādās versijās (1X, 2X, 4X, 8X, 12X, 16X un 32X), kas nodrošina datu caurlaidspēju sākot ar 250 Mb/s līdz 8 Gb/s (salīdzinājumu skatīt 2.tabulā). Ja salīdzina PCI-E un AGP kopnes, tad izstrādes izmaksas ir aptuveni vienādas, taču AGP maģistrāles maksimālā caurlaidspēja ir 2.11 Gb/s.

PCI Express spraudņi

PCI-E spraudņi nav savienojami ar vecajām PCI pieslēgvietām. Tām ir gan atšķirīgs izmērs, gan samazināta strāvas padeve.

PCI Express 1X spraudnim ir 36 kontakti un tas ir paredzēts augstas caurlaidspējas ievada/izvada procesiem.

PCI Express 4X spraudnim ir 64 kontakti, un tas paredzēts izmantošanai serveros.

PCI Express 8X spraudnim ir 98 kontakti un tas paredzēts izmantošanai serveros.

PCI Express 16X spraudnim ir 164 kontakti, tas ir 89 mm garš un paredzēts grafisko adapteru lietošanai.

Tāpat PCI Express standarts tika izstrādāts, lai arī aizvietotu PC Card tehnoloģiju (PCMCIA) ar PCI Express Mini Card konektoriem. Kā arī, atšķirībā no PCI maģistrāles, kas var tikt izmantota tikai iekšējo savienojumu veidošanai, PCI Express var savienot arī ar ārējām ierīcēm, izmantojot tam paredzētus vadus.[4]

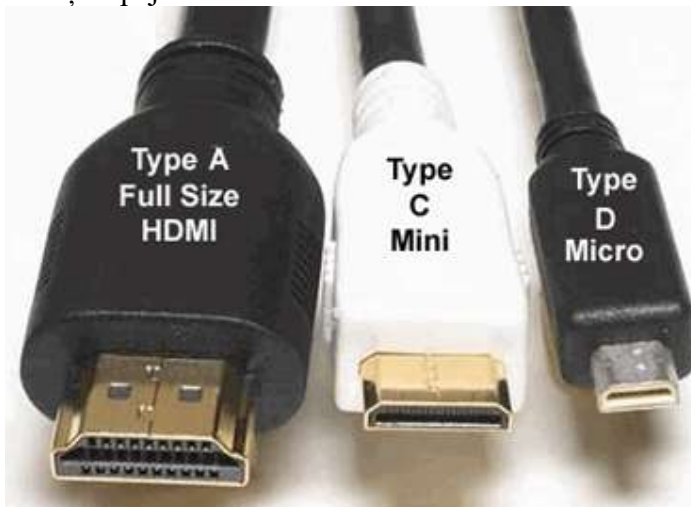
HDMI maģistrāle

HDMI (High-Definition Multimedia Interface) ir audio un video digitālā saskarne, kas nodrošina viena kabeļa risinājumu mājās kino zālēm un patērētāju elektroniskajam nodrošinājumam, piemēram, TV, Blu-ray/DVD atskaņotāji u.c. Saskaņā ar izstrādāto 2002. gadā, viens HDMI kabelis aizstāja deviņus analogos audio un video kabeļus (HDMI kopnes versiju salīdzinājumu skatīt 1.tabulā).

HDMI atbalsta nesaspiektu 192 kHz, 8 kanālu un 24 bitu audiosignālu un, kā arī video izšķirtspēju līdz 4096x2160. Tas arī nodrošina kopēšanas aizsardzību, A/V aparatūras kontroli, strāva 5v, savienojams ar DVI un DisplayPort saskarnēm.

Izplatītākie 19 kontaktu savienotāji:

A tips izmantojas TV un mājas kino zāļu aprīkojumā, C un D tips (skatīt 3.attēlu) izmantojas videokamerās un mobilajos telefonos. Drošāks tips E izmantojas automašīnās. Tips B atbalsta divkanālu DVI izšķirtspēju.



3. att. HDMI kopnes savienotāji

1.tabula

HDMI kopnes versijas[5]

Versija	Izlaiduma datums	Apraksts
HDMI 1.0	2002. gada 27. decembris	<ul style="list-style-type: none"> Maksimālā datu caurlaidspēja 4,9 Gbit /s. Videokanāla maksimālā caurlaidspēja 165 Mpix/s (1080p @ 60 Hz vai UXGA) un 8 kanālu audio (192 kHz/24 biti).
HDMI 1.1	2004. gada 26. maijs	<ul style="list-style-type: none"> Realizēta audio aizsardzības funkcija, kas nepieciešama DVD-Audio atskaņošanai.

Versija	Izlaiduma datums	Apraksts
HDMI 1.2	2005. gada 17. augusts	<ul style="list-style-type: none"> Izstrādāts HDMI A tipa savienotājvads, kas pilnībā atbalsta visus formātus displejiem un PC avotiem. Pievienota iespēja PC izmantot standarta krāsu telpu RGB, taču saglabājot YCbCr CE krāsu telpas atbalstu. Ieviesta prasība displejiem ar HDMI 1.2 un jaunākām versijām jāatbalsta mazvoltāžas avoti, piemēram, uz PCI Express ievada/izvada bāzes.
HDMI 1.2a	2005. gada 19. decembris	<ul style="list-style-type: none"> Papildināts ar CEC (Consumer Electronic Control) tālvadības protokola īpatnību un komandu kopas pilnīgu atbalstu.
HDMI 1.3	2006. gada 22. jūnijs	<ul style="list-style-type: none"> Paaugstināta sinhronizācijas frekvence no 165 līdz 340 MHz, kas dod iespēju paaugstināt caurlaidspēju no 4.95 Gbit/s līdz 10.2 Gbit/s; Papildināts ar Deep Color atbalstu (30, 36, 48 bitu. 10, 12 vai 16 biti uz katru RGB komponentu); Automātiskā video un audiosignāla sinhronizācija; Ciparu audiosignāla D1by HD un DTS-HD jaunu formātu atbalsts; Izstrādāts jauns mini-savienotājs, kas paredzēts portatīvajām iekārtām, piemēram, kamerām; Versija 1.3b – iespēja pārvaldīt sadzīves tehniku;
HDMI 1.4	2009. gada 22. maijs	<ul style="list-style-type: none"> Uzlabots izšķirtspējas atbalsts (4K x 2K (3840×2160 ar 24/25/30 Hz un 4096×2160 ar 24 Hz)) Realizēta iespēja Fast-Ethernet savienojumam(100 Mbit/s) izmantojot HDMI Ethernet Channel, HEC; Papildināts ar Reversīvā audiokanāla tehnoloģiju (ARC); Izstrādāts jauna saskarne miniatūrām iekārtām – microHDMI; 3D attēlu atbalsts;
HDMI 1.4a	2010. gada 4. marts	<ul style="list-style-type: none"> Uzlabots 3D attēlu atbalsts. Jauni obligātie režīmi Side-by-Syde un Top-and-Bottom apraides saturam papildus obligātajiem formātiem 1.4 versijā. Izmantojot šos abus obligātos režīmus, 1.4a nodrošina iekārtu savienojamības līmeni, kas paredzēts 3D satura datu pārraidei izmantojot HDMI savienojumu. Filmām (Blu-ray) - Frame Packing - 1080p @ 23.98/24 Hz Datorspēlēm - Frame Packing - 720p @ 50 or 59.94/60 Hz Televīzijai - Side-by-Side Horizontal - 1080i @ 50 or 59.94/60 Hz - Top-and-Bottom 720p @ 50 or 59.94/60 Hz - 1080p @ 23.97/24 Hz <p>3D-formātu izmantošana: Displejiem – jāatbalsta visi obligātie formāti; Komutatoriem, habiem – jāatbalsta visus obligātos formātus, jāspēj tos pareizi apstrādāt; Avoti (Blu-ray atskaņotāji, spēļu konsoles, TV dekoderi) – jāatbalsta vismaz viens obligātais formāts;</p>

Arhitektūras maģistrāļu darbības uzlabošanai Intel Matrix Storage Technology

Intel Matrix Storage Technology ir datora datu nesēju tehnoloģija, kuru izstrādāja Intel.

Tā ir programmaparatūra (programmas, kas ir ierakstītas skaitļošanas ierīces lasāmatmiņā (ROM-Read Only Memory), kā arī tās tiek pievienotas ražošanas procesā, lai lietotājs varētu to izmantot iekārtā), nevis aparatūra vai programmatūra), tehnoloģija darbojas ar RAID masīviem.

Intel Turbo Memory with User Pinning

Intel Turbo Memory with User Pinning pirmo reizi tika prezentēta 2005. gadā. Tehnoloģijas mērķis – maksimāli saīsināt laiku no strāvas padošanas datoram, līdz tas ir gatavs darbam, jeb maksimāli ieslēgt datoru līdz tam brīdim, kad tas ir gatavs darbam. Darbības princips – bieži izmantotos failus pārnes uz flash atmiņu, kas tādā veidā samazina pieprasījumu daudzumu cietajam diskam, tāpat arī flash atmiņai ir mazāks pieejas laiks un enerģijas patēriņš.

Opcija User Pinning dod iespēju pašam lietotājam izvēlēties, kādi faili tiks saglabāti šajā flash atmiņā. Piedāvājumā ir 2 Gb un 4 Gb iekārtas. Tehniski nodrošina ar 2 Intel NAND Flash Memory mikročipiem ar kapacitāti 1 Gb vai 2 mikročipiem ar kapacitāti 2 Gb.[6]

2.tabula

Maģistrāļu salīdzinājums

Maģistrāle	Izlaiduma gads	Maģistrāles platums (Bus width)	Frekvence (Frequency)	Datu caurlaidspēja	Maksimālais datu pārraides ātrums	Savienojamība ar iepriekšējām versijām
SATA I	2001.gads	1 bits	1500 MHz	1.5 Gbit/s	150 MB/s	-
SATA II	2004.gads	1 bits	3000 MHz	3.0 Gbit/s	300 MB/s	Atgriezeniski savienojams ar SATA I
SATA III	2007.gads	1 bits	6000 MHz	6.0 Gbit/s	600 MB/s	Atgriezeniski savienojams ar SATA II un SATA I
PCI Express 1X	2004.gads	1 bits	2500 MHz	2.5 Gbit/s	250 MB/s	PCI E 1X iekārtas iespējams izmantot ar PCI E 4X, 8X, 12X, 16X un 32X kopnēm
PCI Express 4X	2004.gads	4 biti	1000 MHz	2.5 Gbit/s	1000 MB/s	PCI E 4X iekārtas iespējams izmantot ar PCI E 8X, 12X, 16X un 32X kopnēm
PCI Express 8X	2004.gads	8 biti	2000 MHz	2.5 Gbit/s	2000 MB/s	PCI E 8X iekārtas iespējams izmantot ar PCI

Maģistrāle	Izlaiduma gads	Maģistrāles platums (Bus width)	Frekvence (Frequency)	Datu caurlaidspēja	Maksimālais datu pārraides ātrums	Savienojamība ar iepriekšējām versijām
						E 8X, 12X, 16X un 32X kopnēm
PCI Express 16X	2004.gads	16 biti	4000 MHz	2.5 Gbit/s	4000 MB/s	PCI E 16X iekārtas iespējams izmantot ar PCI E 16X un 32X kopnēm
HDMI 1.0	2002.gads	24 biti	165 MHz	4.9 Gbit/s	1600 MB/s	-
HDMI 1.3	2006.gads	24 biti	340 MHz	10.2 Gbit/s	3400 MB/s	Atgriezeniski savienojams ar vecākām versijām
HDMI 1.4	2009.gads	24 biti	340 MHz	10.2 Gbit/s	3400 MB/s	Atgriezeniski savienojams ar vecākām versijām
HDMI 1.4a	2010.gads	24 biti	340 MHz	10.2 Gbit/s	3400 MB/s	Atgriezeniski savienojams ar vecākām versijām

Summary

Breakdown by functional significance: Data bus – bus for transferring data, Address bus – bus for transferring addresses of data. ISA bus (Industrial Standard Architecture) is the oldest bus what was introduced by IBM. This type has 8 or 16-bit bus and about 8-10 MHz clock frequency.

SATA bus is general interconnection between storage devices and desktop and mobile computers. SATA provide connection between storage devices, optical drives and others. Also Serial ATA storage media plays an important role in corporate solution that allows you to integrate larger capacity and is an economically efficient solution for data storage.

PCI Express bus is connection bus, what is used to connect extension cards. Bus was introduced in July of 2002. Unlike the PCI bus, PCI Express bus works with serial interface. It was introduced for extension cards and video adapters.

HDMI (High-Definition Multimedia Interface) is a digital audio and video interface that provides a single cable solution for home cinema product and consumer electronic systems, such as TV, Blu-ray / DVD players, etc. The interface developed in 2002, one HDMI cable replaced nine analog audio and video cables.

HDMI supports uncompressed 192 kHz, 8-channel and 24-bit audio and the video resolution of up to 4096x2160. It also provides copy protection, the A / V hardware control current 5V compatible with DVI and DisplayPort interfaces.

Intel Matrix Storage Technology computers storage devices technology, what was introduced by Intel.

It's firmware what is installed in read-only memory (ROM) and It is added during the manufacturing process, so that the user can use It in machine), the technology works with RAID arrays.

Intel Turbo Memory with User Pinning was first presented in 2005. Technology goal - maximum shorten the time of handing power to the computer until it is ready for use, or the maximum turn on your computer and the time when it is ready for use. Operating principle - frequently used files transferred to the flash memory, in this way was reduced a requests count to hard drive, as well as flash memory has less access time and power consumption.

Secinājumi

Veicot apkopotās informācijas apkopšanu un analīzi, var secināt:

1. Lai iegūtu maksimālo veiktspēju, veicot uzlabojumus kādām no sistēmas sastāvdaļām, jāveic arī citām, kas ir tieši saistītas;
2. Katra maģistrāle izstrādāta dažādām vajadzībām: SATA – datu nesēju, optisko diskdziņu iekārtu pieslēgšanai, HDMI – video un audio signālu pārnesei, PCI Express – grafisko adapteru pieslēgšanai, izmantošanai serveros, paplašinošo karšu pieslēgšanai;
3. Lielākai ātrdarbībai un veiktspējai ir iespējams ne tikai mainīt komponentes uz citām, bet arī izmantot funkcijas, kuras izstrādātājs ir ieviesis izmantojot programmaparatūru;
4. Ātrdarbību nosaka ne tikai maģistrāles, bet arī iekārtas, ar kurām tās darbojas, piemēram, SATA maģistrālei pieslēdzot HDD (Hard Disk Drive), veiktspēja un ātrdarbība būs krietni zemāka, ja HDD vietā tiktu izmantots SSD (Solid State Drive) ;

Bibliography

1. <http://hpc.rtu.lv/lv/node/393>
2. <http://www.overclock.net/t/1489684/ssd-interface-comparison-pci-express-vs-sata>
3. <http://www.sierra-cables.com/cables/Copper/SATA.aspx>
4. <http://ccm.net/contents/402-pci-express-bus-pci-e>
5. http://www.proximasp.ru/high-definition_multimedia_interface.html
6. <http://www.mypay-computers-credit.com/computer-hardware/intel-turbo-memory-with-user-pinning/>

PĒTĪJUMS PAR LĀZERMARKĒŠANAS KANĀLU ĢEOMETRISKO IZMĒRU ATKARĪBU NO STAROJUMA PARAMETRU IZMAIŅĀM UZ NERŪSĒJOŠA TĒRAUDA

RESEARCH OF LASER MARKING CHANNEL GEOMETRICAL DIMENSIONS DEPENDENCE OF CHANGE OF LASER RADIATION PARAMETERS ON STAINLESS STEEL

Autori: **Vitālijs Dunkins**, e-pasts: dvitaly2@inbox.lv, +37126372733, **Jurijs Komkovs**, e-pasts: ljurixl@inbox.lv, +37126127773, **Pavels Narica** e-pasts: pavels.narica@rta.lv, +37129273276, **Jānis Valiniks** e-pasts: janis.valiniks@inbox.lv, +37126146246
Zinātniskā darba vadītāji: **Andris Martinovs, Dr.sc.ing. asoc. profesors, Edmunds Teirumnieks, Dr.sc.ing. profesors, Ļubomirs Lazovs, Dr.-Ing. prof.**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *Publication describes results of the stainless steel laser marking, which shows relationship between geometry of the treated surface and parameters of the laser radiation, such as power, pulse frequency, and processing speed.*

Keywords: *geometry, laser marking, stainless steel, surface.*

Ievads

Pēdējos gados ļoti aktīvi attīstās lāzertehnoloģijas. Tās tiek pielietotas, visdažādākās nozarēs: metālapstrādē, medicīnā, izklaidē u.c. Metālapstrādē tās izmanto metāla griešanā, gravēšanā, marķēšanā, rūdīšanā un citās sfērās. Pētījumi tiek veikti dažādās jomās, un tie atrod jaunus pielietojuma vietas un veidus. Daudz pētījumu ir saistīti ar marķēšanu un gravēšanu, piemēram, dažādu materiālu gravēšana, marķēšana un krāsainā marķēšana.

Rakstā „Aluminum alloy nanosecond vs femtosecond laser marking” tiek apskatītas atšķirības starp alumīnija marķēšanu ar nanosekundes lāzeri un femtosekundes lāzeri. Pēc teorijas femtosekundes lāzeriem būtu kvalitatīvāk jāmarķē. Tas tāpēc, ka femtolāzeris var koncentrēt lielāku enerģiju uz laukuma vienību. Šis raksts paredzēts, lai noteiktu un apspriestu mikrostrukturālas un funkcionālas atšķirības starp virsmām, uz kurām tika veikti eksperimenti ar divu lāzeru palīdzību. Tika izmantots nanolāzeris: Nd:YAG Trumpf VectorMark TruMark Station 1000 (viļņa garums 1064 ns; vidējā jauda 5.5 W; impulsa enerģija ~ 0.5 mJ), femtolāzeris: Clark CPA-2101 (viļņa garums 775 ns; vidējā jauda 1.3-1.5 W; impulsa enerģija >700 μJ). [1]

Citā rakstā „Controlled nanostructures formation by ultra fast laser pulses for color marking” autori apraksta kā ļoti īss impulss ietekmē nerūsējošu tērauda virsmas nanostruktūru. Šajā pētījumā tika izmantots Ti:Sa lāzeris ar impulsu 150 fs, un frekvenci 5 kHz, stara diametrs bija robežās no 5 līdz 100 μm. Materiāls – 316L nerūsējošais tērauds. Darbā var apskatīt rezultātus kā mainās virsmas nanostruktūra un krāsa atkarībā no lāzera jaudas un apstrādes ātruma.[2]

Līdzīga tēma tiek apskatīta arī rakstā „Controlled oxide films formation by nanosecond laser pulses for color marking”. Tur izmanto lāzeri, ar sekojošiem parametriem: viļņa garums $\lambda = 1.06 \mu\text{m}$, impulsa ilgums $\tau = 100 \text{ ns}$, frekvence $f = 20\text{-}99 \text{ kHz}$, ātrums V no 1 līdz 250 mm/s. Eksperimenta materiāls nerūsējošais tērauds AISI 304 markas. Rezultatā tika iegūti režīmi, kas dod krāsainas krāsas uz nerūsējoša tērauda virsmas.[3]

Autori Amara E.H., Haïd F., Noukaz A. savā rakstā „Experimental investigations on fiber laser color marking of steels” izmanto faiber lāzeri. Rezultāts tika analizēts ar elektronisko mikroskopu un spektroskopijas palīdzību. Rezultāti atspoguļoti gan attēlos, gan tabulās: krāsu atkarība no lāzera stara parametriem.[4]

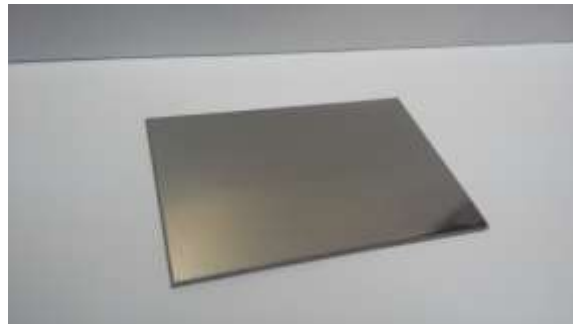
Šajā rakstā tiks apskatīts, kā mainās lāzera atstātās rievīņas ģeometriskie izmēri atkarībā no lāzera parametriem.

Materiāli un metodes

Materiāls. Nerūsējošais tērauds ir tērauds, kas ir korozijizturīgs dažādās vidēs, piemēram, gaisā, ūdenī, kā arī dažādās agresīvās vidēs. To iegūst, sakausējot dzelzi ar dažādiem metāliem. Nerūsējošais tērauds ir vairāku metālu grupa, kuriem kopējas sekojošas īpašības: galvenā tā sastāvdaļa ir dzelzs ($> 50\% \text{ Fe} = \text{„tērauds”}$) un vismaz 10–12% hroms (Cr). Parastākajam sakausējuma veidam nav nepieciešami citi metāli, lai to uzskatītu par „nerūsējošo tēraudu”, jo visparastākajā nerūsējošā tērauda paveidā (EN 1.4003) ir tikai 10,5% Cr, bet pārējo daļu veido dzelzs. [5]

Par pētāmo paraugu tiek ņemts nerūsējošais tērauds AISI 304. Plāksnītes tiek sagrieztas ar giljotīnas palīdzību 80x50x1.5 mm izmērā un viena puse pulēta līdz spoguļvirsmai (1.att.). Lai ar mikroskopu izmērītu lāzerapstrādes dziļumu, jānodrošina perpendikularitāti starp pulēto virsmu un plāksnītes galu, jo pēc sagriešanas šī prasība nav apmierināta. Perpendikularitātes iegūšanai piemēroti šādi paņēmieni:

1. Elektroerozijas griešana ar stiepli. Tās rezultātā virsmas ir perpendikulāras, bet vizuāli nav iespējams noteikt starpību starp elektroerozijas un lāzerapstrādes virsmām. Tādēļ šādu paņēmieni nav iespējams izmantot.
2. Slīpēšana uz plakanslīpēšanas darbgalda ar rupjas apstrādes slīpriņu 25A40. Slīpēšanas rezultātā veidojas atskabargas, kuras traucē veikt precīzus mērījumus.
3. Slīpēšana uz plakanslīpēšanas darbgalda ar vulkanīta slīpriņu 14A16. Rezultātā tiek iegūta nepieciešama virsmas tīrība, lai veiktu mērījumus.



1.attēls Parauga spoguļvirsmā

Lāzeris

Tiek izmantots Rofin firmas skanier lāzeris PowerLine F 20 Varia ar sekojošiem parametriem:

1.tabula

Lāzera iekārtas parametri

Viļņa garums λ [nm]	1050-1075
Vidējā jauda P_{AV} [W]	>19
Frekvence f_p [kHz]	2-1000
Stāra kvalitāte M^2	<2.0
Skānēšanas laukums [mm]	120x120
Impulsa enerģija Q [mJ]	0.95 @ 200 kHz, 200ns
Maksimālā jauda P_{PK} [kW]	12.5 @ 200 kHz, 8 ns
Stāra izkliedes leņķis [mrad]	± 0.5
Impulsa garums τ [ns]	4/8/14/20/30/50/100/200 pēc izvēles
Lāzera stāra diametrs [μm]	~ 30



2.attēls Skanēšanas galvas funkcionālais princips

Mikroskops: Mikroskopa modelis Nikon AZ100. Tehniskie dati ir atteloti 2.tabulā.

2.tabula

Mikroskopa parametri

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

Rezultāti

Tiek iegūti 3 paraugi ar izmēriem 80x10x1.5 mm. Uz katra no parauga tika izmēģināti 10 dažādi lāzermarķēšanas režīmi. Katrs režīms izdedzina pa 10 dažāda platuma un dziļuma rievās. Tika izmēģināti sekojošie parametri:

1. pirmajam paraugam tika mainīts apstrādes ātrums no 20 mm/s līdz 200 mm/s ar soli 20 mm/s. Frekvence un jaudas intensitāte nemainās – $f=250$ KHz, $q=2.3 \cdot 10^6$ W/cm².
2. otrajam paraugam tika mainīta apstrādes jaudas intensitāte no $1.1 \cdot 10^6$ W/cm² līdz $2.4 \cdot 10^6$ W/cm² ar soli $0.14 \cdot 10^6$ W/cm². Frekvence un ātrums nemainās – $f=250$ KHz, $v=80$ mm/s.
3. trešajam paraugam tika mainīta apstrādes frekvence no 50 KHz līdz 500 KHz ar soli 50 KHz. Jauda un ātrums nemainās – $q=2.3 \cdot 10^6$ W/cm²; $v=80$ mm/s.

Jaudas intensitāte tiek aprēķināta, izmantojot formulu (1);

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

kur, q – jaudas intensitāte [W/cm²];

P – jauda [W];

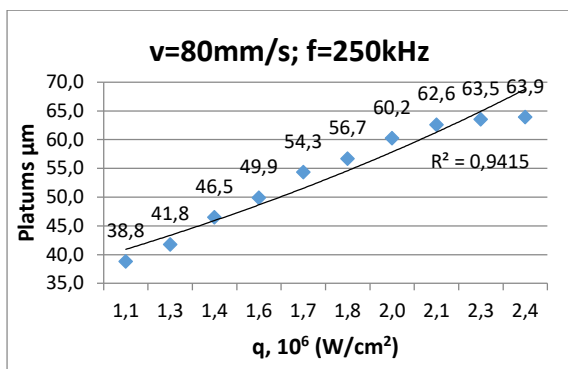
S – lāzera stara punkta laukums [cm²].

Eksperimenta rezultāti parāda sakarību starp lāzera stara parametriem (jauda, apstrādes ātrums, frekvence) un lāzera stara uz parauga izveidotās rievīņas ģeometriskajiem izmēriem.

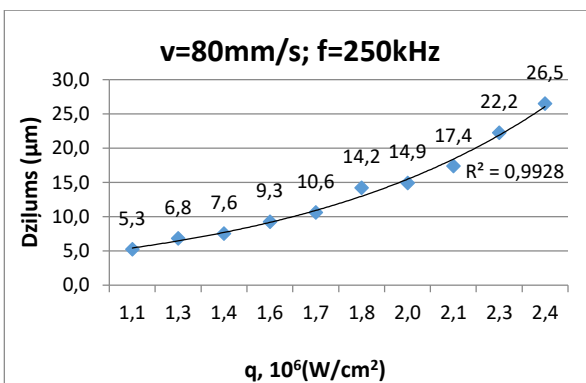
Pirmajā paraugā ar parametriem $v=80$ mm/s, $f=250$ kHz, $q=1.1 \div 2.4 \cdot 10^6$ W/cm², var redzēt, jo lielāka jauda, jo rievīņa ir plātāka un dziļāka. (3.att., 4.att.)

Otrajā paraugā ar parametriem $v=80$ mm/s, $q=2.3 \cdot 10^6$ W/cm², $f=50 \div 500$ kHz, var redzēt, jo lielāka frekvence, jo rievīņa ir plātāka un dziļāka. (5.att., 6.att.)

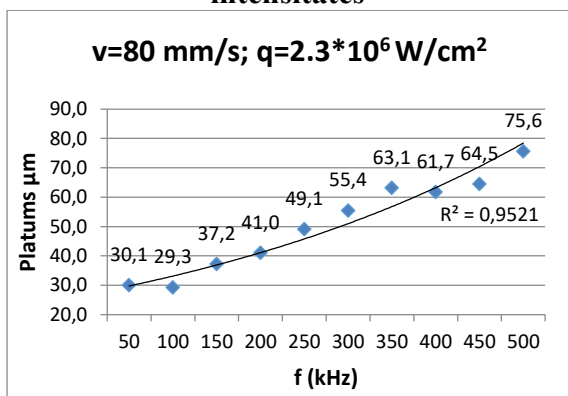
Trešajā paraugā ar parametriem $q=2.3 \cdot 10^6$ W/cm², $f=250$ kHz, $v=20 \div 200$ mm/s, var redzēt, jo lielāks ātrums, jo rievīņas dziļums kļūst mazāks un platums samazinās. (7.att., 8.att.)



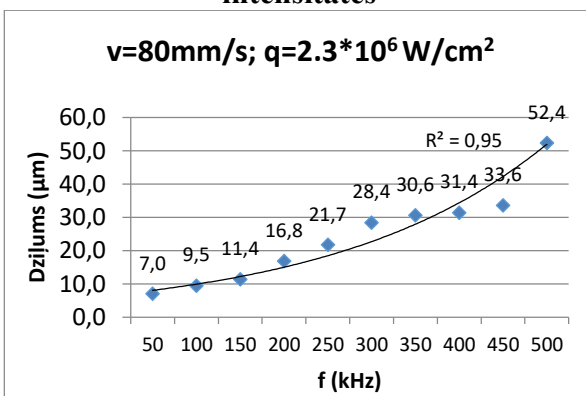
3.attēls Platuma atkarība no jaudas intensitātes



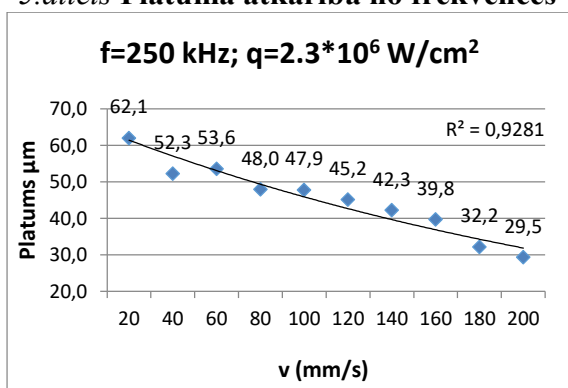
4.attēls Dziļuma atkarība no jaudas intensitātes



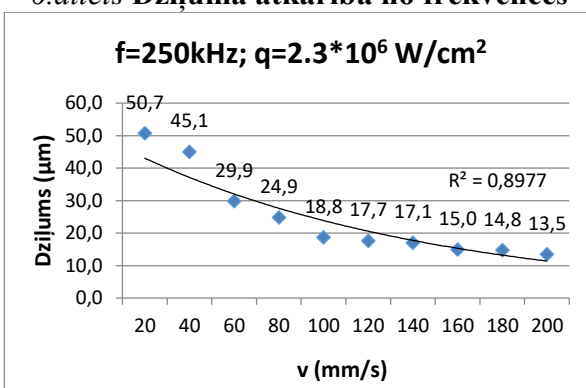
5.attēls Platuma atkarība no frekvences



6.attēls Dziļuma atkarība no frekvences



7.attēls Platuma atkarība no ātruma



8.attēls Dziļuma atkarība no ātruma

Katrā grafikā tika uzrādītas teorētiskas, eksponenciālas līknes. R^2 ir determinācijas koeficients, kas parāda, cik eksperimentālās vērtības ir tuvas teorētiskai līknei. Jo koeficients pēc moduļa ir tuvāks vieniniekam, jo labāki ir mērījumi.

Katrā grafikā ir punkti ar vienādiem parametriem: $v=80\text{mm/s}$, $q=2.3 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$, $f=250 \text{ kHz}$. Šo eksperimentu ģeometriskie izmēri salīdzināšanai ir apskatāmi 3.tabulā.

3.tabula

Vienādu režīmu salīdzinājums uz dažādiem paraugiem

Paraugs	Platums	Dziļums
$v=80\text{mm/s}$, $f=250\text{kHz}$, $P=40-85\%$	63.5 μm	22.2 μm
$v=80\text{mm/s}$, $P=80\%$, $f=50-500\text{kHz}$	49.1 μm	21.7 μm
$P=80\%$, $f=250\text{kHz}$, $v=20-200\text{mm/s}$	47.5 μm	24.9 μm

Tabulā var redzēt, ka uz trim paraugiem pie vienādiem parametriem, ģeometriskie izmēri ir aptuveni vienādi. Vienīgi platums ir nedaudz platākās robežās. Tas viss liecina, kā rezultāti ir patiesi, un likumsakarīgi.

Secinājumi

No iegūtiem rezultātiem var secināt, ka veikto mērījumu robežās ietekme uz materiālu eksponenciāli pieaug attiecībā pret pievadīto enerģiju noteiktā laika vienībā. Lāzera starojuma virzītas iedarbības dēļ likumsakarība ir izteiktākā attiecībā uz virsmas rievīņu dziļumu.

Visiem mērījumiem tika aprēķināta kvadrātiskā kļūda. Visas kļūdas ir robežās no 0.5 līdz 2 μm . Tas nozīmē, ka visi mērījumi ir pietiekoši precīzi.

Summary

Publication describes results of the stainless steel laser marking, which shows relationship between geometry of the treated surface and parameters of the laser radiation, such as power ($q=1.1 \div 2.4 \cdot 10^6 \text{ W/cm}^2$), pulse frequency ($f=50 \div 500 \text{ kHz}$), and processing speed ($v=20 \div 200 \text{ mm/s}^2$). Marking was carried out using a PowerLine F20 Varia (laser pulse wavelength: 1050-1075 nm; power: 20 W; laser pulse energy: $\sim 0.95 \text{ mJ}$; repetition frequency: 2-1000 kHz; laser pulse duration: 4-200 ns, selectable).

Literatūra

1. Aluminum alloy nanosecond vs femtosecond laser marking. Rusu, S., Buzaianu, A., Galusca, D., Ionel, L., Ursescu, D., Source: Bulletin of Materials Science. Nov2013, Vol. 36 Issue 6, p1037-1042. 6p.
2. Dusser B., Sagan Z., Soder H., Faure N., Colombier JP., Jourlin M., Audouard E, Controlled nanostructures formation by ultra fast laser pulses for color marking. Source: Optics Express [Opt Express] 2010 Feb 1; Vol. 18 (3), pp. 2913-24.
3. Veiko V., Odintsova G., Ageev E., Karlagina Y., Loginov A., Skuratova A., Gorbunova E. Controlled oxide films formation by nanosecond laser pulses for color marking. Source: Optics Express [Opt Express] 2014 Oct 6; Vol. 22 (20), pp. 24342-7.
4. Amara, E.H., Haïd, F., Noukaz, A., Experimental investigations on fiber laser color marking of steels. Source: Applied Surface Science. Oct2015, Vol. 351, p1-12. 12p.
5. Damstahl macību materiāls, Ver.1.1/ CQJ 2008. gada 8. augusts, Tulkojums JTI 2009. gada 9. decembris.

LABORATORY STAND FOR REMOTE CONTROL REALIZED ON THE MICROCONTROLLER ARDUINO

Authors: **Aleksandr Federov, Sona Mangasaryan** e-mail: Sonia.sona-1995@yandex.ru, +79532347747

Scientific supervisor: **Sergei Loginov, scientific degree Ph.D**, e-mail: lsyl@mail.ru
 Pskov State University, Russia, Pskov, Lenin Square, 2

Abstract. *In this article a research principle of remote control of direct current motor with independent excitation is considered. For studying this problem a laboratory stand was made. This project is realized on the microcontroller Arduino.*

The feature of this stand is the fact that the student needn't be in a university lab, because the stand is designed for remote control through the Internet. Students can see a scheme of the stand on the monitor of their computers and control it by our program.

The advantages of this project are:

- *The increase security for students, the safety of the laboratory stand.*
- *More accuracy when reading motor parameters.*

The results of this work can be used not only for studying, but also for practical use at factories in the future.

Keywords: *microcontroller Arduino, laboratory stand, remote control*

Introduction

Laboratory research is very important in modern education. Students have the opportunity to see apparatus and familiarize with operating principle. It is extremely important for their future work. Many programs are created for this. That allows to carry out laboratory works. But this programs are virtual and don't allow be tangent real appliances. There are real laboratory stands, but they are expensive wherefore the access is limited, also they need specific service. In order to unite all the advantages of the above methods and to get rid of disadvantages, was appeared an idea of creating laboratory stand, which can be controlled through the Internet. The stand is designed for the remote control. It is not necessary to be at the lab to make laboratory work. This allows more students to join the educational process.

Stand development

The stand is designed for the study of a DC motor with independent excitation. The main parts of the stand are DC motor, generator, tachogenerator. Auxiliary elements are rheostat, step motor, transistor, resistors, capacitors. With the help of the laboratory stand students can get the motor mechanical characteristics. The process can be controlled through the microcontroller Arduino. That is why a special program was written.

The structural scheme of the stand is shown in Figure 1.

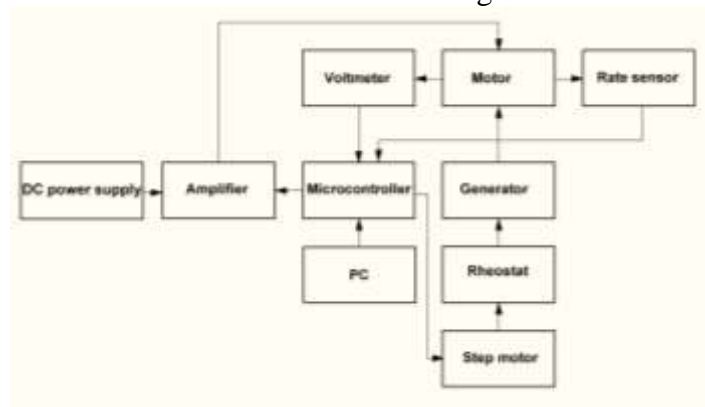


Figure 1. The structural scheme

The microcontroller Arduino is powered from the computer through the USB port, the motor is connected to an independent power source + 15V.

The signal goes through microcontroller to the step motor, the shaft of which is fixed through the coupling to the shaft of rheostat. Due to the stepper motor, we change the value of the rheostat resistance. Rheostat is connected in series to the generator. And the motor shaft is fixed to the generator shaft. Motor is started due to the signal, which comes to it from the processor. This is realized thanks to transistor. Signal of voltage value from the motor through the voltage divider comes to microcontroller. The rate sensor is a tachogenerator (TG). The signal from the TG is transferred to the microcontroller via a voltage divider.

Development of any device begins with computer simulation. For this we use program Proteus. Figure 2 shows a model of the stand, designed in Proteus environment. Also, this program allows create a scheme for printed circuit board (PCB). Figure 3 shows the PCB.

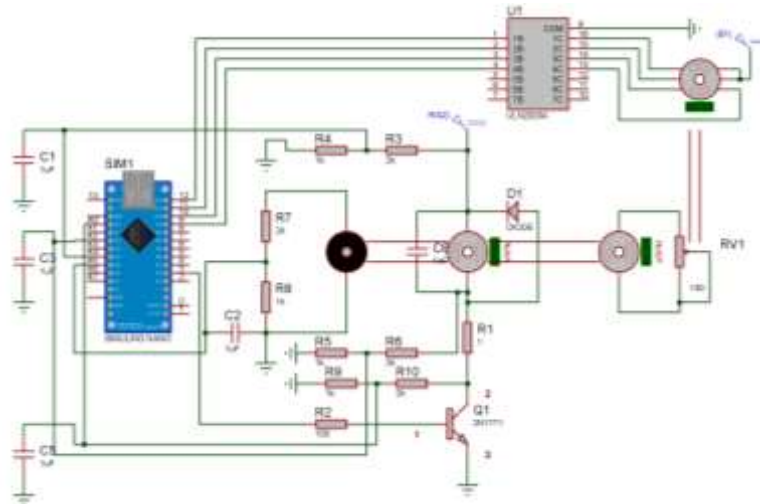


Figure 2. The model of the stand

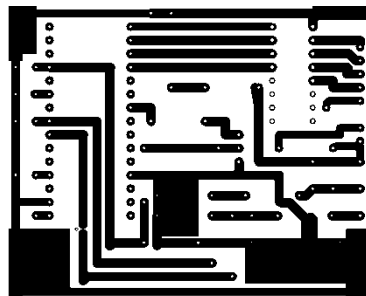


Figure 3. The PCB

DC motors are widely used in industrial, transportation, and other applications that require a wide and a uniform rate control (rolling machines, powerful metal cutting machines, electric traction in transport, etc.). The DC motors with independent excitation for power supply excitation winding uses a separate DC power source. In our case the motor with permanent magnets, and it has the same properties as the motor with independent excitation winding [1]. Figure 4 shows the mechanical characteristic of the motor.

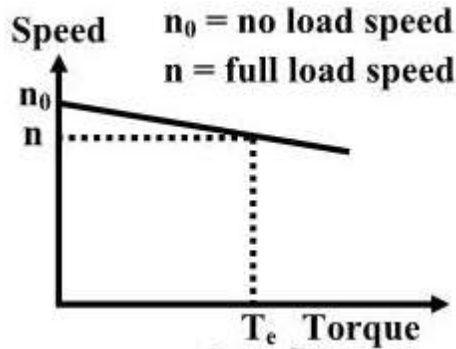


Figure 4. The mechanical characteristic of the motor

The essential property of the stepping motor is its ability to translate switched excitation changes into precisely defined increments of rotor position ('steps'). Stepping motors are categorized as doubly salient machines, which means that they have teeth of magnetically permeable material on both the stationary part (the 'stator') and the rotating part (the 'rotor') [2].

In our project, step motor rotates the rheostat, which is connected in series with the generator. By changing the resistance of the rheostat, we change the torque on the generator shaft. Decreasing of load when resistance increases, due to that the speed decreases. A speed mechanical characteristic can be obtained by reading the motor current and velocity. Torque can be calculated if current is known. Data records in Table 1.

Table 1

Mechanical characteristic of DC motor

Measured value	1	2	3	4	5
I, A					
M, N*m					
W, Rad / s					

Torque is calculated from equation (1):

$$M = C_e * \Phi * I, \tag{1}$$

where

C_e – coefficient

Φ – magnetic flux

I – current

Laboratory class includes getting the mechanical characteristics at reduced voltage. It needs the changing of the PWM signal that comes from the microcontroller [3]. The data records in Table 2.

Table 2

Mechanical characteristic of DC motor at reduced voltage

Measured value	1	2	3	4	5
I, A					
M, N*m					
W, Rad / s					

In order to realize the remote control of the project it is used a microcontroller Arduino nano.

Arduino is a hardware – software platform that is designed for creating digital devices and interactive objects that can sense and control physical devices. The project is based on microcontroller board designs, produced by several vendors, using various microcontrollers. These systems provide sets of digital and analog input/output pins that can interact to various expansion boards and other circuits. The boards feature serial communication interfaces, including USB in some models, for loading programs from personal computers. For programming the microcontrollers, the Arduino project provides an IDE based on a programming language named Processing, which also supports the languages C and C++ [4].

In this project the microcontroller Arduino Nano is used. Nano is a microcontroller board based on the ATmega32U4. It has 20 digital input/output pins (7 of which can be used as PWM outputs and 12 as analog inputs). It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a micro USB cable to get started. It has a form factor that enables it to be easily placed on a breadboard.

Microcontroller controls rheostat and speed of motor by PWM signal, also it reads data from stand by analog input pins. Microcontroller itself is controlled by computer, that is sends data through COM-port. Program, that is installed on computer, is developed by means of SFML and Visual Studio in C++ language.

Microsoft Visual Studio is an IDE from Microsoft, used to develop computer programs. Visual Studio uses Microsoft software development , also it includes a code editor supporting IntelliSense as well as code refactoring.

SFML is a cross-platform software development library designed to provide a simple application programming interface to various multimedia components in computers, written in C++ [5].

Microcontroller exchanges data with the computer constantly. Each iteration of the data exchange begins with the computer. It sends a signal about the new state: amount of changes, then pairs of pins and values for PWM's signals, and/or signals to turn on/off the stand. If amount of changes is equal to zero, Arduino conserve its current state. After processing the data, Arduino gives a respond. The parameters, that are read from the motor, are coded into signal. Unlike the control signal, the answering signal always has the same size, because it transmits instant parameters of the motor. After getting all the parameters, the program displays them on the screen, the user works only with graphic interface of the program.

Before the beginning of the work the user must install connection with COM-port. In this case COM-port is used for exchanging the data. Thanks to constantly data exchange, program monitors the status of the connection, and in case of unsanctioned disconnection informs the user about arisen problem. Also, if Arduino is disconnected, the motor turns off automatically. Signals from the computer and microcontroller differ by the first bait of message, that take value 'C' if it is sent by the computer and 'A' if it is sent by Arduino. At any time the user can reset COM-port, in that case or in case of closing, the program stand turns off automatically. At the active-state the user inputs values of the speed of the motor and angle of the rheostat by keyboard. This data is converted to the signal with a range from 0 to 255 and the signal is sent to Arduino. Reading parameters of the motor with a range from 0 to 1023 are converted by the program itself.

Summary

The equipment of remote control laboratory stand was developed. It lets get mechanical characteristics of DC motor of different values of voltage supply. The key feature of this stand gives a possibility to control the stand from a distance via the Internet. The modernization of the stand will allow to broaden its functional possibilities and to use it by training the students of the Pskov State University on the subjects “Electrical motors” and “Standard Electro drive”.

Bibliography

1. Voldek A. I. Electrical machines. 2-nd edition, St. Petersburg, pub. "Energy", 1974, 840p.
2. Poul Acarnley. Stepping motors a guide to theory and practice. 4-th edition, pub. the institute of electrical engineers, 2007
3. Hirak Patangia, Sri Nikhil Gupta Gourisetti. A Novel Strategy for Selective Harmonic Elimination Based on a Sine-Sine PWM Model. MWSCAS, U.S.A, Aug 2012
4. Jeremy Blum. Exploring Arduino. Tools and Techniques for Engineering Wizardry, ISBN 978-1-118-54936-0, 2013, p.336
5. Massimo Banzi. Getting Started with Arduino. First Edition, pub. O'Reilly 2008

ECOLOGICAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF LINEAR PROGRAMMING

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Authors: **Anastasia Fedorova, Victoria Fahretdinova**, e-mail: nastushkafeodorova@mail.ru, fvamak@mail.ru, +79532414737

Pskov State University, Pskov, Russia, 180760, Lenin Square, 2

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

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

Introduction

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

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

Let's consider one task about the environment.

The task:

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

Table 1.

Task data

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

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

Solution:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Table 2.

Solution of a task by a simplex method

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

y_2	0,025	0	1	0	0	0	1/4	
g	-17	-240	0	0	0	-120	-50	

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

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

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

Materials and methods

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

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

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

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

Example of task 1:

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

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

Answer:

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

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

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

Example of task 2:

Table 3.

Task data

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

Results and discussions

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

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

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

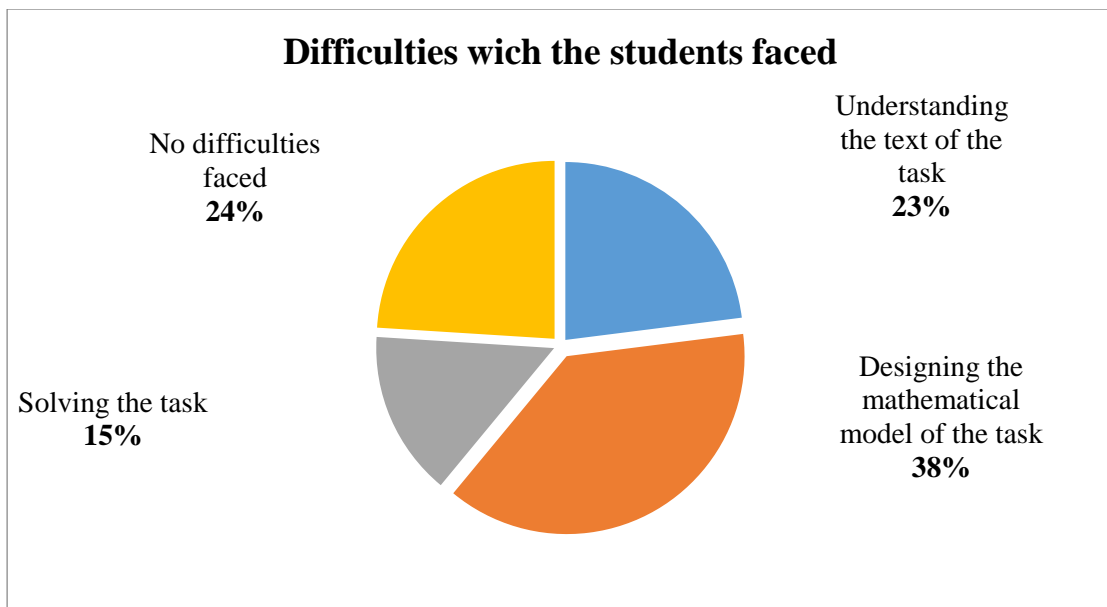


Fig. 1. Chart of results

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

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

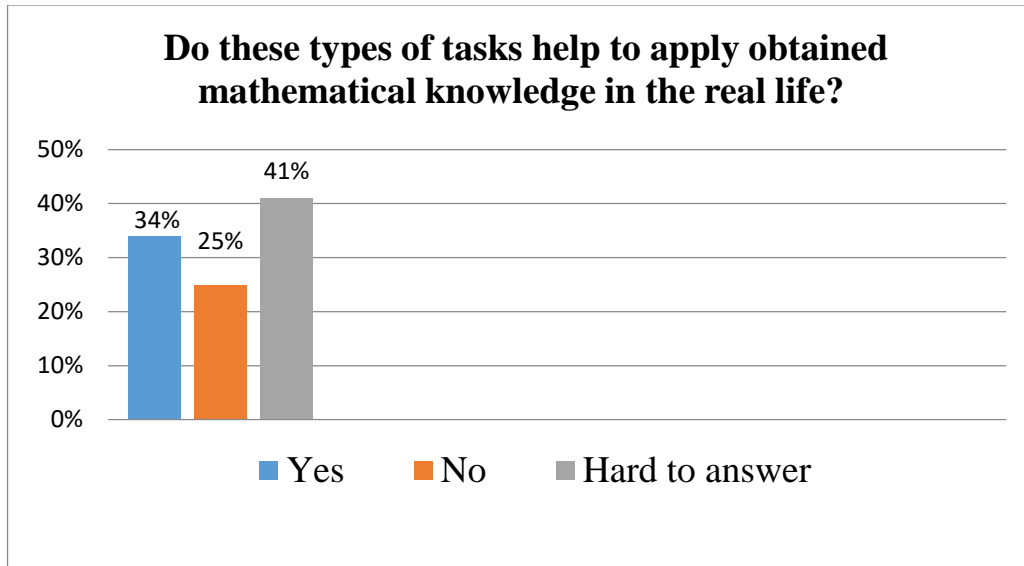


Fig. 2. Chart of results

Conclusions

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

Bibliography

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

LĀZERURBUMU KVALITĀTE DAŽĀDIEM MATERIĀLIEM ATKARĪBĀ NO LĀZERSTARA PARAMETRIEM LASER DRILLING QUALITY OF VARIOUS MATERIALS DEPENDING ON THE LASER BEAM PARAMETERS

Autori: **Jānis Fedotovs**, e-pasts: janisfedotovs@inbox.lv, +371 25937255,
Jānis Bartkevičs, e-pasts: bartkevics.janis@inbox.lv, +371 26114187,
Artūrs Āboliņš, e-pasts: artur.abolinsh@inbox.lv, +371 28367854;
Zinātniskā darba vadītājs: **Pāvels Narica, Dr.phys., doc.**, e-pasts: pavels.narica@rta.lv, +371
29273276;
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *This research describes Nd:Yag laserbeam drilling in different material types. Experimental part was used to predict the effect of laser drilling parameters including laser beam power and defocusing. In this research was used two material types- aluminium and ceramics.*

Keywords: Yag laser, laser beam, laserdrilling, aluminium, ceramics

Ievads

Lāzerapstrāde var efektīvi aizvietot mehāniskās apstrādes metodes, it īpaši, ja tiek apstrādāti materiāli ar specifiskām īpašībām, kā: rūdītie metāli, ķerāmika un kompozītmateriāli. Lāzerapstrādes tehnoloģiju plaši pielieto vairākās sfērās un industrijās, kā: pusvadītāju, elektronikas un mērinstrumentu ražošana, mašīnbūve, autoindustrija, medicīna, kosmiskās tehnoloģijas, komunikācija. Lāzerapstrāde ir termisks process, kura efektivitāte ir atkarīga no materiāla optiskām un termiskām īpašībām. Tāpēc, lāzerapstrāde ir derīga ļoti cietu vai trauslu materiālu apstrādei, kam var būt zema termiska vadītspēja [1].

Veicot materiāla apstrādi ar lāzera staru, tas spēj radīt dažāda izmēra urbumus. Lāzerurbšanas rezultātā lāzera stars kausē un iztvaiko materiālu. Iztvaikotais materiāls rada spiedienu, kas izspiež no urbuma izkausēto materiālu. Lāzerurbšanas procesā lāzera stars ar īsu impulsu un augstu enerģijas blīvumu īsā laika periodā iedarbojas uz materiāla mazu laukuma vienību ar lielu enerģijas daudzumu. Pateicoties tieši šim procesam materiāls kūst un iztvaiko, tāpēc sanāk, ka, pie lielas impulsa enerģijas, noteiktajā diapazonā, materiāls tiek izkausēts un iztvaikots.

Ir 3 galvenās lāzerurbšanas metodes, tās ir - urbšana ar vienu impulsu, riņķveida un spirālveida urbšana. Pētījumā tiek izmantota lāzerurbšana ar vienu impulsu. Vienā impulsā uz mazu laukuma vienību tiek pievadīts liels enerģijas daudzums, šādā veidā ir iespējams ātri izveidot lielu urbumu daudzumu ar augstu precizitāti un mazu urbumu diametru. Tomēr, lai izveidotu urbumus, katram materiālam ir nepieciešamas savādāks impulsa skaits, un mainoties impulsa skaitam, mainās arī urbuma kvalitāte un izmērs.

Problēma: Mainot materiālu un fokusa attālumu, nepieciešams dažāds impulsa skaits, lai izveidotu urbumu kā rezultātā mainās urbuma kvalitāte.

Materiāli un metodes

Eksperimentā tiek izmantoti 1 mm biezi alumīnija un keramikas paraugi, šie materiāli ir īpaši ar to, ka tiem ir īpašas fizikālās īpašības. Alumīnijam ir augsta siltumvadītspēja, tādēļ tas ātri uzsilst un pārvada siltumu, tomēr tam ir augstas atstarošanas spējas, kas ir jāievēro veicot lāzerurbšanu. Šī īpašība padara šo procesu bīstamu, jo lāzera stars var tikt atstarots. Tāpēc alumīnijam ir jāpievada lielāks enerģijas daudzums, jo tas neabsorbē visu lāzera pievadīto enerģiju.

Savukārt keramikai ir sliktas siltuvadīšanas spējas, kā rezultātā urbuma izveidei jāpatērē lielāks enerģijas daudzums, jo enerģija tiek izkliedēta virsējā kārtā, tāpēc ir nepieciešams lielāks enerģijas daudzums, lai to pārvadītu dziļāk materiālā.

Eksperimentā tika izmantots Nd:YAG LASAG LAK 400 lāzeris ar maksimālo impulsa jaudu 60W, kas paredzēts metāla metināšanai un lāzerurbšanai. Eksperimentā tikai izmantoti konstanti lāzera parametri:

- Lāzera jauda 100% 16W;
- Impulsa ilgums 0.3ms
- Impulsa frekvence 5hz
- Pievadītā enerģija 3.2J

Eksperimentā tika izmantotas 2 plāksnītes, viena keramikas, otra alumīnija, tās tika uzstādītas uz lāzera darba galda. Uz katras plāksnītes tika veikti lāzerurbumi mainot lāzera stara fokusa attālumu no -3 mm, ar soli viens milimetrs, līdz +3 mm no fokusa punkta. Tādā veidā tika izveidoti trīs urbumi, kā arī tika skaitīts, cik daudz impulsu nepieciešams, lai varētu izveidot urbumu.

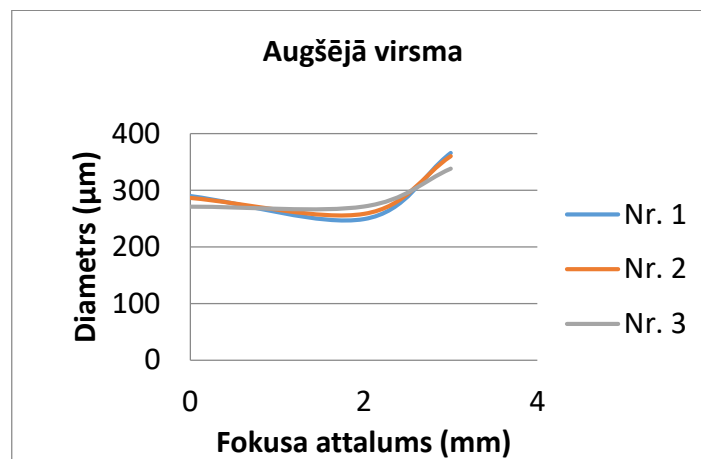
Rezultāti un izvērtējums

1.tabulā ir redzami urbuma diametri atkarībā no fokusa attāluma, šie diametri tika mērīti alumīnija plāksnītes augšējā virsmā, kurā tika veikti impulsu šāviņi. To var redzēt 1.attēla attēlotajā grafikā.

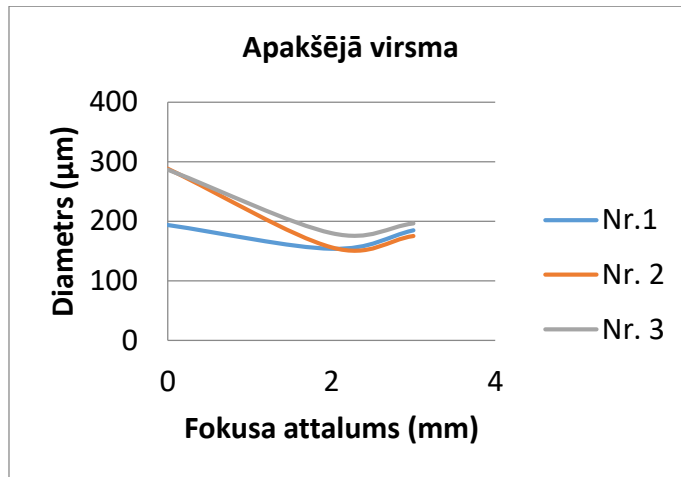
1. tabula

Alumīnija plāksnītes augšējā virsma

Augšējā virsma						
Nr. p. k.	-3	-2	0	2	3	Fokuss (mm)
1	-	-	289.62	248.88	365.63	Diametrs (µm)
2	-	-	286.45	258.17	360.27	
3	-	-	270.92	271.2	338.05	



1.attēls Al plāksnītes urbumu diametru atkarība no fokusa attāluma



2.attēls Al plāksnītes urbumu diametru atkarība no fokusa attāluma

2.tabulā ir redzami urbuma diametru atkarība no fokusa attāluma, šie diametri tika mērīti alumīnija plāksnītes apakšējā virsmā, kurā tika veikti impulsu šāviņi. Kā redzams, tie ir mazāki nekā augšējā virsmā, jo augšējam slānim tik pievadīts lielāks enerģijas daudzums, kamēr impulss veidoja urbumu līdz apakšējam slānim, izveidojās konusveidīgs urbums. To var redzēt, ja salīdzina 1. un 2. attēlu. Tomēr, kad fokuss atradās virs materiāla, tam nepietika jaudas, lai izveidotu urbumu, tas tikai kausēja materiālu, bet caurejšs urbums netika izveidots.

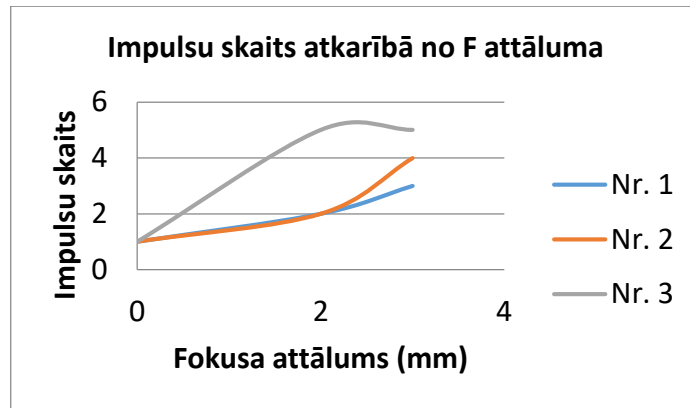
2.tabula

Alumīnija plāksnītes apakšējā virsma						
Apakšējā virsma						
Nr. p. k.	-3	-2	0	2	3	Fokuss (mm)
1	-	-	193.65	153.84	184.74	Diametrs (µm)
2	-	-	288.27	156.3	175.33	
3	-	-	286.93	179.93	196.32	

3.tabulā redzams, kā mainoties fokusa attāluma, mainās nepieciešamais impulsu skaits, lai izveidotu urbumu. Kā redzams, jo tuvāk fokusam, jo mazāks impulsu skaits. Izmaiņas atspoguļo grafiks 3.attēlā. Pie fokusa attāluma -3 un -2 mm urbumu izveidot neizdevās.

3.tabula

Impulsu skaits, lai izveidotu urbumu						
Nr. p. k.	-3	-2	0	2	3	Fokuss (mm)
1	-	-	1	2	3	Impulsu skaits
2	-	-	1	2	4	
3	-	-	1	5	5	

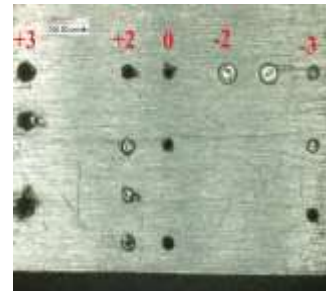


3.attēls Impulsu skaits atkarībā no fokusa attāluma

Kā redzams 4. un 5. attēlā, kvalitatīvākie urbumi ir tieši tur, kur atrodas fokusa punkts. Kad fokuss ir metālā (ar plus zīmi), uz metāla virsmas izveidojas apdegums, samazinot urbuma kvalitāti. Bet, kad fokuss ir virs virsmas, materiāls tiek vairāk kausēts, tas ir tāpēc, ka maksimālā jaudas intensitāte atrodas virs materiāla, nevis uz tā. Tieši tādēļ caurejošs urbums netika izveidojies.



4. attēls Al plāksnītes augšējā virsma



5. attēls Al plāksnītes apakšējā virsma

Attiecīgi, eksperiments tika atkārtots uz keramikas plāksnes. Kā redzams 4. un 5.tabulā, urbuma diametri plāksnītes apakšā ir daudz mazāki nekā augšējā virsmā. Tomēr, ja salīdzina attiecības, tad keramikas plāksnītes apakšējā diametra attiecība pret augšējo ir daudz lielāka, kas tiek izskaidrots tieši ar to, ka tai ir mazāka siltumvadītspēja.

4.tabula

Keramikas plāksnītes augšējā virsma

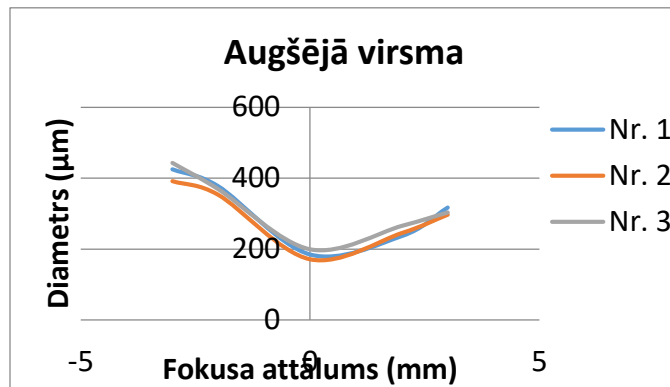
Augšējā virsma						
Nr. p. k.	-3	-2	0	2	3	Fokuss (mm)
1	425	376.97	184.38	236.57	316.98	Diametrs (µm)
2	391.2	352.64	171.07	245	296.75	
3	443.23	369.02	199.61	265.7	303.63	

5.tabula

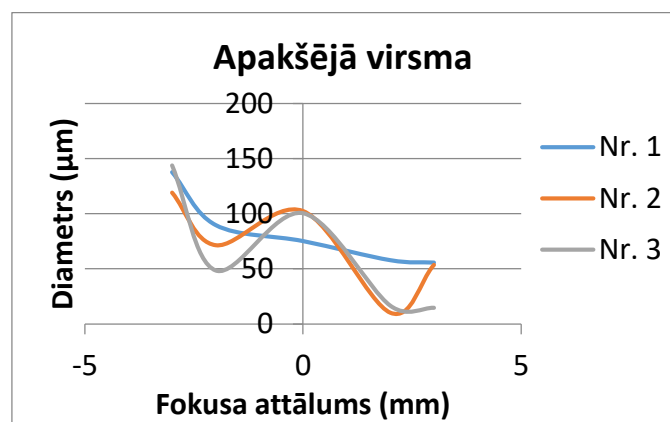
Keramikas plāksnītes augšējā virsma

Apakšējā virsma						
Nr. p. k.	-3	-2	0	2	3	Fokuss (mm)
1	137.66	89.66	75.18	57.85	55.68	Diametrs (µm)
2	119.07	71.43	102.39	10.25	53.57	
3	143.68	48.46	100.38	16.54	14.63	

6. un 7. attēlā var redzēt diametru izmaiņas atkarībā no fokusa attāluma.



6.attēls Keramikas plāksnītes urbumu diametri atkarībā no fokusa attāluma

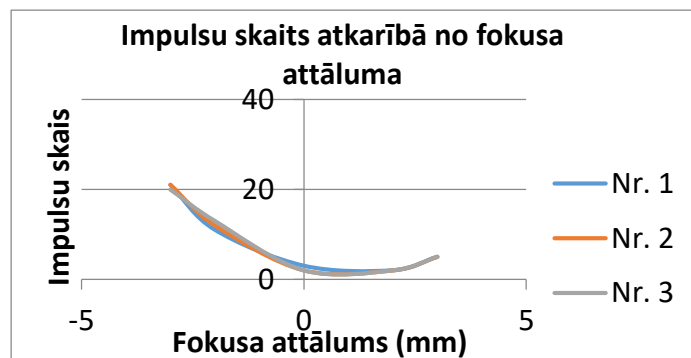


7.attēls Keramikas plāksnītes urbumu diametri atkarībā no fokusa attāluma

6. tabulā ir attēlots, cik impulsu nepieciešams, lai izveidotu urbumu, kas attēlots 7. attēla grafikā.

6.tabula

Impulsu skaits atkarībā no fokusa attāluma						
Nr. p. k.	-3	-2	0	2	3	Fokuss (mm)
1	21	11	3	2	5	Impulsu skaits
2	21	12	2	2	5	
3	20	13	2	2	5	



7.attēls Impulsu skaits atkarībā no fokusa attāluma

Secinājumi

Salīdzinot grafikus un iegūtos datus, var secināt, ka augstāka urbumu kvalitāte ir keramikas plāksnītei, urbumi tajā sanāk mazāki un ar augstāku kvalitāti. Tomēr, diametru atšķirība starp augšējo un apakšējo virsmu ir lielāka, respektīvi, urbums nav cilindrisks, bet konisks. Turpretim, alumīnija plāksnītē urbuma diametru attiecība nav tik ievērojama kā keramikas plāksnītē. Ja salīdzina keramikas un alumīnija plāksnītes, tad alumīnija plāksnītē nebija iespējams izveidot urbumus, kad fokuss bija virs materiāla, tomēr keramikas plāksnes gadījumā, tas bija iespējams. Galvenā īpatnība ir tāda, ka labākie rezultāti šim procesam ir, ja lāzera stara fokuss ir uz materiāla virsmas. Tieši tad tiek sasniegta visaugstākā kvalitāte pie mazāka impulsa skaita.

Literatūra

1. E. Kacar, M. Mutlu, E. Akman, A. Demir, L. Candan, T. Canel, V. Gunay, T. Sinmazcelik, Characterization of the drilling alumina ceramic using Nd:YAG pulsed laser, *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 209, Issue 4, 19 Feb 2009, p. 2008-2014.
2. N. Nedialkov, M. Sawczak, R. Jendrzejewski, P. Atanasov, M. Martin, G. Śliwiński, Analysis of surface and material modifications caused by laser drilling of AlN ceramics. *Applied Surface Science*, Volume 254, Issue 4, 15 Dec 2007, p. 893-897.
3. A. Stephen, High speed laser micro drilling for aerospace applications, *Procedia CIRP* 24, 2014, p. 130 – 133.
4. D. Ashkenasi, T. Kaszemeikat, N. Mueller, R. Dietrich, H. J. Eichler, G. Illing, Laser Trepanning for Industrial Applications. *Physics Procedia*, Volume 12, Part B, 2011, p. 323–331.

LENTAS KONVEIJERA SVARU RĀDĪJUMU IETEKMES FAKTORU IZPĒTE *BELT CONVEYOR WEIGHT SCALE MEASUREMENT INFLUENCE FACTORS RESEARCH*

Autors: **Matīss Gailāns** e-pasts: matiss.gailans@gmail.com, +371 29387719
Zinātniskā darba vadītājs: **Artis Teilāns, Dr.sc.ing., prof.**, e-pasts: artis.teilans@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *This paper is about belt conveyor weight scale measurement influence factors research. This research is very useful for loading fertilizer material, especially loading material to ships. If weight scale is calibrated wrong, it is possible to overload ship. At the beginning are overlooked main factors that effects weight scale measurements. Factors effect that are studied in terms of one year is air temperatures and relative air humidity's influence on weight scale precision. Precision is controlled by comparing weight scale measurements and draft survey or dockets.*

At the end is two different possibilities for changing weight scale measurements knowing what kind of weather (temperature and humidity) will be for next ship, before loading calibrating weight scale.

Keywords: *Equation, Factors, Humidity, Temperature, Weight scale.*

Ievads

Pārkraujot dažādus materiālus, cilvēkiem nepieciešams izmantot svarus, lai kontrolētu kraušanas ātrumu un iekrauto daudzumu automašīnās, lidmašīnās, vilcienos, kuģos, u.c.

Šajā referātā tiks apskatītas īpatnības un problēmas, kā arī iespējamie risinājumi svaru rādījumu precizitātes nodrošināšanai, lentas konveijeru svāriem minerālmēslu materiāla pārkraušanai – izkraušanai no kuģa un iekraušanai kuģos.

Problēma – mainoties laika apstākļiem, ārējā gaisa temperatūrai, kraušanas vienmērīgumam un materiāla veidam mazā laika sprīdī, strauji mainās lentas konveijera svaru rādījumi. Mainoties rādījumiem, pastāv risks, ka kuģis kraušanas laikā tiks pārkrauts, kas var radīt lielus finansiālus zaudējumus.

Uzdevumi:

1. Aprakstīt visus faktoros, kuri ietekmē svaru rādījumus (gan īstermiņā, gan ilgtermiņā);
2. Aprakstīt katra faktora ietekmi uz svaru rādījumiem;
3. Ieteikt iespējamo risinājumu problēmas novēršanai un kompleksas problēmas risinājuma iespējas;

Lentas konveijera svaru rādījumu ietekmējošie faktori

Lentas konveijera svaru rādījuma ietekmējošie faktori tiks salīdzināti trīs svāriem, kuri atrodas dažādās galerijās un tiem ir dažādi darba apstākļi. Divi svāri (BC10 un BC13) ir ar maksimālo kraušanas kapacitāti 2000t/h un vieni svāri (BC02) – ar 1200 t/h.[3]

Laika apstākļi

Pie laika apstākļiem ir pieskaitāma gaisa temperatūra un relatīvais gaisa mitrums, kā arī straujas temperatūras izmaiņas.

Kaut arī konveijeri, un līdz ar to svāri, atrodas galerijās, tās nav apsildāmas un gaisa temperatūra ir pietuvināta ārējās vides temperatūrai. Laika apstākļu ietekmi uz lentas konveijera svaru darbību iespējams salīdzināt trīs svaru vienībām, kuras atrodas dažādās galerijās un līdz ar to pakļautas dažādiem gaisa temperatūras un gaisa mitruma faktoriem.

Gaisa temperatūras ietekme uz svaru rādījumiem novērota viena kalendārā gada ietvaros – no 01.03.2015. līdz 30.03.2016. BC02 svaru pētījumā izmantotas 400 mērījumu vienības –

vilciena sastāvi ar dažādiem materiāliem. Svaru rādījumi tika salīdzināti ar pavadzīmēm, kurās ir informācija par katra vagona materiāla svaru. BC10 un BC13 svaram izmantotas 100 vienības – kuģi ar dažādiem materiāliem. BC10 un BC13 svaru rādījumi ir salīdzināti ar kuģa iegrimis (draft survey) rādījumiem.

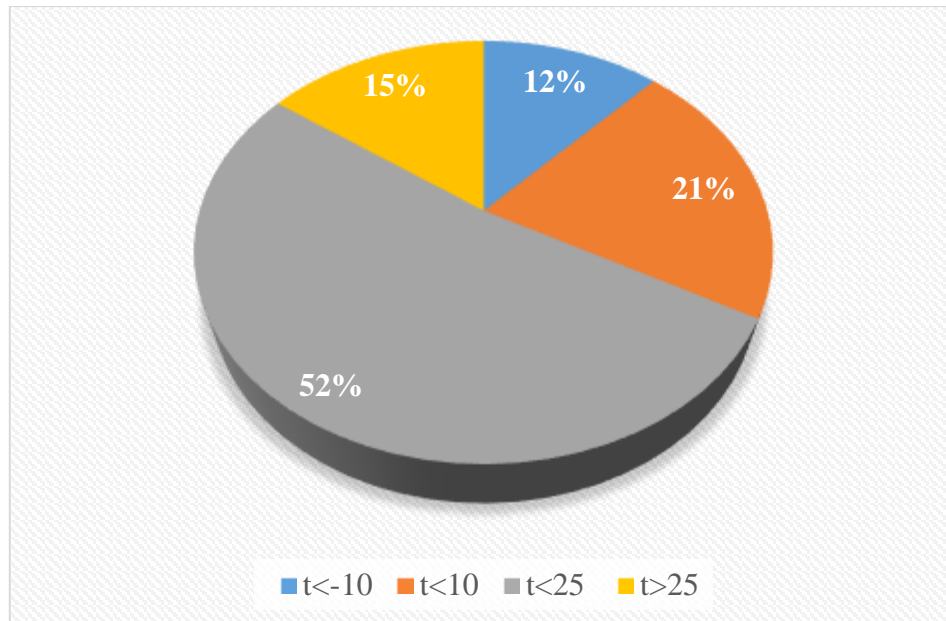
Sakarības starp svaru rādījumu precizitātes izmaiņām, atkarībā no temperatūras un relatīvā gaisa mitruma izmaiņām, atspoguļotas 1. un 2. tabulā.[5]

1. Tabula

Gaisa temperatūras ietekme uz svaru rādījumiem % no pārkrauto vienību skaita

	Gaisa temperatūra °C			
	t<-10	t<10	t<25	t>25
BC02 svaru kļūda <1.5%	97,34%	87,23%	96,78%	84,14%
BC02 svaru kļūda 1,5-3%	2,66%	12,77%	3,22%	15,86%
BC02 svaru kļūda >3%	0%	0%	0%	0%
BC10 svaru kļūda <1.5%	85,36%	43,87%	76,34%	38,88%
BC10 svaru kļūda 1,5-3%	14,64%	36,33%	23,66%	40,56%
BC10 svaru kļūda >3%	0%	19,80%	0%	20,56%
BC13 svaru kļūda <1.5%	92,39%	47,87%	84,27%	43,12%
BC13 svaru kļūda 1,5-3%	7.61%	42,11%	15,73%	38,24%
BC13 svaru kļūda >3%	0%	10.01%	0%	18,64%

Aplūkojot tabulas datus, iespējams izdarīt secinājumus, ka svaru rādījumi ir visstabilākie, ar viszemāko kļūdu ziemā pie zemām temperatūrām. Tas saistīts ar to, ka gaisa mitrums ir mazāks un konveijera lentas ir sausākas, taču vienību skaits, kas šādās temperatūrās pārkrauts, ir mazāks. Pārkrauto vienību skaitu iespējams aplūkot 1. attēlā. Otrs periods, kad svaru rādījumi ir precīzāki, ir, kad gaisa temperatūra ir stabili virs +10 °C, taču zemāka par +25 °C. Svaru rādījumu kļūda ir lielāka pie gaisa temperatūrām, kuras ir tuvas 0 °C, tas ir saistīts ar paaugstināto mitruma līmeni galerijās un straujākām temperatūras maiņām dienas un nakts laikā. Kļūda palielinās arī pie temperatūras, kura lielāka par +25 °C, kas ir saistīts ar pārkraujamā materiāla īpatnībām, kurš pie šādām temperatūrām un paaugstinātā mitrumā kūst, veidojot slideni lipīgu slānīti uz konveijera lentas. BC10 un BC13 svāri ir vairāk pakļauti ārējās vides temperatūras izmaiņām to novietojuma dēļ. Tie ir virszemes konveijeri, kuriem nav ne apsildes, ne piespiedu ventilācijas. BC02 konveijera svarus mazāk ietekmē temperatūras izmaiņas, jo šis konveijers ir pazemes konveijers. Šie svāri nav pakļauti straujām temperatūras izmaiņām.



1.attēls Pārkrauto vienību skaita attēlojums % pēc temperatūras no 01.03.2015 līdz 30.03.2016

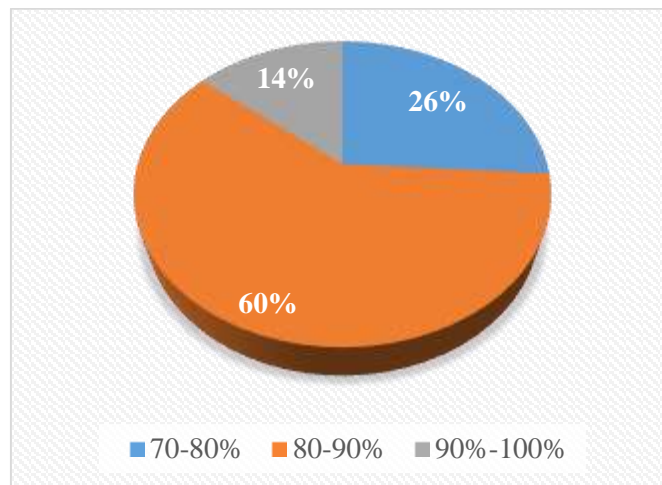
Šajā attēlā apskatāms pārkrauto vienību sadalījums atkarībā no āra temperatūras. Šis vienību skaits tika izmantots aprēķinot svaru rādījumu ietekmi atkarībā no gaisa temperatūras, kura tika parādīta 1. tabulā. Pēc tabulas var secināt, ka visvairāk vienību tiek pārkrauts, kad gaisa temperatūra ir no +10 °C līdz +25 °C, kad arī svaru rādījumu kļūda ir mazāka. Vismazāk vienību tiek pārkrauts, kad gaisa temperatūra ir zemāka par -10 °C.

2. Tabula

Relatīvā gaisa mitruma ietekme uz svaru rādījumiem % no pārkrauto vienību skaita

	Relatīvais vidējais gaisa mitrums		
	70-80%	80-90%	90%-100%
BC02 svaru kļūda <1.5%	96,56%	95,33%	85,89%
BC02 svaru kļūda 1,5-3%	3,44%	4,67%	14,11%
BC02 svaru kļūda >3%	0%	0%	0%
BC10 svaru kļūda <1.5%	88,12%	65,43%	41,34%
BC10 svaru kļūda 1,5-3%	11,88%	28,36%	35,23%
BC10 svaru kļūda >3%	0%	6,21%	23,43%
BC13 svaru kļūda <1.5%	92,23%	58,59%	46,78%
BC13 svaru kļūda 1,5-3%	7,77%	27,03%	36,78%
BC13 svaru kļūda >3%	0%	14,38%	16,44%

Šajā tabulā apkopota relatīvā gaisa mitruma ietekme uz svaru rādījumiem. Vienību skaita sadalījumu procentos iespējams aplūkot 2. attēlā. Pēc tabulas iespējams secināt, ka svaru rādījumu kļūda ir mazāka, kad relatīvais gaisa mitrums ir mazāks – gaiss ir sausāks, precīzāk robežās no 70-80%. Šādos laika apstākļos nevienu svaru kļūda nav lielāka par 3%. Pārējos laika periodos svaru rādījumu kļūda ir lielāka attiecīgi, kad gaisa mitrums ir 80-90%, BC10 un BC13 svari rādījumi, kuru kļūda ir mazāka par 1,5%, ir 65,43% mērījumu un 58,59% mērījumu. Viszemākā svaru rādījumu precizitāte ir pie relatīvā vidējā gaisa mitruma 90-100%. Šajā intervālā BC10 un BC13 svaru rādījumu kļūda ir mazāka par 1,5% mazāk nekā pusē mērījumu, precīzāk 41,34% BC10 svari un 46,78% BC13 svari. Relatīvā gaisa mitruma izmaiņām, salīdzinot, nav tik liela ietekme uz BC02 svaru rādījumu precizitāti. Tā mainās 11% robežās. Tas ir BC02 svaru novietojuma īpatnību dēļ. BC02, atšķirībā no BC10 un BC13 svari, atrodas pazemes galerijā ar labu ventilāciju, un tos mazāk ietekmē relatīvā gaisa mitruma izmaiņas.



2.attēls Izkrauto vienību skaita sadalījums % attiecībā pret relatīvo vidējo gaisa mitrumu no 01.03.2015 līdz 30.03.2016

Izkrauto vienību skaita sadalījums, kurš attēlots 2. attēlā, parāda, ka visvairāk vienību (60%), tiek pārkrauti apstākļos, kad gaisa relatīvais vidējais mitrums ir 80-90%. Tas ir saistīts ar Latvijas klimatiskajiem apstākļiem un ar to, ka uzņēmums atrodas jūras tuvumā un bieži netiek nodrošināta laba ventilācija virszemes konveijeriem. Vismazākais pārkrauto vienību skaits – 14% – ir pie ļoti augsta relatīvā vidējā gaisa mitruma (90-100%), un pie šiem rādītājiem svaru rādījumi ir ar vislielāko kļūdu, kas ir daļēji arī saistīts ar cietiem svaru rādījumus ietekmējošajiem faktoriem, piemēram, nevienmērīga kraušana, kāda ir neizbēgama nokrišņu gadījumā. Pie viszemākā gaisa mitruma tiek pārkrauta nedaudz vairāk 1/4 daļa visu vienību jeb 26%.

Relatīvā gaisa mitruma palielināšanās rada svaru precizitātes izmaiņu ar negatīvu zīmi, svāri rāda mazāk, nekā ir reālais pārkrautais uz kuģi.

Kraušanas vienmērība

BC02 svaru kraušanas vienmērība un noslodze ir visaugstākā, jo, izkraujot no vagoniem, materiāls ir svaigs un, lielākoties, birst vienmērīgi, kā arī operators, kurš kontrolē konveijeru darbību, seko, lai kraušanas ātrums būtu vienmērīgs 580-610t/h. Svaru noslodze darbības laikā ir 50%. Svaru ražotājs ir noteicis svaru minimālo noslodzi 20%, kas ir 240t/h, pie kuras svaru rādījumiem ir jābūt precizitātes robežās – kļūda mazāka par 1.5%. [3]

BC10 un BC13 svari kraušanas vienmērību ir grūtāk kontrolēt. Tā kā kraušana, lielākoties, notiek izkraujot kravu no kupoliem, kur šī krava ir stāvējusi kādu laiku, materiāla īpatnību dēļ, materiāls nebirst pašplūsmā vai birst nepietiekami. Šādos gadījumos tiek izmantoti iekrāvēji, un šajā gadījumā kraušana norisinās viļņveidīgi un nevienmērīgi. Arī šiem diviem

svariem minimālā noslodze precizitātei ir 20%, kas ir 400t/h. Kraujot ar iekrāvējiem, kraušanas ātrums mainās no 200t/h līdz 1000t/h. Kraušanas vienmērības paaugstināšanai tika izveidotas bremzes pārbērtuvēs, kurās tiek bērtā krava ar iekrāvējiem. Tas deva rezultātu, izlīdzinot kraušanas ātrumu no 500 līdz 1000t/h. [3]

Kraušanas vienmērības trūkums rada svaru kļūdu ar pozitīvu zīmi – svāri rāda vairāk, nekā patiesībā ir uzkrauts.

Citi faktori

Pie citiem faktoriem, kurus jāuzskaita kā svaru rādījumus ietekmējošus faktoros, kuri ir vienojoši visiem trīs konveijeru svāriem, jāmin: rullīšu nodilums, vibrācija, lentas tīrība, svaru novietojuma leņķis.

Rullīšu nodilums var radīt vibrāciju, kā arī, ja tie nav ar vienādu nodilumu, izmaiņas svaru rādījumos.[4] Rullīšu nodiluma ietekme uz svaru rādījumiem ir 0,05-0,3%, kas ir novēroti svaru darbības ekspluatācijā. Par rullīšu precizitāti aprakstīts svaru pasē.

Vibrācijas ir pieļaujamas pie normālas konveijera darbības. Taču vibrācija, kuru rada vairāki nodiluši svaru rullīši, spēj mainīt svaru rādījumus līdz 0,3%, tāpēc tiek veiktas regulāras apkopes svaru konveijeriem 1 reizi mēnesī. Svaru rullīšu maiņu veic uzreiz visiem svaru rullīšiem ne retāk kā 3 reizes gadā [2].

Lentas tīrība visvairāk ir atkarīga no laika apstākļiem. Paaugstināta gaisa mitruma un temperatūras periodos lentas tīrību nodrošināt ir gandrīz neiespējami, kaut arī uz konveijera darbojas vairāki lentas tīrītāji. Lenta paliek mitra un slidena, gaisa mitrumam reaģējot ar materiālu. Tas ietekmē svaru rādījumus negatīvā virzienā – svāri rāda mazāk, nekā ir patiesībā pārkrauts.

Svaru novietojuma leņķis ir nemainīgs un visiem svāriem gandrīz vienāds apmēram 7°. Taču ieteikumos svaru uzstādīšanai minēts, ka svarus labāk novietot taisnā horizontālā stāvoklī. [1];[4]

Ieteikumi lentas konveijera svaru darbības kļūdas samazināšanai

Kalibrācija pirms kraušanas ar rādījumu korekciju

Zinot laika apstākļus, kādi paredzami, pirms kraušanas iespējams nokalibrēt svarus, izmainot svaru stieņa koeficientu atbilstoši gaidāmajam laikam. Šī metode tiek izmantota šobrīd, kalibrējot svarus pirms katra kuģa kraušanas. Kalibrācija diviem svāriem aizņem 2h.[1] Ja gaidāmas paaugstinātas gaisa temperatūras vai paaugstināts gaisa mitrums BC10 un BC13 svāriem tiek izmainīts koeficients par 0,1-0,3 %, ar pozitīvu zīmi, lai gadījumā, kad lenta būs slapja un svāri skaitīs mazāk, kompensētu šo starpību.

Koeficienta 0,1% izmaiņa uzstādīta, kad gaisa mitrums 80-90%, taču gaisa temperatūra ir no +10 °C līdz +25 °C, 0,2% – kad gaisa mitrums 90-100%, bet gaisa temperatūra ir no -10 °C līdz +10 °C, 0,3% - kad gaisa mitrums 90-100%, un gaisa temperatūra ir virs +25 °C.

Lielākoties šādas izmaiņas ļauj svaru kļūdas rādījumiem palikt mazākiem par 1,5%.

Svaru rādījumu korekcija programmā

Svaru rādījumu korekciju veikt automātiskās vadības sistēmā, izmantojot gaisa temperatūras un gaisa mitruma rādījumus. To iespējams veikt automātiski, neveicot svaru kalibrāciju ar izmainītu svara stieņa svara koeficientu.

Korekciju veic, izmantojot formulu (1.1):

(1.1)

$$S_k = S + C_t + C_m,$$

kur: S_k = Kopējais momentānais materiāla svārs (t/h);

S = Materiāla momentānais svārs uz svāriem (t/h);

C_t = Svara korekcijas koeficients temperatūras ietekmē (t/h);

C_m = Svara korekcijas koeficients gaisa mitruma ietekmē (t/h);
 t/h = kraušanas kapacitāte tonnas stundā;

Svara korekcijas koeficientu C_t un C_m kopējās vērtības ir robežās no 0 – 6 t/h, jeb 0,3% no kopējās maksimālās kraušanas kapacitātes. C_t koeficienta robežvērtības ir no 0 – 2 t/h, C_m koeficienta robežvērtības ir no 0 līdz 4 t/h. Šādas robežvērtības tika noteiktas eksperimentāli. Koeficientu C_t un C_m vērtības tiek pārrēķinātas reizi stundā, izmantojot vidējo gaisa temperatūru un vidējo gaisa mitrumu stundas laikā. Programma paredz iespēju saglabāt un attēlot svaru rādījumus bez korekcijas koeficienta, lai precīzāk būtu iespējams veikt novērojumus un veikt svaru rādījumu salīdzinājumu. Korekcijas rezultātā svaru rādījumu kļūdu būtu iespējams samazināt par 1-1,2%.

Summary

In this paper is gathered information about common possible factors, that could make wrong belt conveyor weight scale measurements loading fertilizer materials. This information gives opportunity to foresee weight scale measurements, and by knowing it change weight scale calibration strategy to make sure that weight scale measurements error is small as possible.

For this purpose, was made research about air temperatures and air humidity's effect on weight scale error. All other factors were excluded by preventive work, like changing conveyor rollers, removing all possible vibration, making maintenances every month, etc. At the end of the research were made suggestions for preventing better weight scale measurements.

Research showed that weight scale measurements are the best, with smallest error <1,5% - 90% in average for three comparable weight scales, at temperature -10 °C or lower, but the worst weight scale measurements, with highest error >3% - 20% in average for two comparable weight scales, at temperature +25 °C or higher. At temperature -10 °C to +10 °C weight scales showed error <1,5% - 46% in average for two comparable weight scales, error 1,5-3% - 39% in average for two comparable weight scales and error >3% - 15% in average for two comparable weight scales. At temperature +10 °C to +25 °C weight scales showed in average good accuracy. And in this temperature were made 52% of measurements.

Air humidity research showed that at air humidity 70%-80% all weights shows solid error <1,5% - 92% in average for three comparable weight scales and error 1,5-3% - 8% in average for three comparable weight scales. At air humidity 80%-90% weight scales shows error <1,5% – 62% in average for two comparable weight scales, and error >3% - 11% in average for two comparable weight scales. At air humidity over 90% weight scales shows error >3% - 20% in average for two comparable weight scales.

Suggestions for getting better weight scale measurements are two:

1. Manually, before start loading ship make weight scale calibration, using its own load weight, changing coefficient by 0 to 0.3%, coefficient taken in advance of air temperature and air humidity level.
2. Changing weight scale measurements in computer program using formula, that includes weight measures in real time, coefficient for correction (depends on weather conditions – temperature and humidity in scale from 0 to 0,3). Weather conditions are monitored in average per hour and correction coefficient is changed once in hour.

Literatūra

1. Snežana ALEKSANDROVIĆ, Mihajlo JOVIĆ, „Testing and calibration of continuously operating belt weighers”, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY (Electrical Review), ISSN 0033-2097, R. 87 NR 7/2011, page 276 – 279, Available in internet: <http://pe.org.pl/articles/2011/7/63.pdf> (skatīts 03.04.2016);
2. Y. Gao, "Research on Vibration Characteristics of Large Scale Belt Conveyor and its Application", Applied Mechanics and Materials, Vol. 686, pp. 491-496, 2014, Available in internet: <http://www.scientific.net/AMM.686.491>, (skatīts 05.04.2016);

3. "Kukla DWC-6 controller user manual", 2012 (skatīts 04.04.2016);
4. "Multiple roller belt scale EBW-M installing and maintainace", 2012 (skatīts 02.04.2016);
5. [Http://www.mathsisfun.com/measure/error-measurement.html](http://www.mathsisfun.com/measure/error-measurement.html) - mērījuma kļūdas, (skatīts 05.04.2016);

NERŪSĒJOŠA TĒRAUDA KRĀSAS MAIŅA MARKĒŠANAS PROCESĀ ATKARĪBĀ NO LĀZERA PARAMETRU IZMAIŅĀM *STAINLESS STEEL COLOR CHANGE, DEPENDING ON THE LASER PARAMETERS IN LABELING PROCESS*

Autori: **Aleksejs Gribovskis**, e-pasts: gribalex@inbox.lv, **Normunds Bernāns**, e-pasts: nomka1993@inbox.lv, **Oskars Počekajevs**, e-pasts: o.pocekajevs@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Pāvels Narica, Dr.phys., doc.**, e-pasts: Pavels.Narica@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. *This research describes color marking on stainless steel using various laser parameters. As a process, laser marking has been known for a long time, however, usage of this technology is rarely found for industrial needs. New fiber laser allows user to change the laser parameters in order to change color scheme, quality and visual appearance on the engraved surface.*

Keywords: *Laser engraving, color, thin-film effect, optimal solution.*

Ievads

Dotā darba mērķis: izpētīt, lāzera apstrādes laikā, uz metāla virsmām izveidojušos krāsu jeb oksīda slāni atkarībā no lāzera parametriem, atrast lāzera parametrus pie kuriem marķēta krāsa nemainīsies izmainot apskates leņķi.

Dotā darba problēma: Mainot marķējuma krāsas apskātāmo leņķi, mainās apskātāma krāsa vai tās tonis.

Pētījuma laikā apskatīti dažādi literatūras avoti, lai gūtu priekšstatu par dotās tēmas aktualitāti un problēmas atrisināšanas metodēm, kā arī lai uzzinātu citu publikāciju autoru sasniegumus šajā nozarē.

Pētījumā objekti un metodes

Pētījuma objekts ir nerūsējošā tērauda deviņas plates ar izmēriem 100x100x2mm, un to ķīmiskas un fizikālās īpašības ir identiskas, jo tika sagrieztas no vienas nerūsējoša tērauda AISI 304L markas lielas plāksnēs.

Kopā izgatavoti deviņi paraugi ar vienādiem izmēriem. Tika mainīti lāzera parametri: jauda, apstrādes ātrums, kā arī attālums starp marķētam līnijām. Nemainīgi palika sekojošie parametri: frekvence, lāzera stara fokuss uz materiāla virsmas.

Eksperimenti tika veikti izmantojot 6 kW firmas IPG lāzera iekārtu YLS 600/6000. Izmantojamai lāzeriekārtai ir gaisa dzesēšanas sistēma, ar gaisa kondicioniera palīdzību un tas atrodas noslēgtā skapī. Firma piedāvā dažādās lāzera komplektācijas, modeļus ar dažādām jaudām, kā arī iespēju sadalīt lāzerstaru līdz pat sešiem darbapaldiem no viena lāzera stara avota. Šīs sistēmas ir paredzētas, lai darbotos rūpnieciskās ražošanas vidēs. Šāda tipa lāzери, pateicoties tehniskajiem parametriem ir ieguvuši plašu pielietojumu un ir pieprasīti automobiļu, aviācijas, naftas, gāzes un citās nozarēs, pie tam daudzi no tiem veic darbu vairākās maiņās.

Izmantojama IPG firmas lāzera YLS 600/6000 tehniskie parametri apskatāmi 1 tabulā.

1.tabula

Lāzera tehniskie parametri

Lāzera veids	Yb Šķiedru lāzers
Izstarotāja maksimāla jauda (kW)	6 kW
Izstarotāja dzesēšanas veids	Gaisa
Apstrādes laukums (mm)	800*604*605mm
Interfeiss	LasPaint
Ekspluatācijas režīmi	CW un QCW

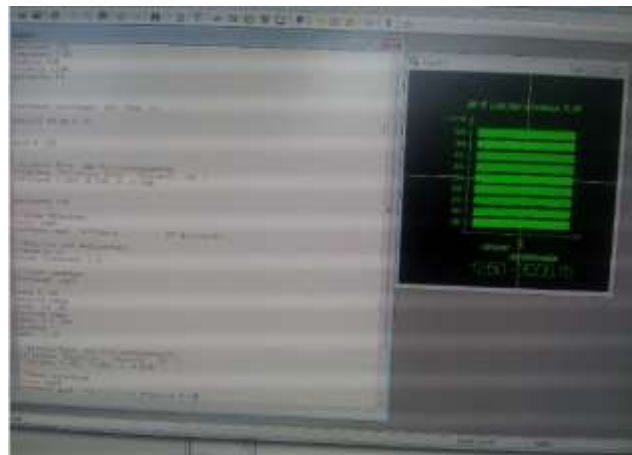
Paraugu marķēšanai tika izvēlēti trīs lāzera jaudas lielumi, trīs dažādas atstarpes starp līnijām, marķēšanas ātrumi uz kuru pamata arī tika veiktas paraugu apstrādes, skatīt 2. tabulu.

Lāzeriekārtas vadības programmatūrā Laspaint tika uzrakstīta programma ar izvēlētajiem lāzera parametriem, skatīt 1.attēlu.

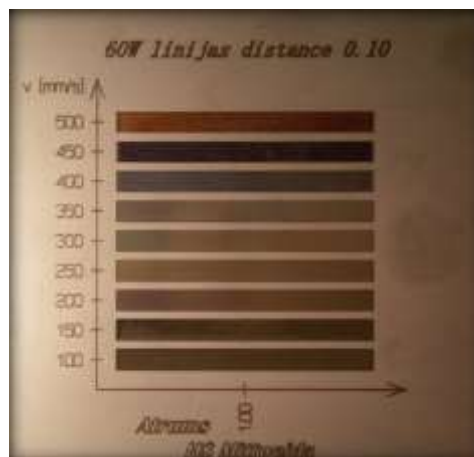
2.tabula

Izmantotie lāzera parametri

Parametrs	Vērtība/ Lāzera jauda		
	60w	88w	100w
Līniju distance [mm]	0,1mm; 0,15mm; 0,2mm		
Marķēšanas ātrums v[mm/s]	100-500 mm/s		
Kopējais apstrādes lauks vienai krāsai (mm)	5x50		



1.attēls Programmas paraugs



2.attēls Iegūtais paraugs ar jaudu 60W

Lāzera apstrādes laikā uz metāla virsmām veidojas oksīda slānis. Šī slāņa biezums nosaka, kā baltā gaisma atspoguļosies uz parauga, kas cilvēka acij atstarojas dažādās krāsās, kas apskatāmas 2. attēlā. Atšķirībā ar citām marķēšanas metodēm, lāzera marķēšanā neizmanto ķīmikālijas vai papildus instrumentus. [3]

Pētījuma uzdevums bija izveidot oksīda slāņus uz virsmas, kas parādītu kvalitatīvu krāsu marķējumu. Marķēšanas kvalitāte tiek vērtēta vizuāli. Lāzera parametru ietekme uz krāsu tiek analizētas pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem. [1][2][3]

Izvēlēto parametru krāsu apkopojums apskatāms 3. tabulā.

3.tabula

Iegūto krāsu apkopojums

Nr.	Ātrums v[mm/s]	Jauda								
		60W			88W			100W		
		Attālums starp marķētam līnijām[mm]								
		0,1	0,15	0,20	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2
1	500									
2	450									
3	400									
4	350									
5	300									
6	250									
7	200									
8	150									
9	100									

Ievadot visus iegūtos eksperimenta rezultātus tabulā, jāsecina, ka palielinoties lāzera jaudai, krāsu spektrs samazinās. Visas iegūtās krāsas 100w sagatavēs bijušas ar pelēcīgu, melnu krāsas toni, kas ļoti stipri neatšķiras viena no otras. Reālajā dzīvē 88w un 100w sagatavēm krāsas izskatu noteica leņķis, no kura skatās uz apstrādāto virsmu. Respektīvi: zemākā apgaismojumā krāsas manāmi atšķiras. 60w sagatavēm pie ātrākiem marķēšanas ātrumiem var novērot sarkanus, zilus un brūnus krāsas toņus. Apskates leņķis krāsu maiņu neietekmē un tas arī ir vēlamais rezultāts.

Lai maksimāli iekonomētu laiku ir jāpalielina marķēšanas ātrums, attālumu starp marķēšanas līnijām un lai nezaudētu kvalitāti, ar mikroskopa palīdzību jāsalīdzina vizuāli vienādas krāsas dažādos paraugos, lai izvēlētos labāku. Zilās krāsas paraugu salīdzinājums apskatāms 4. tabulā.

4.tabula

Zilās krāsas salīdzinājums




Jauda – 60w	Jauda – 88w	Jauda – 100w
Attālums starp līnijām – 0,15mm	Attālums starp līnijām – 0,15mm	Attālums starp līnijām – 0,15mm
Marķēšanas ātrums – 450mm/s	Marķēšanas ātrums – 450mm/s	Marķēšanas ātrums – 450mm/s

Salīdzinot sagataves zem mikroskopa, jāsecina, ka samazinot jaudu zilās krāsas marķējums var nebūt tik dziļi iegravēts kā būtu vēlams, taču izmantojot pārāk lielu lāzera jaudu, darba virsmā tiek izdarīti pārāk dziļi gravējumi, kas noved pie tumšākas krāsas toņa. Jo mazāka jauda, jo viendabīgāks ir marķējums. Atstatums starp līnijām arī atšķiras no programmā iestatītā.

Brūnās krāsas marķējumiem ar vienādu jaudu un marķēšanas ātrumu, mainot tikai attālumu starp līnijām ir redzams kā jo mazāks ir attālums starp līnijām, jo viendabīgāka ir krāsa, taču jāizvēlas tāds attālums, lai lāzera stara veidotas marķējuma līnijas nepārklātos. Brūnas krāsas ietekmi no attāluma starp marķējamām līnijām apskatāms 5.tabulā

5.tabula

Brūnas krāsas salīdzinājums

Jauda – 60w	Jauda – 60w	Jauda – 60w
Attālums starp līnijām – 0,1mm	Attālums starp līnijām– 0,15	Attālums starp līnijām– 0,2
Marķēšanas ātrums– 500mm/s	Marķēšanas ātrums– 500mm/s	Marķēšanas ātrums – 500mm/s
		

Rezultāti un izvērtējums

Visi iegūtie paraugi tika apskatīti, salīdzināti zem mikroskopa detalizētākai salīdzināšanai, taču gala rezultāta izvērtēšanai speciālas ierīces netiks izmantotas, paļaujoties tikai uz dažādu cilvēku krāsu uztveri, ņemot vērā vairākuma viedokli.

Apstrādes rezultāti liecina, ka galvenie ierobežojošie faktori, kas ļauj iegūt augstas kvalitātes marķējumu, ir enerģijas pulss un impulsa maksimālā jauda. Tomēr būtu jāatzīmē, ka pareizo apstrādes parametru atrašanai, lai izveidotu noteiktu krāsu, ir jāpatērē daudz laika un krāsu maiņa nav lineāra. Bet tad, kad parametru kombinācija ir atrasta, marķējumu var veikt bez piepūles un papildus laika patēriņa.

Lai izmantotu krāsaino marķēšanu rūpniecībā, marķēšanas procesiem jābūt ātrākiem. Tas var būt paveikts, izmantojot pareizo lāzera jaudu, attālumu starp marķējamām līnijām, vai izvēlētajam marķēta attēla aizpildījuma veidam un marķēšanas ātrumu. Marķēšanu veicot paaugstināta skābekļa klātbūtnē iespējams paaugstināt oksīda plēves augšanas ātrumu.

Nerūsējošajam tēraudam krāsainu marķējumu gadījumā jāizmanto lāzera jauda līdz 90w, jo lielākas jaudas gadījumā ir jāpaaugstina apstrādes ātrums, taču vairums lāzera strara pārvietošanās sistēmas nespēj attīstīt tik lielu ātrumu. Pie pārlietu lielas jaudas un maziem ātrumiem metāls tiek gravēts nevis marķēts, kā rezultātā metāla virsma paliek tumša un gaišas krāsas iegūt nav iespējams.

Krāsaina lazermarķēšana ir daudzsološa metode, kas ir plaši pazīstama jau vairākus gadus. Krāsainā zona faktiski ir atstarojošā metāla virsma, kas ir pārklāta ar plānu oksīda plēvi. Krāsa ir definēta ar oksīda biezuma slāni. [5]

Lāzera krāsu marķēšanas process ir pievilcīga alternatīva drukāšanai, anodēšanai, emulsijas pārklājumu vai uzlīmju izmantošanai. Lāzera marķēšanā netiek izmantotas ķīmikālijas vai papildus instrumenti un tai ir ļoti laba precizitāte.

Marķēšanas process joprojām ir ierobežots, jo trūkst informācijas par koroziju, nodilumu un skrāpējumu ietekmi uz apstrādājamo virsmu.

Var secināt, ka lāzera krāsu marķēšanai ir liels potenciāls kļūt par plaši lietotu paņēmieni produkta marķēšanā un apdarē. Tomēr, pirms šis paņēmieni var būt izmantots liela apjoma patēriņa precēm, jāveic vairākus pētniecības un aplikāciju testus, lai izveidotu pietiekami atbilstošu un aizsargātu virsmu. Ir arī svarīgi, šādu pētījumu veicot, radīt vairāk informācijas par to, kā izvēlētie apstrādes parametri attiecas uz krāsu konkrētā lāzera sistēmā.

Secinājumi

Veicot pētījumu tika secināts kā ir jāizvēlas pēc iespējas mazāka lāzera jauda un mazāks marķēšanas līniju atstatums, lai iegūtu kvalitatīvu marķējumu, kas mainot apskates leņķi nemainītu krāsu vai krāsas toni.

Neskatoties uz iespēju mainīt apstrādes parametrus plašā diapazonā, daži lāzери ir vairāk piemēroti krāsas marķēšanai, nekā citi.

Impulsa platums, šķiet, ir svarīgākais parametrs, nosakot marķējumu kvalitāti un kontrastu. Tāpēc lāzериem, kas ļauj noregulēt impulsa platumu neatkarīgi no frekvences, ir priekšrocības marķēšanā.

Lai radītu vienotu augstas kvalitātes zīmējumu, jābūt pietiekami labai lāzera stara kvalitātei un stabilitātei. Jaunie šķiedras lāzери ir labi piemēroti šai metodei. Krāsu marķēšana ar lāzериem ir vienkārša un padara virsmu vizuāli pievilcīgāku. Piemērotas krāsas var izvēlēties izdarot pareizu parametru kontroli. [4]

Daudzu pazīstamu uzņēmumu logo ir atpazīstami tikai pareizā krāsu toņa dēļ, piemēram, Microsoft Windows, McDonald, DHL, Google, IBM. Tieši tāpēc krāsainajā marķēšanā arī turpmāk jāveic inovatīvus pētījumus par to, kā tērauda marķēšanu padarīt vieglāk lietojamu.

Acknowledgements

Thank to Laser Institute of the University of applied sciences of Mittweida, Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Horst Exner, [Dipl.-Ing. Manfred Glätzner](#), [Dipl.-Ing. \(FH\) Lars Hartwig](#) and other Laser Institute personnel, [Rezeknes Academy of Technology](#), Mg.sc.oec, dipl.ing. Pāvels Narica and Prof. Lyubomir Lazov.

Literatūra

1. A.M. Carey et al., Laser Surface Ornamentation, Proceedings of International Congress on Application of Lasers & Electro-optics, ICALEO 1998.
2. Z Hongyu, Laser-induced colours on metal surfaces. SIMTech Technical Report PT/01/005/AM, 2001.
3. R. Rusconi, J. Gold, Color marking. Industrial Laser Solutions, p. 16-18, Dec 2005.
4. L. Ming et al., Colour marking of metals with fiber lasers. Proceedings of the 3rd Pacific International Conference on Application of Lasers and Optics 2008.
5. D. Bäuerle, Laser Processing and Chemistry, 3rd edition, Springer, Berlin- Heidelberg 2000.

**DIOŽU ITERBIJA (YB) ŠĶIEDRAS LĀZERMARKĒŠANAS PROCESA
PARAMETRU IETEKME UZ POLIVINILHLORĪDA (PVC)
MATERIĀLU LĀZERMARKĒJUMA KVALITĀTI**
*DIODE PUMPED YTTERBIUM FIBER LASER MARKING PROCESS
PARAMETER IMPACT ON MARK QUALITY OF POLIVINYLCHLORIDE (PVC)
MATERIAL*

Autori: **Andris Igavens, Jānis Riekstiņš, Artūrs Sivenkovs**, e-pasti:
andris@promold.lv, janis.riekstins@gmail.com, artur41k@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītāji: **Lubomirs Lazovs, Dr.-Ing., prof.**, e-pasts: Lyubomir.Lazov@rta.lv,

Pāvels Narica, Dr.phys., doc., e-pasts: Paveks.Narica@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract: *Laser technology is undergoing unbelievably rapid expansion. A laser is a device that emits light through a process of optical amplification based on the stimulated emission of electromagnetic radiation. Nowadays laser cuts many different materials, including wide range of plastics and plastic material products. PVC plastic materials, is relatively light, cheap and durable material. Plastics it's self is also recyclable and recoverable materials. Polyvinylchloride plastics is widely used in manufacturing of wide range of plastic details, pipes, toys, credit cards, window frames, interior and exterior facades and decorations. Laser marking of PVC plastics can be used to provide application of various symbols, such as part numbers, barcodes, instructions and graphic picture on the surface of PVC plastic objects. To reach the necessary quality of marked symbols and smooth surface of PVC detail, is necessary to choose the appropriate power and speed of laser marking process. The aim of this work is to relate the mark quality parameters and the operating process parameters. The research was conducted in the period of time from March 2016 till April 2016, in the Rēzekne Academy of Technology, Laser Technology center.*

Keywords: *Fiber, Laser marking, Power, PVC, Speed, Ytterbium*

Ievads

Lāzers tika atklāts 20 gadsimta sešdesmitajos gados, drīz pēc tā atklāšanas tas rada pielietojumu daudzās industriālajās nozarēs, īpaši materiālu apstrādē, piemēram griešanā un metināšanā, kā arī medicīnas nozarēs.

Lāzers ir elektroniski optiska ierīce, kura izstaro koherentu starojumu. Termins "Lāzers" ir akronīms no angļu valodas, (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) ko latviešu valodā var tulkot kā "gaismas pastiprināšana, izmantojot inducēto starojumu". Tipisks lāzera starojums ir gaismas kūlis ar mazu izkliedi un ar monohromatisku viļņa garumu. [2]

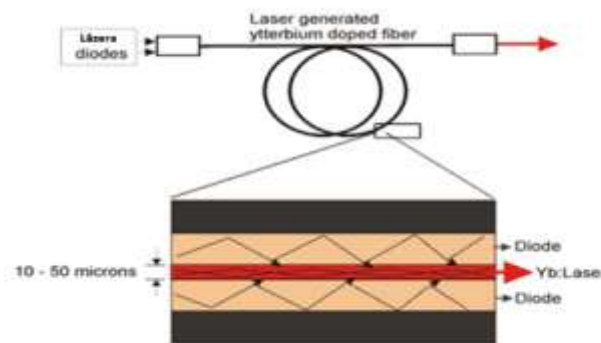
Pateicoties lāzera stara lielā jaudas blīvuma un precizitātes īpašībām, to var pielietot visdažādāko materiālu - koka, metāla, ādas, plastmasas, keramikas un kompozītmateriālu apstrādē, veicot griešanas, metināšanas, gravēšanas un marķēšanas procesus. Augstā precizitāte un lielā lāzerapstrādes procesu automatizācijas spēja, ir viena no galvenajām, lāzertehnoloģiju priekšrocībām.

Līdz ar plastmasu attīstību, no to izgatavoto materiālu un detaļu klāsts pieaug, daudzās nozarēs, ar plastmasas materiāliem tiek aizstāts, koks, stikls, metāls un citi materiāli. Plastmasa ir lētāka, vieglāka, kā arī tai piemīt daudzas citas īpašības, kā izturība, elastība, elektroizolācija, tā ir arī noturīgāka pret mitruma un citu apkārtējās vides iedarbību. Pieaugot plastmasas pielietojumam, rodas nepieciešamība pēc to apstrādes, un šeit lieti noder izmantot lāzeriekārtas. Tā kā vairumam plastmasu, salīdzinājumā ar izplatītākajiem metāla materiāliem, ir daudz zemāka kušanas temperatūra, plastmasu lāzerapstrāde ir ekonomiski izdevīga, jo nav nepieciešami lāzeri, kas ģenerē staru ar lielu jaudu, ir lielu gabarīta izmēru un patērē daudz elektroenerģijas.

Viena no jaunākajiem lāzera stara ģenerēšanas metodēm, lāzeros ir izmantojot diožu ierosmes lampas. Šādus lāzerus sauc par diožu lāzeriem. To ekspluatācija ir salīdzinoši lētāka, tiem ir neliela jauda (aptuveni līdz 100W), ar kuru pilnīgi pietiek plastmasu apstrādei. [6] Dotajā pētījumā, tiek izmantots diožu it Rofin Power Line f 20 Iterbja (Yb) šķiedras lāzers (*diode-pumped fiber Yb*), ar kuru tiek veikta polivinilhlorīda (PVC) plastmasas paraugu lāzermarkēšana, un iegūto rezultātu analizēšana. PVC plastmasa, ir izvēlēta, jo tā tiek plaši izmantota tautsaimniecībā, dažādu detaļu, produktu, konstrukciju un iekārtu korpusu izgatavošanā, piemēram PVC logi, durvis, trauki, dadži lūku vāki, elektroinstalācijas piederumi, ID, banku un čipu kartes, iekārtu korpusa detaļas. Uz kurām ir nepieciešams izvietot dažādu informāciju, nosaukumus, logotipus, sērijas numurus utml. Veicot šīs informācijas uznešanu ar lāzera palīdzību, ir iespējams, nodrošināt augstu tās vizuālo kvalitāti un ilgstošu noturību, kas nepiemīt līmētājai, vai krāsotājai informācijai.

Šī pētījuma mērķis, ir izpētīt diožu lāzera iedarbību un tās sekas un PVC materiāliem. Atrast optimālos lāzermarkēšanas procesa parametrus diožu lāzeriem, kvalitatīva markējuma iegūšanai uz PVC materiāliem.

Diožu iterbija (Yb) šķiedras lāzers un lāzermarkēšana



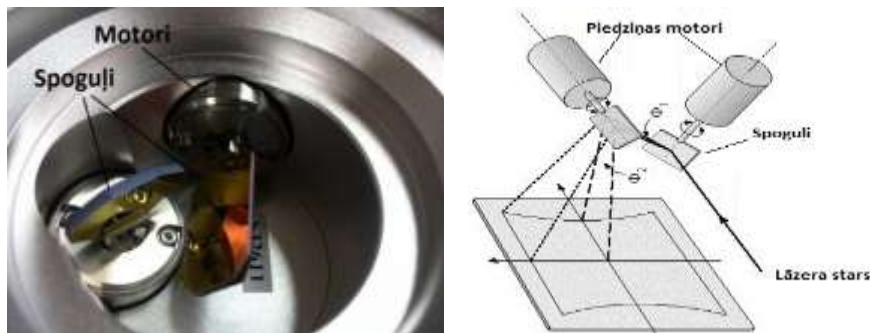
1.attēls Diožu iterbija šķiedras lāzera ģeneratora principiālā shēma [8]

Lāzera galvenās sastāvdaļas ir aktīvā viela, enerģijas avots un pastiprinātājs — tā sauktais optiskais rezonators. Patērējot enerģiju no enerģijas avota, tiek ierosināti aktīvās vielas atomi (molekulas kristālrežģis), kas ģenerē inducētā starojuma kvantus. Rezonators pastiprina inducētā starojuma kvantu plūsmu un veido lāzera staru. Vienkāršākajā gadījumā optiskais rezonators sastāv no diviem plakani paralēliem spoguļiem. Starp tiem, izplatās inducētā starojuma kvanti, kas daudzkārt šķērso aktīvo vielu. Atkārtoti ejot caur aktīvo vielu, inducētie kvanti izraisa aizvien jaunu inducēto kvantu rašanos, un kvantu plūsma lavīnveidīgi pieaug. Ja viens no spoguļiem ir gaismu pus-caurlaidīgs, tad daļa plūsmas nokļūst ārpusē un caur spoguļi tiek izstarots lāzera stars. [6]

Iterbijs (Yb) ir ķīmiskais elements, kas pieder pie retzemju grupas metāliem. Lāzera tehnoloģiju, tas ir ieguvusi nozīmīgu lomu, trīsvērtīgā jona formā Yb^{3+} , kas tiek izmantots kā lāzera aktīvās vielas stimulators ar dažādiem ierosmes materiāliem, tostarp gan kristāliem, gan stiklam. To bieži izmanto, viļņu garuma noskaņošanai cietvielu lāzeros. Iterbijs lāzeros, nodrošina ļoti augstu efektivitāti un stara kvalitāti. Izejas jauda, spēj sasniegt vairāk nekā 1 kW. Šādas izejas jaudas, ir sasniedzamas ar iterbija leģētu dubultā klātu šķiedru lāzeri un pastiprinātāju. Iterbija lāzeri, sniedz augstu lāzera staru kvalitāti, vai pat lielākas jaudas, kurās nav difrakcija, neierobežotā staru kvalitāti. [9]

Diožu iterbija šķiedras lāzers, sastāv no gaismas diodēm, kas izstaro gaismu, uz ar iterbija joniem piesātinātu optiskās šķiedras vadu. No gaismas diodēm tiek izstarota gaisma, un gaismas fotoni, plūst pa optiskās stikla šķiedras vadu, kas ir piesātināts ar iterbija atomiem. No diodēm

plūstošie fotoni ierosina optiskajā vadā esošos atomus, un tie sāk izstarot gaismas kvantus, vajadzīgajā frekvencē. Optiskās šķiedras tinums, stabilizē šķiedrā plūstošos gaismas kvantus, veidojot virzītu, precīzu un ļoti augstas kvalitātes gaismas staru (Skat 2.att).



2.attēls Skenējošā galva- atvērta un principiālā skice [9]

Ģenerētais lāzera stars, plūst caur virkni lēcu un spoguļu, kas to savāc, nofokusē un nobīda vajadzīgajā virzienā. Rofin Power Line f 20 lāzerī, stars nokļūst lāzera skenējošajā galvā, kurā ir divi kustīgi spoguļi, kuru kustīgumu elektromotoru piedziņa, kas tiek vadīta ar lāzerekārtas datoru, atbilstoši programmai un iekārtas lietotāja iestatītajiem parametriem, novirzot lāzera staru uz apstrādājamo virsmu, ar nepieciešamo jaudu un virzot to pa apstrādājamo virsmu, ar vajadzīgo ātrumu.

Tā kā diožu lāzeri neģenerē lielas jaudas lāzera staru – aptuveni līdz 100W, to ekspluatācija organisko vielu apstrādē, ir lietderīga, jo netiek patērēta liela elektriskā strāva, salīdzinot ar CO₂ vai Nd: YAG lāzeriem.

Lāzermarķēšana ir tehnoloģija, kas praksē izpaužas kā dažādu materiālu un objektu apzīmēšana (marķēšana) izmantojot lāzeru iekārtas. Lāzera marķēšana, ir plaša kategorija metožu, kā atstāt zīmes uz objekta, kas ietver termisku iedarbošanos uz materiālu, kas izraisa, krāsu maiņu, sakarā ar ķīmiskām, molekulām izmaiņām materiālā, pārogļošanas, putošanas, kušanu, ablāciju, un daudz ko citu.[3] Galvenās priekšrocības lāzera marķēšanas procesiem ir bezkontakta darbība, augsta atkārtojamība, liels skenēšanas ātrums, apstrādāja platība ir pielīdzināma ar lāzera izmēriem, augsta elastība un automatizācija. Turklāt izmantot īsāku viļņa garumu, ko labāk absorbē materiāls, tas ļauj apstrādāt materiālus ar maziem izmēriem. Tā kā, izmantojot īsākus impulsus, samazinās siltuma skartās zonas, tas paver jaunus ceļus nanometriskai precizitātei. [4]

Pētījuma objekts

Pētījuma objekts ir marķējuma kvalitāte uz PVC plastmasas materiāla, kas ir iegūta ar diožu lāzeri. Lai sasniegtu labu marķēto simbolu kvalitāti un noturību uz PVC plastmasu virsmas, vienlaikus saglabājot materiāla formu un virsmas gludumu, ir nepieciešams atrast piemērotu lāzermarķēšanas procesa jaudu un ātrumu.

Produktu lāzermarķēšanā, ir svarīgi atrast optimālos parametrus, lai tiktu saglabāts augsts veikspējas ātrums un marķēto simbolu kvalitāte. Vienlaikus saglabājot materiāla formu, fizikālās un ķīmiskās īpašības. Pārāk liels marķēšanas ātrums, var izveidot zemas kvalitātes marķējumu, kas ir slikti redzamas vai ātri izzudīs. Tas pats var notikt, arī, ja tiek izmantota pārāk maza jauda. Pie lielas jaudas un maza ātruma, materiāls var tikt sabojāts, tajā var izkust caurumi. Virsma nebūs gluda, vai pat priekšmets zaudēs savu formu un izturību. [5]

Materiāli un metodes

Pētījumā, tika izmantota, balta 2 mm bieza (200 x 300 (mm)) polivinilhlorīda (PVC plastmasas) loksne. Tīra polivinilhlorīda materiāla krāsa ir balta, šo materiālu, kausējot un

pievienojot krāsvielas var iegūt dažādu krāsu PVC materiālus, tomēr, gan sadzīvē gan rūpniecībā, visizplatītākie ir baltas krāsas PVC materiāli.

Polivinilhlorīds (C_2H_3Cl)_n - saīsinājumā PVC, ir trešais visizplatītākais un vairāk ražotais sintētiskais plastmasas polimērs, pēc polietilēna (C_2H_4)_n un polipropilēna (C_2H_6)_n. [1] Polivinilhlorīds ir termoplastisks plastmasas materiāls ar amorfu struktūru. Šis materiāls ir ļoti ciets un tam ir augsts elastības modulis. Polivinilhlorīds ir ķīmiski izturīgs un tam ir izcila ugunsizturība (tas ir pašnodziestošs). Arī elektriskās īpašības PVC materiālam ir izcilas, sevišķi pie zemām frekvencēm un spriegumiem. Tā izmantošanas temperatūra ir -10°C līdz +60°C. Līdz +60°C temperatūrai PVC materiāls ir izturīgs pret lielāko daļu atšķaidīto un koncentrēto skābju. Polivinilhlorīdi ir labi elektriskie izolatori, tiem ir maza ūdens uzsūkt spēja, turklāt tos ir iespējams savstarpēji sametināt un salīmēt. [11]

Lāzermarķēšanas pētījumā, marķēšanai uz PVC materiāla, tika izmantots diožu ierosmes iterbija šķiedras lāzers (*diode-pumped fiber Yb*) Rofin Power Line f 20 Varia, ar maksimālo jaudu 20 (W), frekvenci 200 (kHz) un viļņa garumu 1200 (nm). Šī lāzera iekārta kā to paredz tās izgatavotājs, ir piemērota plastmasas materiālu apstrādei, kā arī tā nodrošina marķēšanas parametru maiņu, ko var veikt šis iekārtas operators. [12] Lāzera galvenās sastāvdaļas, ir vadības dators un elektriskais skapis, rezonators un skenējošās galva. Vadības dators kalpo kā lietotāja-iekārtas interfeiss. Izmantojot datoru tiek izveidots marķējuma 2D modelis – simboli, logo utml. Pēc tam, šim modelim, vai atsevišķiem tā segmentiem tiek piešķirts noteikta jauda un ātrums, ar kādu tie tiks uzmarķēti uz materiāla. Skenējoša galva, nodrošina lāzera stara virzīšanu pa marķējamā materiāla virsmu, nepieciešamajā ātrumā un trajektorijā. Datorvadāmā lāzeriekārta, ar skenējošo galvu, nodrošina jebkuras sarežģītības simbolu lāzermarķēšanu, ar augstu precizitāti, kā arī iespēju operatoram iestatīt vajadzīgo darbības režīmu, ātrumu un lāzera jaudu.

Pētījuma lāzermarķēšanas eksperimenti uz PVC materiāla, tika veikti Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas, Inženieru fakultātes, Lāzertehnoloģiju centrā esošo diožu ierosmes iterbija šķiedras lāzeri (*diode-pumped fiber Yb*) Rofin Power Line f 20. To laikā, tika mainīts lāzermarķēšanas ātrums un jauda. Vispirms lāzeriekārtas programmā, tika izveidota parametru matrica, kas paredz 5 x 5 mm laukumiņu marķēšanu, minot marķēšanas ātrumu un jaudu, pie konstantas frekvences 200kHz.

Veicot plastmasu marķēšanu ar doto iekārtu, ir jāievēro visas drošības prasības un instrukcijas, darbā ar 4 klases lāzera iekārtu. Papildus ir jāņem vērā, ka apstrādājot organiskās vielas, lāzera iedarbes procesā, var notikt to un atsevišķu to daļu kušana, degšana un iztvaikošana. Marķēšanas procesā no plastmasām izgarojošie dūmi un tvaiki, var būt kaitīgi iekārtas operatora un apkārtējās vides veselībai. Tāpēc eksperimenta, laikā tika nodrošināta izgarojumu un dūmu atsūkšana no marķēšanas virsmas, tos izlaižot caur atbilstošiem filtriem, lai nepieļautu iespējamu kaitīgu daļiņu nokļūšanu apkārtējā vidē.

Rezultāti un to izvērtējums

Eksperimentos, tika veikta balta PVC materiāla lāzermarķēšana, mainot marķēšanas jaudu un ātrumu. Mainot jaudu mainās lāzera stara intensitāte un uz marķējamo virsmu iedarbojošās enerģija. Mainot ātrumu, mainās laiks, ar kādu lāzera stars un tā enerģija iedarbojas uz marķējamo virsmu. Eksperimenta laikā iegūtos rezultātus var apskatīt 3. attēlā.

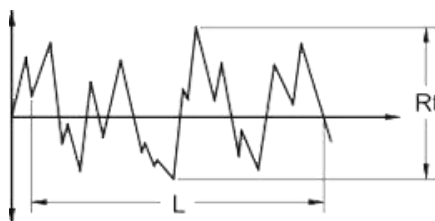


3.attēls Lāzermarkēšanas eksperimenta rezultāti uz PVC materiāla paraugiem

Veicot eksperimentu tika apstrādāti 5x5(mm) PVC plastmasas materiāla virsmas laukumi, veidojot eksperimenta rezultātu matricu (Skat, 3att.) Katrai 5x5 (mm) laukuma vienība ir apstrādāta ar citu jaudu, intervālā no 2 – 20 (W) un ātrumu, intervālā no 200 – 2000 (mm/s), ar nemainīgu impulsu frekvenci, 200(kHz).

Polivinilhlorīda plastmasa ir organiskās ķīmijas materiāls, kur oglekļa (C) atomi kopā ar ūdeņraža (H) un hlorā (Cl) atomiem veido ķīmiskās saites, veidojot molekulas un vielu. Lāzera stara, iedarbojoties uz polivinilhlorīda materiāla virsmu, tā tiek sildīta, kas izraisa atomu elektronu kustības paātrinājumu un molekulu svārstību palielināšanos, lāzera stara iedarbes punktā. Šāda iedarbība, atkarībā no pievadītās jaudas lieluma un iedarbības laika, noved pie vielas kuršanas, ķīmisko saišu saraušanās, pārveidošanās un materiāla iztvaikošanas procesiem.

Lai noteiktu un novērtētu lāzera stara iedarbības rezultātu uz materiālu, ir nepieciešams saskatīt un novērtēt rezultāta īpašības un apjomu. Ar lāzera staru iedarbojoties uz materiāla virsmu, kas sākotnēji ir gluda, sildīšanas rezultātā, ko rada lāzera stars, tā iedarbes punktā notiek kušanas procesi, kas pārveido virsmas reljefu. Virma no gludas, pēc lāzera stara iedarbes kļūst par raupju t.i. tajā rodas dažāda izmēra un formas, izciļņi un bedres. Raupjuma principiālā struktūra ir parādīta 4. attēla.



4.attēls Raupjuma principiālā struktūra

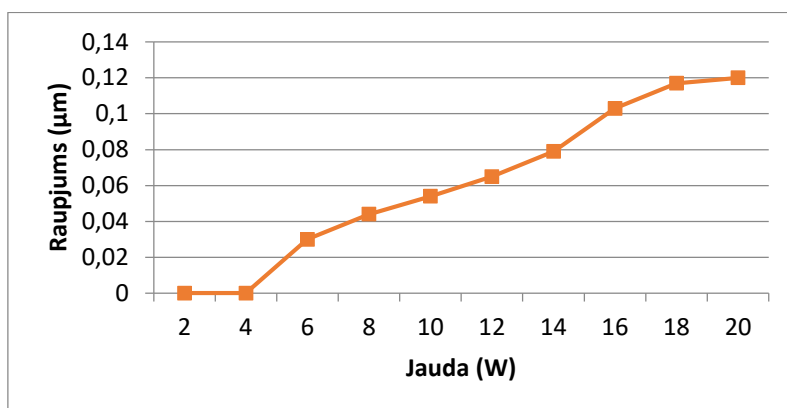
Reālais raupjums, lāzera stara iedarbības 5x5(mm) laukumā, tika mērīts ar virsmas raupjuma mērītāju MarSurf PS1(Skat. 5.attēlu).



5.attēls Ar lāzera apstrādātās virsmas raupjuma mērīšana ar virsmas struktūras mērīšanas ierīci MarSurf PS1

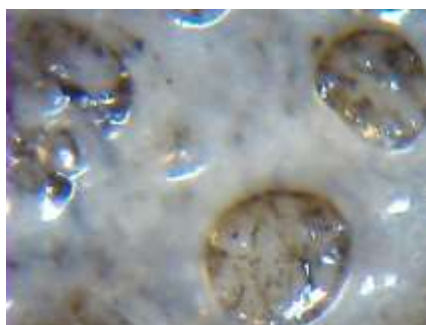
Raupjums tika izmērīts katram parauga matricas 5x5 (mm) laukumam. Iegūstot apstrādātās virsmas laukuma vidējo raupjuma vērtību. Raupjuma vērtība mainās atkarībā no

jaudas ar kādu lāzera stars iedarbojas uz virsmu un laika, cik ilgi lāzera stars iedarbojas uz virsmu. Iegūtie ar lāzeru apstrādātās virsmas raupjuma rezultāti atkarībā no jaudas izmaiņas, pie konstanta ātruma – 1600 (mm/s) un frekvences 200(kHz), ir parādīti grafikā (Skat 6. attēlu)



6.attēls Apstrādātās virsmas raupjuma izmaiņa atkarībā no lāzera jaudas

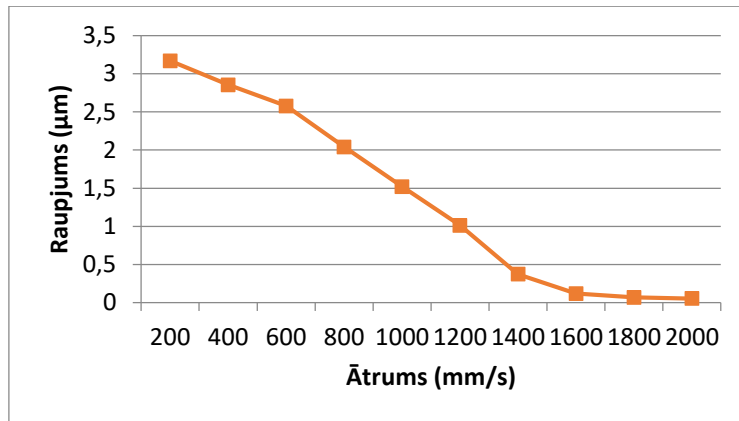
6.attēlā, ir redzams, ka pieaugot lāzermarkēšanas lāzera stara jaudai, vidējā raupjuma vērtība palielinās. Tas ir izskaidrojams, ar to ka palielinot lāzera jaudu, pieaug arī uz virsmu iedarbojošais siltuma daudzums, kas palielina materiāla kušanas un iztvaikošanas apjomu, kā rezultātā virsma kļūst nelīdzena. Kā ir redzams grafikā un no eksperimentā iegūtajiem rezultātiem uz materiāla, zema lāzermarkēšanas jauda, - 2 līdz 4 (W) neatstāj nekādu saskatāmu un izmērāmu ietekmi uz materiālu. Turklāt liela jauda izraisa pārlietu lielu materiāla kušanu un iztvaikošanu, padarot virsmu raupju un marķējumu estētiski nepievilcīgu. (Skat 7.attēlu)



7.attēls Lāzermarkēšanas rezultāts, (x25 palielinājumā). Jauda 20 (W) ātrums 400 (mm/s) redzami kušanas un iztvaikošanas procesa sekas

Ar lāzeru marķētās virsmas raupjums, ir atkarīgs, ne tikai no lāzera jaudas, ar kādu tas iedarbojas uz virsmu, bet arī no šīs iedarbības laika. Lāzertehnoloģijās, šo iedarbes laiku izsaka kā marķēšanas procesa ātrumu (mm/s).

Iegūtie ar lāzeru apstrādātās virsmas raupjuma rezultāti atkarībā no marķēšanas ātruma izmaiņas, pie konstantas jaudas – 18(W) un frekvences 200(kHz), ir parādīti grafikā (Skat 8.attēlu)

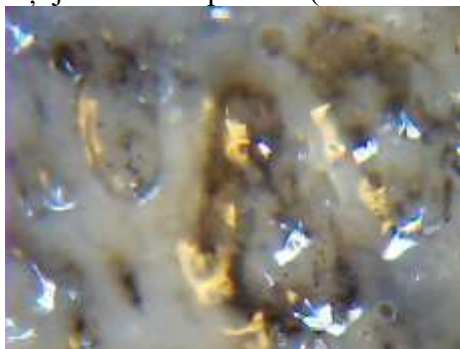


8.attēls Apstrādātās virsmas raupjuma izmaiņa atkarībā no lāzermarķēšanas ātruma

Grafikā ir redzams, ka pieaugot lāzermarķēšanas ātrumam, vidējā apstrādātās virsmas raupjuma vērtība samazinās. Pie maksimālā marķēšanas ātruma, tā ir tuva nullei ($0.047(\mu\text{m})$). No tā var secināt ka marķēšana ar lielu ātrumu, neizraisa kušanas procesus, jo lāzera stars uz virsmas punktu iedarbojas pārāk īsu laiku un nespēj to sasildīt. Savukārt lēns marķēšanas ātrums noved pie liela raupjuma rašanās, jo lāzera stars iedarbojas pārāk ilgu laiku, un noved pie pārlietu lielas materiāla kušanas, kas var izraisīt materiāla sabojāšanu un estētiskās pievilcības zūšanu.

Tāpēc ir svarīgi izvērtēt eksperimenta rezultātus un izsecināt kādi ir optimālie marķēšanas parametri baltam polivinilhlorīda (PVC) materiālam un priekšmetiem, kas izgatavoti no tā.

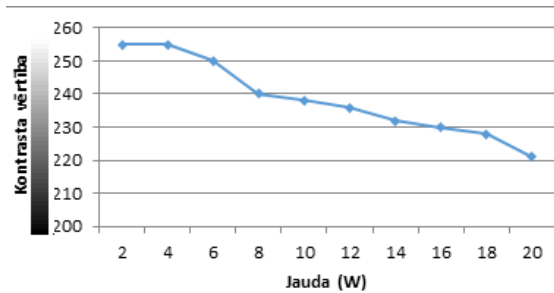
Nākamais lāzermarķēšanas eksperimenta rezultāts, ir marķēšanas procesa rezultātā, iegūtie krāsu kontrasti. Iegūtie krāsu kontrasti, uz balta PVC materiāla, variē no absolūti balta, (Par absolūti baltu pieņemot PVC materiāla balto krasas toni), līdz tumši pelēkiem un melniem. Krāsu toņu kontrastu izmaiņa, ir skaidrojama, ar lāzera stara iedarbes radītā siltuma ietekmi uz materiāla molekulām, graujot to struktūru, mainās to īpašības un struktūra. Krāsu toņu izmaiņu veicina arī raupjuma rašanos uz virsmas, lāzera stara iedarbības rezultātā. Tomēr šie toņi ir gaiši, Tumšo toņu parādīšanos izraisa materiāla molekulu sabrukšana un pārogļošanās procesi, kas piedod tumšo toni, padarot marķējumu tumši pelēku. (Skat 9.attēlu)



9.attēls Lāzermarķēšanas rezultāts (x25 palielinājumā) ar jaudu 20(W) un ātrumu 600 (mm/s), ir redzami kušanas un pārogļošanas procesu sekas

Krāsu kontrastu izmaiņa atkarībā no lāzermarķēšanas parametru izmaiņas, ir parādīta grafikos, 10. un 11.attēlā. Par pamatu ņemot krāsu kontrasta RGB modeli. Kur vērtība 255 ir neapstrādātās virsmas baltums (absolūti balts) bet 0 ir absolūti melns.

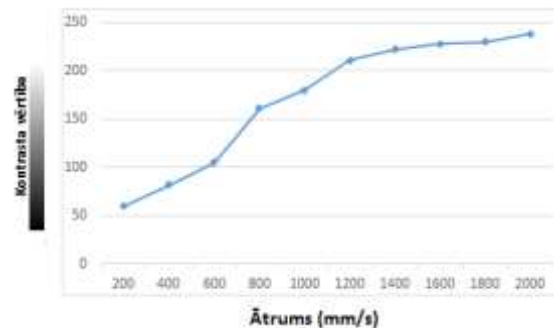
Attēlā ir parādīta lāzermarķēšanas rezultātā iegūto krāsu kontrastu izmaiņa, atkarībā no jaudas.



10.attēls Iegūto krāsu kontrastu vērtību izmaiņu atkarībā no lāzermarķēšanas jaudas

No eksperimentā iegūtajiem rezultātiem un grafika, ir redzams, ka palielinot lāzermarķēšanas jaudu, palielinās arī tumšās krāsas kontrasts. Tas ir skaidrojams ar to ka palielinoties lāzera jaudai, palielinās siltums, kas iedarbojas uz materiāla vielas molekulām, palielinot to pāroģošanas.

Attēlā ir parādīta lāzermarķēšanas rezultātā iegūto krāsu kontrastu izmaiņa atkarībā no lāzermarķēšanas ātruma izmaiņas.



11.attēls Iegūto krāsu kontrastu vērtību izmaiņa atkarībā no lāzermarķēšanas ātruma

Ir redzams, ka palielinot lāzermarķēšanas ātrumu, krāsu baltā toņa kontrasts (gaišais kontrasts) pieaug. Tas ir skaidrojams ar to, ka palielinot marķēšanas ātrumu, samazinās laiks ar kādu lāzera stars iedarbojas uz materiāla virsmu, tādējādi samazinās arī izdalītā siltuma daudzums, samazinot kušanas un pāroģošanās procesus.

Lāzermarķēšanas rezultāti (x25 mikroskopa palielinājumā), ar jaudu 18 (W) un ātrumu 1600 (mm/s), ir redzami 12. attēlā.



12.attēls Lāzermarķēšanas rezultāti (x25 palielinājumā), ir redzamas nelielas kušanas un pāroģošanās procesu sekas

Marķējot ar lāzera jaudu 18 (W) un ātrumu 1600 (mm/s) tiek iegūts marķējums ar nelielu virsmas raupjumu – 0.117(μm). Un labi saskatāmu kontrastu, kas ir gaiši pelēka tonī. Mikroskopa palielinājuma attēlā, šādi parametri uz materiāla virsmu atstāj sīkas un izkļiedētas kušanas un pāroģošanās procesa sekas.

Secinājumi

Veicot polivinilhlorīda materiālu marķēšanu ar lāzeri, marķēšanas procesa parametriem, kā jauda un ātrums, ir būtiska ietekme uz iegūtā marķējuma kvalitāti un izskatu.

1. Kā ir redzams no eksperimentos iegūtajiem rezultātiem un to apstrādē izveidotajiem grafikiem, marķējot ar zemu jaudu – 2(W) līdz 4 (W) lāzera stars, neatstāj nekādu redzamu ietekmi uz PVC materiālu.

2. Marķējot ar jaudu, kas pārsniedz 16 (W) un zemu ātrumu – 200 (mm/s) notiek strauja materiāla kušana un intensīva vielas iztvaikošana, kā rezultātā un virsmā izveidojas bedre un palielinās virsmas raupjums.

3. Palielinot marķēšanas ātrumu intervālā no 400 (mm/s) līdz 1000 (mm/s) un jaudu atstājot nemainīgu – 16(W) līdz 20 (W), notiek intensīva materiāla kušana un pārorgļošanās, iegūstot raupju un tumšu marķējumu.

4. Palielinot lāzermarķēšanas ātrumu intervālā no 1200 (mm/s) līdz 1800 (mm/s) un jaudu atstājot robežās 16(W) līdz 20 (W) ir iespējams iegūt gludu marķējumu (zemu raupjumu) un marķējuma pelēku marķējuma krāsas toni.

5. Optimālie baltu polivinilhlorīda (PVC) detaļu lāzermarķēšanas parametri ir lāzera jauda intervālā no 16(W) līdz 20 (W) un marķēšanas ātrums no 1200(mm/s) līdz 1700 (mm/s).

6. Marķējot ar jaudu no 14(W) līdz 20 (W) un palielinot marķēšanas ātrumu, samazinās marķējuma virsmas raupjums un krāsas tonis mainās attiecīgi no tumši pelēka uz gaiši pelēku.

7. Marķējot ar maksimālo ātrumu 2000 (mm/s) un jaudu līdz 14(W), lāzera stars neatstāj nekādu ietekmi uz PVC materiālu. Palielinot jaudu līdz 20 (W), marķējums ir ļoti gaišs, tas nepietiekami kontrastē ar pārējo virsmu, un ir sliktas kvalitātes un slikti saredzams.

8. Iegūtie eksperimenta rezultāti un ir ņemami par paraugu polivinilhlorīda materiālu lāzermarķēšanai, ar iterbija šķiedras diožu lāzeriem. Ar frekvenci 200 (kHz) un viļņa garumu 1200 (nm)

9. Veicot polivinilhlorīda (PVC) materiālu lāzermarķēšanu, ir jāņem vērā, ka marķēšanas rezultātā notiek materiāla vielas molekulu iztvaikošana, kuru ieelpošana un nokļūšana apkārtējā vidē, var būt kaitīga, tāpēc ir svarīgi veikt dūmgāzu atsūkšanu lāzermarķēšanas procesā un to filtrēšanu. Filtrēšanai ir jāizmanto atbilstoši filtri, kas novērš šo daļiņu nokļūšanu apkārtējā vidē, piemēram aktīvās ogles filtrus.

Pateicības

Pateicība par sniegto atbalstu un materiāliem šī pētnieciskā darba tapšanā, tiek izteikta: Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijai. Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas, Inženieru Fakultātes, Lāzertechnoloģiju centram.

Par konsultācijām lāzermarķēšanas eksperimentu veikšanā Mg. Oec, Dipl. ing. Pāvelam Naricam un Prof., Ļubomiram Lazovam.

Par atbalstu ķīmijas jautājumos Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas, Inženieru Fakultātes, Ķīmijas laboratorijas vadītājai Mg.chem. Inesei Bernānei.

Summary

This work was made to relate necessary laser marking process parameters, such as speed, power and the results of laser marking process of the polyvinylchloride (PVC) material, such as marked surface roughness and color contrasts. The laser used for practical experiment is diode pumper ytterbium fiber laser, with maximal power 20(W), frequency 200(kHz), wave length 1200(nm). The results was reached in tests on PVC material plates, making laser marking tests, changing the power and speed of the process. The obtained results was evaluated by measuring it's surface roughness, and evaluating color contrasts. The results and relations between process

parameter variables and results, is showed in graphs. The best marking results with the lowest roughness, but in the same time with sufficient color contrasts was made with laser parameters of power in interval from 14(W) to 20 (W) and speed in interval from 1200(mm/s) to 1700 (mm/s). During laser marking due to laser beam heat energy impact on PVC material, is going destruction processes of the material substance molecule ties. Increasing power and time of impact, begins processes of substance boiling, carbonization and evaporation, what leads to increase of roughness value and color contrast gets darker.

Literatūra

1. A.Zicmanis, *Organiskā Ķīmija, Latvijas Universitāte*, 2007, Rīga, Latvija
2. Gould, R. Gordon "The LASER, Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation". University of Michigan, 1959. p. 128.
3. M.Chen, Y.Chen , W.Hsiao, *Correction of field distortion of laser marking systems using surface compensation function*, National Changhua University of Education, 2008, Changhua, Taiwan (108.lpp)
4. C. Leonea, S. Genna, G. Capriano, I. De Iorio, *AISI 304 stainless steel marking by a Q-switched diode pumped Nd:YAG laser*, University of Naples, 2010, Naples, Italy (541.lpp)
5. Y. Riekstinsh, *Carbon – dioxide laser, cutting process parameter impact on kerf quality of plywood materials*, Rēzekne Higher Education Institution, 2014, Rēzekne, Latvia
6. E.Šilters, V.Reguts, A.Cābelis, I.Vilks *Fizika, 6.Nodaļa Gaismas kvanti, lāzeri*, Lielvārds 2008. Lielvārde (68.lpp)]
7. Diožu lāzeri. *Pieejams* 17.03. 2016, <http://www.coherent.com/products/?1534/Diode-Lasers>
8. Optiskās šķiedras lāzeri. *Pieejams* 20.03.2016, <http://weldingdesign.com/processes/fiber-laser-option>
9. Itrebijš ķīmija, un tā pielietojums lāzeros. *Pieejams* 04.04.2016, https://www.rp-photonics.com/ytterbium_doped_gain_media.html
10. Lāzera skenējošās galvas. *Pieejams* 05.04.2016, <https://exploreideasdaily.wordpress.com/tag/stereography/>
11. Rūpniecības plastmasas. *Pieejams* 10.04.2016, <http://www.industriplasts.lv/materiali/materiali-rupniecibai/vispareja-pielietojuma-plastmasas/polivinilhlorids-pvc/>,
12. Marķēšanas lāzeri f20. *Pieejams* 15.04.2016, <https://www.rofin.com/en/products/fiber-lasers/powerline-f/powerline-f-203050100/>

ISO 9000 STANDARTS THE ISO 9000 STANDARD

Autori: **Marija Ivanova**, e-pasts: marija.ivanova11@gmail.com,

Maija Elksne, e-pasts: majjaelksne@inbox.lv

Zinātniskais darba vadītājs: **Ivars Meirāns, Mg.sc.ing.** e-pasts: Ivars.Meirans@rta.lv,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract: *The aim of the reports is determine the ISO 9000 standard development perspectives. Report consists of four chapters. In the first chapter is written the ISO 9000 standard developmental history. In the second chapter is described ISO 9000 standard edition and in the third chapter is take ISO 9000 standard edition comparison. In the fourth chapter is written the ISO 9000 standard perspectives.*

Keywords: *history of development, ISO 9000, quality, standard edition*

1. ISO 9000 standarta attīstības vēsture

Kvalitātes vadības standarta ISO 9000 pirmsākumi meklējami Otrā pasaules kara laikā. Lielbritānijā Otrā pasaules kara laikā Aizsardzības ministrija centās samazināt kļūdas un negadījumus, kas bija munīcijas ražošanas laikā, kur galveno uzmanību pievērsa nevis uz faktisko ražošanu, bet uz vadību, dokumentēšanu un uzskaites procedūru. Tādēļ 1959.gadā tika izveidots standarts MIL-Q-9858. Savukārt standarts MIL-Q-9858 tika izskatīts un pieņemts NATO Sabiedroto kvalitātes nodrošināšanas Publikācijās (Allied Quality Assurance Publications), 1969.gadā. MIL-Q-9858 tika izmantots vairākiem vadlīniju BS 5179 standartiem, kas publicēti 1974.gadā un tālāk, visbeidzot, izmantots arī BS 5750 standarta sērijas prasībām.

1979.gadā Britu Standartu institūts (BSI) apstiprināja standartu BS 5750, kas palīdzēja organizācijām strādāt daudz efektīvāk un klientiem bija garantija ka uzņēmums piedāvā kvalitatīvas preces. Šis notikums nepalika nepamanīts starptautiskā līmenī. Tāpēc 1987.gada martā ISO tehniskā komitejas grupa 176 izstrādāja standartu ISO 9000, kur sākotnējās versijas struktūra bija tāda pati, kā standarta BS 5750, ar trīs modeļiem par kvalitātes vadības sistēmu.

2. ISO 9000 standarta versijas

Šobrīd ISO 9000 standartam ir piecas versijas, kas izdotas 1987, 1994, 2000, 2008 un 2015. gadā.

ISO 9000:1987 standarta struktūra:

ISO 9000:1987- Galvenā vadības kvalitāte un standartu kvalitātes nodrošināšana. Norādījumi par izvēli un pielietošanu.

ISO 9001:1987- Kvalitātes sistēma. Kvalitātes nodrošināšanas modelis pie projektēšanas un/vai izstrādāšanas, ražošanā, uzstādīšanā un apkalpošanā.

ISO 9002:1987- Kvalitātes sistēma. Kvalitātes nodrošināšanas modelis ražošanā un uzstādīšanā.

ISO 9003:1987- Kvalitātes sistēma. Kvalitātes nodrošināšanas modelis ar galīgo pārbaudi un testēšanu.

ISO 9004:1987- Galvenā kvalitāte vadības un kvalitātes sistēmas elementi. Galvenie norādījumi.

ISO 8402:1986- Kvalitāte. Vārdnīca.[1]

ISO 9000:1994 standarta struktūra:

ISO 9001:1994 - Kvalitātes kontroles modelis projektēšanā, izstrādāšanā, ražošanā, izgatavošanā un uzturēšanā.

ISO 9002:1994 - Kvalitātes kontroles modelis izgatavošanā, uzstādīšanā un uzturēšanā.

ISO 9003:1994 - Kvalitātes nodrošināšanas modelis kontrolei un gatavās produkcijas testēšanai.

Norādījumi:

ISO 9000-1:1994 - Galvenie norādījumi izvēlei un izmantošanai.

ISO 9004-2:1994 - Kvalitātes vadība un kvalitātes sistēmas elementi- pamatnostādnes.[2]

ISO 9000:2000 standarta struktūra:

ISO 9000:2000 – Kvalitātes vadības sistēma. Galvenie principi un vārdnīca.

ISO 9001:2000 – Kvalitātes vadības sistēma. Prasības.

ISO 9004:2000 – Kvalitātes vadības sistēma. Vadlīnijas kvalitātes uzlabošanai.

ISO 19011:2000 – Vadlīnijas kvalitātes vadības sistēmas pārbaudei un apkārtējās vides drošība.

ISO 10012 – Kvalitātes nodrošināšana mērīšanas iekārtām.[3]

ISO 9000:2008 standarta struktūra:

ISO 9000:2008 Kvalitātes vadības sistēma. Galvenie principi un vārdnīca.

ISO 9001:2008 - Kvalitātes vadības sistēma. Prasības.

ISO 9004:2008 - Kvalitātes vadības sistēma. Vadlīnijas kvalitātes uzlabošanai.

ISO 19011 – Pamatnostādnes kvalitātes un/vai vides pārvaldības sistēmas pārbaudei.

ISO 9000:2015 standarta struktūra:

ISO 9000:2015 - Kvalitātes vadības sistēma. Galvenie principi un vārdnīca.

ISO 9001:2015 – Kvalitātes vadības sistēma. Prasības.

ISO 9004:2009 - Kvalitātes vadības sistēma. Vadlīnijas kvalitātes uzlabošanai.

ISO 19011:2011 - Pamatnostādnes kvalitātes un/vai vides pārvaldības sistēmas pārbaudei.

3. ISO 9000 standarta versiju salīdzinājums

Kā jau bija iepriekš minēts, šobrīd ISO 9000 standartam ir piecas versijas. Pirmā standarta versija tika publicēta 1987.gadā. Sākotnēji šajā sērijā ietilpa tikai pieci standarti. Pirmajā versijā ISO 9000 tika izveidotas trīs modeļu kvalitātes vadības sistēmas uzņēmumiem un organizācijām ar dažādiem ražošanas cikliem.

Kvalitātes sistēmu sertifikācija tika veikta pēc viena no trim modeļiem ISO 9001, ISO 9002 vai ISO 9003. ISO 9001 bija visplašākais no šiem trīs standartiem, tā kā viņa sastāvā ietilpa prasības priekš visiem produkta ražošanas cikliem no projektēšanas līdz apkopei. ISO 9002 kvalitātes sistēma ierobežoja rīcību tikai produkta ražošanas, testēšanas un piegādes patērētājam procesū. ISO 9003 saturēja visvienkāršākās kvalitātes sistēmas prasību kopumu – ierobežoja tikai kontroli un gatavās produkcijas testēšanu[4]

ISO 9000 1994.gada versija

Pamatojoties uz analīzi kā pielietot pirmās sērijas ISO 9000 standartu, atklājās vairāki trūkumi. It īpaši grūtības sagādāja pielietot šo standartu dažādām nozarēm ar specifiskiem produktiem, kā arī uzņēmumiem, kas sniedz pakalpojumus. Turklāt bija nepieciešams papildināt esošās kvalitātes sistēmas prasības. Tādēļ, 1994.gadā tika pabeigta standarta pārskatīšana un publicēta jaunā standarta versija ISO 9000:1994.[5]

ISO 9000 2000.gada versija

Standarta versija ISO 9000 2000.gadā bija pārskatīta pieeja sistēmas kvalitātes izveidei un pārvaldīšanai. Sākot ar šo versiju organizācijas darbība, tajā skaitā, sistēmas kvalitātes darbība, tika aplūkota kā organizācijas process.

Kā arī šajā versijā tika apvienoti trīs kvalitātes sistēmas modeļi vienā modelī. Standarti ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003 tika apvienoti vienā standartā ISO 9001: 2000 [6]. Stājoties spēkā šim standartam visas organizācijas varēja izveidot kvalitātes sistēmu pēc viena modeļa neatkarīgi

no produktu un pakalpojumu veidiem vai ražošanas cikla. Gadījumā, ja kāds no ražošanas cikla posmiem nebija atbilstošs standartam, tika atļauts izdarīt izņēmumus. Pateicoties šim modelim kvalitātes sistēma kļuva par „elastīgu” un universālu.

ISO 9000 2008.gada versija

ISO 9000:2008 būtībā bija tas pats, kas ISO 9000:2000 versijā. 2008.gada versijā iepazīstināja ar esošajiem paskaidrojumiem, kas bija standartā ISO 9001:2000 un ieviesa dažas izmaiņas, lai uzlabotu konsekvenci ar ISO 14001:2004 standartu.[7]

ISO 9000 2015.gada versija

2015.gada ISO 9000 standarta joma nav mainījies, tomēr struktūra un galvenie noteikumi tika mainīti, tas bija tādēļ, lai šo standartu būtu vieglāk integrēt ar citiem starptautiskās vadības standartiem. 2015. gada versijai ir mazāk stingrāki noteikumi, kas ir vērsti uz veikspēju. Tas tika panākts apvienojot procesa pieeju ar risku balstītu domāšanu un izmantojot „Plāno”, „Dari”, „Pārbaudi”, „Rīkojies” (Plan-Do-Check-Act) ciklu visos organizācijas līmeņos.[8]

Galvenās izmaiņas, kas tika ietvertas bija:

Lielāks uzsvars uz vadības sistēmu veidošanu, kas atbilst katras organizācijas īpašajām prasībām;

Prasība, lai tie, kas ieņēmuši organizācijas galvenos amatus, iesaistās, ir atbildīgi un saskaņo kvalitāti ar plašāku biznesa stratēģiju.

Uz risku balstīta domāšana vadības sistēmu padara par preventīvu instrumentu un mudina uz pastāvīgu uzlabošanu.

Mazāk stingrākas prasības dokumentācijai:

Organizācija var izlemt, kas dokumentēs informāciju un kādā formātā tā būs

Saskaņošana ar citiem galvenajiem vadības sistēmu standartiem, izmantojot kopīgu struktūru un pamattektu[9].

3.1.tabula

ISO 9000 versiju salīdzinājumu tabula

ISO 9000:1987	ISO 9000:1994	ISO 9000:2000	ISO 9000:2008	ISO 9000:2015
ISO 9001	ISO 9001	ISO 9001	ISO 9001	ISO 9001
ISO 9002	ISO 9002	ISO 9004	ISO 9004	ISO 9004
ISO 9003	ISO 9003	ISO 19011	ISO 19011	ISO 19011
ISO 9004	Norādījumi	ISO 10012	ISO 9001	Mazāk stingrāki
ISO 8402	ISO 9000-1 ISO 9004-2			noteikumi, kas ir vērsti uz veikspēju. „Plāno”, „Dari”, „Pārbaudi”, „Rīkojies” cikls

4. ISO 9000 standarta perspektīvas

Nākotnē svarīgi ir nodrošināt, lai kvalitātes vadība tiktu uztverta daudz plašākā nozīmē, piemēram, kā reāls līdzeklis, lai sasniegtu ilgtermiņa organizācijas mērķus, nevis tikai kā sertifikācija ar atbilstošām ISO 9001 prasībām. Tas nozīmē nepieciešamību popularizēt kvalitāti visplašākajā šī vārda nozīmē, kā arī veicināt organizāciju darbību, kas sniedzas tālāk par vienkāršu atbilstību izvirzītajām prasībām.

ISO 9000 standarta perspektīvas ir plašas, 2014.gadā ISO sertifikāciju ir ieguvuši ļoti daudz uzņēmumi visā pasaulē (4.1.attēls).



4.1.attēls. Pasaules ISO 9001 sertifikātu sadalījums 2014.gadā

Krievijā, 2014.gadā, ir bijuši 11301 sertifikāti, Austrālijā - 19731 standarti, Latvijā - 1001 sertifikāts, Lietuvā - 1218 sertifikāti, Igaunijā - 1028 sertifikāti, Amerikas Savienotajās Valstīs – 33008[10]. Tas norāda tikai uz to ka ISO 9000 standarts ir populārs un labi pazīstams visā pasaulē, ja šobrīd to izmanto tik daudz uzņēmumi, tad nākotnē šis skaits noteikti palielināsies.

Mainoties laikam, mainās arī principi, uzdevumi, cilvēki un mērķi, tādēļ arī ISO 9000 standarts ir nepārtraukti jāpārskata, jāuzlabo un jāmodernizē. Kā galvenās funkcijas, kas noteikti būs jāpārskata ISO 9000 standartā ir:

Pamatprincipi

Šobrīd gan ISO 9001, gan 9004 standarti ir balstīti uz kvalitātes vadības principiem, kas tikai izstrādāti deviņdesmito gadu vidū. Mainoties laikam mainās arī galvenās pamatnostādnes, kas ir svarīgas uzņēmumiem un patērētājiem.

Prasības

Arī patērētāju vēlmes mainās, tādēļ ISO 9000 prasības, kas tika izveidotas deviņdesmitajos gados, šobrīd nav tik aktuālas.

Noteikumi

Mazāk stingrāki un daudzpusīgāki noteikumi, lai visā pasaulē šo standartu var izmantot bez problēmām un integrēt ar citiem starptautiskiem standartiem.

Summary

With the concept of the quality people understand the product or service for compliance with consumer requirements. And now in the world has a many international standards, indicating a company, product, quality of service. More will be viewed the ISO 9000 standard, which includes a number of standard systems. Each organization or company can take as an example the ISO 9000 standard, because it is a good practice basis. The standard focuses on customer needs and desires, as well as contributes to the organization of quality management, planning, ensuring a better company or organization of economic activity efficiency and competitiveness.

The ISO 9000 main objective is to ensure a good management system for enterprises in all sectors. ISO 9000 shows how companies can establish, document and maintain an effective quality system. In addition, such a system to customers demonstrates that the company is able to provide a product or service quality, as well as take responsibility for it.

Standard helps any employees in the company to focus its activities on the principle of "doing things right the first and always".

The ISO 9000 standard has its roots in the Second World War. The ISO 9000 standard already has five versions, and the last of which was issued in 2015.

In the future, it is important to ensure that the quality management is perceived much broader sense, for example, as a real tool for achieving long-term objectives of the organization and not just as a certification according to the ISO 9000 requirements.

ISO 9000 is a high popularity. Russia, in 2014, there have been 11301 certificates, Australia - 19731 certificates, Latvian - 1001 certificates, Lithuania - 1218 certificates, Estonia - 1028 certificates in the United States - 33008th It indicates only that the ISO 9000 standard is a popular and well-known throughout the world, where it is now used by so many companies, in the future this number will certainly increase.

Conclusions

The origins of ISO 9000 standard be found during World War II.

At this moment, ISO 9000 standard already have five versions.

The ISO 9000 standard is a united platform and language in quality field.

The ISO 9000 standard has a perspective, because it is already widely used all around the world.

The Standard prescribes the basic level of security for the organizations, to offer products that meet consumers' requirements.

The standard will provide a basic set of requirements for the next 10 years and beyond.

The ISO 9000 standard remains versatile and uses of different sizes and types of organizations, operating in any sector.

Standard will keep the existing direction of the effective process management, to ensure the required result.

Standard reflect the complex and dynamic requirements of the environment in which organizations operate, changes.

During the writing of the paper, it was hard to find the information about the ISO 9000 standart, because in the internet are not enough information about it.

Literatūra

1. KPMS komanda. ТИПЫ СТАНДАРТОВ, ВХОДЯЩИХ В СЕРИЮ ИСО 9000, (2010). http://www.kpms.ru/Standart/ISO_Structure.htm, sk.28.11.2015.
2. Interface komanda. Стандарты ISO серии 9000. Вводный материал. (2001). <http://www.interface.ru/fset.asp?Url=/misc/iso.htm>, sk.19.11.2015.
3. KPMS komanda. СТАНДАРТЫ ИСО СЕРИИ 9000 ВЕРСИИ 2000 ГОДА. (2008). http://www.kpms.ru/Standart/ISO_Develop.htm, sk.19.11.2015.
4. KPMS komanda. СТАНДАРТЫ ИСО СЕРИИ 9000 ВЕРСИИ 1987 ГОДА. (2005). http://www.kpms.ru/Standart/ISO_Develop.htm, sk. 19.11.2015.
5. IC komanda. Серия стандартов ISO 9001. (2008). http://ic.ru/uk/qual/sk_iso.htm, sk.28.11.2015.
6. Betec komanda. Стандарты ИСО 9000 версии 2000 года. (2000). <http://www.betec.ru/index.php?id=15&sid=03>, sk. 19.11.2015.
7. Omnex komanda (2009). ISO 9000:2008 Quality management systems http://www.omnex.com/members/standards/iso90012000/iso_9001_2000.aspx, sk.28.11.2015.
8. ISO komanda. ISO 9000 kvalitātes vadība. (2015). http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso_9000.htm, sk.28.11.2015.
9. I.I.Čaika. (2014). СТАНДАРТ ИСО 9001: 2015 ЧТО НАС ОЖИДАЕТ?. 8-11 lpp.
10. ISO komanda. ISO survey. (2015). <http://www.iso.org/iso/iso-survey>, sk.28.11.2015.

VIENDIMENSIJU ROBEŽPROBLĒMAS ANALĪTISKĀ ATRISINĀJUMA REALIZĀCIJA MATLAB UN .NET C# VIDĒ *ONE-DIMENSIONAL BOUNDARY FIELD PROBLEM ANALYTIC SOLUTION REALIZATION USING MATLAB AND .NET C# ENVIRONMENT*

Autori: **Edgars Judovičs**, e-pasts: slateneon@gmail.com, 22136201,
Valdis Platonovs, e-pasts: valdisp3@inbox.lv, 29852261,
Zinātniskā darba vadītājs: **Ilmārs Kangro, Mg.math., Dr.paed., docents**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *Three-dimensional boundary problem for differential equation can help solve many interesting cases. But usually 3-D method is not needed, so there is a need to convert it to a one-dimensional variant. Also a very good thing is that the solution is very accurate, when using a computer. In this paper, the authors tried to make a solution in MATLAB with using C# programming language to make possible many entries.*

Keywords: *C#; MATLAB; programma; robežproblēma.*

Ievads

Otrās kārtas diferenciālvienādojumu viendimensiju robežproblēmu pielietojumi ir dažādi – elektromagnētismā, datormodelēšanā, fizikālu, ķīmisku u.c. procesu simulācijā, kā arī matemātikā parasto un parciālo diferenciālvienādojumu teorijā.

Referātā tiek apskatīta 2. kārtas parastā diferenciālvienādojuma viendimensiju robežproblēmas analītiskā atrisinājuma realizācija, izmantojot autoru izveidotu programmu .NET vidē ar C# programmēšanas valodu un datorprogrammu MATLAB vidē. Autori apskatīja MATLAB, C# vēsturi, izstudēja atrasto viendimensiju difūzijas robežproblēmas atrisinājumu N slāņu vidē, interpretējot un piemērojot to galīgam slāņu skaitam ($N=10$), mēģināja atrisināt robežproblēmu ar MATLAB un C# kopīgu realizāciju.

Šo programmu vidē tika veiksmīgi izstrādāta programma, kura atrod robežproblēmas atrisinājumu, izveido logu, kur var ievadīt datus un izsauc MATLAB, un beigās izvada atrisinājumu.

Darba uzdevumi:

1. iepazīties ar MATLAB un C# iespējām;
2. izstudēt viendimensiju difūzijas robežproblēmas atrisinājuma iegūšanas metodiku vairāku slāņu vidē [5, 6], interpretēt un realizēt robežproblēmas atrisinājumu lietotājam "draudzīgā" un ērtā formā gan no datu ievades, robežproblēmas atrisināšanas un rezultāta iegūšanas viedokļa;
3. uzrakstīt programmu C# valodā, kas lasa MATLAB failus un dod iespēju lietotājam ievadīt parametrus.

Mērķis – attīstīt MATLAB, C# un matemātiskās zināšanas, kā arī izstrādāt aplikāciju, kurā var ierakstīt datus, vienlaikus izsaucot MATLAB funkcijas problēmu risināšanai.

Datorprogramma "MATLAB"

"MATLAB" oriģināli parādījās kā programmēšanas valoda, vēl pagājušā gadsimta septiņdesmitajos gados. Tagad ar "MATLAB" saprot matricu laboratoriju; pakešu programmu kopumu [1]. Pirmā programmas versija parādījās ASV 1984. gadā. "MATLAB" izstrādātāji ir kompānija MathWorks. Pēdējā versija ir *R2016a*. Programma ir paredzēta dažādiem aprēķiniem. Tā spēj veikt darbības ar vektoriem, skaitļu masīviem, vienādojumiem. Papildus programmā var konstruēt un attēlot grafikus, veikt modelēšanu, simulāciju, datu analīzi, utt.

Parasti programmas darbība notiek speciālā komandu logā. Tur ievada aprēķiniem nepieciešamo – parametrus, mainīgos, funkcijas, utt. Izvads parādās tajā pat logā, grafiki – atsevišķā.

Ir iespējas arī modificēt pēc saviem ieskatiem izvadu, piemēram, norādot, cik daudz skaitļu izvada aiz komata, kas ir veicams ar komandu *format* un attiecīgi uzrakstot kādu veidu, piemēram, *short*, *long*, *shortG*, u.c. Programmas lietošana nav sarežģīta – vienkāršiem algebriskiem pārveidojumiem, izteiksmēm parasti nav pat vajadzīgi speciāli operatori vai funkcijas, ievadot vajadzīgo.

Datus no “MATLAB” komandu loga, ieskaitot izvadu, ir iespējams saglabāt failā, tādējādi dodot iespēju datus izmantot vairākkārtīgi, bez vēlvienas ievades vajadzības. Tāpat jaunākajās versijās failus var augšupielādēt uz speciāla servera.

“MATLAB” pielietojums nebeidzas tikai ar aprēķiniem. Programma tiek izmantota arī autobūvē; arī te pielietojums iedalās ļoti sīki, piemēram, modelē virsbūves tā, lai tās būtu drošas, u.c. [1] [2].

.NET vide un C# programmēšanas valoda

C# ir objektorientēta programmēšanas valoda, kura ir paredzēta darbam ar .NET Framework platformas, kuras izveidoja Microsoft. Salīdzinājumā ar saviem priekšgājējiem, C++ vai Java, C# ir ļoti vienkārša valoda, jo kodu garumi ir daudzkārt mazāki. [3]

Projektam tika izvēlēta .NET vide jo tā uz Windows operētājsistēmas ir pilnībā funkcionāla, salīdzinot, piemēram ar MONO, kura neatbalsta WPF lietotāja interfeisu, vai .NET Core, kura pašlaik vēl nav pabeigta un atrodas izkopšanas stadijā.

Par programmēšanas valodu šim projektam tika izvēlēta C# (versija 6). Tās priekšrocības ir – relatīvi vieglāk apgūstama, salīdzinot ar C++, kā arī ekstensīva standarta funkciju bibliotēka, pateicoties .NET 4.5 platformai.

Tomēr viens mīnuss šādu aplikāciju izmantošanai – lietotājam uz datora jābūt ieinstalētam pareizās versijas .NET framework, bet gadījumā ja lieto Windows 8, tad versija 4.5 jau ir dota kopā ar OS. To var arī ielādēt no Microsoft web lapas bez maksas.

Programmu veidošana ar C# parasti notiek ar Microsoft Visual Studio, programmēšanas vidi, kura ir cieši integrēta ar Microsoft valodām (C#, F#, utt.) un .NET, kas ļauj intuitīvu projektu veidošanu un testēšanu. Pašlaik jaunākā versija ir 2015, kura arī tika izmantota projekta veidošanā. Tā ir pieejama bez maksas [4].

Robežproblēmas

Masas un temperatūras pārnese procesi ieņem svarīgu vietu dažādos fizikālos, ķīmiskos un bioloģiskos procesos, piemēram, difūzija, absorbcija, destilācija, ekstrakcija, žāvēšana, mitrināšana, kušana un kristalizācija, iztvaikošana, kondensācija u.c. To modelēšana, risināšana un interpretācija tiek realizēta ar 3-D robežproblēmām 2. kārtas paraboliskajiem un eliptiskajiem diferenciālvienādojumiem.

Risinot 3-D difūzijas robežproblēmas (piemēram, metālu koncentrācijas aprēķināšana kūdras slāņos u.c.) un reducējot tās uz 2-D un 1-D, iegūst referātā apskatāmo viendimensiju robežproblēmu parastajam 2. kārtas diferenciālvienādojumam.

Robežproblēmu risināšanā tiek izmantota integrālo splainu metode [2], [5]. Tās precizitātes pārbaudei tiek izmantots referātā aplūkotais viendimensiju robežproblēmas precīzais atrisinājums.

Dota viendimensiju robežproblēma (1.1), kura raksturo difūzijas procesu 1-D apgabalā $\Omega = \{(z) : 0 \leq z \leq L_z\}$, kurš sastāv no N-slāņu vides – homogēniem N-slāņu materiāliem $\Omega_i = \{(z) : z \in (z_{i-1}, z_i)\}$, $i = \overline{1; N}$, $H_i = z_i - z_{i-1}$ - slāņa Ω_i augstums, $z_0 = 0, z_N = L_z$.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial}{\partial z} \left(D_{iz} \frac{\partial u_i(z)}{\partial z} \right) - a_i^2 u_i(z) + F_i = 0, z \in (z_{i-1}, z_i), i = \overline{1, N}, \\ D_{1z} \partial u_1(0) / \partial z - \beta_z (u_1(0) - C_0) = 0, \\ D_{Nz} \partial u_N(L_z) / \partial z + \alpha_z (u_N(L_z) - C_a) = 0, \\ u_i(z_i) = u_{i+1}(z_i), D_{iz} \frac{\partial u_i(z_i)}{\partial z} = D_{i+1,z} \frac{\partial u_{i+1}(z_i)}{\partial z}, i = \overline{1, N-1}, \end{array} \right. \quad (1.1)$$

$F_i(z)$ - fiksēta avota funkcija, D_{iz} - konstanti difūzijas koeficienti, α_z, β_z - konstanti masas pārnese koeficienti.

Ir izveidota formula vielas masas sadalījuma (koncentrācijas) aprēķināšanai katrā slānī Ω_i punktā $(z) \in \Omega_i$, risinot robežproblēmu (1.1), tās atrisinājums ir formā:

$$u_i(z) = m_i \operatorname{sh}(\tilde{a}_i(z - \bar{z}_i)) + e_i \operatorname{ch}(\tilde{a}_i(z - \bar{z}_i)) + \frac{F_i}{a_i^2}, \bar{z}_i = \frac{z_{i-1} + z_i}{2} \quad (1.2)$$

Robežproblēmas atrisinājuma koeficientu atrašanai tiek sastādīta algebriska vienādojumu sistēma [5], [6]. Izsakot vienādojumu sistēmu ar vienu nezināmo e_i , iegūst vienādojumu pirmajam slānim, vienādojumus starpslāņiem un vienādojumu pēdējam slānim.

Vienādojums pirmajam slānim ($i = 1$) – vienādojumu sistēmas pirmais vienādojums.

$$\begin{aligned} e_1 \left(\frac{D_{1z} \tilde{a}_1 \operatorname{sh}(t_1) + \beta_z \operatorname{ch}(t_1)}{k_7} + \frac{k_1 \operatorname{ch}(t_1) - k_2 D_{1z} \tilde{a}_1 \operatorname{sh}(t_1)}{k_8} \right) + \\ e_2 \left(\frac{-k_1 \operatorname{ch}(-t_2) + k_2 D_{2z} \tilde{a}_2 \operatorname{sh}(-t_2)}{k_8} \right) = \frac{1}{k_8} \left(-k_1 \frac{F_1}{a_1^2} + k_1 \frac{F_2}{a_2^2} \right) - \frac{\beta_z F_1}{a_1^2 k_7} + \frac{\beta_z C_0}{k_7}, \end{aligned} \quad (1.3)$$

$$k_8 = k_1 \operatorname{sh}(t_1) - k_2 D_{z1} a_1 \operatorname{ch}(t_1), \quad t_1 = (\tilde{a}_1 H_1) / 2, \quad k_1 = -\frac{1}{\operatorname{sh}(t_2)}, \quad k_2 = \frac{1}{D_{2,z} \tilde{a}_2 \operatorname{ch}(t_2)},$$

$$k_7 = D_{z1} \tilde{a}_1 \operatorname{ch}(t_1) + \beta_z \operatorname{sh}(t_1).$$

Vienādojums starpslāņiem ($i = \overline{2, N-1}$) – vienādojumu sistēmas otrais līdz $N-1$ vienādojums.

$$\begin{aligned} e_i \left(\frac{k_2 D_{iz} \tilde{a}_i \operatorname{sh}(t_i)}{k_6} - \frac{k_1 \operatorname{ch}(t_i)}{k_6} + \frac{k_4 D_{iz} \tilde{a}_i \operatorname{sh}(t_i)}{k_5} + \frac{k_3 \operatorname{ch}(t_i)}{k_5} \right) \\ + e_{i+1} \left(\frac{k_2 D_{i+1,z} \tilde{a}_{i+1} \operatorname{sh}(t_{i+1})}{k_6} + \frac{k_1 \operatorname{ch}(t_{i+1})}{k_6} \right) + \\ e_{i-1} \left(\frac{k_4 D_{i-1,z} \tilde{a}_{i-1} \operatorname{sh}(t_{i-1})}{k_5} - \frac{k_3 \operatorname{ch}(t_{i-1})}{k_5} \right) = \frac{-k_3 \frac{F_i}{a_i^2} + k_3 \frac{F_{i-1}}{a_{i-1}^2}}{k_5} - \frac{-k_1 \frac{F_i}{a_i^2} + k_1 \frac{F_{i+1}}{a_{i+1}^2}}{k_6} \end{aligned} \quad (1.4)$$

$$k_5 = -k_3 \operatorname{sh}(t_i) - k_4 D_{iz} \tilde{a}_i \operatorname{ch}(t_i), \quad k_6 = (k_1 \operatorname{sh}(t_i) - k_2 D_{iz} \tilde{a}_i \operatorname{ch}(t_i)).$$

Vienādojums pēdējam slānim ($i = N$) – vienādojumu sistēmas pēdējais vienādojums.

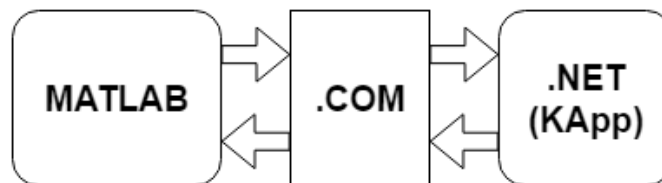
$$\begin{aligned}
 & e_N \left(\frac{-D_{N_z} \tilde{a}_N sh(t_N) - \alpha ch(t_N)}{k_9} + \frac{k_3 ch(t_N) + k_4 D_{N_z} \tilde{a}_N sh(t_N)}{(k_5 | i = N)} \right) + \\
 & e_{N-1} \left(\frac{ch(t_{N-1}) + k_4 D_{N-1,z} \tilde{a}_{N-1} sh(t_{N-1})}{(k_5 | i = N)} \right) = - \frac{-\alpha F_N + \alpha C_a}{a_N^2} + \frac{F_N - F_{N-1}}{k_5 | i = N} \quad (1.5)
 \end{aligned}$$

Vienādojumu sistēmu risina galīgam slāņu skaitam N, uzrakstot sistēmu vektoru formā $A \cdot \bar{e} = \bar{F}$ (1), kur $\bar{e} = (e_1, e_2, \dots, e_N)^T$ - vektors-kolonna, \bar{F} vectors-kolonna, sastāv no vienādojumu labajām pusēm $\frac{F_i}{a_i^2}, i = \overline{1, N}$, A - atbilstoša 3-diagonāla matrica. Vienādojumu risina izmantojot datorprogrammu Matlab ar faktorizācijas metodi $\bar{e} = A^{-1} \cdot \bar{F}$ ($invA \cdot \bar{F}$) vai Gausa metodi ($A \setminus \bar{F}$).

Pēc koeficientu e_1, e_2, \dots, e_N aprēķināšanas ar sistēmas vienādojumu palīdzību aprēķina koeficientus m_1, m_2, \dots, m_N , kuri ir robežproblēmas (1.1) atrisinājuma (1.2) koeficienti. [7]

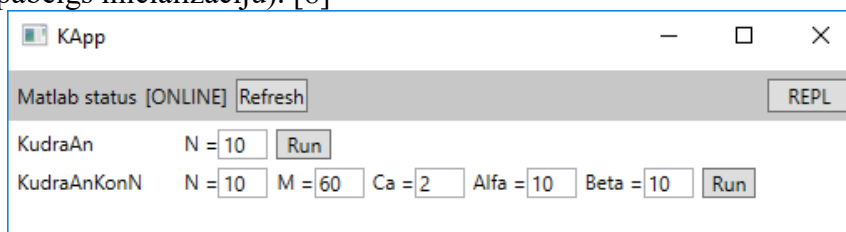
Robežproblēmas atrisināšana ar MATLAB un C# palīdzību

Projekta mērķis ir izstrādāt aplikāciju (tagad KApp) ar logiem, kur ievadot datus tiek izsaukta MATLAB (tagad ML) funkcija un parādīts rezultāts. Tas tika panākts izmantojot .COM interfeisu (1.att.), kas ļauj dažādām aplikācijām komunicēt un apmainīt datus, šajā gadījumā no mūsu aplikācijas caur .COM uz ML tiek sūtītas komandas un atpakaļ ML atbild ar rezultātu, kuru KApp var nolasīt un atainot lietotājam.



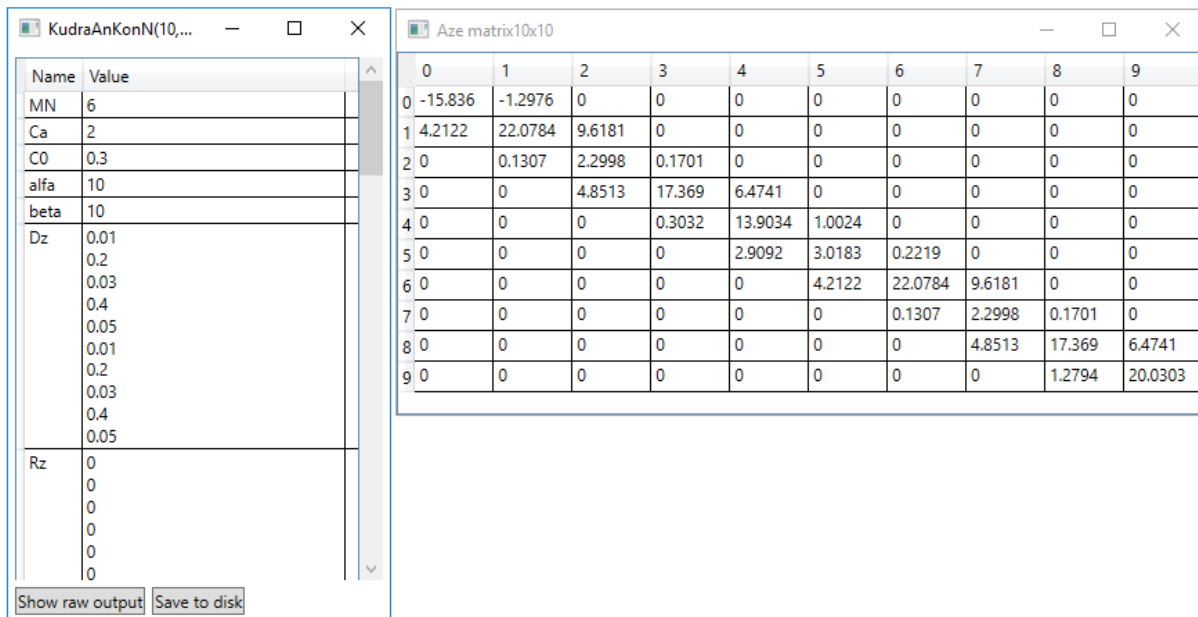
1. attēls Datu apmaiņa starp MATLAB un .NET

Aplikācijas darbam nepieciešamas dažas lietas, pirmkārt uz datora jābūt ieinstalētam ML, šis projekts tika veidots ar ML versiju r2015a, tāpēc ir vēlams, lai versijas sakristu. Otrkārt, ML jābūt .COM režīmā, lai ar to varētu komunicēt. To var panākt dažādos veidos. Ieteicamākā metode ir palaist ML GUI(noklusējuma) režīmā un komandas logā ierakstīt `enableservice('AutomationServer', true)`; kas tagad ļaus KApp komunicēt ar palaisto ML programmas instanci. Alternatīvi Windows Command Prompt(cmd) var ierakstīt komandu `matlab -automation` kas palaiž ML commandline interface veidā. Ja ML instance nav atrasta, tad KApp centīsies automātiski to palaist(šādā gadījumā jāpagaida, jo KApp būs nefunkcionāls kamēr ML nepabeigs inicializāciju). [8]



2. attēls KApp ievades logs

2. attēlā redzams KApp galvenais logs, kurā var ievadīt datus, kā arī var redzēt vai tika izveidots veiksmīgs savienojums ar ML. Ja rāda online, visam jābūt labi, ja offline, tad kaut kas nav izdevies.



The screenshot shows two windows. The left window, titled 'KudraAnKonN(10,...', contains a table with parameters:

Name	Value
MN	6
Ca	2
C0	0.3
alfa	10
beta	10
Dz	0.01
	0.2
	0.03
	0.4
	0.05
	0.01
	0.2
	0.03
	0.4
	0.05
Rz	0
	0
	0
	0
	0
	0

Buttons at the bottom: 'Show raw output' and 'Save to disk'. The right window, titled 'Aze matrix10x10', displays a 10x10 matrix:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-15.836	-1.2976	0	0	0	0	0	0	0	0
1	4.2122	22.0784	9.6181	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0.1307	2.2998	0.1701	0	0	0	0	0	0
3	0	0	4.8513	17.369	6.4741	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0.3032	13.9034	1.0024	0	0	0	0
5	0	0	0	0	2.9092	3.0183	0.2219	0	0	0
6	0	0	0	0	0	4.2122	22.0784	9.6181	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0.1307	2.2998	0.1701	0
8	0	0	0	0	0	0	0	4.8513	17.369	6.4741
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2794	20.0303

3. attēls Rezultātu izvide

Rezultāti tiek izvadīti un atainoti tabulas formā (3. att.). Pēc komandas aizsūtīšanas (kad piespiež 'Run'), ML to izpilda un atpakaļ izdod neapstrādātus datus, kurus KApp apstrādā un ieliek tabulā. Matricas tiek atainotas atsevišķā logā. Spiežot 'Show raw output' var apskatīt rezultātu tieši tādu, kāds viņš iznāk no ML, 'Save to disk' ļauj saglabāt datus teksta failā. [9] [10]

Secinājumi

No šī darba var secināt, ka darba uzdevumi ir izpildīti:

- MATLAB un C# ir reāla iespēja priekš robežproblēmas atrisinājuma realizācijas;
- Tika secināts, ka starp MATLAB un C# ir iespējams izveidot saikni, kas ļauj abiem strādāt kopīgi. Tas paplašina diferenciālvienādojumu robežproblēmu risināšanas iespējas, ļaujot risināt praktiskas fizikāli-tehniskas u.c. problēmas plašākam lietotāju lokam, jo nav nepieciešamas speciālas Matlab programmatūras zināšanas saistītas ar datu ievadi, rezultātu iegūšanu un interpretāciju;
- Iegūtais robežproblēmas precīzais atrisinājums ir noderīgs gan praktisko problēmu risināšanas aspektā, gan arī teorētiskā – integrālo splainu metodes [2], [5] precizitātes pārbaudei;
- MATLAB lietošana attiecīgā uzdevuma veikšanai likās salīdzinoši vienkāršāka, nekā C#, jo C# pretstatā MATLAB standarta operatoru lietošanai prasa pamatzināšanas programmēšanā.

Kopumā tika sasniegts arī darba mērķis: izveidot programmu, kas spēj komunicēties ar MATLAB un risināt dotās problēmas.

Summary

In summary, MATLAB is a very effective computer program that can solve almost everything. It is easy to use, in case of problems the support can be available, and on help pages you can see examples of equation codes, and operators. C# offers fair simplicity. The code in C# can be written in Microsoft Visual Studio programming environment. From a three-dimensional

boundary field you can get a one-dimensional boundary field, by reduction. Boundary field problem can be executed in MATLAB with C# help, and if there is a need to enter multiple values, as in this work was done, a separate program in C# was written, which makes a link with MATLAB through .COM. The project application will work only if MATLAB is installed on device, and when it is, MATLAB itself has to be in .COM debug mode. The application is simple, and offers some inputs. Output can be showed as in MATLAB's interface. A matrix output is made into a separate window. If needed, the output data can be saved into a text file.

Literatūra

1. About MATLAB [online] [Skatīts 01.04.2016.] Pieejams: <http://se.mathworks.com/products/matlab/>
2. Kalis, H., Kangro, I. Datorprogrammas MATLAB lietošana matemātikas mācības procesā, Rēzekne, RA Izdevniecība, 2010.
3. C# [online] [Skatīts 10.04.2016.] Pieejams: <https://msdn.microsoft.com/en-us/en-en/library/kx37x362.aspx>
4. Overview of the .NET Framework [online] [Skatīts 14.04.2016.] Pieejams: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/zw4w595w\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/zw4w595w(v=vs.110).aspx)
5. Kalis, H., Kangro, I. (2015) ANALYTICAL SOLUTION FOR 3D MODEL OF PEAT BLOCKS. Proc. of the Int. conf.: *14th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT*, May 20-22, 2015, Jelgava, Latvia, Volume 14
6. Teirumnieka, Ē., Kangro, I., Teirumnieks, E., Kalis, H. (2015) The analytical solution of the 3D model with Robin's boundary conditions for 2 peat layers. Proc. of the *10-th int. Scientific and Practical Conference "Environment. Technology. Resources."* Volume III, Rezekne Higher Education institution.
7. Kalis, H., Kangro, I. Matemātiskās metodes inženierzinātnēs, mācību līdzeklis; Rēzekne: RA Izdevniecība, 2004.
8. What is COM? [online] [Skatīts 14.04.2016.] Pieejams: <https://www.microsoft.com/com/default.msp>
9. MATLAB COM automation server [online] [Skatīts 14.04.2016] Pieejams: <http://se.mathworks.com/help/matlab/call-matlab-com-automation-server.html>
10. Call MATLAB function from C# client [online] [Skatīts 14.04.2016] Pieejams: http://se.mathworks.com/help/matlab/matlab_external/call-matlab-function-from-c-client.html

„DZIESMU KLADES” APLIKĀCIJAS IZSTRĀDE „THE SONG NOTEBOOK” APPLICATION

Autors: **Ilze Kiščenko**, e-pasts: ilze.kiscenko@gmail.com, +371 26516242
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing.**, e-pasts: peteris.grabusts@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract: *According historical facts the culture- national songs and dances- helped Latvians to remain the national identity through ruling of foreign power. Even up to now days these things, specially songs and singing, is very important way how to express the feelings. The slogan „people that sings” represents this Latvian feature. To promote singing the author of paper established a company „Dziesmu klade” (“Song notebook”) - the mobile application where users can make their own virtual song note book with lyrics and music. In this paper the author represents application’s software requirement specification to develop this business idea.*

Keywords: *software required specification, The song notebook*

Ievads

Šajā rakstā tiek definēta programmatūras prasību specifikācija mobilajai aplikācijai „Dziesmu klade”. Šis dokuments ir projekta „Dziesmu klade” izstrādes uzdevums. Tā mērķis ir detalizēt kā klients spēj veidot „mākoņa risinājumā” savu dziesmu kladi un kā nodrošināt kvalitatīvu pakalpojumu klientam un gūt peļņu uzņēmumam.

Projekts „Dziesmu klade” ir mājas lapa un mobilā aplikācija, kur klients var veidot savu virtuālo dziesmu izlasi. Pakalpojums tiek sniegts tādā veidā, ka aplikācijā tiek piedāvāta latviešu dziesmu datu bāze (attīstot projektu, arī ārvalstu mūziķu dziesmas), piedāvājot dziesmu notis ar liriku.

Turpmāk doti daži saīsinājumi:

LaIPA- Latvijas Izpildītāju un producentu apvienība,

AKKA/LAA- Autortiesību un komunikācijas konsultāciju aģentūra/ Latvijas autoru apvienība.

Vispārējs apraksts

Lai nodrošinātu uzņēmuma darbību, klientiem par sava profila uzturēšanu būs noteikta abonementa gada maksa. Līdz ar to veidojas sasaiste ar internetbanku. Lai atvieglotu reģistrēšanos vietnē, lietotāji perspektīvā varētu reģistrēties caur esošajiem profiliem draugiem.lv vai facebook.com, gmail.com u.tml.

Produkta funkcijas

Administratora funkcijas:

- Lietotāju profilu pārvaldība;
- Dziesmu saraksta papildināšana;
- Abonementa maksas piestādīšana;
- Saziņa ar lietotājiem;
- Kļūdu labošana.

Lietotāja funkcijas:

- Reģistrēšanās savā profilā;
- Piekļuve dziesmu katalogam;
- Personalizētā dziesmu saraksta izveide;
- Nošu drukāšana.
- Abonēšanas maksa
- Saziņa ar administratoru [1]

Informācijas ievade un izvade

Administratoram jāievada dziesmu lirika, kā arī to notis gan nošu formātā, gan arī akordu apzīmējumos.

Jānodrošina opcija dziesmu transponēšana, t.i., sev piemērotākās tonkārtas pielāgošana dziesmai.

Dziesmas tiek sakārtotas alfabēta secībā, bet meklētājā tās iespējams meklēt arī pēc frāzes, izpildītāja.

Katalogā katrai dziesmai tiek norādīts arī autors un izpildītājs, pēc kā arī var lietotāji meklēt.

Lietotājiem tiek piedāvātas dažādas savas dziesmu klades abonēšanas maksas:

1. Gada abonements
2. Maksa par attiecīga skaita dziesmu pievienošanu.

Administrators sastāda rēķinu, kurš tiek automātiski nodots internetbankā pēc lietotāja apstiprinājuma norēķināties.

Atvērtās lapas apakšā jānorāda saite saziņai ar administratoriem.

Reģistrējoties lietotājam nav jānorāda savs īstais vārds un uzvārds, tas ir paša izvēlēts lietotāja vārds. Drīkst izmantot latīņu burtus, ciparus, kā arī punktu, defisi un apakšsvītru. Profila parolei jābūt vismaz garākai par 8 simboliem (iespējams izmantot latīņu burtus un ciparus). Reģistrējoties jānorāda arī savs vecums un dzīves vieta, e-pasts.

Dziesmu katalogā iespējams dziesmas attaisīt un pievienot savam sarakstam. Dziesmu atlasīšana iespējama arī tieši no kataloga arī neatverot dziesmas. Dziesmas rīkjoslā nospiežot „+”, pievienojot to savai dziesmu kladei.

Lietotāji dziesmas var izdrukāt. Tiek piedāvāta opcija drukāt katru dziesmu atsevišķi vai arī visu savu dziesmu kladi.

Reģistrējoties pirmo 20 dziesmu atlase tiek piedāvā bez maksas, lai lietotājs iepazītos ar vietni. Savukārt tālāk tiek piemērota abonēšanas maksa. Viens no piedāvātajiem variantiem ir maksa par 50 dziesmu pievienošanu savai dziesmu kladei, ko iespējams papildināt, sasniedzot dziesmu limitu. Vai arī fiksēta gada abonēšanas maksa, kas ļauj brīvi lietot vietni bez ierobežojumiem. Norēķināšanas par vietnes abonēšanu notiek caur internetbanku, kurā lietotāji norāda prasīto informāciju.

Drošības funkcijas

Lietotājam ir iespēja ir daļēji reģistrēties vietnē izmantojot par autorizāciju savus profilus – google.com, draugiem.lv vai arī facebook.com- importējot datus no šiem reģistriem. Datu apstrādē tiek ievadīti visi dati, kas nedublējas. Rīku joslā tiek piedāvāta iespēja iziet no sava profila.

Veiktspējas, drošības un uzturamības prasības

Vietnei ir jānodrošina vismaz 500 lietotājiem iespējamu vienlaicīgu sistēmas lietošanu.

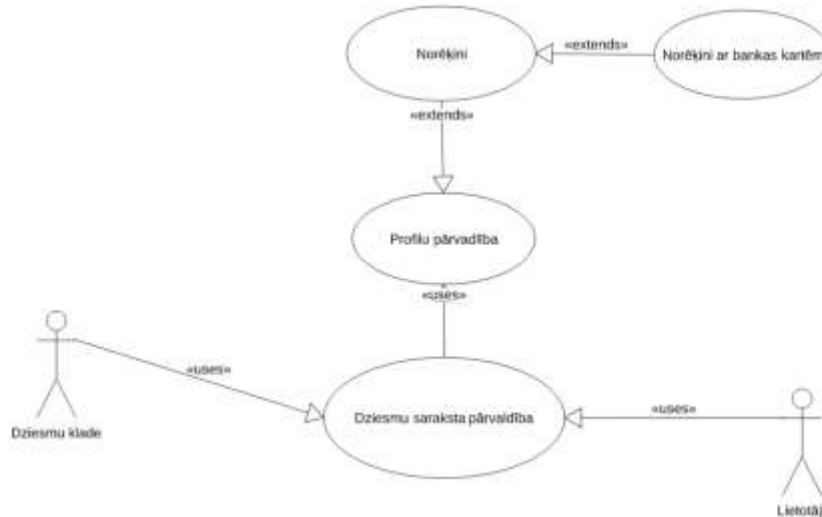
Vietnei jāpakļaujas LaIPA AKKA/LAA regulējumiem par autortiesību apmaksu.

Vietnei jābūt pielāgotai gan lietošanai kā mājas lapai, gan arī lietojamai mobilās aplikācijas veidā uz Android un iOS sistēmās.

Lai gan lietotāji var reģistrēt izdomātus lietotājvārdus, sistēmai jābūt aizsargātai pret profilu informācijas noplūdi, jo aplikācijā tiek izmantoti arī bankas kartes dati.

Sistēmai jābūt pieejamai 99,9% no visa darbības laika, kas ir 24h 7dienas nedēļā, paredzot nepieciešamības gadījumā servisa laikus.

Programmatūras prasību specifikācijas procesi ir attēloti arī VISIO programmā [2] (skat. 1. attēlu).



1.attēls „Dziesmu klade” procesu atainojums VISIO programmā

Veicot aprēķinus COCOMO [3] tiek pieņemts, ka tiks veikta viena sarežģīta un vēl viena vidēji sarežģīta informācijas ievade, 4 vidēji sarežģītas izvades, 3 vidēji sarežģīti iekšējie faili, 2 vidēji sarežģīti ārējie interfeisu faili un 2 vienkārši vaicājumi, izriet, ka šāda veida aplikācijas izveidošana varētu ilgt vairāk kā 5 mēnešus (skat.1.tabula). Projekta kopējā vērtība tiek lēsta vairāk kā 10 tūkstošu eiro apmērā.

1.tabula

COCOMO aprēķinu rezultāts

Personmēnešu skaits projekta realizācijai	4,6
Cilvēkdienu skaits projekta realizācijai	92
Kalendāro mēnešu skaits projekta realizācijai	5,2

Summary

In the paper the author describes software request specification for a project “The song notebook”. This mobile application would consist of huge Latvian song database. Users for annual fee or fee for limited amount songs (50) can make virtually their own song notebook.

In information input there are several functions. Administrator’s duties are to maintain the users’ profiles, keep updating the song data base, keep communication with the users and supply immediate service to deal with different kind of error. In the same time there are user functions that only after registration of your profile you have access to the song data base. As users have to pay users fee to supply this action there will be connection with the internet bank. So to ensure information security only register persons can log in the application and use the database.

All described process can be seen in the 1st picture. In VISIO program has been shown all information input and output. According to COCOMO program to make “The Song notebook” application’s programming there are needed a bit more than 5 months and total costs might be more than 10 thousands euro.

Literatūra

1. Firesmith Donald G., Henderson-Sellers B. „The OPEN Process Framework: An Introduction”, 2002, p. 180-183 (in English)
2. Parker [David J.](#) „Microsoft Visio 2013 Business Process Diagramming and Validation”, 2013, p. 34-39 (in English)
3. Puntambekar A.A. „Software Engineering” 2009, p. 5-20 (in English)

OPTIMIZING THE PERCEPTION OF REALITY AS A PRECURSOR FOR HUMAN EVOLUTION; AUGMENTING AND MIXING INFORMATION DOMAINS IN A SINGLE STREAM OF COGNITION *CILVĒKA UZTVERES OPTIMIZĀCIJA AUGMENTĒTĀS UN MIKSĒTĀS VIDES REALITĀTĒS*

Author: **Aigars Kokins**, e-mail:kokins.aigars@gmail.com
University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences, Department of Geology,
Jelgavas street 1, LV-1004, Riga,

Abstract: *Human vision is like a set of pictures moving through time. By analyzing individual frames, it is possible to find spaces of lower and higher priority, distant views and closely located objects. Regions of perceivable space are easily modifiable so that one can individually customize what one sees. Head mounted display technology, currently under development, allows for the modification of our vision, thus replacing the visible world with the artistically imagined or overlaying real time data over perceivable space. The future of perception omits distance – allowing contextual data to come through our vision, providing a digitally controlled perception system in a place of our natural one.*

Keywords: *Augmented Reality, Mixed Reality, Virtual Reality, the space of perception*

1. Introduction

According to anthropology, through the study of fossils recovered from the past two epochs – the Pleistocene and Holocene, humans have evolved over some 2.8 million years [Campbell and Loy 2000], slowly evolving from self-reflecting importance and symbolic thinking, to planet size stratigraphy and its resources, developing constructions and engineering marvels, to satisfy the ever growing demands of humanity.

All living creatures are bound to change, they slowly adapt to the environments and conditions imposed on them. Their bodies and minds adjust for an ever-fresh start for future conditions in their development. Even the simplest things like the gurgling sound called speech or language, can lead to an efficient type of cooperation beyond predictability, creating new fields that are based on concepts of information rather than the available physical material, opening up the opportunity for culture.

Humans have evolved, body mass and strength of the muscles no longer being a part for success. Instead it is cooperation and the complex cognition of synchronicity in nature that have acted as building blocks, laying the foundation called humanity, social strata that are beyond an individual's capacity to maintain and nourish, beyond an individual's ability to survive.

However, as distant as we consider ourselves to be from brute nature, as close we still are to simplicity, like vision. Humans see the shape of things, just as animals see them, although there are differences between the species in terms of their adapted vision: it is adjusted and optimized to see the visible forms in nature and nothing beyond it.

The augmentation of reality [adding to the visible] is a logical step in human development. It is a process that involves fusing concepts from information domains (digital and analog) and technology. In its simplest form, it is adding contextual information such as street names on a building for everyone to see, as part of common knowledge. Next, wearable devices made for vision, sound and the tactile sensations as information could become personalized.

Information - both contextual and changeable - projected on top of physical forms, for a particular individual, only as long as is necessary.

The perception of the environment is a complex task that has been evolving for living creatures for the past 3.3 billion years [Fliegel, et al. 2010]. Visible physical forms combined with sounds and smells form that space-environment which we recognize as livable. Adding in

our thoughts and subtle senses, such as telepathy [Sheldrake and Smart 2000], form a daily routine for human beings, which helps preserve the body and the integrity of the mind.

Technology can add to the natural ability to see or hear. By digitizing the senses, it is possible to modify individual aspects of perception system in real time, through a digital filter for our natural ability to hear and see: (visible forms and sounds - to capture,>, to process,>, to add or subtract,>, to replace or modify - to see and perceive.)

Augmentation is a logical step forward and it is a common experience for mobile phone users', as well as anyone wearing a wristwatch. Mixed and layered information domains, visible and not part of the visible – e.g. the exact time in some particular time zone - are composed for perception. The next step is to organize and optimize and recognize the intricacies of the human's ability to perceive. All visible forms and sounds can be computed, sorted and prioritized. An important step is to organize an effective form of perception, as this lays the foundation of any decision that we make.

2. Virtual Reality, Augmented Reality and Mixed Reality

Virtual reality (VR) is the complete experience of being in a virtual space. Visible and perceivable forms are artificially synthesized and change according to the movements of the head. Such environments can stimulate our imagination by allowing us to walk in a fairytale land, or study a virtual model of the International Space Station, to prepare oneself for a spacewalk (fig.1.).

Augmented reality (AR) is a logical layer of information that is laid on top of visible environments. These include contextual information like maps, photos, readouts from marked objects in the surrounding area, video calls, localization (GPS) etc. The visibility of the environment is a key function of this technology, while the information layer is somewhat secondary.

Mixed Reality (MR) – can capture real time environments to transform them completely or partially. Real objects found in nature, virtual objects, with layers of contextual augmentation can be mixed together, thus creating a futuristic space for us to see. All aspects of perception and vision that are exposed to human consciousness, can be analyzed in real time, adapted, changed, subtracted, or overlaid according to one's needs and priorities. This ensures the maximum usability of the perception space by excluding information that is of little importance.



Fig. 1. Virtual Reality Laboratory, NASA (NASA (b))

Augmented and virtual reality technology devices have been in development since the 1960s (HMD – Head Mounted Displays):

[Morton Heilig (Heilig 1960; Heilig 1962), Comeau and Bryan (Headsight System, 1961), Ivan Sutherland - *The Ultimate Display* (Sutherland 1965; Sutherland 1968), British Aerospace and U.S. Air Force and Naval Research, ARPA (DARPA - Defense Advanced Research Projects Agency), Andrew Lippman (*Aspen Movie Map*, 1978), Michael Naimark and Scott Fische, etc. [Sherman and Craig 2002, p.49]]

But, it is only recently that the technological aspect of these devices have advanced, gaining momentum for the mass-market consumer products. This was due to advancements in the mobile phone industry and greater monetary investment. Small sized high-resolution displays, high performance microprocessors, motion sensors, the size and power form factor, as well as the large number of enthusiastic people attracted to software development and content creation, are responsible for boosting virtuality, augmentation and mixed reality development. Today the consumer market is now saturated with approximately 60 different HMD devices and the numbers are rising.

[*Oculus Rift*, *Sony Project Morpheus*, *Open Source Virtual Reality (Razer)*, *Samsung Galaxy*, *Homido Virtual Reality headset*, *VīsusVR*, *SteamVR (HTC Vive)*, *Google Glass*, *Sony "SmartEyeglass"*, *Microsoft "HoloLens"*, *Virtual Realities*, *Sensics*, *Cinoptics*, *Vuzix*, *Virtual Reality Laboratory (NASA)*, *specific devices for medical applications HMS-3000MT (Sony)*, *science and engineering*, *military defense*, etc.]

High definition displays or two separate synchronized displays, one for each eye, adjusted according to individual pupil distance (IPD – interpupillary distance) and optics give focus for the eyes and a wide viewing angle (FOV) 90-110. Technology can be combined with real time video cameras, local small size projectors, while optical systems can be replaced with transparent multilayer LCD screens such as the Pinlight Display [Maimone, et al. 2014]. Motion sensors synchronize the movement of the head with virtual objects (stationary spherical movements, as well as movements in space). Processing power is used to compute the information flow with sufficient resolution and frequency, and some form of information manipulation i.e. approval, input, movement, search (hand movement, eye-lid movement, voice commands, haptic interfaces etc.,)

Software is also important, making use of ever-increasing microprocessor power to compute is gradually replacing the need for sophisticated physical devices, such as the use of photography and real time footage to reconstruct environments and objects recognition. If one can reconstruct the environment and know the distance to objects in space, as well as maintain perspective and to compensate human head micro and macro movements – it is possible to add information layers or replace real life objects in the environment, without causing discomfort or nausea to the senses.

3. Evolution of Sight

Evolution in nature forces all biological forms to gradually adapt to a constantly changing environment. It is a rather slow process and no additional joints or extended versions of vision will surprise us until the day our ancestors call. The opposite is true when speaking of today's digital development or digital evolution - "*Moore's Law (1965)*", which has been so rapid that it can hardly be predicted where each ensuing success will open up previously unforeseen possibilities. Therefore combining biological and the digital world is a logical step in evolution (*footnote 1.*) and has been in the works for than half a century, beginning with the creation of the first computer. Today, small scale, high frequency, local and cloud based devices are available for our personal convenience and daily routines.

The next big step for human development, a priori, is the optimization of our vision – the visible and perceptible in nature. It is, or will be, possible if we choose, to saturate our individual

space of perception by optimizing the visible world, replacing it partially or totally with a synthesis of digital environments. This will be two to three meters in range indoors, but outdoors can extend to 100-200 m for a sense of space and orientation.

The ability to see is how we perceive the world, while natural human vision is not limited to the visible. The world we see is the space of perception, but If we analyze more closely, we have to conclude that the visible information that surrounds us, is not contextual in its nature or consistent with the time.

At work, at home, or in traffic, one sees things in a compulsory manner such as buildings and their features, trees, grass, people, vehicles passing and advertisements; things and objects, the primary existence of which do not provide the perceptual load of an individual. If human beings choose to be engulfed by never changing surroundings, and don't replace portions of their perception with up to date context, that is organized, arranged and geo-locally supplemented, their development will be slow, or, at least, predictable.



Fig. 2 Mixed Reality environments (authors' imagery)

If we were to analyze photographs taken randomly in the street and marked all the things that appear, the existence of which at a given situation and moment of capture may not be important. We would start to screen the sky, buildings and trees, which are at least 100 meters away from the observer, leaving only the important features in the foreground - transport, humans, animals and terrain variation, as well as other close and potentially dangerous objects.

Eventually, we would have to admit that about 50% of the photographs' contents could be replaced with something else. The figure varies between 40 – 50% according to the information load in a picture. Forests, fields and rivers, the sky, are all information domains that can be replaced or safely supplemented, augmented, according to an individual's mental and psychological comfort. This is because the information that exists in nature, and lies behind the security margins (100 – 200 meters) is more "aesthetic" than essential in principle.

Analyzing photographs automatically allows us to recognize the geometrical margins of objects, to create alpha masks, reconstruct virtual objects, three-dimensional fragments of the surrounding area (SLAM geometry) and to store the data as geo-tagged templates in a cloud database. By knowing the boundaries of an object and its proper perspective, while replacing the environment for HDM cameras, it is easy to supplement environmental objects with information layers, or crop data outside one's perception, thus leaving space for contextually richer

experience. Subsequently, each new path becomes a data batch in a cloud, where repeating patterns of movement are data driven and thus easier to compute and visualize.

In order to create conceptual environment perception, a number of preconditions exist:

People would have to willingly link themselves to technology i.e. the use of mobile devices such as phones with built-in GPS satellite navigation systems and HDM type equipment for mixed and augmented environment perception.

The person living in this environment would wish to avail of technology

The person would be communicative – voluntarily absorbing and engaging in a dense information space

The person would be looking towards the future with interest in order to experience it today.

If we can ensure the contextual nature and dynamics of environments, in other words the flow of information towards the object in nature (information overlay), and replace the “unnecessary” in the space of perception with a meaningful everyday variables, we can build the foundation for a greater involvement in life processes, to create a faster pace for the individual and the collective, thus reduce the response time to social change.

Conclusion

Further disentanglement of human beings from the collective and locking them into their own spheres of personalized information domains can be seen as a negative tendency in society; however, evolution is primarily a process projected away from herd instincts, towards individual experience and personal responsibility. Therefore, physical unavailability and non-communication with fellow human beings does not necessarily mean social isolation. The proof for this is the sweeping popularity of social networks; a person communicates and willingly communicates with stratigraphically similar, rather than physically accessible peers around them, with technology creating this opportunity, which is also an evolution – the niche of possibilities.

[Footnotes]

The word ‘evolution’ in this article indicates the possible development of perception as a means of human personal growth potential. The word is not used as perceived in natural science – the gradual transformation of the vision system of our species to the point where nothing will be perceivable without silicon microprocessor implantations

Bibliography

1. Campbell, B.G., Loy, J.D. (2000). *Humankind Emerging (8th Edition)*. USA: Allyn and Bacon.
2. Fliegel, D., Kosler, J., McLoughlin, N., et al. (2010). *In-situ dating of the Earth's oldest trace fossil at 3.34 Ga*. Earth and Planetary Science Letters, 299(3-4). p. 290.-298.
3. Sheldrake, R., Smart, P. (2000). *A Dog That Seems to Know When His Owner Is Coming Home: Videotaped Experiments and Observations*. Journal of Scientific Exploration.
4. Heilig, M.L.(1960). *Stereoscopic-television apparatus for individual use*. US Patent 2,955,156
5. Heilig, M.L. (1962). *Sensorama simulator*. US Patent 3,050,870
6. Maimone, A., Lanman, D., Rathinavel, K., et al. (2014). *Pinlight Displays: Wide Field of View Augmented Reality Eyeglasses using Defocused Point Light Sources*. ACM Trans. Graph. 33(4):1-11.
7. Sutherland, I.E. (1965). *The Ultimate Display*; Macmillan and Co.
8. Sutherland, I.E. (1968). *A head-mounted three dimensional display*. Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I. San Francisco, California: ACM.
9. Sherman, W.R., Craig, A.B. (2002). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc. p. 608.

Web references

1. Oculus VR (2016). *Oculus Rift*. [2016.03.18]. www.oculus.com
2. Sony (c) (2016). *Project Morpheus*. [2016.03.18]. blog.eu.playstation.com/tag/project-morpheus
3. Razer (2016). *Open Source Virtual Reality (OSVR)*. [2016.03.18]. www.razerzone.com/osvr
4. Samsung (2016). *Samsung Galaxy*. [2016.03.18]. www.samsung.com/global/galaxy

5. Homido (2016). *Homido Virtual Reality headset*. [2016.03.18]. www.homido.com
6. Visus (2016). *VisusVR*. [2016.03.18]. www.visusvr.com
7. HTC Vive (2016). *SteamVR*. [2016.03.18]. store.steampowered.com/hardware/#Machines
8. Google (2016). *Google Glass*. [2016.03.18]. www.google.com/glass
9. Sony (a) (2016). *Develop apps for SmartEyeglass*. [2016.03.18]. developer.sony.com/develop/wearables/smarteyeglass-sdk
10. Microsoft (2016). *Microsoft HoloLens*. [2016.03.18]. www.microsoft.com/microsoft-hololens
11. Sensics. (2016). *Head-Mounted Displays*. [2016.03.18]. sensics.com
12. Cinoptics (2016). *Augmented Reality and Virtual Reality solutions*. [2016.03.18]. cinoptics.com
13. Vuzix (2016). *Smart Glasses*. [2016.03.18]. www.vuzix.com
14. NASA (a) (2016). *Augmented Reality*. [2016.03.18]. www.nasa.gov/externalflash/3DV/augmented_reality.html
15. NASA (b) (2016). *Virtual Reality Laboratory*. [2016.03.18]. www.nasa.gov/centers/johnson/engineering/robotics_simulation/virtual_reality/index.html
16. Sony (b) (2016). *HMS-3000MT*. [2016.03.18]. www.sony.co.uk/pro/product/medical-3d-medical-products/hms-3000mt
17. Virtual Realities (2016). *Head Mounted Displays*. [2016.03.18]. www.vrealities.com/head-mounted-displays

IGBT TRANZISTORA LINEĀRĀ REŽĪMA IZMANTOŠANA PĀRSTRĀVAS IEROBEŽOŠANAI INRUSH CURRENT LIMITATION BY UTILIZATION OF LINEAR MODE OF IGBT TRANSISTOR

Autori: **Kaspars Kroičs**, e-pasts: Kaspars.Kroics@rtu.lv, **Rodions Saltanovs**, e-pasts: r.saltanovs@transfoelectric.com.

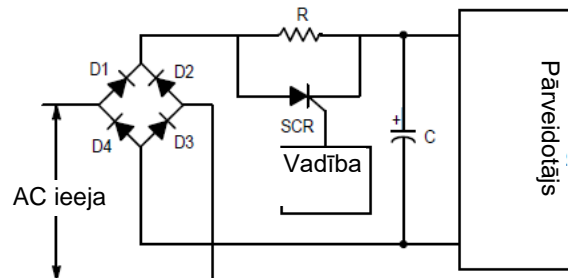
Rīgas Tehniskā Universitāte, Āzenes iela 12-1, Rīga, Latvija

Abstract. *Input filter is essential part of each switched mode power supply design. Important issue that must be solved in the design process is control of the high inrush current due to rapid rise of the voltage during initial connection of the power to the power supply. In the paper a single IGBT or MOSFET transistor is applied to control dv/dt in order to limit the high current spikes during initial power turn on or to limit overcurrent in microarc oxidation process. This inrush current limiting technique is beneficial because dv/dt control reduces the electromagnetic interference due to current and voltage spikes. As inrush current limiting device has minimal parts count the design is cost effective and reliable.*

Keywords: *microarc oxidation process, IGBT driver, inrush current limiting.*

Ievads

Mūsdienās ļoti plaši tiek izmantoti impulsveida energoelektroniskie pārveidotāji. Šādu pārveidotāju ieejā pulsāciju mazināšanai tiek izmantoti kapacitīvie vai induktīvie filtri. Pieslēdzot barošanas spriegumu pārveidotājam atkarībā no jaudas un filtra kapacitātes, strāva filtra kondensātorā sākotnējā brīdī var sasniegt nepieļaujami lielu vērtību, tāpēc šo strāvu ir nepieciešams ierobežot.

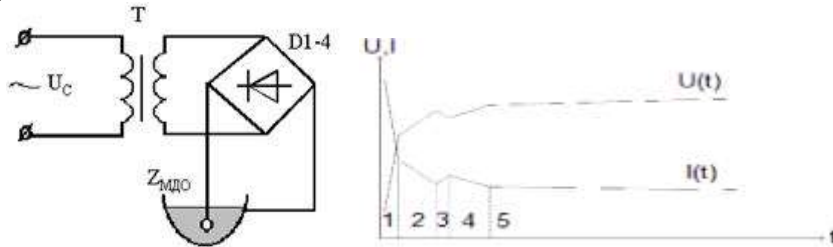


1. att. Pārstrāvas ierobežošana ar priekšuzlādes rezistoru [1]

Pārstrāvas ierobežošana parasti tiek izmantotas pasīvas metodes, pieslēdzot virknē rezistoru uz īsu laiku kondensatora uzlādei, šāds risinājums ir redzams 1. attēlā. Rezistora pieslēgšanai var tikt izmantots gan elektromehāniskais relejs, gan tranzistors vai tiristors kā redzams attēlā. Tas tiek pieslēgts uz brīdi, kas nepieciešams filtra kondensatora uzlādei līdz spriegumam, kas tuvs barošanas spriegumam. Tāpat var tikt izmantoti negatīvi no sprieguma atkarīgu pretestību (NTC) [2], vai dažos gadījumos induktīvu filtru. Šīs pārstrāvas ierobežošanas metodes ir diezgan lielas un samērā dārgas.

Tāpat strāvas īslaicīgas pārstrāvas ierobežošana ir nepieciešama daudzos citos procesos. Šajā rakstā tiks apskatīta strāvas ierobežošana mikroloka oksidācijas procesā (MLO). MLO – elektroķīmiskais metālu un to sakausējumu virsmu oksidācijas process elektrolītiskā plazmā lai uz tām iegūtu oksīda klājumus. Mikroloka apstrādei var tikt pakļauti metāli: Al, Mg, Ti, Zr, Nb, Ta un citi. MLO pamatā ir anoda oksidācijas (anodēšanas) process. Sprieguma impulsa padošanas momentā elektrolītā sākas lādiņu pārdale, kuras rezultātā formējas adsorbētu jonu slānis uz anoda virsmas. Veidojas elektrisks dubultslānis, kurš noved pie sprieguma krituma pārdales. Vielās pārnese caur dubultslāni ir atkarīga no dubultslāņa uzbūves un polarizācijas

apstākļiem. Pie anoda polarizācijas notiek skābekļa pārnese no anjoniem un (vai) šķīduma molekulām uz anodējamo metālu. Pēc kāda laika uz metāla virsmas veidojas oksīda slānis. Iegūtā pagaidu anoda plēve būtiski ietekmē tālākās oksīda slāņa formēšanas stadijas. Augot dielektriskās plēves biežumam aug arī potenciāls, kurš ir nepieciešams lai nodrošinātu jonu migrāciju caur plēvi. Izmantoti avoti [3], [4].

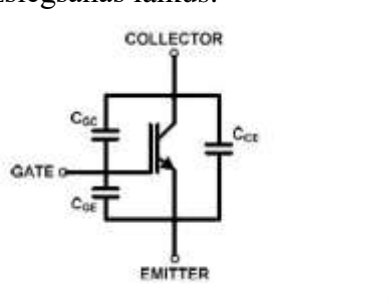


2. att. Vienkāršākā MLO procesa barošanas shēma; strāvas $I(t)$ un sprieguma $U(t)$ izmaiņu līknes MLO procesa laikā: 1 – barjerslāņa veidošanās; 2 – porainā slāņa veidošanās; 3 – mikroizlādes rašanās; 4,5 – MLO stadija

Vienkāršākā un lētākā MLO procesa barošanas shēma ir parādīta 2. att. [5]–[7]. Taču tai ir būtisks trūkums: kā redzams no sprieguma un strāvas raksturlīknes sākuma momentā strāva ir jāierobežo, šim nolūkam shēma ir papildināta ar IGBT tranzistoru, kas tiks izmantots kā aktīvo elementu, kas ierobežo strāvu. Šāds risinājums ļautu iztikt bez papildus jaudīgiem elementiem, samazinot iekārtas izmaksas, atkarībā no absorbējamās jaudas būtu gan nepieciešams uzlabot IGBT tranzistora dzesēšanu, vai vajadzības gadījumā izvēlēties IGBT tranzistoru ar lielāku nominālo jaudu.

Materiāli un metodes

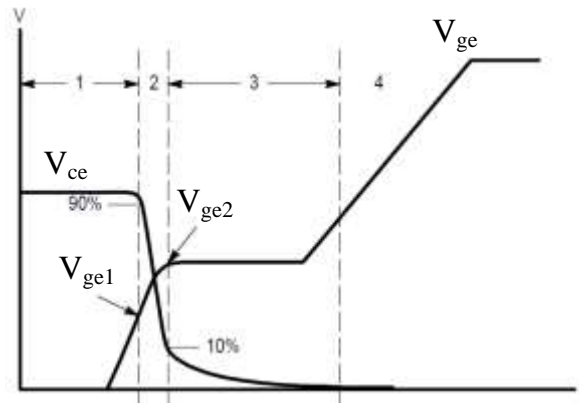
IGBT tranzistoru izejot no vadības viedokļa lielā mērā ar pietiekošu precizitāti var izmantot 3. attēlā parādīto shēmu. IGBT ieslēgšanās un izslēgšanās dinamiskās raksturlīknes nosaka starpelektrodu parazitiskās kapacitātes: CGE - kapacitāte aizvars - emitters, CCE - kapacitāte kolektors - emitters CGC - kapacitāte aizvars - kolektors. Šīs kapacitātes izsauc aiztures nosaka IGBT ieslēgšanās un izslēgšanās laikus.



3. att. IGBT ekvivalentā shēma [8]

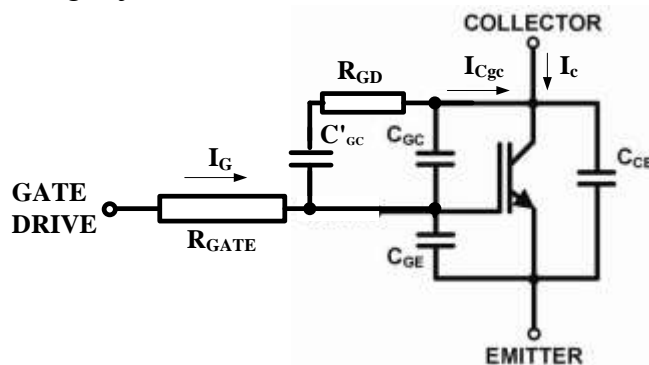
IGBT tranzistoru datu lapā tiek dotas šādas kapacitātes: ieejas kapacitāte: $C_{iss} = C_{ge} + C_{gc}$, ja C_{ce} ir īsslēgts; reversā pārvades kapacitāte $C_{riss} = C_{gc}$ un izejas kapacitāte: $C_{oss} \approx C_{ce} + C_{gc}$, ja C_{ge} ir īsslēgts. Tas, cik ātri šīs kapacitātes tiek uzlādētas un izlādētas, nosaka IGBT tranzistora slēgšanās laiku. 4. attēlā parādīts tranzistora ieslēgšanās process, padodot uz gate spriegumu. Parādīto līkni var iedalīt 4 reģionos. 1. reģionā tranzistors atrodas aizvērtā stāvoklī, notiek sākotnēja ieejas kapacitātes C_{iss} uzlāde līdz spriegums sasniedz vērtību V_{GE1} . Reģionā 2 tranzistors sāk atvērties, spriegums V_{DS} sāk strauji samazināties, jo kapacitāte C_{gc} ir relatīvi neliela un var tikt pietiekoši ātri izlādēta. Spriegumam V_{cg} samazinoties tālāk kapacitāte C_{GC} kļūst dinamiska (3. reģions) un strauji aug, šī kapacitāte tad arī dominē kā ieejas kapacitāte, praktiski visa draivera strāva tiek izmantota, lai tā var tikt izlādēta pietiekoši ātri. Reģionā 3 V_{ge}

saglabājas faktiski nemainīgs, V_{ce} samazinās līdz sasniedz piesātinājuma līmeni. Tālāk reģionā 4 V_{ge} palielinās līdz tam pieliktajam barošanas spriegumam, , bet tas vairs neatstāj ietekmi uz spriegumu V_{ce} un kolektora strāvu.



4. att. IGBT tranzistora atvēršanās elektriskais process

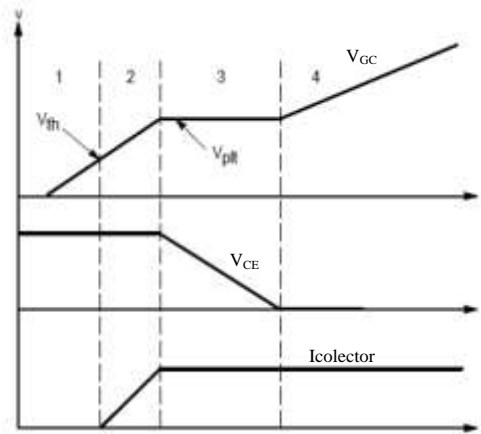
Tātad, V_{ce} izmaiņu nosaka 2. un 3. reģions. Ja sprieguma V_{ce} izmaiņu varētu sadalīt vienmērīgāk uz reģioniem 2 un 3, tad tas atļautu kontrolēt sprieguma V_{ce} pieauguma straujumu neatkarīgi no slodzes vērtības, šādu principu varētu arī izmantot, lai kontrolētu pārstrāvu sākuma momentā nelineāras slodzes gadījumā.



5. att. IGBT tranzistors papildināts ar kapacitāti C'_{gc}

Lai nodrošinātu strāvas pieaugumu tuvu lineāram arī reģionā 3, var tikt pievienots papildus kondensators starp aizvaru un kolektoru $C'_{gc} \gg C_{gc}$. Ja šis kondensators ir daudz lielāks nekā iekšējā kapacitāte C_{gc} . Šis papildus kondensators darbojas kā integrators un tiek izmantots, lai precīzi noteiktu pārslēgšanās profilu. Šīs kapacitātes pievienošana ļaut izvairīties no C_{gc} nelineārajiem efektiem, jo kapacitāte C'_{gc} dominē V_{ce} izmaiņas procesā. Iespēja kontrolēt sprieguma izmaiņu lineāri, dod iespēju kontrolēt arī pārstrāvu, šo pārstrāvu ierobežo IGBT tranzistors lineārā režīmā. Tas ir iespējams, jo strāvu, kas plūst caur kondensatoru, saista šāda sakarība: $i_c = C \frac{dV}{dt}$ (ja slodzei ir kapacitīvs raksturs) vai arī kāda cita nelineāra sakarība.

Tālākā aprakstā tiks izmantota informācija no literatūras [9], [10], [11]. 5. attēlā parādītā shēma var tikt izmantota, lai vadītu dv/dt IGBT slēgšanās laikā. Rezistors R_G ir draivera virknes rezistors, $R_{GD} \ll R_G$ ir maza nomināla rezistors, kurš tiek pieslēgts virknē C'_{gc} , lai slāpētu nevēlamās augstākās frekvences svārstības. Aizvara (gate) pretestība ir jāizvēlas ar lielāku vērtību nekā to izvēloties tradicionālā slēguma gadījumā, jo šī vērtība noteiks C'_{gc} uzlādes straujumu.



6. att. Aptuvenie procesi piedāvātajā shēmā

6. attēlā parādīti aptuvenie procesi, papildinot IGBT tradicionālo draiveri ar papildus elementiem. Šīs līknes tiks analizētas, lai noteiktu nepieciešamo elementu vērtības. Reģiona 1 tiek uzlādēta ekvivalentā ieejas kapacitāte, kuru šai gadījumā lielākoties nosaka C'_{gc} , šī konstantā kapacitāte dod lineāri augošu aizvara strāvu un spriegums V_{GE} aug eksponenciāli. Tranzistora ieslēgšanās aizkave ir laiks, kas nepieciešams, lai uzlādētu spriegumu starp aizvaru un emiteru līdz sliekšņa spriegumam V_{th} . Šo laiku nosaka aizvara (gate) pretestība R_G , C_{ge} , C'_{gc} , draivera spriegums.

Reģionā 2 tranzistors sāk atvērties, kolektora strāvas izmaiņu var aprakstīt ar šādu izteiksmi:

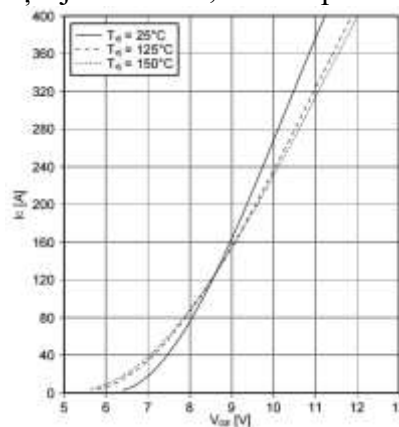
$$\frac{dI_{colector}}{dt} = g_f \cdot \frac{dV_{GS}}{dt} \quad (1)$$

kur g_f ir šķērsvadītspēja, lai nodrošinātu kolektora strāvu. Šī laika perioda robežās kolektora spriegums ir tuvu konstantam.

Reģionā 3 notiek V_{CE} pāreja uz piesātināšanās režīmu līdz kolektora strāva ir sasniegusi nominālo slodzes strāvu, V_{GE} paliek V_{plt} līmenī. V_{CE} samazinās lineāri arī 3 reģionā atšķirībā no 4. attēlā parādītā. Pilnīga tranzistora atvēršanās ir pabeigta kad V_{CE} ir sasniedzis 10 procentus. Tā kā kolektora strāva ir konstanta šajā reģionā, tad V_{GE} (šajā gadījumā tas ir V_{plt}) var aprēķināt sekojoši:

$$V_{plt} = V_{th} + \frac{I_{parslodzes}}{g_f} \quad (2)$$

$I_{parslodzes}$ - maksimāli pieļaujamā strāva, kuru nepieciešams ierobežot.



7. att. FF200R17KE4 IGBT tranzistora voltampēru raksturlikne [12]

Spriegums V_{plt} aprēķinam nepieciešamo vadītspēju var noteikt no ražotāju dokumentācijā pieejamās IGBT voltampēru raksturliknes, kas ir redzama 7. att.:

$$g_f = \left. \frac{\partial I_C}{\partial V_{GE}} \right|_{V_{CE}=\text{const.}} \quad (3)$$

Tā kā $V_{GE}=V_{plt} = \text{const.}$ reģionā 3, tad aizvara strāva var tikt izteikta šādi:

$$I_g = \frac{(V_{gate} - V_{plt})}{R_G} \quad (4)$$

Tā kā šīs strāvas lielākā daļa plūst caur kapacitāti C'_{gc} , tad iepriekš uzrakstītās izteiksmes var pārveidot:

$$I_{gd} \approx C'_{gd} \frac{dV_{DE}}{dt} \quad (5)$$

$$\frac{dV_{DE}}{dt} = \frac{I_G}{C'_{GC}} = \frac{(V_{gate} - V_{plt})}{R_G \cdot C'_{gc}} \quad (6)$$

$$\frac{dV_{DE}}{dt} = \frac{V_{gate} - V_{plt}}{R_G \cdot C'_{ge}} \quad (7)$$

Reģionā 4 V_{CE} sasniedz piesātinājuma spriegumu V_{sat} , V_{GE} turpina pieaugt līdz sasniedz draivera barošanas sprieguma vērtību V_{gate} .

Lai noteiktu papildus slēdzamo elementu vērtības, ir jānosaka nepieciešamais tranzistora aktīvā režīma laiks, ja slodze ir kapacitīva, tad šo laiku var noteikt pēc sekojošas izteiksmes:

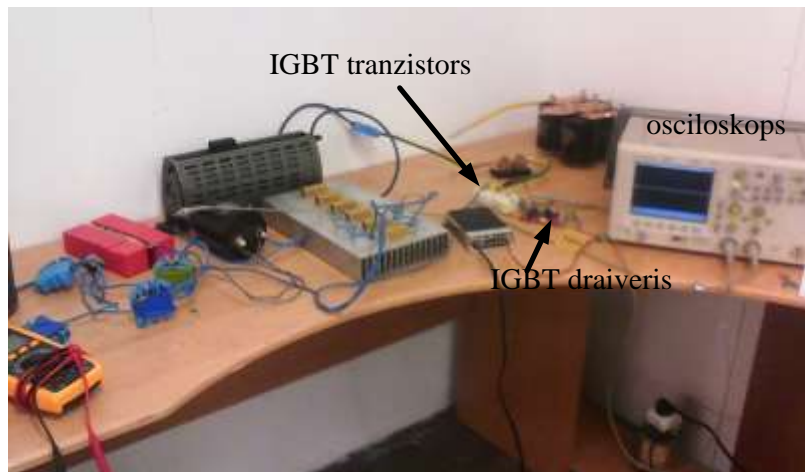
$$dt = C_{slodzes} \cdot \frac{V_{DC}}{I_{pielaujama}} \quad (8)$$

Tālāk ir iespējams aprēķināt nepieciešamo "platto" spriegumu, izmantojot datu lapas parametrus un izteiksmi (2). Kapacitāti C'_{gc} izvēlas izejot no sekojoša apsvēruma: $C'_{gc} \gg C_{ge} + C_{gc}$. Izmantojot izteiksmi (5), var tikt aprēķināta nepieciešamā aizvara (gate) strāva I_g . Zinot šo strāvu, var tikt aprēķināta nepieciešamā R_G vērtība:

$$R_G = \frac{V_{gate} - V_{plt}}{I_g} \quad (9)$$

R_{GD} vērtību izvēlas no nosacījuma, lai izpildās: $R_G \gg R_{GD}$.

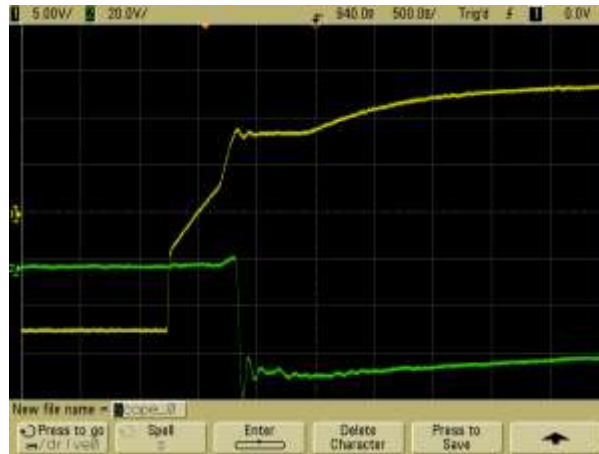
Rezultāti



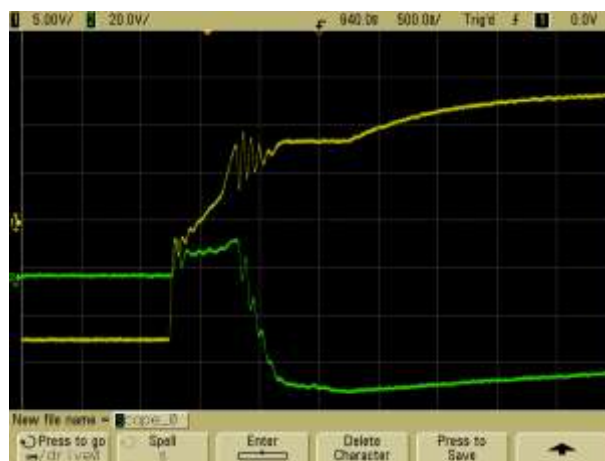
8. att. Eksperiments ar FF200R17KE4 IGBT lineārajā režīmā

Lai pārbaudītu iepriekš apskatīto shematisko risinājumu praksē tika izveidota 8. attēlā parādītā shēma, kas sastāv no slodzes, IGBT tranzistora un draivera ar barošanas avotu. Papildus tradicionālajam draiverim tika palielināta aizvara pretestība, aprēķinot to pēc formulas 7.9. un pieslēgts papildus kondensators C'_{gc} . Šādu slēgumu var izmantot tajā gadījumā, ja slodze ir nelineāra - slodzes ekvivalentā pretestība ir maza uzreiz pieslēdzot spriegumu - šāds process ir novērojams pieslēdzot lielas kapacitātes kondensatoru līdzspriegumam. Vai arī otrs gadījums,

kad šāda shēma var tikt pielietota, ir tad, ja ar ātrdarbīgu analogu shēmu tiek detektēta pārlietu liela strāva, šī shēma padod impulsu uz draivera shēmu aizvērt tranzistoru. Tranzistors tiek vērts ciet lineārajā režīmā, ko var panākt ar papildus kapacitāti starp emiteru un aizvaru C'_{ge} , kad strāva samazinās līdz pieļaujamajam līmenim, tad signāls no pārstrāvas aizsardzības devēja pazūd un IGBT tranzistors tiek atvērts lēnām ierobežojot strāvu. Lineārā režīma ilgums var tikt aprēķināts, zinot mikroloka oksidācijas procesa aptuveno ilgumu, tādējādi pietiekami precīzi šādā veidā var tikt ierobežota strāvas pīķa vērtība.



9. att. Eksperiments ar IGBT tranzistoru ieslēgšanu bez papildus kondensatora (V_{GE} - dzeltenā krāsā, i_C - zaļā līkne)



10. att. Eksperiments ar FF200R17KE4 IGBT lineārajā režīmā, pieslēdzot papildus kondensatoru C'_{gc} (V_{GE} - dzeltenā krāsā, i_C - zaļā līkne)

Vispirms tika veikts eksperiments bez šī papildus kondensatora, kā redzams 9. attēlā. Izmantojot iepriekš aprakstīto papildus kondensatora C'_{gc} pieslēgumu draiverim, tika iegūtas līknes, kas ir redzamas 10. attēlā. No līknēm ir redzams, ka šādā veidā var tikt ierobežots strāvas pieaugums, izmantots tranzistora lineārais režīms, lai ierobežotu pārstrāvu nelineāras slodzes gadījumā.

Kā trūkumu šādai shēmai var minēt to, ka draiverim ir nepieciešama lielāka jauda, ir lielāki zudumi, jo jāpārlādē lielākas kapacitātes kondensators, taču jauda, kas tiek zaudēta draivera shēmā ir daudzas reizes mazāka nekā gadījumā, ja strāvas ierobežošanai tiek izmantots strāvu ierobežojošais rezistors.



11. att. Tradicionālais priekšuzlādes rezistors ar releju un rakstā apskatītās metodes pielietojums, izmantojot MOSFET tranzistoru ar draiveri

Tāpat tika izmēģināta MOSFET tranzistora izmantošana priekšuzlādes rezistora vietā kondensatora filtra uzlādei, abi risinājumi ir parādīti 11. attēlā. Rezistora pieslēgšanai tiek izmantots relejs, kad priekšuzlāde ir beigusies, rezistora šuntēšanai tiek izmantots kontakts, kura komutācijai arī var izmantot releju. Savukārt otrajā gadījumā ir izmantots MOSFET tranzistors ar draiveri un papildus kondensatoru, lai nodrošinātu vēlamo lineārā režīma laiku. Tranzistors ir jāpapildina ar pietiekošas termālās vadītspējas radiatoru, jo lineārā režīma jauda tiek izkliedēta tranzistorā, taču šis process ir īss.

Secinājumi

- Filtra uzlāde vai mikroloka oksidācija ir procesi, kuros ir nepieciešama strāvas ierobežošana, joprojām plaši šim nolūkam tiek izmantotas pasīvās metodes.
- IGBT un MOSFET tranzistori, papildinot tos ar nelielu skaitu pasīvo elementu var tikt izmantoti, lai ierobežotu pārstrāvu filtru uzlādei vai arī citos dinamiski mainīgas slodzes gadījumos, piemēram, mikroloka oksidācijas procesā.
- Izmantojot tranzistorus lineārajā režīmā jāreķinās ar papildus siltuma izdalīšanos pusvadītājā, tāpēc tranzistors atbilstoši jādzesē.
- Papildus būtu jāpēta tas, vai elektromagnētiskie traucējumi neizsauc patvaļīgu tranzistora izslēgšanos.

Summary

In the power supply designs, the large input filter capacitors it is used. The series resistance of the capacitor is low therefore it behaves like short circuits during initial power up of the power supply, this current can destroy the semiconductor devices, burn out the fuses or false trigger the circuit breakers. Traditionally, most of the inrush current limiting is done by using a inductor, or resistors in series with the capacitors, or NTC resistor. Depending on the power rating of these devices, its physical size becomes significant.

In the paper it is analyzed possibility to use IGBT or MOSFET transistors to make active current limiting. An external capacitor is added to the gate–drain to change time during which transistor works in active region thus limiting of the overcurrent. In the paper it is shown equations that can be used to calculate values of necessary addition components. The method is applied to limit overcurrent in the microarc oxidation process and shows good results. Also current limiting device is build to replace traditional current limiting resistor with electromechanical relay control.

Literatūra

1. Michael Raspotnig “Power supplies with significantly reduced inrush current” [Online]. Available: http://www.pulspower.com/pdf/an30.01_en.pdf. [Accessed: 10-Mar-2016].

2. EPCOS “NTC thermistors for inrush current limiting, leaded and coated disks” [Online]. Available: http://en.tdk.eu/inf/50/db/icl_13/B57237_S237.pdf. [Accessed: 10-Mar-2016].
3. Seshadri Seetharaman “Fundamentals of Metallurgy” [Online]. Available: http://steelcast.ru/d/80122/d/fundamentals_of_metallurgy.pdf. [Accessed: 08-Mar-2016].
4. S. Huang and L. Zhou, “Structure and properties of ceramic coating on Al alloy by plasma microarc oxidation,” in 2010 International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering (MACE), 2010, pp. 3195–3198.
5. Суминов И.В., Эпельфельд А.В., Людин В.Б., Крит Б.Л., Борисов А.М. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование). М.:ЭКОМЕТ, 2005. 368 с.
6. Гордиенко П.С. Электрохимическое формирование покрытий на алюминии и его сплавах при потенциалах искрения и пробоя. Владивосток, Дальнаука, 1999 –232с.
7. Казанцев И.А., Кривенков А.О. Технология получения композиционных материалов микродуговым оксидированием: монография / И.А. Казанцев, А.О. Кривенков. – Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2007.–240 с.
8. Abdus Sattar “Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT) Basics” [Online]. Available: http://www.ixys.com/documents/appnotes/ixys_igbt_basic_i.pdf. [Accessed: 10-Mar-2016].
9. A. Volke and M. Hornkamp, IGBT Modules - Technologies, Driver and Application, 1st ed. Infineon Technologies AG, Munich, 2011.
10. C. Licitra, S. Musumeci, A. Raciti, A. U. Galluzzo, R. Letor, and M. Melito, “A new driving circuit for IGBT devices,” IEEE Trans. Power Electron., vol. 10, no. 3, pp. 373–378, May 1995.
11. C. S. Mitter “Active inrush current limiting using MOSFETs” [Online]. Available: <http://www.bonavolta.ch/hobby/files/MotorolaAN1542.pdf>. [Accessed: 10-Mar-2016].
12. Infineon “Datasheet FF200R17KE4” [Online]. Available: http://www.infineon.com/dgdl/Infineon-FF200R17KE4-DS-v02_02-en_de.pdf?fileId=db3a3043293a15c401293a9dbf5e0018. [Accessed: 08-Mar-2016].

DATORSISTĒMU DROŠĪBA COMPUTER SYSTEMS SECURITY

Autors: **Anna Kubarenko**, e-pasts: annarogozina14@gmail.com, +37128358730
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing.**, e-pasts: peteris.grabusts@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *The author in this work provides insight into computer systems security. Themes which are discussed is hardware security, logical security, viruses and computer protection. Nowadays computers are a part of daily life, so each user how to know how to protect computer and its data.*

Keywords: *computer security, hardware security, logical security, viruses*

Ievads

Attīstoties laikam un tehnoloģijām, pieaug datu un datorsistēmu apjoms un sarežģītība. Šis aspekts ir radījis neizbēgamu saskarsmi ar problēmām, kas tiešā veidā ir saistītas ar to, kā pareizi uzturēt sistēmas, kā nodrošināt tās attiecīgu un piemērotu darbību. Jebkura datorsistēma balstās uz vairākiem pamatelementiem: datortehnika un firmas, kas to piegādā, programmnodrošinājums un firmas, kas to izstrādā, cilvēki, kuri šo datorsistēmu apkalpo un lieto. Datorsistēmas lietotājam parasti neinteresē, kā sistēma darbojas, bet ir būtiski, lai tā spētu nodrošināt šādu prasību izpildi:

- Datorsistēma ir spējīga jebkurā brīdī izpildīt lietotāja uzdevumu;
- Uzdevums tiek veikts tā, kā tas ir paredzēts specifikācijās;
- Datorsistēmas darbības rezultāti ir pieejami tikai autorizētiem lietotājiem;
- Datorsistēmas darbība jebkurā brīdī ir paredzama.

Visas šīs prasības apzīmē ar terminu “informatīvo sistēmu drošums” (ISD). Ar terminu “informatīvo sistēmu drošība” parasti saprot sistēmu un informācijas aizsardzības reglamentējošo prasību kopumu. Informatīvo sistēmu drošības principi pieprasa nepārtrauktu vadības kontroli pār tās pārvaldījumā esošo datortehniku, datu ievadu, izvadu un apstrādi, vienlaikus nodrošinot un kontrolējot informācijas izmantošanas autorizāciju. Visus ar informatīvo sistēmu drošību saistītos jautājumus var iedalīt divās lielās grupās: datorsistēmu fiziskā drošība un datorsistēmu loģiskā drošība.

Īss skaidrojums

Datorsistēmu fiziskās drošības paaugstinošie pasākumi nodrošina aizsardzību pret datu zudumiem, kurus var radīt fiziska rakstura bojājumi: datortehnikas bojājumi, strāvas zudumi vai tās zemā kvalitāte, sakaru līniju bojājumi, stihiskās nelaimes, zagļi utt. Datorsistēmu fizisko aizsardzību veic ar speciālām iekārtām (dublējošās iekārtas, UPS, signalizācija, novērošanas iekārtas), kā arī speciālu kontrolējošu administratīvo reglamentu palīdzību.

Datorsistēmu loģisko drošību nosaka sistēmas aizsardzība pret programmu nepareizu darbību (kļūdas programmnodrošinājumā, datorvīrusi) un cilvēku mērķtiecīgu vai kļūdainu darbību (uzņēmuma darbinieki, nelabvēļi utt.).

Datorsistēmu fiziskā drošība

Datora fiziskā drošība ir atkarīga no tā iekšējo komponentu drošības: procesora, atmiņas, barošanas avota utt. Jebkuras datora iekārtas vai komponenta atteikums darba laikā droši vien novedīs līdz visa datora atteikumam darboties. Labākā gadījumā dators būs jāpārstartē, sliktākajā gadījumā var pazust dati un vēl sliktākajā gadījumā var rasties kļūda datos, ko lietotājs nevar pamanīt, un tās sekas parādīsies tikai daudz vēlāk.

Datora strāvas apgāde. Būtisks drošības elements, it īpaši izdalītiem serveriem. Ja kaut kāda iemesla tiek atslēgta elektrība, tad parasts lietotājs pazaudēs pusstundas vai stundas darba rezultātus. Ja pazūd strāvas piegāde bankas lokālā tīkla vai Internet serverim, tad to izjutīs desmitiem un pat tūkstošiem lietotāju, kuri ir pieslēgušies pie konkrētā servera. Datorsistēmu drošību var ietekmēt arī telpu stāvoklis. Jautājumi ir vairāki. Kādam personu lokam ir piekļūšana pie darba stacijām un serverim? Kur un kādā veidā tiek glabāti datu nesēji? Kāda temperatūra un mitrums ir darba telpās, kur atrodas datori? Cik kvalitatīva ir elektrības instalācija telpā un visā ēkā? Datorsistēmu fiziskās drošības aspektu ir ļoti daudz. Parasti tiek izstrādāti noteikti normatīvie dokumenti, kas reglamentē šīs prasības gan attiecībā uz pašiem datoriem, gan attiecībā uz to vidi, kur datori tiek novietoti. Kā jau iepriekš minēts, datora kopīgais drošums ir atkarīgs no tā sastāvdaļu drošības. Datora procesora darbības drošība ir atkarīga no temperatūras, jo mūsdienu datoru procesori strādā ļoti augstās darba frekvencēs un ir izteikta sakarība starp procesora darba frekvenci un siltumu, ko tas izdala darba laikā. Lai procesors nepārkarstu un nesakustu, to dzesē ar ventilatoru, kas ir piestiprināts pie paša procesora. Ja kaut kāda iemesla dēļ ventilators apstāsies vai nespēs pietiekami labi dzesēt datora procesoru, tad dažu sekunžu laikā procesors pārkarstīs un sabojāsies. Mūsdienu datori ir apgādāti ar iekšējo termisko aizsardzību, kas atslēdz procesoru, ja tā temperatūra pārsniedz kritisko. Šāda aizsardzība pasargā procesoru no bojājuma. Jebkurā gadījumā dators pārstās darboties. Ja lokālā datortīkla servera telpā ir paaugstināta temperatūra, tad tas var ietekmēt servera un līdz ar to visa datortīkla drošību. Ir jāatceras, ka jebkuram datoram, tāpat kā jebkurai elektroniskai ierīcei pastāv cieša sakarība starp tās temperatūru un drošību. Un šī sakarība liek sevi manīt karstos vasara mēnešos, kad datoru “uzkāršanās” varbūtība strauji pieaug tieši paaugstinātās temperatūras dēļ.[1]

Jebkuras elektroniskās ierīces darbību var traucēt arī paaugstināts gaisa mitrums. Šī problēma nav tik aktuāla kā temperatūras režīms, bet jāatceras, ka mitrums palielina strāvas noplūdes elektroniskās iekārtās, kas var izraisīt īssavienojumus un bojājumus. Viens no būtiskajām datora komponentiem, kas ietekmē datora drošību kopumā, ir datora operatīvā atmiņa. Operatīvajā atmiņā atrodas operētājsistēmas kodols, lietotāju programmas un apstrādājami dati. Katrs baits sastāv no astoņiem bitiem un kļūda jebkurā bitā var izraisīt visdažādākās sekas. Ja kļūda ir attēlā, kas tiek apskatīts Internet pārlūkprogrammā, tad šo kļūdu lietotājs pat nepamanīs, ja kļūda ir operētājsistēmas kodolā, tad sekas būs katastrofālas. Kļūdas operatīvajā atmiņā ir nopietna problēma, ar kuras risināšanu nodarbojas jau kopš pirmo mikrodatoru parādīšanās. Viena no svarīgākajām datora iekārtām ir diski. Aplūkojot datora drošības jautājumus, parasti izskata tikai cieto disku drošības pakāpi. Attiecībā uz diskiem izšķir divus gadījumus: darba stacijas un serveri. Darba stacijās vai personālajos datoros parasti ir tikai viens cietais disks. Cietā diska stabilu darbu var ietekmēt vairāki faktori. Ņemot vērā, ka ieslēgtam datoram cietais disks visu laiku griežas (izņemot gadījumu, kad datora cietam diskam ir uzlikts aiztures laiks, pēc kura tas automātiski apstājas, ja ilgāku laiku nenotiek nekādas darbības ar disku), strādājošo datoru nav ieteicams kustināt un ir jāizvairās no vibrācijas un sitieniem. Ir jāatceras, ka ikviens cietais disks ir ļoti precīzs mehānisms, kura precizitātes raksturīgākie izmēri ir mērāmi mikrometros. Tāpēc ar cietajiem diskiem jārikojas ļoti uzmanīgi. Diskos ierakstītie dati ir aizsargāti ar kļūdu labojošiem kodiem (parasti tie ir Hemminga kodi) un tāpēc datu kļūdu varbūtība ir ļoti niecīga. Pašlaik uzskata, ka datora cietā diska drošības pakāpe ir diezgan augsta un pilnīgi apmierina darba stacijas drošības prasības. Ja apskata cieto disku izmantošanu failu vai Internet serveros, tad viena atsevišķa cietā diska kļūdas varbūtība ir jau vērā ņemams faktors un ir jāparedz situācijas, kad cietais disks pārstāj darboties. Var gadīties arī diska fiziskie bojājumi, jo tā ir mehāniskā ierīce. Problēmu risina šādi: veido cieto disku masīvu, kas sastāv no vairākiem vienādiem cietiem diskiem. Lielajos failu serveros izmanto pazīstamu RAID (*Redundant Array of Independent Disks*) sistēmu.[2] RAID sistēma uzlabo drošību, bet dažreiz zaudē ātrdarbībā. RAID sistēmas darbības principi ir šādi:

- Vairāki fiziskie diski tiek uztverti kā viens loģiskais disks;
- Ierakstot datus loģiskā diskā, tie tiek ierakstīti vairākos fiziskos diskos;
- Sistēmai ir vairāki līmeņi: RAID 0, 1, 2, 3, 4, 5;
- Neizslēdzot datoru, var nomainīt bojātu disku (dažiem RAID līmeņiem);
- Viens vai vairāki diski tiek definēti kā rezerves diski, ar kuriem var aizstāt bojātu fizisko disku (dažiem RAID līmeņiem).

RAID sistēma var būt izmantota serveros un darba stacijās ar dažādām operētājsistēmām, tādas kā: *Novell Netware, Windows NT Workstation/Server, OS/2 Warp Server Advanced, UNIX*. RAID sistēma sastāv no vadības programmas vai kontroliera un cieto disku masīva. Dārgākās sistēmās izmanto speciālu RAID vadības kontrolieri, kas nodrošina darbu ar masīva diskiem fiziskajā un loģiskajā līmeņos. Šajā gadījumā var panākt maksimālu disku ātrdarbību. Operētājsistēma strādā ar RAID kā ar vienu loģisko disku. Ierakstāmo un nolasāmo datu kontroli un kļūdu labošanu, ja tāda ir paredzēta, nodrošina iepriekš minētais RAID kontrolieris. RAID sistēmas darbības princips atšķiras ar dažādiem RAID līmeņiem. Pašlaik visbiežāk izmanto RAID5 sistēmu. Raksturojot RAID5 sistēmu kopumā, ja kādā diskā ir kļūda, tad tā tiek izlabota, ja kļūda ir vienlaikus vairākos diskos, tad tā tiek uzskatīta kā nopietna kļūda un sistēma var būt nobloķēta, bet šāda dubultas kļūdas varbūtība ir ārkārtīgi maza. Ja kāds disks ir bojāts fiziski, tad tā vietā automātiski tiek pieslēgts rezerves disks. Izmantojot pārējo disku paritātes informāciju, rezerves diskā tiek ierakstīti pazudušie dati. Bojāto disku var izņemt no datora un nomainīt, neapturot datora darbību. RAID sistēmas ir spējīgas nodrošināt nepārtrauktu datora darbību. RAID tiek izmantots gadījumos, ja ir paaugstinātas prasības sistēmas drošībai.

Datorsistēmu loģiskā drošība

Datorsistēmu loģiskā drošība paredz pasākumu un līdzekļu kopu, kas vērsta pret programmu un cilvēku nepareizu vai neatļautu darbību. Pasākumus, kas ir vērsti pret cilvēku (arī darbinieku) nepareizu, kļūdainu vai kaitniecisku mērķtiecīgu darbību, var iedalīt šādos virzienos:

- Lokālā tīkla izdalīto serveru aizsardzība;
- Lokālā datortīkla darba staciju aizsardzība;
- Lokālā datortīkla slūžas jeb vārtu datora aizsardzība, jo caur šo datoru notiek sadarbība ar citiem lokāliem tīkliem vai Internet tīklu;
- Datu rezerves kopiju veidošana.

Programmu darbība arī var ietekmēt datorsistēmas drošību. Var pieminēt šādus aspektus:

- Datorvīrusu izraisītie datu zaudējumi;
- Kļūdas programmnodrošinājumā, sākot ar lietojumu programmām un beidzot ar operētājsistēmām.[3]

Datorsistēmu vīrusi

Par datorvīrusu sauc programmu, kas datorsistēmā veic noteiktas darbības, kuras nav vajadzīgas lietotājam (bieži vien kaitīgas) un par kurām lietotājs neko nezina. Pastāv divas galvenās vīrusu pazīmes:

- Vīruss spēj sevi reproducēt, patstāvīgi vairoties;
- Vīruss spēj savu reprodukciju pievienot citiem, parasti programmu failiem.

Ir pazīstami gadījumi, kad datorvīruss ir dezorganizējis lielu datortīklu sistēmu valsts līmenī, kad vīrusa dēļ nestrādāja tūkstošiem datoru un kad finansiālie zaudējumi tiek rēķināti miljonos dolāru. Pašlaik ir zināmi vairāk nekā 40000 vīrusu, pie tam katram vīrusu paveidam ir tikai tam raksturīgās pazīmes. Izšķir galvenos vīrusu darbības virzienus:[4]

- Noteiktu sistēmas vai gadījuma failu bojāšana;

- Disku sistēmas apgabalu, *boot* sektora, failu sadalījuma tabulas (FAT) bojāšana, kas parasti izraisa smagus cietā diska datu bojāšanu;
- Sistēmas darba gaitas palēnināšanās;
- Sistēmas “uzkāršana”;
- Programmas normālas darbības traucēšana;
- Dažādu ziņojumu izvadīšana, kas neattiecas uz sistēmu.

Pastāv divas lielās grupas, kurās var iedalīt vīrusus – parastie un rezidentie vīrusi. Parastie vīrusi ir aktīvi tad, kad ir aktīvs inficētais fails vai programma. Daudz bīstamāki ir rezidentie vīrusi, kas visu laiku atrodas datora operatīvajā atmiņā. Kad vīruss tiek ielādēts atmiņā, tas pārņem operētājsistēmas vadību un turpmākā rīcība ir atkarīga jau no vīrusa izpausmes veida. Lai izvairītos no jaunākajiem vīrusiem, ir jāieinstalē antivīrusa programmnodrošinājumu, tādu kā, piemēram, *Norton Antivirus*, *McAfee VirusScan* vai *Dr.Web*. Pie tam nevajag aizmirst par vīrusu datubāzes atjaunošanu, jo jaunākie vīrusi parādās gandrīz katru dienu.[5]

Summary

As computing systems become more essential to our daily lives, it becomes ever more important that the services they provide are available whenever we need them. We must also be able to rely on the integrity of the systems, and thus the information that they hold and provide. We want to be assured that they will work exactly as expected, and that they will keep working – even in the face of disasters, accidents, or deliberate attempts to interfere with or prevent their function.

Computer security can take two forms. Software security provides barriers and other cyber-tools that protect programs, files, and the information flow to and from a computer. Hardware security protects the machine and peripheral hardware from theft and from electronic intrusion and damage.

Logical Security consists of software safeguards for an organization's systems, including user identification and password access, authenticating, access rights and authority levels. These measures are to ensure that only authorized users are able to perform actions or access information in a network or a workstation. It is a subset of computer security.

A computer virus is a malware that, when executed, replicates by inserting copies of itself into other computer programs, data files, or the boot sector of the hard drive; when this replication succeeds, the affected areas are then said to be "infected". Viruses often perform some type of harmful activity on infected hosts, such as acquisition of hard disk space or CPU time, accessing private information, corrupting data, displaying political or humorous messages on the user's screen, spamming their contacts, logging their keystrokes, or even rendering the computer useless. However, not all viruses carry a destructive payload or attempt to hide themselves. The defining characteristic of viruses is that they are self-replicating computer programs which install themselves without user consent.

Secinājumi

Veicot informācijas apkopošanu un analīzi, var secināt:

- Datorsistēmas drošība galvenokārt ir atkarīga no cilvēkiem, kuri strādā ar viņu, bet datortīkla drošība ir atkarīga no administratora, kurš uztur datortīklu;
- Nekad nevar atpauzēt no pēdējām ziņām datortīklu drošības jautājumos, jo tas var ietekmēt datorsistēmas drošību;
- Pirms iegādāties jaunu programmnodrošinājumu, jāuzzina visu par to, jāatrod informācija, tikai tad var izlemt par pirkumu;
- Serverus jāuzstāda drošās vietās, kur nav pieejama svešu cilvēku pieeja, jābūt labai signalizācijai. Nevajag pieslēgt klaviatūru un displeju, pie servera ir jābūt pieejai tikai caur tīklu;

- Labāk paturēt pie sevis informāciju, kā darbojas datortīkla drošības elementi, jo mazāk ir zināms nelabvēlim, jo labāk;
- Regulāri ir jāpārbauda failus, jo tajos var atrast kādas programmas vai hakera darbības atspoguļojumu;
- Uz servera ir jābūt uzstādītai labi aizsargātai operētājsistēmai;
- Vienmēr ir jābūt uzstādītiem programnodrošinājuma labojumiem, pretvīrusu atjauninājumiem;
- Jācenšas maksimāli samazināt datortīkla izmēru, un bez liekas vajadzības nepieslēgt to Internet tīklam.
- Ugunsmūra (*Firewall*) izmantošana palīdz uzturēt datortīklu kārtībā, neļauj hakeriem piekļūt pie aizsargātiem datiem.

Literatūra

1. <http://drossinternets.lv/page/60>
2. <https://www.cert.lv/section/show/11>
3. <https://datoradrosiba.wordpress.com/>
4. <http://www.r60vsk.lv/materiali/M6/drosiba6-lv.pdf>
5. Drošība internetā: praktiski ieteikumi un noderīgi padomi / red. Linda Zemīte ; Rīga : Zvaigzne ABC, [2009]. 64.-65.lpp

DATORU PRODUKTIVITĀTES NOVĒRTĒŠANA COMPUTER PRODUCTIVITY EVALUATION

Autors: **Andris Lastovskis**, e-pasts: a-p-x-u-b-bi@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing., prof.**, e-pasts: Peteris.Grabusts@rta.lv,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601, Latvija

Abstract. *Computer productivity evaluation also known as benchmarking is the act of running a computer program, a set of programs, or other operations, in order to assess the relative performance of an object, normally by running a number of standard tests and trials against it. The term 'benchmark' is also mostly utilized for the purposes of elaborately designed benchmarking programs themselves. Benchmarking is usually associated with assessing performance characteristics of computer hardware, for example, the floating point operation performance of a CPU, but there are circumstances when the technique is also applicable to software. Software benchmarks are, for example, run against compilers or database management systems. Benchmarks provide a method of comparing the performance of various subsystems across different chip/system architectures. Test suites are a type of system intended to assess the correctness of software. [1] Many components in a system contribute to its overall performance, but the CPU/processor, memory, graphics board, and storage configuration generally play the largest roles for most users. Which of these components is the most important in a particular case depends on the individual person's usage patterns. [2]*

Keywords: *benchmark, computer, evaluation, performance, productivity, software.*

Ievads

Mūsdienās strauji attīstās gan programnodrošinājums, gan pati datortehnika. Tādejādi rodas tādas situācijas kad ir nepieciešams novērtēt, kādu sistēmas ātrdarbību varēs nodrošināt ar izvēlēto konfigurāciju, konkrētā situācijā, vai uzdevuma veikšanā.

Datoru produktivitātes novērtēšana ir process kura rezultātā tiek iegūta informācija par testējamo datorsistēmu, pēc kuras var secināt cik veiksmīgi dotā sistēma veiks konkrētus uzdevumus un cik efektīvi datora resursi būs izmantoti uzdevumu veikšanai. Lai savā starpā varētu salīdzināt vairāku datoru (gan aparatūras, gan programmatūras) veikspēju, izmanto speciālus salīdzinošos testus (*benchmark*).

Daudzi izdevumi, kas publicē rakstus par dažādām produktu klasēm jeb kategorijām, veic arī savus testus. Salīdzinot rezultātus, kuri iegūti ar kādu no testiem ir jāņem vērā, tieši kāds produkta pārbaudei konkrētais tests ir izveidots. Tā, piemēram, tests, kas ir izveidots datora testēšanai vienai grafiskās programmai, pārbaudot to pašu datoru veikspēju ar citu grafisko programmu var atšķirties.

Pētījuma objekti un metodes Kas nosaka datora ātrdarbību?

Datorsistēmas darbības ātrums ir atkarīgs no laika, kāds ir nepieciešams aparatūrai un programmatūrai, lai apstrādātu nepieciešamo informāciju. Zemāk apskatīsim kādas ir galvenās sistēmas komponentes, kas spēj būtiski ietekmēt kopējo produktivitāti.

Procesors

Viens no galvenajiem faktoriem, kas ietekmē datora ātrdarbību ir procesora taktsātrums. Jo tas ir lielāks, jo vienā sekundē procesors var izpildīt vairāk instrukciju. Taktsātrums mērāms gigahercos.

Otrs faktors, kas ietekmē procesora ātrdarbību ir procesora tips. Dažādi procesori var būt izveidoti tā, ka tie vienlaicīgi var apstrādāt atšķirīgu datu daudzumu.

Svarīgi arī citi procesora parametri, tādi kā: kodolu skaits, kešatmiņas apjoms, un iebūvētās funkcijas, kas paredzētas ātrdarbības uzlabošanai.

Operatīvā atmiņa

Tāpat kā ātrumam, būtiska nozīme ir arī atmiņas apjomam. Darbam nepieciešamās programmas un dati tiek glabāti pamatatmiņā. Tāpēc pamatatmiņas (RAM) apjoms ir būtisks. Ja tās apjoms ir nepietiekams, dati tiks īslaicīgi uzglabāti cietajā diskā, kas ir daudz lēnāks, un varēs novest pie lēnākas programmu izpildes.

Videokarte

Jeb grafikas adapteris ir datora ierīce, kas ģenerē tekstu vai attēlus attēlošanai datora ekrānā. Dotais adapteris var būt vai nu speciāla paplašināšanas plate, vai arī tās funkcionalitāte var būt iebūvēta pamatplatē. Lai arī lielākajai daļai pasaulē saražoto datoru lieto iebūvētās videokartes, jaudīgākās videokartes ir atsevišķas plates.

Videokarte sastāv no grafiskā procesora (GPU), kas nodrošina attēla ģenerēšanu neatkarīgi no centrālā procesora videoatmiņas, kur glabājas attēlojamais attēls (3D videokartēm tur var atrasties arī citi dati) un RAMDAC (ciparanalogu pārveidotājs kas secīgi nolasa videoatmiņas attēla apgabalu un pārveido par videosignālu, kuru laiž uz ekrānu), šo funkcionalitāti mūsdienās parasti iebūvē GPU. RAMDAC ir neliela iebūvētā atmiņa, kur glabājas dati par krāsu paleti. Vēl videokartēm ir video BIOS, kur glabājas GPU programmatūra. [3]

Modernās videokartes satur vairāk brīvpiekluves atmiņas nekā vecās. Tās ļauj grafiskajām lietojumprogrammām strādāt salīdzinoši ātrāk.

Svarīgs arī ir brīvās vietas daudzums sistēmas diskā, jo darba gaitā uz tā diska glabā lielu daudzumu pagaidu datņu, kas ir nepieciešamas programmu vadībai. Ietekmē ātrdarbību un diska tips, vai tas ir cietais disks (HDD – *hard disk drive*) vai pusvadītāju disks (SSD – *solid state drive*), kur pēdējais spēj piedāvāt ātrāku datu ierakstīšanu un nolasīšanu.

Prasības aparatūrai

Parasti lietojumprogrammām ir pievienots saraksts ar prasībām aparatūrai, kas ir nepieciešamas, lai programmatūra varētu normāli strādāt, kas ir izlasāmas uz programmatūras iepakojuma vai . Tās satur minimālās prasības un ieteicamo procesora ātrdarbības un atmiņas prasības, kā arī ārējo ierīču sarakstu.

Piemērā dotas dažas Microsoft Office 2000 sistēmas prasības:

- Pentium 75 MHz vai jaudīgāks procesors;
- Operētājsistēma MS Windows 95 vai jaunāka;
- Atmiņas apjoms operētājsistēmai 32 MB un katrai atvērtajai

lietojumprogrammai - 4 MB;

- Brīvās cietā diska atmiņas apjoms 239 MB;
- Vēlams Super VGA monitors;
- CD-ROM diskdzinis;

To var salīdzināt ar pēdējās versijas - Microsoft Office 2013 sistēmas prasībām.

- 1 GHz vai ātrāks (x86 vai x64-bitu procesors ar SSE2 instrukciju atbalstu);
- Operētājsistēma MS Windows 7 (32 vai 64 bitu) vai jaunāka;
- Operatīvās atmiņas 1GB (32bit), 2GB (64bit);
- Brīvās cietā diska atmiņas apjoms 3 GB;
- Vēlams monitors ar 1024 x 576 izšķirtspēju;

Secinām, programmatūras prasības pieaug, un var rasties gadījumi kad tekošā sistēma nespēs sagādāt ērtu darbu ar kādu no aktuālākajām lietojumprogrammām. Tādejādi ir vērts iepazīties ar programmas prasību specifikācijām un novērtēt esošo sistēmu izmantojot kādu no testiem, kas spēj kaut daļēji atveidot ieplānotos uzdevumus ko veiks ar programmatūru.

Testēšanas metodes

Esam noskaidrojuši ka datorsistēmās ir vairākas komponentes, kuras ietekmē tā veikspēju, tātad arī tika izstrādāti vairāku veidu testēšanas metodikas, kas spēs novērtēt kā atsevišķus elementus, tā arī ātrdarbību kopumā.

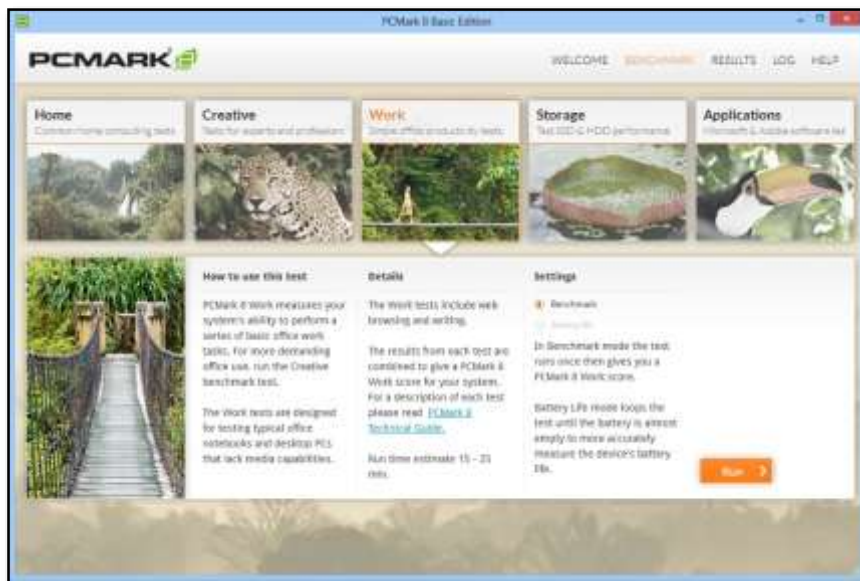
Sintētiskie testi – ir abstraktie algoritmu testi, kuru rezultātus var salīdzināt tikai tad kad tika izmantota viena veida (versijas) programmatūra vairākās darbstacijās, pēc kā varēs secināt, kura no sistēmām nodrošinās labāku ātrdarbību.

Interaktīvs darbs grafiskajās vidēs – tiek noskaidrota programmas elementu ātrdarbība izpildot funkcijas saistītas ar grafiku projektā, un tās apstrādes procesa ātrumu. [12]

Lietojumprogrammu veidi testēšanai:

- Arhivatori – noskaidro cik ātri sistēma arhivē un atarhivē failu kopumu
- Darbs ar audio – audio failu konvertācijas laiks
- Darbs ar video – augstas kvalitātes video atskaņošana, un konvertēšanas ātrums
- Šifrēšana – failu šifrēšanas un atšifrēšanas laiks [4]
- Kompilācija – noskaidro cik ātri kods tiks kompilēts

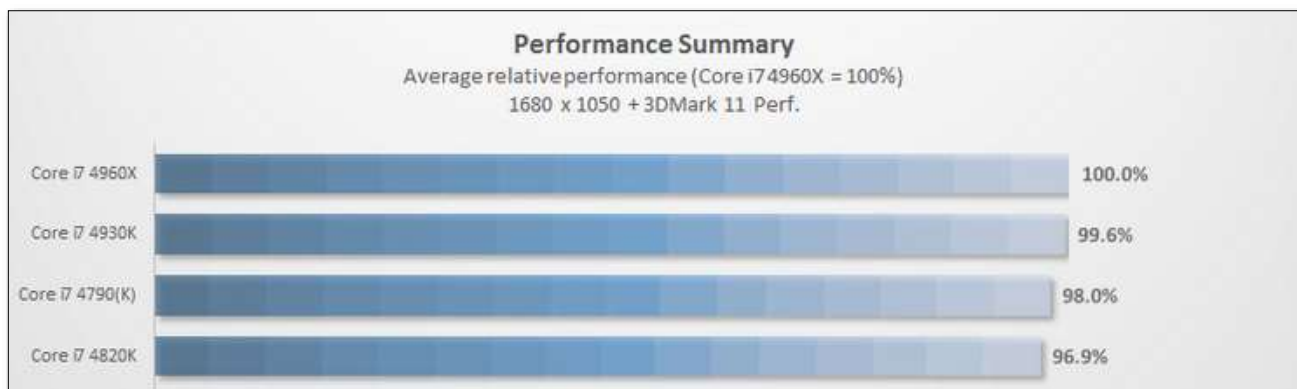
Datorspēles – bieži vien arī datorspēlēs ir iebūvēti testi, kuri balstās uz grafiskās vides elementu attēlošanas ātruma fiksēšanas. Kur rezultātā tiek iegūts parametrs kā FPS (*frames per second*) – kadri sekundē, pēc kura var secināt cik ātri sistēma spēj apstrādāt grafiku un izpildāmās funkcijas spēlē.



1.attēls Testēšanas rīka PCMark8 testu saraksts (parasti un sarežģītāki testi, produktivitāte, datu glabāšana, Microsoft un Adobe lietojumprogrammu testi). Rezultātu salīdzināšanas veidi

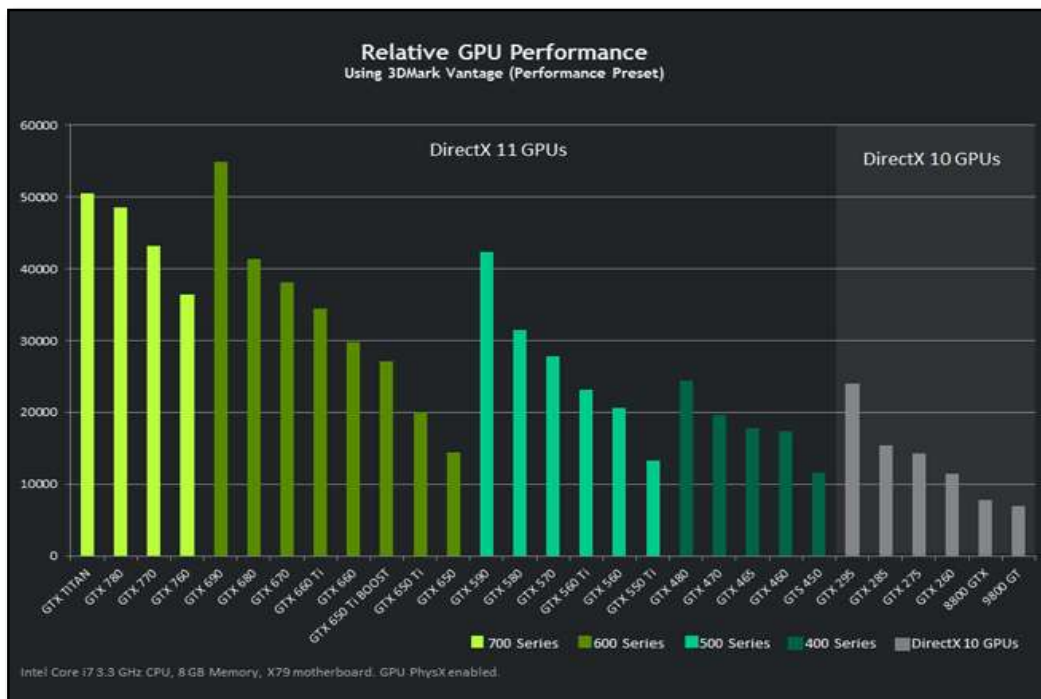
Pastāv vairāki veidi kā attēlot un salīdzināt iegūtos rezultātus. Pirmais no variantiem ir no salīdzinošajiem datiem, izvēlēties to, kur ir sasniegta maksimālā ātrdarbība, kuru arī pieņem kā 100%.

Tātad pārējie rezultāti tiek salīdzināti ar šiem 100%, un izvietoti pakāpeniskā secībā attiecībā pret maksimālie sasniegto rezultātu. [8]



2.attēls Procesoru testu rezultātu salīdzināšanas piemērs.

Otrs variants ir attēlot visus testējamus standus un to sasniegtos rezultātus vienā grafikā, pēc kura varēs redzēt cik daudz punktus ir ieguvusi katra no sistēmām un secināt cik veiksmīgi darbojas viena vai otra sistēma. [10]



3.attēls Videokaršu testu rezultātu salīdzināšanas piemērs.
Testēšanas programmu piemēri


- LavaLys Everest — procesora ALU un FPU apakšsistēmu, kešatmiņas, atmiņas caurlaidības, un cietā diska ātruma testēšanai.
- 3DMark — tests kas izmantojas, lai noskaidrot datorsistēmas ātrdarbību datorspēļu grafiskajā vidē.
- PCMark — visu datora apakšsistēmu testēšanas programmnodrošinājums.
- Java Micro Benchmark — izstrādāts tests uz Java valodas, izmantojamais, lai noskaidrotu datora ātrdarbību.
- Unigine Heaven 2 - tests, kas izmantojams datorsistēmu ātrdarbības noskaidrošanai grafiskajās vidēs. Atbalstāmie testēšanas režīmi: DirectX 9, 10, 10.1, 11 un OpenGL.

- Aquamark — tests kas izmantojas, lai noskaidrot datorsistēmas ātrdarbību datorspēju grafiskajā vidē.
- BAPCO — datorsistēmu integrālie testi ofisa programnodrošinājumā (SysMark), portatīvo datoru autonomā darba laika noskaidrošanai (*MobileMark*), interneta resursiem (*WebMark*).
- Right Mark Memory Analyzer — atmiņas un kešatmiņas apakšsistēmu tests.
- Right Mark Audio Analyzer — analogās un digitālās audio aparatūras
- CineBench — datorsistēmas testēšana trīs dimensiju grafikas veidošanas procesā
- ScienceMark — procesora apakšsistēmu ALU un FPU procesora, kešatmiņas, atmiņas caurlaidības testēšanai
- SiSoft Sandra — satur vairākus datorsistēmas apakšsistēmu testēšanas moduļus
- SuperPI — test, kas aprēķina skaitli “pi”, ar noteiktu skaitļu skaitu aiz komata
- Business Winstone — testu kopums, ātrdarbības noskaidrošanai ofisa programmatūrās [1]

Datoru ātrdarbības testi (*benchmarking*) kā sporta veids

Pēdējā laikā, šādas veida sacensības pārvērtās par virtuālo sportu. Plašu izplatību “benchmarking” uzsāka tad kad paradījās programnodrošinājums, kas ļāva apkopot vairākus testus savā starpā, par šādu pirmo sistēmu pieņemts skaitīt - FutureMark Online Result Browser.

Dotā sistēma apkopojā testu rezultātus, kurus sasnieguši jaudīgu, un ne tikai, datoru īpašnieki izmantojot programmu – FutureMark 3DMark. Otrajā vietā pēc popularitātes ierindojas testēšanas rīka – Aquamark. Iespaidīgāko rezultātu autori kļūst salīdzinoši populāri dotajā sfērā.



RANK	SCORE	HARDWARE	USER	DESCRIPTION
1	5177	Intel Core i7-5960X NVIDIA GeForce GTX 980	Mad Tse	Pre-test Galax 980 HOF for GOC 2014
2	5148	Intel Core i7-5960X NVIDIA GeForce GTX 980	KINGPIN	EVGA GTX980 CLASSIFIED EVGA X99
3	4838	Intel Core i7-5960X NVIDIA GeForce GTX 980	OCN	dhenzhen@OCN

4.attēls FutureMark 3DMark testa – Fire Strike Ultra, labākie rezultāti.

Produktivitātes novērtēšanas process

Pirms veikt kādu testu ir nepieciešams noskaidrot vai sistēmu testēs kopumā, vai kādu tās daļu. Tagad kad esam izvēlējušies kas tiks pārbaudīts, ir nepieciešams noskaidrot ar kādu programnodrošinājumu tiks veikts tests, kas spēs attēlot komponentu vai sistēmas kopumā darbību kāda uzdevuma izpildei.

Autors izvēlējās testu kurā ir iespējams novērtēt centrālā vai grafiskā procesora ātrdarbību trīs dimensiju grafikas veidošanā. Šādam testam labi noderēs CINEBENCH R15 programma, kas arī pārbaudīs izvēlēto sistēmu, mūsu gadījumā tikai centrālo procesoru.

Startējot programmu lietotājs redzēs galveno logu, kurā ir nepieciešams pie attiecīgā punkta CPU (sk. att. 5.) piespiest pogu “RUN”, lai uzsākt pārbaudi izmantojot centrālo procesoru.



5.attēls CINEBENCH programmas elementi testu startēšanai.

Pārbaudes laikā, kas nepieciešams izpildei lietotājs var redzēt kā 3D grafikas objekti tiek apstrādāti un attēloti lietotājam reālajā laikā (sk. att. 6). Var redzēt kā katrs kodols apstrādā tam atvēlēto fragmentu, kur rezultātā beigās ir redzams visa 3D aina, kurā bija izvietoti vairāki objekti ar dažādiem parametriem.



6.attēls CINEBENCH – 3D ainas veidošanas process izmantojot 8 kodolu centrālo procesoru.

Kad pārbaude ir pabeigta, lietotājs redz gan visu apstrādāto 3D ainu, gan rezultātu kādu testējamā sistēma ir sasniegusi. Izmantojot doto lietojumprogrammu, kopā ar sistēmas galarezultātu var redzēt to ka programma piedāvā apskatīt papildus rezultātus, ko ir veikušas līdzīgas sistēmas (sk. att. 7).

Ranking		
CPU		Details
1. 12C/24T @ 2.66 GHz, Intel Xeon CPU X5650	1279	
2. 6C/12T @ 3.30 GHz, Intel Core i7-3930K CPU	1096	
3. 4C/8T @ 4.40 GHz, Intel Core i7-4770K CPU	822	
4. 4C/8T @ 3.40 GHz, Intel Core i7-3770 CPU	662	
5. 4C/8T @ 2.60 GHz, Intel Core i7-3720QM CPU	590	
6. 4C/8T @ 2.79 GHz, Intel Core i7-3840QM CPU	505	
7. 4C/4T @ 3.20 GHz, Intel Core i5-4460 CPU	431	
8. 2C/4T @ 1.70 GHz, Intel Core i5-3317U CPU	214	

7.attēls CINEBENCH – testa rezultāti.

Rezultāti un tā izvērtēšana

Pēc iegūtajiem rezultātiem var noteikt cik salīdzinoši labi testējams procesors ir veicis tam paredzēto uzdevumu. Ja lietotājs, kas dienu no dienas darbojas ar 3D modelēšanu, pēc šiem rezultātiem viņš varēs secināt vai ar viņa pieejamajiem resursiem ir pietiekoši ātram darbam, vai nē. Kā arī var salīdzinoši vienkārši noteikt vai ir vērts iegādāties jaunu procesoru, vai būs pietiekami ar tekošo, vienīgais būs jāapskata cenas. Ar ko nevajadzētu būt problēmām, jo mūsdienās ir pieejams plašs mājaslapu klāsts kurās uzreiz varēs apskatīt gan cenas, gan procesoru rezultātus noteiktos testos. Secinājumi

Attīstoties datoru tehnoloģijām un programmatūrai, rodas gadījumi, kad ir vērts uzzināt vai jaunākās versijas lietotnes spēs veiksmīgi darboties ar kādu datorsistēmu. Lai noskaidrotu vai ar izvēlētas datorsistēmas resursiem būs pietiekami darbam ar programmu, var notestēt izvēlēto sistēmu vairākos testos, un pēc saņemtajiem datiem secināt. Cik veiksmīgi dotā sistēma operēs programmā.

Biežāk šādus testus izmanto datoru komponentu salīdzināšanai. Kad, piemēram, tirgū parādās jaunas paaudzes komplektējošās detaļas, kuras savā starpā ir jāsalīdzina, lai noskaidrotu vai jaunā aparatūra ir tiešām tehnoloģiskāka un spēj nodrošināt labākus rezultātus salīdzinoši ar iepriekšējās paaudzes iekārtām.

Tādiem gadījumiem un ir izveidoti visvisādi testi, kuru rezultāts ir ieviest skaidrību pircēju vidū cik labi iekārtas var tikt galā ar uzdevumiem, un ļaut izprast vai ir vērts pārmaksāt, ja izvēlēta dos ātrdarbības pieaugumu par pāris procentiem.

Pastāv arī testu veids pēc kuriem var secināt cik daudz izmaksā, konkrētā ātrdarbība. To izskaidro šādi: sasniegto punktu skaitu testā piesaista pie aprīkojuma/iekārtas/komponentes cenas un secina, kāds variants ir optimālākais, lai nepārmaksāt, tajā pašā laikā sasniedzot vēlamu ātrdarbību.

Summary

With the development of computer technology, hardware and software, there will be situations where, is need to find out whether the latest versions of the app will be able to successfully perform on one or the other computer system. In order to determine whether the selected computer resources will be enough to run software, our system can be used in a number of tests. And when all necessary tests are complete, results will show, how successfully our system performed in these. So after the data was received, we can draw conclusions, how well it can perform in actual.

Mostly these tests are used for computer components comparison. For example, when new generation of some kind hardware appears on the market that must be compared with older ones, in order to ascertain whether the new hardware is really more technological and able to provide better results compared to the previous generation of system component or system as a whole.

So for such cases all sorts of tests were implemented, and the purpose of these, is to find out and clarify for the buyers, how well the equipment can cope with the tasks and allow to understand whether it is worth to overpay when selected one will bring only performance increase of a few percent. Also there is a test type from which it may be concluded how much is paid, for a given performance. This can be explained as follows: there is the number of point achieved in the test are linked with tested system or components price. So we can see that how much will cost our desired performance comparison to other components or entire systems. With the introduction of such tests, users can create a databases, webpages, services and so on, with the data with which user can easily determine how productive one or the other component is. This makes it possible to determine whether the user needs to pay more for a given increase in performance.

Literatūra

1. [http://en.wikipedia.org/wiki/Benchmark_\(computing\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Benchmark_(computing))
2. <http://www.pcworld.com/article/258473>
3. <https://lv.wikipedia.org/wiki/Videokarte>
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Тест_производительности
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Тестирование_производительности
6. <http://www.3dnews.ru/video/benchmark-new-look/>
7. <http://www.ixbt.com/video2/antidetct.shtml>
8. <http://www.techpowerup.com/forums/threads/test-of-cpu-for-gaming-30-cpus-compared.200132/>
9. <http://www.futuremark.com/benchmarks>
10. <http://www.geforce.com/hardware/desktop-gpus/geforce-gtx-960/performance>
11. <http://www.ixbt.com/cpu/method-2007-2-5-final.shtml>
12. <http://www.ixbt.com/cpu/method-2011.shtml>

TIEŠSAISTES SPĒLES SERVERA IZSTRĀDES PRINCIPI ONLINE GAME SERVER DEVELOPMENT PRINCIPLES

Autors: **Artūrs Līcītis** e-pasts: a.licitis@yahoo.com, +37126945256
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing.**, e-mail: peteris.grabusts@rta.lv,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *The author in this work provides insight into developing the online game using Unity game engine. Themes which are discussed are game server types and client communication with them.*

Keywords: *game development, game server types, online game server, unity game engine.*

Ievads

Videospēles izstrāde ir interesants un tajā pašā laikā sarežģīts process, kas dažkārt tiek salīdzināts ar filmas veidošanu. Mūsdienās ir pieejami dažādi rīki un spēļu dzinī, kā piemēram Unity 3D, Unreal engine, CryEngine3 u.c., ar kuru palīdzību ir iespējams realizēt visdažādākās ieceres un projektus. Ņemot vērā, ka videospēles izstrāde ir garš un sarežģīts process, konkrētajā darbā autors aplūko tiešsaistes spēles serveru veidus, konkrētāk autoritatīvo un neautoritatīvo serveru principus, un klienta komunikāciju ar spēles serveriem, izmantojot Unity 3D platformu, versiju 4.7.

Unity 3D

Unity 3D ir dažādu platformu izstrādes rīks ar kura palīdzību ir iespējams realizēt projektus uz vis dažādākajām platformām, kā Windows, MAC, Android, iOS un citām platformām, galvenā rīko priekšrocība ir iespēja realizēt projektu un ar minimālām, vai pat bez nekādām izmaiņām to īstenot uz jebkuras platformas. [1]. Unity piedāvā bezmaksas personālo izdevumu, kas ļauj izmantot visas spēles dzināja funkcijas, bet ierobežo piekļu beta testiem, projektu izstrādi mākonī un dažādiem atskaišu rīkiem[2]. Rīks ļauj izstrādāt visdažādākos projektus sākot ar 2 dimensiju un beidzot ar 3/2 dimensiju tiešsaistes spēlēm. Kopš komerciālās licences paplašināšanas, nodrošinot bezmaksas pieeju visām spēles dzināja funkcijām, Unity tiek uzskatīts par vienu no labākajiem izstrādes rīkiem priekš neatkarīgajiem spēļu izstrādātājiem[3].

Spēles serveris un klients

Unity dzinis ļauj pavisam vienkārši realizēt tīkla funkcionalitāti, taču atkarībā no iecerētā projekta, tā realizācija var krasī sarežģīties. Unity plaši izmanto tīkla skata (*NetworView*) komponentes, lai apmainītos ar datiem tīklā, tāpēc ir svarīgi saprast, kā tas darbojas. Viena no funkcijām ko nodrošina tīkla skats ir RPC, jeb attālinātās procedūras izsaukumi (*Remote procedure calls*), kas ļauj izsaukt funkciju vienai, vai vairākām tīklā esošajām ierīcēm, kas var būt spēles klienti, vai serveri[4]. Stāvokļa sinhronizācijas metode tiek izmantota, lai regulāri atjauninātu konkrētu datu kopu, piemēram, objektu pozīciju un rotāciju 3D telpā, starp divām, vai vairākām spēles instancēm, kas darbojas tīklā.

Spēles objektu īpašnieku atsekošanai tiek izmantota tīkla ielādes funkcija (*Network Instantiate*)[4]. Ar šīs funkcijas palīdzību tīklā tiek izveidots jauns spēles objekts un objekta īpašnieks ir ierīce, kas izsauc konkrēto funkciju attiecīgi ja funkciju izsauc spēles klients, tad šis konkrētais klients būs objekta īpašnieks un varēs veikt manipulācijas ar to, piemēram, pārvietot objektu 3D telpā.

Izstrādājot tiešsaistes spēli, ir jāņem vērā, ka spēles serveri var realizēt divos veidos, tas var būt autoritatīvs un ne autoritatīvs. Katrai servera pieejai ir savas priekšrocības un trūkumi, atkarībā no realizējamā projekta, viena, vai otra metode var būt piemērotāka.

Autoritatīvais serveris

Izmantojot autoritatīvā servera pieeja, spēles serveris veic visas spēles pasaules simulācijas darbības, pārvalda visas spēles darbības un apstrādā lietotāju ievadu. Katrs klients uz serveri sūta savu ievadu, taustiņ ievadu, vai pieprasījumu izsaukumu formā un tajā pašā laikā saņem nepārtrauktu informāciju par spēles pasaules pašreizējo stāvokli. Klients tiešā veidā nekad neveic nekādas izmaiņas spēles pasaulē, tā vietā klients sūta pieprasījumu spēles serverim, kas apstrādā klienta pieprasījumu un sūta atbildi vienam, vai vairākiem klientiem, lai izskaidrotu, kas, ir noticis pēc konkrētā klienta pieprasījuma[5].

Galvenā šīs servera pieejas priekšrocība ir aizsardzība pret nekorektu/neatļautu klienta ievadu, piemēram, izmantojot trešās personas programmatūru, un tā realizāciju spēles serverī. Spēles klientam nav iespējams krāpties, sūtot informāciju spēles serverim, ka tas ir veicis kādas izmaiņas ar spēles objektiem, jo klientam pašam nav tiesību veikt izmaiņas. Saņemot nekorektu/neatļautu ievadu, spēles serveri klienta pieprasījumu nerealizē, tādā veidā arī netiek ietekmēti pārējie spēlētāji[5].

Autoritatīvā servera principa galvenais trūkums ir laiks, kas tiek patērēts ziņojumu sūtīšanai starp spēles klientiem un serveri, un atpakaļ. Ja spēlētājs nospiež taustiņu, vai izsauc kādu attālināto procedūru, lai pārvietotos spēles pasaulē, ziņojums tiek sūtīts uz serveri, tas tiek apstrādāts, un tikai tad tiek sūtīta atbilde spēles klientam. Kā viena no iespējām, lai kompensētu laika zudumu, ir tā sauktā klienta puses prognoze. Šī metode ļauj klientam pašam atjaunināt savu lokālo spēles versiju, bet tai ir jābūt iespējai, nepieciešamības gadījumā, saņemt labojumus no spēles autoritatīvā servera versijas[5]. Kopumā autoritatīvā servera pieeja ir piemērotākā lieliem projektiem, kur tiek paredzēts spēlētāju skaits, kas ir mērāms simtos, vai tūkstošos, jo tas nodrošina papildus kontroli pār klientu ievadiem.

Ne autoritatīvais serveris

Izmantojot ne autoritatīvā servera pieeju spēles serveris nekontrolē, nepārvalda lietotāja ievadu un tā iznākumu. Spēles klients pat pārvalda savu ievadu un tā rezultātu sūta spēles serverim. Spēles serveris sinhronizē visas veiktās darbības un izmaiņas spēles pasaulē ar klientu. No izstrādes viedokļa šis serveru princips ir vieglāk realizējams, jo ievads tiek apstrādāts klienta pusē un spēles serverim nav jāveic nekādas papildus darbības[5].

Galvenā priekšrocība šai pieejai ir tas, ka nav nepieciešamas izmantot nekādas papildus klienta puses prognozes metodes, jo visiem klienta veidotajiem spēles objektiem īpašnieks ir klients un tas tiešā veidā veic ar tiem manipulācijas, nesūtot pieprasījumus uz spēles serveri. Spēles serverim tiek nodota atbilde par klienta veiktajām manipulācijām. Tas arī ir galvenais trūkums ne autoritatīvajā serveru pieejā, spēles serveris nepārbauda klienta sūtītos rezultātus, kas nozīmē, ka no spēles klienta puses var tikt sūtīts jebkāds pieprasījums, kas var būt modificēts ar trešās puses programmatūru un tas tiks realizēts spēles servera pusē, kas attiecīgi ietekmē arī pārējos spēlētāju.

Ne autoritatīvā pieeja ir vairāk piemērota nelielai kontrolētai videi, kur neatļautais klienta ievads ir vieglāk identificējams. Jāpiemin, ka šai servera pieejai papildus ir nepieciešama administrēšanas sistēma, lai aizsargātu pārējos spēles klienta no neatļauta ievada ietekmes.

Serveru pieeju salīdzinājums

Atkarībā no realizējamā projekta viena, vai otra servera pieeja var tikt izmantota realizācijā. Autoritatīvā servera principa galvenā priekšrocība ir pilnīgi kontrole pār spēles pasauli, kas ļauj validēt lietotāja ievadu un nekorekta, vai neatļauta ievada gadījumā, spēles pasaule netiek ietekmēta, ko nevar teikt par neautoritatīvā servera pieeju, kur visas manipulācijas veic pats spēles klients. Bet galvenais trūkums ir informācijas apmaiņas ātrums starp spēles serveri un klientiem. Pēc lietotāja ievada tiek sūtīts pieprasījums spēles serveri, apstrādājot klienta pieprasījumu, attiecīgi tiek veiktas izmaiņas autoritatīvā servera spēles pasaulē, un

informācija par veiktajām izmaiņām tiek izsūtīta spēles klientiem. Paaugstinātas noslodzes/trafika gadījumos, tas būtiski var ietekmēt spēles klientus, jo rodas aizķere starp lietotāja ievadu un tā realizāciju. Attiecīgi, lai izvairītos no šādas aizķeres, papildus ir nepieciešams izmantot klienta puses prognozes metodi. Bet ne autoritatīvā servera principam nav nepieciešamas papildus prognozes metodes, jo visas darbības realizē pats klients un serverim tiek sūtīta informācija, kādas manipulācijas ir jāveic spēles pasaule, nepārbaudot klienta iesūtīto datu korektumu. Kā viena no atšķirībām arī ir jāmin, ka autoritatīvā servera izstrāde ir daudz sarežģītāka, kā neautoritatīvajam serverim.

Ņemot vērā faktu, ka objekta veidotājs ir tā īpašnieks un autoritatīvā servera gadījumā visu objektu īpašniekam ir jābūt spēles serverim, papildus ir nepieciešams izstrādāt spēles objektu sistēmu, kas ļauj konkrētam spēles klientam pārvaldīt attiecīgi tam paredzētos spēles objektus. Ne autoritatīvā servera gadījumā, serveris realizē klienta ievadu un papildus kontroles sistēmas nav nepieciešams.

Secinājumi

Apkopojot doto informāciju, var veikt sekojošus secinājumus:

1. Autoritatīvā servera izstrāde ir krietni sarežģītāks process, bet tajā pašā laikā nodrošina spēles serverim pilnīgu kontroli pār spēles objektiem un lietotāja ievadu.
2. Autoritatīvā servera princips aizsargā spēles pasauli no nekorekta, neatļauta klienta ievada, tādā veidā netiek ietekmēti citi spēlētāji.
3. Ne autoritatīvā spēles servera pieeja ir vieglāk realizējama un mazina spēles servera noslodzi, jo lietotāja ievads tiek apstrādāts spēles klienta pusē.
4. Ne autoritatīvā servera pieejai ir lielāks risks, neatļautu darbību veikšanai izmantojot trešās personas programmatūru, jo spēles serveri neveic lietotāja ievada validāciju.

Summary

In this paper we take a look at two ways how to create online game server, their weaknesses and gains. The main comparison is between authoritative and non-authoritative game servers how they work and what must be taken to account when creating the online game server. As basis for this paper was used Unity 3D development platform.

Literatūra

1. Build once deploy anywhere: <https://unity3d.com/unity/multiplatform>
2. Get Unity: <https://unity3d.com/get-unity>
3. Top 5 3D Game Engines for Indie Game Developers: <http://www.useoftechnology.com/top-5-3d-game-engines-indie-game-developers/>
4. Legacy Network Reference Guide: <http://docs.unity3d.com/Manual/NetworkReferenceGuide.html>
5. High Level Networking Concepts (Legacy): <http://docs.unity3d.com/Manual/net-HighLevelOverview.html>

ARDUINO AS A FIRST STEP IN ENGINEERING АРДУИНО КАК ПЕРВЫЙ ШАГ В ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО

Authors: **Artem Naruzhnii**, e-mail: nartalex@ya.ru,

Ivan Efimov, e-mail: ivanefimov1994@mail.ru,

Scientific supervisor: **Bruttan Julia Victorovna**, e-mail: y_bruttan@mail.ru, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies, Faculty of Computer Science and Electroenergetics, Pskov State University, Russia

Annotation: *The Internet of Things is becoming more and more popular nowadays. Our article tells about Arduino as an example of single-board computers and how it is connected with IoT and engineering. The main question of our article is “Why is it easy to start learning engineering with Arduino?”. There will be shown the features of Arduino programming language and the basics of device designing. The role of Arduino in engineering learning process will be explained.*

Keywords: *Arduino, Engineering, Internet of Things, Single-Board Computers, Studying*

Introduction

We live in fast developing world. The Internet of Things and “smart” devices is getting more popular because people want to automate usual things. Generally, IoT is a network of objects that communicate with each other and environment. “Smart” things can be everywhere: in city infrastructure, in house, in car, at human body. It allows to get more information by easiest ways. It can be smart cameras, smart coffee machines and fridges.

Single-board Computers are of high importance in smart devices' development. In general SBC is small board with in-built CPU and memory. They help to build working system without great knowledge of electronics in short term. With much lower price than usual PC, SBC allows to automate usual things such as switching the light and temperature monitoring.

There are a lot of Single-Board Computers and the most popular of them are Raspberry Pi, Arduino, CuBox and Intel Galileo. And now I'm going to talk about Arduino.

Arduino

The history of the project goes from 2005 when a couple of students have set a goal to create low cost, simple tools for non-engineers to create digital projects. Later this project caused an international revolution in electronic handmades. You can buy Arduino just for \$30 or build it from scratch. All schemes and source codes are available for free on condition to open source licenses. As a result, Arduino became the most influential platform with open source code.

Language

The Arduino language is good for beginners because it is a simplifying of C language. It is easy to learn and now it is one of the most comfortable way to program microcontroller devices, despite it is required a bit more of setup and configuration of dev environment.

Arduino company has created own IDE, but because of open source there is a lot of another IDE, for example Visual Studio extension.

Sketch must contain two main functions:

- Setup, which is called once at the start
- Loop. Which is called endless

The simplest sketch that turns LED on and off contains:

- Setting number of pin with LED
- Setting pin as input or output
- Loop function

Shields

Arduino is a board with CPU and memory. Without additional parts (shields) it will be hard to create full project.

There is a lot of shields, that allows to create a lot of devices for very different purposes. It can be screens, buttons, GPS, wifi, SDcard, Ethernet etc. They can be used to create everything: from light switcher to robot.

Another feature is that Arduino allows quickly create working model of device through element connection with breadboard without soldering iron. It allows to increase designing speed due to quick component replacement.

Students

Arduino has been making big influence at learning process. We live in the world full of IT. Schools already have programming and robotics courses, it is the first step for schoolkids to learn engineering. Because of the reasons we were talking about, learning gets more clear and interesting. Especially programming, that may seem hard and unclear, becomes easier because of simple language. At Physics lesson Arduino can be used to demonstrate basic electricity laws. In view of the fact that a lot of equipment is outdated it can be created during the lesson. The fact that students have created it by themselves can increase interest. At Geography lesson Arduino can be used for weather station.

With that way of learning first of all student sees a result of his work right away and secondly there is a broad scope for creative activity. More over this creativity has reached level of contests.

But there is a problem. Some teachers are not ready to teach children new technologies. This is important for them to go with the time that's why they have a lot more interested students that increases the understanding of the course.

Conclusion

Smart technologies make our life easier and our education – more interesting. Young engineers and programmers are studying with such technologies. It's good to see that more and more people are interested in that sphere. If we have a look on IT evolution nowadays, we'll see how much it will mean in peoples' life in the future.

ELEKTRONISKĀ MĀRKETINGA AKTUALITĀTE PASAULĒ UN LATVIJĀ TOPICALITY OF ELECTRONIC MARKETING IN WORLD AND IN LATVIA

Autori: **Anna Nikolajeva, Dmitrijs Muravjovs, Dairis Adejanovs**, e-pasts: [e-
komercija2012@inbox.lv](mailto:ekomercija2012@inbox.lv), +37122482881;

Zinātniskā darba vadītājs: **Aleksejs Zorins, Mg.sc.comp.**, e-pasts: aleksejs.zorins@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne,
Latvija

Abstract: Paper theme: Topicality of electronic marketing in World and in Latvia. The aim of this paper was to explore electronic marketings topicality's in World and Latvia. Nowadays in World e-commerce and e-marketing is commonplace for people. As a result of paper, authors did a conclusion, that enterprises in Latvia didn't unaware the possibilities of e-marketing, but e-marketing topicality in World is very high. Most important thing in e-marketing is strategy, because every enterprise need to choose priorities. If it's a web page, then need to define needs. It's not possible to use all e-marketing tools together, but it's possible to establish a complex. In this way enterprise have a chance to attract new clients and business partners. The best example is Burberry Group Plc. Brand understood that they need to integrate in Internet. Burberry Group Plc divert 60% of his marketing budget to realize it's e-marketing strategy. In the result increase profit, and increase interest form customers and business partners. E-marketing is topical and it always will be, while technologies is progresing stays question about them presentation format to customer.

Keywords: E-marketing, social media marketing, web page, SEO, Affiliate marketing.

Ievads

Mūsdienās e-mārketingis ir katra veiksmīga uzņēmuma sastāvdaļa, galvenokārt tā ir uzņēmuma svarīgākā sastāvdaļa. E-mārketingis ir instruments, kas mūsdienu uzņēmējiem, ļauj piedāvāt jebkuras preces un pakalpojumus, savukārt patērētājiem iegādāties jebkuras preces un pakalpojumus ar abas puses apmierinošiem noteikumiem interneta vidē. E-mārketingis atšķiras no klasiskā mārketinga tikai ar to kādā vidē reklāma tiek pasniegta patērētājiem. Elektroniskā komercija ir vēl pavisam jauna nozare Latvijā, bet ļoti perspektīva, un populāra pasaulē. 53,4% Latvijas uzņēmumu ir mājaslapas. Uzņēmumiem ar nodarbināto skaitu 250 un vairāk 91,7%, savukārt ar nodarbināto skaitu 10-49 cilvēkiem tikai 48,3% [1]. Līdz ar to mazie un vidējie uzņēmumi vēl nav izpratuši tās priekšrocības, ko sniedz mājaslapa un internetā piedāvātās iespējas. Pasaulē 52% uzņēmumu ir atraduši savus klientus caur Facebook, aptuveni 50% uzņēmumu ir izstrādātas savas mārketinga stratēģijas [2]. Pašlaik e-mārketingis un e-komercija ir ieguvušas svarīgu vietu biznesā un ekonomikā.

Pēc autoru uzskatiem e-mārketinga galvenā būtība ir sniegt informāciju par precīvu vai pakalpojumu pēc iespējas plašākam potenciālo klientu lokam. Pārdošana e-mārketingā parasti notiek pastarpināti, caur brenda attīstīšanu, tomēr liels skaits e-mārketinga pakalpojumu, piemēram, promokodu izstrāde, Google AdWords kampaņas, e-pasta izsūtne un citi tiešā veidā ietekmē pārdošanas rezultātu pieaugumu. E-mārketingā ietilpst arī darbs ar baneriem, SEO, reklāmas rakstu un preses relīžu rakstīšanu, darbs B2C un B2B sociālajos tīklos un visas citas aktivitātes, kas nodrošina efektīvu uzņēmuma komunikāciju interneta vidē.

Referāta mērķis: izpētīt elektroniskā mārketinga aktualitātes pasaulē un Latvijā.

Mērķa sasniegšanai tika izvirzīti šādi **uzdevumi**:

1. Izpētīt kādi ir e-mārketinga teorētiskie aspekti- attīstības vēsturi un e-mārketinga instrumentus.

2. Izanalizēt e-mārketinga pielietojanas piemērus pasaulē un Latvijā.

3. Izpētīt e-mārketinga attīstības tendences pasaulē.

4. Izstrādāt secinājumus un izvirzīt rekomendācijas.

Pētījuma objekts: e-mārketingis

Pētīšanas priekšmets: e-mārketinga novērtējums pasaulē un Latvijā.

Pētīšanas metodes:

1. Vispārteorētiskās pētīšanas metodes – zinātniskās literatūras analīze, kā arī starptautiskās pieredzes analīze.

2. Datu apstrādes metodes – iegūto datu apstrāde, alternatīvā piedāvājuma rezultātu novērtēšanai.

Hipotēze- e-mārketinga ir aktuāls mārketinga instruments pasaulē un Latvijā tā aktualitāte turpina paaugstināties.

Pētījuma bāze: pasaule, Latvija

Pētījuma periods: 2008. – 2016.gads.

Literatūras un avotu grupu uzskaitījums: vispārējā un speciālā ekonomiskā literatūra, zinātniskie raksti, statistikas dati, interneta resursos publicētie materiāli.

1. Elektroniskā mārketinga un tā instrumentu raksturojums

Electronic marketing and electronic marketing tool characteristic

IBM „Elektroniskā komercija ir visu pamata biznesa procesu pārveidošana ar interneta tehnoloģiju palīdzību”[3]. Ar datoru sistēmas un tīkla tehnoloģiju palīdzību pilnveidojoties noformējās jauns ekonomiskais paveids- elektroniskā komercija [4]. E-komercija ir uzņēmējdarbības veikšana ar jebkuru elektronisko sakaru līdzekļu, tajā skaitā arī ar interneta, starpniecību.

E-mārketinga ir produktu, pakalpojumu, ideju radīšanas, cenas noteikšanas, izplatīšanas un pārdošanas veicināšanas process internetā ar mērķi sekmēt pozitīvas attiecības ar klientiem un partneriem, kur labumu iegūst visas puses. E-mārketingā precī ietekmē patērētāju pieredze nevis produkta īpašības.

Autori uzskata ka piedāvājumu, kas balstīts uz apjomu aizvieto ar piedāvājumu, kas balstīts uz rezultātu, savukārt masu tirgu aizvieto personalizētais. Atbilstoši F. Kotlera definīcijai, zīmols ir vārds, termins, zīme, vai to apvienojums, kas paredzēti, lai identificētu viena pārdēvēja vai pārdevēju grupas preces un pakalpojumus un diferencētu tos no konkurentu precēm un pakalpojumiem[5].



1.1. attēls E-mārketinga instrumenti (autoru veidots)

SEO ir radies no trīs vārdiem – Search Engine Optimization, mājaslapas optimizāciju meklēšana dzinēju vajadzībām. Zināmākie ir Google, Bing, Yandex. Mājaslapas optimizācija īpaši svarīga ir jauniem uzņēmumiem, kas mēģina ielauzties tirgū, kā arī tiem, kas strādā ļoti saspīlētos konkurences apstākļos. Uzņēmumiem ir izdevīgi pēc iespējas precīzāk izvēlēties darbības sfēru raksturojošos atslēgas vārdus [6]. Jo vairāk vārdiem jāpielāgo lapa, jo dārgāk izmaksās optimizācija.

PPC ir radies no Pay-Per-Click, reklāmas izvietotājs maksā tikai tādā gadījumā, ja uz viņa reklāmas kāds uzklikšķina.

Sociālo mediju mārketinga ir interneta mārketinga veids, kura nolūks ir sasniegt zīmola atpazīstamību. Tas attiecas uz mājaslapas plūsmas veicināšanu vai uzmanības piesaistīšanu caur sociālajiem medijiem. Sociālo mediju mārketinga programmas pārsvarā ir tendētas uz to, lai izveidotu tādu saturu, kas piesaista uzmanību un rosina lasītājus ar to dalīties sociālajos tīklos [7].

Autori uzskata, ka sociālo mediju mārketinga ir efektīvs visiem tā ir lieliska iespēja, lai veicinātu komunikāciju, sava zīmola atpazīstamību un pat uzlabotu klientu apkalpošanu. Sociālo tīklu vietnes ļauj cilvēkiem mijiedarboties vienam ar otru un veidot kontaktus. Brīdī kad produkts vai kompānija ir pievienojies kādiem no sociālajiem tīkliem, cilvēkiem ir iespēja iepazīties un sadarboties ar šo kompāniju vai produktu.[8]

Nākamo piecu un desmit gadu laikā tie attīstīsies ļoti strauji. Sociālie mediji būs biznesa būtība, kuru uzņemsies tiešsaistes kampaņas, tādas kā SEO, PPC. Veidosies un nostiprināsies galvenās sociālās platformas tādas kā Facebook, Twitter, Wordpress un tūkstošiem citu spēcīgu sociālo mediju rīku. Mūsdienās vairs nepietiek ar to, ka uzņēmums ir atrodams meklētājsistēmās, piemēram, Google, Yandex vai Bing, šobrīd ir liels pieprasījums pēc uzņēmumu interaktivitātes [9]. Parasti, lai veicinātu uzņēmuma popularitāti ar sociālo tīklu starpniecību, tiek izveidoti konti jeb profili tādās sociālajos tīklos kā Draugiem, Facebook, Twitter, Google+, Instagram.

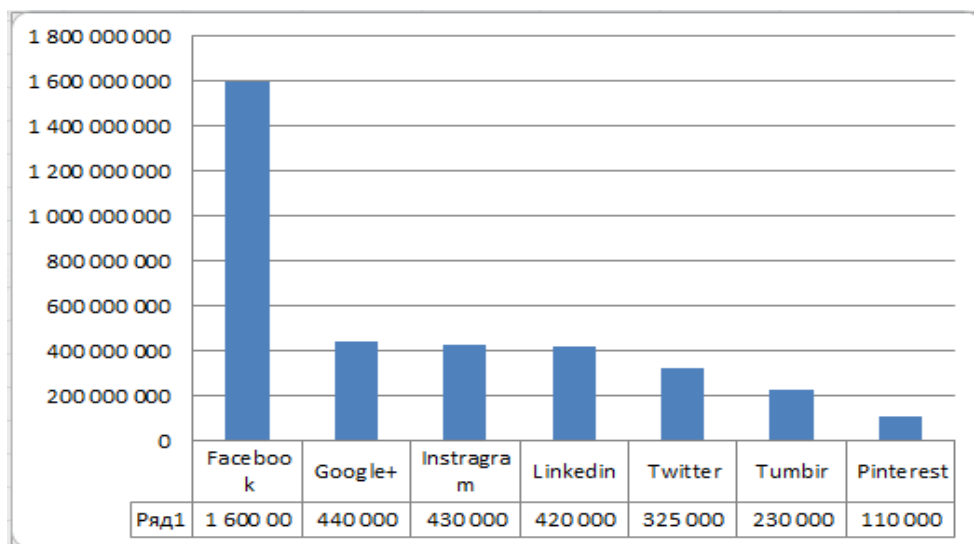
Sabiedrībā un biznesa vidē pastāv vairāki uzskati par sociālo mediju mārketinga efektivitāti. Daži uzskata to par efektīvu klientu piesaistīšanas veidu, citi par pārejošu modes lietu [10].

Sociālā platforma ir tehnoloģijas rīks, kas nodrošina interneta lietotāju socializēšanos. Piemēram, sociālā platforma ir gan Draugiem, gan Facebook, jo tur iespējams sazināties ar citiem lietotājiem, dalīties informācijā, publicēt teksta, attēlu un video materiālus, vienlaikus norādot saites uz citām platformām un informācijas avotiem. Trīs šādās platformās piedalās abas puses veidojot divvirzienu komunikāciju – gan saņemot informāciju, gan izsakoties.

Tiešsaistes sociālais tīkls ir tīmekļa vietne, kurā, reģistrējoties un izveidojot individuālo profilu, ir iespējams kontaktēties un sazināties ar citiem.

Visus sociālos tīklus var iedalīt četrās lielās kategorijās. **Atvērtie sociālie tīkli** - kur katrs var reģistrēties, komentēt jebkura lietotāja profilā, piedalīties gandrīz visās aktivitātēs, kā arī visa informācija ir publiski pieejama (neskaitot personisko saraksti un dažus izņēmumus). **Slēgtie sociālie tīkli** - kurā kāda lietotāja profilā vai pie attēliem komentāru atstāt var tikai tie, kurus jūs esat apstiprinājuši kā draugus; vai arī tādi, kur gandrīz nekāda informācija nav pieejama neregistrētajiem lietotājiem. **Mikro emuārveidīgie sociālie tīkli** - kurā komentāru savā profilā var ierakstīt tikai pats bloga izveidotājs. **Servisi ar sociālo tīklu funkcionalitāti** – kur visi reģistrētie lietotāji var viens otram nosūtīt ziņojumus, ļaut vai liegt kādai lietotāju grupai komentēt attēlus vai citas aktivitātes.

Latvijā 2016. gadā populārākie sociālie tīkli ir: Draugiem.lv, Facebook, Instagram un Twitter. Pasaulē populārākais sociālais tīkls ir Facebook. Tas darbojas kopš 2004. gada 4.februāra un aktīvo lietotāju skaits 2016. gada aprīlī ir sasniedzis jau vairāk nekā 1,6 miljardi interneta lietotāju [11]. Facebook lietotāju skaits Latvijā ir apmēram 650 000 [12].



1.2.attēls Populārākie sociālie tīkli pēc lietotāju skaita (autoru veidots)

Visaktīvāk tiek lietots Facebook 1,6 miljardi, Google+ 440 miljoni un Instagtam 430 miljoni lietotāju [13]. Vidēji visvairāk sociālos medijus izmanto cilvēki no 25 līdz 50 gadu vecumam.

Elektroniskā pasta mārketinga ir praktisks mārketinga vieds, kuram ir zemas izmaksas. Tas sniedz iespēju maziem uzņēmumiem sasniegt vairāk potenciālo klientu un paaugstināt pieprasījumu. Šobrīd visi aktīvie uzņēmumi izmanto e-pasta mārketingu. E-pasta mārketinga ir mārketinga veids, kurā patērētājiem tiek izsūtītas e-pasta vēstules ar informāciju par preci vai pakalpojumu. Tiešā mārketinga metode, kas balstīta uz e-pastu izsūtīšanu.

Mūsdienu tehnoloģijas piedāvā daudz plašākas iespējas. Tiešsaistes e-pasta mārketinga programmas piedāvā iespējas automatizēt procesus. Tas nozīmē, ka saņēmēju parakstīšanās un atrakstīšanās notiek automatizēti. Tāpat arī saņēmēju segmentēšana, vēstuļu izsūtīšanas process un statistikas datu aprēķināšana notiek automatizēti [14].



1.3. attēls Dažādu e-mārketinga instrumentu pielietojuma biežums 2015.gadā[15]

Pēc autoru domām e- pasta mārketingis ir populārs un efektīvs tā dēļ ka no visiem sociālajiem medijiem e-pasta interneta lietotāji izmanto visbiežāk, un tas ir pats populārākais veids. Tieši tādēļ e-pasta mārketingis ir labs e-mārketinga veids maziem uzņēmumiem, ar savu patstāvīgo klientu loku.

Interneta rakstu mārketingis ir paredzēts, lai sekmētu rakstu autoru zināšanas par to tirgus produktu, pakalpojumu vai tiešsaistes servisu rakstu direktoriju. Rakstu direktorijas ar labu mājaslapas reitingu tiek bieži apmeklētas. Šīs direktorijas dod autora mājaslapai lapas statistiku, jeb PageRank (viens no saišu klasifikācijas algoritmiem) un ka papildinājumu sūta trafiku no lasītājiem. [16.18.] Ar rakstu direktorijām tiek atlasīti vairāk raksti, jo tiem ir bagāts saturs. Uzņēmēji, mārketinga speciālisti un citi mēģina maksimāli reklamēt rakstu kampaņas iesniedzot savus rakstus rakstu direktorijās.

Partnermārketingis ir piemērotas iesācējam e-mārketingā. Autori uzskata ka partnermārketingis nav nekas vienkāršs, tam ir nepieciešamas zināšanas un pieredze, lai kampaņa būtu veiksmīga. Neskatoties uz to tiek sniegta iespēja atrast labu nišu, un labu produktu tajā, par kura pasniegšanu pircējam jāmaksā komisijas maksu, reģistrējoties attiecīgajā partnermārketinga programmā un saņemot unikālo linku. Tālāk ar šo unikālo linku ir iespējams doties uz attiecīgās tēmas forumiem, blogiem, izmantot citas iespējas. Un šajā gadījumā mājaslapa nav nepieciešama. Taču ja jaunais uzņēmējs pēc kāda laika saprot ka šis ir pārāk nenozīmīgs veids kā varētu reklamēt savu produkciju un tam ir iespējas paplašināties. Tādā gadījumā ir jāveido sava mājaslapa un jāveido e-mārketinga stratēģija. Ja tiek nonākts pie secinājuma, ka ir maz ar to kas ir, tad uzņēmumam ir tendence paplašināties. [17.18.]

Autore uzskata ka e-mārketinga efektīvākais instruments ir uzņēmuma mājaslapa. Mājaslapa sniedz uzņēmuma kompleksu e-mārketinga kampaņu, kuras rezultātā uzņēmumam ir iespēja piekļūt visiem interneta resursiem. Mūsdienās neviens uzņēmums nespēj normāli funkcionēt bez vispasaules tīmekļa un tā instrumentiem. Pareizi izstrādāta mājas lapa nozīmē pirmkārt atpazīstamību, jo bez datoriem un mobilajām ierīcēm mūsdienās nekas nenotiek. Caur internetu var ne tikai iepazīstināt ar savu uzņēmumu, bet arī pārdot preces un pakalpojumus, un kas ir ne mazāk svarīgi – vienmēr atrasties kontaktā ar klientiem, izveidojot interneta veikalu.

Izveidojot mājas lapu angļu, krievu vai citās valodās, tiek nodrošināta iespēja bez papildus pūliņiem uzrunāt arī citās valstīs dzīvojošos klientus. Tiek ietaupīts daudz laika, jo internetā ievietotā informācija nonāk līdz klientam uzreiz, bez kavēšanās. Mājas lapa ir efektīva ilgtermiņa investīcija, jo

pieredzējušu profesionāļu izveidota interneta vietne vienmēr atmaksāsies [19]. Izveidojot savu mājaslapu uzņēmums iegūst iespēju pielietot visas mārketinga stratēģijas.

Pēc autoru domām efektīva mājas lapa ir katra veiksmīga uzņēmuma panākumu atslēga. Katrs uzņēmējs ir domājis par to kāda varētu izskatīties viņa mājas lapa. Tātad pirms uzņēmums sāk veidot savu mājaslapu ir jāapzinās kādas funkcijas tai jāpilda. Pastāv dažādi mājas lapu tipi, piemēram, lai varētu izveidot vienkāršu vizītkartes tipa mājas lapu nav nepieciešami daudz līdzekļi, bet tik un tā ir efektīvs e-mārketinga instruments.

2. Elektroniskā mārketinga attīstības tendences

E-marketing development trends

Reaģējot uz nemitīgajām apkārtējās vides izmaiņām, cilvēki arvien vairāk sāks interesēties par savu izcelsmi, meklēt savas saknes, vēsturisko mantojumu. Šis fenomens gan pasaulē, gan arī Latvijā veicinājis lielu vietējo ražojumu, zīmolu un amatnieku produktu popularitāti. Pasaulē strauji mainās izpratne par luksusa preču definīciju, zīmoli arvien vairāk uzsver savu produktu izcelsmi, jo pircēji arvien vairāk uzmanības pievērš produkta autentiskumam. [20] Nopietni pieaug pieprasījums pēc produktiem, ar ko sevi palutināt, tajā pašā laikā neizjūtot pārmērīgus sirdsapziņas pārmetumus par to. Tas rada priekšnoteikumus veselīgākiem piedāvājumiem, kas piedāvā lielisku garšu, bet mazāk kaloriju/mazāk neveselīgu

piedevu vai kādus funkcionālus ieguvumus (vitamīnus, šķiedrvielas, utt.). attīstoties tehnoloģijām un pieaugot sociālo tīklu popularitātei, mārketingā ienāk hiperpersonalizācijas tendences, proti, pircēji vēlas justies unikāli un ļoti novērtē, ja arī zīmoli viņus tā uztver.

Autori uzskata ka no visiem iespējamajiem uzņēmumiem parādījās zīmoli tāpēc ka tieši viņi piedāvāja individuālu pieeju katram klientam. Iespēja personalizēt savus mīļākos produktus pasaulē gūst ievērojamu popularitāti. Pagājušajā gadā vērojām pirmos šādu kampaņu pieteikumus arī Latvijā un, domājams, ka šī tendence pieņemsies spēkā. Iespējams, arī lielākie zīmoli sekos pasaulē populārājam pop-up veikalu tendencei, veidojot un pircējiem demonstrējot unikālu, ideālu, perfektu iepirkšanās pieredzi – vidi, kurā zīmols var sevi prezentēt tā, kā uzskata par pareizu. [21] Pēdējos gados, runājot par mārketinga tendencēm, jau pašsaprotami tiek uzskatīts kā jauninājumus tieši e-mārketingā. Saturs turpina būt karalis, bet arī video, foto, audio un mūzika tiek izmantota saturā, lai veidotu aizvien dziļāku saskarsmi ar zīmolliem. Satura formāts ir tieši video, un kombinācijā ar viedtālrunu popularitāti un iespējām vienkāršā veidā dalīties ar tīkamu materiālu ar citiem, tas aizvien turpina attīstīties.[22] Statiskos banerus pakāpeniski nomaina videobaneri un pārceļas uz mobilajām ierīcēm un planšetdatoriem.

Pēc autoru domām arī web dizains ir svarīga e-mārketinga sastāvdaļa, bez kuras nav iespējams nodrošināt labu e-mārketinga kampaņu caur mājas lapu. Mājas lapas saturs ir svarīgs, bet tās vizuālais noformējums vēl svarīgāks. Apmeklējot mājas lapu sākumā tiek uztverts tās vizuālais tēls- krāsas, kompozīcija, šrifts. Tikai pēc tam tiek lasīts saturs.

Autori uzskata, ka jau šogad e-komercija pasaulē piedzīvo savu renesansi. Mūsdienās caur viedtālruni ir iespējams veikt visu to ko iespējams caur datoru. Pat mājaslapa, kas nav pielāgota viedtālrunu ekrāniem netiek uzskatīta par dinamisku. Tehnoloģijas turpina attīstīties un tiek pavērtas ar vien plašākas iespējas.

Kopsavilkums

Mūsdienās e-mārketinga ir visu uzņēmumu panākumu atslēga. Internets ir e-mārketinga vide, kurā reklāma tiek pasniegta patērētājiem. E-mārketinga ir instruments, kas mūsdienu uzņēmējiem, ļauj piedāvāt jebkuras preces un pakalpojumus, savukārt patērētājiem iegādāties jebkuras preces un pakalpojumus ar abas puses apmierinošiem noteikumiem interneta vidē. Pašlaik e-mārketinga un e-komercija ir ieguvušas svarīgu vietu biznesā un ekonomikā.. E-mārketinga galvenā būtība ir sniegt informāciju par precī vai pakalpojumu pēc iespējas plašākam potenciālo klientu lokam.

➤ Latvijā ir nepieciešams informēt uzņēmējus par e-marketinga instrumentiem, un to praktisko pielietojumu, pamatojoties uz pasaules piemēriem, lai tiku pamanīts tas kā e-mārketinga stratēģijas iesviešana izmaina uzņēmumu un palīdz piesaistīt klientus, sekmējot pārdošanu.

➤ Veidot kvalitatīvas mājas lapas, un interneta vidē uzvesties „pieklājīgi”, lai neapspiestu patērētāju, un radītu vēlmi apskatīt reklāmu.

➤ Izmantot sociālos medijus kā pirmo soli e-mārketingā, lai varētu vienkārši saprast kā e-mārketinga darbojas.

➤ Nofromēt savas interneta kampaņas estētiski, jo patērētājs pirmo ko pamana ir veidols. Nav svarīga kāda ir šī kampaņa, tas attiecās uz visām.

➤ E-pasta mārketinga ir viens no efektīvākajiem kanāliem, lai palielinātu ienākumus. 80% klienti e-pastus izlasa savā mobilajā telefonā.

➤ 73% patērētāju reklāmās vēlas redzēt kādu unikālu stāstu. 51% vēlas skaistas reklāmas. Jāņem vērā tas ka cilvēki vēlas redzēt vairāk skaistuma un individuālas pieejas e-mārketingā.

➤ 53,4% Latvijas uzņēmumu ir mājaslapas, uzņēmumiem ar nodarbināto skaitu 250 un vairāk 91,7%, savukārt ar nodarbināto skaitu 10-49 cilvēkiem tikai 48,3%. mazie un vidējie uzņēmumi izpratuši mājaslapas priekšrocības

- Pasaulē 52% uzņēmumu ir atraduši savus klientus caur Facebook, aptuveni 50% uzņēmumu ir izstrādātas savas mārketinga stratēģijas.
- Mājas lapā ir svarīgas visas sastāvdaļas, analizējot piemērus tiek nonākts pie secināja, ka pat pasaulslaveniem zīmoliem ir jābūt interaktīviem.
- Jebkuram uzņēmuma ar mājas lapu ir lielāks potenciālo klientu loks nekā uzņēmumam bez mājaslapas.
- Latvijas uzņēmumi, kas ir sasnieguši starptautisku līmeni, neizmanto visus pieejamos e-mārketinga instrumentus. Piemēram daži uzņēmumi ar mājas lapām, neizmanto sociālos medijus.
- Web baneru vai reklāmu baneru izmantošana, kas tiek ievietoti trešās personas mājaslapās vai blogos, palielina informētību par produktu.
- Partnermārketingā atalgojumu iegūst viens vai vairāki partneri par katru piesaistīto klientu, ko ir paši veicinājuši.
- E-mārketinga instrumenti- sociālie mediji, interneta rakstu mārketingi, SEO, sociālās platformas, sociālie tīkli, mājas lapas, PPC, tiešsaistes sociālie tīkli, blogi, partnermārketingi, e-pasta mārketingi, interneta rakstu mārketingi.

Summary

Nowadays, e- marketing is key to success in business. The Internet is an e- marketing environment where the ad is served to consumers. Email marketing is a tool that, allows us to offer any goods and services, consumers can purchase any goods and services with terms they both are satisfied. Currently, e- marketing and e- commerce have acquired an important place in business and the economy. E - marketing main essence is to provide information about a product or service to the widest possible audience of potential customers.

- In Latvia is necessary to inform enterprises about e- marketing tools and their practical application, on the basis of world examples. An e- marketing strategy changes the company and helps to attract customers and promote sales.
- Build quality websites, and behave " decently " to suppress the consumer and create a desire to see the ad.
- Use social media as a first step in e- marketing, to easily understand how email marketing works.
- Internet campaigns need to be aesthetically, because first thing the consumer notice is the shape. It applies to all campaigns.
- E -mail marketing is one of the most effective channels to increase revenue. 80% of customers read email.
- 73 % of consumers want to see in the ads a unique story. 51% want to see just beautiful ads.
- 53.4% of Latvian companies have websites, companies employing 250 or more 91.7%, while the number of employed 10-49 people only 48.3%. small and medium-sized enterprises haven't understood the benefits of websites.
- 52% of companies in the world have found their customers through Facebook, about 50% of companies have developed their own marketing strategies.
- The website has all the important components in the analysis of the example all world-famous brands to be interactive.
- Any company with a website has greater potential customer base than the company without websites.
- Latvian companies that have reached the international level, don't use all available e-marketing tools. For example, some companies with websites, don't use social media.
- Web banner ads or banner usage, which are inserted into third party websites or blogs, increase awareness of the product.

➤ Partnership marketing remuneration obtained one or more partners for each customer attracted by the same contributed.

E-marketing tools - social media marketing, online article marketing, SEO, social platforms, social networks, websites, PPC, online social networks, blogs, partnership marketing, e-mail marketing, online article marketing.

Literatūra

- [1] Nezināms autors. (2014. gada 10. janvāris) Šis būs digitālā mārketinga gads, <http://www.7guru.lv/lasamgabali/sis-bus-digitala-marketinga-gads>, sk. 12.04.16.
- [2] Nezināms autors. (2014. gada 23. aprīlis) Marketing statistics 2014, <http://www.webdam.com/2014-marketing-statistics-infographic/>, sk. 12.04.16.
- [3] Qualman, E. (2010. gada 4. maijs) Growth of Social Media Statistics Video: Socialnomics, Retrieved June 20, from <http://www.cleancutmedia.com/internet/growth-of-social-media-statistics-video>
- [4] The Vocus blog (October 15, 2013) A Guide to Marketing in 2014. Expert Insights to Help You Plan Your Digital Marketing Mix. Retrieved April 10, from <http://www.vocus.com/blog/marketing-in-2014-guide>
- [5] Kotlers F. (2007) *MārketingsKotlers par mārketingu: kā radīt, iekarot tirgu un dominēt tajā*. Rīga: Lietišķās informācijas dienests., 269 lpp.
- [6] Kotler, P. (2009) *E-marketing tools*, Harvard: Harvard Business School Publishing Corporation, 2000.224 p., [Adobe Digital Edition], Retrieved April 11, from <http://cb.hbsp.harvard.edu/cb/product/9020-HTML-ENG>
- [7] Andersone, I. (2010. gada, marts) Sociāli atbildīgs mārketings: teorija un prakse. RTU zinātniskie raksti. Nr.20, 10.-18.lpp. <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/9573/fulltext.pdf>, sk. 03.04.16.
- [8] Stewart, A. etc. (2008) E-marketing in perspective: a three country comparison of business use of the Internet, *Marketing Intelligence & Planning*, Vol. 20 Iss: 4, pp.243 – 251. Retrieved April 03, from <http://www.emeraldgrouppublishing.com/products/journals/journals.htm?id=mip>
- [9] Rust T., R. (2008. gada, janvāris) What You Don't Know About Customer-Perceived Quality: The Role of Customer *Expectation Distributions*, Volume 18, Issue 1, pp. 77-92., Retrieved April 04, from <http://dx.doi.org/10.1287/mksc.18.1.77>
- [10] Chaffey, D (2013. Gada 16. decembris) *Digital marketing statistics to inform your marketing in 2014*, Retrieved April 04, from <http://www.smartinsights.com/managing-digital-marketing/marketing-innovation/digital-marketing-statistics-2014/>
- [11] J. Stanley (February 23. 2016) *Social media facts and statistics for 2016*. Retrieved 04. April from <http://growingsocialmedia.com/social-media-facts-and-statistics-for-2016/>
- [12] Latvijas interneta asociācija (2013. gada 5. jūnijs) *Statistika*, <http://www.lia.lv/statistika/>, sk. 04.04.16.
- [13] J. Stanley (February 23. 2016). *Social media facts and statistics for 2016*. Retrieved 04. April from <http://growingsocialmedia.com/social-media-facts-and-statistics-for-2016/>
- [14] Ščulovs, D. u.c... (2010) E-Mārketings kompleks elektroniskajā mārketīgā, *RTU zinātniskie raksti*. 3. sēj., 117.-123. lpp., <http://www.science.lv/publications/9600/>, sk. 10.04.16.
- [15] Olaf, Kopp. (2015. gada maijs) *Entwicicklung einer Online Marketing Strategie*, Retrieved April 12, form <http://www.sem-deutschland.de/google-adwords-tips/so-entwickelt-man-eine-passende-online-marketing-strategie/>
- [16] Qualman, E. (2010. gada 4. maijs) *Growth of Social Media Statistics Video: Socialnomics*. Retrieved April 10, from <http://www.cleancutmedia.com/internet/growth-of-social-media-statistics-video>
- [17] Roderick, J. etc.(2007) Is e-marketing coming of age? An examination of the penetration of e-marketing and firm performance, *Interactive Marketing*. Vol. 21, Issue 1, pp 2–21, Retrieved April 10, from <http://onlinelibrary.wiley.com/browse/publications?type=journal>
- [18] Rust T., R. (01.02.2000) What You Don't Know About Customer-Perceived Quality. *The Role of Customer Expectation Distributions*. Volume 18 Issue 1, pp. 77-92. . Retrieved April 12, from <http://dx.doi.org/10.1287/mksc18.1.77>
- [19] Roderick, J. etc. (2007) Is e-marketing coming of age? An examination of the penetration of e-marketing and firm performance, *Interactive Marketing*, Vol. 21, Issue 1, pp 2–21, Retrieved April 10, from <http://onlinelibrary.wiley.com>
- [20] Reynolds J. (2010) *E-business Management Perspective*. Oxford New York: Oxford University Press, pp.543
- [21] Hughes, T.J, (2002) Marketing principles in the application of e-commerce, *Qualitative Market Research: An International Journal*, Vol. 5 Iss: 4, pp.252 – 260.
- [22] Stone, M. D., Woodcock, N. D. (2014) Interactive, direct and digital marketing: A future that depends on better use of business intelligence, *Journal of Research in Interactive Marketing*, Vol. 8 Iss: 1, pp.4 – 17.

KOKSNES IZSTRĀDĀJUMU (KARTONA) APSTRĀDE AR MAZJAUDĪGU DIOŽU LĀZERI UN APSTRĀDES PARAMETRU OPTIMIZĒŠANA

WOOD PRODUCTS (CARTON) TREATMENT WITH LOW POWER DIODE LASER AND OPTIMIZATION OF PROCESSING PARAMETERS

Autori: **Antons Pacejs, Artūrs Diduhs, Aleksandrs Novikovs**, e-pasts: mehi2015@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Pāvels Narica, Dr.phys., doc.**, e-pasts: pavels.narica@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas alejas 115, Rēzekne,

Abstract. *The Embalser is designed as an affordable entry-level laser cutter and engraver. Ideally suited to the hobbyist, artist and professional who is looking for a laser which is simple to use and without all the complexities of CO2 based system. The 4 watts of laser power (1/10th the power of a standard CO2 system), is more than capable of working with materials such as paper, leather and some plastics. Optimizing the parameters could succeed in improving final result.*

Keywords: *Laser, laser cutting, easy to use, optimizing the parameters speed and power.*

Ievads

Mūsdienās, dzirdot vārdu lāzers, neviens vairs nav tik lielā neizpratnē. Lāzertehnoloģijas jau krietnu laiku ir sastopamas cilvēku ikdienišķā dzīvē. Mēs esam iemācījušies griezt, gravēt, noņemt rūsas, apstrādāt gandrīz visa veida materiālus u.t.t, un tas viss pateicoties tam, cik strauji attīstās tehnoloģijas lāzeriekārtu jomā. Tie kļuva kompakti, kā arī ir viegli lietošanā, kas, savukārt, ļauj izmantot lāzerus jebkuram interesentam.

Šajā darbā mēs izskatīsim problēmas, to iespējamās risinājumus, kas saistītas ar dažādu krāsu kartona papīra lāzerapstrādi.

Darba izstrādes laikā tika gūtas papildus zināšanas un praktiskais darbs ar lāzertehnoloģijām.

Darba mērķis sastāv no 2 daļām. Uzzināt kā mainās lāzera iedarbība uz dažādām kartona papīra krāsām atkarībā no lāzera iestatītiem parametriem, no iegūtiem rezultātiem izvēlēties un piemērot optimālos parametrus, kas ļauj efektīvāk izpildīt darbu, piemēram gravēt un griezt.

Pētījuma objekti un metodes

Pētījuma objekti - lāzera iekārta Emblaser A3, Nichia 9mm445 laser diode 4W. (Class 4) (1.att.) Plaša pielietojuma tālummaiņas mikroskops MULTIZOOM AZ100. (2.att.) Dažādu krāsu kartona papīrs. (3.att.) Izmantojot Multizoom mikroskopu mēs noteicām mūsu izvēlētajās katras krāsas RGB kodus. (1.tab.)

1.tabula

Krāsu RGB kodi

Krāsa;RGB	Red	Green	Blue
Sarkana	253	56	35
Zaļa	146	229	89
Dzeltena	246	206	34
Oranža	255	117	13
Rozā	251	121	121



1.attēls Laser Enblaser A3, 4W



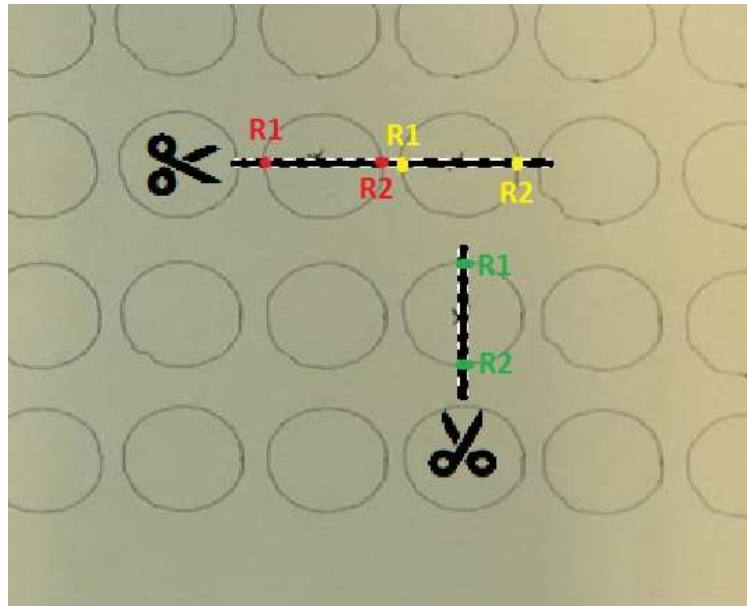
2.attēls Mikroskops Multizoom AZ100

Mikroskops iepriekš tika kalibrēts. Pētījums bija veikts palielinājumā $24\times(0,20\ \mu\text{m}/\text{px}) @ 2560\times 192$

Pētījumā izmantojām A4 formāta kartona papīru piecās krāsās: sarkanā, dzeltenā, oranžā, zaļā un rozā. Specializētā (Cut2D) programmā izveidojām infografiku, kurā ietilpa pa X asi - jauda(%) ar soli 10%, pa Y asi - ātrums(mm/s) ar soli 10mm/s. No katra parauga tika izgriezta šaura strēmelīte tā, lai šķērsotu 3 aplīšus. Mērījumos tika ņemti vērā divi izmēri R1 un R2, kuriem aprēķinot vidējo aritmētisko ieguvām gala rezultātu. (3.1.att.)



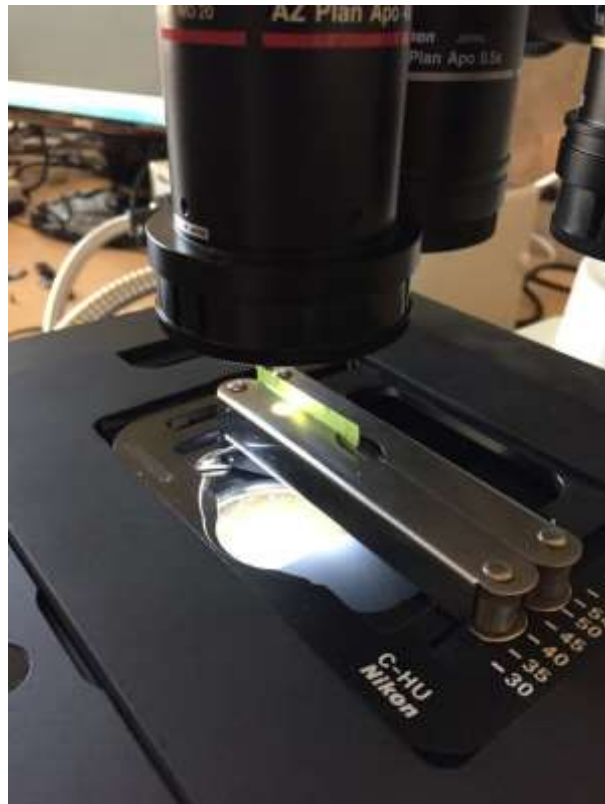
3.attēls Paraugs



3.1.attēls Paraugs tuvplānā

Novietojot sānus iepriekš izgrieztās strēmelītes, nostiprinot tās nekustīgā, perpendikulārā stāvoklī pret mikroskopa lēcu, ar mikroskopa palīdzību varējām nolasīt R1 un R2 izmērus. (3.1. un 4.att.) Kopā tika veikti 6 mērījumi katrai krāsai.

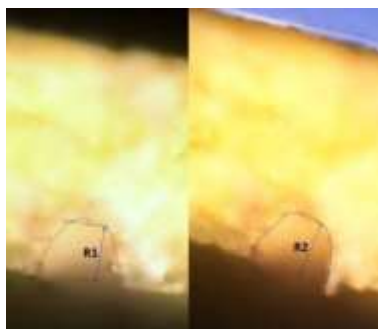
Mūsu viens no uzdevumiem bija izpētīt kā dažādu krāsu kartons ietekmē lāzergriešanu. Pētījuma sākuma procesā pat ar neapbruņotu aci varējām saskatīt, ka viens un tas pats infografiks ir atšķirīgs uz dažādām krāsām, tas deva papildus stimulu strādāt tālāk.



4.attēls Parauga novietojums zem mikroskopa lēcas

Mērījumu tabulas

Visi izmēri tika mērīti mikrometros, jeb 1×10^{-6} m. Sekojošie izmēri tika iegūti novietojot izgriezto lapas strēmelīti sānus, perpendikulātri mikroskopa lēcai, tā, lai ar mikroskopa palīdzību būtu iespējams novērot lāzera “griezuma” vietu.



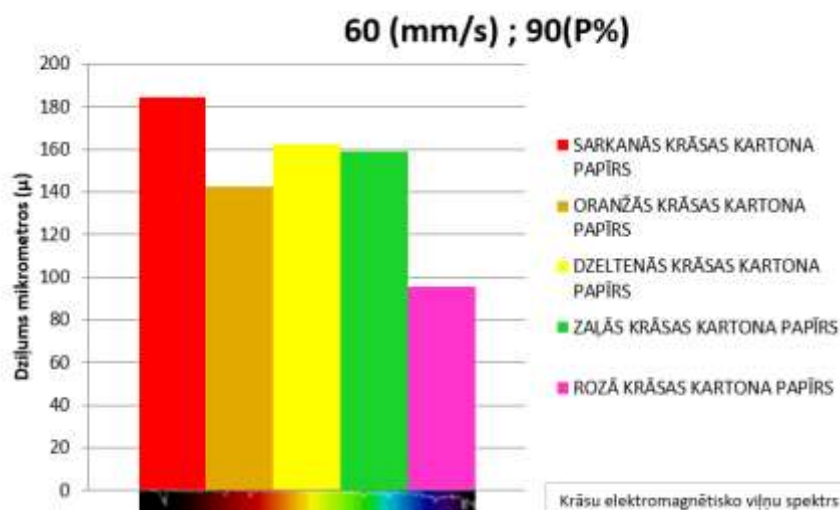
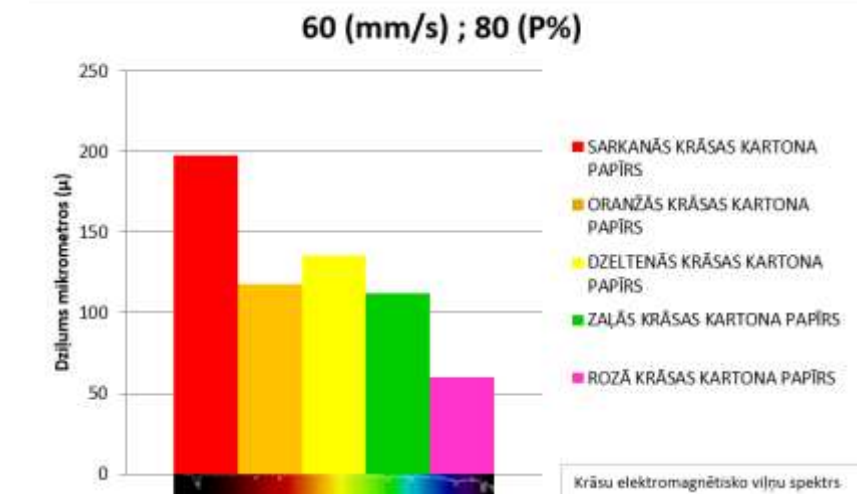
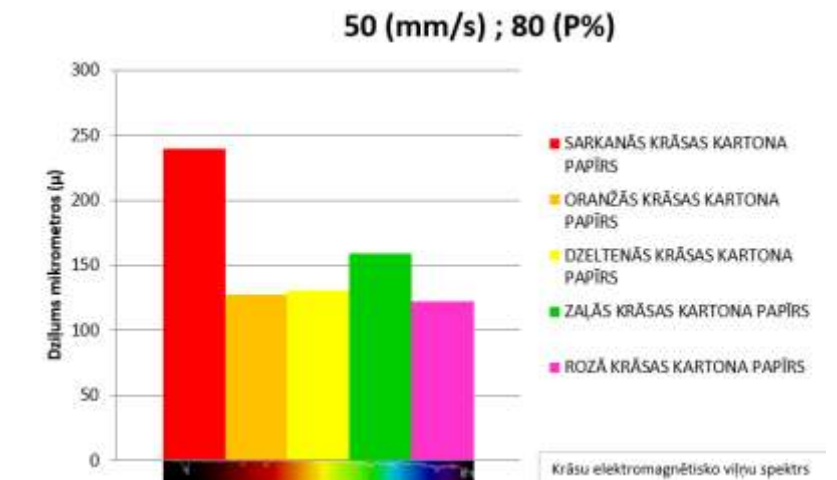
4.1.attēls Izgrieztā papīra strēmelīte novietota sānus

1.tabula

Lāzera ietekme uz dažādu krāsu kartona papīru atkarībā no lāzera uzstādītiem parametriem

DZELTENĀS KRĀSAS KARTONA PAPIĒRS					
Ātrums(mm/s)	Jauda(%)	R1 (μm)	R2 (μm)	Rvid. (μm)	
50	80	135,09	125,87	130,48	
60	80	127,54	143,74	135,64	
60	90	172,74	152,24	162,49	
SARKANĀS KRĀSAS KARTONA PAPIĒRS					
Ātrums(mm/s)	Jauda(%)	R1 (μm)	R2 (μm)	Rvid. (μm)	
50	80	231,14	247,72	239,43	
60	80	226,56	168,96	197,76	
60	90	170,89	197,46	184,175	
ZAĻĀS KRĀSAS KARTONA PAPIĒRS					
Ātrums(mm/s)	Jauda(%)	R1 (μm)	R2 (μm)	Rvid. (μm)	
50	80	156,6	161	158,8	
60	80	93,6	130,56	112,08	
60	90	119,59	198,55	159,07	
ORANŽĀS KRĀSAS KARTONA PAPIĒRS					
Ātrums(mm/s)	Jauda(%)	R1 (μm)	R2 (μm)	Rvid. (μm)	
50	80	134,71	119,91	127,31	
60	80	108,79	127,48	118,135	
60	90	123,82	161,53	142,675	
ROZĀ KRĀSAS KARTONA PAPIĒRS					
Ātrums(mm/s)	Jauda(%)	R1 (μm)	R2 (μm)	Rvid. (μm)	
50	80	149,42	95,55	122,485	
60	80	43,74	76,44	60,09	
60	90	114,36	76,49	95,425	

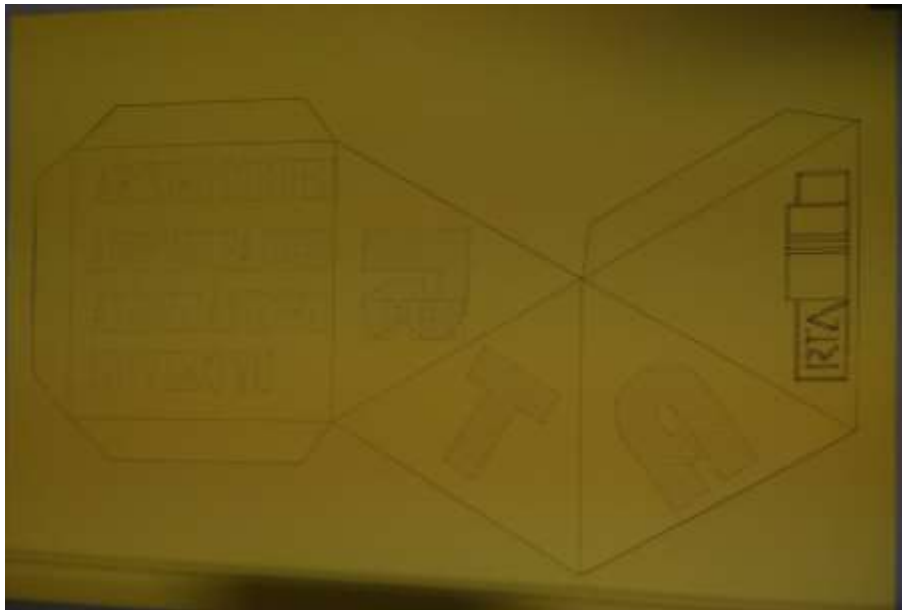
Pateicoties nolasītiem izmēriem, varējām izveidot grafikus ar kuru palīdzību var novērot kā mainās griezuma dziļums atkarībā no lāzera uzstādītiem parametriem un kartona papīra krāsas.



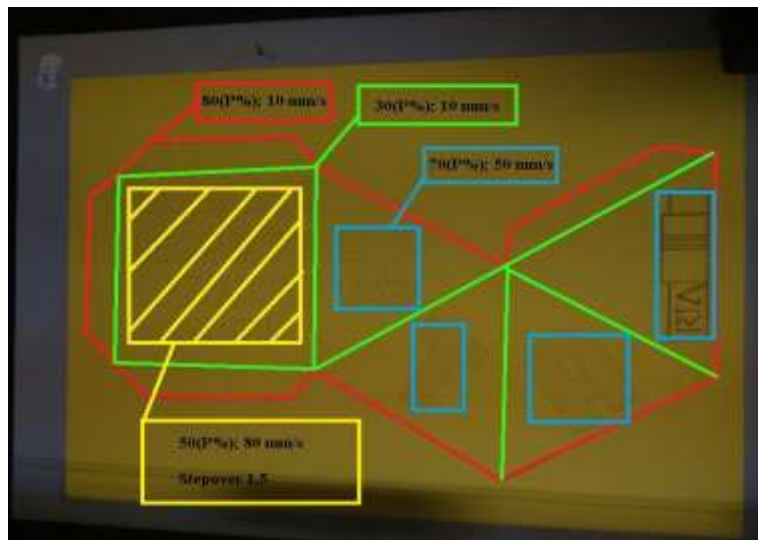
Rezultāti un to izvērtējums

Pateicoties šiem mērījumiem mēs varējām secināt, kādi lāzera parametri ir piemēroti griešanai un gravēšanai. Šie rezultāti mums palīdzēja izveidot šablonu no kartona papīra, kuru salokot, var izveidot nepieciešamo figūru, mūsu gadījumā mēs izvēlējāmies veidot piramīdu.

Galvenās problēmas, kuras tika atrisinātas pētījuma laikā, bija jautājums, kādus parametrus uzstādīt katrai līnijai, jo, piemēram, kontūra līnijai jāizgriež šablons pilnībā. Savukārt, tām līnijām, kuras domātas locīšanai jābūt izgrieztām tikai uz pusi, burtu līnijām jābūt labi saskatāmām, bet neizgrieztām, lai nesabojātu figūru, tā mēs arī sameklējām labākos parametrus.

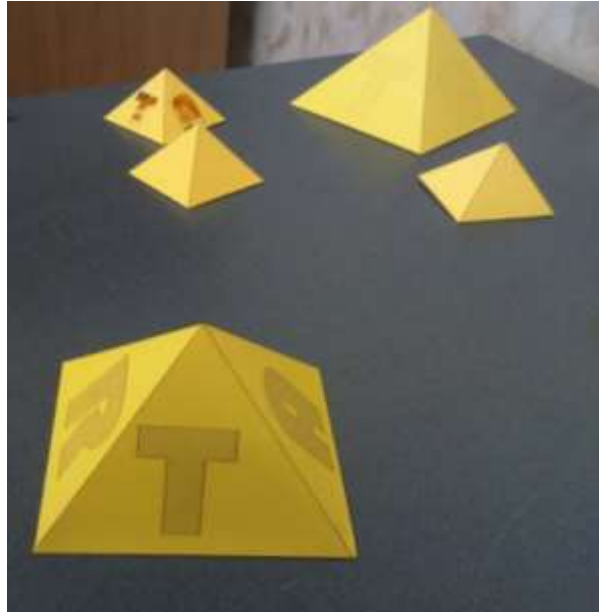


5. attēls Piramīdas šablons

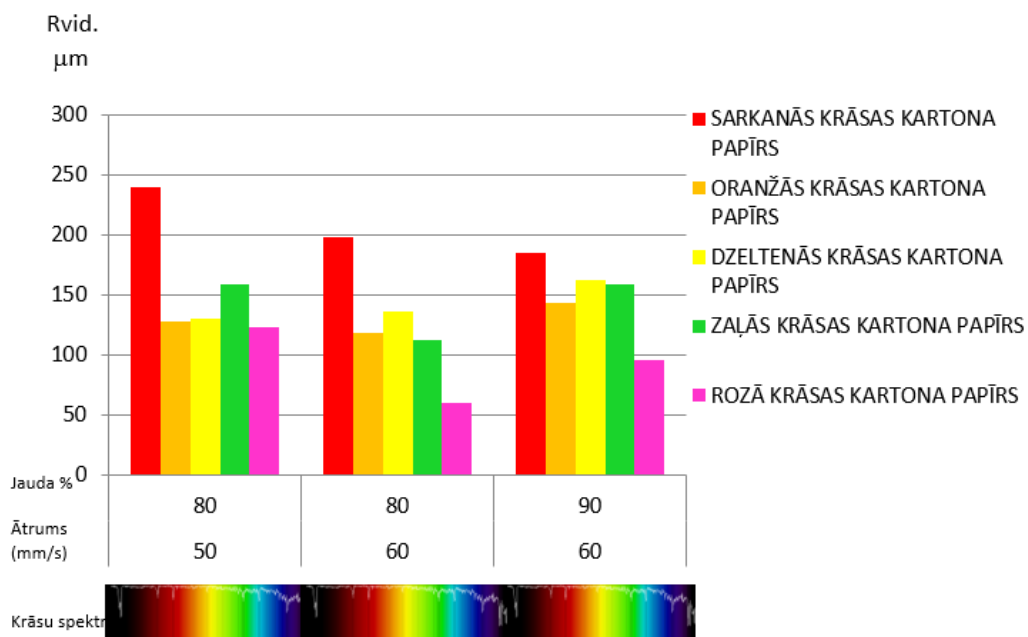


6. attēls Piramīdas šablons ar līniju parametriem

Darba gaitā mēs izvēlējāmies optimālākos parametrus priekš dzeltenās krāsas kartona papīra, tie ir: Kontūra līnijas, kas paredzētas pilnīgai sagriešanai – 50 (P%); 80 (mm/s). Locījumu vietu līnijas – 30 (P%); 10 (mm/s). Gravēšanas līnijas, burtu uzrakstiem – 70 (P%); 50 (mm/s).



7. attēls Gala rezultāts



Secinājumi

Izpētot lāzera absorbciju uz dažādiem krāsu materiāliem var secināt, ka vislabāk viņš griež sarkanās krāsas kartonu, bet rozā krāsu, kas atrodas elektromagnētisko viļņu spektra otrā pusē griež visvājāk. Šos rezultātus varēja salīdzināt un noteikt kādas krāsas materiālu izmantot priekš kāda noteikta eksperimenta, kā arī ar kādu jaudu un ātrumu labāk griezt piemēram, lai iegūtu vienāda dziļuma kanālus priekš piramīdas modeļa locījuma vietām vai arī gravējot, lai tiktu apstrādāta tikai augšējais slānis. Veicot mērījumus ar mikroskopus varēja secināt, ka kartons nav visur vienāda biezuma vietām tas bija biezāks, vietām tas bija plānāks, protams, turot rokās un ar neapbruņoti aci skatoties to never pamanīt vai sataustīt.

ELEKTRONISKIE RĒĶINI ELECTRONIC INVOICING

Autori: **Vitālijs Pavlāns**, e-pasts: vitalijs.pavlans@gmail.com,

Eduards Purviņš, e-pasts: eduards.purvins84@gmail.com,

Zinātniskā darba vadītājs: **Sandra Ežmale, Dr.oec.**, e-pasts: sandra.ezmale@rta.lv

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract. *The aim of the article is to explore the specificity of electronic billing in the Republic of Latvia and other countries of the European Union, to compare it, establish the issues related to the use of electronic bills as well as elaborate suggestions to prevent them. As a result of the work the authors elaborated suggestions for a conception of electronic bills, analysed the advantages and potential benefits of the offered conception.*

Keywords: *accounting systems, electronic bills, electronic invoices, government, tax administration*

Ievads

Raksta ietvaros ir veikta analīze par pašlaik izmantojamo elektronisko rēķinu izveidi, apriti, nogādāšanu, uzglabāšanu un apstrādi. Rakstā tika raksturota pastāvošā situācija, normatīvais regulējums un konstatētas problēmas saistībā ar elektronisko rēķinu vidi. Izstrādes gaitā tika izstrādāti priekšlikumi elektronisko rēķinu nākotnes koncepcijai, ko, pamatojoties uz darbā izdarītajām atziņām, varētu ieviest visaptverošā valstiskā līmenī vienlaicīgi, sakārtojot ne vien elektronisko rēķinu uz šo brīdi neatrisinātās problēmas, bet arī palielinot nodokļu iekasēšanas efektivitāti, samazinot administratīvo slogu uzņēmējiem. Darba gaitā laikā autori ieguva ne tikai teorētiskās zināšanas par elektroniskajiem rēķiniem, bet arī apzinoties pastāvošās problēmas spēja piedāvāt jaunu elektronisko rēķinu koncepciju.

Elektroniskā rēķina jēdziens

Atbilstoši Elektronisko dokumentu likuma (EDL) 1.panta 3.daļai par elektronisko dokumentu ir uzskatāmi jebkuri elektroniski radīti, uzglabāti, nosūtīti vai saņemti dati, kas nodrošina iespēju tos izmantot kādas darbības veikšanai, tiesību īstenošanai un aizsardzībai[1,2,3].

Savukārt, Elektronisks rēķins (e-rēķins), atbilstoši elektroniska rēķina standartam, ir elektronisks dokuments, kurš ir radīts, pārsūtīts, apstrādāts, arhivēts elektroniskā vidē (resursu vadības un citos datu apmaiņas un apstrādes risinājumos) un elektroniski parakstīts. Tā dzīvescikls ir atsekojams un pilnībā elektronisks[4].

Elektroniska rēķina noformējums

Elektroniska rēķina izveidi Latvijā reglamentē [4,5]:

- Likums par grāmatvedību,
- Elektronisko dokumentu likums,
- Elektronisko dokumentu standarti,
- Latvijas Republikas e-rēķina standarts.

Dokumentu juridiskais spēks paredz, ka to ietekmē [6,7] dokumenta autora nosaukums, dokumenta datums, paraksts, adresāts un citi rekvizīti.

Izņemot juridiska spēka noteicošos rekvizītus, pastāv arī pamatprasības attaisnojuma dokumentiem, kuras ir noteiktas likuma "Par grāmatvedību" 7.pantā un tiem jāsaturs šādi rekvizīti un informācija par darījumu[7,8]:

1. dokumenta autora nosaukums (firma), bet, ja dokumenta autors ir fiziskā persona, — vārds un uzvārds;

2. dokumenta autora reģistrācijas numurs, un, ja dokumenta autors ir fiziskā persona, — personas kods;
3. ārējam attaisnojuma dokumentam arī juridiskā adrese vai adrese (ja dokumenta autors saskaņā ar likumu nav jāreģistrē), bet, ja dokumenta autors ir fiziskā persona, — arī personas norādītā adrese vai, ja tāda nav norādīta, deklarētās dzīvesvietas adrese;
4. dokumenta veida nosaukums (piemēram, rēķins, pavadzīme, kases ieņēmumu orderis, EKA čeks u.tml.);
5. dokumenta datums;
6. dokumenta reģistrācijas numurs;
7. paraksts, izņemot likuma "Par grāmatvedību" 7.1. pantā minētos gadījumus;
8. saimnieciskā darījuma dalībnieki, norādot katra saimnieciskā darījuma dalībnieka nosaukumu (firmu), reģistrācijas numuru, juridisko adresi, bet, ja saimnieciskā darījuma dalībnieks ir fiziskā persona, — norādot vārdu un uzvārdu, personas kodu, personas norādīto adresi vai, ja tāda nav norādīta, deklarētās dzīvesvietas adresi;
9. saimnieciskā darījuma apraksts, pamatojums un mērītāji (daudzumi, summas), bet tiesību aktos noteiktajos gadījumos — arī cita informācija par saimniecisko darījumu.

[Elektronisko dokumentu likuma](#) 3.pantā noteikts, ka prasība pēc dokumenta rakstveida formas attiecībā uz elektronisko dokumentu ir izpildīta, ja elektroniskajam dokumentam ir elektroniskais paraksts un elektroniskais dokuments atbilst citām normatīvajos aktos noteiktajām prasībām.

Tas nozīmē, ka dokumenta elektroniska sagatavošana tam automātiski nepiešķir elektroniskā dokumenta statusu. Savukārt elektroniskā dokumenta būtība ir tā, ka tam jābūt parakstītam ar drošu elektronisko parakstu vai ar elektronisko parakstu, par to iepriekš vienojoties, turklāt saņēmējam jābūt iespējai to identificēt [9].

Elektroniskā paraksta izvēle

Pamatojoties uz normatīvo aktu prasībām, var secināt, ka pie e-rēķiniem var pieskaitīt rēķinus, kuri ir parakstīti ar [7]:

- drošo elektronisko parakstu,
- drošo elektronisko parakstu ar laika zīmogu,
- elektronisko parakstu, par kuru pastāv arī rakstiskai vienošanās starp abām pusēm par šāda paraksta lietošanu.

Lai veiktu attiecīga paraksta izvēli, ir svarīgi saprast atšķirību starp drošu elektronisko parakstu, ko izsniedz Latvijas Valsts radio un televīzijas centrs, un elektronisko parakstu, kas var būt izstrādāts kā jebkuras informācijas sistēmas modulis.

Saskaņā ar [Elektronisko dokumentu likumu](#) drošs elektroniskais paraksts [3,10]:

- ir piesaistīts vienīgi parakstītājam;
- nodrošina parakstītāja personas identifikāciju;
- radīts ar drošiem elektroniskā paraksta radīšanas līdzekļiem, kurus var kontrolēt tikai parakstītājs;
- ir saistīts ar parakstīto elektronisko dokumentu tā, lai vēlākas izmaiņas šajā dokumentā būtu pamanāmas;
- kā arī tas ir apliecināts ar kvalificētu sertifikātu.

Savukārt elektroniskais paraksts ir "elektroniski dati, kas pievienoti elektroniskajam dokumentam vai loģiski saistīti ar šo dokumentu, nodrošina elektroniskā dokumenta autentiskumu un apstiprina parakstītāja identitāti".

Parakstot attaisnojuma dokumentus ar drošu elektronisko parakstu, Latvijas Valsts radio un televīzijas centrs aicina lietot laika zīmogu, jo tas ir elektroniski parakstīts apstiprinājums tam, ka elektroniskais dokuments ir noteiktā datumā un laikā iezīmēts pie sertifikācijas pakalpojumu sniedzēja[10].

Elektronisko rēķinu pielietojums

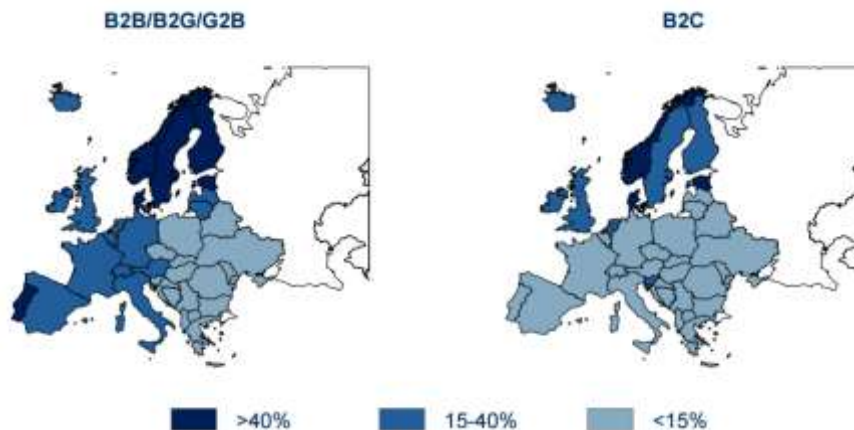
Saskaņā ar Eiropas Komisijas (EK) ekspertu grupas secinājumiem e-rēķinu ieviešana tautsaimniecībā ļautu ietaupīt 5-15 EUR uz vienu rēķinu. To izmantošana nodrošina īsākus maksājumu termiņus, mazāk kļūdu, samazina drukāšanas un pasta izmaksas un, pats galvenais, nodrošina pilnībā integrētu apstrādi. Tādēļ īpaša e-rēķinu iezīme ir to potenciālā automatizācija - e-rēķinus var sastādīt un nosūtīt no pakalpojumu sniedzēja finanšu uzskaites sistēmas uz saņēmēja sistēmām. Tādējādi lielākā daļa ekonomisko ieguvumu nerodas no ietaupījumiem par poligrāfijas un pasta izdevumiem, bet automatizējot visu procesu no pasūtījuma līdz pat maksājumam[11].

Visi šie ieguvumi, no e-rēķinu lietošanas, atspoguļojas e-rēķinu izmantošanas īpatsvara pieauguma veidā (skat. 1.tabulu, 1. un 2. attēlu).

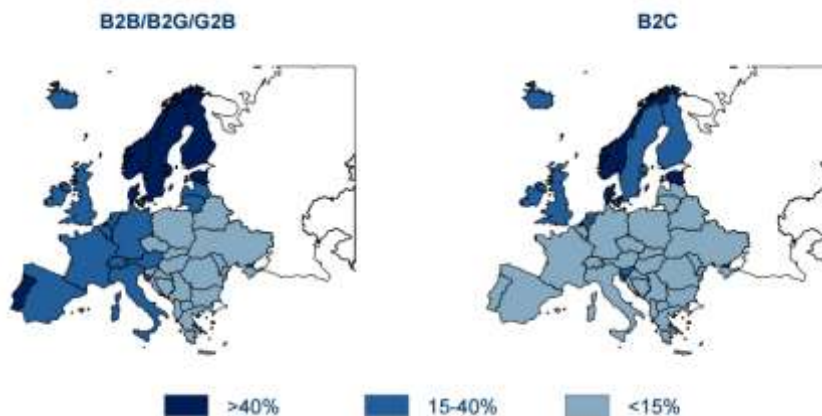
1.tabula

E-rēķinu izmantošanas īpatsvars Eiropā 2009-2014. gados [12].

E-rēķinu pielietojums	2009	2010	2011	2012	2013	2014
B2C	6%	7%	10%	11%	13%	14%
B2B/B2G/G2B	7%	10%	13%	15%	20%	24%



1.attēls E-rēķinu izmantošana Eiropā 2014.gadā[12].



2.attēls Prognozēta E-rēķinu izmantošana Eiropā 2016.gadā[13]

Elektronisko rēķinu koncepcija

Izpētot elektronisko rēķinu lietošanas pieredzi Latvijā un Eiropas Savienības valstīs, darba autori ir nonākuši pie secinājuma, ka ir nepieciešams izstrādāt un piedāvāt ieinteresētam organizācijām un iestādēm savu koncepciju par elektronisko rēķinu turpmāku izmantošanu Latvijas Republikā.

Autoru ieskatā uz šo brīdi pastāvošajā situācijā eksistē vairāki veidi ar elektroniskajiem rēķiniem, kas savā starpā nav savietojami, bez speciāli izstrādātiem rīkiem, turklāt bieži vien dokumenti, ko pieņemts uzskatīt par elektroniskiem rēķinam ar uzrakstu “Rēķins ir sagatavots elektroniski un ir derīgs bez paraksta” nemaz nav elektroniskie rēķini un tiem nav nekāda juridiska spēka, jo tie nesatur nedz pašrocīgu parakstu, nedz elektronisku parakstu, ka arī bieži vien tie tiek šādi arī izdrukāti, tādējādi laužot galveno elektroniskā rēķina priekšnosacījumu – pilnu elektronisku ciklu.

Šobrīd elektronisko rēķinu pakalpojumus piedāvā vairāki privātie uzņēmumi, kas katrs attīsta savu elektronisko rēķinu stratēģiju, vīziju un izmantošanas nianses, to starpām pazīstamākie ir Swedbank, OMNIVA, Itella u.c. Papildus šiem gandrīz katra kompānija, kurai ir personificēts klientu portāls piedāvā elektroniskos rēķinus saņemt arī savā klientu portālā. Līdz ar šo daudzveidību, atšķirīgu pieeju, atšķirīgiem uzdevumiem un biznesa izpratni katrs elektroniskā rēķina formāts tiek izveidots atšķirīgi.

Līdz ar atšķirīgiem un pēc dažādiem principiem veidotām informācijas sistēmām, kas izveido, uzglabā un nogādā adresātam elektroniskos rēķinus, nav arī kopējā risinājuma elektronisko rēķinu dzīves cikla turpināšanai, integrēšanai rēķinu saņēmēju grāmatvedības sistēmās, uzglabāšanai un informācijas nodošanai kontrolējošo institūciju rīcībā.

Autori nonāca pie secinājuma, ka ar valsts regulējuma palīdzību ir jāizveido un jāievieš koncepcija elektronisko rēķinu apstrādei, sagatavošanai, nogādāšanai un uzglabāšanai.

Autoru ieskatā šo elektronisko rēķinu koncepciju ir nepieciešams balstīt nevis uz privātajā sektorā esošajiem piedāvājumiem, bet gan uz valsts iestāžu esošo elektronisko sistēmu bāzi. Vispiemērotākā sistēma elektronisko rēķinu apstrādei būtu Valsts ieņēmumu dienesta uzturētā elektroniskās deklarēšanas sistēma, savukārt lai elektroniskie rēķini būtu maksimāli integrējami, ērti lietojami globalizācijas apstākļos, būtu nepieciešams elektronisko rēķinu struktūras izstrādi balstīt uz Cross Industry Invoice standartu, kas ir veidots tā, lai nodrošinātu elektronisko rēķinu izmantošanu ļoti plašā biznesa jomu spektrā un vienlaikus ietver virkni klasifikatorus un identifikatorus, kas atvieglo datu translēšanas problēmas.

Jau šobrīd ikviens uzņēmējs veiksmīgi izmanto Valsts ieņēmumu dienesta Elektroniskās deklarēšanas sistēmu, kas sevi pierādījusi, kā drošs un uzticams rīks, kādā veidā komunicēt ar šo valsts iestādi. Izveidojot valstiski regulētu elektronisko rēķinu platformu tieši šajā sistēmā, kuras obligātā lietošana ir noteikta visiem uzņēmumiem, nerastos jautājums par lietotāju piesaisti un elektronisko rēķinu popularizēšanu, kas ļautu ekonomēt resursus, lai izveidotu patiesi ērtu, visaptverošu un savietojamu elektronisko rēķinu sistēmu.

Piedāvātās koncepcijas idejiskā līmenī ikviens rēķina izsniedzējs, izmantojot manuālo datu ievadīšanas metodi, vai integrējot sava uzņēmuma grāmatvedības sistēmas ievada standartizētos rēķina datus Valsts ieņēmumu dienesta Elektroniskās deklarēšanas sistēmas atsevišķi izveidotajā sadaļā “Rēķini”. Gadījumā, ja rēķina saņēmējs ir Latvijas Republikas nodokļa maksātājs, tas, ielogojoties sistēmā ar saviem pieslēgšanas rīkiem, uzreiz redz tam izrakstītos rēķinus, ko var akceptēt, vai attiekties pieņemt. Pateicoties unificētajam elektronisko rēķinu standartam (CII), kuru lieto lielākā daļā Eiropas Savienības valstu, tas bez jebkādiem papildus risinājumiem var lejupielādēt un importēt datus savā grāmatvedības datorprogrammā, savukārt pats elektroniskais rēķins netiek nedz izdrukāts, nedz saglabāts lokāli, bet paliek valsts uzturētajā mākoņskaitļošanas servisā.

Bez acīmredzamiem ieguvumiem un priekšrocībām privātajam biznesam tieši šāda elektronisko rēķinu koncepcija, neskatoties uz lielām investīcijām informācijas tehnoloģijās, paredz ievērojamu ieguvu arī nodokļu iekasēšanas uzlabošanas veidā un administratīvā sloga samazināšanas veidā.

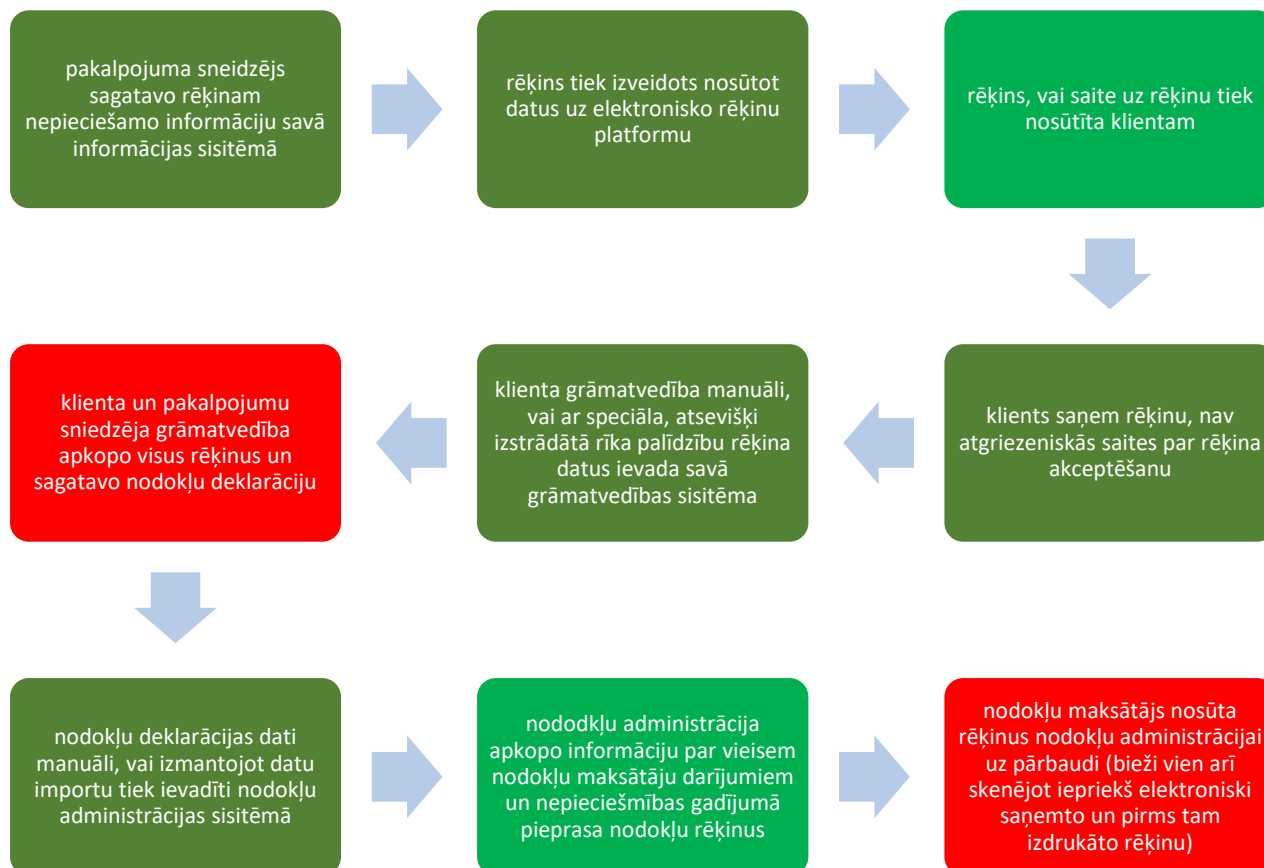
Sakarā ar to, ka visi rēķini tiks izveidoti un sagatavoti valsts uzturētajā platformā elektroniski – nodokļu administrācija iegūs plašu informāciju par starp nodokļu maksātājiem notiekošajiem darījumiem reālā laika režīmā, laicīgi spējot veikt nepieciešamos kontroles pasākumus un bez liekiem administratīviem resursiem iegūt visaptverošo informāciju par notiekošajiem darījumiem, tādējādi samazinot ēnu ekonomikas negatīvo ietekmi un palielinot nodokļu iekasēšanas efektivitāti.

Kā papildus ieguvums ir administratīvā sloga samazināšana, jo, pieņemot, ka visi rēķini ir izrakstīti, apstiprināti un glabājas Valsts ieņēmumu dienesta Elektroniskās deklarēšanas sistēmā, lai izveidotu kārtējo nodokļa deklarāciju nodokļu maksātājam, atliks vien apstiprināt visus saņemtos un izrakstītos rēķinus iekļaušanai pārskatā, un nebūs nepieciešama to atkārtota apstrāde. Līdz ar to deklarāciju sagatavošana nodokļu administrācijai lielākajā daļā kļūtu par salīdzinoši vienkāršu un viegli paveicamu uzdevumu.

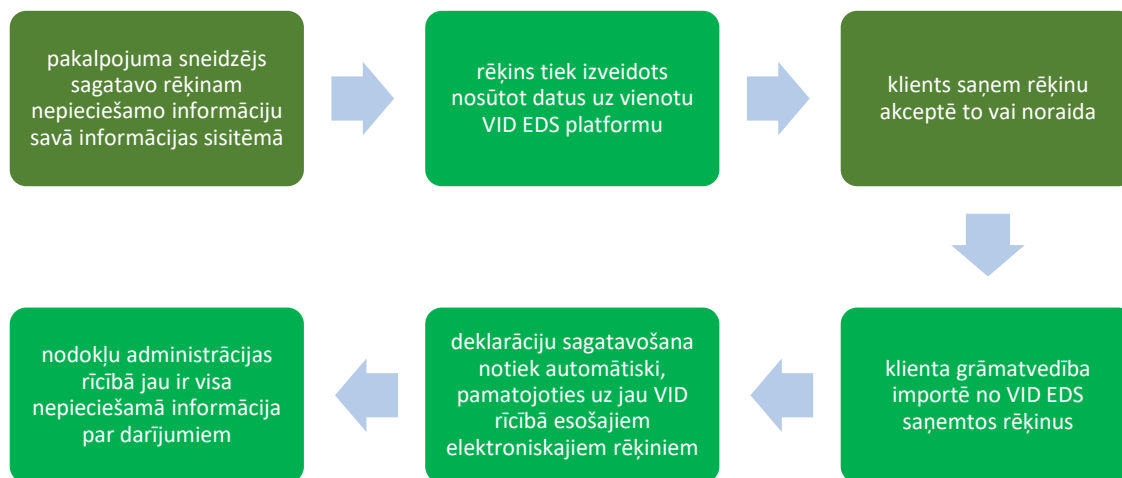
Lai attēlotu pastāvošo situāciju ar elektronisko rēķinu apstrādi autori ir izveidojuši shēmu (skatīt 1. shēmu) ar šobrīd pastāvošo kārtību un koncepcijā izstrādāto kārtību (skatīt 2. shēmu), ar zaļu krāsu atzīmējot pilnīgi automatizētos procesus, ar dzeltenu daļēji automatizētos procesus, ar sarkanu manuāli izpildāmos procesus.

1. shēma

Pastāvošā elektronisko rēķinu aprīte



Piedāvātā elektronisko rēķinu aprīte



Secinājumi

Darba izpildes gaitā sasniegti šādi rezultāti:

- apkopota informācijā par elektronisko rēķinu aprīti, apstrādi, uzglabāšanu un izmantošanu;
- izstrādāti priekšlikumi valsts nozīmes koncepcijai elektronisko rēķinu aprītei nākotnē, ņemot vērā pastāvošās problēmas un citu ES valstu pieredzi;
- veikta izstrādātās koncepcijas ieviešanas paredzamo rezultātu analīze.

Summary

The article deals with the analysis of the existing situation concerning the electronic billing in Latvia as well as identification of issues thereof. The article provides proposals for new conception of turnover, use, keeping of electronic bills, and also suggestions aimed at arrangement of the electronic billing environment and popularization of electronic bills.

Assessing the potential benefits of the elaborated conception, the authors arrived at a conclusion that using the theoretical insights obtained as a result of this work, with small contributions in improvement of the IT infrastructure at the national level, it is possible to achieve a simple and transparent electronic invoice application in routine of companies, thus facilitating the decrease of shadow economy.

Literatūra

1. <http://ifinances.lv/raksti/gramatvediba/dokumenti/elektronisko-rekinu-noformesana/6589>
2. <http://ifinances.lv/raksti/gramatvediba/dokumenti/rekins-derigs-bez-paraksta>
3. LR Elektronisko dokumentu likums
4. http://lata.org.lv/wp-content/conf/Efektivitate/LATA_Erekinu_standarts_JanisKronbergs.pdf
5. <http://www.erekins.info/cms/files/objects2/0/000/008/CII%20standarta%20datnes%20apraksts.final.v1.2.pdf>
6. MK Noteikumi par grāmatvedības kārtošānu un organizāciju
7. <http://ifinances.lv/raksti/pasnodarbinatais/gramatvediba/gramatvedibas-attaisnojuma-dokumenti/8187>
8. Likums par grāmatvedību
9. <http://ifinances.lv/raksti/gramatvediba/dokumenti/rekins-derigs-bez-paraksta>
10. <http://ifinances.lv/raksti/gramatvediba/dokumenti/vai-vienosanas-par-elektroniskajiem-rekiniem-ir-obligata/6516>
11. <http://m.db.lv/tehnologijas/izveidots-es-rekomendacijam-atbilstoss-e-rekina-standarts-443876?from-full>
12. http://www.billentis.com/einvoicing_ebilling_market_overview_2014.pdf
13. http://www.billentis.com/einvoicing_ebilling_market_overview_2016.pdf

ITIL STANDARTA IEVIEŠANA MAZĀ UZŅĒMUMĀ *ITIL IMPLEMENTATION IN SMALL BUSINESS*

Autori: **Artis Piterāns**, e-pasts: artis92@inbox.lv, **Vadims Ņemņasevs**, e-pasts: nemvad@gmail.com, **Alīna Pavļukaite**, e-pasts: alina.pavlucaite@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: **Artis Teilāns, Dr.sc.ing. profesors**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The goal of this work is to develop guidelines of ITIL (Information Technology Infrastructure Library) implementation in small businesses. To achieve goal of this work authors analyzed information about ITIL processes and chose those which necessary for small businesses. Next step was developing guidelines of implementing chosen processes in small businesses. Conclusion was made using knowledge gathered from analyzes.*

Keywords: *implementation, ITIL, small business*

Ievads

Darba ietvaros tika veikts ieskats ITIL standartā un ITIL standarta bibliotēkā. Tika izanalizēta informācija par ITIL standarta izmantošanas priekšrocībām. Darba gaitas laikā autori ieguva ne tikai teorētiskās zināšanas par ITIL standartu, bet arī praktiskās zināšanas par ITIL standarta ieviešanu uzņēmumā.

ITIL bibliotēkas izmantošanas pamatojums

ITIL bibliotēka apkopo sevī labāko pieredzi IT jomā un ietver daudzas grāmatas, kuras satur svarīgu informāciju par IT lomu mūsdienīgā biznesā, par darbu ar klientiem, plānošanu, servisu organizēšanu un kontrolēšanu, par pieredzi menedžmenta jautājumos, kvalitātes vadību, utt. [1].

ITIL standartā ir īsi un kodolīgi aprakstīti principi, kuru ievērošana atvieglos IT departamenta darbu, kā arī uzlabos IT darbu uzņēmumā. Kāpēc *ITIL* nepieciešams neliela uzņēmuma administratoram [2]?

1. Vienkāršs strādājošs apkalpošanas dienests (ang. *Service Desk*) palīdzēs novērst incidentus, kā arī samazinās to novēršanas termiņus. Incidentu analīze dos izpratni par uzņēmuma vājām vietām, kuras parasti mazu uzņēmumu lokā ir salīdzinoši viegli atrisināmas.
2. Izmaiņu vadīšanas (ang. *Change Management*) lietošana palīdzēs atbrīvoties no daudzām problēmām, kas rodas banālu kļūdu gadījumā, neuzmanības vai nezināšanas dēļ.
3. Infrastruktūras dokumentēšana nav nemaz tik sarežģīta. Dokumentu aktualitātes saglabāšana ar pārmaiņu vadīšanas palīdzību prasa minimālu piepūli un ekonomē laiku. Kā arī iekšējās datubāzes ieviešana uz paša vienkāršākā *wiki*-dzinēja iekonomēs laiku problēmu atrisināšanā un nodrošinās pašapkalpošanās iespēju klientiem.
4. Risku izpratne un to atbilstoša novērtēšana palīdz identificēt kritiskos pakalpojumus, optimizēt infrastruktūru, atrast un likvidēt kļūdas, utt., kas savukārt veicina finansējumu piesaisti.

Iespējamie ieviešanas varianti

Visi faktori, kuri ietekmē ieviešanu ir sadalīti uz tehniskajiem (“cietajiem”) un psiholoģiskajiem (“mīkstajiem”). *ITIL* sistēma ir paredzēta mazināt riskus, kuri ir saistīti ar “cietajiem” faktoriem. Pēc *ITIL* autoru viedokļa, tieši “mīkstie” faktori nosaka projekta veiksmi.

Atsevišķi var izcelt risku, kuru *ITIL* sauc par “slēptu ieviešanu”, kad uzņēmuma vadība nezina par IT nodaļas iniciatīvām. Tāda pieeja vedīs pie projekta neveiksmes. Tabulā (skat. 1.tabulu) autori apkopoja *ITIL* ieviešanas iespējas.

ITIL ieviešanas stratēģijas

Ieviešanas variants	Varianta pārskats
Visu procesu ieviešana uzreiz	Praksē to sastapt gandrīz nav iespējams. Variants ir grūti realizējams, tāpēc ka ir nepieciešams daudz uzmanības no vadības un IT speciālistiem. Pat ja ir sagatavota vispusīga <i>ITIL</i> procesu ieviešanas programma, tajā tiks iekļauti noteikti posmi.
Dažu procesu ieviešana: incidentu un problēmu vadība, apkalpošanas dienesta ieviešana, izmaiņu vadība	Tieši šis variants ļauj īsākā laika periodā bez lieliem ieguldījumiem sasniegt maksimālo rezultātu. Šis variants ir piemērots gan maziem uzņēmumiem, gan arī lielām kompānijām ar vairākām filiālēm.
Dažu procesu ieviešana: konfigurācijas vadība	Bieži izmantojams variants. Jāatzīmē, ka, īstenojot šo procesu bez <i>SLM</i> procesa visātrāk tiek runāts par „slēpto ieviešanu”. Pastāv lieli riski, ka ar <i>SLM</i> procesu ieviešanu Jums būs nepieciešams pārskatīt pat „konfigurācijas vienības” nozīmi.
Viena procesa stratēģijas	
Incidentu pārvaldība, <i>Service desk</i> dienests	Tas ir visizplatītākais variants. <i>ITIL</i> uzskata, ka jebkādu <i>ITIL</i> procesu ieviešana bez <i>SLM</i> procesa nes ļoti lielus riskus gan organizācijai, gan IT nodaļai. Mēs stingri neiesakām šo variantu sekojošo apstākļu dēļ: iespējams Jūs dzēnieties pēc „vējdzirnavām” un neiesaistāt vadību šajā procesā. Biznesa priekšniekiem <i>SLM</i> process ir ļoti saprotams, faktiski viņiem tas ir vienīgais instruments IT apkalpošanas vadīšanai. Liela varbūtība ir, ka jums vajadzēs pārskatīt procesu pēc <i>SLM</i> ieviešanas. Par šī varianta priekšrocību var minēt vienkāršu izmantošanu priekš lietotājiem, ka arī diezgan vieglu ieviešanu.
Pārējo <i>ITIL</i> procesu ieviešana (atsevišķi no pārējiem)	<i>ITIL</i> procesi ir cieši saistīti ar vadības līmeņa servisu, incidentu vadību. Faktiski, citu <i>ITIL</i> procesu ieviešana bez iepriekš norādītiem diviem ir iespējama un drīzāk formāla. Piemēram, nav jēgas ieviest konfigurācijas vadību bez pārmaiņu vadības un arī otrādi: procesiem vienkārši nebūs informācijas priekš darbu.

Tā kā darba ietvaros tiek apskatītas iespējas *ITIL* ieviešanai mazos uzņēmumos, vispiemērotākā stratēģija, šajā gadījumā, ir pēc iespējas ātrāk un bez lieliem izdevumiem ieviest dažus *ITIL* procesus. Tieši tāpēc autori piedāvā ieviest uzņēmumā 3 vadības procesus, kuri tiks apskatīti sīkāk.

Par piemēru tiks ņemts mazs uzņēmums, kur darbojas tikai viens IT administrators. Viņam ir viens priekšnieks un pastāvīgs darba apjoms, ar kura palīdzību tiek sniegts atbalsts iekšējai IT infrastruktūrai un tās lietotājiem.

Incidentu vadība

Incidentu vadības procesa uzdevums ir pārkāpumu negatīvas ietekmes samazināšana vai izslēgšana IT pakalpojumu nodrošināšanā, tādā veidā nodrošinot ātru darba atjaunošanu.

Incidents – notikums, kas nav pakalpojumu sniegšanas standarta operāciju daļa un var novest pie sniegto pakalpojumu kvalitātes samazināšanās.

Incidentu vadības procesa mērķis ir pēc iespējas ātrāka pakalpojumu normālas darbības atjaunošana ar pēc iespējas mazākiem zaudējumiem uzņēmumam un lietotājam.

Kas dara (atbildīgās personas)

Apkalpošanas dienests; darbinieki, kuri ir atbildīgi par sniegtajiem pakalpojumiem, saistīti ar incidentu vadību. Apkalpošanas dienesta struktūra var būt atšķirīga, kas savukārt ietekmē to, kas un kā pildīs funkcijas.

Kā darīt (procesa gaita)

Incidentu vadības procesa soļi:

- Incidentu pieņemšana un reģistrēšana – tiek saņemta ziņa un izveidots ieraksts par incidentu.
- Klasifikācija un sākotnējais atbalsts – tiek piešķirts veids, statuss, ietekmes pakāpe, neatliekamības pakāpe, incidenta prioritāte, utt. Var tikt piedāvāts pagaidu risinājums.
- Piesaiste – tiek veikta pārbaude, vai apskatāmais incidents ir jau agrāk bijis reģistrēts un vai nav zināma risinājuma.
- Izmeklēšana un diagnostika – risinājuma neesamības gadījumā tiek veikta incidenta izmeklēšana ar mērķi pēc iespējas ātrāk atjaunot darbu.
- Risinājums un atjaunošana – ja risinājums ir atrasts, darbs var tikt atjaunots.
- Aizvēršana – notiek sazināšanās ar lietotāju, kurš akceptē piedāvāto risinājumu, tālāk incidents tiek slēgts.
- Monitorings – viss incidenta apstrādes cikls tiek kontrolēts, un, ja incidents netiek atrisināts laicīgi, notiek tā eskalācija.

Pastāv vairākas apkalpošanas dienesta organizēšanas iespējas, no kurām izplatītākās ir:

- Centrālais apkalpošanas dienests – vienots kontaktpunkts visiem lietotājiem.
- Lokālais apkalpošanas dienests – atrodas vairākās vietās. Parasti šāds sadalījums apgrūtina vadību.
- Virtuālais apkalpošanas dienests – pateicoties komunikācijas un interneta tehnoloģiju pielietojumam, dienesta ģeogrāfiskajā izvietojumā nav nozīmes.

Prasības pret apkalpošanas dienesta personālu tiek noteiktas atsaucoties uz tā misiju un struktūru. Pastāv vairāki apkalpošanas dienesta izveidošanas veidi:

- Zvanu apstrādes centrs – tiek veikta zvanu reģistrēšana un ieraksts.
- Zvanu reģistrēšanas dienests – tiek veikta zvanu reģistrēšana un sastādīts vispārīgs apraksts par tā saturu.
- Kvalificēts apkalpošanas dienests – paredz darbiniekus ar augsta līmeņa profesionālām zināšanām, izmantojot dokumentāciju spēj atrisināt lielāko daļu problēmu.
- Ekspertu apkalpošanas dienests – dotā dienesta personāls pārziņ visu uzņēmuma infrastruktūru un spēj atrisināt jebkuru problēmu patstāvīgi.

Secība, kuru nepieciešams ievērot veidojot apkalpošanas dienestu:

1. Dienesta darbinieku skaita noteikšana. Atkarībā no kvalifikācijas, parasti viens darbinieks dienā spēj atsaukties uz 40-120 ziņojumiem.
2. Komunikācijas veida noteikšana: tālrunis, e-pasts.
3. *ITIL* programmnodrošinājuma uzstādīšana un nokonfigurēšana.
4. Instrukciju izveidošana darbam ar incidentiem.
5. Darbinieku apmācība (no 1-2 dienām).
6. Veikt 3-4 nedēļu ilgu apkalpošanas dienesta darba procesa testēšanu.

7. Veikt lietotāju informēšanu, akcentējot uz jaunu, ērtu metožu ieviešanu, darba kvalitātes uzlabošanu.

8. Apkalpošanas dienesta palaišana visā uzņēmumā.

Kritiskie veiksmes faktori

Nepieciešams pievērst uzmanību uz:

- Automatizētu incidentu reģistrācijas un monitoringa sistēmu.
- Apkalpošanas dienesta darbinieku kvalifikāciju.
- Aktuālas datubāzes esamību, kura palīdz novērtēt incidentu neatliekamības un ietekmes pakāpi.
- Aktuālas incidentu zināšanu bāzes esamību.

Problēmu vadība

Problēmu vadības procesa mērķis ir incidentu rādīšanas iemeslu noteikšana, un kā rezultāts, šo incidentu nepieļaušana. Tas iekļauj sevī proaktīvās un reaktīvās darbības. Reaktīvo sastāvdaļu uzdevums ir incidentu iemesla noteikšana un to likvidācijas ieteikumu sagatavošana. Proaktīvā problēmu vadība ļauj nepieļaut incidentus, nosakot infrastruktūras vajās vietas, kā arī izstrādā ieteikumus tās uzlabošanai. Zināmā kļūda ir tā, kuras cēlonis ir noteikts. Jāatzīmē, ka šis process nepiedāvā kļūdu labošanu, bet tikai to noteikšanu un iespējamo risinājumu piedāvāšanu. Atrastie risinājumu varianti tiek nodoti izmaiņu vadības procesam.

Problēmas var būt sadalītas sekojoši:

- Kategorija (aparātnodrošinājums vai programmnodrošinājums).
- Darba ietekmes pakāpe.
- Steidzamība.
- Prioritāte (rādītājs, kurš apkopo iepriekšējos punktus).

Kas dara (atbildīgās personas)

Problēmu vadības menedžeris; darbinieks, kurš ir atbildīgs par problēmu vadību. *ITIL* šim darbam rekomendē izvēlēties darbiniekus, kuri spēj analizēt, ekspertus. Mazajos uzņēmumos šo darbību var veikt IT nodaļas vadītājs, ja IT nodaļā darbojas tikai 1 darbinieks, tad tas arī pilda šos pienākumus.

Kā darīt (procesa gaita)

Pamatā ir esošo vai iespējamo incidentu analīze, kuri var novest pie problēmu radīšanas, kas savukārt ietekmēs pakalpojuma līmeni. Ja tiek identificēti vairāki incidenti ar vienādām pazīmēm, tie jāapvieno vienā problēmā un jānodrošina tās risinājums. Kā arī censties nepieļaut atkārtotu problēmas rašanos, ja tomēr problēmu atrisināt nav iespējams, jāizstrādā profilakses risinājumi. Šajā gadījumā, ja problēma būs zināma, ja tā atkārtosies, to būs iespējams atrisināt maksimāli ātri, izmantojot profilakses risinājumus.

Ja risinājums problēmas novēršanai ir atrasts, risinājumam jābūt nodotam izmaiņu vadības procesā.

Parasti problēmas tiek identificētas sekojošos gadījumos:

- Ļoti kritisku incidentu apskatīšanā.
- Ja īsā laika brīdī tika konstatēti daudzi incidenti.
- Bija līdzīgi incidenti, saistīti ar vienu tēmu.

Jāņem vērā – procesa mērķis ir problēmu un zināmo kļūdu kaitīgu seku minimizēšana biznesam. Ir zināmi daudzi gadījumi, kad novērst problēmu saviem spēkiem maksāja biznesam daudz dārgāk, nekā izmantot profilakses risinājumus līdz tās novēršanas pēc ārējiem iemesliem.

Kritiskie veiksmes faktori

- Efektīva automatizēta incidentu reģistrācija un efektīva infrastruktūras stāvokļa kontrole.

- Reālo mērķu esamība un maksimāla personāla zināšanu un pieredzes izmantošana.
- Problēmu vadības un incidentu vadības mijiedarbības efektivitāte.

Izmaiņu vadība

Viens no svarīgākajiem IT procesiem, kas nodrošina uzņēmuma infrastruktūras stabilitāti ir pārmaiņu vadīšana. Izmaiņu vadīšana (ang. *Change Management*) visciešāk ir saistīta ar sekojošiem procesiem: incidentu vadība, problēmu vadība, izmaiņu vadība.

Procesa mērķis ir standartu metožu un procedūru pielietošana ātrai izmaiņu apstrādei ar minimāli iespējamu negatīvu izmaiņu ietekmi uz pakalpojumu kvalitāti. Ir jāseko visām izmaiņām, lai varētu atbildēt uz jautājumu “Kas izmainījās?”.

Izmaiņas ir neatliekama daļa no jebkuras darbības. Izmaiņu vadības process pieņem vai atraida katru izmaiņu pieprasījumu.

Pēc statistikas, lielākā incidentu daļa (līdz 70%) notiek nekorekti veiktu izmaiņu dēļ.

Izdala sekojošos izmaiņu tipus:

- Parastās – tiek saskaņoti pēc noklusējuma. Piemēram, saņemts pieteikums uz paroles maiņu, ofisa programmnodrošinājuma instalēšanu u.c.
- Vidējās – jāaskaņo ar IT direktoru, piemēram, budžeta saskaņošanas nepieciešamības dēļ (jaunas darba stacijas pirkšana u.c.).
- Lielās – jāaskaņo ar speciālu izmaiņu komiteju.

Taču mazajos uzņēmumos vidējā un lielā izmēra izmaiņas tiek saskaņotas ar uzņēmuma vadītāju.

Kas dara (atbildīgās personas)

Darbinieks, kurš ir atbildīgs par lēmumu pieņemšanu par izmaiņu nepieciešamību. Mazajos uzņēmumos IT nodaļas darbinieks.

Kā darīt (procesa gaita)

Jānomaina servera konfigurācija vai jāievada ekspluatācijā jauns maršrutētājs, vai jāpārnes datubāze – visām šīm darbībām ir nepieciešams sastādīt plānu, jāapstiprina tas, jāpielieto un jāatjauno dokumentācija.

Mazajos uzņēmumos šāda veida darbība ir lieka, jo tā aizņem daudz laika. To var atļauties sev lielās korporācijās, kuru galvenais mērķis ir stabilitāte, neskatoties uz izdevumiem. Taču arī mazajos uzņēmumos var izmantot pārmaiņu vadīšanas metodikas, ieviešot tās pakāpeniski.

Un pirmais, ar ko būtu jā sākas, ir Izmaiņu plāns (ang. *Change plan*). Tas ir dokuments, kurā tiek aprakstīts, kā būs realizētas izmaiņas. Un plāna struktūra ir sekojoša [3]:

1. Apraksts. Šajā sadaļā tiek aprakstīts, kas tiks darīts, kas tajā piedalīsies, kā arī atsauces uz dokumentāciju.
2. Sagatavošana (ang. *Pre-Installation*). Viss, ko nepieciešams zināt līdz laikam, uz kuru ir ielānotas izmaiņas. Svarīgie šīs sadaļas punkti ir “Vienošanās” un “Rezerves kopijas”. Ikviens, kuru var ietekmēt izmaiņas, jābrīdina, un atbildīgām personām ir jānodrošina sava piekrišana.
3. Ieviešana (ang. *Install Plan*). Visas darbības, kuras tiks veiktas izmaiņu laikā. Jāapraksta maksimāli detalizēti, soli pa solim. Vēlams norādīt arī laiku, kuru aizņems izmaiņu ieviešana.
4. Noslēguma darbības (ang. *Post-installation*). Jāpārbauda, ka sistēma un visas pārējās sistēmas, kuras sadarbojas ar to, strādā korekti. Ja izmaiņu sagatavošanas laikā tika mainīti kādi iestatījumi, tie jāatgriež sākuma stāvoklī. Visas izmaiņas jāieraksta dokumentācijā.
5. Atcelšanas plāns (ang. *Backout Plan*). Tiek aprakstītas darbības, kuras būs nepieciešamas veikt, ja radīsies kādas problēmas, kuras nav iespējams novērst īsajā brīdī.
6. Pielikumi. Ja plānā ir daudz palīginformācijas, tā tiek aprakstīta šajā nodaļā: IP adreses, serveru nosaukumi u.c.

Sastādot šāda veida plānus, pēc kāda brīža, tie uzkrājās uzņēmumā tik daudz, ka jaunās izmaiņas jau varēs veikt pēc iepriekšējo plānu piemēriem. Un veikt tās izmaiņas varēs ne tikai viens darbinieks (IT speciālists), bet arī jebkurš cits, kuram ir ieskats uzņēmuma IT infrastruktūrā.

Kritiskie veiksmes faktori

Kritiskie veiksmes faktori ir izmaiņu nepieciešamības veiksmīga noteikšana, vienošanās ar visām ieinteresētām pusēm, formālās procedūras pastāvēšana un sekošana tai.

Secinājumi

Darba izpildes gaitā sasniegti šādi rezultāti:

- izanalizētas *ITIL* standarta priekšrocības;
- izanalizētas iespējamās ieviešanas stratēģijas un izvēlēta piemērotākā no tām;
- izstrādātas vadlīnijas *ITIL* standarta ieviešanai mazā uzņēmumā.

Summary

The goal of this work was achieved. During this work, was made insight into the *ITIL* standard generally as well as into it's processes. Were found processes which are the most necessary for small businesses when it comes to the implementation of *ITIL*. And these processes are:

- incident management;
- problem management;
- change management.

After analysis of the collected information were made guidelines for implementation of the most necessary *ITIL* standard processes for small businesses.

Bibliography

1. Стандарт *ITIL* [tiešsaiste]. [atsauce 1.04.2016]. Pieejas veids: http://ru.edumarea.com/course/edu1a00t/view/Международные_и_российские_стандарты_в_сфере_информационного_менеджмента/Стандарт_ITIL
2. Зачем *ITIL* обычному среднестатистическому администратору (10-500 ПК) [tiešsaiste]. [atsauce 2.04.2016]. Pieejas veids: <https://habrahabr.ru/post/150584/>
3. Практика *ITIL* для небольшой компании. Change Management [tiešsaiste]. [atsauce 2.04.2016]. Pieejas veids: <https://habrahabr.ru/post/148136/>

**MODELLING OF FANO RESONANCE
IN NANOSTRUCTURED MATERIAL**
*МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСА ФАНО
В НАНОСТРУКТУРИРОВАННОМ МАТЕРИАЛЕ*

Author: **Nikolai Puchkov**, e-mail: nickolpuch@gmail.com,
Scientific supervisor: **Aleksander Vanin, Prof. Dr. Sci., Vladimir Solovyev, Prof. Dr. Sci.**,
e-mail: solovyev_v55@mail.ru, +7 8112297086,
Pskov State University, Faculty of Physics and Mathematics, 180000 Pskov, Russian
Federation

Abstract: *Optical properties of novel nanostructured material Ag / opal have been modelled on the basis of the Bragg diffraction and the Fano resonance between diffracted in Ag / opal composite photonic crystal electromagnetic waves and those resonantly scattered by silver dendrites.*

Keywords: *Fano resonance, nanostructured silver, opal photonic crystals*

Optical properties of novel photonic crystal Ag / opal prepared by electro-thermo-diffusion of silver in opal template have been studied by angle-resolved reflectance spectroscopy in [1]. Normalized to the maximum value Bragg reflectance spectra of opal template and those of nanocomposite Ag / opal at two different angles of light incidence are shown in Fig. 1. Curves 2 and 4 clearly demonstrate asymmetry of reflectance band and characteristic transition from maximal to minimal reflectance which is typical for the Fano resonance [2, 3].

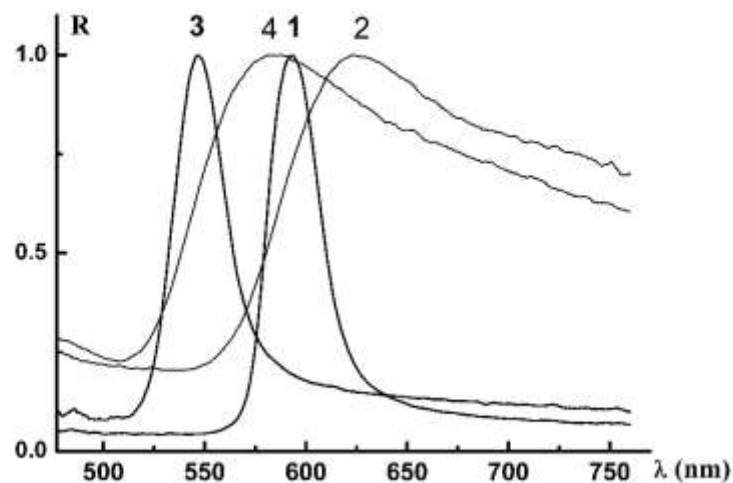


Fig. 1. Normalized reflectance spectra of opal template (1, 3) and those of nanocomposite material Ag / opal (2, 4) at the angles of incidence 15° (1, 2) and 35° (3, 4) [1]

When the Fano resonance occurs, one can describe reflectance spectrum by the well-known formula [3]:

$$R(\varepsilon) = 1 - \frac{(\varepsilon - q)^2}{\varepsilon^2 + 1} \cdot \frac{1}{1 + q^2}, \quad (1)$$

where q represents the phenomenological Fano parameter, $\varepsilon = \frac{E - E_R}{\Gamma}$, E is the energy, E_R and Γ correspond to the position and the width of the Fano resonance, respectively.

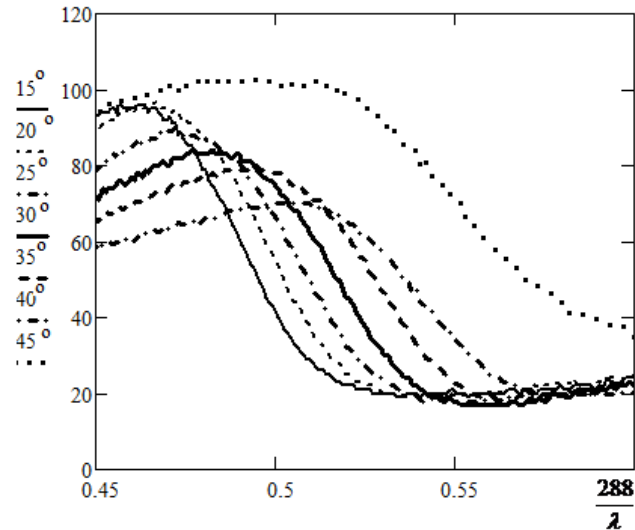


Fig. 2. Reflectance spectra of nanocomposite material Ag / opal at different angles of light incidence (from 15° to 45°)

Figure 2 demonstrates experimental reflectance spectra of nanocomposite Ag / opal at different angles of light incidence (mean sphere diameter of opal template $D \approx 288\text{nm}$). Comparison of experimental results (Fig. 2) with theoretical predictions (formula (1)) reveals rather weak dependence of reflectance spectra of the Fano parameter q (all the curves in the Fig. 2 have similar shapes and slopes, but the resonance position E_R dramatically changes). One can use the experimental data (Fig. 2) to estimate parameters E_R (defining the resonance position) and Γ (affecting the curve slope during the maximum minimum transition) in formula (1). Two examples of this estimation are depicted in Fig. 3. It should be noted that the shape and width of maxima in experimental reflectance spectra are under the influence of many uncontrollable factors, so we did not consider these values as basic parameters in this approach.

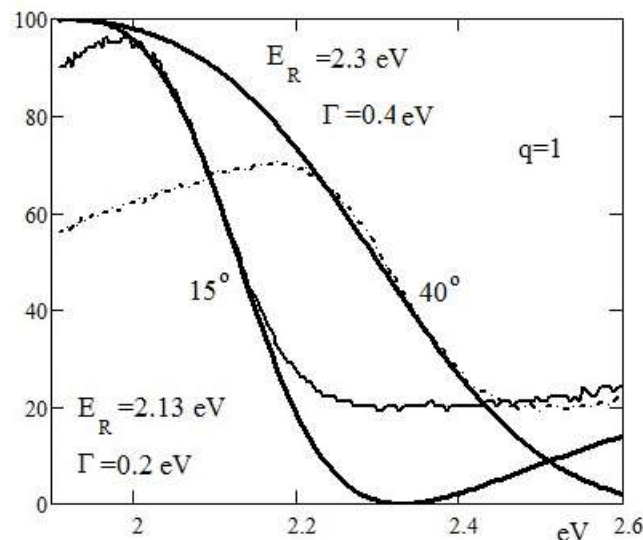


Fig. 3. Reflectance spectra of Ag / opal photonic crystal at 2 angles of light incidence (15° and 40°) and their approximation with Fano formula (1)

Analysis of nanocomposite Ag / opal preparation process (especially the saturation of electric current) arrives at a conclusion that metal dendrites are probably formed during the

electro-thermo-diffusion of silver in opal matrix [1]. Thus, one can assume that light scattering at silver dendrites takes place, so we use the simplified model (like that is used in quantum theory when potential barrier is considered) in which the transmission amplitude is written in the following form [3]:

$$t \propto \frac{E - E_{zero}}{E - E_R + i\Gamma},$$

where E_{zero} is the zero-energy of the resonance (the amplitude becomes zero during transmission through the barrier, i.e., dendrite).

More accurate and complicated model taking into account simultaneous Bragg reflection from opal matrix and scattering at silver dendrites will probably improve the agreement between theory and experimental results. In this case one can also obtain the value of the Fano parameter

$$q \propto \frac{E_R - E_{zero}}{\Gamma}.$$

Acknowledgements

This work was supported by the Ministry of Education and Science of Russian Federation under the project 2.4128.2011 “Complex Investigation of Physical Properties of Nanocomposites Based on Regular Porous Matrices”

Bibliography

1. Veisman V.L., Romanov S.G., Solovyev V.G., Yanikov M.V. Optical properties of nanostructured silver, embedded by electro-thermo-diffusion in opal photonic crystal // Environment. Technology. Resources: Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference. Rezekne, Latvia, 2015. Vol. 1. P. 230–231.
2. Fano U. Effects of configuration interaction on intensities and phase shifts // Physical Review. 1961. V. 124. P. 1866–1878.
3. Joe Y.S., Satanin A.M., Kim C.S. Classical analogy of Fano resonances // Physica Scripta. 2006. V. 74. P. 259–266.

AUTOSERVISA INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJU TENDENCES CAR SERVICE INFORMATION TECHNOLOGY TRENDS

Autors: **Raimonds Šmaukstelis**, e-pasts: raimonds.smaukstelis@inbox.lv, +37126516644
Zinātniskā darba vadītāja: **Sandra Ežmale, Dr.oec. docente**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601, Latvija

Abstract: *This paper was made to explore newest trend of information technologies in car service business. Information technology field was researched, trends of people internet shopping in Latvia were investigated, social networks influence on business was researched, and apportionment of the most popular social networks and their contribution were evaluated. IT was concluded that nowadays information technologies has huge impact on business efficiency. E-commerce is a great tool to enlarge income from products sale and information technology can make a real save up to increase business efficiency in long term base.*

Keywords: *electronic commerce, car service business, efficiency, social networks*

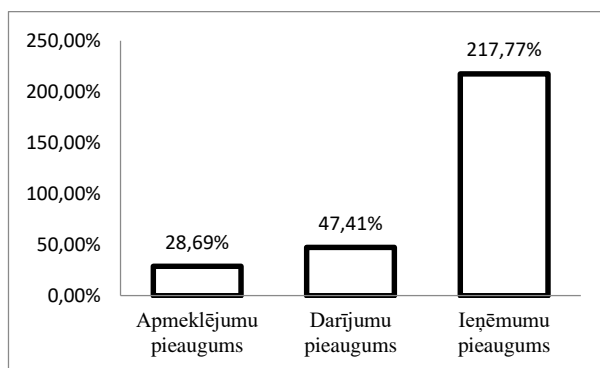
Ievads

Zināšanas jeb informācija ir mūsdienu pasaules un ikviena uzņēmuma neatņemama sastāvdaļa. Lai pieņemtu adekvātu un pārdomātu lēmumu ikvienam uzņēmuma vadītājam ir jāzina priekšnosacījumi, kas konkrētajā situācijā to padara par vispiemērotāko. Izejot no pieejamās informācijas, uzņēmējs var pieņemt savam biznesam svarīgus un peļņu ietekmējošus lēmumus.[1] Progresīvākie un veiksmīgākie uzņēmumi ātrāk adaptējas tirgus un konkurences situācijai jo savā darbā ievieš tehnoloģiskus risinājumus, tādus kā datu bāzes, produkcijas uzskaites programmatūru, pakalpojumu vadības sistēmas u.c. Elektroniskā komercija jeb e-komercija ir preču un pakalpojumu tirdzniecība, izmantojot datortīklus. Par e – komercijas populārāko nozari tiek uzskatīta tirdzniecība internetā, taču uzskatīt to vienīgo būtu nepareizi. Interneta e–komercijas priekšrocības slēpjas interneta globālajā izplatībā un pieejamībā, kas uzņēmējiem šo tirdzniecības veidu ļauj attīstīt ģeogrāfiski neierobežotos apmēros. [2] Elektroniskā komercija balstās uz tādām tehnoloģijām kā, piemēram, mobilā komercija, elektroniskā nauda, piegādes ķēžu vadība, interneta mārketingas, tiešsaistes darījumu apstrāde, elektroniskā datu apmaiņa, inventāra pārvaldības sistēma un automatizētās datu vākšanas sistēma. Līdztekus e–komercijas jēdzienam lieto arī jēdzienu e-bizness. Bieži abus šos terminus lieto kā sinonīmus. E-bizness ir plašāks jēdziens un ietver sevī e komerciju. E–komercija ir viens no veidiem, kā uzņēmums var sasniegt savus klientus. Turklāt nav svarīgi, vai uzņēmums strādā ar saviem klientiem reālajā vidē. Uzņēmumam var būt viens veikals vai veikalu tīkls reālajā pasaulē un mājas lapa internetā. Citā gadījumā uzņēmuma vienīgā tirdzniecības vieta var būt e-veikals.[3]Fiziska veikala eksistence nav obligāta sekmīgai e–komercijai. E-bizness nozīmē tehnoloģisko risinājumu ieviešanu biznesa procesos. Līdz ar e-biznesa risinājumu ieviešanu uzņēmuma darbība tiek veikta tā, lai maksimāli adaptētos biznesa procesu veikšanai internetā. Tāpat kā jebkuram uzņēmējdarbības procesam arī e–komercijā nepieciešamas vismaz divas puses, kuras veic kāda veida sadarbību savā starpā. Šo dalībnieku mijiedarbība nosaka kāda veida tehnoloģiskos risinājumus pielietot savstarpējā uzņēmējdarbības veikšanā.

Elektroniskās komercijas tendences Latvijā

Informāciju par to kā pircējs uzvedas interneta vidē iegūt nav nemaz tik vienkārši bez specializētiem rīkiem praktiski neiespējami, taču atdeve no šīs informācijas ir būtiska, analizējot cilvēku paradumus tiešsaistes iepirkšanās lapās, var gūt savam uzņēmumam būtisku statistiku ko vēlāk izmantot uzņēmuma attīstībai. Ja izpētīt statistiku par 2013./2014. gada e–komercijas uzņēmumiem, tad var redzēt, ka lietotāju skaits ir izaudzis par gandrīz 29%, darījumu skaits

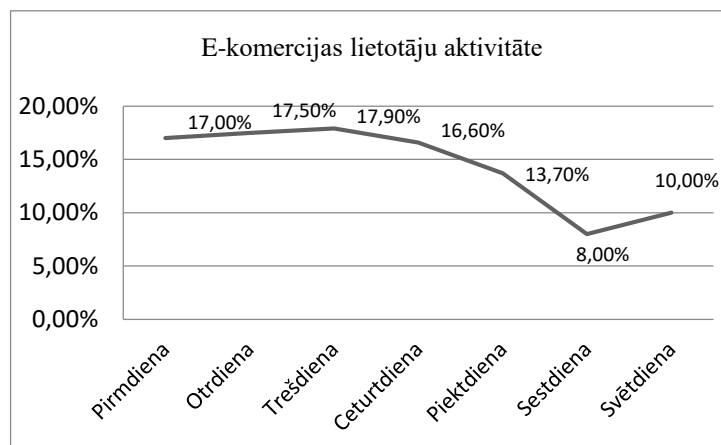
pieaudzis par 47% un ieņēmumu apjoms no e-komercijas darījumiem palielinājies vairāk nekā divas reizes.[5]



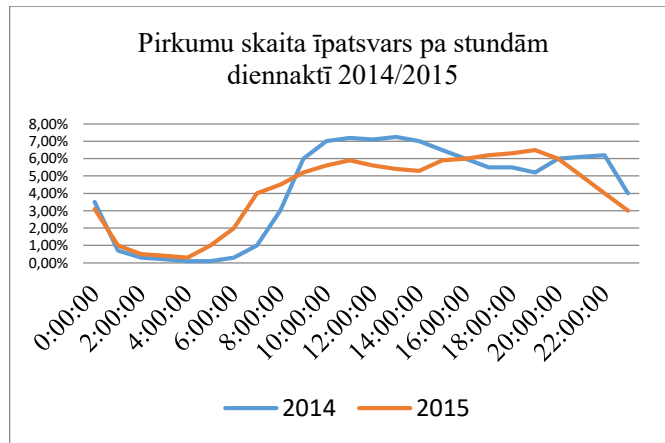
1. attēls E – komercijas pieaugums 2013/2014

Vērojot 1. attēlā redzamos statistikas datus skaidrs kļūst tas, ka aizvien vairāk palielinās e-komercijas darījumu skaits, šāda statistika ir sasniegta aktīvi investējot līdzekļus mārketinga aktivitātēs un tas pierāda to, ka e-komercijas vide Latvijā nepārtrauc attīstīties un uzlaboties, un sabiedrība aizvien vairāk sāk savus līdzekļus tērēt tieši interneta vidē. Tas tikai norāda uz to, ka ikvienam uzņēmumam ir vērts piestrādāt pie šī jautājuma un mēģināt savu uzņēmējdarbību izvērst pavisam jaunos – interneta plašumos. Grūtības rodas tad, kad saprotam, ka nav viena paņēmiena kā padarīt uzņēmumu veiksmīgu interneta vidē, tādēļ ir jāmeklē, jāpēta jāmēģina dažādi mārketinga rīki, jāmeklē jālasa teorija, jāveido plāni, jāapskata visas problēmas puses un jāizstrādā dažādi jauni risinājumi.

Darba plānošana ir viens no aspektiem, kas var ietekmēt uzņēmuma darbības efektivitāti, apskatot pētījumu datus par 2014. gadu, kas redzami attēlā 2., izkristalizējas, ka visaktīvākās dienas e-komercijas procesos ir no pirmdienas līdz ceturtdienai, 69% no visiem darījumiem tik veikti šajās dienās.



2. attēls E- komercijas lietotāju aktivitāte nedēļas apskatā 2014.gadā[5]



3.attēls Lietotāju aktivitāte diennaktis apskatā 2014/2103[5]

Veicot tik sīku analīzi pa nedēļas dienām un diennaktis stundām, kas redzama attēlā 3., uzņēmumam rodas papildus rīki darba prognozēšanai, darba resursu plānošanai un rezerves krājumu uzturēšanas sistēmas pilnveidošanai. Zinot savu klientu paradumus, uzņēmumam ir iespējas pielāgot savus reklāmas rīkus un samazināt marketinga izdevumus.

Elektroniskās komercijas evolūcija ir saistīta ar straujo informācijas tehnoloģiju attīstību, strauji augošās tās izmantošanas iespējas dažādās nozarēs, un ar to izmantošanas izmaksu samazināšanos. Mūsdienās aizvien biežāk un biežāk pret e – komercijas risinājumiem neizturas kā pret konkurences priekšrocībām, bet gan kā pret nepieciešamību neatpalikt no konkurentiem.[6]

Lielākā daļa e – komercijas īstenošanas lēmumu uzņēmējdarbības procesos ir balstīti uz iespējām sasniegt ievērojamu ieņēmumu palielinājumu, kas savukārt nozīmē lielāku uzņēmuma apgrozījumu, peļņu un augstāku konkurētspējas līmeni tirgū.[7]

Galvenais šīs pētījuma nozares uzdevums ir noskaidrot šīs izmaksu pozīcijas ar nolūku novērtēt reālo e – komercijas ietekmi uz uzņēmējdarbību.[8]

Šīs problēmas svarīgums balstās uz e – komercijas sarežģītajiem risinājumiem, kas var ietekmēt dažādus uzņēmējdarbības procesus atkarībā no uzņēmuma darbības struktūras un īstenotajiem e – komercijas risinājumiem, paralēli ar uzņēmumā izmantotajām modernajām informācijas tehnoloģijām un citiem elementiem, kas kopumā rada uzņēmuma sniegumu.

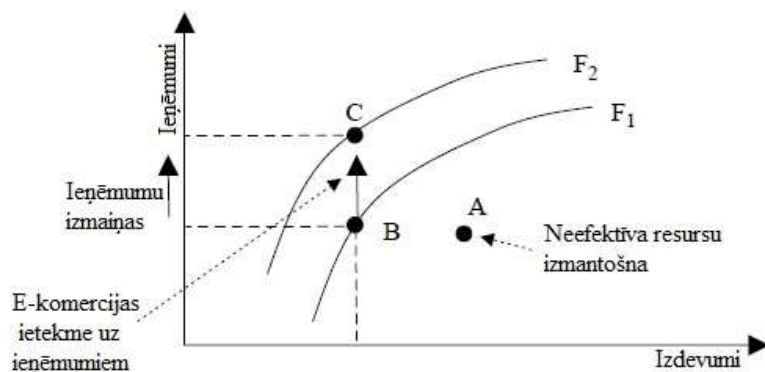
E – komercijas ietekmi uzņēmējdarbībā var izteikt dažādos veidos: izmaksu kontekstā, konkurētspējas, procesu automatizācijas, optimizācijas u.t.t. Ja pastāv nepieciešamība veikt apjomīgu e – komercijas ietekmes novērtējumu, optimālais risinājums tā realizēšanai ir uzņēmējdarbības efektivitātes izmērīšana e – komercijas risinājumu īstenošanas kontekstā.[9]

Ieņēmumu palielināšana ir lielākoties saistīta ar marketinga risinājumiem. Ekonomikas literatūrā uzņēmuma efektivitātes uzlabošana, samazinot izmaksas, bieži tiek saistīta ar moderno tehnoloģiju izmantošanu. Modernās tehnoloģijas mūsdienu ekonomikā tiek aplūkotas kā galvenais faktors, kas ietekmē produkcijas izmaksu samazināšanai piegādes ķēdēs.

Šādas izmaiņas balstās uz pieņēmumu, ka modernās tehnoloģijas rada izdevumu ekonomiju, un šie apstākļi izvirza secinājumus, ka jaunu tehnoloģiju ieviešana ir cieši saistīta ar biznesa efektivitātes paaugstināšanu, minimizējot izmaksas.

E – komercijas ietekme uz uzņēmējdarbības efektivitāti var tikt analizēta, izvērtējot ienākumu ietekmi uz izdevumu izmaiņām.[10]

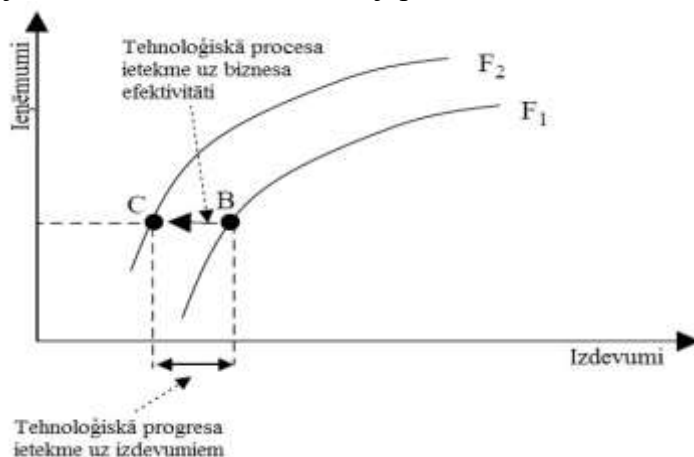
Šāds apgalvojums parāda to, ka elektroniskā komercija stimulē ieņēmumu palielināšanos, neietekmējot izmaksu apjomu, un tas ir galvenais faktors biznesa efektivitātes uzlabošanai. Šī koncepcija ir parādīta attēlā 5.



5. attēls E – komercijas ietekme uz uzņēmējdarbības efektivitāti[10]

Izdevumus var izteikt kā funkciju, kuras neatkarīgais mainīgais ir izdevumu komplektējošo elementu kopums. Tādā gadījumā izdevumu daudzums ietekmē izdevumu apjomu. Līkne F_1 attēlo efektīvo attiecību starp ieņēmumiem un izdevumiem. Izejas stāvoklī punktā B uzņēmums nav spējīgs radīt ieņēmumus, kas būtu virs līknes F_1 un izdevumus, kas būtu zem līknes F_1 . Elektroniskā komercija piespiež mainīties efektivitātes attiecībai starp ieņēmumiem un izdevumiem, līkne F_1 nomaina savu pozīciju uz F_2 . Kā rezultātā palielinās ieņēmumi, kamēr izdevumi paliek iepriekšējā apjomā. Var secināt, ka elektroniskā komercija uzņēmumiem sniedz iespējas palielināt ieņēmumu līmeni, atstājot izdevumus iepriekšējā līmenī.

Runājot par tehnoloģiskiem jauninājumiem, ir jāatskatās uz iepriekš minēto apgalvojumu, ka tehnoloģiskais progress, pirmkārt, ietekmē tieši izdevumu samazināšanās līmeni un peļņas palielināšanās ir tikai sekas (zemākas izdevumu izmaksas rada papildus resursus uzņēmuma augšanai). Tehnoloģisko risinājumu ietekmi uz biznesa efektivitāti var aprakstīt ar iepriekšējo modeli, bet tas ir nedaudz jāpamaina, kā tas ir redzams attēlā 6.



6. attēls Tehnoloģiskā progresa ietekme uz uzņēmējdarbību

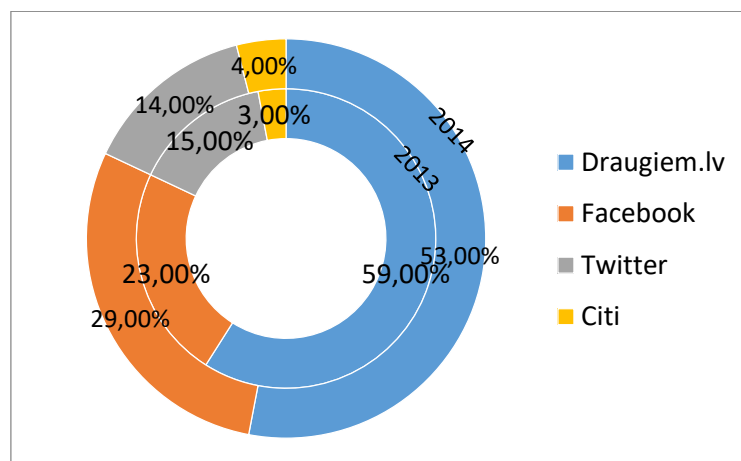
Apgalvojums, ka tehnoloģiskais progress ietekmē biznesa efektivitāti, samazinot izdevumus, ļauj apgalvot, ka tehnoloģiskais progress ietekmē snieguma efektivitātes līkni, kas nomaina savu atrašanās vietu no F_1 uz F_2 , bet primārais šīs līknes pārvietošanās iemesls ir nevis ieņēmumu palielināšanās, bet izdevumu samazināšanās, nepalielinot ieņēmumus. Kamēr biznesa efektivitāti apskata, kā ieņēmumu/izdevumu attiecību, izejas stāvoklis pārvietojās no punkta B uz C, kā rezultātā biznesa efektivitāte ir pakāpusies. Tas apstiprina, ka e – komercija ietekmē uzņēmuma darbības efektivitāti caur ieņēmumu palielināšanu, un tehnoloģiju uzlabošana samazina izdevumus, šie abi faktori ietekmē uzņēmuma darbības efektivitāti kopumā.

Sociālo tīklu ietekme uzņēmējdarbībā

Iepirkšanās internetā ir kļuvusi par sabiedrības vispārpieņemt un ārkārtīgi populāru nodarbi, bet lielāko un iemīļotāko interneta vietņu panākumi nav radušies paši no sevis, šo uzņēmumu attīstībā ir ieguldīts liels darbs un izmantots milzīgs skaits dažādu mārketinga rīku. Daudzu e – komercijas mājaslapu panākumu pamatā ir aktīva darbība sociālajos tīklos, ja kādam lietotājam būs nepieciešamība pēc kādas preces vai pakalpojuma viņš visdrīzāk izvēlēsies tādu, par kuru jau ir agrāk dzirdējis kādā no sociālajiem tīkliem.

Sociālie mediji ir lielisks atbalsta kanāls, kurā, veidojot auditorijai saistošu saturu, tiek veicināta netiešā pārdošana, veidota uzticība un komunikācija ar klientu. Pretēji notiek ar tiešo pārdošanu, kad sociālo mediju saturs tiek pārpludināts ar preču akcijām un lūgumiem pēc pirkumu veikšanas. Ņemot vērā pasaules lielāko zīmolu pieredzi, komunikācija ir jābalsta uz sekotāju interesēm, nevis produktu. Ar jaunumu, aktualitāšu ziņām iesaistot sekotājus produktā, veidojot zīmola tēlu.[5]

Sarežģītākais daudzu uzņēmumu uzdevums ir izvēlēties pareizos kanālus, lai ieguldītā aktivitāte atmaksātos. Jāizvērtē, kura sociālā vietne varētu būt visnoderīgākā konkrētajam uzņēmumam, lai galu galā nonākt pie vēlamā rezultāta. Latvijā galvenais duelis ir starp sociālajām vietnēm *Draugiem.lv* un *Facebook.com*, lai arī *Draugiem.lv* joprojām saglabājis pozīcijas, kā populārākais sociālais medijs Latvijā, *Facebook.com* strauji min uz papēžiem, šī situācija redzama attēlā 7.



7. attēls Soc. tīklu īpatsvars mājaslapas apmeklējumā

Ir jāizvērtē uzņēmuma mērķauditorija, lai izvēlētos vislabāko sociālo mediju kanālu un aktivitātes. Regulāri jāseko līdzi, no kādiem sociālajiem tīkliem mājaslapa tiek apmeklēta. Analīze ir vienīgais paņēmiens, kā pārbaudīt komunikācijas kvalitāti un efektivitāti. Digitālā mārketinga lielākā priekšrocība ir analītika, kas ļauj vienkārši redzēt, kā notiek komunikācija otrā pusē. Runājot par tendencēm, var minēt trīs diezgan svarīgus aspektus, ko noteikti būtu jāievieš uzņēmuma ar potenciālo klientu komunikācijas plānā. Interesants un saturīgs saturs ir tas, pie kā jāpiedomā īpaši rūpīgi. Otrkārt, individuāli veidoti, pievilcīgi un interesanti lapu dizaini, kas uzreiz liks saprast, ka uzņēmumam ir svarīgs savs tēls. Treškārt, maksimāla interaktivitāte - klientu atsauksmes, sekotāju iesaiste, izklaidējoši testi un citas sociālo mediju kampaņas.[5] Uzņēmumu sociālo tīklu lapas regulāri jāpapildina ar ziņām, kas varētu ieinteresēt jūsu klientus un sekotājus. Lielākie uzņēmumi ar lietotājiem bagātīgākajām lapām piepilda savas lapas ne tikai ar informāciju par savu produkciju vai pakalpojumiem, bet arī informāciju par visu nozari, un izklaidi, tādējādi veidojot, saviem sekotājiem, esošajiem un potenciālajiem klientiem piesaistošu saturu. Ir jāizzina, kas vēl interesē klientus ārpus konkrētās nozares, lai sasniegtu

aizvien plašāku auditoriju. Sociālo tīklu komunikācijas attīstības pamatā ir mērķēts un segmentēts saturs.

Sociālo tīklu fenomens pagaidām vēl nav izprotams lielai daļai uzņēmēju, bet nenovērtēt to efektivitāti nav iespējams. Ikvienu uzņēmuma popularitātes līmenis ir tieši proporcionāls klientu skaita pieaugumam, un tas savukārt ietekmē uzņēmuma ilgtspējīgu pastāvēšanu. Sociālo mediju ietekme mūsdienu uzņēmējdarbībā nav iedomājama bez aktīva darba un pastāvīgas potenciālo un esošo klientu interešu pētīšanas. Sociālo tīklu, kā marketinga rīka izmantošana paredz mazus finansiālus izdevumus, bet augstu pievienoto vērtību. Kā zināms, automašīnas ekspluatācijas laikā tās funkcionēšanas spēja pakāpeniski samazinās dažādu stāvokli ietekmējošu faktoru dēļ: korozija, kustīgo mehānismu dilšana, ārējās vides iedarbība un citi iemesli, kas var izraisīt nelaimes gadījumus ceļā vai vienkārši rādīt neērtības.

Autoservisu uzņēmumu raksturojums

Autoserviss, kā jebkurš uzņēmums, pirmkārt, ir business, tāpēc tā vadītājiem un personālam pastāv uzdevumi, kas piemīt jebkuram uzņēmumam tā veiksmīgai funkcionēšanai un darbībai tirgus apstākļos. Autoserviss kā transporta nozares daļu var definēt un iedalīt pie uzņēmumiem, kas ir saistīti ar autotransporta efektīvas un drošas ekspluatācijas nodrošināšanu. Savukārt ar autotransporta darba nodrošināšanu saistītus uzņēmumus var iedalīt trīs grupās, kas veic savu noteiktu funkciju kopējā autotransporta darbības nodrošināšanas sistēmā. Autoservisu vidū valda brīvā tirgus apstākļi, tādēļ tie savā starpā ir gan neatkarīgi, gan tieši saistīti. Katrs no šī brīvā tirgus dalībniekiem realizē savu stratēģiju, lai gūtu pēc iespējas lielāku peļņu un celtu uzņēmuma tēlu citu vidū. Tāpēc ļoti svarīgi ir novērtēt konkurentus, gan arī pašiem savu uzņēmumu, izvērtēt pretinieku vājības un mācēt no tām gūt priekšrocības, kā arī novērtēt savas vājības un maksimāli ātri izveidot plānu kā šīs nepilnības novērst un radīt pašiem sev ceļu uz tālāku attīstību. Viens no galvenajiem mērķiem jebkurā autoservisā ir klienta vēlmju maksimāla apmierināšana, jo no tās ir atkarīga uzņēmuma finansiālā labklājība un tēls.

Latvijā ir vairāki tūkstoši autoservisu. Rīgā vien atrodas gandrīz tūkstotis autoservisu. Vislielākā autoservisu koncentrācija ir lielākajās Latvijas pilsētās. Specializētie autoservisi pamatā atrodas lielākajās valsts pilsētās. Par cik strauji pieaug automašīnu skaits Latvijā, arī autoservisu skaits turpina palielināties.

Daudzi autoservisi izveidojas no rezerves detaļu tirdzniecības uzņēmumiem. Lielākajiem auto detaļu tirgotāju ir pašiem savi autoservisi. Uz to visbiežāk ir pamudinājis klientu pieprasījums. Autoservisiem ir noteikts trīs gadu pārejas posms, lai sakārtotu gan darbību, gan darba apstākļus un apkārtējās vides aizsardzību. Autoservisu, tāpat kā jebkura cita uzņēmuma, darbības efektivitāti tieši ietekmē apkalpoto klientu skaits. Kopumā pieprasījums pēc autoservisa pakalpojumiem ir ārkārtīgi liels, taču augstais konkurences līmenis, ko rada lielais autoservisu skaits, samazina individuāla uzņēmuma izredzes uz peļņas palielināšanu. Autoservisos nav pārāk liels skaits peļņas avotu, nosacīti to var iedalīt divās grupās, viena daļa peļņas sastāv no rezerves daļu, tehnisko šķidrumu un riepu pārdošanas, otra daļa no iepriekšminēto sastāvdaļu nomaiņas. Tātad lai auto apkalpošanas uzņēmums varētu veiksmīgi darboties ir nepieciešams labs autoserviss un plašs automobiļa ekspluatācijā nepieciešamo sastāvdaļu piedāvājums.

Nobeigums

E-komercijas priekšrocības slēpjas interneta globālajā izplatībā un pieejamībā, kas uzņēmējiem savu tirdzniecību ļauj attīstīt ģeogrāfiski neierobežotos apmēros tādēļ mūsdienu tehnoloģisko risinājumu pieejamības palielināšanās rezultātā e-komercija ieņem ārkārtīgi svarīgu lomu uzņēmuma attīstībā un vispārējā uzņēmuma rentabilitātē. E – komercija Latvijas uzņēmējdarbībā ieņem svarīgu lomu un nepārtraukti turpina attīstīties, pēdējos gados e-komercijas lietotāju skaits ir izaudzis par gandrīz 29%, darījumu skaits pieaudzis par 47% un ieņēmumu apjoms no e-komercijas darījumiem palielinājies vairāk nekā divas reizes.

Tehnoloģiskais progress ir ietekmējis cilvēku paradumus un cilvēki vairāk sāk iepirkties vakara stundās. Mobilo ierīču tehniskais progress ir palielinājis e-komercijas darījumu īpatsvaru. Lielākā daļa e-komercijas īstenošanas lēmumu uzņēmējdarbības procesos ir balstīti uz iespējām sasniegt ievērojamu ieņēmumu palielinājumu. Elektroniskā komercija ir rīks, lai palielināt ieņēmumus, kā arī informācijas tehnoloģiju risinājumi ir paņēmieni izmaksu samazināšanai. Daudzu e – komercijas mājaslapu panākumu pamatā ir aktīva darbība sociālajos tīklos, aktīva dažādu kampaņu veikšana sociālajos tīklos ne vien popularizē uzņēmuma tēlu, bet arī palīdz palielināt potenciālo klientu skaitu. Autoservisu darbības efektivitāti tieši ietekmē apkalpoto klientu skaits. Pieprasījums pēc autoservisa pakalpojumiem ir liels, bet augstais konkurences līmenis, ko rada lielais autoservisu skaits, samazina individuāla uzņēmuma izredzes uz peļņas palielināšanu. Autoservisu vadībai vajadzētu pētīt un regulāri iepazīties ar jaunākajiem pētījumiem par pircēju tendencēm Latvijā, autoservisa uzņēmumā ieteicams būtu ieviest jaunus tehnoloģiskos risinājumus darba organizācijas uzlabošanai un izdevumu samazināšanai. Lai paaugstināt savu konkurences līmeni ikvienam autoservisa uzņēmumam ieteicams veidot mājaslapas ar E – komercijas atbalstu.

Summary

Nowadays information is one of the most important things in modern business world. To make adequate and efficient decisions every businessman must be up to date with modern technologies. Those who adapt to modern technologies tend to be more successful. E-commerce is the best way to broaden business in unlimited space – internet. Correct usage of modern technologies can reduce company costs and widening business on e-commerce base gives new and very powerful tool to increase sales volume. Nowadays very important role on companies name plays social networks. Social networks are great tool to attract many new potential clients. But in order to do that every company should work on what they do and how much they do with their companies social pages. Car service business as any other business has much opportunities to raise client count by using modern technologies provided by internet. Company can use social networks for making up their name in the world wide web, modern technologies gives us possibilities to build websites almost without investing money, but gives us chance to make a huge profit from it. So it is up to business owner how to do business and on what scale. Right attitude to those little things can bring a huge success to any of new or experienced businessman the only task is to take your business to the same level as technology is developing. Investing time and finances in modern technologies is a key to success in our modern urban world. Every businessman need to be confident about what he is doing and keep on his main aims. Competence in own business and in other competitive businesses is extremely important. Every people who want to conquer business world must be wide opened to new ideas and must always be passionate about what he is doing.

Literatūra

1. *Latvijas Universitāte dabaszinātņu un matemātikas izglītības centrs*, [skatīts 11.02.2016], http://www.dzm.lu.lv/dbz/IT/D_12/default.aspx?tabid=3&id=330.html
2. Eiropas Kopienas iniciatīvas EQUAL projekta mācību materiāli, [Skatīts 12.04.2016], http://www.latvijapasaule.lv/uploads/Elektroniska_komercija.pdf
3. Forandis I. Personāla vadība, SIA „Elpa-2” Rīgā, 189lpp
4. Jānis Birģelis, Matīss Kauliņš, Aigars Armanovs, Egils Boitmanis, Elīna Jurkāne, Andis Stafeckis, *E-komercijas patērētāju uzvedības modelis Latvijā*, [Skatīts 22.04.2016], <http://www.7guru.lv/blog/lasamgabili/padomiesmai/pirmo-reizi-latvijas-marketinga-vesture-apskats-par-e-komercijas-tendencem-latvija/>
5. Clegg, C.W., Icasati-Johanson, B. and Bennett, S., *E-business Uptake and Prospects: The New Workplace*, Wiley, London, 2001
6. Benjamin, P., Elsie, O., “*The impact of electronic commerce on procurement*”, *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 2003, 59pgs.
7. Molla, A. and Licker, P.S., “*E-commerce systems success: an attempt to extend and respecify the DeLone and McLean model of IS success*”, *Journal of Electronic Commerce Research*, Vol. 2 No. 4, 2001, 85 pgs.

8. Fraser, J., “*The strategic challenge of electronic commerce*”, Supply Chain Management, Bradford, Vol. 5 No. 1., 2007
9. Clegg, C.W., Icasati-Johanson, B. and Bennett, S. (2002), *E-business Uptake and Prospects: The New Workplace*, Wiley, London.
10. *Centrālās statistikas pārvaldes mājaslapa*, [skatīts 26.04.2016], http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/transp/transp__ikgad__transp/TR0060.px/table/tableViewLayout1/?rxid=ce8aac91-f2b0-4f13-a25d-29f57b1468fb

INTEL UN AMD CPU SALĪDZINĀJUMS INTEL AND AMD CPU COMPARISON

Autors: **Edgars Tabors**, e-pasts: mania1993@inbox.lv, +37128672283
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing. prof.** e-pasts: Peteris.Grabusts@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, Latvija

Abstract. *The author in this work compares Intel and AMD CPU's in different price categories. Themes which are discussed is CPU history, characteristics and compared Intel and AMD CPU's. At the end is conclusions about the Intel and AMD CPU's advantages un disadvantages.*

Keywords: *AMD, CPU, Intel, IT, processor.*

Ievads

Centrālais procesors (angļu valodā: *Central Procesor Unit* vai *CPU*) ir jaudīgs mikroprocesors, kas veic instrukciju interpretāciju un vada citu datora bloku darbību. Terminu procesors bieži izmanto kā saīsinājumu no centrālais procesors vai mikroprocesors (angļu valodā: *microprocessor*)[1].

Pirmais *CPU* tika izlaists 1971. gadā. To paveica kompānija *Intel*, izlaižot pirmo mikroprocesoru *Intel 4004*. Procesoram bija 108 kHz takts frekvence un tas veica 60 000 darbību sekundē. Šo procesoru izmantoja mikrokalkulatoru ražošanā. Līdz ar šo notikumu sākās strauja procesoru attīstība. Jau 1972. gadā tika izlaists pasaulē pirmais 8 bitu procesors *Intel 8008*, tā takts frekvence bija jau 200 kHz. Uz šī procesora bāzes 1973. gadā tika izveidots pasaulē pirmais personālais dators *Micral*. 1978. gadā kompānija *Intel* izlaida 16 bitu procesoru *Intel 8086*. Tā takts frekvence bija 4,77 MHz. Šim procesoram varēja pievienot 1 MB lielu operatīvo atmiņu un tas veica 330 000 darbību sekundē. 1985. gads - tika izlaists pirmais 32 bitu procesors x86 sērijā – *Intel 80386DX*. Tas bija 32 bitu procesors ar 16 MHz takts frekvenci. Procesoram bija iespējams pievienot pat 4 GB operatīvo atmiņu. 1993. gads - tika izlaisti *Pentium 60* procesori (veica 100 miljoni darbību sekundē) un *Pentium 66* (veica 112 miljoni darbību sekundē). 2002. gads - tika izlaists *Pentium 4* ar *Hyper-Threading* tehnoloģijas atbalstu[2].

Hyper-Threading – ir Intel tehnoloģija, ko izmanto, lai simulētu vairāk kodolus, nekā to faktiski ir procesorā, piemēram, procesoram ir divi fiziskie kodoli, tad ar *Hyper-Threading* tehnoloģiju, tie kopā būs četri, kā rezultātā tiek efektīvāk izmantoti procesora resursi un uzlabota veiktspēja lietojumprogrammām, kas to atbalsta[3].

2004. gads - tika izlaists pirmais divkodolu procesors. Dažus gadus vēlāk parādījās 4 kodolu procesori[2].

Kaut gan *Intel* pārsvarā veic pirmos inovatīvos atklājumus procesoru darbības sfērā, pēdējos gados tam ir parādījies liels konkurents *AMD* (angļu valodā: *Advanced Micro Devices, Inc.*), kurš piedāvā procesorus par lētākām cenām ar līdzīgiem parametriem, vai pat labākiem.

Materiāli un metodes

Darba mērķis noskaidrot vai *AMD* procesori ir labāki par *Intel* procesoriem līdzīgā cenu kategorijā un ja ir, tad par cik. Darbā tiks veikts gan parametru salīdzinājums, gan izmantoti daži CPU testi, jo parametri bieži vien neatspoguļo īsto procesora veiktspēju, jo procesorā jāskatās ne vien uz takts frekvences lielumu un kodolu skaitu, bet arī uz tehnoloģiju atbalstu un citiem parametriem. Tiks apskatīti procesori trīs cenu kategorijās: 100-150 Euro; 200-250 Euro; 300-350 Euro.

Parametri, kuri tiks salīdzināti:

1) Takts frekvence - nosaka cik darbības sekundē procesors spēj veikt. Takts frekvenci mūsdienu CPU mēra gigahercos (GHz).

2) *Turbo Boost* tehnoloģija – iespēja dinamiski vai automātiski regulēt procesora takts frekvenci, tādējādi ievērojami palielinot tā veikspēju. Piemēram, ja procesors strādā zem tā jaudas, strāvas un specifikācijas robežām, tad tas var palielināt savu frekvenci pēc operētājsistēmas pieprasījuma[3].

3) Kodolu skaits – palīdz procesoram paralēli apstrādāt vairākus uzdevumus.

4) Kešatmiņas apjoms (angļu valodā: *Cache*) – atmiņa, ko izmanto procesors, lai samazinātu piekļūšanas laiku operatīvajai atmiņai.

5) Integrētā videokarte (*iGPU*) – integrētā videokarte iebūvēta procesorā ļauj komplektējot datoru neiegādāties diskrēto videokarti. Protams, integrētās videokartes iespējas ir ierobežotas.

6) Maksimālā darbības temperatūra.

7) *TDF* jeb maksimālais jaudas apjoms, ko dzesēšanas sistēmai nepieciešams izkliedēt, lai saglabātu mikroshēmu zem maksimālās temperatūras.

8) RAM atmiņas tipu atbalsts.

9) Tehnoloģiju atbalsts.

Testi, kuri tiks izmantoti:

1) *Benchmark* vidējais novērtējums procesoram.

2) *Benchmark* vai *PassMark* viena kodola (angļu valodā: *Single-Core*) tests.

3) Aprēķināta procesora *Benchmark* iegūto punktu attiecība pret cenu (*Benchmark* vidējais novērtējums procesoram dalīts ar tā cenu).

Salīdzinot CPU parametrus un testu rezultātus, tika izmantota atšķirības kā procentuālās attiecības aprēķināšanas starp diviem skaitļiem formula, tas ir, izdalot starpību starp otro un pirmo skaitli pēc pirmā skaitļa absolūtās vērtības, lai iegūtu procentuālās attiecības izmaiņu.

1. tabula

Rezultāti un to izvērtējums CPU parametri [4, 5]

Procesora nosaukums	AMD FX 8300	Intel Core i3 6100	Atšķirība% (CPU - uzvarētājfirma)
Aptuvenā cena	130 Euro	125 Euro	4% (Intel)
Takts frekvence	3,3 GHz	3,7 GHz	12% (Intel)
Turbo Boost	4,2 GHz	Nav	AMD
Kodolu skaits	8	2	300% (AMD)
Kešatmiņas apjoms	8 MB	3 MB	167% (AMD)
Integrētā videokarte (iGPU)	Nav	Intel® HD Graphics 530	Intel
Maksimālā darbības temperatūra	70,5°C	65°C	8% (AMD)
TDF jeb maksimālais jaudas apjoms	95W	51W	86% (Intel)
RAM atmiņas tipu atbalsts	DDR3-1866	DDR3L-1333 DDR3L-1600 DDR4-1866 DDR4-2133	Intel
Tehnoloģiju atbalsts	1) AMD Turbo CORE 2) AMD PowerNow! 3) HyperTransport	1) Intel Hyper-Threading 2) Intel Virtualization 3) Enhanced Intel SpeedStep 4) Thermal Monitoring 5) Intel Identity Protection	Intel

Salīdzinot CPU parametrus, var secināt:

AMD FX 8300 priekšrocības:

1) Pamata takts frekvence *Intel i3 6100* ir par 12% augstāka nekā *AMD FX 8300*, bet tā kā *AMD* procesors atbalsta *Turbo Boost* tehnoloģiju, rezultātā sanāk, ka *AMD FX 8300* maksimālā takts frekvence ir 4,2 GHz pret 3,7 GHz *Intel i3 6100* un tas ir par 14% vairāk. Var secināt, ka takts frekvence ir labāka *AMD* procesoram.

2) *AMD* procesoram ir par 6 fiziskajiem kodoliem vairāk, tas ir, par 300%, nekā *Intel* procesoram, bet pateicoties *Hyper-Threading* tehnoloģijas atbalstam *Intel* procesors spēj radīt 2 mākslīgos kodolus (bieži vien sauc par pavedieniem (angļu valodā: *threads*)), līdz ar to atšķirība šajā kategorijā samazinās līdz 100%.

3) *AMD* procesora liela priekšrocība ir kešatmiņa, kas ir par 166% lielāka nekā *Intel i3 6100* CPU, bet jāņem vērā, ka *Intel* procesors atbalsta 3 līmeņu kešatmiņu, bet *AMD* - 2 līmeņu. Ja procesoram vajadzēs veikt uzdevumu, kura izpildei būs nepieciešami 0,4 MB kešatmiņas, *AMD* procesoram vajadzēs pārslēgties uz otrā līmeņa kešatmiņu ar apjumu 8 MB, bet *Intel i3 6100* - kešatmiņu ar apjumu 0,512 MB.

Intel i3 6100 priekšrocības:

2) Mūsdienu populārāko RAM atmiņas tipu atbalsts.

3) Visnozīmīgākā *Intel* procesora priekšrocība ir maksimālais CPU jaudas apjoms jeb *TDF*, kurš ir par 86% mazāks nekā *AMD* procesoram.

4) Un, protams, nedrīkst aizmirst arī par iebūvēto integrēto videokarti *Intel i3 6100* procesorā, kuras nav *AMD FX 8300* CPU, tas nozīmē, ka komplektējot datoru, nevajadzēs iegādāties atsevišķu videokarti.

2. tabula

Testu rezultāti [6, 7, 8]

Procesora nosaukums	AMD FX 8300	Intel Core i3 6100	Atšķirība% (CPU - uzvarētājfirma)
Videjā CPU vērtība Benchmark testos	7572	5509	37%(AMD)
Passmark viena kodola tests	1350	2076	54%(Intel)
Testu rezultāti attiecībā pret cenu	58,25	44,07	32%(AMD)

Testa rezultāti rāda, ka *AMD* procesors ir par 37% jaudīgāks nekā *Intel* procesors. Protams, ja skatās uz *Passmark* viena kodola testa rezultātiem, sanāk, ka *Intel* procesoram ir labāka veiktspēja uz vienu kodolu nekā *AMD* procesoram. Šo atšķirību varētu skaidrot ar to, ka *Intel* izmanto jaunākas tehnoloģijas nekā *AMD*, piemēram, *Hyper-Threading* tehnoloģija.

3. tabula

CPU parametri [9, 10]

Procesora nosaukums	AMD FX 8370	Intel Core i5 6400	Atšķirība% (CPU - uzvarētājfirma)
Aptuvenā cena	195 Euro	200 Euro	3%(AMD)
Takts frekvence	4,0 Ghz	2,7 GHz	48%(AMD)
Turbo Boost	4,3 Ghz	3,3 GHz	30%(AMD)
Kodolu skaits	8	4	100%(AMD)
Kešatmiņas apjoms	8 MB	6 MB	33%(AMD)

Integrētā videokarte (iGPU)	Nav	Intel® HD Graphics 530	Intel
Maksimālā darbības temperatūra	61°C	71°C	16%(Intel)
TDF jeb maksimālais jaudas apjoms	125W	65W	92%(Intel)
RAM atmiņas tipu atbalsts	DDR3-1866	DDR3L-1333 DDR3L-1600 DDR4-1866 DDR4-2133	Intel
Tehnoloģiju atbalsts	1)AMD Turbo CORE 2) AMD PowerNow! 3) HyperTransport	1)OS Guard 2)Intel Virtualization 3)Enhanced Intel SpeedStep 4) Thermal Monitoring 5) Intel Identity Protection 6)Secure Key	Intel

AMD FX 8370 priekšrocības: pamata un *Turbo* takts frekvences, kuras ir attiecīgi par 48% un 30% augstākas nekā *Intel CPU*. Kodolu skaits, kas ir divas reizes lielāks un kešatmiņa, kas ir par 33% lielāka nekā *Intel i5 6400*.

Intel i3 6400 priekšrocības: iebūvētā videokarte, kuras nav *AMD* procesoram. Maksimālā darbības temperatūras robeža, kas ir par 16% augstāka. Mazāks par 92% jaudas patēriņš. Pie tam *Intel* procesoram ir lielāks RAM atmiņas tipu atbalsts, kas mūsdienās ir diezgan svarīgi, ja nākotnē vajadzēs veikt datora modernizāciju.

4. tabula

Testu rezultāti [11, 12, 13]

Procesora nosaukums	AMD FX 8370	Intel Core i5 6400	Atšķirība% (CPU - uzvarētājs)
Videjā CPU vērtība Benchmark testos	8972	6513	38%(AMD)
GeekBench viena kodola tests	2186	3144	44%(Intel)
Testu rezultāti attiecībā pret cenu	46,01	32,57	41%(AMD)

Testa rezultāti šajā cenu kategorijā rāda to, ka *AMD* procesors ir gandrīz par 40% jaudīgāks nekā *Intel* procesors. Protams, ja skatās uz *GeekBench* viena kodola testa rezultātiem, sanāk, ka arī šajā kategorijā *Intel* procesoram ir labāka veiktspēja nekā *AMD* procesoram. Testu rezultātu attiecība pret cenu ir par 9% palielinājusies par labu *AMD CPU*, ja skatās uz iepriekšējo cenu kategoriju.

5. tabula

CPU parametri [14, 15]

Procesora nosaukums	AMD FX 9370	Intel Core i7 6700	Atšķirība% (CPU - uzvarētājs)
Aptuvenā cena	315 Euro	330 Euro	5%(AMD)
Takts frekvence	4,4 GHz	3,4 GHz	29%(AMD)
Turbo Boost	4,7 GHz	4,0 GHz	18%(AMD)
Kodolu skaits	8	4	100% (AMD)
Kešatmiņas apjoms	8 MB	8 MB	-
Integrētā videokarte (iGPU)	Nav	Intel® HD Graphics 530	Intel
Maksimālā darbības temperatūra	57°C	71°C	25%(Intel)
TDF jeb maksimālais jaudas apjoms	220W	65W	238%(Intel)
RAM atmiņas tipu atbalsts	DDR3-1866	DDR3L-1333 DDR3L-1600 DDR4-1866 DDR4-2133	Intel
Tehnoloģiju atbalsts.	1)AMD Turbo CORE 2) AMD PowerNow! 3) HyperTransport 4)AMD Virtualization	1)Intel Hyper-Threading 2)OS Guard 3)Intel Virtualization 4)Enhanced Intel SpeedStep 5) Thermal Monitoring 6) Intel Identity Protection 7)Secure Key 8) Intel vPro	Intel

AMD FX 9370 priekšrocības: pamata un Turbo takts frekvences, kuras ir attiecīgi par 29% un 18% augstākas nekā Intel CPU. Kodolu skaits, kas ir divas reizes lielāks nekā *Intel i7* CPU, bet tā kā *Intel i7 6700* procesors atbalsta *Hyper-Threading* tehnoloģiju, rezultātā *AMD* un *Intel* procesoram, katram ir pa 8 pavedieniem (fiziskie kodoli + mākslīgie kodoli).

Intel i7 6700 priekšrocības: šajā cenu kategorijā izpaužas *Intel* kompānijas sasniegumi tehnoloģiju jomā, piemēram, maksimālās jaudas patēriņš, kas ir par 238% mazāks nekā *AMD* procesoram un maksimālā darbības temperatūra, kas ir par 25% augstāka nekā *AMD FX 9370* CPU.

6. tabula

Testu rezultāti [16, 17, 18]

Procesora nosaukums	AMD FX 9370	Intel Core i7 6700	Atšķirība% (CPU - uzvarētājs)
Videjā CPU vērtība Benchmark testos	9521	9969	5%(Intel)
GeekBench viena kodola tests	2366	4372,5	85%(Intel)
Testu rezultāti attiecībā pret cenu	30,23	30,21	<1%(AMD)

Testa rezultāti šajā cenu kategorijā rāda to, ka *AMD* procesors ir līdzvērtīgs *Intel* CPU gan pēc jaudas, gan pēc *Benchmark* vidējā CPU novērtējuma attiecībā pret cenu. Paanalizējot sīkāk rezultātus, kas attiecas uz viena kodola testa rezultātiem, kuri ir par 85% labāki *Intel i7 6700* nekā *AMD* CPU un paskatoties uz enerģijas patēriņu (skatīt 5. tabulu), var secināt, ka *Intel* procesors šajā cenu kategorijā tomēr ir labāks par *AMD* procesoru.

Secinājumi

Apkopojot informāciju var secināt:

1. Cenu kategorijā zem 250 Euro *AMD* procesori jaudas ziņā ir par aptuveni 30 – 40% jaudīgāki nekā *Intel* procesori.
2. *AMD* procesoru lielākais trūkums ir maksimālais jaudas apjoms, ko dzesēšanas sistēmai nepieciešams izkliedēt, lai saglabātu mikroshēmu zem maksimālās temperatūras, kas CPU cenu kategorijā zem 250 Euro ir divreiz lielāks nekā *Intel* procesoriem, bet augstākā cenu kategorijā vēl lielāks. Varbūt šī iemesla dēļ *AMD* kompānija neizstrādā procesorus augstāko cenu kategorijā.
3. *Intel* kompānijas lielākais tehnoloģijas atklājums procesoru ražošanā ir *Hyper-Threading* tehnoloģija, kas ir viens no iemesliem, kāpēc *Intel* procesori patērē mazāk maksimālās jaudas apjoma jeb *TDF* nekā *AMD* procesori.
4. *AMD* procesori būs labākā izvēle PC spēļu cienītājiem, kuri vēlēšies iegādāties datoru ar labiem gabarītiem un par zemu cenu.
5. *Intel* procesori būs labākā izvēle kompānijām, kuras vēlēšies iegādāties lielu skaitu datoru birojam.
6. Darba autors rakstot darbu secināja, ka *AMD* procesori salīdzinot ar *Intel* CPU ir izlaisti dažus gadu agrāk, līdz ar to *Intel* CPU tehnoloģijas ir jaunākas.

Summary

After data analysis author obtained about *Intel* and *AMD* CPU's advantages and disadvantages:

AMD CPU's advantages is performance and price in the lowest price categories (under 250 Euro); clock speed; Turbo Boost technology; core count. But disadvantages are: maximum operating temperature, especially, in price category over 300 Euro; TDP or power consumption; pure RAM memory type support.

While *Intel* CPU's advantages: quality; Hyper-Threading technology; CPU price and performance price category over 350 Euro; TDP or power consumption; good RAM memory type support; maximum operating temperature; iGPU. But *Intel* CPU's disadvantage is price at lowest price categories, which is too high.

In conclusions *AMD* CPU's are better choice for gaming PC under 300 Euro, but *Intel* CPU's are better choice for office work and IT companies and gaming PC over 300 Euro.

Literatūra

1. Akadēmiskā terminu datubāze AkadTerm (skatīts internetā 02.04.2016) <http://termini.lza.lv/term.php?term=CPU&list=CPU&lang=EN>
2. Chronology of Microprocessors (skatīts internetā 02.04.2016) <http://processortimeline.info/>
3. Core i3, i5 un i7 – Intel procesoru apraksts (skatīts internetā 03.04.2016) <http://www.notepad.lv/raksts/7655/core-i3-i5-un-i7-%E2%80%93-intel-procesoru-apraksts/>
4. AMD FX-8300 specifications (skatīts internetā 08.04.2016) <http://www.cpu-world.com/CPUs/Bulldozer/AMD-FX-Series%20FX-8300.html>
5. Intel® Core™ i3-6100 Processor (skatīts internetā 03.04.2016) http://ark.intel.com/products/90729/Intel-Core-i3-6100-Processor-3M-Cache-3_70-GHz
6. AMD FX-8300 Eight-Core (skatīts internetā 03.04.2016) <http://www.cpubenchmark.net/cpu.php?cpu=AMD+FX-8300+Eight-Core>
7. Intel Core i3-6100 @ 3.70GHz (skatīts internetā 03.04.2016) <http://www.cpubenchmark.net/cpu.php?cpu=Intel+Core+i3-6100+%40+3.70GHz>

8. Intel Core i3 6100 vs AMD FX 8300 (skatīts internetā 03.04.2016) <http://cpuboss.com/cpus/Intel-Core-i3-6100-vs-AMD-FX-8300>
9. AMD FX-8370 specifications (skatīts internetā 03.04.2016) <http://www.cpu-world.com/CPUs/Bulldozer/AMD-FX-Series%20FX-8370.html>
10. Intel® Core™ i5-6400 Processor (skatīts internetā 03.04.2016) http://ark.intel.com/products/88185/Intel-Core-i5-6400-Processor-6M-Cache-up-to-3_30-GHz
11. Intel Core i5 6400 vs AMD FX 8370 (skatīts internetā 04.04.2016) <http://cpuboss.com/cpus/Intel-Core-i5-6400-vs-AMD-FX-8370>
12. Intel Core i5-6400 @ 2.70GHz (skatīts internetā 04.04.2016) <http://www.cpubenchmark.net/cpu.php?cpu=Intel+Core+i5-6400+%40+2.70GHz>
13. AMD FX-8370 Eight-Core (skatīts internetā 04.04.2016) <https://www.cpubenchmark.net/cpu.php?cpu=AMD+FX-8370+Eight-Core>
14. AMD FX-9370 specifications (skatīts internetā 04.04.2016) <http://www.cpu-world.com/CPUs/Bulldozer/AMD-FX-Series%20FX-9370.html>
15. Intel® Core™ i7-6700 Processor (skatīts internetā 04.04.2016) http://ark.intel.com/products/88196/Intel-Core-i7-6700-Processor-8M-Cache-up-to-4_00-GHz
16. AMD FX-9370 Eight-Core (skatīts internetā 05.04.2016) <https://www.cpubenchmark.net/cpu.php?cpu=AMD+FX-9370+Eight-Core>
17. Intel Core i7-6700 @ 3.40GHz (skatīts internetā 05.04.2016) <http://www.cpubenchmark.net/cpu.php?cpu=Intel+Core+i7-6700+%40+3.40GHz>
18. Intel Core i7 6700 vs AMD FX 9370 (skatīts internetā 05.04.2016) <http://cpuboss.com/cpus/Intel-Core-i7-6700-vs-AMD-FX-9370>

LEGAL ASPECTS FOR LATVIAN ENTERPRISES, ATTRACTING FINANCE VIA CROWDFUNDING PLATFORMS

TIESISKIE ASPEKTI UZŅĒMUMIEM LĪDZEKĻU PIESAISTEI, IZMANTOJOT PŪLFINANSĒŠANU

Autors: **Aija Vanaga**, aija.vanaga@gmail.com, 0037126385873

Zinātniskā darba vadītājs: **Imants Zarembo, Mg.sc.comp.**, e-pasts: imants.zarembo@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Abstract: *When financial resources are decreasing, crowdfunding is an opportunity to deliver product and service to export markets, meet future buyers and attract financial resources. Latvian companies have considerably limited opportunities in crowdfunding markets, as some are not legally accessible. Therefore, it is an important research question to what extent Latvian companies can be using mainly international crowdfunding platforms to attract financial resources.*

Keywords: *Crowdfunding, financial resources, information technologies, investment, legal aspects*

Introduction

The global financial crisis in 2008 has been talked about as the second most devastating financial crisis, since the great depression in 1930s. In Eurozone crisis started in 2009, when Spain, Italy, Ireland, Greece and Portugal failed to provide economics that could meet needs of ability and banking system faced issues. Crisis have made a significant impact on the Unites States and Europe`s economics and investment trends. Within 2008 and onward we have been faced with bailouts to the banks and countries, financial market has changed drastically, credit and financing for start-ups and small medium enterprises (SME) have been insufficient and decreased significantly. Rising from these issues and as consequence, one of solutions that appeared in the market was a crowdfunding platforms. 510 live platforms are operating in the European Union (EU). 502 of these platforms were based in EU Member States, while eight were based outside the EU in countries such as the USA, Canada, New Zealand, Australia and China. Within the EU, the UK had the largest number of platforms, accounting for 28.0% of the EU total, followed by France, Germany, the Netherlands and Italy (which cumulatively account for 47.5%). By funding type, the three most common platform types in 2014 were rewards (30.4% of total), equity (22.9%) and loans (21.0%) [1, 4].

Principles of crowdfunding

Crowdfunding draws inspiration from concepts like micro-finance and crowdsourcing, but represents its own unique category of fundraising, facilitated by a growing number of Internet sites devoted to the topic [2, 9]. Crowdfunding at its most basic level is an open ask to the public for funds for a specific project or for a specific objective. Crowdfunding system has large number of supporters and small amount of funds from each supporter that are allocated for a project or cause. Within crowdfunding it is multi-sectional phenomena involving business, finance, funding, IT services, marketing activities, legal aspects and others. Crowdfunding is an e-commerce tool that can be used to implement financial needs of a company. Crowdfunding can entail legal uncertainty due to the lack of agreed definitions of the phenomenon, its complexity, financial and fee issues, the variety of national regulations concerned and the internet-linked risk of hacking, risk of fraud, platform closure or failure, project default, misleading advertising practices, legal uncertainty stemming from different legislation, liquidity risk. Conflicts over copyright may also emerge when creators, working in the context of a shared economy, disclose their ideas at an early stage of their work. The issue is complex at EU level too: a range of legislative acts can be relevant, including the Anti-money Laundering, Payment Services, Unfair Commercial Practices, Electronic Commerce and Copyright Directives, and the Capital

Requirements and Intellectual Property Regulations [3, 2]. Issue with crowdfunding gets more complex as nowadays crowdfunding platforms operate on international level, backers can be eligible worldwide for pre-ordering and involving with their financial resources, which is an aspect for national, international and global legal difficulties. Crowdfunding can be divided into two main categories, the non-financial return category: donation based, pre-payment or rewards based (people give money to receive a reward, service or product, which is tangible) and the financial return models (investment in return for the issuing of equity or debt securities or units in a collective investment scheme or the lending of money in return for a financial reward). Therefore, investment based crowd funding can provide capital to start ups and SMEs who might otherwise find it difficult to secure equity capital or loan funding from traditional sources as angel investors, banks or VC. It is important to mention that in Latvia there has been case as peer-to-peer landing platform *Mintos*, which started its activity December 2015 and in legal ways was asked to suspend their operation by government agency due to lack of legal regulation [4]. Within first company in peer-to-peer landing SMEs and start-ups had opportunity to access financial resources avoiding banks as traditional financing models. *Mintos* as an investment based crowdfunding platform is operating as other global platforms. Which means that there are at least three parties involved, the company seeking finance for a specific project (the project owner), the intermediary providing the internet crowd-funding specific platform (platform) and the investors (who are not typically professional investors) forming part of the crowd who fund the project through the platform, communicate through the intermediary and then invest. The intermediary may also provide assistance in developing the promotion for the platform, legal assistance with for example the preparation of the security issues or acting as register and watchdog for the issuer as to the ownership of securities. The project owner will pay a fee to the intermediary where the campaign is successful. Additional fees may also be payable to the intermediary for additional services. The most prominent United Kingdom (UK) equity based crowdfunding platform is *Crowdcube* entered the market in 2011, and got accredited in 2013 by the United Kingdom's Financial Conduct Authority (FCA), being the world's first equity-based platform. *Crowdcube* offers to United Kingdom enterprises an alternative way to approach the starting capital, by allowing individual investors to gather funds to support a project in return receiving an equity stack [5]. It is notable that UK is one of countries that have adopted legal action in regulating activity of crowdfunding, therefore it is more developed comparing to other EU countries.

Reward-based crowdfunding platforms

Reward-based crowdfunding, which, for many people, is synonymous with crowdfunding and online fundraising, has certainly captured the public imagination and media attention across Europe and USA in recent years. With 120,33 million euro raised in 2014 (compared with 63,18 million in 2013), reward-based crowdfunding is the second largest sector within the European online alternative finance market (excluding the UK), with an 127% average growth rate over the last three years [6, 8]. From aspiring entrepreneurs and creative artists to high-tech firms, SMEs and even multinational corporations, individuals and businesses can leverage this model to acquire early-stage investments, pre-sell products, obtain market validation and social proof, crowdsource creative ideas, engage customers, forge partnerships and build communities. Significant breakthrough and can be referred as a start point in reward-based crowdfunding occurred on April 28 2009, when reward-based crowdfunding platform Kickstarter was launched in United States [6]. The company's mission is to help creative people in funding their projects. Within a year Kickstarter obtained popularity and many entrepreneurs whose applications were rejected by the banks, angel capitalists or Venture Capitals (VC) used Kickstarter to pre-sell or reward crowdsource funds. Kickstarter has all-or-nothing model (campaigner gets money only when the fund goal is reached), which is recognizable by its

creative projects and is considered as crowd-funding culture. On the platform project has to be suitable in one of 15 categories (publishing, fashion, film and video, food, games, art, technology, theater, comics, dance, design, music, photography, journalism, crafts), and each project is approved before being launched. Comparing to other reward-based platforms Kickstarter is cost effective for the project authors - if fund is raised, Kickstarter will collect 5% and additionally 3-5% transaction fee. The main benefit of the platform is name recognition, Kickstarter platform does not permit non-profit campaigns, for example projects for raising money for a dream house or earthquake victims, it still remains the most preferred reward-based funding site. Disadvantages are that Kickstarter projects can be applied only from entities that are registered in Ireland, France, Germany, Spain, the Netherlands, Austria, Belgium, Italy, Luxembourg, United Kingdom, Canada and United States which means that Latvian companies don't have ability to participate and register a campaign, without registering in countries mentioned above [7]. The main competitor to Kickstarter is Indiegogo, which offers wider fundraising flexibility, for instance, on the all-or-nothing method, it charges 4% if the fund is raised and on the contrary to Kickstarter, Indiegogo offers the flexible funding plan, in the case of not reaching the goal, it takes 9%. For both methods there are additional transactional fees – 3%. The main advantage for platform is that there are no restrictions by application; it is available to every country. As payment method Indiegogo permits credit card and PayPal, however on the Kickstarter platform Stripe is used. For Indiegogo platform campaign duration is limited to 120 days, that means twice as long as on Kickstarter platform [8, 9]. There is discussion if that is a pro or con as majority of campaigns get funded in first and last days, some refer to longer campaign period as opportunity to promote product even more. The RocketHub was launched after Kickstarter and Indiegogo, offering wide range fundraising projects from movie making to philanthropy. In terms of charging of fees, RocketHub platform peculiarly does not differ from Indiegogo. For instance, for completed campaign, it charges 4% and if the fund has not met the target, 8% will be charged [8, 10]. However, the platform came in market adding several fresh ideas. They created RocketHub's Success school feature, providing instrument in helping to create a more valuable project. Also, RocketHub implemented Launched feature, which provides members with opportunity to collaborate with the industry professionals and public relation experts. RocketHub collaboration with Facebook led to a chance to support a project without involving in it financially. For instance, fans of the particular project can share or like project in the Facebook, giving the opportunity to spread it further, hoping to gather more funds. RocketHub platform dominates in the "customer support", besides, it is notable that RocketHub platform has lesser pledgers which opens up the possibility for them to get involved in each project [11]. Reward-based crowdfunding is one of popular crowdfunding methods, but there are also a lot of uncertainties. Companies have very limited duties to donators; actually the only duty is to thank them, by giving a reward. There is lack of transparency, no control mechanism in connection with the capital distribution and free riding. Currently there is no established a common crowdfunding regulation in Europe, but European Commission is working on it to develop the policy as crowdfunding in its many ways has a lot of legal aspects. Within Kickstarter it is company's responsibility to complete their project, it does not guarantee projects or investigate the ability of creators to complete their projects and backers are deciding the validity of the project by funding it, without receiving any guarantees. In Kickstarter platform when a company is submitting project they are granting Kickstarter, and others acting on Kickstarter behalf, the worldwide, non-exclusive, perpetual, irrevocable, royalty-free, sublicensable, transferable right to use, exercise, commercialize, and exploit the copyright, publicity, trademark, and database rights with respect to your submitted content. Additionally, Kickstarter jurisdiction is located in State of New York [7]. Indiegogo and The RocketHub operates within comparably similar terms of use, as platform takes no responsibility for company to deliver reward that was promised by backer in given time frame. Which leads to legal question about how relationships among

company delivering reward and backer can be resolved under international law. Out of legal research it is visible that there are no set and structured ways to resolve possible issues according to international law as each of countries, where backers and companies come from, have different laws and some does not have regulation at all. Therefore, it is an open question if company from Latvia can be misusing platforms services and therefore creating environment of mistrust. Starting of 2015 Latvian NGO has established Projektu Banka project that is an environment for crowdfunding with reward-based all-or-nothing structure [12]. Within this case companies, individuals and NGOs can submit their projects, products and participate in this platform.

Legal aspects for Latvian companies

Companies from Latvia have an ability to participate in many reward-based crowdfunding platforms, as it was case with AirDog [13]. It is important to note that in order to participate and launch campaign in Kickstarter, company has to be registered as an entity in US. It can be assumed that for AirDog this process was fostered by VC investment they attracted, future development of product and market specification. This example of AirDog case shows us that by starting as Latvian company and being in a country without legislation that would regulate crowdfunding initiatives, experience with suspended operations request from government agencies as in Mintos case, is forcing companies to register to countries where legislation is more clear and stated on issue as US and UK. For companies that are looking to attract crowdfunding in reward-based campaigns it is also a way to attract future VC and investors. One of aspects for Latvian companies who wants to develop and use international sites have to consider moving to another country that platform supports, if company is eligible for campaign in Kickstarter. Companies can choose other platforms that supports legal entity registered in Latvia, but it is notable, that it might be lower quality platform and harder to succeed. If looking at local Latvian platform *Projektu Banka*, then up to April 15 2016 it has 18 financed project total amount as 43 442 Euro [12]. Which is less than 1 project per month in approximate calculation. Secondly within this research there were no law regulations in Latvia found if there are any specific procedures how to declare incoming funds from international campaigns and if there might be any tax complications. There is also no public information available about legal regulations for companies joining *Projektu Banka*.

Conclusions

The research within this paper shows that Latvian companies have options to participate in crowdfunding platforms in order to raise funds, pre-sell product internationally and locally. It is complicated to participate in equity-crowdfunding and investment-based crowdfunding platforms outside country they operate because of difficulties in regulations. It is suggested that Latvian government should establish regulation and provide business environment with direct opinion if crowdfunding practices are approved and taken in account as safe and legal operation. It is expected that policy environment will continue to evolve at both a Member State level and at a European level, therefore it would be fair to expect that in Latvia legal environment develops as well. It is recommended for government of Latvia to establish legal procedures and to foster development of reward based crowdfunding platforms, state it as fair and secure tool for purchase, as that would be an important support element for start-ups and SMEs for validating their idea, product, having ability to pre-sell and acquire needed funding.

Bibliography

1. Crowdfunding, Mapping EU markets and events study, European Union, 2015, p.7.-81
2. E. Mollick. (2013, August 13) *The dynamics of crowdfunding: An exploratory study* [Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/08839026/29/1>

3. Magdalena Pasikowska-Schnass, Crowdsourcing and crowdfunding in the cultural and creative sectors, European Parliamentary Research Service, 2016, p.2
4. About Mintos being suspended Retrieved from <http://www.ptac.gov.lv/lv/news/ptac-pieprasa-mintos-p-rtraukt-invest-ciju-pakalpojumu-pied-v-anu-pat-r-t-jiem> 15.04.2016
5. Risk Warning, Retrieved from <https://www.crowdcube.com/pg/risk-36> 09.04.2016
6. European Alternative Finance Benchmarking Report, University of Cambridge, p.2-43
7. About Kickstarter Retrieved from <https://www.kickstarter.com/about> 10.04.2016
8. Kickstarter terms of use part 9, Retrieved from <https://www.kickstarter.com/terms-of-use#section4> 10.04.2016
9. Indiegogo Terms of Use, Retrieved from <https://www.indiegogo.com/about/terms> 10.04.2016
10. Comparison of Crowdfunding Websites, Retrieved from <http://www.inc.com/magazine/201111/comparison-of-crowdfunding-websites.html> 08.04.2016
11. RocketHub End User License Agreement, Retrieved from <https://www.rockethub.com/legal> 09.04.2016
12. RocketHub's Crowdfunding Success school, Retrieved from <http://rockethub-media.s3.amazonaws.com/rockethub-success-school.pdf> 09.04.2016
13. About Project Bank, Retrieved from <https://projektubanka.lv> 15.04.2016
14. AirDog Kickstarter campaign Retrieved from <https://www.kickstarter.com/projects/airdog/airdog-worlds-first-auto-follow-action-sports-dron/posts/1541143> 10.04.2016

DRAIVERU PLATES AR TB6560AHQ MIKROSHĒMU DARBĪBAS IZPĒTE

Autori: **Elmārs Viļums**, +371 27481275, **Andris Pelšs**, + 371 22480228,
Zinātniskā darba vadītājs: **Guntis Koļčs, Mg.sc.comp.** +371 26199851,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *Scientific publications theme - Research of TB6560AHQ chip based stepper driver board. Work performers are Technology Academy of Rēzekne, Faculty of Engineering, Second Level Professional Higher Education Bachelor's full-time study program "Mechatronics" fourth-year students Andris Pelšs, Elmārs Viļums. Scientific publications executive - Guntis Koļčs. Driver board TB6560 is designed for step motor control, it is designed for both businesses mass manufacturing of parts, as well as to private hobbies.*

Keywords: *Stepper motor, driver board TB6560AHQ, resonance*

Ievads

Lai vadītu soļu motorus, ir nepieciešama speciāla draiveru jeb vadības plate, jo datora I/O portu izejas nenodrošina pietiekami lielu strāvas stiprumu un spriegumu, lai motori darbotos. Zinātniski pētnieciskā darba tēma - "Draiveru plates ar TB6560AHQ mikroshēmu darbības izpēte" pieder pie inženierzinātņu nozares.

Galvenā šīm draiveru platēm piemītošā problēma ir to nespēja nodrošināt pietiekami lielus soļu motoru rotora rotācijas ātrumus.[3] Izmantojot dažādus mikrosoļu režīmus, soļu motora draiveram pievadot STEP vadības signālu ar augstāku frekvenci tie nonāk rezonansē (soļu motoram piemītošs efekts, kad pie noteikta ātruma zūd moments, kas noved līdz rotora apstāšanās gadījumiem, tiek izlaisti soļi un rodas neprecizitātes dažādas aparatūras/iekārtu darbībā). Pastāv dažādas rezonanses novēršanas metodes, viena no kurām ir mikrosoļu režīma izmantošana soļu motora vadībai. Tāpēc rodas nepieciešamība izpētīt draiveru ar mikroshēmu TB6560AHQ (kā vienu no visplašāk izmantotajām dažādos amatieru projektos) darbību, soļu motoru darbu dažādos mikrosoļu režīmus, kā arī uzzināt, kādā frekvencē soļu motors nonāk rezonancē.

Pētnieciskā daļa

Pētnieciskās daļas viens no galvenajiem uzdevumiem bija izpētīt, cik augstā frekvencē soļu motors nonāk rezonancē. Pētnieciskajam stendam tika izmantots barošanas bloks ar maināmo izejas spriegumu līdz 30 V, kas nodrošina soļu motora un draivera darbību, taisnstūra impulsu ģenerators Г3 - 111, no tā tika pievadīti vadības signāli uz draiveru plates ieeju STEP (pievadītā impulsa amplitūda 5V), soļu motors NEMA 23, draiveru plate ar TB6560AHQ mikroshēmu un oscilogrāfs, lai novērotu, sprieguma izmaiņu uz šuntējošā rezistora, kas paredzēts soļu motora darba strāvas mērīšanai.

Draiveru plates raksturojošie parametri [1]:

- Toshiba TB6560AHQ mikroshēma - lielas jaudas (maksimālā strāva 3.5A)
- 1-1/16 mikrosoļa uzstādījumi – iespējams iegūt augstāku precizitāti un vienmērīgāku darbību nekā standarta 1- 1/2 solim
- Universālā arhitektūra – atbalsta daudzas CNC vadības programmas kā Mach3, KCAM4, EMC2 utt.
- NEMA 23 soļu motora nepieciešamais spriegums 16 – 24V
- Draiveru izeja saderīga ar 2. vai 4. fāžu, 4,6 vai 8 izvadu soļu motoriem, kuru maksimālā strāva nav lielāka par 3A.

Uz draiveru plates ir iespējams atsevišķi katrai asij mainīt dažādus uzstādījumus (skatīt. 1.attēlu.) ar speciālu slēdžu bloku, kuru sauc par DIP (DIP - dual in-line package manuālais slēdzis, lai pielāgotu elektroniskas uzvedību pie ierīces īpašajām situācijām [2]). Tātad katras ass

motoram ir iespēja mainīt vadības strāvu, iekšējo indukcijas spēku slāpēšana un mikrosoļa izmēru.

Current Setting	1	2	Decay Mode Settings	3	4	MicroStep Settings	5	6
100%	ON	ON	FAST	ON	ON	1	ON	ON
75%	ON	OFF	25%	ON	OFF	1/2	ON	OFF
50%	OFF	ON	50%	OFF	ON	1/8	OFF	ON
25%	OFF	OFF	SLOW	OFF	OFF	1/16	OFF	OFF

1.attēls DIP slēdža iestatījumi vienai asiņ

Pieslēdzot taisnstūra impulsu ģeneratoru soļu motoru draiverim, tika pakāpeniski palielināta impulsa frekvence un fiksēta soļu motora apgriezīgu palielināšanās. Šāda darbība tika atkārtota dažādos mikrosoļu režīmos, kas tika uzstādīti ar draiveru platē esošajiem pārslēgiem. Katrā režīmā tika fiksēta frekvence, kurā iestājās soļu motora rezonance. Diagrammā 1.1 ir grafiski attēlots mikrosoļu režīma un maksimālā soļu motora STEP impulsa frekvences attiecība. Praktiski tika novērota laidenāka soļu motora rotācija. Šeit jāņem vērā, ka soļu motora rezonanses frekvenci nosaka paša motora rotora inerces moments, kā arī motora asiņ pievienotās slodzes inerces moments. Šajā pētījumā motoru ass netika savienota ar slodzi. Praksē rezonanses efekts bieži vien noved pie dažāda veida grūtībām, ja motors darbojas frekvencēs, kas ir tuvu rezonanses frekvencei. [4] Rezonansē griezes momenta skaitliskā vērtība ir visai tuva nullei, tāpēc tādās iekārtās kā CNC frēzes saskaroties ar rezonanses efektu rodas situācijas, kad nav iespējams pārvietot iekārtas elementus ar lielākiem ātrumiem, kas var būt arī brāķa rašanās iemesls. Praktiski mikrosoļa režīma pozitīvā ietekme uz rezonanses novēršanu skaidrojama ar to, ka soļu motora tinumi brīdī kad pa tiem plūst strāva pārvada grūdienu veidā tikai nelielu daļu no pilnā soļa enerģijas (aptuveni 0,1-0,3%) rotoram, kas ir magnēts, līdz ar to sistēmā nerodas svārstības un tiek novērota laidenāka/vienmērīgāka ass rotācija.

Uz oscilogrāfa ekrāna tika novērots soļu motora ģenerētais atgriezeniskais EDS, kas parādās kā impulsvērtību pīķi oscilogrammā. Atgriezeniskais EDS rada bremzējošo efektu soļu motorā, kas neļauj pilnvērtīgi izmantot mikrosoļa sniegtās priekšrocības. Tas norāda uz to, ka uz draivera plates esošās EDS slāpējošās diodes nepietiekami pilda savas funkcijas. Nomainot esošās diodes uz ātrdarbīgākām tika novērots pozitīvs efekts.

Tika izpētītas pārējo shēmu sastādošo elementu pielietojums un to nominālvērtības. Viens no galvenajiem elementiem, kas nosaka soļu motora draivera darbību ir iekšējā ģeneratora takts frekvenci iestatošais kondensators, kura kapacitāte ir 1000 pF. Eksperimentāli tika noskaidrots, ka šī kondensatora kapacitātes vērtība var būt no 100-200 pF un līdz ar to var palielināt arī maksimālo STEP impulsa frekvenci, kas nodrošina lielāku soļu motora rotācijas ātrumu. Kā lielu trūkumu draivera shēmtehnikā var minēt arī salīdzinoši lēnas darbības optopāru izmantošanu, kas ir vēl viens iemesls neprecizitātei- dažkārt pie lielas STEP impulsa frekvences tiek izlaisti daži impulsi. Optopāris ir paredzēts vadiekārtas aizsardzībai, ja draivera shēmā notiek bojājumi. Pētāmā draivera shēmā pielietots PC817 optopāris, kura sastāvā esošie fototranzistori pārslēgšanas laikā nonāk piesātinājuma režīmā, līdz ar to palielinās fototranzistora pārslēgšanas laiks. [5] Kā risinājums ir izmantot daudz ātrdarbīgākus analogus, vai atteikties no optopāru izmantošanas (pēdējais variants izmantojams, ja tiek izmantotas ārējās optoatsaistes plates ar ātrdarbīgiem optopāriem piem. HCPL2630).

Kā varam redzēt 2. attēlā, sprieguma amplitūda mainās krasi, lēcienveidīgi, kā arī soļu motora STEP signāla frekvence, kad tas nonāk rezonancē ir 1600 Hz.



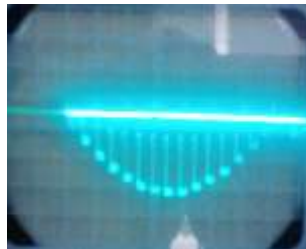
2.attēls Sprieguma izmaiņas oscilogramma, mikrosoļu režīms 1

Apskatot 3. attēlu sprieguma izmaiņa mainās mazāk, pakāpienveidīgi, soļu motora vadības frekvence, kad tas nonāk rezonancē ir 2700 Hz.



3.attēls Sprieguma izmaiņas oscilogramma, mikrosoļu režīms 1/2

Apskatot 4. attēlu sprieguma izmaiņa mainās mazāk nekā mikrosoļu režīmā $\frac{1}{2}$, pakāpienveidīgi, soļu motora vadības frekvence, kad tas nonāk rezonancē ir 7000 Hz, kas ir 2 reizes vairāk nekā soļu režīmā $\frac{1}{2}$.

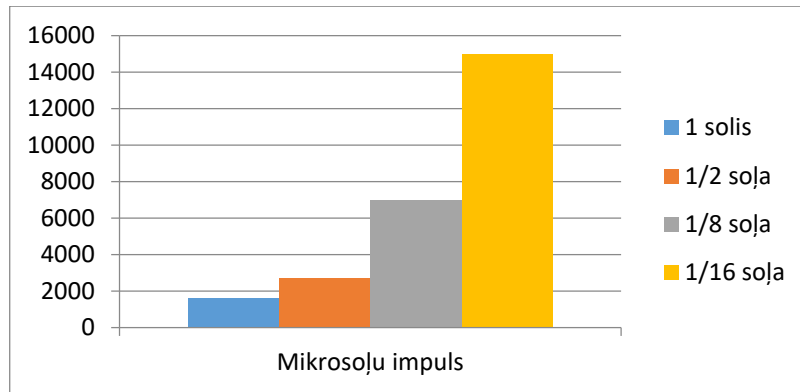


4.attēls Sprieguma izmaiņas oscilogramma, mikrosoļu režīms 1/8

Apskatot 5. attēlu sprieguma izmaiņa mainās mazāk nekā mikrosoļu režīmā $\frac{1}{8}$, pakāpienveidīgi, STEP vadības signāla frekvence, pie kura soļu motors nonāk rezonancē ir 15000 Hz, kas ir 2 reizes vairāk nekā soļu režīmā $\frac{1}{8}$.



5.attēls Sprieguma izmaiņas oscilogramma, mikrosoļu režīms 1/16



6.attēls Soļu motora nonākšana rezonancē, izmainot mikrosoļu režīmus

Rezultātu analīze

Pēc pētījuma izvērtēšanas tika secināts, ka šai draiveru platei vislabākais ir 1/16 mikrosoļu režīms, jo šajā režīmā ir iespējams izmantot augstāku STEP impulsa frekvenci un nodrošināt tādā veidā laidenāku soļu motora ass rotāciju.

Tika noskaidrots, ka ir iespējams uzlabot draivera darbību (palielināt maksimālo ienākošo STEP impulsa frekvenci), nomainot mikroshēmas takts frekvences iestatīšanas kondensatoru no uz plates esošā ar 1000pF kapacitāti uz kondensatoru ar kapacitāti diapazonā no 100 pF līdz 200 pF. Tādā veidā ir iespējams palielināt ienākošo STEP impulsa frekvenci līdz pat 400 kHz.

Soļu motora draivera darbības uzlabošanai, jānomaina atgriezeniskās EDS slāpēšanas diodes FR304 pret ātrdarbīgākām Štokija diodēm, piemēram, BYV27, kas novērsīs impulsveida pīķus, kas redzami oscilogrammās un līdz ar to uzlabosies kopējā soļu motora darbība (netiks radīts rotoru bremsējošais moments, ko rada atgriezeniskais EDS soļu motora tinumos, un tiks radīta iespēja palielināt motora rotora rotācijas ātrumu).

Jāveic draivera shēmā esošo optopāru nomainīšana uz ātrākiem analogiem. Tas ļauj palielināt maksimālo STEP impulsa frekvenci.

Sākotnēji mērījumi tika veikti izmantojot barošanas avotu ar spriegumu 35V, kas ir maksimālais pieļaujamais mikroshēmai TB6560AHQ, bet mikroshēma, kad tai tika pievadīts šāds spriegums, tika sabojāta, līdz ar to tika secināts, ka rekomendējamais spriegums, nedrīkst pārsniegt 24V.

Šie secinājumi norāda uz to, ka rūpnieciski izgatavotās draiveru platēs ar TB6560AHQ mikroshēmu ir novērojama virkne tehnisku trūkumu, kurus izmantojot pētījuma laikā iegūto informāciju ir iespējams uzlabot, kas ļauj pēc veiktajiem uzlabojumiem tās pilnvērtīgi izmantot dažādās mehatroniskās konstrukcijās.

Literatūra

1. <http://www.sostafiera.it/tb6560.pdf>(Sk. Internetā 12.04.2016)
2. <http://www.freepatentsonline.com/5010445.html>(Sk. Internetā 12.04.2016)
3. <http://www.cnczone.com/forums/general-cnc-machine-related-electronics/110986-software.html> (Sk. Internetā 12.04.2016)
4. <http://electroprivod.ru/resonans.htm> (Sk. Internetā 12.04.2016)
5. Avago Technologies (2010). *Safety Considerations When Using Optocouplers and Alternative Isolators for Providing Protection Against Electrical Hazards.*

**BEZ-KONTAKTU RADIOFREKVENČU IDENTIFIKĀCIJAS
TEHNOLOĢIJU ANALĪZE UN TO PIELIETOJUMS RĒZEKNES
PILSĒTAS INFRASTRUKTŪRAS OBJEKTOS**
*ANALYSIS OF CONTACTLESS RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION
TECHNOLOGIES AND ITS USAGE IN REZEKNE CITY
INFRASTRUCTURE OBJECTS*

Autors: **Artūrs Zalužinskis**, e-pasts: artchijs2@inbox.lv, +371 27812630
Zinātniskā darba vadītājs: **Aleksejs Zorins, Mg. sc. ing.**, e-pasts: aleksejs.zorins@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Abstract. *Author made the analysis of usage of contactless radio frequency identification technologies in Rezekne city infrastructure objects. Author provides the main types of radio frequency hardware, working principles and worldwide usage statistics. In the conclusion of the paper, author describes the further development opportunities of the radio frequency identification technologies.*

Atslēgas vārdi: *bez-kontaktu aparatūra, radiofrekvenču identifikācija, bezvadu sakaru tehnoloģijas.*

Ievads

Jauno inovatīvu tehnoloģiju radīšana palīdz ievērojami uzlabot dzīves kvalitāti daudzās jomās. Pētījumi pierāda, ka daudzi jauno inovatīvo produktu lietotāji (no 10% līdz pat 40% no kopskaita) ir iesaistīti kādu jaunu produktu radīšanā vai uzlabošanā. Viena no jaunākajām un strauji attīstītākajām tehnoloģijām ir radio frekvenču identifikācija.

Radiosakaru tehnoloģijas ir pazīstamas pietiekami sen, sākot ar 1864. gadu, kad amerikāņu izcelsmes fiziķis Džeims Klerks Maksvels radīja elektromagnētisko viļņu izplatības telpā matemātisko modeli. Maksvela pētījumi tika plaši pielietoti daudzu citu zinātnieku darbos. Britu izcelsmes izgudrotājs Deivids Edvards Hadžess, veicot eksperimentus ar specializētā uztvērēja palīdzību konstatēja, ka ir iespējams uztvert viļņus elektromagnētiskajā laukā pat no 460 metru attāluma. Šie eksperimenti ar elektromagnētiskās indukcijas atklāšanu kļuva par pamatu radio aparatūras izgudrojumam. Radio aparatūra kļuva par komerciālo produktu un bija plaši pielietota iedzīvotāju vidū.

Par vienu no pirmajiem radio lokācijas praktiskajiem pielietojumiem var uzskatīt skotu izcelsmes fiziķa Roberta Aleksandra Vatsona-Vatta izgudrotā radara izmantošanas gadījumu lidmašīnu brīdinājumam. Turpmāk, 20. gadsimta 40. gados, Otrā Pasaules kara laikos, ar Padomju Savienības radioelektronikas rūpniecības attīstību radio elektronikas aparatūru sāka pielietot specvienības dažādos spiegošanas uzdevumos. Tika attīstītas dažādas piekļuves kontroles sistēmas (tostarp pret-zādzību sistēmas, uz kustību sensoru pamata), kā arī apmaksas un identifikācijas sistēmas, dažādu mērķu realizācijai. Radio elektronikas identifikācijas aparatūra tika plaši pielietota komerciālos nolūkos sākot ar 20. gadsimta 80. gadiem – tika attīstītas preču marķēšanas un identifikācijas sistēmas, maksājumu apstrādes sistēmas, autorizētās piekļuves kontroles sistēmas un citi mūsdienu moderni risinājumi[1].

Ieviešot bez-kontaktu identifikācijas tehnoloģijas pastiprināto uzmanību ir jāpievērš šīs tehnoloģijas izmantošanas drošībai. Izmantojot bez-kontaktu identifikācijas risinājumus bez papildus aizsardzības līdzekļiem, lietotāji ir pakļauti dažāda veida uzbrukumam iedarbībai, izmantojot specializēto aparatūru, ar mērķi pārtvert sensitīvus lietotāju datus, vai nesankcionētās izmantošanas nolūkos. Pastāv fiziskās un tehniskās aizsardzības metodes, kas palīdz aizsargāt bez-kontaktu identifikācijas lietotāju datus[2]:

✓ Par fiziskās aizsardzības metodēm ir uzskatāma dažāda rakstura datu pret-zādzību aizsardzības līdzekļu izmantošana – naudas maku, apvākojumu un futlāru izmantošana, kas tiek pārklāti ar specializēto materiālu, radiofrekvenču signāla pārraides bloķēšanai;

✓ Tehnisko aizsardzības līdzekļu izmantošana paredz bez-kontaktu kartē ierakstāmās informācijas šifrēšanu ar dažādiem šifrēšanas algoritmiem. Izmantojot tehniskus aizsardzības līdzekļus, personas datu ieguvējam tiek apgrūtinātas iegūto datu dekodēšanas iespējas, līdz ar to datu konversijai ir jāmeklē papildus risinājumi.

Bez-kontaktu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas tiek aktīvi pielietotas Rēzeknes pilsētas infrastruktūras objektos, to izmantošana ievērojami atvieglo un uzlabo iestāžu darbinieku un apmeklētāju ikdienas darbus. Tehnoloģijas tiek pielietotas Rēzeknes pilsētas un novada pašvaldības objektos, kā arī citos uzņēmumos un privātpersonu īpašuma objektos:

✓ Latgales vēstniecībā “GORS” tiek izmantota automatizētās piekļuves kontroles sistēma, kas nodrošina darbinieku autorizētu piekļuvi darba telpās un liftu izmantošanas vajadzībām;

✓ Pašvaldības uzņēmumā “Rēzeknes satiksme”, ar jaunās bez-kontaktu Rēzeknes pilsētas iedzīvotāja kartes ieviešanu, sākot ar 2017. gada 01. aprīli tiek izmantota pilsētas maršrutu autobusus, braucienu apmaksas vajadzībām;

✓ Austrumlatvijas radošo pakalpojumu centrā “Zeimuļš” automatizētās piekļuves kontroles nodrošināšanai dienesta telpās;

✓ Rēzeknes novada pašvaldībā un privātpersonu īpašuma objektos – automātisko vārtu un barjeru atvēršanai, izmantojot pultis, kas aprīkotas ar radiofrekvenču identifikācijas čipiem;

✓ Rēzeknes pilsētas lielveikalos un uzņēmumos – ar bankas karti, kas ir aprīkota ar bez-kontaktu čipu ir nodrošinātas iespējas bez-kontaktu norēķiniem, izmantojot Visa PayPass tehnoloģiju;

✓ citos Rēzeknes pilsētas uzņēmumos un privātpersonu īpašuma objektos.

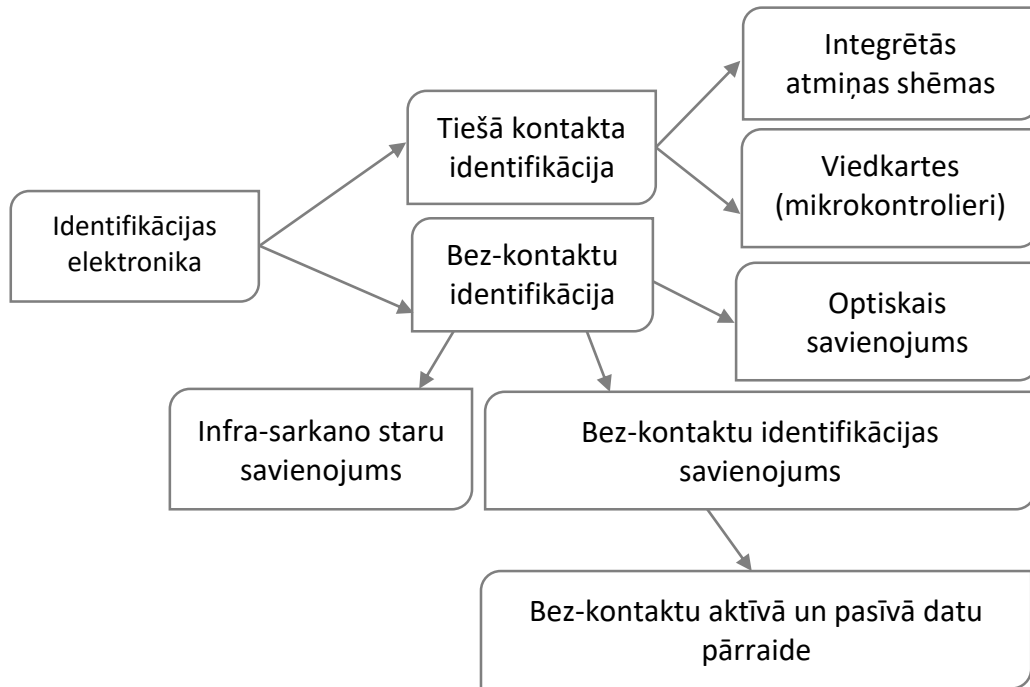
Materiāli un metodes

Bez-kontaktu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas var iedalīt kategorijās, atbilstoši pielietojuma veidam:

✓ pēc bez-kontaktu čipa veida – pastāv aktīvie, pasīvie, pus-aktīvie un pus-pasīvie bez-kontaktu čipi;

✓ pēc datu pārraides frekvences, kas nosaka izmantošanas distances garumu starp bez-kontaktu karšu lasītāju un karti, kas aprīkota ar bez-kontaktu datu pārraides čipu – pastāv augstfrekvences un ultra-augstfrekvences datu pārraides čipi;

✓ pēc izmantojamā datu pārraides protokola, kas nosaka datu pārraides principus starp lasītāju un karti, kurā ir ierakstīta nolasāmā informācija. Tiek izmantoti divu veidu datu pārraides protokoli – TTF (*Tag Talk First*) un ITF (*Interrogator Talk First*). Protokoli nosaka datu pārraides iniciatoru – atbilstoši izvēlētajam protokola veidam, komunikācija var tikt uzsākta pēc bez-kontaktu identifikācijas lasītāja vai pēc bez-kontaktu kartes pieprasījuma[3].



1. attēls Identifikācijas elektronikas sadalījums pēc datu pārraides veida

Uz pasīvā bez-kontaktu datu pārraides veida pamata ražotās identifikācijas elektronikas analīze.

Identifikācijas elektronika, kas ir ražotā uz pasīvā bez-kontaktu datu pārraides veida pamata datu nosūtīšanai un saņemšanai tiek izmantotas divas pamata komponentes: bez-kontaktu čips un tā antena. Datu pārraidei tiek izmantots TTF datu pārraides protokols, līdz ar to, bez-kontaktu čips gaida signālu no lasītāja. Lasītājs nosūta enerģiju bez-kontaktu čipa antenai, kura, savukārt konvertē enerģiju radiofrekvences viļņos un viļņi tiek nosūtīti bez-kontaktu čipa datu nolasīšanas zonā.

Atbilstoši čipa arhitektūrai, tas nav aprīkots ar iebūvēto strāvas avotu. Pasīvie bez-kontaktu čipi ir pamatā ir sastopami karšu veidā, kuras tiek ražotas no plastikāta, metāla, keramikas un pat no gumijas[4].

Kartes tiek izmantotas dažādiem nolūkiem, piemēram bez-kontaktu norēķiniem veikalos un sabiedriskajā transportā, automatizētās piekļuves kontroles sistēmu izmantošanai un citiem nolūkiem. Pastāv pasīvās bez-kontaktu sausās, mitrās un papīra etiķetes, kas tiek ražotas preču un inventāra marķēšanai, mājdzīvnieku marķēšanai un identifikācijai pie veterinārārstiem, kā arī citiem nolūkiem.

Galvenās pasīvo bez-kontaktu identifikācijas izmantošanas priekšrocības ir mazāka izmēra tagi un etiķetes, zemākas ieviešanas un uzturēšanas izmaksas, iespējas izmantot tagus no pielāgojamajiem materiāliem, pēc pielietojuma veida, ka arī bez-kontaktu taga izturība – sakarā ar to, ka bez-kontaktu kartes vai etiķetes čips nav aprīkots ar aktīvo barošanas avotu, tagu izturība un izmantošanas ilgums var sasniegt pat 20 gadus.

Uz aktīvā bez-kontaktu datu pārraides veida pamata ražotās identifikācijas elektronikas analīze.

Atšķirībā no uz pasīvā bez-kontaktu datu pārraides principa darbības pamata identifikācijas elektronikas, aktīvais datu pārraides veids, paredz tagu izmantošanu, kuri ir aprīkoti ar aktīvajiem barošanas elementiem, datu pārraides vajadzībām. Datu pārraidei, atšķirībā no pasīvā datu pārraides veida, tiek izmantots ITF vai TTF protokols. Aktīvais bez-kontaktu datu pārraides veids paredz gan aktīvu, gan pasīvu tagu izmantošanu. Sistēmās ar pasīvā

taga izmantošanu, lasītājs saņem un apstrādā signālus un autentifikācijas atbildes no pasīvā taga. Aktīvā taga izmantošana paredz signāla saņēmēja apziņošanu no aktīvā taga par nepieciešamās programmētās darbības izpildi. Šim nolūkam signāla nolasītāji ir novietoti noteiktajās pozīcijās, signāla pārraides apmaiņas diapazonā. Šāda tipa sistēmas tiek izmantotas automatizētās piekļuves kontroles nodrošināšanai – garāžu vārtu, barjeru atvēršanai, kā arī personu identifikācijai, izmantojot aktīvus bez-kontaktu datu pārraides tagus[5].

Saistīto datu pārraides tehnoloģiju analīze.

Tehnoloģiju analīzei tika atlasītas saistītās mūsdienu datu pārraides tehnoloģijas, tādas kā svītrkodi un QR (*Quick Response*) kodi, Bluetooth, NFC (*Near Field Communication*) un infra sarkano staru savienojums. Analīzes gaitā tika pētīti minēto tehnoloģiju galvenie raksturlielumi, tādi kā datu pārraides distances garums, datu pārraides ātrums, pielietojuma iespējās, lai noskaidrotu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas pielietojuma priekšrocības un atšķirības no citām saistītajām tehnoloģijām[6]. Saistīto tehnoloģiju analīzes rezultāti ir apkopoti 1.tabulā.

1. tabula

Datu pārraides tehnoloģiju raksturlielumu salīdzinājums

	<i>RFID</i>	<i>NFC</i>	<i>IrDa</i>	<i>Bluetooth</i>
Savienojuma nodibināšanas laiks	< 0,1 ms	< 0,1 ms	~ 0,5 s	~ 6 s
Uztveršanas diapazons	3 – 92 m	10 cm	1 m	30 m
Darba frekvence	13,56 Mhz	13,56 Mhz	800-1000 µm	2,4-2,5 Ghz
Datu pārraides ātrums	424 kb/s	424 kb/s	115 kb/s - 2 Mb/s	~ 200 kb/s
Tiešās redzamības nodrošinājums starp objektiem	Nē	Nē	Jā	Nē
Pārraides tīkla apjoms	> 10 iekārtu	2 iekārtas	2 iekārtas	2-8 iekārtas

Salīdzinot radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas ar svītrkodiem un QR kodiem, konstatētas, gan priekšrocības, gan trūkumi. Par radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas priekšrocībām var minēt sekojošās īpašības:

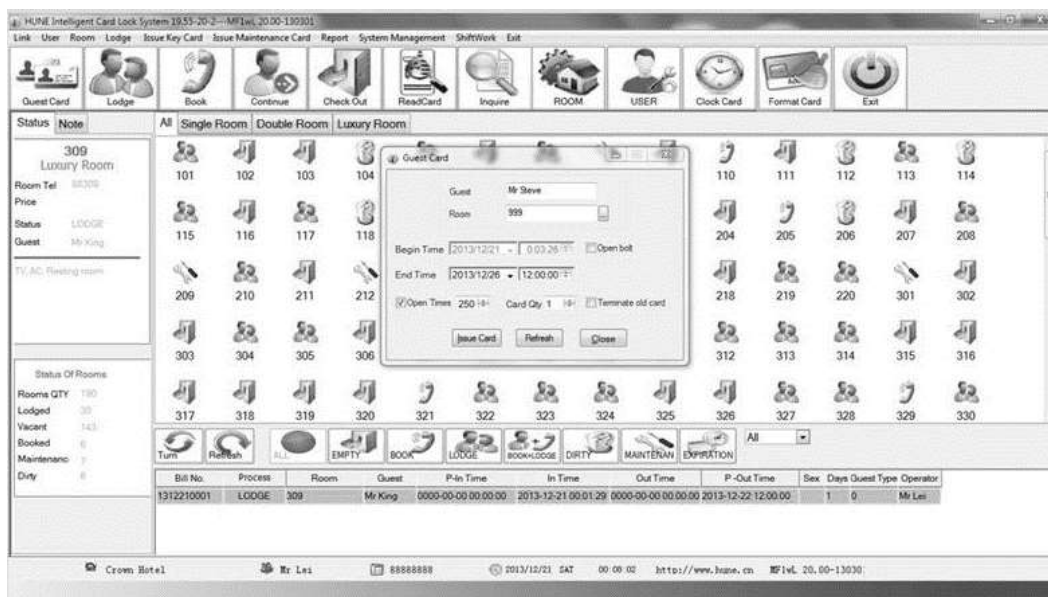
- ✓ ir nodrošināts lielāks datu apmaiņas distances garums starp lasītāju un tagu, salīdzinājumā ar svītrkodu un QR kodu datu apmaiņas tehnoloģijām;
- ✓ iespējas uzglābāt lielāku datu apjomu;
- ✓ identifikācijas kartes ir veidotas no dažāda veida materiāliem, līdz ar to, salīdzinājumā ar svītrkodiem un QR kodiem ir ievērojami palielināts pielietojuma sfēru klāsts, kā arī pasīvo identifikācijas karšu un tagu kalpošanas laiks var sasniegt līdz pat 20 gadiem;
- ✓ iespējas šifrēt uzglabājamo informāciju kartēs, izmantojot drošus datu šifrēšanas algoritmus;
- ✓ programmēšanas iespējas, nodrošinot datu ievades/izvades funkcionalitāti, izmantojot specializēto programmatūru;
- ✓ iespējas nolasīt datus pat no 90 metru attāluma, bez tiešās redzamības signāla pārraides virzienā;
- ✓ darbības iespējas pasliktinātā apgaismojuma ietekmē, kā arī iespējas darbam dažādās vidēs, piemēram sniegā, ledū, miglā vai ūdenī.

Par tehnoloģijas trūkumiem salīdzinājumā ar svītrkodiem un QR kodiem, var atzīmēt lielāku karšu un tagu izmēru, lielākas ieviešanas izmaksas, kas ir saistītas ar karšu un tagu

ražošanas tehnoloģisko procesu, kā arī datu pārraides iespējamās kolīzijas datu ievades/izvades procesos, sūtot vai saņemot datus no vairākiem avotiem vienlaicīgi[7].

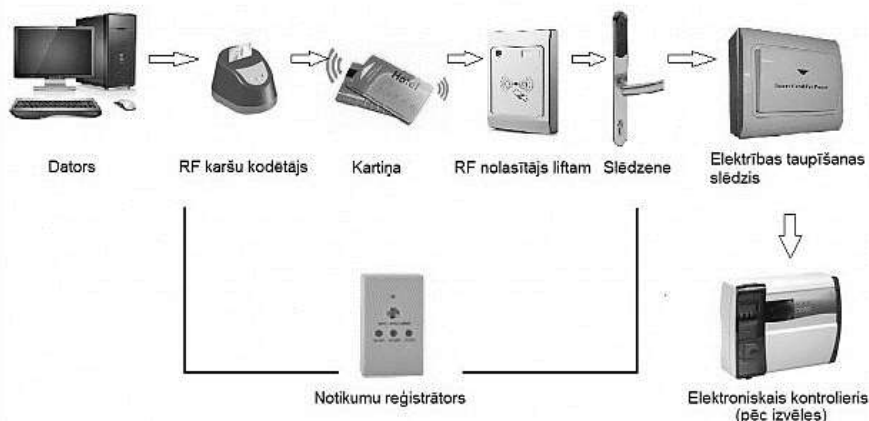
Radiofrekvenču diapazona identifikācijas līdzekļu programmēšanas iespēju analīze.

Attīstoties radiofrekvenču identifikācijas un aktīvai identifikācijas elektronikas masveida ražošanai, tiek attīstīta specializētā programmatūra, kas nodrošina savietojamību un iespējas darbam ar dažāda rakstura identifikācijas aparāturu. Identifikācijas līdzekļu ražotāji pārsvarā komplektē izplatāmo aparāturu ar specializēto programmatūru, kas nodrošina pilnu funkcionalitāti darbam ar identifikācijas līdzekļu lasītājiem, kartēm un tagiem. Papildus tiek veidotas atsevišķas specializētās datu bibliotēkas, kas ir pielāgotas darbam ar modernām programmēšanas valodām, tādām kā Java vai Microsoft Visual C#[8]. Izmantojot bibliotēkas ir iespējas veidot funkcionālās aplikācijas darbam ar identifikācijas aparāturu. Pastāv arī universāla programmatūra darbam ar noteikta ražotāja identifikācijas elektroniku.



2.attēls HuneLock viesnīcu automatizētās piekļuves kontroles programmatūra

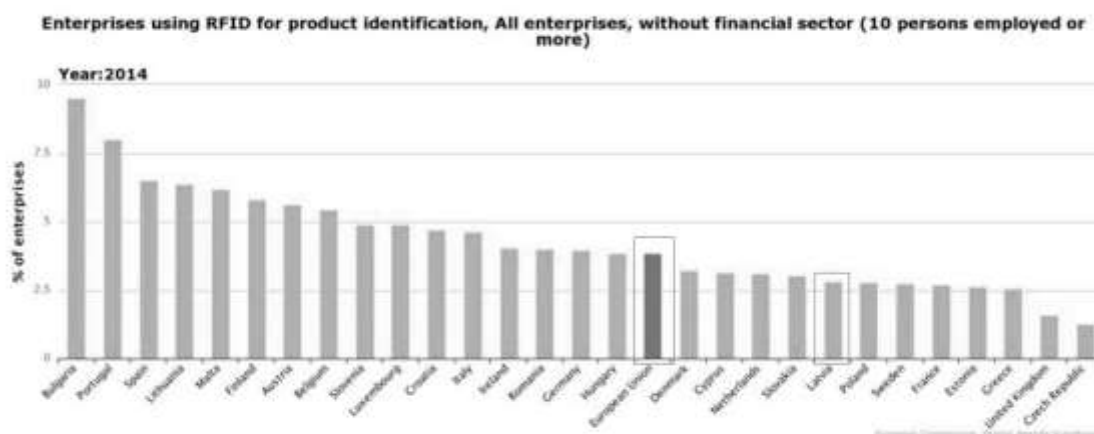
Darbam ar identifikācijas elektronikas iekārtu programmēšanu, ir nepieciešams bez-kontaktu karšu vai tagu lasītājs, kas ir pieslēgts datoram, bez-kontaktu tagi vai kartes, kur tiks uzglabāta nepieciešamā informācija, kā arī specializētā programmatūra, ar kuras starpniecību tiks organizēti datu ievades/izvades procesi[9].



3.attēls Identifikācijas elektronikas bez-kontaktu karšu datu apmaiņas procesi

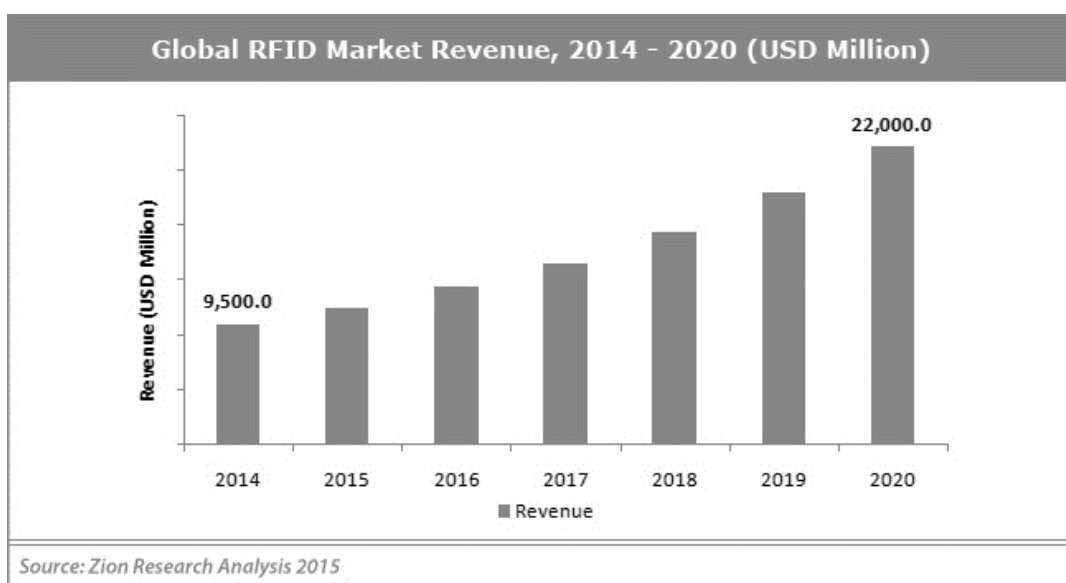
Bez-kontaktu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģiju pielietojums un attīstības perspektīvas.

Radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģiju izmantošana ir sasniegusi augstu popularitātes līmeni, kā arī cenu samazinājums uz identifikācijas elektronikas iekārtām liecina par liecina par iekārtu aktīvu izmantošanu dažādās nozarēs, kas ar katru gadu turpina pieaugt. Pēc Eiropas Komisijas 2015. gadā veiktā pētījuma par Eiropas digitālā tirgus stratēģiju[10] rezultātiem, Eiropā un Latvijā ir salīdzinoši neliels bez-kontaktu tehnoloģiju lietotāju skaits, mazo un vidējo nekomerciālo iestāžu vidū, kuros nodarbināti vismaz 10 cilvēku. Balstoties uz pētījuma rezultātiem, vidējais bez-kontaktu tehnoloģiju pielietojums identifikācijas uzdevumiem, iestādēs, uz 2014. gadu nedaudz pārsniedz 3% robežu, Latvijā sasniedz ~ 3% procentu atzīmi.



4.attēls Eiropas komisijas digitālā tirgus izpētes rezultāti

Pēc dažādu analītikas uzņēmumu pētniecības rezultātiem, ir prognozējams straujš bez-kontaktu tehnoloģiju pārdošanas peļņas apgrozījums ASV lietotāju vidū, pārsniedzot to, salīdzinājumā ar 2014. gadu, vairāk nekā divas reizes, 2020. gadā sasniedzot 22 miljardu ASV dolāru atzīmi[11].



5.attēls Zion pētnieciskās analīzes grupas bez-kontaktu tehnoloģiju tirgus pētījums

Rezultāti

Veicot pētījumu par bez-kontaktu radiofrekvenču tehnoloģijām un salīdzot tās ar citām datu pārraides tehnoloģijām ir secināts, ka:

- ✓ bez-kontaktu pārraides tehnoloģijas ir drošas un pielāgojamas izmantošanai dažādās darbības sfērās, gan uzņēmumiem, gan privātpersonām;
- ✓ pateicoties augstam popularitātes līmenim un lielam masveida identifikācijas elektronikas ražošanas procesam, tehnoloģiju ieviešanas izmaksas kļūst arvien zemākas, padarot tehnoloģiju izmantošanu pieejamāku plašākam lietotāju lokam;
- ✓ salīdzinot ar citām tehnoloģijām radiofrekvenču identifikācijas nodrošina datu pārraidi dažādās vidēs.

Ņemot vērā tehnoloģiju daudzveidību un to pielietojumu dažādās sfērās, var secināt, ka tomēr radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģiju pielietojums, kura iespējas ir norobežotas ar noteiktu objektu identifikāciju, sūtot un saņemot signālus noteiktajās datu pārraides frekvencēs, nespēs pilnībā aizvietot citu tehnoloģiju izmantošanu. Tehnoloģijas ieviešanu masveida lietošanu ierobežo arī identifikācijas elektronikas izmaksas, kuras pagaidām ir pietiekami augstas.

Kopsavilkums

Pētījumā ir veikta dažādu datu pārraides tehnoloģiju analīze un to salīdzinājums ar radiofrekvenču bez-kontaktu identifikācijas tehnoloģijām. Ir pievienota identifikācijas elektronikas klasifikācija, izmantojamie datu pārraides protokoli, dažādas programmatūras izmantošanas iespējas bez-kontaktu aparatūras ieviešanai un uzturēšanai.

Darba nobeigumā ir aprakstītas bez-kontaktu radiofrekvenču tehnoloģijas tekošās izmantošanas statistika un tās attīstības perspektīvas, balstoties uz pētniecības organizāciju izpētes rezultātiem. Ņemot vērā Eiropas Komisijas 2015. gada digitālā tirgus izpētes datus par 2014. gadu, Latvijā bez-kontaktu identifikācijas tehnoloģiju izmantošanas ziņā atrodas vienā līmenī ar Eiropas Savienības vidēji noteikto.

Literatūra

1. <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/radio-frequency-identification-rfid/development-history.php>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
2. <https://www.secureidnews.com/news-item/understanding-rfid-part-9-rfid-privacy-and-security/>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
3. <http://www.centrenational-rfid.com/features-of-rfid-tags-article-19-gb-ruid-202.html>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
4. <http://www.veryfields.net/what-are-rfid-tags-made-of>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
5. <http://www.technovelgy.com/ct/Technology-Article.asp?ArtNum=21>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
6. <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa479355.aspx>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
7. http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/rfid_vs_barcode_advantages_and_disadvantages_comparison, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
8. http://www.codeguru.com/csharp/.net/net_asp/miscellaneous/article.php/c12523/RFID-Programming-Made-Simple-and-Cheap.htm#page-1, *Resurss pārbaudīts 27.03.2017.*
9. <http://bis.lv/content/1v/302/Elektronik%C4%81s-sl%C4%93dzenes-viesn%C4%ABc%C4%81m.html>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
10. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015SC0100&from=ga>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
11. <http://www.marketresearchstore.com/report/radiofrequency-identification-market-for-z39455>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*

ETHERNET VADU AUGSTFREKVENCES VEIKTSPĒJAS MĒRĪŠANA

HIGH FREQUENCY PERFORMANCE MEASURING OF ETHERNET CABLES

Autors: **Arturs Ziļs**, e-pasts: arturs.zils@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Pēteris Grabusts, Dr.sc.ing., prof.**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract: *Article contains information about Ethernet Network cable high frequency performance categories. What is main characteristics for Network cable performance. Information from this article can help choose which category is necessary for user and can help save sources.*

Keywords: *network cabling, NEXT, return Loss, twisted pair*

Ievads

Mūsdienu ikdiena nav iedomājama bez interneta. Šobrīd interneta tīkla savienojumos visplašāk tiek izmantota vīto pāru kabeļu tehnoloģija un šī raksta mērķis ir apskatīt vadu kategorijas un augstfrekvences veiktspējas mērīšanas metodes, kas lietotājam dod ieskatu un palīdz izvēlēties tieši viņam nepieciešamo kategoriju un pārbaudīt vai izvēlētais vads atbilst normām. Rakstā tiek atspoguļotas galvenie testēšanas raksturlielumi RL (Return Loss) un NEXT (Near end crosstalk) un to lielumi atbilstoši kategorijām. Sakarā ar to, ka raksta autors ir nodarbināts šajā sfērā, tiek veikti novērojumi, kas pierāda, ka pasaules mērogā šobrīd vispieprasītākā ir CAT 6A kategorija.

Ethernet vadu kategoriju apraksts.

Vīto pāru kabeļi (TP) – simetrisko vara kabeļu forma, tiem ir svarīga loma internettehnoloģijās. Vīto pāru kabeļi iedalās divās grupās – pārklātie vītie kabeļi (STP – *Shielded-Twisted-Pair*) un nepārklātie vītie kabeļi (UTP – *Unshielded-Twisted-Pair*) [1].

Vīto pāru kabeļus internettehnoloģijās iedala sekojošās kategorijās:

- CAT 3 – darbības frekvences diapazons līdz 16 MHz, datu pārsūtīšanas ātrums 10 Mbps, pielieto 10 Base T interneta tīklos un balss komunikācijā (stacionārie telefoni).
- CAT 5 – darbības frekvences diapazons līdz 100 MHz, datu pārsūtīšanas ātrums 100 Mbps, pielieto Ethernet 100 Base TX interneta tīklos.
- CAT 5e - darbības frekvences diapazons līdz 100 MHz, datu pārsūtīšanas ātrums 100 Mbps un 1000 Mbps, pielieto Ethernet 100 Base TX un Ethernet 1000 Base T interneta tīklos.
- CAT 6 - darbības frekvences diapazons līdz 250 MHz, datu pārsūtīšanas ātrums 1000 Mbps, pielieto Ethernet 1000 Base T interneta tīklos.
- CAT 6A - darbības frekvences diapazons līdz 500 MHz, datu pārsūtīšanas ātrums 1000 Mbps un 10 Gbps, pielieto Ethernet 1000 Base T un Ethernet 10 GBase T interneta tīklos.
- CAT 7 – darbības frekvences diapazons līdz 600 MHz, datu pārsūtīšanas ātrums 10 Gbps, pielieto Ethernet 10 GBase T interneta tīklos.
- CAT 7A – darbības frekvences diapazons līdz 1000 MHz, datu pārsūtīšanas ātrums 10 Gbps, pielieto Ethernet 10 GBase T interneta tīklos.

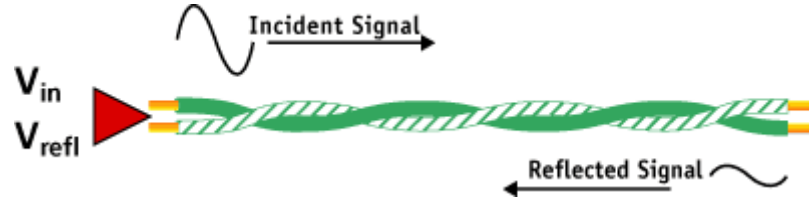
Augstas kategorijas Ethernet vadus pielieto ne tikai internettīklos, bet arī uz mikroprocesoriem balstītās iekārtās, piemēram, IP telefonos un signalizāciju sistēmās.

Pēc ISO/IEC 11801 standarta vīto pāru kabeļu dzīslas iedalās pa pāriem: 1-2, 3-6, 4-5, 7-

8

Augstfrekvences mērījumi tiek veikti, lai nodrošinātu produkta kvalitāti atbilstoši standartiem (ISO/IEC 11801 un DIN-EN 50173). Tiek veikts NEXT (near end crosstalk) un RL (return loss) mērījums pāru sistēmā [2].

RL- atgriezeniskie zudumi ir izejošā signāla un atpakaļ nākošā signāla elektronisko lielumu attiecība skatīt 1. attēlu[3].



1. attēls RL darbības princips[2]

RL – atgriezeniskie zudumi mērāmi pēc formulas [4]:

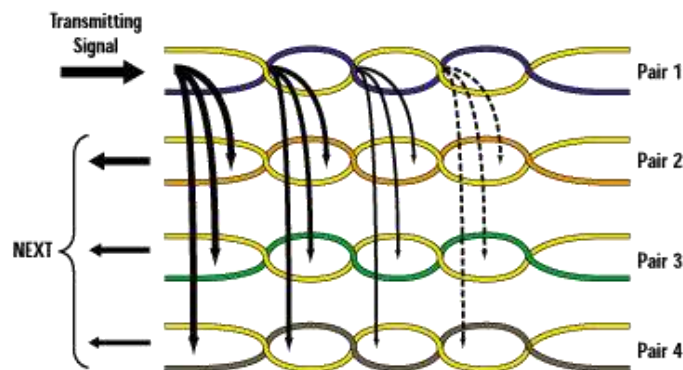
$$RL(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_i}{P_r} \quad (1)$$

kur P_i – izejošā signāla jauda;

P_r – atpakaļejošā signāla jauda.

NEXT – tuvējā gala komunikācija starp pāriem, izejošā signāla traucējumi atpakaļ ejošā signāla pārim skatīt 2. attēlu[3].

NEXT mērījumi tiek veikti komunikācijā starp pāriem: 12-36, 12-45, 12-78, 36-45, 36-78, 45-78.



2. attēls NEXT grafiskais attēlojums[3]

RL un NEXT aprēķinam un grafiskajam attēlojumam tiek izmantoti S jeb izkliedes parametri. S parametrs ir izejošā signāla un atpakaļejošā signāla attiecība. S (izkliedes) parametri tiek izmantoti, lai raksturotu elektroniskos tīklus, izmantojot saskaņotas pretestības. Izkliede atsaucas uz strāvas vai sprieguma pārtraukumu elektropārvades tīklos[5].

RL- atgriezenisko zudumu mērījumi tiek veikti katram pārim un katrai kategorijai ir noteikts limits (skatīt 1. tabulā).

1. tabula

Atgriezeniskie zudumi (RL) konektoram [2]

Frekvence MHz	Minimālie atgriezeniskie zudumi (RL) dB					Testa standarts
	Konektoru kategorija					
	5	6	6A	7	7A	
$1 \leq f \leq 100$	$60 - 20\lg(f)$	-	-	-	-	IEC 60512- 25-5
$1 \leq f \leq 250$	-	$64 - 20\lg(f)$	-	-	-	
$1 \leq f \leq 500$	-	-	$68 - 20\lg(f)$	-	-	
$1 \leq f \leq 600$	-	-	-	$68 - 20\lg(f)$	-	
$1 \leq f \leq 1000$	-	-	-	-	$68 - 20\lg(f)$	

Standartos ir noteiktas RL mērījumu informatīvās vērtības pie fiksētām frekvencēm (skatīt 2. tabulu).

2.tabula

Informatīvās vērtības RL zudumiem konektoram noteiktajās frekvencēs[2]

Frekvence MHz	Minimālie atgriezeniskie zudumi dB				
	Konektoru kategorija				
	5	6	6A	7	7A
1	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
100	20,0	24,0	28,0	28,0	28,0
250	-	16,0	20,0	20,0	20,0
500	-	-	14,0	14,0	14,0
600	-	-	-	12,4	12,4
1000	-	-	-	-	10

NEXT- tuvējā gala komunikācijas starp pāriem limiti konektoram (skatīt 3. tabulā) un informatīvās vērtības (skatīt 4. tabulu).

3.tabula

Tuvējā gala komunikācija starp pāriem (NEXT) konektoros[2]

Frekvence MHz	Minimālais NEXT dB					Testa standarts
	Konektoru kategorija					
	5	6	6A	7	7A	
$1 \leq f \leq 100$	83 $20\lg(f)$	-	-	-	-	IEC 60512-25- 1
$1 \leq f \leq 250$	-	94 $20\lg(f)$	-	$94 - 20\lg(f)$	-	
$250 < f \leq 500$	-	-	46,04 $30\lg(f/250)$	-	-	
$1 \leq f \leq 600$	-	-	-	102,4 $15\lg(f)$	116,3 - 20 $\lg(f)$	
$600 < f \leq 1000$	-	-	-	-	60,73 - 40 $\lg(f/600)$	

4.tabula

Informatīvās NEXT vērtības konektoram noteiktajās frekvencēs[2]

Frekvence MHz	Minimālais NEXT dB				
	Konektoru kategorija				
	5	6	6A	7	7A
1	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
100	43,0	54,0	54,0	72,4	75,0
250	-	46,0	46,0	66,4	68,3
500	-	-	37	61,9	62,3
600	-	-	-	60,7	60,7
1000	-	-	-	-	51,8

Augstfrekvences mērījumus attēlo grafiski 2 asīs, kur y ass ir frekvence un x ass ir dB. dB(decibels) – logaritmiska divu elektrisku lielumu (strāvas, sprieguma, jaudas) attiecība. Mērvienībai nav apzīmējuma, jo tā ir divu vienādu lielumu attiecība [6].

Secinājumi

Lietotājiem ikdienā ir pietiekams CAT 5 pieslēgums. Prasības pret augstāku kategoriju kļūst aktuālas brīdī, kad pieslēgšanu ir jāveic lielākam skaitam lietotāju. Šobrīd pasaulē ir tendences pāriet uz augstākas veiktspējas kategorijām un lielākā daļa Interneta savienojuma vadu tiek veidota atbilstoši CAT 6A kategorijai. Šobrīd pasaules mērogā tiek standartizēta arī CAT 8.1 un CAT 8.2 kategorija. Par spīti tehnoloģiju attīstībai un optiskās šķiedras vadu ienākšanai pasaules tirgū, vara vadu savienojumi neizzudīs tik ātri, jo lielākā daļa mūsdienu iekārtu joprojām tiek savienota ar tīklu caur RJ-45 pieslēgvietu.

Summary

At moment all the world is connected in World Wide Web and we can't even imagine our live without it. An article contains information about Ethernet Network Cable categories, informative results from each category and a way how cable category is measured for high frequency performance. This article can help persons to choose what type is necessary to use the optimal performances of Networking. Article contains information about main characteristics from high frequency performance measurements as RL (Return Loss) and NEXT (Near end crosstalk). An article also contains information about RL and NEXT levels for 5 categories, those levels are proved with ISO standard. At moment novelty in the world is CAT 8.1 and CAT 8.2 cables which can be terminated with TERA and RJ-45 connections. In spite of Glass fiber optical cable using, copper cables with Ethernet connection will not be replaceable for at least 10 years, because computers and manufacturing machines mostly have Ethernet connectors.

Literatūra

1. Lars Gerschau "Strukturierte Verkabelung" – Vācija, 1995. – 21. lpp.
2. ISO/IEC JTC 1/SC25 N 1599, 2008-11-19
3. <http://de.flukenetworks.com/knowledge-base?nid=133819&tid=261> (lapa skatīta 15.10.2014)
4. Trevor S. Bird, "Definition and Misuse of Return Loss", *IEEE Antennas & Propagation Magazine*, **vol.51**, iss.2, pp.166-167, April 2009.
5. http://www.analog.com/library/analogdialogue/archives/45-10/s_parameters.html (lapa skatīta 15.10.2014)
6. Lars Gerschau "Strukturierte Verkabelung" – Vācija, 1995. – 227. lpp.

Vides aizsardzība, inženierzinātnes

STACIJAS RĒZEKNE I APKAIMES ŪDENS KVALITĀTE *STATION REZEKNE I TERRITORY WATER QUALITY*

Autors: **Lauris Berjoza**, e-pasts: lauris.berjoza@inbox.lv, +371 28331007
Zinātniskā darba vadītājs: **Ivars Matisovs, Mg. geogr., Mg.sc.env.**,
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *In this research main purpose was to find out water reservoirs quality in station Rezekne I territory, as well was taken water sample from the ground waters. Water samples were analysed.*

Key words: *water quality, pollution, Rezekne I.*

Ievads

Rēzekne 1 stacija, kura ir atklāta 1861. gādā ir joprojām aktīva ar vilcienu satiksmi pārvadājot kravu un pasažierus. Šī ir viena no divām stacijām kura atrodas Rēzeknē un tiek uzskatīta par kravas stacijas tipu, kurai ir 5 sliežu ceļi.

Šīs teritorijas apkaimē atrodas ūdens tilpnes, ezers un dīķi netālu atrodas dzelzceļa sliedes, kuras tiek ilglaicīgi lietotas, kas varētu radīt pa gruntsūdeņiem piesārņojuma izplūdes kādās no blakus esošajām tilpnēm.

Ūdens kurš ir paredzēts dzeršanai vai ķermeņa saskarsmē ar to nedrīkst būt piesārņots vai saturēt slimību izraisošus mikrobus un citas vielas, kuras varētu kaitēt cilvēka veselībai. Tādēļ ūdens kvalitāti būtu jākontrolē, lai kāds no piesārņojumiem neieplūstu ūdens tilpnēs un neradītu draudus cilvēkiem un apkārtnē.

Stacijas apkārtnes vizuālais stāvokļa novērtējums

Šī teritorija jau 155 gadus tiek izmantota kā vilcienu stacija kravas pārvadājumiem, tātad katru dienu vilcieni ik pēc laika brauc pa noteikto maršrutu garām stacijai. Jebkurai mūsdienu mašīnai var rasties kāds defekts un izplūst eļļa, degviela vai cita viela. Šāda situācija var rasties arī vilcieniem un ik pa laikam iztecēt kāds šķidrums, sākot ar eļļu kuru izmanto vilciena mezglu darbības nodrošināšanai, dīzeļdegvielu kura var izplūst pa kādu cauruļu savienojumiem un beidzot ar kravas cisternu saturu. Šim nolūkam, lai absorbētu šo vielu nonākšanu augsnē apkārt sliedēm tiek bērtas šķembas, bet galvenais šo šķembu uzdevums ir, lai vienmērīgi sadalīt ritošā sastāva svaru uz augsni. Bet vizuāli var redzēt, ka šīs eļļas un degviela tomēr plūst cauri šīm šķembām un sūcas augsnē un rada piesārņojumu, par ko liecina augsne zem šīm šķembām un vielu traipi pie sliedēm un uz pašām šķembām. Šīs vielas kuras sūcas augsnē ir naftas produkti, kuri ir bīstami ūdens piesārņotāji. [1]

Nafta un tās produkti ir bīstamākie un izplatītākie ūdens piesārņotāji. Tie nokļūst ūdenī dažādos veidos un var iesūkties pat pazemes ūdeņos. Jūrā 1l naftas var sabojāt 1 miljonu tonnu ūdens. Zivīm visindīgākie ir aromātiskie ogļūdeņraži, piemēram, benzols.

Pieļaujamā naftas vai tās produktu masas koncentrācija ūdenī ir 0.05-0.3 mg/l. Tos var pazīt pēc izskata (perlamutra plēve uz ūdens), duļķojuma un smakas. Ir arī īpatnēja garša.

Šīs vielas rada ne tikai vizuālo piesārņojumu un augsnes, bet rada arī nepatīkamu smaku apkārtnē. Paši vilcieni arī izdala eļļas, degvielas un izplūdes gāzu smakas apkārtnē. Šī smaka izplatās ne tikai pie pašas stacijas, bet ir jūtama arī pie dzīvojamajām ēkām.

Ievāktā ūdens paraugu kvalitāte

Lai uzzinātu vai eļļas, dīzeļdegviela un pārējie šķīdumi kuri iztek pie sliedēm neizplūst tālāk uz apkārt esošajām ūdenstilpnēm, tika paņemti ūdens paraugi no tuvākajām vietām kuras atradās pie stacijas. Paraugi tika paņemti no dīķa kurš atradās netālu no vilcienu remontdarbnīcas vietas un automobiļu garāžas. Otrs paraugs tika ņemts no pārpuvjušās vietas, trešais ņemts no

tuvākā kovšu ezera krasta kurš atrodas netālu no sliedēm un ūdensnesējs ēkas. Pēdējais paraugs tika ņemts attālāk no stacijas sabiedriskā vietā no grunts ūdeņiem (ūdens pumpja), lai pārlicinātos kāda dzeramā ūdens kvalitāte ir attālāk no stacijas apkārtnes.

Šie savāktie paraugi no stacijas teritorijas tika pārbaudīti Rēzeknes tehnoloģiju akadēmijā uz speciālās aparatūras laboratorijā. Paraugi tika pārbaudīti uz amonija joni, fosfātiem, elektrovadītspēju un ķīmiskā skābekļa patēriņu.

1.tabula

Ievākto ūdens paraugu analīžu rezultāti

Rādītāji	Dīķa ūdens	Ūdens no pārpurvotās vietas	Kovšu ezera ūdens	Dzeramā ūdens vieta (ūdens pumpis)
NH ₄	0,47 mg/l	1,16 mg/l	0,58 mg/l	2,05 mg/l
PO ₄	3,00 mg/l	3,38 mg/l	<0,20 mg/l	1,32 mg/l
Elektrovadītspēja	82,6 mS	31,6 mS	4,62 mS	8,96 mS
ĶSP	192,6 mg/l	<10,0 mg/l	<10,0 mg/l	157,4 mg/l
Temperatūra	20,6 °C	20,3 °C	20,3 °C	20,3 °C

2.tabula

Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības [2]

Rādītāji	Maksimāli pieļaujamā norma (dzeramajam ūdenim)	Dzeramais ūdens (ūdens pumpis)
NH ₄	0,50 mg/l	2,05 mg/l
PO ₄	<0,03–0,05 mg/l	1,32 mg/l
Elektrovadītspēja	2500 μS pie 20 °C	8960 μS
ĶSP	<125 mg/l	157,4 mg/l

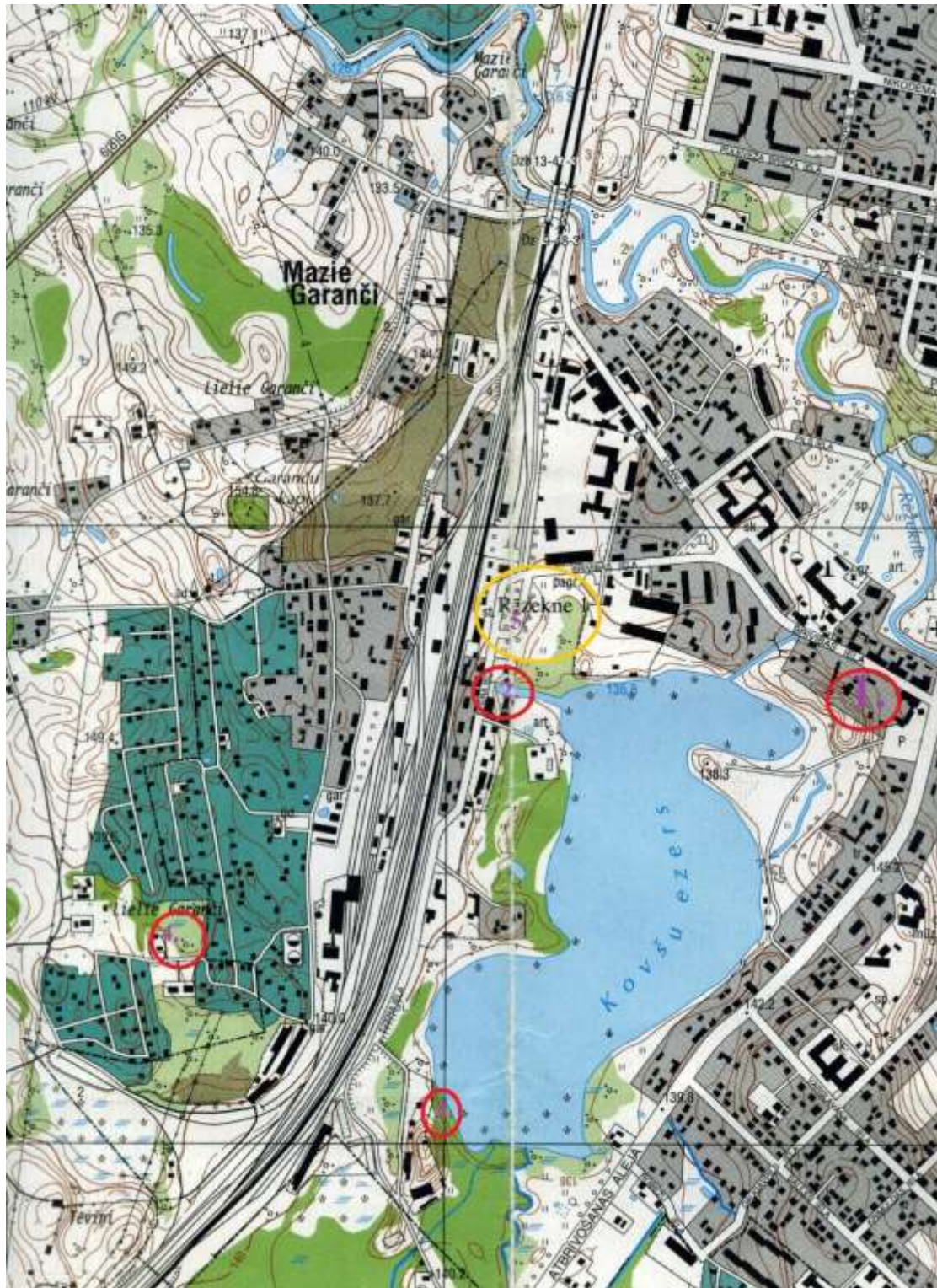
3.tabula

Sadzīves ūdeņu kvalitātes normas [2]

Rādītāji	Dīķa ūdens	Ūdens no pārpurvotās vietas	Kovšu ezera ūdens	Tipisks komunālo notekūdeņu sastāvs
NH ₄	0,47 mg/l	1,16 mg/l	0,58 mg/l	40 mg/l
PO ₄	3,00 mg/l	3,38 mg/l	<0,20 mg/l	<0,03–0,05 mg/l
Elektrovadītspēja	82,6 mS	31,6 mS	4,62 mS	2500 μS
ĶSP	192,6 mg/l	<10,0 mg/l	<10,0 mg/l	500 mg/l

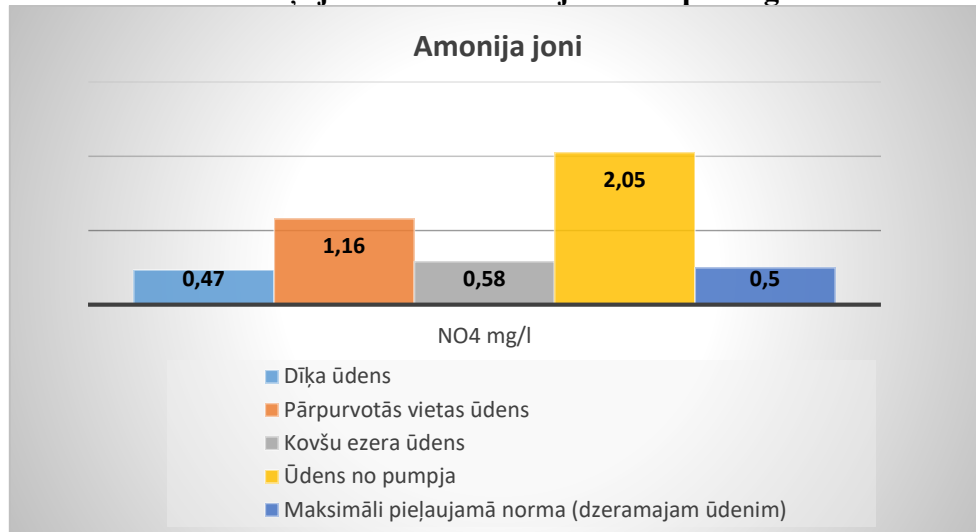
Savācot ūdens paraugus no tuvākajām stacijas (5) ūdens tilpnēm tika noskaidrots, ka piesārņojums no vilciena eļļas, degvielas un citu vielu izplūdēm neietek ūdens tilpnēs kā arī neietekmē kovšu ezeru (2). Iespējams, ka stingri noblīvētais ceļš kurš ir starp sliedēm un ezeru, neļauj izplūdušajām vielām ietecēt pašā ezerā. Kā arī netika atklātas ūdens kvalitātes novirzes dzīvojamo teritoriju apkaimē, kur paraugi tika ņemti no dīķa (4) un pārpurvotās vietas (3).

Lielāku izbrīnu radīja paraugs kurš tika ņemts no ūdens pumpja (1), kurš ir pieejams jebkuram garām gājējam un apkārt dzīvojošajiem. Pārbaudot šo ūdens paraugu atklājās, ka tā rezultāti ir vissliktākie un ūdens neder dzeršanai. NH₄ (amonija sāļi) pārsniedz pieļaujamo normu 3 reizes. Kā arī pārējie rādītāji ir diezgan nepiemēroti ūdens lietošanai kā dzeramajam ūdenim. Šī ūdens pumpja atrašanās vieta ir netālu no kovšu ezera, bet kovšu ezera pārbaudītais ūdens paraugs uzrāda pieņemamus rezultātus. Apkārt šai ūdens iegūšanas vietai atrodas dzīvojamās ēkas, iespējams, ka piesārņojums nāk no gruntsūdeņiem.



1. att. Ūdens paraugu ņemšanas vieta.

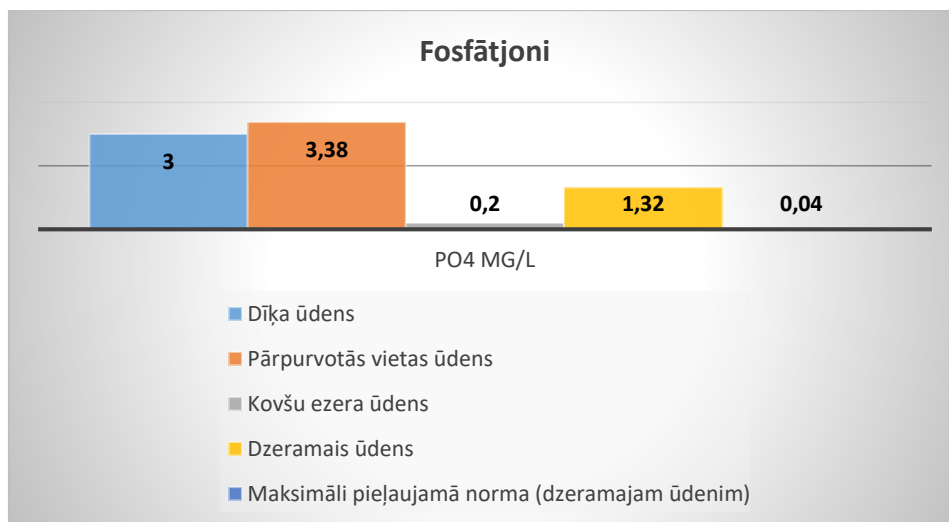
Piesārņojuma koncentrācija ūdens paraugos



2. att. Amonija jonu daudzums ūdens paraugos

Amonija joni (NH₄)

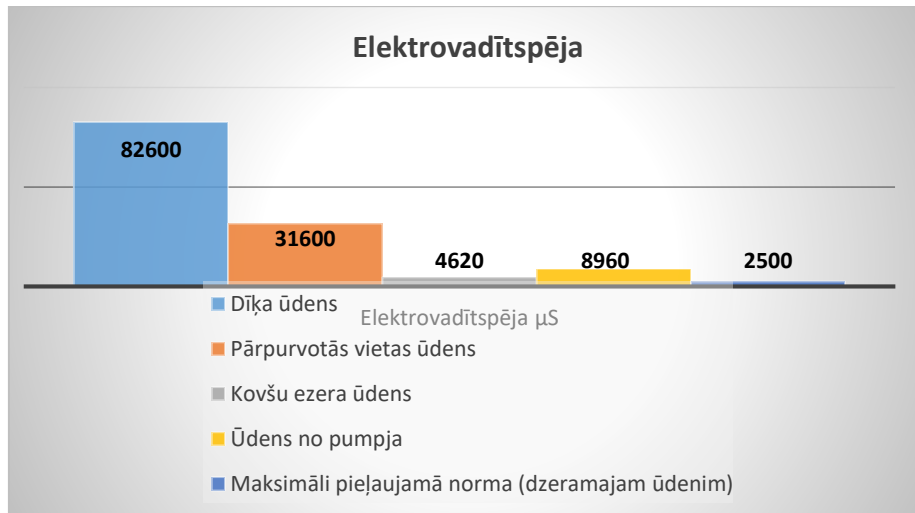
Amonija joni veidojas ūdenskrātuvēs, sadaloties organiskām slāpekli saturošām vielām heterotrofo baktēriju darbības rezultātā. Tomēr visbiežāk tā saturu nosaka organisko atkritumu (vircas, notekūdeņu, ekskrementu), un rūpniecisko atkritumu ieplūde ūdenskrātuvēs. Amonija jonu saturs dabas ūdeņos ir atkarīgs no bioloģisko procesu rakstura tajos, un tāpēc sezonālie procesi ietekmē amonija jonu koncentrāciju. Tipiski vasaras sezonā notiek intensīva asimilācija, bet ziemas slaikā to koncentrācija ūdeņos pieaug. [3]



3. att. Fosfātjonu daudzums ūdens paraugos

Fosfātjoni (PO₄)

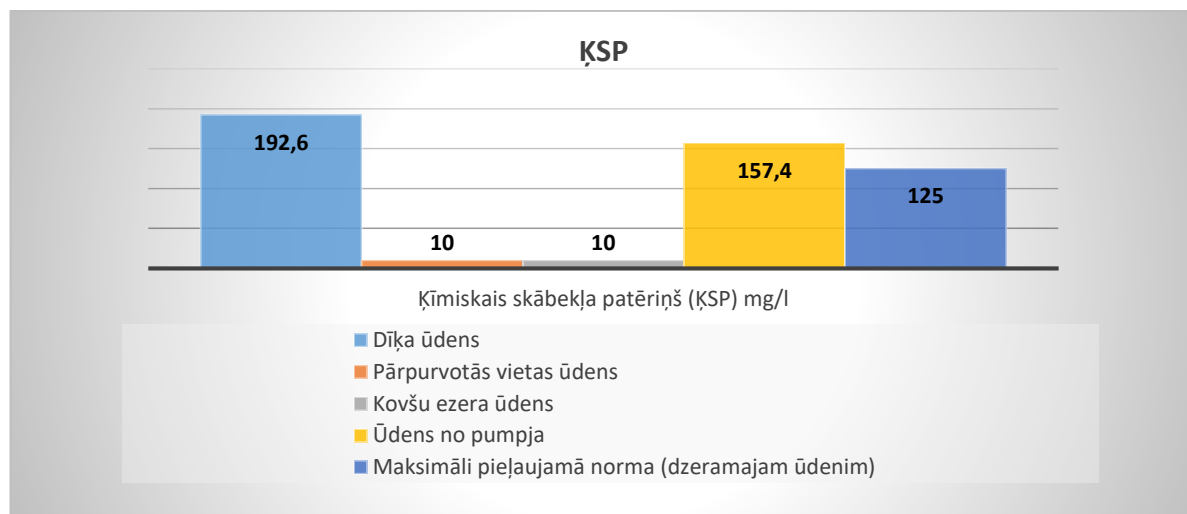
Fosfātjonu saturs dabīgajās ūdenstilpnēs ūdenī ir <0,03–0,05 mg/l. Taču cilvēka darbību rezultātā šī koncentrācija var pieaugt. Galvenie iemesli ir nepareiza minerālmēsļu lietošana un neattīrītu notekūdeņu iepludināšana upēs un ezeros. Notekūdeņos var nonākt mazgāšanas līdzekļi, kuru sastāvā ir fosfāti, kuri pievienoti ūdenī kā mīkstināšanas līdzekļi. Liels fosfātjonu piesārņojums rosina ūdenstilpņu aizaugšanu. Ja fosfātjonu koncentrācija ūdenī pārsniedz 0,5 mg/l, tad labvēlīgos apstākļos var sākt augt intensīvi aļģes, zilaļģes u. c. ūdensaugi.[3]



4. att. Elektrovadītspēja ūdens paraugos

Elektrovadītspēja

Ūdens elektrovadītspēja ir atkarīga no ūdenī izšķīdušo sāļu daudzuma. Pie augstas elektrovadītspējas ūdenī notiek elektroķīmiski procesi, kuri veicina koroziju. Tīrs ūdens slikti vada elektrību, taču dažādi piemaisījumi palielina ūdens elektrovadītspēju. Parasti tie ir metālu joni. Maksimāli pieļaujamā norma ūdenī ir 2500 μS cm⁻¹, 20 °C temperatūrā. [3]



5.att.. Ķīmiskā skābekļa patēriņš ūdens paraugos

Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP)

Svarīgs, ūdens tīrību raksturojošs parametrs ir ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP). Tas raksturo organisko un neorganisko reducētāju saturu ūdenī, t.i., skābekļa daudzums, kas nepieciešams visu izšķīdušo un suspendēto organisko savienojumu pilnīgai ķīmiskai oksidēšanai līdz neorganiskajiem galaproduktiem. Tīros upju ūdeņos ĶSP ir līdz 25 mg/l, piesārņotos no 70-100 mg/l. [3]

Secinājumi

1. Stacija, kura sāka savu darbību 1861. gādā ir joprojām aktīva, kas nozīme, ka visu šo laiku kursēja vilcieni ar kravām kuras var nejaušības gadījumā izplūst uz augsnes.
2. Stacija darbojas 155 gadus, tātad augsnes ir uzsūkusi piesārņojumu sevī.
3. Kovšu ezera ūdens kvalitāte atbilst normām un stacija 1. neietekmē tā kvalitāti.

4. Dīķa ūdens kvalitāte tomēr tika piesārņota ar fosfātajiem, bet šo piesārņojumu veica, ne vilcienu ietekmes piesārņojums, bet vistīcāmāk šis piesārņojums nāk no blakus esošajām vasarnīcām kur ir mazdārziņi un mašīnu mazgāšana pie garāžām ar tīrīšanas līdzekļiem.

5. Sliktākā kvalitāte tika uzrādīta ūdens pumpja paraugam, kurš tika ņemts attālāk no stacijas 1. Kur šo ūdeni kāds izslāpis garāmgājēs var mierīgi iedzert, bet šis ūdens pārsniedz visas mērītās normas, tātad šis ūdens nav paredzēts dzeršanai.

Summary

Water samples were taken from Rezekne I station territory and analyzed in laboratory on phosphates, ammonium, COD and conductivity. Samples were analyzed on AQUANAL device, to see pollution concentration in mg/l. Results show that water in Kovšu lake that is located near station tracks is clean and is suitable for swimming. Other samples taken from pond and paludified place didn't show any serious deviations from standard. Sample from water pump used for getting drinking water shows tracks of pollution- there was 3 times more concentration of ammonium instead of allowances from water quality standards. Drinking water from such pump may cause adverse effects on human health.

Literatūra

1. Jaffe, D., Putz, J., Hof, G., Hee, J., Diesel particulate matter and coal dust from trains in the Columbia River Gorge, Washington State, USA
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1309104215000057>
2. Ministru kabineta noteikumi Nr.235. <http://likumi.lv/doc.php?id=75442>, sk. 06.04.2016.
3. Kļaviņš, M., Pēteris Cimdiņš. *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība*. Rīga: LU akadēmiskais apgāds, 2004.

LAUKSAIMNIECĪBAS BIOMASAS TORIFIKĀCIJAS PROCESA IZPĒTE UN TEHNOLOĢIJAS PAMATOJUMS

Autors: **Ginta Birskā**, (+371) 26103833, e-pasts: birskaginta@inbox.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte

Abstract: *Master's thesis is designed to demonstrate that torrefaction process involves raw agricultural biomass characteristics changes, improves its energetic parameters-calorific value, density, carbon content. Master's thesis developed an experimental facility torrefaction process research investigated biomass processing temperature on the final characteristics of the product, evaluated results of experiments with various types of biomass and mixtures thereof would result in recommendations for treatment process optimization and technological schemes offered torrefaction material from biomass.*

Keywords: *torrefaction, agriculture biomass*

Ievads

Vēl aizvien palielinās pieprasījums pēc fosilās enerģijas resursiem, tāpēc sabiedrībai būtu svarīgi apzināties nepieciešamību rūpēties par apkārtējo vidi un kā vienu no galvenajiem nākotnes attīstības nosacījumiem izvēlēties ilgtspējīgas attīstības principu ievērošanu.

Būtiskākie enerģētikas nozares rādītāji ir enerģijas patēriņš, atkarība no fosilās enerģijas un atkarība no importa cenām. CO₂ emisiju daudzums, enerģijas cenas gan Eiropas Savienībā, gan arī visā pasaulē turpina attīstīties nelabvēlīgi [1].

Esošā situācija noved pie tā, ka ir jāveicina jaunu tehnoloģiju attīstība, enerģijas avotu efektivitātes paaugstināšana un pieejamība cenu ziņā.

Lauksaimniecības procesā radusies biomasa – nozīmīgs atjaunojamās enerģijas ieguvums. Kā pozitīvu faktoru var minēt to, ka lauksaimniecības biomasa salīdzinot ar citiem alternatīvajiem enerģijas veidiem, piemēram, sauli un vēju, ir pieejama visu laiku, kā arī šī biomasa nav tik ļoti atkarīga no politiskās situācijas un laika maiņām.

Ir vairāki biomasas izmantošanas veidi, ka, piemēram, siltuma ražošana, elektroenerģijas ražošana, biogāzes ražošana u.c. Kā efektīvāko biomasas izmantošanas veidu var minēt siltuma ražošana, jo šajā procesā ir iespējams iegūt visaugstāko lietderības koeficientu [2].

Kā vienu no viedei draudzīgiem kurināmā veidiem var piedāvāt forefikācijas produktu. Tas samazina biomasas apjomu un atvieglo transportēšanas iespējas.

Ļoti efektīva var būt sākotnējās biomasas pārstrāde toreficētā produktā, kā rezultātā palielinās biomasas enerģētiskā vērtība tas samazina biomasas apjomu un atvieglo transportēšanas iespējas [6].

Pētījuma objekti

Torifikācijas pētījumā tika noteikts lauksaimniecības biomasas blīvums, siltumspēja, oglekļa saturs. Tika salīdzinātas lauksaimniecības biomasas pārpalikumu īpašības pirms un pēc termiskās apstrādes.

Blīvums lauksaimniecības tika aprēķināts pēc 1.formulas: [4]

$$\rho_o = M_{\text{minerālu}} / V_{\text{minerālu}} \quad (1)$$

Attiecīgi:

$$\begin{aligned} M_{\text{minerālu}} &= M_{\text{iez.}} - M_{\text{pikn}} \\ V_{\text{pikn}} &= (M_{\text{p.ū.}} - M_{\text{pikn}}) / \rho_{\text{ūdens}} \\ V_{\text{ūdens}} &= (M_{\text{iez.ū.}} - M_{\text{iez.}}) / \rho_{\text{ūdens}} \\ V_{\text{minerālu}} &= V_{\text{pikn}} - V_{\text{ūdens}} \end{aligned}$$

kur: ρ_o – blīvums, g/cm³

M_{min} – izejmateriāla masa, g

V_{min} – izejmateriāla tilpums, cm³

M_{pikn} - masa piknometram, g
 $\rho_{\text{ū.d.}}$ – ūdens blīvums, g/cm^3 [4].

Sagatavotie paraugi blīvuma noteikšanai skat. 1.att.



1.att. Paraugi pēc torefikācija procesa-samalti

Pētījuma materiāli un metodes

- 1) Teorētiskā analīzes metode, kas ietver sevī literatūras pētīšanu un analizēšanu;
- 2) Empīriskā metode – veiktie mērījumi laboratorijā siltumspējas, oglekļa satura, blīvuma noteikšanai.

Biomāsas torifikācijā tika izmantotas piecas lauksaimniecības kultūras. Kopējā izmantoto paraugu masa - 12 kg.

Lai veiktu biomasas torifikāciju bija jāizgatavo slēgti metāla cilindri, kuri būtu noturīgi pret augstām temperatūrām un ļautu izdalīties dūmgāzēm. Metāla cilindrus skatīt 2.att.



2.att. Metāla cilindri

Lauksaimniecības biomasas tika iegūtas autores dzīvesvietā z/s „Rimšas”. Kopumā tika toreficēti septiņi paraugi no katras biomasas kultūras. Katrs salmu paraugs svēra vidēji 5 g, siena paraugs svēra 5 g, zāles paraugs 9 g, kukurūza 12 g un griķu salmi 8 g. Sākotnējā temperatūra bija 100 °C, maksimālā 400 °C.

Eksperimenta norise sākās ar visu paraugu termisku apstrādi. Temperatūrai palielinoties

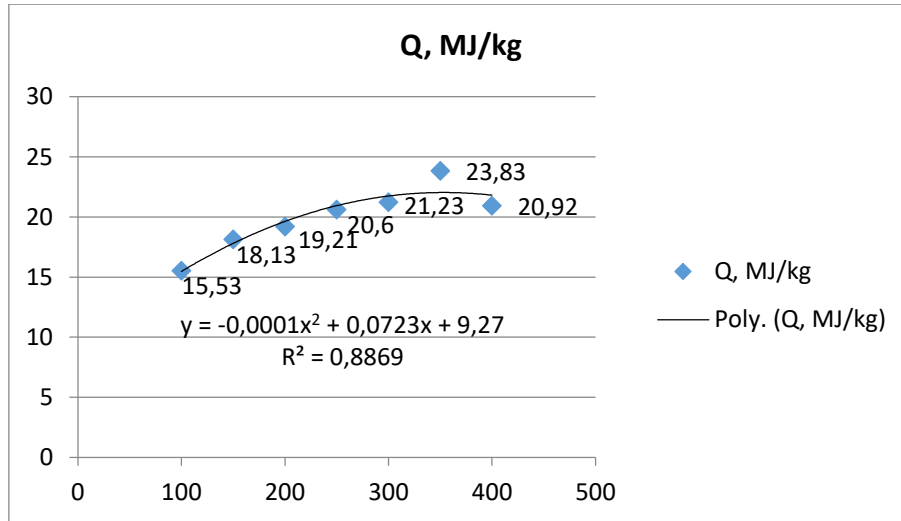
izmainījās lauksaimniecības biomasu īpašības.

Oglekļa noteikšana - oglekļa analizators ELTRA CS2000. Eltra CS-2000 analizators ir paredzēts precīzai oglekļa un sēra noteikšanai ar 100% precizitāti[3].

Siltumspējas noteikšana - kalorimetrs Parr 6772, kalorimetrs ir augstas precizitātes temperatūras mērīšanas sistēma, kas piedāvā temperatūras izšķirtspēju 0,0001 ° C diapazonā no 0-70 ° C[45].

Pētījumu rezultāti

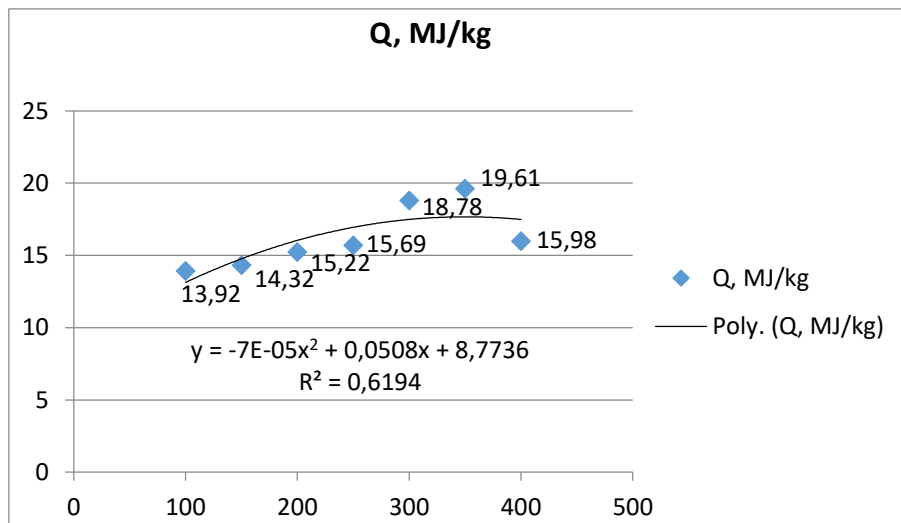
Iegūtās siltumspējas satura izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no salmiem atkarībā no toreficēšanas temperatūras skatīt 3. attēlu.



3.att. Siltumspējas satura izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no salmiem

Analizējot iegūtos datus var secināt, ka temperatūrai palielinoties pieaug arī siltumspēja toreficētajiem salmiem. Maksimālā siltumspēja sasniedza 23,83 MJ/kg pie 350 °C, kas ir ievērojams uzlabojums salīdzinājumā ar neapstrādāto salmu biomasu.

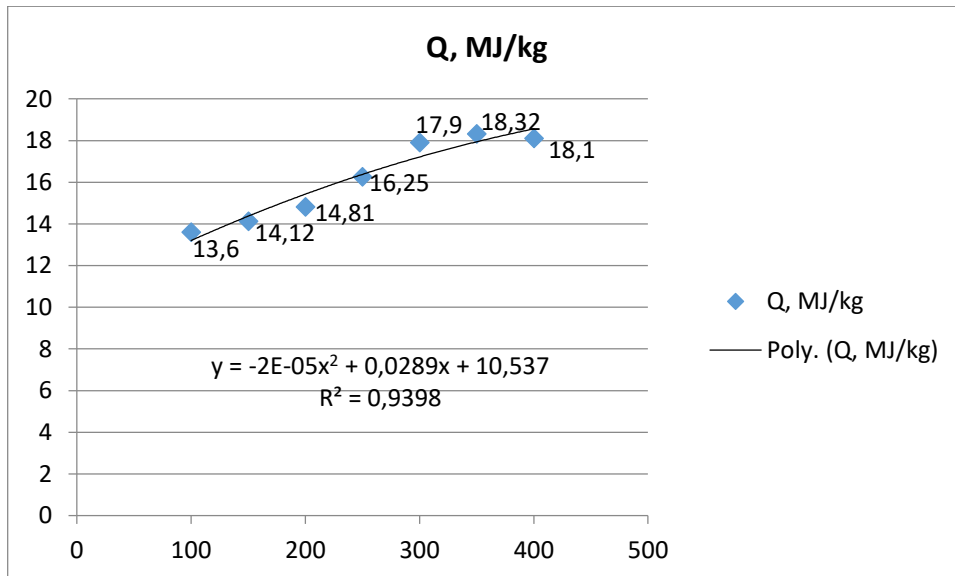
Iegūtās siltumspējas satura izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no siena atkarībā no toreficēšanas temperatūras parādītas 4.att.



4. att. Siltumspējas satura izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no siena

Visefektīvākais rezultāts tika sasniegts pie 350°C, siltumspēju sasniedzot 19,61 MJ/kg. Salīdzinājumā ar salmiem, siltumspēja ir nedaudz mazāka.

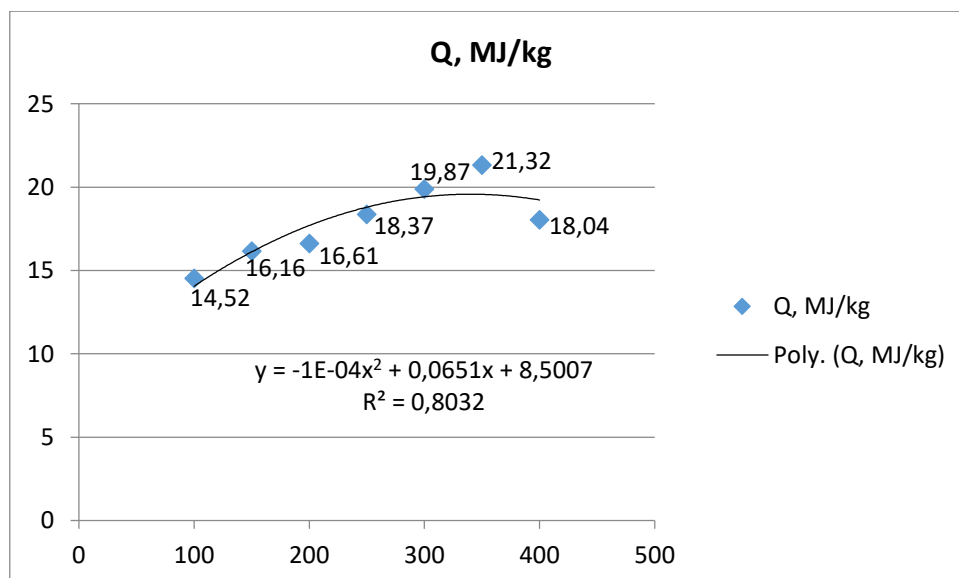
Iegūtās siltumspējas saturs izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no zāles atkarībā no toreficēšanas temperatūras skatīt 5.attēlā.



5. att. Siltumspējas saturs izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no zāles

Veicot mērījumus zāles paraugiem, tika novērots, ka tiem ir viszemākā siltumspēja torefikācijas procesa sākumā. Maksimālā siltumspēja 18,32 MJ/kg tika uzrādīta pie 350 °C.

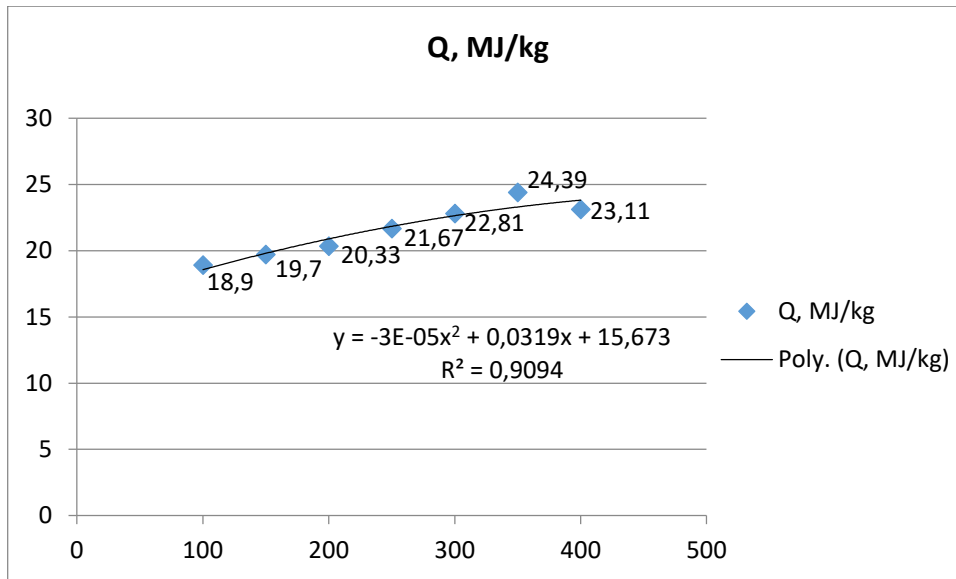
Iegūtās siltumspējas saturs izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no kukurūzas stiebiem atkarībā no toreficēšanas temperatūras parādītas 6.attēlā.



6. att. Siltumspējas izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no kukurūzas stiebiem

Arī kukurūzas paraugu rezultāti, kas atspoguļo siltumspēju, paaugstinātas temperatūras ietekmē uzlabo siltuma īpašības. Sasniegtais uzlabojums ir 1,46 reizes.

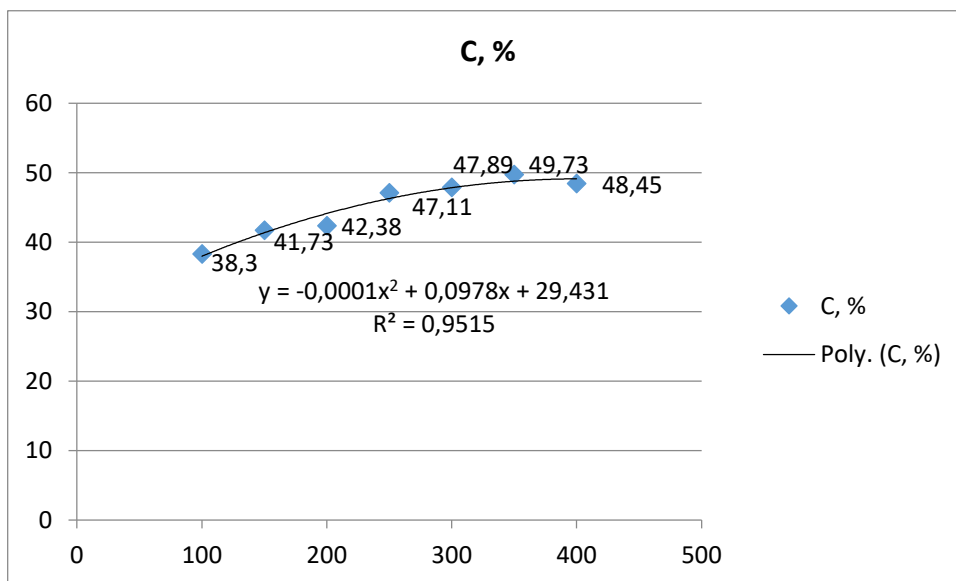
Iegūtās siltumspējas saturs izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no griķu salmiem atkarībā no toreficēšanas temperatūras skatīt 7.attēlā.



7. att. Siltumspējas izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no griķu salmiem

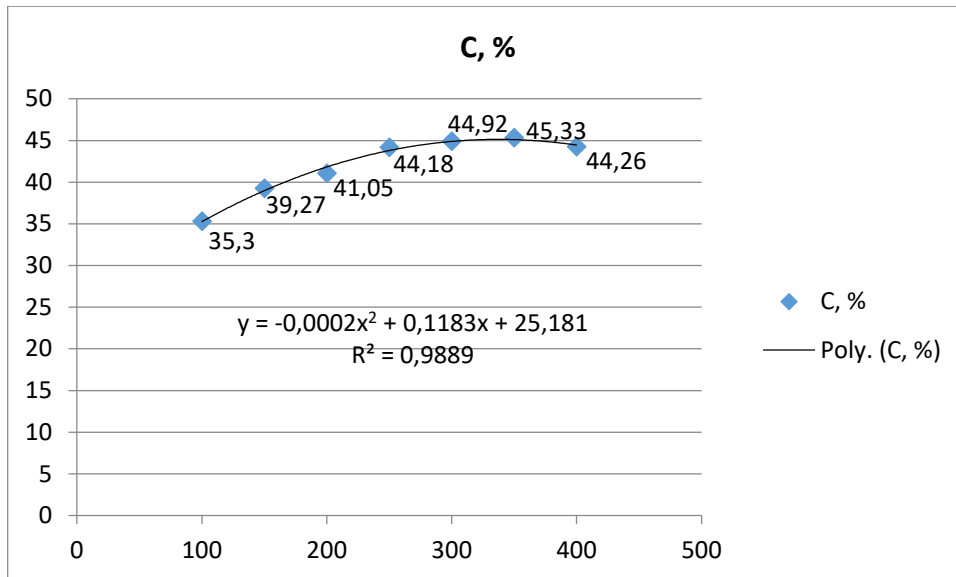
Tendence palielināties siltumspējai paaugstinot temperatūru tika novērota arī griķu salmu paraugiem. Maksimālā siltumspēja pie 350 °C grādiem uzrādīja 24,39 MJ/kg, salīdzinājumā ar iepriekš minētajām lauksaimniecības pārpalikumu kultūrām, siltumspējai ir tendence pieaugt. Siltumspējas uzlabošanās rezultāts pirms torefikācijas procesa un pēc tā ir 1,29 reizes.

Iegūtās oglekļa satura izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no salmiem atkarībā no toreficēšanas temperatūras parādītas 8.att.



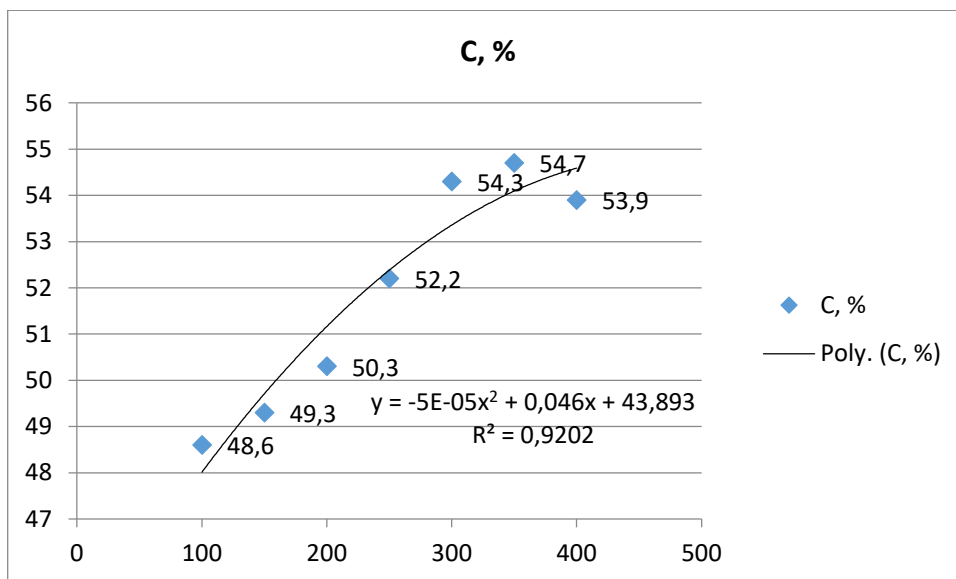
8.att. Oglekļa satura izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no salmiem

No iegūtajiem rezultātiem varam secināt, ka pieaugot temperatūrai pakāpeniski palielinās arī oglekļa saturs visos paraugos. Vislielākais oglekļa saturs tika sasniegts toreficētajam paraugam pie 350 °C un tas uzrādīja 49,73 %. Iegūtie rezultāti siena paraugiem parādīti 9. attēlā.



9.att. Oglekļa satura izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no siena

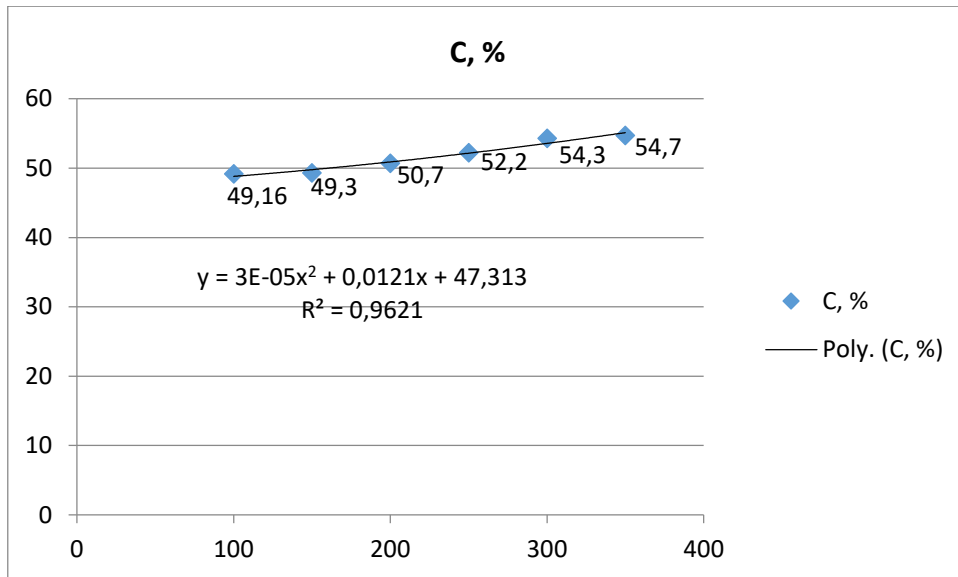
Vislielākais oglekļa saturs tika sasniegts toreficētajam paraugam pie 350 °C un tas uzrādīja 45,33 %. Salīdzinājumā ar salmu paraugos esošo oglekļa saturu, sienā tas ir zemāks. Oglekļa saturs zāles paraugos tika attēlots 10.att.



10.att. Oglekļa satura izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no zāles

Zāles paraugos oglekļa saturs pieauga no sākotnēji esošā 48,6 % līdz 54,7 %. Maksimālais rezultāts tika iegūts 350 °C.

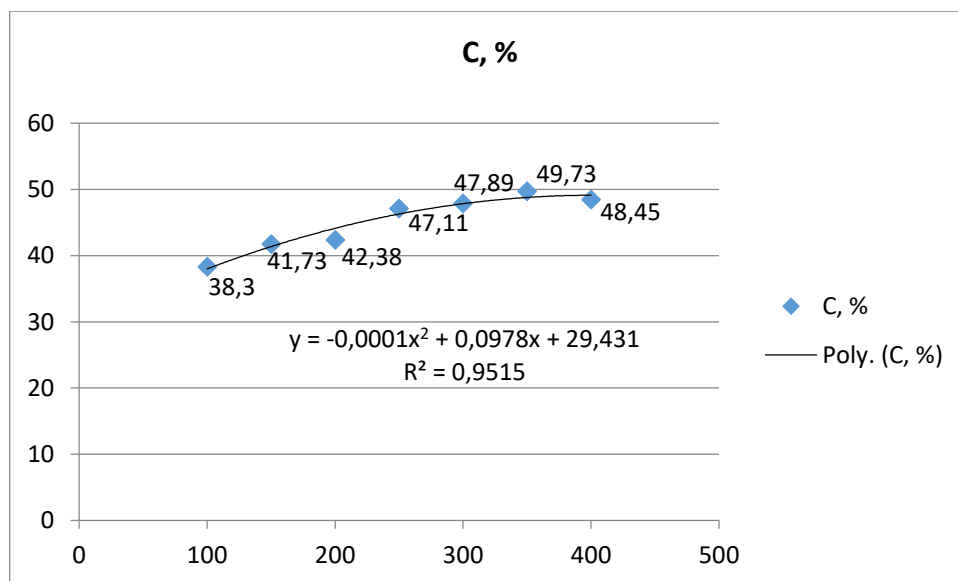
Oglekļa saturs kukurūzas stiebru paraugos attēlots 11.att.



11.att. Oglekļa satura izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no kukurūzas stiebiem

No iegūtajiem rezultātiem varam secināt, ka pieaugot temperatūrai pakāpeniski palielinās arī oglekļa saturs visos paraugos. Vislielākais oglekļa saturs tika sasniegts toreficētajam paraugam pie 350 °C un tas uzrādīja 54,7 %.

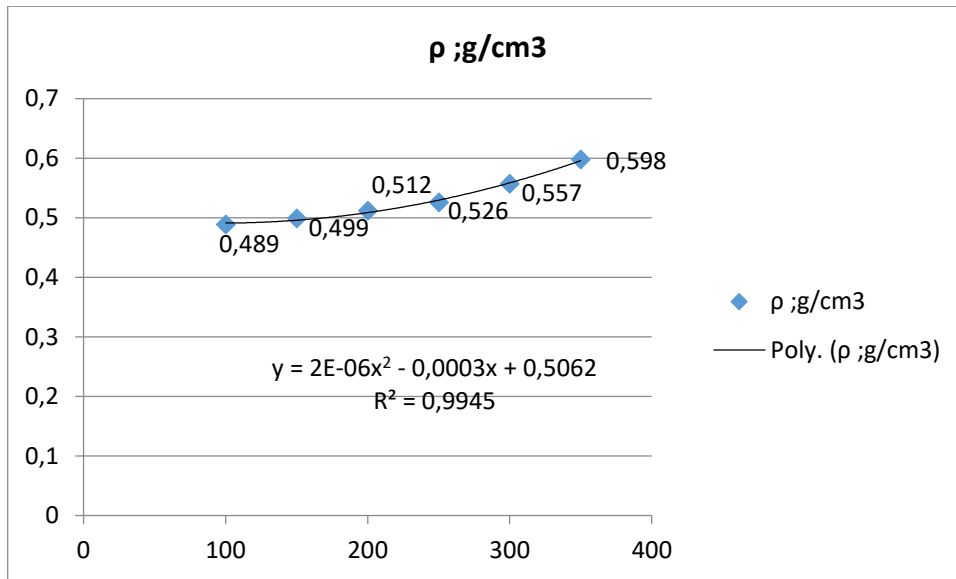
Iegūtie rezultāti griķu salmu paraugiem parādīti 12. attēlā.



12.att. Oglekļa satura izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no griķu salmiem

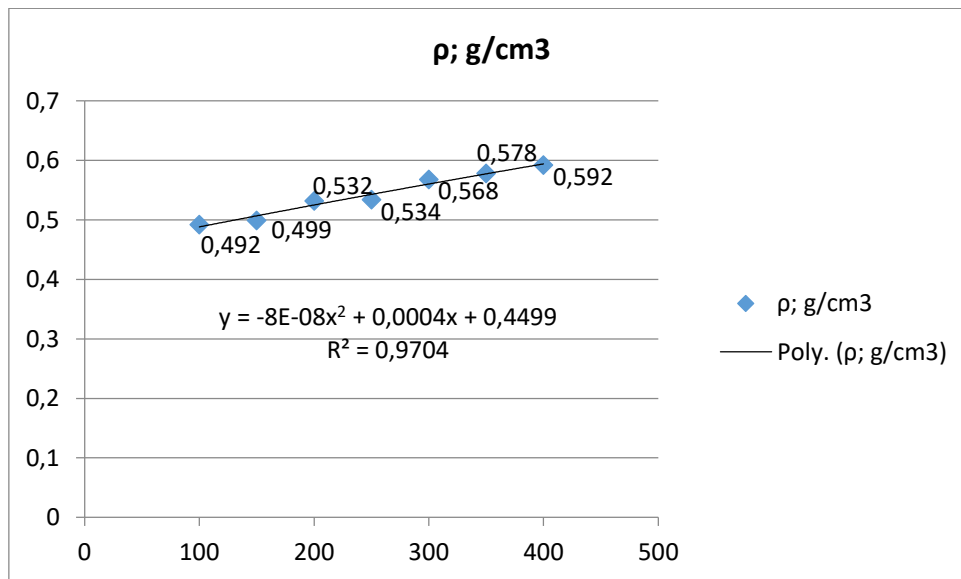
Analizējot iegūtos rezultātus griķu salmu paraugiem tika novērots, ka oglekļa saturs attiecībā pret masu ir vēl izteiktāks. Maksimālā oglekļa saturs toreficētajam paraugam pie 350 °C uzrāda 49,73 %.

Blīvuma noteikšana. Iegūtos blīvuma rezultātus salmu paraugiem skatīt 13. attēlu.



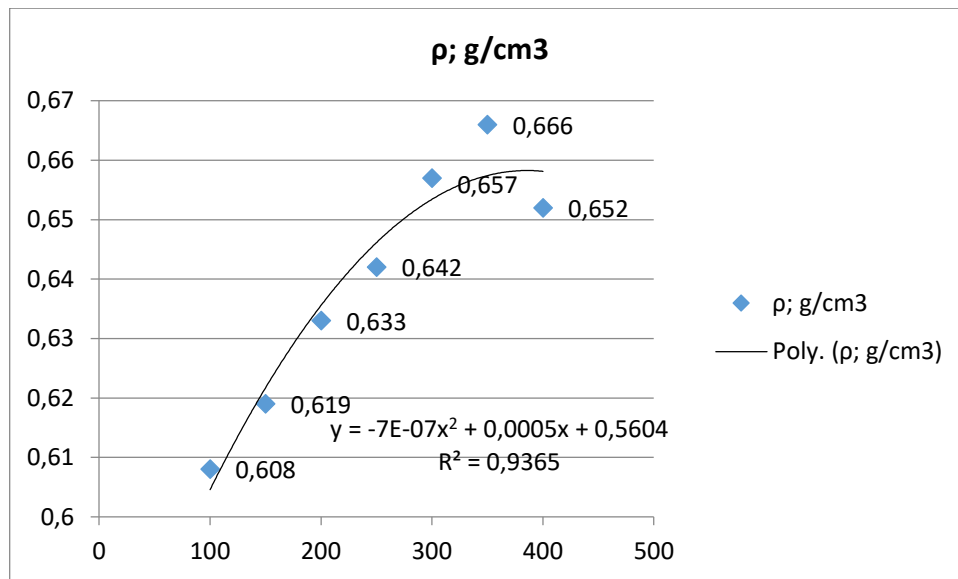
13.att. **Blīvuma izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no salmiem**

Izvērtējot blīvuma iegūtos rezultātus var secināt, ka paaugstinātas temperatūras ietekmē blīvums pieaug, tas ir svarīgs rādītājs, kā rezultātā būtu atviegloti uzglabāšanas un transportēšanas pasākumi. Blīvuma paraugu noteikšana siena paraugiem parādīta 14. attēlā.



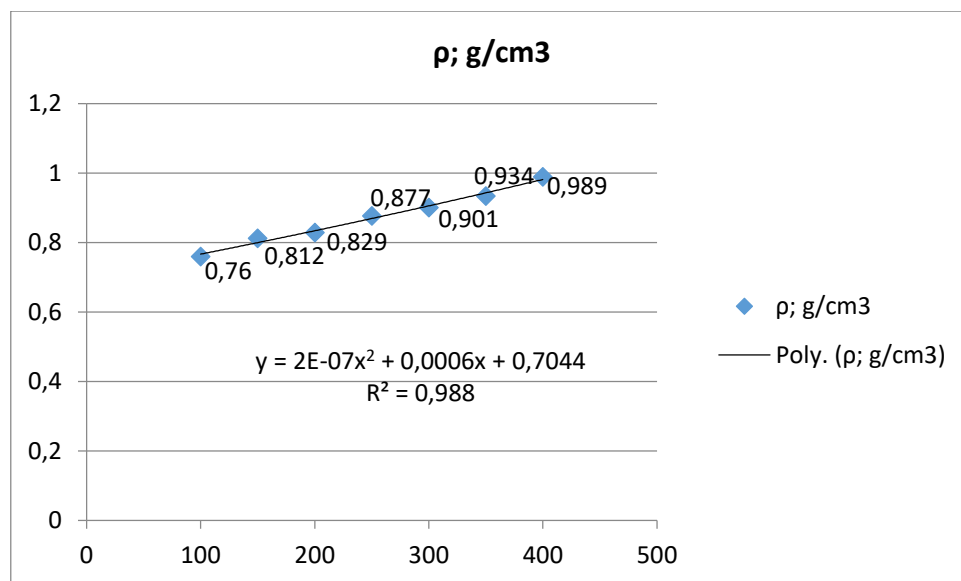
14. att. **Blīvuma izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no siena**

Analizējot iegūtos rezultātus varam novērot, ka vislielāko blīvuma saturu iegūst paraugi, kuri tika karsēti augstākajās temperatūrās. Blīvuma izmaiņas zāles paraugos skatīt. 15. att.



15.att. Blīvuma izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no zāles

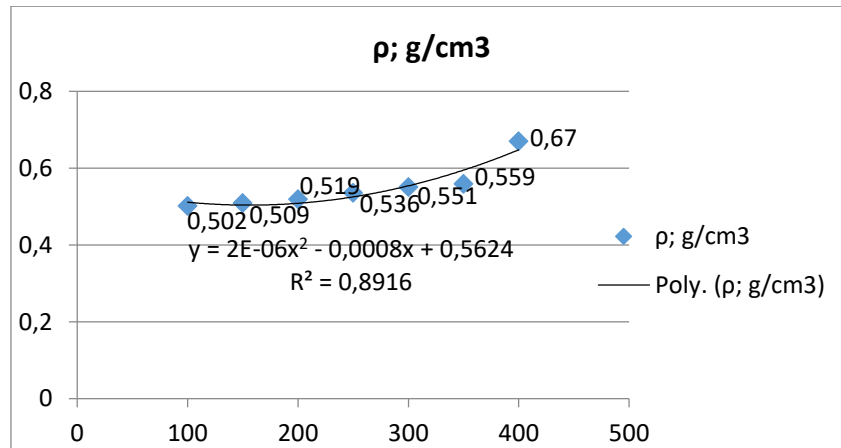
Blīvums zāles paraugos visstraujāk pieaug maksimālo temperatūru ietekmes rezultātā. Vislielāko blīvumu uzrādīja paraugs, kurš tika karsēts 450°C sasniedzot 0,666 g/cm³. Blīvuma izmaiņas kukurūzas stiebru paraugos skat. 16.att.



16.att. Blīvuma izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no kukurūzas stiebiem

Arī kukurūzas stiebru paraugiem veiktie blīvuma rādītāji pieaug. Vislielākais blīvums tika sasniegts karsējot paraugu 450°C, blīvuma iegūtais rezultāts 0,989 g/cm³. Salīdzinot ar zāles paraugos esošo blīvumu pēc torefikācijas procesa, kukurūzas stiebrs tas ir ievērojami lielāks.

Blīvuma izmaiņas griķu salmu paraugos pēc torefikācijas procesa attēlotas 17.att.



17.att. Blīvuma izmaiņas toreficētā produktā, izgatavotā no griķu salmiem

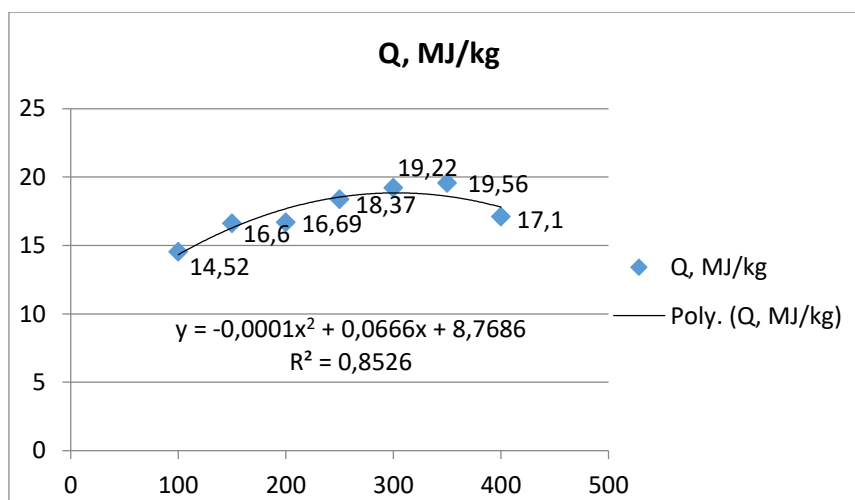
Veicot blīvuma noteikšanu griķu salmu paraugiem var secināt, ka iegūtie rezultātu tendence līdzinās visu iepriekš minēto lauksaimniecības kultūru paraugiem. Paaugstinoties temperatūrai pieaug blīvums. Torefikācijas procesa ietekmē notiek blīvuma izmaiņas.

Analizējot eksperimentālos rezultātus tika novērotas izmaiņas visiem paraugiem torefikācijas procesā. Temperatūrai palielinoties uzlabojās siltumspējas īpašības, kas ir viens no galvenajiem parametriem, lai no lauksaimniecības biomasas pārpalikumiem ražotu enerģiju ar paaugstinātu vērtību.

Arī oglekļa saturs karsēšanas rezultātā palielinājās visiem paraugiem. Šis rādītājs ir nozīmīgs pie efektīva kurināmā materiāla sagatavošanas. Jo lielāks ir oglekļa saturs, jo augstāku siltuma pakāpi iespējams iegūt no konkrētā biomasas enerģijas avota.

Nozīmīgs parametrs ir blīvuma saturs biomasā. Jo lielāka blīvuma attiecība pret masu, jo ērtāki un atvieglotāki transportēšanas attālumi un izdevumi.

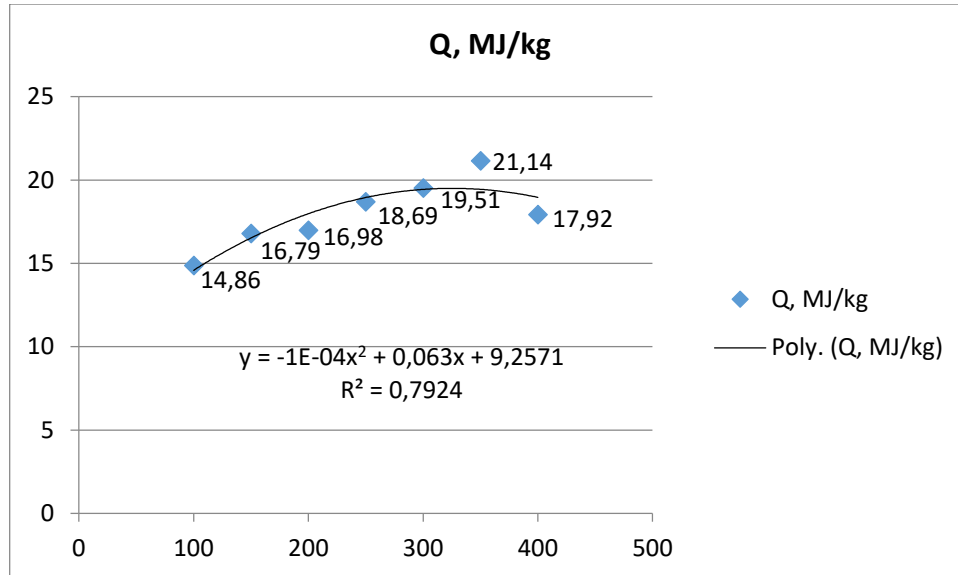
Ņemot vērā, ka nozīmīgākais parametrs torefikācijas procesā ir siltumspēja un iegūtie rezultāti no lauksaimniecības pārpalikumiem bija atšķirīgi, tika veikta kompozītkurināmā materiāla izveide. Eksperimentu laikā tika novērots, ka zāles paraugiem ir viszemākā siltumspēja (18,32 MJ/kg), turpretī kukurūzai tā sasniedza 21,32 MJ/kg. Tika ņemti kukurūzas stiebrī savienojumā ar zāli vienādu masas attiecību ziņā un atkārtoti noteikta siltumspēja pēc torefikācijas procesa paraugiem, savienojuma rezultātā uzlabojums sasniedz 1,34 reizes. 18. att. skat. Kompozītkurināmā materiāla no kukurūzas stiebrīem un zāles rezultātus.



18.att. Kompozītkurināmā materiāla siltumspēju īpašības pēc torefikācijas procesa

Secinājums, siltumspēja ievērojami uzlabojas.

Kompozītkurināmā materiāla ieguve izvērtējot iepriekš iegūtos rezultātus tika veikta arī salmu un siens paraugiem, lai uzlabotu īpašības paraugam ar mazāko siltumspēju. Maksimālā salmu siltumspēja bija 23,83 MJ/kg. Siena paraugiem tā bija zemāka 19,61 MJ/kg. 19.att.skat.izmaiņas pēc atkārtoti veikta torefikācijas procesa kompozītkurināmā izveidei no salmiem un siena.



19.att. Kompozītkurināmā materiāla īpašību izmaiņas pēc torefikācijas procesa

Analizējot iegūtos rezultātus varam secināt, ka siltumspējas īpašības uzlabojas 1,42 reizes. Kombinējot paraugus ar zemāko un augstāko siltumspēju uzlabojas rezultāts mazāk siltumspēju saturošajam lauksaimniecības pārpalikumu paraugam.

Rezultātu analīze

Latvijā kopējais salmu pārpalikums gadā ir aptuveni 350 000 tonnu, savukārt, no 1 ha zāles plantācijas iegūst aptuveni 57-70 t zaļmasas gadā.

Lauksaimniecības kultūru ražošanas pārpalikumu biomasā torefikācijas procesā radās lielākas izmaiņas nekā zāles un siena biomasā -masas zuduma un atomuzbūves ziņā. Enerģijas ražīgums bija ievērojami uzlabojies griķu salmu un kukurūzas stiebiem.

Torefikācijas pētījumam izvēlētas piecas enerģētiskās kultūras – salmi, siens, zāle, kukurūzas stiebi un griķu salmi. Pamatojums salmu, griķu salmu un kukurūzas stiebru biomasas izvēlei - ražošanas laikā iegūto lauksaimniecības pārpalikumu lietderīga izmantošana potenciāla kurināmā sagatavošanai ar uzlabotām enerģētiskām vērtībām. Pamatojums siena un zāles biomasai - neizmantotu lauksaimniecības zemju sakopšana un torefikācijas procesā iegūtu uzlabotu īpašību (siltumspējas, viendabīgas masas) rezultāts.

Sākotnējā neapstrādātu griķu salmu siltumspēja bija 18,9 MJ/kg, pēc torefikācijas procesa karsējot 350 °C siltumspēja uzrādīja 24,39 MJ/kg. Visaugstākā siltumspēja iegūstama toreficējot biomasu 350 °C.

Lielākais oglekļa saturs tika noteikts salmu un griķu salmu paraugiem, kur oglekļa saturs pēc torefikācijas procesa sasniedza 49,73%.

Lielākās blīvuma izmaiņas tika novērotas kukurūzas stiebru paraugos pēc torefikācijas procesa.

Kompozītkurināmā materiāla izveidei tikai izvēlēts lauksaimniecības biomasas paraugs ar vislietāko siltumspējas uzrādīto rezultātu pēc torefikācijas procesa un paraugs ar viszemāk uzrādītajām izmaiņām siltumspējas pieauguma ziņā pēc torefikācijas procesa.

Lai nodrošinātu lauksaimniecības torefikācijas norisi pieejamā veidā saimniecībām, būtu

iespēja piedāvāt pārvietojamu mobilo torefikācijas iekārtu, kura izmantojot lauksaimniecības biomasu sevi nodrošinātu ar enerģiju un veiktu torefikācijas procesu.

Lai piedāvātu tālāku produkta sagatavi optimālā kurināmā realizēšanai, presēšanas iekārtu nepieciešams nodrošināt ar iespēju presēt pie zemākām temperatūrām, lai produkts turētos kopā.

Pateicības

Autore izsaka lielu pateicību darba vadītājam G. Novikam par konsultācijām, atsaucību un vērtīgiem padomiem darba norises tapšanā. Kā arī ķīmijas laboratorijas vadītājai Inesei Bernānei par apmācību strādāt ar iekārtām laboratorijā.

Literatūra

1. Adamovičs A., Blumberga D., Lazdiņa D., Lazdiņš, A., Plūme I., Rošā M., *Biomass study course for students* izd. JELARE, Rēzekne, Lv 2011, 175 lpp.; 12 lpp.
2. *Atjaunojamie energoresursi un to izmantošana Latvijā*, Rīga 2011.92.lpp *1. Biomass Torrefaction Workshop*, April 13-14, 2011, Pensacola, FL, US.
3. Eltra CS 2000 Skat. Internetā (16.05.2013), <http://www.eltra.org/eltra/products/chs-analyzers/cs-2000>
4. Noviks G. *Laboratorijas darbu praktikums vides inženierzinātņu studiju kuros* Rēzekne 2013
5. Parr 6772 Calorimetric Thermometer. Skat. Internetā (29.05.2013), <http://www.directindustry.com/prod/parr-instrument-company/calorimetric-thermometers-28323-517144.html>
6. Technologies of torrefaction. Skat. Internetā (28.04.2013) <http://www.btgworld.com/en/rtd/technologies/torrefaction>

VIRSŪDEŅU IETEKME UZ LIELO LUDZAS EZERU SURFACE WATER IMPACT ON A LARGE LUDZAS LAKE

Autors: **Kristīne Bule**, e-pasts konovalova3@inbox.lv, 27751417

Zinātniskā darba vadītājs: **Ivars Matisovs, Mg. geogr. lektors,**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne,

Abstract. *The theme. Surface water impact on a Large Ludzas Lake. Problem statement. It is not known – what the lake surface water pollution affects the quality of the Lake Large Problems actuality. Ludza region data on the Lake Large Ludzas quality are not completely.*

Keywords: *Lake Large Ludza, water quality.*

Ievads

Ezeri ir Latvijas zilā rota. Šiem ezeriem piemīt zinātniskā, kultūrvēsturiskā nozīme. Par Zilo ezeru zemi tiek dēvēts Latgales reģions. Latgales reģions ir ļoti bagāts ar ūdeņiem, Latvijā Latgales reģions izceļas ar lielo ezeru skaitu.

Lielais Ludzas ezers atrodas Latgales augstienes malā 132, 8 m virs jūras līmeņa Ciblas novadā Zvirgzdenes pagastā, pie Ludzas pilsētas austrumu robežas. Ludzas pilsētas teritorijā atrodas tikai ezera aizsargjosla, kura ir 20 m plata. Aizsargjoslā atrodas kultūras un vēsturiski pieminekļi: Ludzas pilskalns ar viduslaiku pilsdrupām, Odu kalns, Senais Latgaļu pilskalns – Ķīšu pilskalns un sena apmetnes vieta Budjanska pussalā. No aizsargājamam sugām Ludzas ezerā konstatētas: Sibīrijas skalbe (*Iris sibirica* L), Platspīļu upes vēzis (*Astacus astacus*). Piekrastes joslā: smaržīga naktsvijole (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.) un Jumstiņu gladiola (*Gladiolus imbricatus*) [1]. Gar Lielā Ludzas ezera krastu iet pilsētas robeža ar Zvirgzdenes pagastu. Ezera dibens ir smilšains, krasti zemi un lēzeni. Ezeram ir vairāki līči, pussalas un 4 salas. Ezera platība ir 8.46 km² kopā ar salām 8.51 km² [2]. Ezera garums ir 7.0 km, lielākais platums 1.9 km. Ezera vidējais dziļums ir 3.5 m, lielākais dziļums 6.5 m. Ezers ietilpst Veļikajas baseinā.

Saskaņā ar LR Ministru kabineta noteikumiem Nr.118 „Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti” un to Grozījumiem, Lielajam Ludzas ezeram un Ludzas upei posmā no Lielā Ludzas ezera līdz valsts robežai ir noteikts prioritāro ūdeņu statuss. Lielais Ludzas ezers pieder pie karpveidīgo zivju ūdeņiem. Šie noteikumi nosaka divas kvalitātes rādītāju grupas prioritārajiem lašveidīgo un karpveidīgo zivju ūdeņiem - robežlielumus un mērķlielumus. Robežlielumi ir obligāti ievērojami radītāji, bet mērķlielumi ir vēlami kvalitatīvie rādītāji. Šos rādītājus nav ieteicams pārsniegt.

Lielais Ludzas ezers pieder pie eitrofa tipa ezeriem. Šādiem ezeriem ūdens nav dzidrs un tā caurredzamība ir neliela - līdz 1,5 m [2].

Lielākā piesārņojuma ietekme izpaužas Ludzas pilsētai piegulošajā ezera daļā, par ko liecina augstāks bentosa saprobitātes indekss.

Par stāvokļa ietekmējošiem faktoriem uzskatāmi pilsētas notekūdeņi, lietuss ūdeņu noteces no pilsētas teritorijas, ka arī ar ietekošajām upēm ienesti biogēnie elementi no lauksaimniecības zemēm, kas ezerā akumulējas [7]. Tie ir:

- fosfātjonu un fosfora piesārņojums. Fosfora piesārņojums, konstatēts Pildas (Isnaudas) upē ;
- Fekālais piesārņojums.
- noteces no individuālajām mājām, kas atrodas ezera krastā [1];
- paaugstināta duļķainība un amonija jonu masa [3];

Darba mērķis ir izpētīt virsūdeņu ietekmi uz Lielo Ludzas ezeru un sniegt priekšlikumus kaitīgo vielu iekļūdes novēršanai. Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, tika izvirzīti šādi uzdevumi:

1. Iepazīties ar ūdens aizsardzības normatīvajiem aktiem Eiropas Savienībā un Latvijā
2. Izpētīt literatūru par Lielo Ludzas ezeru;
3. Apsēkot Lielā Ludzas ezera piekrastes joslū;
4. Ievākt ūdens paraugus Lielā Ludzas ezerā;
5. Veikt ķīmiskas analīzes ūdens paraugos RTA ķīmijas laboratorijā;
6. Veikt ģeotelpisko datu apstrādi ar ģeogrāfisko informācijas sistēmu *QuantumGIS* programmatūru:

Materiāli un metodes **Lauka pētījuma metode**

Ūdens paraugu ņemšana notika 15.oktobrī (rudens sezona), kad gaisa temperatūra bija $+19^{\circ}\text{C}$ - $+20^{\circ}\text{C}$ un 15.janvaris (ziemas sezona), kad gaisa temperatūra sasniedza $+4^{\circ}\text{C}$ - $+5^{\circ}\text{C}$. Ūdens paraugi tika ņemti speciālos polietilēna maisiņos, kas paredzēti ūdens parauga ņemšanai. Paraugi tika ņemti 7 dažādas ūdenstecēs, kas savienojas ar Lielo Ludzas ezeru. Ūdens paraugu ņemšanas vietas koordinātes tika fiksētas ar GPS un saglabātas GPS atmiņas kartes.

Skābekļa noteikšanas metode. Izšķīdušais skābeklis ūdenī tika noteikts ar pārnēsājamo skābekļa mērītāju ūdenstilpnē uz vietas. Ievietojot skābekļa portatīvo iekārtu ūdenstilpnē, izšķīdušais skābeklis (mg/l) daudzums tika fiksēts uz displejā. Dati tika saglabāti.

Ģeomātikas metode

Dati tika ievadīti QuantumGIS programmā, kas lietotājam nodrošina ģeogrāfiskās informācijas vadību (*management*), ģeogrāfiskās informācijas attēlošanu (*mapping*), kas tiek attēlota kartes veidā. Dati no GPS iekārtās uz programmu QuantumGIS tieka eksportēti kā *.shp formāta faili. Par pamatni kartes veidošanai, tika izmantotas Latvijas Ģeotelpiskās Informācijas Aģentūras (LĢIA) 2005. gadā iegūtās ortofotokartes 1: 10000 mērogā. Kartei piesaistītas ūdens paraugu ņemšanas vietas koordinātes. Rezultāta tika izveidota Lielā Ludzas ezera karte.

Laboratorijas pētījuma metodes

Ph noteikšanas metode. Tika piepildītas 7 vārglāzes ar ūdens paraugiem, kuri tika savākti 7 dažādās ūdenskrātuves, līdz 50 ml robežai. Katrā ūdens paraugā ievietojot ph- metru, tika noteikts ūdens ph.

EVS noteikšanas metode. Tika piepildītas 7 vārglāzes ar ūdens paraugiem, kuri tika savākti 7 dažādās ūdenstilpnēs, līdz 50 ml robežai. Katrā ūdens paraugā ievietojot konduktamtru, tika noteikts elektrovadītspēja, kas tika noteikts μs

NH⁴ noteikšanas metode. Spektrofotometriskā analīzes metode, kas pamatojas uz Zilā indofenola reaģenta izmantošanu. Indofenola reaģents ar amoniju veido savienojumu, kas ir brūns vai brūngani zila krāsā. Ja paraugā ir augsts amonija saturs, tad veidojas brūngani zilganas nogulsnes.

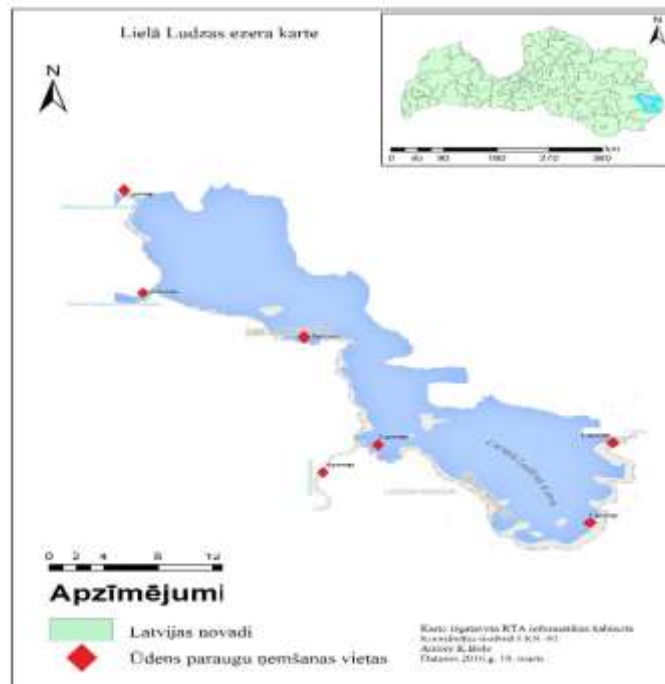
Rezultāti un to izvērtējums

Balstoties pieejamajiem ūdens kvalitātes datiem, jaunas informācijas iegūšanai 2015.rudenī – 2016. gada pavasarī tika apsekots Lielais Ludzas ezers. Ūdens paraugi L. Ludzas ezera tika ņemti 7 vietas (skat.1.attēls).

Apsēkojot Lielo Ludzas ezeru tika konstatēs NH₄ piesārņojums 2 vietās, kas ir pārsniegts pēc ķīmiskiem parametriem, attīrītos notekūdeņos NH₄ koncentrācijai jābūt zemākai par 1 mg/l [8;10] (skat. 2., 3.att.).

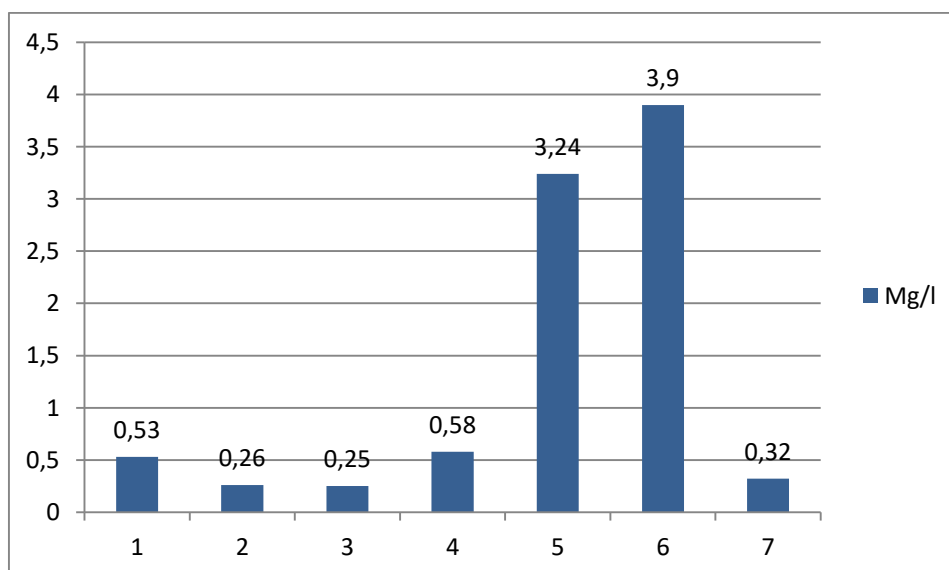
Nejonizētā amonjaka robežlielums gan karpveidīgo, gan lašveidīgo zivju ūdeņos ir 0,025 mg/l. Amonjaks ūdenī sastopams divās formās: NH_3 (jeb nejonizētais amonjaks) un NH_4^+ (jonizētais amonjaks jeb amonija joni).

Amonija joni ir toksiski zivīm, sasniedzot noteiktu koncentrāciju līmeņus. Toksicitāte ir atkarīga gan no temperatūras, gan no pH. Toksicitāte pastiprinās, palielinoties temperatūrai un pH. Amonjaka koncentrācijas, kas pārsniedz rekomendētos limitus, var kaitēt ūdens dzīvajiem organismiem[12]

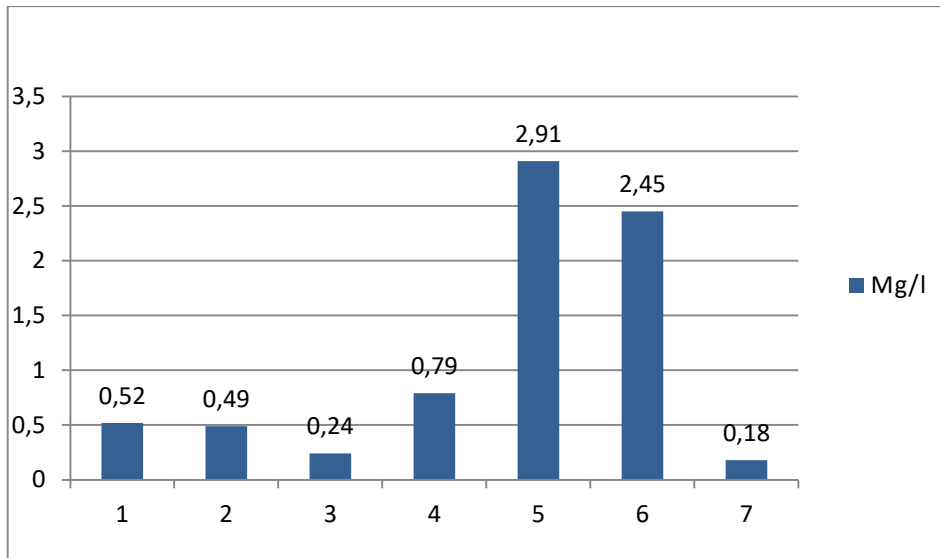


1.attēls Lielais Ludzas ezers

Amonija joni veidojas ūdenskrātuvēs, sadaloties organiskajām slāpekli saturošām vielām heterotrofo baktēriju darbības rezultātā. Tomēr biežāk tā saturu nosaka organisku atkritumu (vircas, notekūdeņu, ekskrementu), sadzīves un rūpniecisko atkritumu ieplūde ūdenskrātuvēs [11]



2. attēls NH₄ koncentrācija rudens sezonā


 3. attēls NH₄ koncentrācija ziemas sezonā

Apsekojot L. Ludzas ezeru, amonija jonu piesārņojums tika konstatēts no privātmāju sektora, kurā tika ņemts 5. paraugs (skat.1.attēlu).NH₄ koncentrācija rudens sezonā sasniedza 3,24 mg/l, un ziemas sezonā 2,91 mg/l. Šāds koncentrācijas daudzums ir kaitīgs karpveidīgam zivīm, kas dzīvo Ludzas ezerā.

Amonija jonu piesārņojums L. Ludzas ezera nokļūst no privātmājām, kuras nav pieslēgtas centralizētai kanalizācijas sistēmai. Privātmāju īpašnieki ir izvēlējušies lokālas ūdens attīrīšanas iekārtas, kuras uz doto brīdi jau ir novecojušas un savas funkcijas vairs nepilda.

Lai samazinātu NH₄ ieplūdi no privātmāju sektora Lielā Ludzas ezerā, privātmāju īpašniekiem tiek piedāvāti pasākumi:

- Tehnoloģiskie ielikteņi grodu akās;
- Notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas iekārtas privātmājām ATC sērija

Tehnoloģiskie ielikteņi ir paredzēti komunālo (fekālo) notekūdeņu attīrīšanai no privātmājām. Tie ir paredzēti montāžai hidroizolētā grodu aka vai akās. Iekārtas (tehnoloģiskie ielikteņi) VE TI tiek ražotas Latvijā, tāpēc operatīvi iespējams iekārtas remonts vai pilnveidošana. Iekārtai ir augsta attīrīšanas pakāpe. Privātmāju īpašnieki attīrīto ūdeni drīkst novadīt Lielā Ludzas ezerā, bez papildus apstrādes. Iekārtai ir salīdzinoši nelielas ekspluatācijas izmaksas, tā ātri un viegli uzstādās.

Notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas iekārta ATC- 6 paredzēta privātmājai līdz 6 cilvēkiem (skat.1.tabula)

1. tabula

Galvenie tehniskie parametri iekārtai ATC -6

Diennakts notekūdeņu apjoms	0,9m ₃
Cilvēku ekvivalents	1-6 cilvēki
Elektroenerģijas patēriņš	365 kWh/gadā
Lieko dūņu pieaugums	0,55m ₃ /gadā
Attīrītā ūdens garantētie parametri	
BSP⁵	95,8%
ĶSP	91,7%

SV	95,5%
NH⁴	98,0%
Iekārtas gabarīti	
Augstums	2200mm
Diametrs	1200mm
*ieplūdes un izplūdes cauruļu dziļumi var tikt pielāgoti objekta īpašībām	
Cena	1300,-EUR t.sk PVN

ATC -6 iekārtai ir augsta attīrītā ūdens pakāpe, privātmājām, kas atrodas ezera krastā, jo attīrītais ūdens ir novadāms Lielā Ludzas ezerā, bez papildus attīrīšanas. Attīrīšanas procesā netiek izmantotas nekādas ķīmisko vielu dozēšanas iekārtas. Tās ir ļoti svarīgi, jo Lielā Ludzas ezerā nebūs ķīmisko vielu noplūdes no dozēšanas iekārtām. Nav nepatīkamas smakas, aizņem mazs vietas un nebojā estētisko vidi.

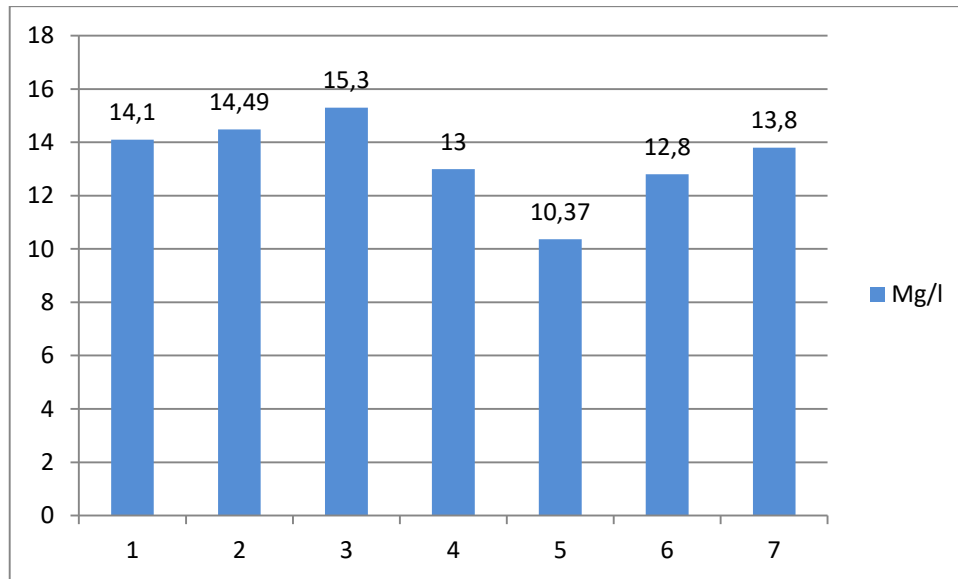
Amonija jonu koncentrācija tika pārsniegta pie Notekūdeņu attīrīšanas iekārtu stacijas (NAI), kurā tika ņemts 3. paraugs (skat.1.attēlu). NH₄ koncentrācija ūdenī rudens sezonā sasniedza 3,9 mg/l un ziemas sezonā sasniedza 2,45 mg/l. Šāds koncentrācijas daudzums nav pieļaujams attīrītajos notekūdeņos, kas ieplūst Lielā Ludzas ezerā. Pēc ķīmiskiem parametriem attīrītos notekūdeņos NH₄ koncentrācijai jābūt zemākai par 1 mg/l [8;10]. Tika konstatēts, ka Notekūdeņu attīrīšanas iekārtās (NAI) ir problēmas ar nitrifikācijas procesu, kas notiek aerācijas baseinā, tāpēc rodas šāds koncentrācijas daudzums attīrītos notekūdeņos. Tika sniegti priekšlikumi:

- NAI iekārtas ir jāpalielina aktīvo dūņu daudzums;
- Aerācijas baseinā jāpalielina skābekli;

Aktīvo dūņu sastāvā atrodas no 3 - 10% nitrificējošās baktērijas (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter*), kas pārvērš notekūdeņu sastāvā esošos amonija jonus par nitrītiem un nitrātiem.

Lai samazinātu amonija jonu koncentrāciju NAI aerācijas baseinā, jāpalielina skābekļa daudzums vismaz līdz 2mg/l, lai attiecīgie mikroorganismi, spēj pārvērst amonija jonu oksidēšanos par nitrītiem vai nitrātiem.

Tika konstatēts, ka izšķīdušā skābekļa daudzums Lielā Ludzas ezerā atbilst karpveidīgiem ūdeņiem (skat.4 attēls).



4. attēls. O₂ koncentrācija rudens sezonā

Saskaņā ar MK noteikumiem Nr.118 „Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti” izšķīdušā skābekļa (mg/l O₂) robežlielums karpveidīgo zivju ūdeņiem - 50 % no analizētajiem paraugiem jābūt lielākiem vai vienādiem par 7 mg/l. Galvenais avots ūdenī esošajam skābeklim ir atmosfēras skābekļa šķīšana. Skābekļa šķīdība ūdenī ir atkarīga no tā koncentrācijas gaisā, ūdens temperatūras un sāļu satura ūdenī [5,6]. Jo ūdens temperatūra augstāka, jo skābekļa šķīdība ūdenī zemāka [4,9].

Secinājumi

1. Apsekojot Lielo Ludzas ezeru, 2 no 7 paraugu ņemšanas vietām tika konstatēts NH₄ piesārņojums, kas neatbilst Notekūdeņu attīrīšanas iekārtu noteikumiem noteiktam normām;
2. Vislielākā amonija jonu koncentrācija tika konstatēta Lielā Ludzas ezerā no privātmāju sektora;
3. Lai samazinātu NH₄ ieplūdi Lielā Ludzas ezerā, privātmāju īpašniekiem nepieciešams iegādāties jaunas lokālas attīrīšanas iekārtas;
4. Otra lielākā amonija jonu koncentrācija tika konstatēta Lielā Ludzas ezera no Notekūdeņu attīrīšanas iekārtām (NAI):
5. Lai samazinātu NH₄ ieplūdi Lielā Ludzas ezerā, NAI acirācijas baseinā nepieciešams, palielināt skābekļa daudzumu (>2 mg/l);
6. Apsekojot Lielo Ludzas ezeru tika konstatēts, ka izšķīdušā skābekļa daudzums atbilst karpveidīgiem ūdeņiem;

Literatūra

1. Marga, D. (2014) „Eksperta atzinums par plānotās darbības – Kubulovas HES ūdens pārgāznes renovācija, atvadkanāla nogāžu stiprinājuma remontdarbi un Ludzas upes tīrīšana 2 km garā posmā iespējamo ietekmi uz īpaši aizsargājamām sugām un īpaši aizsargājamiem biotopiem, kā arī iespējamo ietekmi uz upi Ludzas novada Isnaudas pagastā un Ciblas novada Zvirgzdenes un Ciblas pagastā” atzinums. Ludza: Ludzas pilsētas pašvaldība.
2. Beikerts, G. (1995) Ludzas ezers. Kavacs G, (atb.red.,1995). *Latvijas daba*.3.sēj. Rīga: „Latvijas enciklopēdija”, 127.- 128.lpp.
3. Vides kvalitāte (2011) *Vides pārskats Ludzas novada attīstības programmai 2011 -2017.gadam*.Ludza: Ludzas novada pašvaldība, 22. -27.lpp
4. Kļaviņš, M., Cimdiņš, P. (2004) Ezeru un ūdenstilpju īpašības. Cimdiņš, P, *Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 100. – 113.lpp

5. Tsirkunov, V.V, Nikaronov, A.M, Laznik, M.M, Dongwei, Zhu. (2003) *Analysis of long-term and seasonal river water quality changes in Latvia*. Environmental Research Laboratory: US Environmental Protection Agency, 57.-58,pp
6. Oenema, O., Liera, V., L., Schoumans, O, (2004), *Effects of lowering nitrogen and phosphorus surpluses in agriculture on the quality of groundwater and surface water in the Netherlands*. Wageningen University and Research Centre: Netherlands Environmental Assessment Agency, 38. -49.pp
7. Izklidētā piesārņojuma slodzesanalīze (2008) *Daugavas baseina apgabala apsaimniekošanas plāns*. Daugavpils: Latvijas Vides, Ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra, 24.- 26.lpp
8. Rossel, V., Fuente de la A.(2015) *Assessing the link between environmental flow, hydropeaking operation and water quality of reservoirs*. Universidad de Chile: Departamento de Ingeniería Civil, 26. – 36.pp
9. Sondergaard, M., Larsen., E.,S., Johansson., L.,S., Lauridsen.,L.,T., Jeppsen, E.(2015) *Ecological classification of lakes: Uncertainty and the influence of year-to-year variability*. Department of Bioscience: Sino-Danish Centre for Education and Research, 248. – 257.pp
10. Lindim,C., Becker,A., Gruneberg,B., Fischer,H. (2015) *Modelling the effects of nutrient loads reduction and testing the N and P control paradigm in a German shallow lake*. Brandenburgische Technische Universität Cottbus: Federal Institute of Hydrology. 415.-427.pp
11. Noteikumi par virszemes un pazemes ūdens kvalitāti (2002) Latvijas Republikas ministru kabinets 12. martā Nr.118. *Latvijas Vēstnesis*, Nr. 50, 3. martā. <http://likumi.lv/doc.php?id=60829>
12. Wilkes University Center for Environmental Quality Anvironmental Engineering and Earth Sciences (2010) *Nitrogen – Ammonia in Water* [datu krajums]. Wilkes University Center for Environmental Quality Anvironmental Engineering and Earth Sciences . <http://www.water-research.net/Watershed/ammonia.htm>

BIOGĀZES RAŽOŠANAS BLAKUSPRODUKTU PIRMAPSTRĀDE PRETREATMENT OF BIOGAS PRODUCTION BYPRODUCTS

Autors: **Margarita Božko**, e-pasts: margarita-13@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītāja: **Ērika Teirmunieka, Mg.chem.** e-pasts: erika.teirumnieka@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne,

Abstract. "Pretreatment of Biogas Production Byproducts". The aim of the research is to determine the optimal method of hydrogen sulphide attraction at the biogas production station and elaborate a solution for digestate treatment from microbiological pollution. Out of nine researched reagents the best one to attract hydrogen sulphide in the biogas reactor is $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, $Fe(OH)_3$, $AlCl_3$. From the point of view of the environmental safety the safest are $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, $Fe(OH)_3$, from the point of view of costs the cheapest are $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ and $AlCl_3$. It is suggested to use $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ as a reagent for the attraction of hydrogen sulphide. The recommended optimal conditions for liquid digestate pasteurization at the biogas production station are: thermal treatment at 70 °C, time of treatment 60 minutes or thermal treatment at 80 °C, time of treatment 30 minutes.

Key words: biogas, digestate, microbiological pollution, hydrogen sulphide, pasteurization.

Ievads

Biogāzes ražošanas stacijā dzels (III) hlorīds nespēj efektīvi noārdīt sērūdeņradi. Sēra savienojumi biogāzē izraisa metāla detaļu koroziju biogāzes ražotnēs un sēra savienojumu uzkrāšanos bioreaktorā. Savukārt, atsērojot biogāzi fermentatorā ievadot hloru vai sulfītus saturošus reaģentus ķīmiskās reakcijas gaitā veidojas sāļskābe vai sērskābe, kas izraisa fermentatora iekšējo sienīgu koroziju un paaugstina šo savienojumu klātbūtni pārraudzētā substrātā, kas nav labvēlīgi augsnes mēslošanai.

Biogāzes pārrūgušajam substrātam (digestātam) piemīt augsts mēslošanas potenciāls, kurš ir bagāts ar barības vielām (slāpekļi, fosfors, kālijs) un kuru var efektīvi izmantot kā organisko mēslojumu lauksaimniecībā [2]. Savukārt, digestāts ir mikrobioloģiski piesārņots ar tādiem patogēniem kā E.Coli, Pseudomonas, Klebsiella, Clostridium, Bacillus, Peicillum, Bacteriodes, Salmonella, kas ir bīstami cilvēka veselībai un to izplatīšana apkārtējai vidē ir nevēlama [1].

Materiāli un metodes

Zinātniskā darba izstrādes laikā tiek apkopoti materiāli un izmantota zinātniskās literatūras analīzes metode par sērūdeņraža saistīšanas iespējam biogāzes ražošanas procesā un izpētīti kūtsmēsli vai digestāta attīrīšanas metodes no mikrobioloģiskā piesārņojuma. Par pētījuma objektu izvēlēta biogāzes ražotne, kas ražo biogāzi no organiskiem atkritumiem - liellopu kūtsmēsliem, tādējādi veidojot bezatkritumu ražotni. Optimālās sērūdeņraža saistīšanas metodes izvēlei veikts teorētiski-ekonomiskais aprēķins sērūdeņraža saistīšanai no biogāzes ražošanas stacijā.

Lai novērtētu digestāta izmantošanas iespējas, Rēzeknes novada biogāzes ražošanas stacijā tika paņemts sausā digestāta paraugs pēc to saperēšanas jeb atdalīšanas no šķidrās frakcijas. Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas ķīmijas, ekoloģijas, ekotehnoloģijas, mikrobioloģijas laboratorijās sausajam digestāta paraugam noteikts organisko vielu saturs, pelnainība, siltumspēja, ogleklis, pH. Sagatavojot digestāta izvilkumu (100g sausā digestāta uz 1 l ūdens uz 24 stundām), noteikts kopējais slāpekļi, kopējais fosfors, amonijs, pH, ka arī noskaidrota mikrobioloģiskā piesārņojuma (E. Coli, Enterokoki) esamība, analizējot digestāta izvilkumu. Pelnainība saturs noteikts testējamo parauga daļu vispirms žāvējot 103 °C

<http://dx.doi.org/10.17770/het2016.20.3531>

temperatūrā un pēc tam pārpelnojis 450 °C temperatūrā un nosakot tos kā atlikumu pēc sadedzināšanas. Organisko vielu saturs noteikts kā masas zudums pēc sadedzināšanas. Siltumspēja noteikta, izmantojot iekārtu Eltra CS 2000, kopējais slāpekļis, kopējais fosfors un amonijs noteikts, pielietojot spektrofotometrisko metodi.

Mikrobioloģiskās analīzes veikšanai biogāzes ražošanas stacijā 20.06.2014. un 23.10.2016. tika paņemti digestāta paraugi pirms saderēšanas, kas satur cieto un šķidro frakciju, un izanalizēti akreditētā mikrobioloģiskā laboratorijā BIOR, Rēzeknē. Mikrobioloģisko analīzi veica sertificēts mikrobiologs Jūlija Grebeža, pamatojoties uz maģistrā darba autora uzdotiem eksperimenta nosacījumiem (temperatūra un laiks). Termiskās apstrādes nosacījumi balstīti uz zinātniskajā literatūrā izanalizētajiem datiem un ir saistīti ar digestāta sterilizācijas apstrādes paņēmieniem mikrobioloģiskā piesārņojuma noņemšanai. Eksperimentālajā daļā parauga termiskai apstrādei pie dažādām temperatūrām un laikiem (1, 5, 10, 30, 60 minūtēs temperatūru diapazonā 50 °C–100 °C) tika izmantota ūdens vanna BIO SAN. E.Coli mikroorganisma noteikšanai tika izmantota akreditētā metodika LV ISO 16619-2:2007, kura pamatojas uz β – glikuronidāzes pozitīvo Esherichia coli baktēriju testēšanu saskaņā ar ISO 16649-2.

Rezultāti un to izvērtējams

Biogāzes atsērošanai tika izskatīta zinātniskā literatūra un veikta biogāzes attīrīšanas metožu analīze. Biogāzes ražošanas stacijas sērūdeņraža saistīšanai no biogāzes teorētiski izrēķinātas katra reaģenta H₂S noārdīšanas daudzums (g), pievienojot 1g reaģenta, ka arī šo ķīmisko vielu izmaksas. Aprēķinu veikšanai biogāzes atsērošanai tika izmantoti tādi ķīmiski reaģenti kā FeCl₂, FeCl₃, Fe(OH)₂, Fe(OH)₃, Fe₂O₃·3H₂O, Fe₂(SO₄)₃, FeSO₄, Al₂(SO₄)₃, AlCl₃. Patērēto reaģentu aprēķinu rezultāti sērūdeņraža saistīšanai atspoguļoti 1. tabulā.

1.tabula

Patērēto reaģentu aprēķinu rezultāti sērūdeņraža saistīšanai

Nr.	Reaģenta ķīmiskā formula	H ₂ S noārdīšanas daudzums (g), pievienojot 1g reaģenta	Reaģentu cena biogāzes atsērošanai ar PVN (EUR)			
			100 g	60 g/dnn.	1,74 kg/mēnesī	21 kg/gadā
1.	Fe ₂ O ₃ ·3H ₂ O	0,476	2,42	1,45	42	508
2.	Fe(OH) ₃	0,474	68,21	40,93	1187	14326
3.	AlCl ₃	0,383	8,95	5,37	156	1880
4.	Fe(OH) ₂	0,377	60,50	36,3	1053	12705
5.	FeCl ₃	0,316	33,43	20,06	582	7021
6.	Al ₂ (SO ₄) ₃	0,298	6,80	4,08	118	1428
7.	FeCl ₂	0,269	49,00	29,4	853	10290
8.	Fe ₂ (SO ₄) ₃	0,255	42,19	23,31	676	8159
9.	FeSO ₄	0,224	19,40	11,64	338	4074

Noskaidrots, ka no deviņiem pētītajiem reaģentiem vislabāk sērūdeņradi biogāzes reaktorā saista Fe₂O₃·3H₂O, Fe(OH)₃, AlCl₃. No vides viedokļa drošākie ir Fe₂O₃·3H₂O, Fe(OH)₃, jo biogāzes reaktorā notiekošo ķīmisko procesu rezultātā tie saista sēru sulfīdu veidā un veido ūdeni, nevis skābes. No izmaksu viedokļa lētākie ir Fe₂O₃·3H₂O un AlCl₃, jo gadā Fe₂O₃·3H₂O izmaksas sastāda 508 EUR, AlCl₃ – 1880 EUR, savukārt, Fe(OH)₃ -14326 EUR. Rekomendēts kā reaģentu sērūdeņraža saistīšanai izmantot Fe₂O₃·3H₂O. Par biogāzes atsērošanas metodi ieteicams izmantot iekšējo bioloģisko biogāzes attīrīšanu, ievadot bioreaktorā pakāpenisko gaisa skābekļa daudzumu, kombinējot ar ķīmisko izgulsnēšanu.

Digestāta izmantošanas iespēju pārbaudei veikta sausā digestāta analīze, kuru rezultāti ir atspoguļoti 2. tabulā. No rezultātiem ir redzams, kā digestāta saunā ir pietiekoši liels daudzums

organisko mēslojumu saturs ($N_{kop.}$, $P_{kop.}$, NH_4), kas ļauj digestātu izmantot kā organisko mēslojumu, iestrādājot to augsnē. Savukārt, dažādo patogēnu mikroorganismu klātbūtnē digestātā (*E. Coli*, Enterokoki), liecina par to, ka pirms to izmantošanas lauksaimniecībā ir nepieciešama biogāzes substrāta (ja tiks izmantoti lopu kūtsmēsli) priekšapstrāde vai digestāta pēcapstrāde, dezinficējot un attīrot digestātu no mikrobioloģiskā piesārņojuma. Izskatīta sausā digestāta izmantošana kā kurināmā viela. Pelnainības saturs digestāta sausnas paraugā ir augsts -11,6 % salīdzinājumā ar koksni (0,2-1,17%), kūdru (2-30%), salmiem (4,5-6,5 %), mazutu (0,2-1 %), brūnogļu un akmeņogļu pelnainību (1-40%), savukārt, līdzīgs kukurūzas pelnainības robežai (10-14 %), kas novērš iespēju to produktīvi izmantot enerģētikas jomā [10, 11]. Augstā pelnainība nav vēlama, jo jātērē līdzekļus pelnu transportēšanai un aizvākšanai no kurtuves. Pelniem nosēžoties uz sildvirsmām, samazinās siltum parēja, aizsērējas dūmvadi un dūmsūcēji [9].

2.tabula

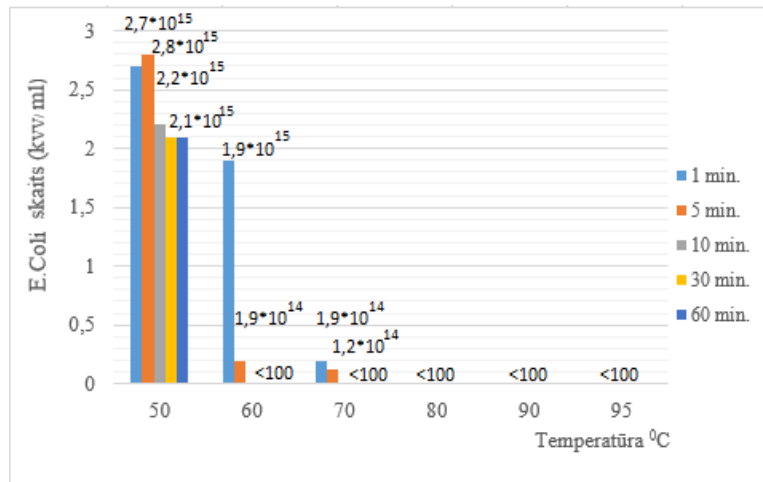
Sausā digestāta analīžu rezultāti

Parametrs	Vērtība	Analīzei izmantojamais digestāta veids
Kopējais slāpeklis ($N_{kop.}$)	220 mg/l	Digestāta izvilkums (100g dig. uz 1 l ūdens)
Kopējais fosfors ($P_{kop.}$)	30 mg/l	
Amonijs (NH_4)	140 mg/l	
<i>E. Coli</i>	14210 cell/100 ml	
Enterokoki	9 400 cell/100 ml	
pH	8,341	Digestāta sausna
Ogleklis (C)	37,9 %	
Siltumspēja	3874,23 cal/g	
Organisko vielu saturs	88,5 %	
Pelnainība	11,6 %	
Mitrums	74,6 %	

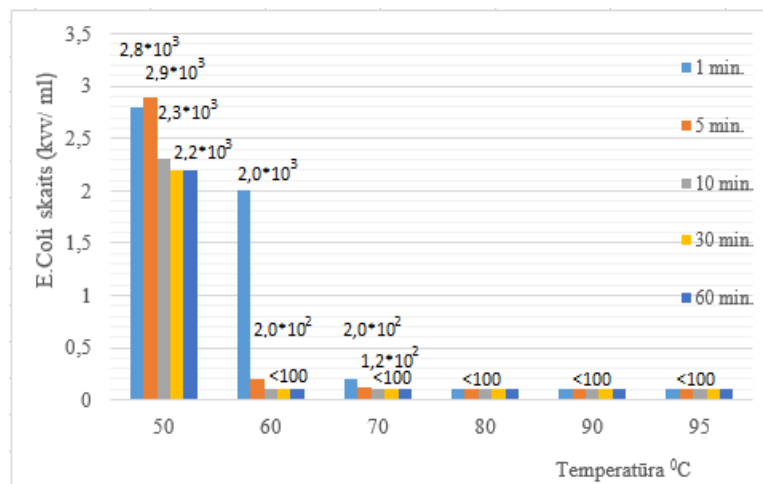
Noteiktā digestāta sausnas siltumspēja – 3 874, 23 cal/g, kas ir līdzīgā koksnei - 3500 cal/g, kukurūzai - 3500 cal/g, salmiem – 3750 cal/g, kūdrai – 2900 cal/g, bet ir nepietiekošs, lai to efektīvi varētu izmantot kā kurināmo salīdzinot ar ogli – 6510 cal/g, dabas gāzi – 8000 cal/g [13]. Oglekļa saturs analizējamā digestātā sasniedz 37,9 %. Salīdzinot oglekļa saturu digestāta sausnā ar to saturu koksnē – 50 %, kūdrā – 59,9 %, brūnoglēs – 69,5 %, akmeņoglēs – 78,7 %, var secināt, ka tas saturs nav tik augsts [12]. Mitrums – 74,6 %. Organisko vielu saturs digestātā sausnā ir 88,5% un liecina par augstu organisko vielu saturu tajā. Digestātu var efektīvi izmantot lauksaimniecībā kā labu organisko mēslojumu. Patogēnu mikroorganismu klātbūtnē *E. Coli*, Enterokoki digestātā sausnā liecina par to, ka pirms digestāta ievadīšanas to ir nepieciešams attīrīt no mikrobioloģiskā piesārņojuma, lai novērst patogēnu mikroorganismu izplatīšanu apkārtnē, kas varētu apdraudēt gan cilvēka veselību, gan floras un faunas stāvokli dabā.

Veicot teorētiski-ekonomiskus aprēķinus, par attīrāmo vielu tika izvēlēts šķidrās digestāts, par digestāta deiznfekcijas metodi tika izvēlēta vielas termiskā apstrāde – pasterizācija.

Grafiski noformēti digestāta šķidrās frakcijas mikrobioloģiski eksperimenta rezultāti, pasterizējot paraugu noteiktās temperatūrās un laikos (sk. 2. attēlā (20.06.2015.) un 3. attēlā (23.10.2015.)).



2.attēls E.Coli mikroorganismu skaits pie dažādām temperatūrām (50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 95 °C) un laikiem (1, 5, 10, 30, 60 min.) 20.06.2015.



3.attēls E.Coli mikroorganismu skaits pie dažādām temperatūrām (50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 95 °C) un laikiem (1, 5, 10, 30, 60 min.) 23.10.2015.

2. attēlā ir atspoguļots E.Coli mikroorganismu skaits, sasildot paraugu, kas tika paņemts 20.06.2015. pie dažādām temperatūrām (50, 60, 70, 80, 90, 95 °C) un laikiem (1, 5, 10, 30, 60 min.). Konstatēts, ka paaugstinot temperatūru no 50 °C līdz 95 °C, E.Coli skaits samazinās no $2,8 \cdot 10^{15}$ kvv/ml līdz <100 kvv/ml. Sasildot šķidra digestāta frakciju 50 °C temperatūrās 1, 5, 10, 30 un 60 minūtēs E.Coli skaits nebūtiski samazinās no $2,7 \cdot 10^{15}$ kvv/ml līdz $2,1 \cdot 10^{15}$ kvv/ml. Sasildot paraugu 60 °C temperatūrā 1 un 5 minūtes E.Coli skaits samazinās līdz $1,9 \cdot 10^{15}$ kvv/ml, 60 °C temperatūrā E.Coli skaits būtiski samazinās sildot 10, 30 un 60 minūtes. Sasildot šķidrā digestāta frakciju 70 °C 1 minūte E.Coli skaits samazinās līdz $1,9 \cdot 10^{14}$ kvv/ml un sasildot 5 minūtes samazinās līdz $1,2 \cdot 10^{14}$ kvv/ml, savukārt, E.Coli skaits būtiski sāk samazināties 70 °C temperatūrā, pasterizējot paraugu 10, 30 un 60 minūtes. E.Coli mikroorganisma skaits vienādi būtiski un stabili samazinās līdz <100 kvv/ml, karsējot paraugu 80 °C, 90 °C, 95 °C 1, 5, 10, 30, 60 minūtēs.

No 3. attēla ir redzams, ka paaugstinot temperatūru no 50 °C līdz 95 °C, E.Coli skaits samazinās no $2,9 \cdot 10^3$ kvv/ml līdz <100 kvv/ml. Sasildot šķidrā digestāta frakciju 50 °C temperatūrā no 1, 5, 10, 30 un 60 minūtes E.Coli skaits būtiski nemainās un svārstās $2,9 \cdot 10^3$ kvv/ml līdz $2,2 \cdot 10^3$ kvv/ml robežās. Sasildot šķidrā digestāta frakciju 60 °C temperatūrā 1 minūtē E.Coli skaits nebūtiski samazinās līdz $2,0 \cdot 10^3$ kvv/ml, karsējot 5 minūtes sāk samazināties līdz $2,0 \cdot 10^2$ kvv/ml. Mikroorganismu skaits būtiski sāk samazināties 60 °C

temperatūrā apstrādes laikos 10, 30, 60 minūtēs. Sasildot šķidrā digestāta frakciju 70 °C 1 minūti, E.Coli skaits samazinās $2,0 \cdot 10^3$ kvv/ml, karsējot 5 minūtes - $1,2 \cdot 10^2$ kvv/ml un būtiski sāk samazinās, pasterizējot paraugu 10, 30 un 60 minūtes. Sasildot šķidro digestāta frakciju 80 °C, 90 °C, 95 °C laikos 1, 5, 10, 30, 60 minūtēs, E.Coli mikroorganismi stabili iet bojā un to skaits samazinās līdz 100 kvv/ml. Noskaidrots, ka 50 °C temperatūrā laikos no 1 līdz 60 minūtēm nav iespējams digestāta paraugam noņemt mikroorganismu E.Coli.

Digestāta šķidrās frakcijas pasterizācijas rezultāti salīdzinot ar termiski neapstrādāto šķidro digestāta paraugu $2,7 \cdot 10^{15}$ kvv/ml (20.06.2015.) un $2,8 \cdot 10^3$ kvv/ml (23.10.2015.), tiek sasniegti pie sekojošiem dezinfekcijas nosacījumiem: 60 °C 30 minūtes, 60 °C 60 minūtes; 70 °C 10 minūtes, 70 °C 30 minūtes, 70 °C 60 minūtes; 80 °C 1 minūte, 80 °C 5 minūtes, 80 °C 10 minūtes, 80 °C 30 minūtes, 80 °C 60 minūtes; 90 °C 1 minūte, 90 °C 5 minūtes, 90 °C 10 minūtes, 90 °C 30 minūtes, 90 °C 60 minūtes; 95 °C 1 minūte, 95 °C 5 minūtes, 95 °C 10 minūtes, 95 °C 30 minūtes, 95 °C 60 minūtes. Noteikts, ka neatkarīgi no E.Coli sākotnējā daudzuma digestāta paraugos, kas tika paņemti 20.06.2015. un 23.10.2015., E.Coli mikroorganismi iet bojā pie noteiktiem, uz zinātnisko literatūru pamatotiem, vienādiem pasterizācijas nosacījumiem (temp. un laiks).

Lai uzstādītu pasterizācijas tvertni ir neieciešams izanalizēt un izvēlēties optimālus nosacījumus (laiks un temperatūra) šķidrā digestāta attīrīšanai no mikrobioloģiskā piesārņojuma. Veicot šķidrā digestāta mikrobioloģisko analīzi dažādās temperatūrās un laikos ir konstatēts, ka temperatūrās 60 °C un 70 °C 10, 30 un 60 minūtēs E.Coli skaits būtiski samazinās līdz <100 kvv/ml un ir vienlīdzīgs E.Coli skaitam, pasterizējot paraugu 80 °C, 90 °C, 95 °C 10, 30 un 60 minūtēs. Secināts, ekonomiski izdevīgāk būtu digestāta šķidro frakciju attīrīt no mikrobioloģiskā piesārņojuma, karsējot paraugu 60 °C un 70 °C 10, 30 un 60 minūtēs.

Saskaņā ar ES standartu 1774/2002/EC (03.10.2002.), tad digestāta paraugu ieteicams pasterizēt 70 °C temperatūrā vismaz 60 minūtes vai 90 °C temperatūrā vismaz 60 minūtes. Pamatojoties uz zinātnisko literatūru, tad efektīvākie un ekonomiski izdevīgākie digestāta attīrīšanas nosacījumi: termiskā apstrāde 60 °C 1 stundas laikā, 70 °C 1 stundas laikā un 80 °C 30 minūšu laikā [3].

Secinājumi

1. Biogāzes ražošanas stacijai tiek rekomendēts kā reaģentu sērūdeņraža saistīšanai izmantot $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
2. Eksperimentāli noteikts, ka digestāta cieto frakciju tīrā veidā izmantot kā kurināmo nav lietderīgi, jo tam piemīt augsta pelnainība (11,6 %), mitrums (74,6 %), nav pietiekošs oglekļa saturs (37,9 %) un zema materiāla siltumspēja (3874,32 cal/g).
3. Eksperimentāli noteikts, ka biogāzes ražošanas stacijas cietās frakcijas digestāta izvilkumā ir augsts organisko un augu barības vielu saturs: organiskās vielas - 88,9 %, $P_{\text{kop.}}$ - 220 mg/l, $N_{\text{kop.}}$ 30 mg/l, NH_4 -140 mg/l, tāpēc to var izmantot par organisko mēslojumu lauksaimniecībā.
4. Patogēnu E. Coli (14210 cell/100 ml) un Enterokoki (9400 cell/100 ml) klātbūtne cietās frakcijas digestāta izvilkumā liecina par digestāta dezinfekcijas pasākumu nepieciešamību pirms to izmantošanas lauksaimniecībā.
5. Rekomendētie optimālie biogāzes ražošanas stacijas šķidrā digestāta sterilizēšanas nosacījumi ir: termiskā apstrāde 70 °C, apstrādes laiks 60 minūtēs vai termiskā apstrāde 80 °C, apstrādes laiks 30 minūtes.
6. Rekomendēts sterilizācijas tvertni uzstādīt pēc šķidrā digestāta uzkrāšanas tvertnes, ar tilpumu 13 m^3 , kurā var pasterizēt $8\text{-}11 \text{ m}^3$ šķidrā digestāta, kas ir izvēlēts pamatojoties uz iespējamo koģenerācijas iekārtas elektro vai siltumjaudu pie optimāliem nosacījumiem, kā arī ar kravas mašīnas tilpumu ($8\text{-}10 \text{ m}^3$). Šķidro attīrīto no mikrobioloģiskā

piesārņojuma digestātu ieteicams uzglabāt 60 m³ lielā tvertnē, lai dienā varētu pakļaut sterilizēšanai līdz 50 m³ šķidrā digestāta.

Summary

Preliminary purification of biogas substrate (manure) or post-purification of digestate of biogas substrate, which has undergone fermentation, methods are used for ecologically and microbiologically safe production of organic fertilizer, what allows efficient preventing of pathogens getting into the environment [4].

In the process of biogas production there derives a byproduct – valuable organic fertilizer (containing potassium, phosphorus, nitrogen), which requires treatment prior to its use (separation of the liquid fraction from the solid) and purification from microbiological pollution [5.,6]. In accordance with the EU regulation 1774/2002/EC (03.10.2002.), the substrate, which has undergone fermentation, or digestate in the post-fermentation process must be thermally treated or pasteurized at 70 °C or at 90 °C for at least 60 minutes [3., 8].

In the framework of the research there was carried out a theoretical and economic calculation for purification of digestate from the microbiological pollution at the biogas production station. It appeared that the liquid manure has the largest amount of consumed heat per 1 ton of substance, and digestate – the lowest. However, in the company it is economically more gainful to pasteurize thermally the liquid fraction of digestate. It was found out that increasing the temperature of pasteurization of manure, liquid manure, digestate, liquid digestate from 50 to 100 °C and reducing the time of their treatment from 120 to 10 minutes, the power increased. The research includes microbiological analysis of the liquid digestate at the biogas production station. As a result it appeared that at the temperature of 50 °C in periods for 1, 5, 10, 30, 60 minutes it is impossible to take off the E.Coli indicator of microbiological pollution. The recommended optimal conditions for liquid digestate pasteurization at the biogas production station are: thermal treatment at 70 °C, time of treatment 60 minutes or thermal treatment at 80 °C, time of treatment 30 minutes [14].

Literatūra

1. Charnnok B., Suksaroj T., Boonswang P., Chaiprapat S. Oxidation of hydrogen sulfide in biogas using dissolved oxygen in the extreme acidic biofiltration operation. *Bioresource Technology*. 2013. Nr.131. 492–499 pp.
2. Chiumenti A., daBorso F., Chiumenti R., Teri F., Segantin P. Treatment of digestate from a co-digestion biogas plant by means of vacuum evaporation: Tests for process optimization and environmental sustainability. *WasteManagement*. 2013. Nr. 33. 1339–1344pp.
3. Coultry J., EilínWalsh E., McDonnell K. Energy and economic implications of anaerobic digestion pasteurisation regulations in Ireland. *Energy*. 2013. Nr. 60. 125-128pp.
4. Blumberga D., Dzene I., T. Sedi Al, Rucs D., Prasls H., Ketners M., Finstervalders T., Folka S., Jansens R. Biogāze. Rokasgrāmata. ISBN 978-9934-8058-0-6. Lpp.155.
5. Dubivskis V., Niklass M., Emsis I., Kārklīņš A. Biogāzes ražošana un efektīvā izmantošana. Informatīvais materiāls. Lpp. 88.
6. Digestāts - videi draudzīgs barības vielu avots augiem. Sk.Interetā <http://news.lv/Iecavas-zinas/2013/04/19/digestats-videi-draudzigs-baribas-vielu-avots-augiem>
7. Eiropas Savienības regula R142/2011 regula (25.02.2011). Sk. Internetā 04.11.2015. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:054:0001:0254:LV:PDF>
8. Eiropas Savienības regula 1774/2002/EC (03.10.2002.) Sk. Internetā 04.11.2015. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002R1774:20070724:EN:PDF>
9. Kurināmā īpašības. Sk. Internetā 21.05.2015. http://www.tmf.rtu.lv/sesi/DATA_FILES/lv/blank_maclit/15/1/39/2009_04_02_08_50_15/nagla_saveljev_siltumt_pam_2_p24-p46.pdf
10. Зольность древесины. Sk. Internetā 20.05.2015. <http://boiler-wood.ru/ash-wood.html>
11. Зольность. Sk. Internetā 20.05.2015. <http://girls4girls.ru/zernovedenie/1876-zolnost-chast-3.html>
12. Понятие «биомасса» Свойства твердого биотоплива: цифры и факты. Sk. Internetā 21.05.2015. <http://www.agrotoplivo.ru/biomassa.html>

13. Сравнительная таблица теплотворности некоторых видов топлива. Sk. Internetā 20.05.2015.
<http://www.ecoles-nn.ru/tablitsa-teplotvornosti>
14. Božko M. Biogāzes ražošanas blakusproduktu pirmāstrāde. Maģistra darbs. Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija. 2016. Lpp.87.

MAZAS JAUDAS BEZAIZSPROSTA HES INDIVIDUĀLĀ MĀJSAIMNIECĪBĀ

LOW POWER HYDROELECTRIC POWER STATION WITHOUT DIKE IN INDIVIDUAL HOUSEHOLD

Autors: **Antons Burovs**, e-pasts: antons.burovs@inbox.lv, +371 28898559

Zinātniskā darba vadītājs: **Andris Martinovs, Dr.sc.ing., asoc.prof.**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *In this research main purpose was experimentaly research the operational efficiency of small hydroelectric power station in experimental flume channel "Gunt HM-160". The main viewing point is the effective power generation form available river stream sources. One of them is to get energy from river stream near individual household. That means that there must be installed a small hydroelectric power station in center of the rive, where stream speed is maximum.*

Key words: *river stream, hydroelectric power plant.*

Ievads

Kamēr ūdens ir plūstošs, tam piemīt potenciālā enerģija, kas kritiena brīdī pārvēršas par kinētisko enerģiju, kuru pēc tam, savukārt ar ģenerators starpniecību pārveido elektroenerģijā. HES būvniecības izmaksas ir ļoti augstas arī pati sadales tīku sistēma un visa infrastruktūra kopumā izmaksā dārgi, kā arī tā būvniecība ietekmē apkārtējo vidi, parasti appludina tuvākās teritorijas, izmainās arī kultūrvēsturiskās ainavas, kā arī novērojams lielas floras, faunas un biotopu izmaiņas. [1]

Ūdens caurteces hidroelektrostacijas parasti tiek veidotas valstīs, kur nepieciešamais dabas resurss – upes – ir lielākas un straujākas, un līdz ar to atbilstošāk ir izmantot tieši šo tehnoloģiju. Latvijā šādu tehnoloģiju izmantošana ir vērtējama kā viena no iespējām, kā, izmantojot atjaunojamus energoresursus, ražot elektroenerģiju, taču vienlaikus šīs tehnoloģijas piemērotība Latvijai jāvērtē no izmaksu, potenciālo ieguvumu un vides aizsardzības aspekta. [2]

Vispārīgi ņemto enerģiju no upēm var paņemt un to pārvērst par elektroenerģiju iespējams arī bez tik grandiozām iekārtām, kā aizsprostu HES. To var izdarīt ievietojot ūdens straumē vēlamo turbīnu, kas pēc vajadzības vai nu ar vai bez ātrumkārbas, griež ģeneratoru. Ar tā palīdzību tiek ražota elektrība. Šeit var vilkt paralēles ar vēja ģenerators principu, bet pateicoties ūdens blīvumam, kas ir lielāks par gaisa blīvumu, pieliktais spēks ūdenim ir lielāks. Elektrības ieguve ir prognozējamāka, jo ūdens nespēj pazust tik ātri kā tas novērojams ar vēju. [3]

Materiāli un metodes

Ja turbīnu darbina ūdens plūsma, turbīnas jaudu aprēķina pēc pusempīriskas formulas:

$$N = k \times v^3 \times S \times \rho, \text{ kur (1)}$$

k – no turbīnas tipa atkarīgs empīrisks koeficients (*parasti 0,1...0,3*);

v – plūsmas ātrums pirms turbīnas, m/s;

S – turbīnas efektīvā šķērsriezuma laukums šķērsām plūsmai m²;

ρ – plūsmas (ūdens) blīvums, kg/m³

Jaudu ietekmē arī turbīnas izvietojums upes gultnē, jo pie virsmas slānī ūdens ātrums ir ievērojami lielāks nekā apakšējos slāņos. Augšējos 50 procentos no upes ūdens dziļuma ir ap 75% ūdens enerģijas, bet dziļākajos 50% - tikai 25% enerģijas. Koeficientu k nosaka ļoti daudzi faktori, vispirms jau turbīnas konstrukcija. Piemērotākā konstrukcija savukārt atkarīga no konkrētiem apstākļiem - ūdens ātruma un dziļuma. Piemēram, pie maziem ātrumiem un lielākiem dziļumiem propelleru turbīnas lāpstiņas varētu būt garākas un platākas, bet ātrām

seklām straumēm tām jābūt īsākām un šaurākām. Koeficientu k sauc arī par straumes enerģijas izmantošanas koeficientu (SEIK). Šī koeficienta skaitlisko vērtību nosaka eksperimentāli katram turbīnagregātam.

Turbīnām iespējama ļoti liela konstrukciju dažādība: vienkāršais ūdens rats, propelleri ar dažādu lāpstiņu skaitu, Peltona efektīvās kausu turbīnas, speciālas konkrētiem apstākļiem piemērotas turbīnas, kurās konstruktori mēģina pēc iespējas palielināt SEIK vai radīt oriģinālu iekārtu, tieši piemērotu izmantošanas apstākļiem.[3]



1. attēls Turbīnas piemērs[3]

Normatīvie akti mazo hidroelektrostaciju aprītē

1. tabula. [1]

Nr.p.k.	Likuma nosaukums	Stāšanās spēka
1.	Noteikumi par upēm (upju posmiem), uz kurām zivju resursu aizsardzības nolūkā aizliegts būvēt un atjaunot hidroelektrostaciju aizsprostus un veidot jebkādas mehāniskus šķēršļus.	09.02.2002.
2.	Ūdens objektu ekspluatācijas (apsaimniekošanas) noteikumu izstrādāšanas kārtība	01.01.2006.
3.	Noteikumi par elektroenerģijas ražošanu, izmantojot atjaunojamos energoresursus, un cenu noteikšanas kārtību	01.04.2010.
4.	Kārtība, kādā aprēķina un maksā dabas resursu nodokli, izsniedz dabas resursu lietošanas atļauju un auditē apsaimniekošanas sistēmas	23.06.2007.
5.	Noteikumi par atļaujām elektroenerģijas ražošanas jaudu palielināšanai vai jaunu ražošanas iekārtu ieviešanai	15.08.2009.
6.	Par Dabas resursu nodokļa likuma 3.panta pirmās daļas 1.punkta "f" apakšpunkta, 19.1 panta un Ministru kabineta 2014.gada 14.janvāra noteikumu Nr.27 "Grozījumi Ministru kabineta 2007.gada 19.jūnija noteikumos Nr.404 "Dabas resursu nodokļa aprēķināšanas un maksāšanas kārtība un kārtība, kādā izsniedz dabas resursu lietošanas atļauju"" atbilstību Latvijas Republikas Satversmes 105.pantam	25.03.2015.

BŪP HES iekārta

Brīvās plūsmas elektrostacijas kopumā vēl raksturo šādi parametri:

- Iekārtas darba spriegums Izvēlētais iekārtas spriegums, kas tiek ievadīts pieslēguma kabelī — 0,4 ; 6; 10; 20 kV vai cits.
- Garantētais nepārtrauktās darbības laiks; Ļoti svarīgs parametrs ekonomiskajiem aprēķiniem, taču niecīgas pieredzes un izstrādātāju konfidencialitātes dēļ, grūti novērtējams. Ilgstošas pārbaudes reālos apstākļos veiktas tikai atsevišķām iekārtām. Nepārtrauktas ekspluatācijas laiku samazina laiks, kas nepieciešams profilaksēm, kā arī bojājumu un avāriju novēršanas (piespiedu apstādināšanas) laiks.
- Darbmūžs Tehniskās sistēmas spēja veikt noteiktas funkcijas, tehniskajiem raksturojumiem paliekot normas robežas noteiktu laika periodu;
- HES iespējamā maksimālā jauda un iespējamā minimālā jauda Raksturojums parāda iespējamās jaudas izmaiņu robežas.
- Elektrostacijas pašpatēriņš Elektriskā jauda, kāda nepieciešama pašas elektrostacijas darbības nodrošināšanai.
- Garantijas laiks Termins, kurā patērētājs, atklājot jebkādu tehnoloģijas defektu, var rīkoties atbilstoši patērētāja tiesībām. (Garantijas laiks mazajām HES Latvijā ir 2 gadi)

Ekspluatācijai var būt būtiskas tādas BŪP HES īpašības kā:

1. nostiprinājuma veids (noenkurotas peldošas, fiksētas ūdens virspusē, pilnībā zem ūdens, uz paceļamas platformas, turbīna ietverta atklātā vai slēgtā vadotnē (caurulē), citi varianti);
2. minimālais ūdens dziļums, kādā HES var ierīkot;
3. iespēja strādāt parkos;
4. kabeļu, savienojumu un izvadu konstrukcija;
5. zemūdens trokšņa līmenis no strādājošas turbīnas;
6. ekspluatācijas vienkāršība un izmaksas.[3]

Eksperimentāli iegūtie dati un to izvērtējums

Eksperiments tika veikts uz eksperimentālās plūsmas caurules ‘‘Gunt HM-160’’, kurai ir slēgta ūdens cirkulācija un vaļēja plūsma kontūrā. Eksperimentālās sekcijas šķērsriezums ir 86 x 300 mm.

Eksperimentālās plūsmas kanālam tika pievienots pašizveidots eksperimentālais stends, ar ģenerātoru, kas pārveido straumes iegūto enerģiju strāvā. Straumes enerģijas pārveidošanā tika izmantotas ūdensdzirnavu principa turbīnas- trīs rati, kuru lāpstiņas saliktas paralēli viena otrai, un trīs rati, kuru lāpstiņas saliktas ar nobīdi 15° viena no otras.

2. tabula.

Mērījums		Plūsmas ātrums, Q; [m ³ /h]	Spriegums, U; [V]	Strāva, I; [mA]	Rata iegremdētais dziļums, H; [mm]	Iegremdētā rata saskare ar ūdens virsmu, L; [mm]
Lāpstiņas bez nobīdes	11.	12,56	0,558	1,40	9	38,4
	22.	12,56	0,378	0,98	6	32,5
Lāpstiņas ar nobīdi	33.	12,56	0,462	1,23	9	38,4
	44.	12,56	0,449	1,19	6	32,5

Aprēķini: Plūsmas aprēķins:

$$Q = \mu \times a \times b \times \sqrt{2 \times g \times h_0}, \text{ kur (2)}$$

Q- plūsma

μ - plūsmas koeficients

a- aizsprosta vārtu atvēršanas augstums

b- aizsprosta vārtu atvēršanas platums

g- brīvās krišanas paātrinājums- 9,81m/s²

h₀- augšteces ūdens līmenis

Piemērs: $Q = 0,56 \times 0,05 \times 0,086 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 3600^2 \times 0,107} = 12,56 \text{ m}^3/h$

Plūsmas ātruma aprēķins:

$$v = \frac{Q}{b \times h_1 \times 3600}, \text{ kur (3)}$$

Q- plūsma

v- plūsmas ātrums

b- kanāla platums

h₁- ūdens augstums aiz vārtiem

Piemērs: $v = \frac{12,56}{0,05 \times 0,035 \times 3600} = 1,35 \text{ m/s}$

Saskares tilpuma aprēķins:

$$V = L \times H \times L_0, \text{ kur (4)}$$

V- saskares ūdens tilpums

L- iegremdētā rata saskare ar ūdens virsmu [mm]

H- rata iegremdētais dziļums [mm]

L₀- lāpstiņu kopējais garums [mm]

Piemērs: $V = 38,4 \times 9 \times 21 = 7257,6 \text{ mm}^3 = 0,0000072576 \text{ m}^3$

Jaudas aprēķins:

$$P = I \times U, \text{ kur (5)}$$

I- strāva [A]

P- jauda [W]

U- spriegums [V]

Piemērs: $P = 0,0014 \times 0,558 = 0,0007812 \text{ W}$

2. tabula.

Mērījumu rezultāti

Mērījums	Jauda, P; [W]	Ūdens saskares tilpums, V; [m ³]	Plūsmas ātrums, v; [m/s]
1.	7,81*10 ⁻⁴	7,25*10 ⁻⁶	1,35
2.	3,70*10 ⁻⁴	4,09*10 ⁻⁶	1,35
3.	5,68*10 ⁻⁴	7,25*10 ⁻⁶	1,35
4.	5,34*10 ⁻⁴	4,09*10 ⁻⁶	1,35

Mērījumu rezultāti parāda, ka pie dziļāka iegremdējuma (9mm) labāk darbojas simetriskās rata lāpstiņas, bet asimetriskās lāpstiņas uzrāda labāku rezultātu pie mazākas ūdens saskares (6mm).

Secinājumi

1. Latvijā šī energosistēma nav līdz galam izpētīta un pastāv daudz brīvu nišu, kur to var pielietot.
2. BŪP HES maz ietekmē apkārtēapkārtējo vidi un nerada tik lielas vides izmaiņas kā to rada aizsprostu HES.
3. Ir nepieciešamas diezgan straujas un lielas upes, lai šāda elektroenerģijas ieguves HES varētu efektīvi ražot tikpat lielu enerģijas daudzumu, kāds tas ir aizsprostu HES.
4. Mērījumu rezultāti norāda uz turbīnu specifiku, tas ir, katram plūsmas režīmam var atbilst specifiskas turbīnu lāpstiņas un to novietojums- lietderīgākai enerģijas ieguvei.
5. Videi draudzīgs elektroenerģijas ieguves avots var tikt izmantots arī uz mazas efektivitātes upēm blakus māsaimniecībām.

Summary

As long as water is flowing, it has potential energy, which at the time of the fall turns into kinetic energy, which is then by the generator converts electrical energy. HPP construction costs are very high and the same distribution of network system as a whole and the entire infrastructure is very expensive, also those construction affects the environment, usually flooded Nearest territory, changes cultural landscape.

Energy from rivers can pick up and turn it into electricity possible without such a grand facilities as a dams HPP. This can be done by placing the desired water flow turbine, as appropriate, either with or without a gearbox rotated generator. With that help of electricity is produced. Here are parallels with wind turbine principle, and due to the density which is greater than the density of air force exerted on the water is higher. Electricity extraction is predictable, because the water is unable to disappear as fast as it occurs with the wind.

Capacity is also affected by the turbine arrangement of the riverbed, because the surface layer of the water rate is significantly higher than the lower layers. For example, at low speeds and greater depths propeller turbine blades could be longer and wider, but rapid shallow streams they should be shorter and narrower.

The experiment was carried out on a pilot flow pipes " Gunt HM-160 ", which is a closed water circulation and an open flow circuit. Experimental section cross-section of 86 x 300 mm.

Experimental flow channel was added to the same experimental set up stand by generator, which converts the energy generated currents currents. Stream conversion of energy have been used water mill principle turbines - three wheels, the blades assembled parallel to each other, and three wheels, the blades assembled shifted 15 ° from each other.

Literatūra

1. Peipiņa M., *Mīti par atjaunojamām enerģijām* (Skatīts: 12.01.2016)
http://www.homoecos.lv/uploads/files/miti%20par%20atjaunojamam%20energijam_jauna%20versija.pdf
2. *Dzīvais ūdens – pārskats* (Skatīts: 12.01.2016)
http://www.dzivaisudens.lv/pdf/dzivais_udens_parskats_2011_mazie_HES.pdf
3. Zeltiņa L., *Ūdenszīrnāvu un mazo HES ainavas Latvijā* (Skatīts: 25.01.2016)
http://kbi.lv/uploads/files/klasteris/Janis%20Kalnacs_Brivas%20udens%20plusmas%20HES.pdf

SMAGO METĀLU IZPLATĪŠANĀS GRUNTĪ HEAVY METAL DISTRIBUTION IN SOIL

Autors: **Inese Cimermane**, e-pasts: inese.cimermane@inbox.lv, +371 29239785
Zinātniskā darba vadītājs: **Gotfrīds Noviks, Dr.habil.Geol. Prof.**,
Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmijas Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *In this research was explored the distribution of heavy metals in soil. The information was gathered to find the main regularities between soil and metals. These regularities are important to understand due to the fact that the metal toxicity may cause negative influence on the ecosystems. This problem is especially relevant nowadays, when transport, agriculture and industrialization is developing every day.*

Key words: *distribution, heavy metals, soil properties*

Ievads

Cilvēku darbības rezultātā gruntī nonāk piesārņojums, kurš satur arī smagos metālus. Nonākot gruntī tie iesaistās reakcijās ar grunts sastāvdaļām, ietekmējot smago metālu šķīšanas spēju, mobilitāti un kopējo daudzumu apkārtējā vidē.

Kopumā grunts var saturēt lielu daudzumu smago metālu, dažādas koncentrācijās, ņemot vērā apkārtējās vides ģeoloģiskos un antropogēnos apstākļus. Šie smagie metāli ir hroms, mangāns, cinks, varš, svins, dzelzs, niķelis, kadmījs, dzīvsudrabs un citi.

Smago metālu palielināta koncentrācija ietekmē procesus augsnē. Niķelis un varš piesārņotās augsnēs var izraisīt katjonu deficītu, jo tie tiek aizvietoti ar smagajiem metāliem. Smagie metāli nomāc mikroorganismu darbību, kas izjauc barības elementu dabisko apriti. Tiem ir toksiska ietekme uz augu mikorizu un saknēm, kas ietekmē barības vielu uzņemšanu. [4; 209]

Materiāli un metodes

Darbā apkopotī zinātnisko pētījumu dati par hroma, niķeļa, cinka, dzīvsudraba, kadmija, svina un vara metālu izplatīšanos gruntīs. Tika veikta zinātniskās literatūras izpēte un izanalizētas vispārējās likumsakarības. Izmantotas vispārteorētiskās un sintēzes metodes. Vispārteorētiskās analīzes metode dod iespēju analizēt zinātnisko literatūru, par doto problēmu. Ar sintēzes metodes palīdzību tika atsevišķi pētāmās problēmas elementi tika apvienoti vienā darbā, lai pētītu kopējās smago metālu izplatīšanās kopsakarības.

Rezultāti un to izvērtējums

Reakcijas starp smagajiem metāliem un grunti

Ķīmiskā mijiedarbība starp piesārņojošo vielu un grunti ir atkarīga no metāla fāzes (cieta, šķīdta vai gāzveida), piesārņojošo vielu sastāva, grunts mineraloģijas, pH un organisko vielu daudzuma gruntī.

Galvenās reakcijas, kuras notiek starp piesārņojošo vielu, grunti un ūdeni grunts porās ir:

- ◇ Sorbcija;
- ◇ Oksidēšanās-reducēšanās reakcijas;
- ◇ Hidrolīze;
- ◇ Bioloģiskā noārdīšanās;
- ◇ Nogulsnešanās;
- ◇ Kompleksus veidojošās reakcijas.

1. Sorbcija - procesus var iedalīt ķīmiskajā sorbcijā un fizikālajā sorbcijā. Fizikālā adsorbcija norisinās, kad piesārņojošā viela grunts šķīdumā savienojas ar grunts virsmu dēļ grunts daļiņu lādiņa. Ķīmiskā adsorbcija ir saistīta ar specifisko adsorbciju, kura galvenokārt notiek caur kovalentajām saitēm.

<http://dx.doi.org/10.17770/het2016.20.3519>

Minerālu virsmas spēja pievilkt vai atgrūst ķīmiskās vielas var uzskatīt par to aktīvo spēju, kuru definē ar ģeometrisko atomu izvietojumu uz virsmas, un līdz ar to paša minerāla ķīmisko sastāvu.

2. Oksidēšanās-reducēšanās reakcijas gruntī. Reducēšanās reakcijas ietekmē laistīšana ar ķīmiskajām vielām un māla minerālu virsmas īpašības. Mehānismi, kuri ir iesaistīti var ietvert humusa materiālus un mikroorganismus.

Dzelzs oksidācijas pakāpe ietekmē māla daudzuma palielināšanos un māla ūdens ietilpības kapacitāti. Kad dzelzs tiek reducēts, tā īpatnējā virsma var būt zemāka un šis process var sekmēt nemainīgo Cu un Zn koncentrācijas pieaugumu.

Reducēšanās vide, uz minerālu virsmas, var ietekmēt metālus un to ķīmisko uzvedību. Piemēram, reducētais māls var reaģēt ar Cr(VI), reducējot to uz Cr(III), kurš var izgulsnēties kā oksīds. Šādā veidā hroms var kļūt mazāk toksisks un mazāk mobil. Tomēr jona izmēri, valences pakāpe un tā pieejamība arī ir svarīgi šajā procesā.

Daudzi organiskie savienojumi var pievienot vai atdot elektronus, izraisot funkcionālo grupu izmaiņas. Tas ir svarīgi no vides viedokļa, jo oksidētajām un reducētajām organiskajām vielām ir savādākas toksiskās īpašības. Kaut gan oksidācijas reakcijas var norisināties abiotiski, reducēšanās reakcijas parasti ir notiek ar mikrobioloģiskajiem komponentiem.

3. Nogulsnēšanās. Neorganiskās vielas var atrasties dažādās formās un to stabilitāti nosaka dažādi vides aspekti: pH, Eh un citu neorganisko un organisko vielu klātbūtne. Līdz ar vides stāvokļa izmaiņām, arī mainās vielu nogulsnēšanās. Vides stāvokli var mainīt, lai veicinātu nogulsnēšanās procesu nemobilajām fāzēm, piemēram, hidroksīdiem.

4. Kompleksus veidojošās reakcijas. Kompleksi veidojas, kad metāla katjoni reaģē ar anjoniem, kuri funkcionē kā ligandi. Metālu joniem ir spēja apvienoties ar pārejas metāliem un sārmezņu metāliem. Neorganiskie ligandi ir spējīgi veidot kompleksus ar metālu joniem, tai skaitā hidroksīdiem, hlorīdiem, sulfātiem un cianīdiem. Kompleksi, kuri veidojas starp neorganiskajiem ligandiem un metālu joniem parasti ir vājāki nekā tiek, kuri veidojas ar organiskajiem ligandiem. Organiskie ligandi - aminoskābes un fenoli.

Kompleksi veidojas, kad metāliskā elementa katjons savienojas ar diviem vai vairāk neorganiskajām vai organiskajām grupām, veidojot kovalentās saites.

5. Hidrolīze. Tā ir ķīmiska transformācija, kurā organiskā viela reaģē ar ūdeni, veidojot jaunu kovalentu savienojumu ar hidroksilgrupu OH⁻. Funkcionālās grupas, kuras ir uzņēmīgas pret hidrolīzi - amīdi, epoksīdi, alifātiskie un aromātiskie esteri, alkil un arilhalīdu halogenīdi, nitrili, organiskie fosfora esteri. Funkcionālās grupas, kuras ir rezistentas pret hidrolīzi - ēteri, ketoni, pesticīdi, bifenili, fenoli.

Daudzos gadījumos hidrolīzes reakcijas katalizējas bāziskā vai skābā stāvoklī. Šajā gadījumā hidrolīze kļūst atkarīga no pH.

6. Bioloģiskās degradācijas procesi. Smago metālu toksisko īpašību iedarbība uz mikroorganiskie ir atkarīga no organisma spējas piesaistīt metālu proteīnos vai nukleīdskābēs. Dzīvsudrabs un varš viegli piesaista sulfidrilu grupas, savukārt hroms un cinks veido kompleksus ar hidroksil, fosfātu un aminoskābju grupām. [8]

Smago metālu izplatīšanos ietekmējošie faktori

Gruntij ir spēja samazināt smago metālu mobilitātes spēju. Svarīgākie faktori, kuri ietekmē smago metālu izplatīšanos:

- ✓ Māla minerāli;
- ✓ Organisko vielu daudzums;
- ✓ pH. [1]

Nonākot gruntī smagie metāli iekļaujas vertikālajā pārvietošanas procesā. Svarīgākais šajā procesā ir mehāniskā smago metālu daļiņu pārnese vertikālajos slāņos, kā arī brīvo jonu vai to kompleksu pārvietošanās ar organiskajām vielām difūzijas ceļā, konvektīvā pārnese ar ūdens

plūsmām un izplatīšanās pa augu sakņu sistēmām. Vidējās Cd, Cr, Cu un Ni koncentrācijas vertikālā virzienā uz grunts dziļākajiem slāņiem samazinās, taču Pb un Zn palielinās. Kultivētās gruntīs smagie metāli izplatās vienmērīgi, jo grunts virsējie slāņi ir sajaukti kultivācijas procesā, taču zemākajos slāņos metāli pārvietojas haotiskāk un to ietekmē iepriekš minētie parametri. Smagajiem metāliem ir noteikta mobilitātes spēja: Cd>Cu>Pb>Zn (skat.1.tabulu). Tas nozīmē, ka Cd pārvietojas gruntī visātrāk, bet Zn vislēnāk. [11]

1.tabula.

Elementu mobilitātes pakāpes [10]

Kustīguma pakāpe	Elementi
Ļoti mobili	S, Cl, B, Br
Mobili	Ca, Na, Mg, Sr, Ra, F
Mazkustīgi	K, Ba, Rb, Li, Be, Cs, Te, Si, P, Sn, Ge
Mobili un mazkustīgi skābā vidē	Zn, Ni, Cu, Pb, Cd, Hg, Ag
Inertie	U, V, Mo, Se, Ra
Mazkustīgie jebkurā vidē	Al, Ti, Zr, Cr, Nb, Ga, Ta, W, Bi, Pt, Au, Te

Māla minerāli - magnija vai dzelzs silikāti, ūdeni saturošie alumīnija savienojumi. [9] Māla minerāli uzsūc sevī aptuveni 30-40% vairāk smago metālu, nekā citas grunts daļas. [8] Svinam ir tendence uzkrāties smiltis frakcijā. Kadmija piesārņojuma pārvietošanās laikā smiltīs paliek 40 - 50 % kopējā kadmija daudzuma. Pārējais daudzums kadmija parasti koncentrējas māla frakcijā. [6]

pH. Tas rada būtisku ietekmi uz grunts sorbcijas un desorbcijas procesiem. Metālu šķīdība gruntī palielinās pie zemākām pH vērtībām, līdz ar to pie augstākām pH vērtībām šķīdība samazinās. [3] Ja augsnei un gruntij pH ir zems (<5), tad svins ir mazāk piesaistīts daļiņām un spēj šķīst vairāk. Ja pH ir neitrāls vai augstāks, tad svina piesaiste daļiņām ir augstāka, tas šķīst ļoti slikti. [6] Dzīvsudrabs visaktīvāk izplatās gruntī, kad pH ir 4. Vismobilākais hroms ir kad pH ir 4,5 - 5 robežās. [9]

Organisko vielu saturs. Organiskās vielas uzkrājas grunts virskārtā, tam galvenais iemesls ir trūdošie augi. Organiskās vielas ir svarīgs mainīgais, kurš ietekmē smago metālu mobilitātes spējas, it īpaši teritorijās, kur to koncentrācija ir paaugstināta. Organiskās vielas spēj sasaistīt gruntī esošos smagos metālus. Kad gruntī ir liels daudzums organisko vielu, pH līmenis samazinās. Līdz ar to var secināt, ka metālu šķīdība un izplatīšanās rādiuss palielinās. [3] Svinam ir tendence piesaistīties pie organiskajām daļiņām. Tādēļ, ja gruntī un augsnē ir liels daudzums organisko vielu, tad svins koncentrēties tieši šajā daļā. [2]

Smago metālu uzvedība gruntī

Smagie metāli, nokļūstot gruntī, sasaistās ar humusvielām, veidojot grūti šķīstošus savienojumus, nogulsņējas mālā un izplatās vertikālā virzienā pa grunts profilu.

Metālu atrašanās gruntī ir atkarīga no to spējas veidot kompleksos hidroksīdu un mazšķīstošo sāļu savienojumus. Kad smagais metāls nonāk gruntī no piesārņojuma avota, smagie metāli uzreiz sāk mijiedarboties ar grunts cieto fāzi un citiem komponentiem, kuri atrodas gruntī. Šī procesa rezultātā noris smago metālu piesaistīšana dažādām vielām. Pastāv noteikti mehānismi, kā notiek smago metālu piesaiste: jonapmaiņa, kompleksus veidojošā sorbcija un nogulumu sorbcija. Metālu uzkrāšanās līmenis kādā no grunts daļām ir atkarīgs no ķīmiskā grunts sastāva, metālu koncentrācijas un humusa daudzuma.

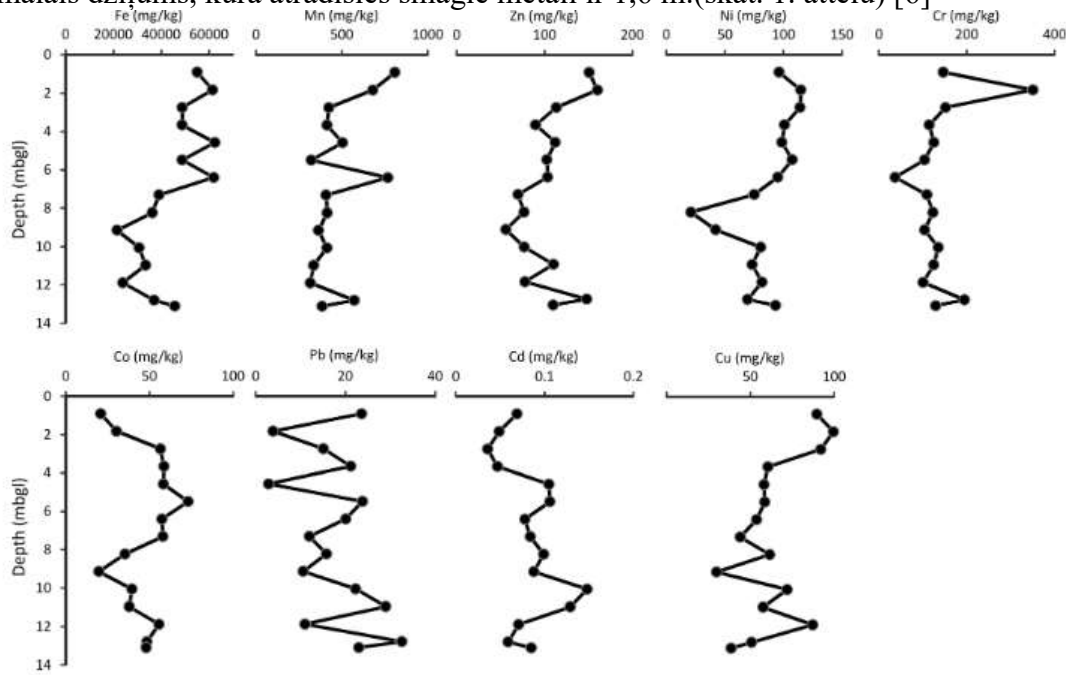
Smagie metāli gruntī atrodas divās formās:

- ✧ Ūdenī šķīstoši;
- ✧ Adsorbētie.

Ūdenī šķīstošie savienojumi ir hlorīdi, hitrāti, sulfāti un organiskie kompleksie savienojumi.

Smago metālu koncentrācija grunts šķidrajos komponentos ir svarīgākais ekoloģiskas grunts faktors, tā kā nosaka smago metālu migrāciju grunts profilos un to uzsūkšanos augos. Metāli, kuri atrodas humusvielās, fiksēti augsti dispersās grunts daļiņās, ir īpaši migrētspējīgi. Komplekso metālu savienojumu ar gumiņskābēm augsti dispersās minerālās grunts komponentēs ir globālā mehānisma, kurš regulē metālu apaiņu biosfērā.

Smago metālu kustīgās formas koncentrējas grunts virsējos slāņos, kur ir lielas organisko vielu koncentrācijas un aktīvi notiek bioķīmiskie procesi. Savienojoties ar organiskajām vielām smagie metāli kļūst mobilāki.[9] Kad svins nonāk uz zemes virskārtas, tam ir tendence piesaistīties grunts virskārtai, tieši sīkajām māla un organikas daļiņām. Svinam ir tendence uzkrāties grunts augšējā slānī 2,5-5 cm dziļumā. Kā piemēru var minēt - piesārņojums ar smagajiem metāliem no metalurģiskajiem uzņēmumiem. Pārsvarā šo uzņēmumu apkārtnē smagie metāli koncentrējas 0,05-0,4 m grunts virskārtā. Ja piesārņojums ir bijis izteikts, tad maksimālais dziļums, kurā atradīsies smagie metāli ir 1,6 m.(skat. 1. attēlu) [6]



6.attēls. Smago metālu vertikālā izplatīšanās gruntī. [5]

Antropogēnā piesārņojuma rezultātā smagie metāli gruntī nonāk sāļu (nešķīst ūdenī) un oksīdu formā. Nonākot gruntī neliela daļa smago metālu pāriet grunts šķīdumā un var tikt izskaloti ar gruntsūdeņiem. Pārējā daļa tiek nostiprināta ar māla minerāliem, citiem oksīdiem un organiskajām vielām. Māls visintensīvāk fiksē elementus, kuriem ir neliels jonu rādiuss un, lielākajā daļā gadījumu, tie ir Cu, Zn, Ni, Cr.

Granulometriskajās frakcijās, ar izmēriem 0,5-0,25 mm, koncentrējas Zn un

Cu. Cinks, kā elements ar nelielu jonu rādiusu, koncentrējas māla slāņos. Kā arī tam ir tendence maksimāli uzkrāties granulometriskajās frakcijās ar rādiusu 0,5 - 0,25 mm. Visaktīvāk tas pārvietojas, kad pH ir 5 - 5,5 robežās. Cinks ar humusu veido savienojumus, kuriem ir zema stabilitāte. [9]

Humusa horizonti ir galvenais smago metālu, kuri nonāk gruntī tehnogēno procesu rezultātā, uzkrājējs. Adsorbējoties humusā, smagie metāli aizvieto ūdeņradi un aktīvi savienojas ar karboksiliem un fenolu grupām. Tā rezultātā veidojas sarežģīti kompleksi savienojumi ar organiskajām vielām. Sn, Hg un Pb veido visstabilākos savienojumus ar humusu. Savienojumi, kuriem ir zema stabilitāte veidojas no Zn un Cd. Humusā praktiski savienojumus neveido hroms. Pētījumi ir apstiprinājuši, ka humuss nevar būt kā barjera smago metālu izplatīšanās novēršanai. Dzīvsudrabs veido visstabilākos savienojumus grunts daļās, kur ir visvairāk humusa. [1]

Secinājumi

1. Svarīgākie faktori, kuri ietekmē smago metālu izplatīšanos gruntī ir māla sastāvs, pH, organisko vielu daudzums gruntī.
2. Vertikālā virzienā smago metālu koncentrācija samazinās, palielinoties dziļumam. Tāpēc lielākā koncentrācija ir grunts virsējos slāņos, aptuveni 40 cm. Kultivētās gruntīs smagie metāli izplatās vienmērīgi, jo grunts virsējie slāņi ir sajaukti kultivācijas procesā. Zemākajos slāņos metāli pārvietojas haotiskāk un izplatīšanos ietekmē pH, organiskās vielas un māla saturs.
3. Smagie metāli gruntī mēdz savienoties ar organiskajām vielām, māla daļiņām, fenolu un karboksilu grupām. Savienojoties ar organiskajām vielām smagie metāli kļūst mobilāki, un tie spēj izplatīties gruntī daudz lielākos dziļumos.
4. Piesārņojuma avoti ir lauksaimniecība, transports, daudzi rūpniecības veidi, metālu apstrādes rūpnīcas, kā arī materiālu ieguve no raktuvēm.

Summary

In this study are shown the main aspects, that influence distribution of heavy metals in soil: pH level, clay minerals and the quantity of organic substances. In all these cases, there are main patterns, that show heavy metal united behavior. But each individual metal behavior can be seen only by analyzing each of them separately.

When heavy metals reach soil, the main reactions, that occurs between the pollutant, soil and water in soil are - deposition, biological degradation, sorption, redox reactions, hydrolysis and reactions that form complexes. Each of these reactions form different substances.

When heavy metals reach soil top layer, they immediately take part in substance vertical migration. In vertical direction, with increasing depth the concentration of heavy metals is decreasing. Maximum concentration is reached in top layers of soil, and it is about 40 cm in depth.

Literatūra

1. Dube A., Zbytniewski Z., Kowalkowski T., Cukrowska E., Buszewski E., *Adsorption and Migration of Heavy Metals in Soil* <http://math.tongji.edu.cn/model/docs/dube.pdf> skatīts 13.03.2016.
2. *Lead in Residential Soils: Sources, Testing, and Reducing Exposure* <http://extension.psu.edu/plants/crops/esi/lead-in-soil> skatīts 10.03.2016.
3. *Nickel*. <http://www.lenntech.com/periodic/elements/ni.htm> skatīts 15.01.2016.
4. Nikodemus O., Kārklīšs A., Kļaviņš M., Meleciš V. (2008/2009) *Augsnes ilgspējīgā izmantošana un aizsardzība*, LU akadēmiskais apgāds, Rīga
5. Matini L., Moutou J.M., Ogonka P.R., Tathy J.P. *Clay Mineralogy and Vertical Distribution of Lead, Zinc and Copper in a Soil Profile in the Vicinity of an Abandoned Treatment Plant* <http://maxwellsci.com/print/rjees/v3-114-123.pdf> skatīts 17.03.2016.
6. Orron D., Lavado R. (2009) *Distribution of extractable heavy metals in different soil fractions* <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3184/095422909X12473204137916> skatīts 16.01.2016.
7. *Review of scientific literature on the use of stabilisation/solidification for the treatment of contaminated soil, solid waste and sludges* https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290656/scho0904bifp-e-e.pdf skatīts 17.03.2016.
8. Rieuwerts J.S., Thornton I., Farago M.E., Ashmore M.R., *Factors influencing metal bioavailability in soils: preliminary investigations for the development of a critical loads approach for metals* <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3184/095422998782775835> skatīts 10.03.2016.
9. Васильев А.А., Чащин А.Н., *ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ ГОРОДА ЧУСОВОГО: ОЦЕНКА И ДИАГНОСТИКА* http://pgsha.ru/export/sites/default/faculties/agrohim/agrohim_files/monografiya_a.a.vasil_ev_a.n.chaschin.pdf skatīts 13.03.2016.
10. *МИГРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ (ЧАСТЬ 2)* <http://agrohimija24.ru/tyazhelye-metally/846-migraciya-tyazhelyh-metallor-v-pochve-chast-3.html> skatīts 17.03.2016.
11. Успенский С.В., Антонова В.А., Карнаухов В.М. *Математические модели распространения тяжелых металлов и радионуклидов в пахотном слое орошаемых земель*. Москва

<http://www.matmsuee.narod.ru/trkaf/trkar/metal.htm> skatīts 17.01.2016.

MEŽA IZSTRĀDES PROCESU IETEKMES UZ MEŽA EKOSISTĒMU IZPĒTE UN OPTIMĀLĀS TEHNOLOĢIJAS PAMATOJUMS

Autors: **Ruta Cvetkova**, e-pasts: ruta.cvetkova@inbox.lv, +37126704015

Zinātniskā darba vadītājs: **Gotfrīds Noviks, Dr. habil.geol.**, e-pasts: Gotfrids.Noviks@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Rēzekne, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract. *Intensive forest management is the resulting of destroyed natural forest structure and related loss of a number of specific habitats and species that have adapted to them. Forest machinery impact on the forests assessment is the main base for future conservation planning and management. Machinery for forestry in work process do impact on the soil, vegetation, forms the backdrop of the forest soil preparation for forest crops or natural forest regeneration. [6] Need to reduce the impact of machinery to a minimum in order to avoid the negative consequences of forest for further development and growth. Analyzed the technical impact on the forest ecosystem. It was analyzed the chemical composition of the soil before and after logging, measured ruts and summarizes the changes in the 3 years. As well measured soil density both before and after development.*

Keywords: *ecosistem, forest machinery, impact.*

Ievads

Viens no vides mērķiem paredz saimnieciskās darbības ietekmes uz vidi samazināšanu. Lai to spētu nodrošināt, ir nepieciešamas zināšanas par to, kādā veidā atsevišķas un konkrētas saimnieciskās darbības ietekmē meža ekosistēmu, un ar kādām darbībām un pasākumiem ir iespējams samazināt negatīvo ietekmi.

2008. gadā Hollīja Hainesa (Holly Hynes) un Džeims Germida (James Germida) veica pētījumu par kailcirtes ietekmi uz augsni. No pārbaudītajām augsnes fizikālajām īpašībām, kailcirtes efekts bija būtiski saistīts ar pH, kopējo N daudzumu, un C / N attiecību.[4] Runājot par smagās meža tehnikas ietekmi - meža mašīnas kļūst arvien smagākas un jaudīgākas, atsevišķa riteņa spiediens uz augsni var sasniegt 300 kN.[7] Uz augsta riska vietām, kas ir novāktas zem nelabvēlīgiem augsnes apstākļiem (piemēram mitras augsnes), traucējumus var samazināt, izmantojot vieglāku tehniku ar augstāku jaudu vai tehnikai izvēloties pēc iespējas platākas riepas.[1] Vairākos pētījumos, ar J. Arvidsona piedalīšanos, pierādīta spiediena samazināšanas riepās pozitīvā ietekme uz augsnes sablīvēšanos [5].

Transportlīdzekļiem, kas ir aprīkoti ar kāpurķēdēm, ir labāka mobilitāte nekā pneimatiskajām riepām pa nelīdzenu reljefu. [3] Tās izlīdzina tehniku braucot pāri izciļņiem, slīd pār maziem šķēršļiem un spēj šķērsojot grāvjus vai pārtrauktu reljefu.

Augsnes sablīvēšanās ir plaši pētīta Eiropā. Tā ietekmē gaisa spējas, caurlaidību un ūdens nestspējas jaudu augsnē, kā arī sakņu attīstību un augsnes bioloģisko aktivitāti, un tieši tāpēc tas tiek novērots, lai noteiktu augu attīstību un ražu.[13]

Augsnes sablīvēšanās var izraisīt vai veicināt citus augsnes degradācijas procesus, piemēram, eroziju vai zemes nogrūvumus. Sablīvēšanās dēļ samazinās ūdens infiltrācijas ātrums augsnē, tādējādi palielinot virszemes noteci reljefa slīpajos nogabalos. [2]

Materiāli un metodes

Par pētāmo nogabalu tika izvēlēts privātmežs, kurš tika izstrādāts 2012. gada rudenī. Meža nogabals atrodas Viļānu novadā, 2,5 km uz A no Viļāniem. 26.57 A garuma un 56.33 Z platuma. No taksācijas apraksta meža augšanas apstākļu tips ir šaurlapju ārenis - meža augšanas apstākļu tips nosusinātās minerālaugsnēs. Tas ir izplatītākais meža augsnes tips šīs apkārtnes mežos. Mērķsugas — priede, bērzs un egļe. No šī izcirstā meža nogabala bija aptuveni 250 m³ iegūtās koksnes.

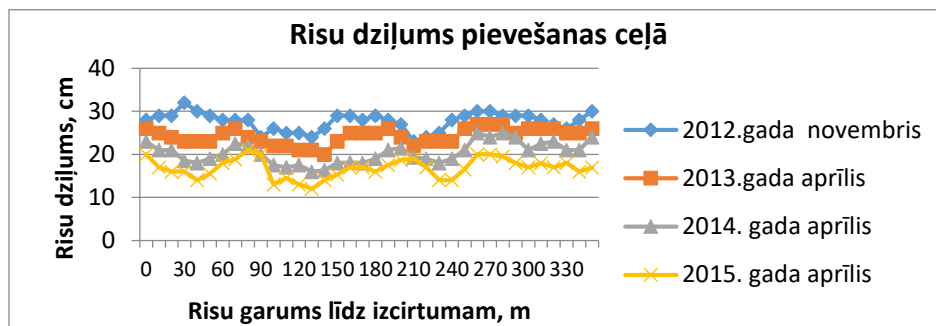
Šaurlapju ārenis, As (*Myrtillosa mel.*) — meža augšanas apstākļu tips nosusinātās minerālaugsnēs. Aizņem 6,0% Latvijas mežaudžu kopplatības. Izveidojas pēc slapjā damakšņa vai slapjā vēra nosusināšanas. Augsne vidēji bagāta, skāba; podzolēta un glejota bezkarbonātu smilts, mālsmilts vai smilšmāls ar rūsakmens slāni.[10]

Lai spētu novērtēt meža izstrādes tehnikas ietekmi uz ekosistēmu, tika veikti augsnes blīvuma mērījumi ar mēraparātu Penetrogger. Sablīvējums tika izmērīts gan kailcirtes zonā, gan arī pievešanas ceļā – risās un blakus tām. Salīdzināti vidējais sablīvējums dažādos dziļumos.

Risu dziļuma izmaiņas tika izmērītas 4 reizes sākot no 2012. gada līdz 2015. gadam. Rezultāti tika apkopoti grafikos un izanalizēti iespējamie cēloņi to minimālajam un maksimālajam samazinājumam.

Daudzos literatūras avotos ir pieminēta tehnikas ietekme uz augsnes ķīmisko sastāvu. Tāpēc, lai izprastu cik lielā mērā tehnika kaitē augsnei, tika veikta smago metālu analīze pirms izstrādes un pēc tās.

Rezultāti un to izvērtējums. Risu dziļuma izmaiņas

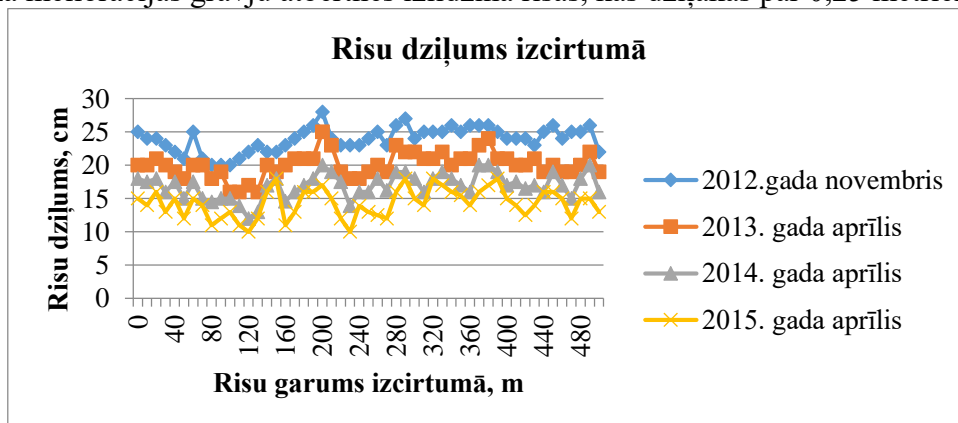


1.att. Risu dziļums pievešanas ceļā

Kā redzams, risu dziļums ir ievērojami samazinājies bez cilvēka iejaukšanās četru gadu laikā. Ziemas periodā sniega sega bija bieža un līdz ar to tas radīja spiedienu uz augsni un samazināja risu dziļumu- izkūstot sniegam augsne kļuva mīksta un risas nedaudz aizgruva.

Salnām un aukstumam ziemā, un karstumam vasarā ir vienāda ietekme uz augsni - tās atūdeņošana. Abi procesi atūdeņo augsni un, kad augsnē vairs nav ūdens, māla daļiņas piespiežas viena otrai tuvāk. Rezultāts ir mehāniski veidoti zemes veidojumi. [9] Vidējais risu dziļums 2012. gada novembrī- 27.69 cm, 2013. gada aprīlī - 24.25 cm, 2014. gada aprīlī 20.32 cm un 2015. gada aprīlī 16.80 cm.

Pēc Ministru kabineta noteikumiem nr. 947 „Noteikumi par meža aizsardzības pasākumiem un ārkārtējās situācijas izsludināšanu mežā”: „Ceļos bez mākslīgā seguma, meža stīgās un meža meliorācijas grāvju atbērtnēs izlīdzina risas, kas dziļākas par 0,25 metriem.”[12]



2.att. Risu dziļums izcirtumā

Vidējais risu dziļums izcirtumā 2012. gada novembrī bija 23.90 cm, 2013. gada aprīlī – 20.08 cm, 2014. gada aprīlī 16.90 cm un 2015. gada aprīlī 14.30 cm. „Kopšanas cirtes un sanitārās cirtes cirmā, pievedot vai treilējot kokmateriālus, par 0,20 metriem dziļāku risu kopgarums nedrīkst pārsniegt 100 metru uz hektāra.”[12]

1.tabula

Augsnes blīvuma izmaiņas

	Neizstrādātajā nogabalā, MPa	Izstrādātajā nogabalā 2012. gadā, MPa	Izstrādātajā nogabalā 2015. gadā, MPa
Vidēji 0 - 25 cm	1.56	1.25	2.15
Vidēji 25 - 45 cm	2.78	4.59	3.34
Vidēji 60 – 80 cm	6.39	2.23	4.19

Pētāmajā nogabalā vidējais augsnes blīvums dažādos dziļumos pārsniedza 1 MPa robežu. Aramkārtā (0-25 m dziļums) pirms izstrādes vidējais sablīvējums bija 1.56 MPa, taču pēc izstrādes tas bija nedaudz mazāks. Pēc izstrādes augsne bija ļoti ūdeņaina, tajā bija ļoti daudz mitruma, un sakarā ar to arī blīvums bija mazāks. Bet jau 2015. gadā sablīvējums palielinājās gandrīz divas reizes. Tas izskaidrojams ar to, ka pēc izžūšanas augsnē samazinājās poru skaits. Arī izstrādes laikā ieklātie zari ir iespējama iemesls, kāpēc sablīvējuma atšķirība ir tik liela.

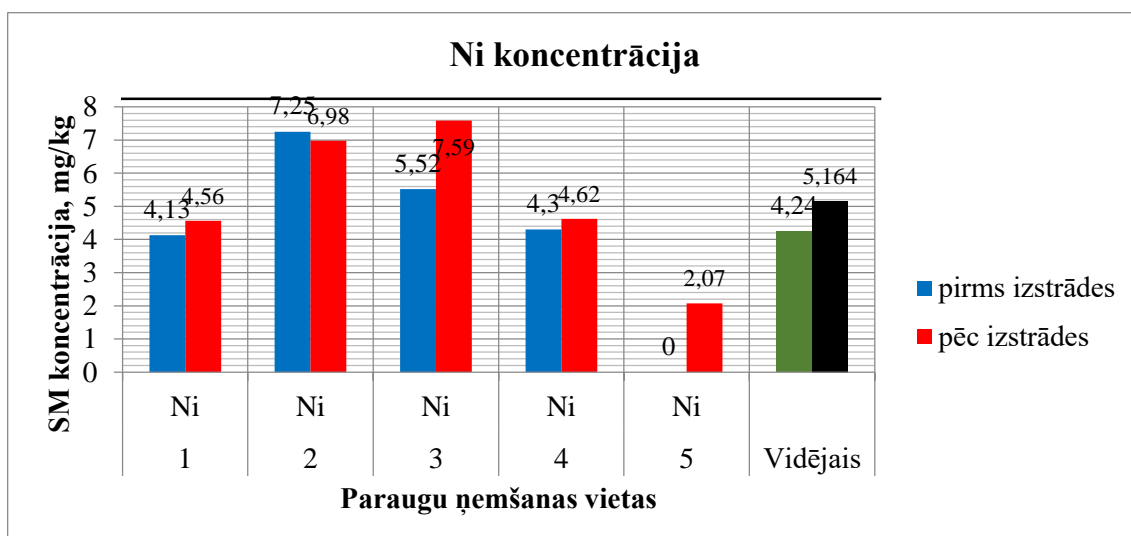
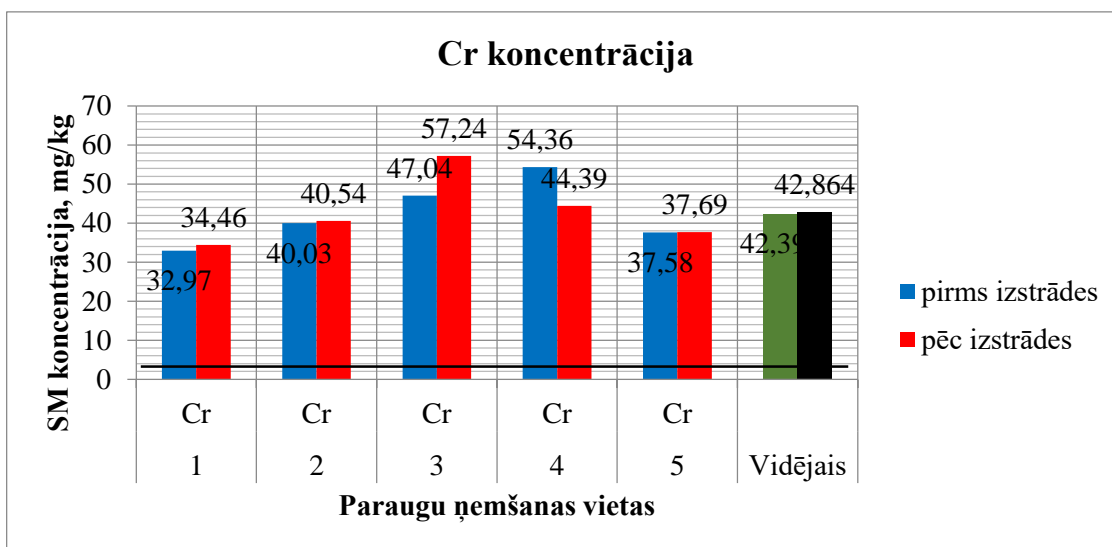
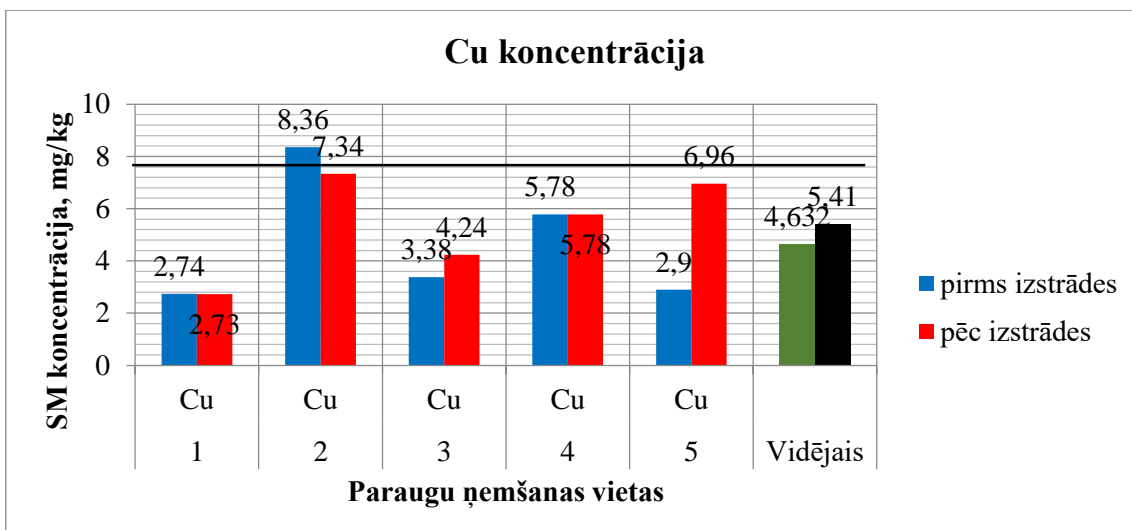
Lielākais sablīvējums tika konstatēts vēl neizstrādātajā meža nogabalā 60-80 cm dziļumā - 6.39 MPa. Pēc izstrādes tas bija 3 reizes mazāks.

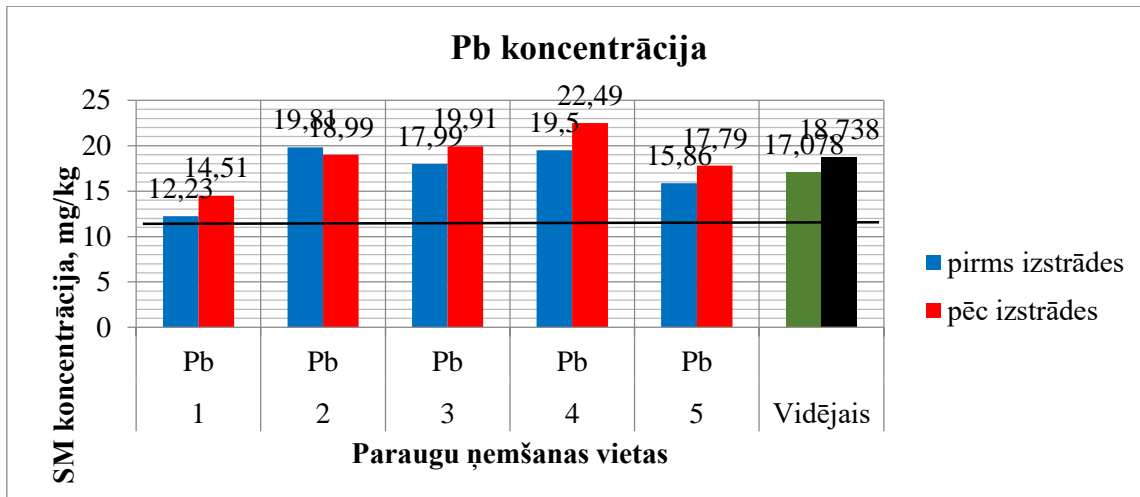
Māla un smilšmāla trūdvielām nabadzīgām skābām podzolētām augsnēm un pārlietu mitrām glejotām un gleja augsnēm porainība var būt pat mazāka par 30% no augsnes tilpuma. Poras ir sīkas un tajās nav iespējama kultūraugu sakņu, mikroorganismu un slieku darbība. Šādas augsnes pēc tehnikas ietekmes ātri sablīvējas.

Nereti aramkārtā ir samērā irdena, bet podzolētā vai glejotā zemaramkārtā - stipri blīva. Sablīvēto zemaramkārtu uzirdinot, porainība palielinās par 8-12%, tādējādi porās ļaujot ieplūst atmosfēras gaisam un iespējams kultūraugu sakņu sistēmai, kā arī aktivizēties citiem bioloģiskiem procesiem. Augsnes agrotehniskā sablīvēšana zem mašīnu riteņiem, īpaši mitrās mālainās augsnēs, ir ļoti kaitīga. Tādējādi ne tikai tiek sablīvēta augsnes aramkārtā un zemaramkārtā, bet arī stipri bojāta augsnes struktūra, veidojot nelīdzenu lauka virsmu, kur ilgi saglabājas nokrišņu un sniega kušanas ūdeņi. Samazinās augsnes aerācija, bioloģiskā aktivitāte, augsnes ūdens un gaisa ietilpība. Ūdens caurlaidība tehniski sablīvētām smilšainām augsnēm var samazināties 10-50 reizi, bet mālainām - daudzkārt vairāk. [8]

Augsnes ķīmiskā sastāva noteikšana

Grafikos ir redzami smago metālu mērījumu rezultāti meža nogabalam pirms un pēc tas tika izstrādāts. Tie tika salīdzināti ar „Augsnes un grunts kvalitātes normatīvi”. Salīdzināts tika ar mālsmilts augsni, jo mehāniskajā pārbaudē tika noteikts, ka tieši šāda sastāva augsne ir pētāmajā zemes nogabalā.





6.att. Pb koncentrācija

Vara koncentrācija (3. grafiks) pārsniedz pieļaujamo A vērtību tikai tuvāk pie autoceļa. Pārējie rādījumi ir normas robežās. Hroma koncentrācija pārsniedz normatīvos noteiktās A vērtības robežas vismaz 3 reizes. Visvairāk tā tika pārsniegta trešajā un ceturtajā parauga ņemšanas vietā.

Svins (6. grafiks) pārsniedz normatīvus visās mērījumu vietās pirms izstrādes kā arī pēc tās. Plaša svina un tā savienojumu izmantošana sadzīvē noved pie tā, ka lieli svina daudzumi nokļūst apkārtējā vidē. [11]

Niķeļa koncentrācija (5. grafiks) nepārsniedz A vērtības normas. Tikai otrajā parauga ņemšanas vietā-tuvāk autoceļam, tā tuvojas pieļaujamās normas robežai. Kadmijs vispār netika uzrādīts mērījumu rezultātos- koncentrācija 0,000 mg/kg.

Visos mērījumos pēc meža izstrādes smago metālu koncentrācija nedaudz palielinājās- svina un hroma koncentrācija (4. grafiks) ir nedaudz augstāka- iespējams, mežtehnikas ietekmē tā palielinājās. Pārējie rādītāji ir aptuveni līdzīgi un ir normas robežās. Arī kadmijs netika konstatēts izstrādātajā meža nogabalā.

Līdz ar to varam secināt, ka meža tehnika nedaudz ir ietekmējusi augsnes ķīmisko sastāvu. Lielāko kaitējumu rada svins- parasti tas lielos daudzumos atrodas augsnē autoceļu tiešā tuvumā, jo mašīnu un tehnikas dēļ tā koncentrācija ir liela. Arī šajos gadījumos iespējams iemesls augstajai svina koncentrācijai ir autoceļa tuvums un smagās mežtehnikas ietekmes rezultāts.

Mērījumu rezultātos netika pārsniegta B vērtība nevienam no smagajiem metāliem (piesardzības robežlielums)- maksimālais piesārņojuma līmenis, kuru pārsniedzot iespējama negatīva ietekme uz cilvēku veselību vai vidi. Tomēr A vērtība ir pārsniegta.

Secinājumi

1. Meža izvešanas tehnika (forvarderis) ir izveidojusi risas, kas pārsniedz Ministru kabineta noteiktos noteikto dziļumu. To nolīdzināšanai netika veikti nekādi pasākumi. Triju gadu laikā risas ir samazinājušās bez cilvēka iejaukšanās. Taču, vērojot to tendenci, var secināt, ka to pilnīgai izzušanai būs nepieciešams ilgs laika posms, jo dažās vietās to samazinājums ir tikai 4 cm triju gadu laikā.

2. Kokmateriālu ieguve ir jāplāno piemērotos laika un sezonu apstākļos, un meža augšanas apstākļu tipos. Kā tika novērots izcirtuma apsekošanas laikā – cirsma tika izstrādāta neatbilstošos laika apstākļos un šiem darbiem neatbilstošā sezonā, rudenī, pirms zeme vēl bija sasalusi, nopietni kaitējot izcirtumu augsnēm un pievešanas ceļam. Kā arī netika veikti ievērojami pasākumi ietekmes mazināšanai – zaru ieklāšana, pareiza tehnikas izvēle.

3. Pēc kailcirtes nogabalā tika novērotas nelielas ķīmiskā sastāva izmaiņas. Tas liecina par to, ka meža izstrādes un izvešanas tehnikai ir ietekmējusi smago metālu koncentrāciju augsnē. Apsekotajā nogabalā bija arī atkritumi, ko atstājuši meža izstrādes darbinieki. Arī tas varēja ietekmēt augsnes ķīmisko sastāvu.

4. Ir nepieciešams veikt pasākumus, kas mazinās ietekmi uz ekosistēmu un netraucēs koku turpmākajai attīstībai pēc jebkādiem mežu darbiem.

Summary

Throughout the world, forests are being cutting out. Are being performed clearcutting, cleaning, sanitary cutting. Often the main task for forest developers is getting more amount of timber as soon as possible. Impact on the environment is the least important thing to care about.

This study work aim is assess the impact of machinery to myrtillosa forest type and recommend solutions to alleviate them. Because this effect is able to create great damage to the forest and further development of plants, as well as its wild inhabitants.

The study identified major environmental problems – increase of heavy metal concentrations, ruts formation, wind erosion and soil compaction.

In order to protect the ecosystem, it is needed carry out various research and people who develop woods need to be much more responsible to cover this issue.

Pateicības

Autore izsaka pateicību darba vadītājam G. Novikam par konsultācijām un vērtīgiem padomiem. Kā arī Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas ķīmijas laboratorijas vadītājai Inesei Bernānei par apmācību strādāt ar iekārtu Eijkelkamp Penetrologger (Art.No.: 0615SA).

Literatūra

1. Ampoorter, E., Goris, R., Cornelis, W.M., Verheyen, K., *Impact of mechanized logging on compaction status of sandy forest soils*. Forest Ecology and Management, Volume 241, Issues 1–3, 30 March 2007, Pages 162–174
2. Arvidsson, J. *Subsoil compaction caused by heavy sugarbeet harvesters in southern Sweden. I. Soil physical properties and crop yield in six field experiments*. Soil Till. Res., 60 (2001), pp. 67–78
3. Furuberg Gjedtjernet, A. M. *Forest Operations and Environmental Protection*. May 1995, Volume 82, Issue 1, pp 35–41
4. Hynes, M. H., Germida, J. J. *Impact of clear cutting on soil microbial communities and bioavailable nutrients in the LFH and Ae horizons of Boreal Plain forest soils*. Forest Ecology and Management 306 (2013) 88–95
5. Keller, T., Arvidsson, J. *Technical solutions to reduce the risk of subsoil compaction: effects of dual wheels, tandem wheels and tyre inflation pressure on stress propagation in soil*. Soil & Tillage Research 79 (2004) 191–205
6. Lazdāns, V., Epalts, E., Kariņš, Z. *Meža apsaimniekošanas tehnikas un tehnoloģiju ietekme uz augsnes īpašībām*. VAS “Latvijas Valsts meži”, 2004
7. Stokes A., *The supporting roots of trees and woody plants: Form, Function Physiology*. Springer-science+business medis, partly reprinted from Plant and soil, Volume 217, No ½, 1999
8. Augsnes prasmīga apstrāde. Skat. Internetā (20.12.2015)
<http://www.agropols.lv/?menu=110&numurs=309&newsid=62366>
9. Augsnes sablīvējuma novērtēšana. Skat. internetā (10.03.2013)
http://www.puma.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/puma/Perkone.pdf
10. Meža ekoloģija, tipoloģija, augsne, hidromeleorācija un kokaugu fizioloģija. Skat. internetā (22.02.2013)
<http://www.letonika.lv/groups/default.aspx?r=7&q=Niedre%20J%C4%81nis&id=972851&g=1>
11. Meža nozare 20 Latvijas neatkarības gados. Sk. Internetā (21.11.2012)
http://www.zm.gov.lv/doc_upl/Meza_nozare_20_LV.pdf
12. Noteikumi par meža aizsardzības pasākumiem un ārkārtējās situācijas izsludināšanu mežā. Skat. internetā (20.03.2013)
<http://www.likumi.lv/doc.php?id=176780>
13. Tehnikas ietekme uz augsni. Sk. Internetā (11.01.2013)
www.lvm.lv/.../download.php?...files%2Ftext%2FTehnikas_ietekme...

TOLUOLA UN HIDRAZĪNA HIDRĀTA SAVIENOJUMU UTILIZĀCIJAS PROBLĒMA A/S „OLAINFARM” UZŅĒMUMĀ TOLUENE`S AND HYDRAZINE HYDRATE`S COMPONENTS UTILITY PROBLEM IN “OLAINFARM”

Autors: **Vjačeslavs Daņilovs**, e-pasts: catsoul@inbox.lv
Zinātniskā darba vadītājs: **Ivars Matisovs, Mg.geogr., Mg.sc.env.**,
Rēzeknes Tehnoloģijas akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Ievads

Toluols (metilbenzols, fenilmetāns, $C_6H_5CH_3$) ir bezkrāsains, degošs šķidrums ar asu smaku. Toluolam ir samērā liels gaismas laušanas koeficients. Toluols pieder pie aromātiskajiem ogļūdeņražiem. Metilgrupa ir elektrondonorais aizvietotājs, kas novirza elektrofilos aizvietotājus *o*- un *p*-pozīcijās, bet nukleofilos — *m*-pozīcijās. Metilgrupa var tikt oksidēta līdz karboksilgrupai; ar maigākiem oksidētājiem iespējams oksidēt oglekli līdz zemākai oksidēšanas pakāpei. Oksidējot toluolu, iegūst benzoskābi, nitrējot toluolu, var iegūt dinitrometilbenzolu un TNT. Toluolu lieto kā šķīdinātāju, jo tas nav tik toksisks kā benzols. Dažreiz toluolu lieto arī, lai palielinātu degvielu oktānskaitli.

Pētījuma objekts

Akciju sabiedrība „Olainfarm” ir viens no lielākajiem uzņēmumiem Baltijas valstīs ar vairāk nekā 40 gadu pieredzi medikamentu un ķīmiski farmaceitisko produktu ražošanā.

Kompānija ir dibināta 1972.gadā kā valsts uzņēmums „Olaines ķīmiski – farmaceitiskā rūpnīca”. Tās dibināšanas galvenais mērķis bija nodrošināt visas Padomju Savienības gatavo zāļu formu ražošanas rūpnīcas ar farmaceitiskām substancēm un pusproduktiem. Privatizācijas rezultātā 1997.gadā kompānija tika pārveidota par akciju sabiedrību un tika uzsākta tās akciju kotācija Rīgas Fondu biržā.

Šobrīd AS „Olainfarm” ir viens no vadošajiem farmaceitiskā sektora pārstāvjiem Latvijā un Baltijas valstīs, kurā strādā vairāk nekā 1000 augsti kvalificēti speciālisti. Kompānija ir nodrošināta ar mūsdienīgām starptautiskās prakses tehnoloģijām un sertificēta atbilstoši Eiropas Savienības Labās ražošanas prakses prasībām (GMP), Vides pārvaldības standartam ISO 14001:2004, daļēji ASV inspekcijas standartiem (FDA).

Apliecinājums uzņēmuma produkcijas kvalitātei ir sadarbība ar tādām pasaules un reģiona līmenī pazīstamām kompānijām kā “Novartis”, “Ranbaxy”, “Glenmark Generics”, “Cobalt”, “Almirall Ranke”, “UQUIFA”, “MIAT”, “Aspen AU”, “Loba”, “PHF” un daudzām citām.

Kompānija AS „Olainfarm” līdz 2015.gada 15.novembrim investēja vairāk nekā 3,8 miljonus eiro ķīmisko un tehnoloģisko procesu uzlabošanā. No tiem vairāk nekā 1,1 miljons eiro ir Eiropas Reģionālās attīstības fonda līdzfinansējums. Šīs investīcijas veicināja farmācijas produktu ar augstu pievienoto vērtību ieviešanu turpmākajos gados un kopējo nozares attīstību.

Projekts „Augstas pievienotās vērtības investīcijas ķīmisko un tehnoloģisko procesu būtiskai uzlabošanai „Olainfarm” tiek īstenots ar Latvijas Investīciju un attīstības aģentūras (LIAA) atbalstu programmas „Augstas pievienotās vērtības investīcija” ceturtajā kārtā.

Uzņēmums īsteno projektus arī šīs programmas otrajā un trešajā kārtā. Kopējais visu “Olainfarm” “Augstas pievienotās vērtības investīcijas” projektu finansējums ir vairāk nekā 15,3 miljoni eiro, no tiem vairāk nekā 3,8 miljoni eiro ir Eiropas Reģionālās attīstības fonda līdzfinansējums.

Materiāli un metodes

Hidrazīna hidrāta satura noteikšana. (1-aminohidantoīna hidrohlorīda ražošana)

1.tabula

N.p.k	Rādītāji	Prasības	Analīzes metode
1.	Paraugu noņemšanas plāns	Saskaņā ar dok. Nr. KQE9.003.194	-
2.	Kvalitāte		
2.1	Apraksts	Dzeltenīgs vai pelēcīgs šķidrums ar amonjaka smaržu	Vizuāli un organoleptiski
2.2	Saturs, %	Ne mazāk par 60,0	Dok. Nr. KQM7.148.006
3.	Iepakojums	PE muca 200 l vai n/t savācējvertne (2,0 m ³)	Vizuāli
4.	Glabāšanas nosacījumi	Sausā vietā	-

Analīzes metode
Aparatūra

Analītiskie svāri, precizitāte ne mazāka par 0,0002 g.

Reāģenti

 Ūdens, attīrīts, H₂O, dok. Nr. KIS7.028.003.

Sālsskābe, HCl, 0,5M šķīdums, dok. Nr. KQM99.003.039.

 Kristālisks jods, I₂, 0,05M šķīdums, dok. Nr. KQM8.102.001, I metode.

 Nātrija hidroģēnkarbonāts, NaHCO₃, saturs ne mazāk par 99,0%.

Darba gaita

Noslēgtā sverglāzītē ielej 15 mL ūdens un nosver. Pielej aptuveni 1 mL hidrazīna hidrāta un nosver. Sverglāzītes satur kvantitatīvi pārnes 250 mL mērkolbā, atšķaida ar ūdeni līdz mērzīmei un labi samaisa (šķīdums A).

Koniskā 250 mL kolbā ar pipeti ielej 5,0 mL šķīduma A, pievieno 5 mL 0,5M sālsskābes šķīduma, 1,0g nātrija hidroģēnkarbonāta, 20 mL ūdens un titrē ar 0,05M joda šķīdumu līdz parādās dzeltena krāsa, kura neizzūd 2-3 minūšu laikā.

Rezultātu aprēķins

Hidrazīna hidrāta saturu (X) procentos aprēķina pēc formulas:

$$X = \frac{V * K * 250 * 0,0008012 * 1,5614 * 100}{a * 5}, \text{ kur}$$

V-hidrazīna hidrāta titrēšanai izlietotais 0,05M joda šķīduma tilpums, mL

K-0,05 M joda šķīduma koncentrācijas korekcijas koeficients

0,0008012-hidrazīna daudzums, kas atbilst 1 mL precīza 0,05M joda šķīduma, g

a-hidrazīna hidrāta iesvars, g

1,5614-koeficients hidrazīna pārrēķināšanai hidrazīna hidrātā.

Analīzes aprēķini, kuri bija uztaisīti prakses laikā

$$a_1 = 1,0355 \text{ g } X = \frac{14,10 * 1,0118 * 250 * 0,0008012 * 1,5614 * 100}{1,0355 * 5} = 86,18\%$$

$$V_1 = 14,10 \text{ ml}$$

$$a_2 = 1,0362 \text{ g } X = \frac{13,95 * 1,0118 * 250 * 0,0008012 * 1,5614 * 100}{1,0362 * 5} = 85,20\%$$

$$V_2 = 13,95 \text{ ml}$$

W=85,7%

$$a_1=1,0377\text{g} \quad X = \frac{14,25 * 1,0118 * 250 * 0,0008012 * 1,5614 * 100}{1,0377 * 5} = 86,91\%$$

V₁=14,25 ml

$$a_2=1,0360\text{g} \quad X = \frac{14,05 * 1,0118 * 250 * 0,0008012 * 1,5614 * 100}{1,0360 * 5} = 85,82\%$$

V₂=14,05 ml

W=86,4%

Toluola atdestelēta satura noteikšana. (DAG ražošana)

2.tabula

N.p.k	Rādītāji	Prasības	Analīzes metode
1.	Paraugu noņemšanas plāns	Saskaņā ar dok. Nr. KQE9.003.194	-
2.	Kvalitāte		
2.1	<i>Apraksts</i>	Caurspīdīgs šķidrums ar raksturīgu smaržu, nesatur mehāniskus piemaisījumus	Vizuāli un organoleptiski
2.2	Ūdens, % (V/V) (0,5 mL, 5 mL solvents)	Ne vairāk par 1,0	Dok. Nr. KQM9.003.009, II metode (II B)
2.3	Piemaisījumu saturs, %	Ne vairāk par 14,0	Dok. Nr. KQM8.201.035 (Ph. Eur., 2.2.28)
2.4	Pamatvielas saturs, %	Ne mazāk par 85,0	Dok. Nr. KQM8.201.035 (Ph. Eur., 2.2.28)
3.	Iepakojums	PE muca 200 l	-
4.	Glabāšanas nosacījumi	Sausā vietā	-

Analīzes metode

Aparatūra un materiāli

Gāzes hromatogrāfs ar liesmas – jonizācijas detektoru, kas strādā programmējamā kolonnas temperatūras režīmā.

Nerūsējošā tērauda kolonna, 2,4 m x 2,1 mm, 15% DEGA, Inerton N-AW DMCS, 0,20-0,25 mm.

Nesējgāze – slāpekļis.

Mikrošļirce-tilpums – 5-10 µL.

Analīzes apstākļi

Ieslēdz hromatogrāfu darba režīmā saskaņā ar aparatūras ekspluatācijas instrukciju.

Analīzi veic sekojošos apstākļos:

-slāpekļa patēriņš – 30 cm³/min

-detektora temperatūra – 230 °C

-iztvaicētāja temperatūra – 220 °C

-kolonnas termostata temperatūras programmēšanas režīms – 55 (4) – 20 – 175 (6)

-jutība – iestāda tādu, lai toluola signāla augstums hromatogrammā būtu 90-120% robežās no

Visas reģistratora skalas

-ievadāmais tilpums – 0,2-0,8 μL.

Zināmo komponentu izejas secība un relatīva aizture un īpašie korekcijas koeficienti uzrādīti tabulā.

3.tabula

Nr. p.k.	Komponenta nosaukums	Relatīva aizture, min	Īpašie korekcijas koeficienti
1.	Acetons	1,84	1,47
2.	Toluols	5,57	1,00

Analīzes gaita

Pirms analīzes veikšanas atdestilēto toluolu iepriekš papildus testē uz ūdens izvilkuma pH (jābūt ne mazāk par 3,0).

Analīzes apstākļos hromatogrammā ievada analizējamā toluola izvēlēto tilpumu, analizē un aprēķina visu signālu laukumus hromatogrammā.

Aprēķinos neņem vērā to signālu laukumus, kuru relatīvā procentu vērtība mazāka par 0,08 no visu laukumu summas analizējamā parauga hromatogrammā.

Sistēmas derīguma pārbaude

Sistēmas derīguma pārbaudi nosaka pēc analizējamo paraugu rezultātiem.

Sistēma tiek atzīta par derīgu, ja simetrijas koeficients acetona signālam nav mazāks par 2.

Ja šis nosacījums neizpildās, tad jāmaina kolonnas pildījumus.

Analīzes rezultātu aprēķins

Acetona saturu (X_A) procentos aprēķina pēc formulas:

$$X_A = \frac{\sum S_a * 1,47}{\sum S} * 100, \text{ kur}$$

S_a - acetona signāla laukums, laukuma vienībās;

$\sum S$ - visu signālu laukumu summa, laukuma vienībās.

Visu nezināmo komponentu satura summu ($\sum X_i N$) procentos aprēķina pēc formulas:

$$\sum X_i N = \frac{\sum S_i N}{\sum S} * 100, \text{ kur}$$

$\sum S_i N$ -visu nezināmo komponentu signālu laukumu summa analizējamā šķīduma hromatogrammā, laukuma vienībās.

Toluola saturu (X) procentos aprēķina pēc formulas:

$$X = 100 - (X_A + \sum X_i N + X_{H_2O}), \text{ kur}$$

X_{H_2O} - ūdens saturs analizējamā paraugā, %

$$X_{H_2O} = (V_t - V_k) * K * 100 / V, \text{ kur}$$

V_t -titranta daudzums analīzei, mL

V_k -titranta kontrols, mL

K-titranta korekcijas koeficients

V-parauga daudzums, mL

Dažu operāciju ūdens satura pārbaudes.

Par analīzes rezultātu pieņem vidējo aritmētisko lielumu no diviem mērījumu rezultātiem.

$(1,45 - 1,00) * 0.001826 * 100 / 0.5 = 0.164\%$	
$(1,45 - 1,00) * 0.001826 * 100 / 0.5 = 0.164\%$	w=0.16%
$(1,30 - 1,00) * 0.001826 * 100 / 0.5 = 0.110\%$	
$(1,30 - 1,00) * 0.001826 * 100 / 0.5 = 0.110\%$	w=0.11%
$(1,55 - 1,00) * 0.001805 * 100 / 0.5 = 0.199\%$	
$(1,55 - 1,00) * 0.001805 * 100 / 0.5 = 0.199\%$	w=0.20%

Secinājumi

Visi parametri atbilst pēc noteiktām prasībām. Bet konstatēts fakts, ka parauga atlikumi un vielas maisījumi pēc uztaisītām analīzēm, izraisa utilizācijas problēmu.

Pastāv jautājums gan par izmantoto reaģentu un paraugu utilizāciju, gan par resursu daļu atlikumiem, kuri procesā nepiedalās. Pašā laboratorijā atlikumu daudzums ir samērā neliels salīdzinājumā ar vielu daudzumu, kurš krājas ražošanas procesā pašā cehā.

Summary

The mean of work was take a look about analyses` methods, which are used to find toluene and hydrazine hydrate consist. Those methods use “Olainfarm” in it`s production.

Toluene, formerly known as toluol, is a colourless, water-insoluble liquid with the smell associated with paint thinners. It is a mono-substituted benzene derivative, consisting of a CH₃ group attached to a phenyl group. As such, its IUPAC systematic name is methylbenzene. It is an aromatic hydrocarbon. Toluene is widely used as an industrial feedstock and as a solvent. Like other solvents, toluene is sometimes also used as an inhalant drug for its intoxicating properties; however, inhaling toluene has potential to cause severe neurological harm. Toluene is an important organic solvent.

Hydrazine is an inorganic compound. It is a colorless flammable liquid with an ammonia-like odor. Hydrazine is highly toxic and dangerously unstable unless handled in solution. As of 2000, approximately 120,000 tons of hydrazine hydrate (corresponding to a 64% solution of hydrazine in water by weight) were manufactured worldwide per year. Hydrazine is mainly used as a foaming agent in preparing polymer foams, but significant applications also include its uses as a precursor to polymerization catalysts and pharmaceuticals. Additionally, hydrazine is used in various rocket fuels and to prepare the gas precursors used in air bags. Hydrazine is used within both nuclear and conventional electrical power plant steam cycles as an oxygen scavenger to control concentrations of dissolved oxygen in an effort to reduce corrosion.

Both components not allowed to be leave to the sewage an are stored in the special place in the “Olainfarm”. Only other special groups can take it from factory.

ELEKTRONIKAS ATKRITUMU UTILIZĀCIJAS PROBLĒMU ANALĪZE

ANALYSIS OF ELECTRONIC WASTE DISPOSAL PROBLEMS

Autors: **Mārtiņš Dzierkalis**, e-pasts: martins.dzierkalis@inbox.lv, +37126262099,
Zinātniskā darba vadītājs: **Gotfrīds Noviks, Dr. habil.geol.**, e-pasts: Gotfrids.Noviks@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115/K-4, Rēzekne

Abstract. *Electronic waste and the problems of disposal thereof are analyzed in this research paper. In research was used theoretical analysis method on the basis of nowadays achievements in this field and empirical– instrumental method. Recommendations to prevent problems of disposal of electronic waste are provided.*

Keywords: *electronic waste, disposal, regeneration, waste management.*

Ievads

Elektrotehnikas un elektronikas nozare ir viena no straujāk augošajām tautsaimniecības nozarēm, kas veido vairāk kā 6% no pasaules kopprodukta. Ekspertu prognozes liecina, ka nozarei arī tālākā nākotnē tiek paredzēta strauja līdzšinējā un prognozētā nozares izaugsme, augsts darba ražīgums, kā arī ievērojami straujāka izaugsme nekā ekonomikā kopumā. Straujā nozares izaugsme, kā arī elektrotehnikas un elektronikas iekārtu ražojumu dzīves ilguma ievērojama samazināšanās ir visai pašsaprotami novedusi pie tā, ka elektrisko un elektronisko iekārtu atkritumi jeb EEIA nodrošina vienu no visstraujāk pieaugošajām atkritumu plūsmām. Tiek lēsts, ka katru gadu visā pasaulē tiek izmests 41 miljonu tonnu sadzīves elektroierīču vien. Turklāt ar vien lielāka daļa no EEIA uz izgāztuvēm nokļūst darbaspējīgā stāvoklī, jo tiek uzskatīta par novecojošu elektrotehniku.[1]

Atkritumu apsaimniekošanai un pārstrādei Latvijā vēl ir plašas attīstības perspektīvas, jo tikai pēdējos gados tiek pielietotas videi draudzīgas atkritumu apsaimniekošanas pieejas un metodes, palielinot otrreizēji izmantojamo materiālo apjomu. Vairāki ar atkritumu apsaimniekošanas jomu saistīti eksperti jaunākajos pētījumos Latvijā, kas veikti atkritumu jomā vēsta, ka Latvija nav gatava nododamo atkritumu apjoma pieaugumam.

Darba mērķis: izanalizēt elektronikas atkritumus un to utilizācijas problēmas.

Darba uzdevumi:

- 1.aprakstīt elektronikas atkritumus;
- 2.raksturot elektronikas un elektrisko atkritumu sastāvu un to pārstrādes specifiku;
- 3.izpētīt elektronikas atkritumu pārstrādes tehnoloģiskos procesus
- 4.analizēt elektronikas atkritumu apsaimniekošanu un pārstrādes normatīvos dokumentus;
- 5.veikt elektronikas atkritumu utilizācijas problēmu analīzi

2.Materiāli un metodes

Lai izpildītu izvirzītos uzdevumus, tika izmantotas sekojošas pētījumu metodes:

- Teorētiskās analīzes metode – literatūras apskats un tās apkopojums;
- Empīriskās metodes – instrumentālā metode .

Tika pētīti elektronikas atkritumi un to utilizācijas problēmas, aprakstīts elektronikas atkritumu raksturojums un to pārstrādes tehnoloģiskais process.

Izanalizēti elektronikas un elektrisko atkritumu sastāvs un to pārstrādes specifika. Izpētīti elektronikas atkritumu apsaimniekošanas reglamentējošie normatīvie akti, plānošanas dokumenti un institucionālā sistēma.

Sniegti ieteikumi elektronikas atkritumu utilizācijas problēmu novēršanai.

3. Pētījuma rezultāti

Atkritumu jēdziens cilvēku apziņā droši vien ir visai viegli saprotams, un tomēr kādas lietas iekļaušana šajā kategorijā katram var būt individuāla - atkarībā no izpratnes par tās lietderību. Atkritumu apsaimniekošanas likumā elektriskās un elektroniskās iekārtas tiek definētas kā iekārtas, ko darbina ar elektrisko strāvu vai elektromagnētisko lauku, un iekārtas šādas strāvas un lauka ģenerēšanai, piegādei un mērīšanai, kura konstruētas izmantošanai ar spriegumu, kurš nepārsniedz 1000 voltus maiņstrāvai un 1500 voltus līdzstrāvai[5]. Ministru kabineta noteikumu jaunākā redakcija paredz modificētu EEIA kategorizēšanu sākot ar 2018. gada 15. augustu, kad visas EEI tiks kategorizētas tikai sešās kategorijās –

1. Temperatūras maiņas iekārtas;
2. Ekrāni, monitori un iekārtas ar ekrānu,
3. Spuldzes;
4. Liela izmēra iekārtas
5. Maza izmēra iekārtas
6. Mazas informācijas tehnoloģiju un telekomunikāciju iekārtas [2].

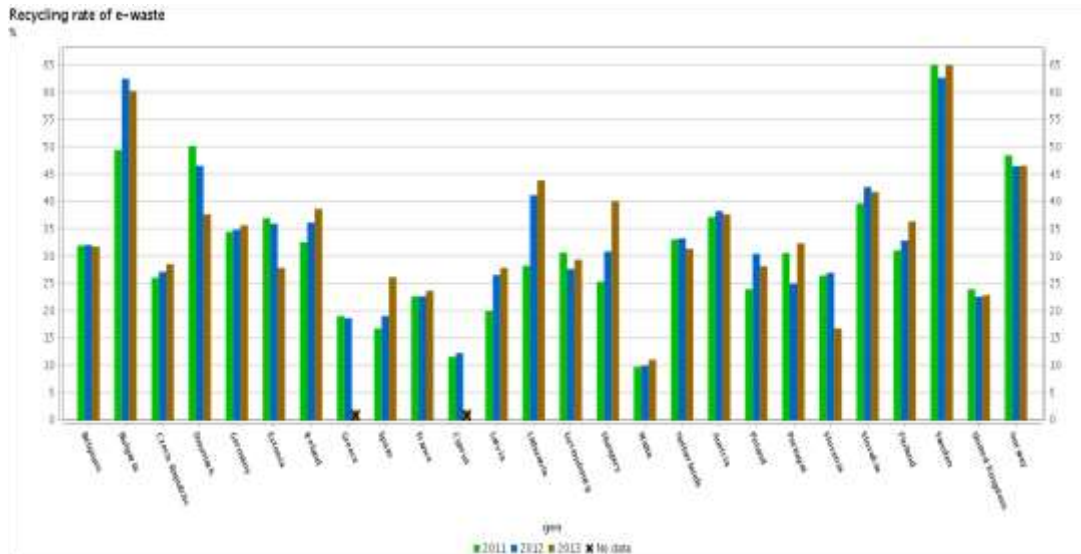
EEI ražošanā tiek izmantota virkne dažādu materiālu, tai skaitā bīstamus, vērtīgus un arī reti sastopamus metālus. Kā biežāk izmantojamus bīstamos materiālus var minēt smagos metālus (dzīvsudrabs, svins, kadmījs), kā arī cita veida bīstamos materiālus. Tieši tāpēc vairāku valstu vides aizsardzības organizācijas EEIA ierindo bīstamo atkritumu kategorijā - to sastāvā ietilpst dažādi ķīmiskie savienojumi, kas ir toksiski un kaitīgi gan cilvēka veselībai, gan videi. EEI klāsts ir ļoti daudzveidīgs un sekojoši atšķiras to ķīmiskais sastāvs. Piemēram, LED televizoros ir relatīvi liels daudzums polimēru, bet krāsnis un mikroviļņu krāsnis satur daudz metālu. Tāpat būtiski ir ņemt vērā, ka vecāku ražojumu EEI satur vairāk smago metālu un citu veselībai kaitīgu vielu[3].

EEIA satur arī virkni vērtīgu materiālu (dzelzs, varš, alumīnijs, plastmasa) un pat dārgmetālus (zelts, sudrabs, platīns, palādijs), kas ir vērtīgi EEIA pārstrādes ieguves produkti. Faktiski EEI sastāvā var atrast līdz pat 60 dažādu ķīmisko elementu no Mendelejeva periodiskās tabulas un lielākā daļa no tiem ir atkārtojami izmantojami. Dažāda veida EEI sastāvā ietilpstošo ķīmisko elementu un vielu apkopojums skat.1.attēlu.

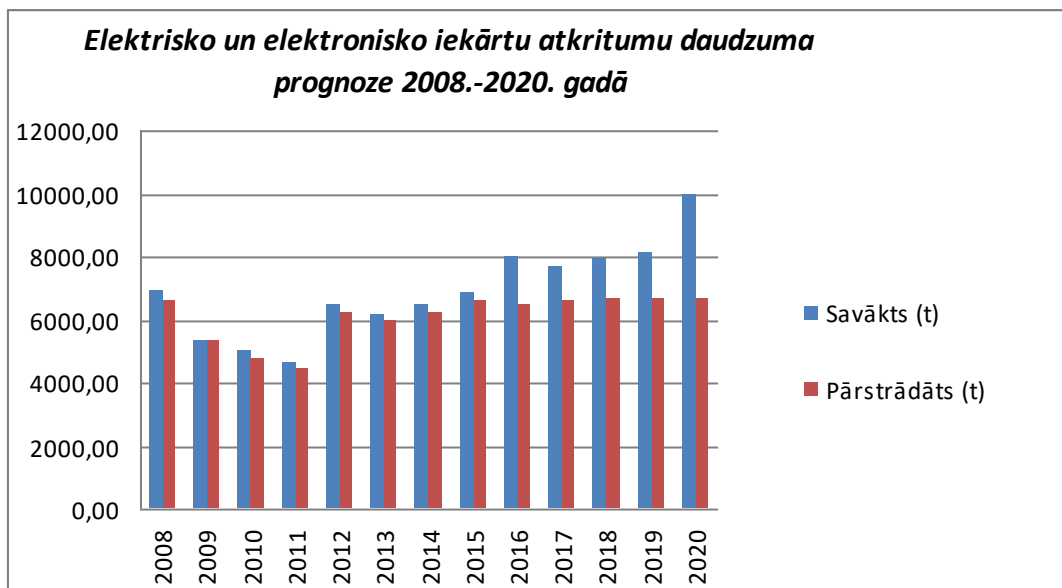
	Metāls	Motors	Dzesšanas šķidrums	Plastmasa	Izolācija/siltināšana	Stikls	CRT	LCD	Gumija	Vadi/elektriskie	Transformators	Magnetrons	Audums	Mātesplates	Fluorescējoša lampa	Kvēlspuldze	Sildelements	Termostats	Baterijas	Freons	Ārējie elektriskie kabeļi	Ugunsizturīgie keramikas šķiedras	Radioaktīvās vielas	Oksīdkondensatori	
Lielās mājāsaimniecības iekārtas																									
Ledusskapji	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓					✓		✓		✓	✓					
Mazgāšanas mašīnas	✓	✓		✓	✓				✓	✓				✓		✓	✓			✓					
IT/telekomunikāciju iekārtas																									
Personālie datori(bāzes/tastatūra)	✓	✓		✓					✓	✓			✓						✓		✓				
Personālie datori(monitori)				✓		✓	✓						✓								✓				
Klēpjdatore		✓		✓			✓		✓	✓			✓	✓					✓		✓				
Mobilie telefoni	✓			✓		✓	✓						✓	✓					✓						
Patērētāju iekārtas																									
Televizori	✓			✓		✓	✓	✓		✓			✓								✓				

1.att. Dažādos EEI sastāvā esošie elementi un vielas[4].

Apskatot EEIA pārstrādes īpatsvaru, Eurostat dati rāda, ka tikai divās ES valstīs pārstrādei tiek pakļauta vairāk kā puse EEIA – tā ir attīstītā Zviedrija un Bulgārija. Vairumā pārējo valstu šis apjoms 2012.-2013.gados ir bijis 25-40% robežās. Latvijā – 2013. gadā EEIA pārstrādes apjoms sasniedzis 27.8% skat.2.attēlu.



2.att.Pārstrādāto atkritumu daudzums [3].



4.att.Elektrisko un elektronisko iekārtu apsaimniekoto atkritumu daudzuma prognoze 2008.-2020. Gadā.[6]

Latvijā EEIA savākšanas sistēma ir izveidota visos atkritumu apsaimniekošanas reģionos. EEIA atkritumu tiek savākti videi kaitīgo preču atkritumu savākšanas punktos, atkritumu savākšanas laukumos vai arī metāllūžņu savākšanas punktos. 2012. gadā Latvijā darbojas 203 EEIA savākšanas vietas. Lielākā daļa savākto EEIA tiek pārstrādāti Latvijā, tomēr atsevišķi EEIA veidi tiek pārstrādāti citās ES valstīs (Lietuva, Vācija, Dānija).

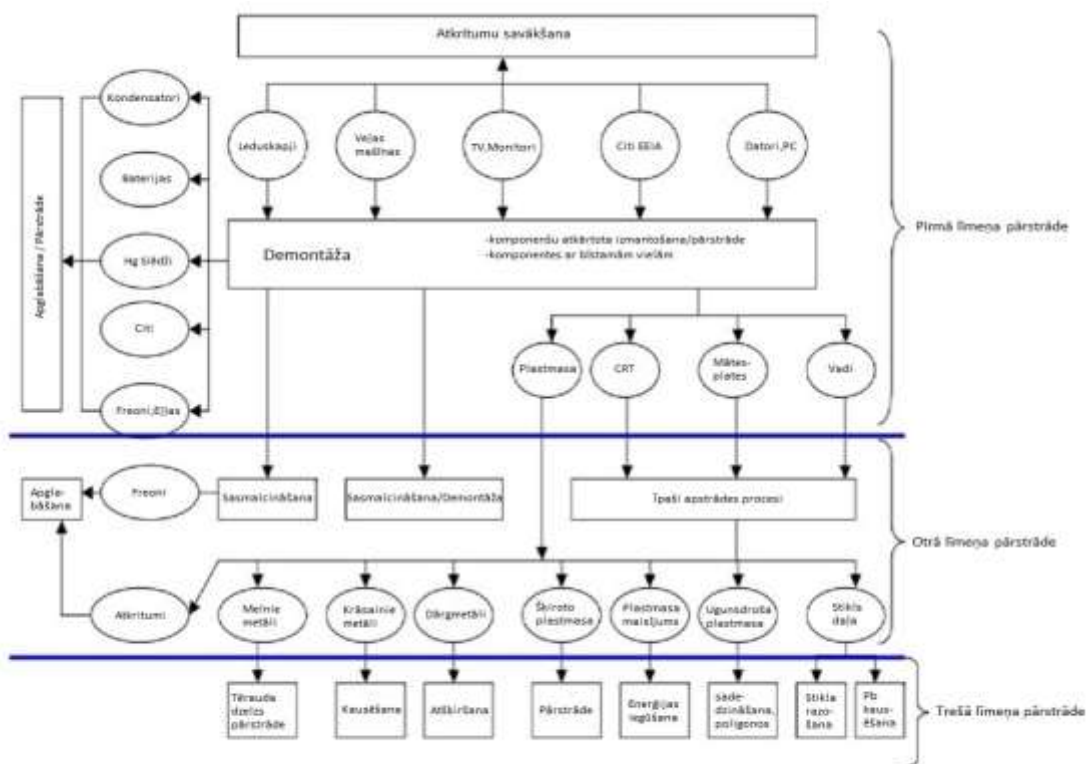
4.Rezultātu analīze

Vairumā valstu EEIA savākšana un pārstrāde ir dalīta no pārējo atkritumu apsaimniekošanas, tomēr izmantotās pārstrādes tehnoloģijas visos tās posmos, sākot no

apglabāšanas poligonos un sadedzināšanas, līdz pat komplicētai sadalīšanai pa frakcijām un vērtīgo materiālu izdalīšanai otrreizējai izmantošanai.

Krietni pieņemamāks, un vienlaikus arī komplicētāks EEIA apsaimniekošanas veids ir to nodošana pilnvērtīgai pārstrādei. Pārstrādes process šajā gadījumā ietver sekojošus posmus:

- 1) Demontāža – process, kurā atsevišķās frakcijās sadala 1) detaļas, kas satur kaitīgās vielas, 2) viegli pieejamās detaļas, kas satur vērtīgos materiālus (varu, tēraudu, dzelzi, dārgmetālus), 3) melnos metālus, 4) krāsainos metālus, 5) plastmasas, 6) pārējos materiālus;
- 2) Melno metālu, krāsaino metālu un plastmasas segregācija;
- 3) Vērtīgo materiālu pārstrāde / reģenerācija, izmantojot specializētās elektriskā loka krāsnis, kausēšanas iekārtas un citas metodes;
- 4) Bīstamo un nevērtīgo materiālu apglabāšana un/vai iznīcināšana sadedzinot vai termiski apstrādājot.



5.att.EEIA pārstrādes shēma[3]

Atbilstoši shēmai, pirmajā līmenī tiek realizētas trīs darbības – šķidrumu un gāzu nodalīšana, manuāla demontāža un segregācija. Šo procesu rezultātā tiek izdalīti tādi kaitīgi atkritumi kā freons, dzīvsudrabs, baterijas, kondensatori u.c., kā arī attīrīti tie atkritumi, kas sastāv no nekaitīgiem materiāliem, piemēram, plastmasa, elektroniskās plātes un kabeļi. Šajā procesā var tikt izmantotas dažādas tehnoloģijas šķidrumu un gāzu izdalīšanai, tomēr tradicionāli tiek izmantota zema spiediena metode. Izolētās bīstamo atkritumu frakcijas tālāk tiek utilizētas jau trešajā pārstrādes līmenī.

Otrais pārstrādes līmenis ietver attīrīto un bīstamās vielas nesaturošo materiālu (plastmasa, elektroniskās plātes, kabeļi) pārstrādi. Šajā posmā tiek izmantotas trīs darbības – sadrupināšana, sasmalcināšana un dažādi atdalīšanas procesi (freona atdalīšana, elektromagnētiskā atdalīšana, induktīvā atdalīšana, konsistences atdalīšana, izmantojot gaisu vai ūdeni). Šajā procesā pamatā tiek iegūti otrreizējai pārstrādei izmantojamie materiāli (melnie

metāli, krāsainie metāli, plastmasas izstrādājumi), kā arī dārgmetāli un materiāli, kas atkārtoti nav izmantojami.

Visbeidzot, trešajā posmā tiek utilizēti visi atdalītie materiāli un vielas atbilstoši to izmantošanas iespējām. Jāuzsver, ka EEIA pārstrādes procesā lielu daļu izdalīto frakciju var izmantot atkārtotai lietošanai. Tā piemēram, sašķirotu plastmasu ir iespējams pārstrādāt un izmantot plastmasas produktu ražošanai, atdalīto svīnu un citus smagos metālus, kā arī krāsainos metālus un dārgmetālus ir iespējams izmantot rūpnieciskajā un cita veida ražošanā. Jaunākās pārstrādes tehnoloģijas sniedz iespējas arī pārstrādāt otrreizējai izmantošanai plastikāta maisījumus, izmantojot ķīmiskās, mehāniskās un termālās metodes. Vielas, kuras nav atkārtoti izmantojamas, pilnvērtīgā atkritumu pārstrādes procesā tiek izmantotas siltumenerģijas vai cita veida enerģijas radīšanai, sadedzinot tās speciālās iekārtās.

Viena no pasaules līderēm EEIA apsaimniekošanā un pārstrādē nenoliedzami ir Japāna, kurā ir ne vien ļoti stingra un efektīva normatīvā bāze, bet arī augsta EEI ražotāju interese nolietoto iekārtu savākšanā un pārstrādē, kas paši nodrošina EEIA apsaimniekošanu, Japāņu EEIA apsaimniekošanas sistēmas, kurā redzams dažādu sadzīves priekšmetu atkritumu pārstrādes tehnoloģiskais process - sākot no manuālas sadalīšanas līdz pat pārstrādei atkārtotai izmantošanai un novirzīšanai uz sadedzināšanas krāsnīm. Viena no lietām, kurā Japānas uzņēmumi ir sasnieguši teicamus rezultātus EEIA pārstrādē, ir plastmasas atdalīšana un sagatavošana otrreizējai pārstrādei. Uzņēmumā *Mitsubishi Electric* ieviestais "horizontālais paš-pārstrādes koncepts" (*horizontal self-recycling concept*) paredz maksimālu visu savāktu EEIA atkārtotu izmantošanu un tikai absolūtas neiespējamības gadījumā – novirzīšanu apglabāšanai poligonos vai sadedzināšanai.

Atkritumu rašanās novēršanai būtu jāievēro šādi mērķi:

1. Saraut saikni starp ekonomikas izaugsmi un ar atkritumu radīšanu saistīto ietekmi uz vidi;
2. Samazināt radīto atkritumu apjomu, veicinot produktu atkārtotu izmantošanu vai ilgāku izmantošanu;
3. Samazināt materiālu un produktu ražošanā izmantoto kaitīgo vielu daudzumus.

Galvenie atkritumu rašanās novēršanas izaicinājumi būtu:

1. Patērētāju sabiedrība, kura ir fokusējusies uz ērtībām, modes tendencēm, augstu produktu apgrozījumu;
2. Šķietams pieeju trūkums atkritumu rašanās novēršanai un apsaimniekošanai;
3. Tirgū pieejamie produkti nav paredzēti ilgstošai lietošanai vai labošanai (tendence izmest un pirkt jaunu produktu, nevis labot un atkārtoti izmantot)
4. Izpratnes trūkums par atkritumu rašanās novēršanu

Secinājumi

1. Viena no lielākajām atkritumu plūsmām nenoliedzami ir novērojama elektrisko un elektronisko iekārtu atkritumu (EEIA) kategorijā - tiek lēsts, ka katru gadu visā pasaulē tiek izmests 41 miljonu tonnu sadzīves elektroierīču vien.
2. EEI ražošanā tiek izmantota virkne dažādu materiālu, tai skaitā bīstamie, vērtīgie un arī reti sastopamie metāli. Kā biežāk izmantojamus bīstamos materiālus var minēt smagos metālus (dzīvsudrabs, svins, kadmijs), kā arī cita veida bīstamos materiālus.
3. EEIA satur arī virkni vērtīgu materiālu (dzelzs, varš, alumīnijs, plastmasa) un pat dārgmetālus (zelts, sudrabs, platīns, palādijs), kas ir vērtīgi EEIA pārstrādes ieguves produkti.
4. Ņemot vērā EEI sarežģīto uzbūvi un to sastāvā esošo materiālu daudzveidību, EEIA pārstrādes process ir krietni komplicētāks un dārgāks salīdzinājumā ar citu veidu atkritumiem.

5. Labākais risinājums ir nepieļaut atkritumu ražošanu un tos atkārtoti atgriezt ražošanas ciklā, pārstrādājot to komponentus, ja pastāv ekoloģiski un ekonomiski ilgtspējīgi paņēmieni, kā to izdarīt.

6. Atkritumu rašanās novēršanas pasākumi ir jāveic jau tad, kad produkta ražotājs izlemj par to, kā konkrētais produkts tiks ražots, cik un kādi materiāli tiks izmantoti produkta ražošanā.

Literatūra

1. Elektronikas atkritumu daudzums,(Skat. Internetā 20.03.2016) <http://unu.edu/news/news/ewaste-2014-unu-report.html>
2. Elektrisko un elektronisko iekārtu kategorijas un marķēšanas prasības un šo iekārtu atkritumu apsaimniekošanas prasības un kārtība,(Skat. Internetā 24.2.2016) <http://likumi.lv/doc.php?id=267716>
3. E-waste Volume II,(Skat. Internetā 14.03.2016) http://www.unep.or.jp/ietc/publications/spc/ewastemanual_vol2.pdf
4. Recycling rate of e-waste,(Skat. Internetā 01.03.2016) http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=t2020_rt130&language=en
5. Atkritumu apsaimniekošanas likums,(Skat.Internetā 20.2.2016) <http://likumi.lv/doc.php?id=221378>
6. Atkritumu apsaimniekošanas valsts plāns 2013.-2020.gadam,(Skat. Internetā 01.03.2016) http://www.varam.gov.lv/in_site/tools/download.php?file=files/text/Likumd/_projekti/VIDE//VARAMPI_081021_atkritumi.pdf

ŪDENS KVALITĀTES IZPĒTE OŠUPES MUIŽAS APKĀRTNĒ *WATER QUALITY RESEARCH NEAR OŠUPES MANOR*

Autors: **Ervīns Erts** e-pasts: ervinserts@inbox.lv, +371 25998940

Zinātniskā darba vadītāja: **Ināra Laizāne, Mg.paed.**,

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *In Galēnu center near Ošupes manor is pond which is next to the borehole. The problem was that the visual was observed that the pond and the borehole is discolored and had a smell so it was suspected that the water at both places is contaminated. Since the borehole was meant for drinking water, raised the question can it be used for drinking and or to these changes can blame pond which in near. In work process samples were collected from both the pond and from the borehole, which was delivered to the laboratory where they established a variety of chemical parameters from which it can be determined is the water is polluted. When carrying out checks it will be able to conclude whether the water near borehole is not harmful to human health, thereby protecting people from infection with different abdominal diseases.*

Keywords: *pond, borehole, laboratory, pollution, diseases*

Ievads

Ošupes muiža atrodas Riebiņu novada, Galēnu centrā, šī muiža ilgu gadus bija Grāfa Mihaila Borha īpašumā. Šīs muižniecības pagalma vidū ir dīķis. Tas bija veidots, kā ūdens ieguves avots zirgu dzirdīšanai, jo muižas apkārtnē bija zirgu audzētavas, gan kā neliela vieta, kur atveldzēties karstā dienā, gan vieta, kur varēja atpūsties un ķert zivis, gan vienkārši kā skaistuma objekts. [1]

Dažu metru attālumā no dīķa bija neliels dziļurbums, kas domāts dzeramā ūdens ieguvei. Lai gan šis urbums ir saglabājies līdz mūsdienām, tomēr nav pārliecības, ka to var izmantot, kā dzeramā ūdens ieguves avotu. Mūsdienās dīķis ir aizaudzis ar dažādiem augiem un izskatās piesārņots.

Problēma, kura tika novērota, ir ūdens, kas atrodas dziļurbumā, kvalitātes vizuāla pasliktināšanās. Iemesls tam varēja būt dīķis, kas atrodas tam blakus, jo arī tas izskatās vizuāli piesārņots. Tāpēc, lai noteiktu, kādā stāvoklī atrodas šie ūdens avoti, tika ņemti paraugi un veiktas analīzes. Veicot pārbaudes varēs secināt vai ūdens, kas atrodas dziļurbumā nav kaitīgs cilvēku veselībai, tādā veidā pasargājot cilvēkus no saslimšanas ar dažādām slimībām.

Materiāli un metodes

Paraugi tika ievākti gan dīķī, gan no dziļurbuma. Tā kā dīķis nav pārāk liels, no tā tika paņemti tikai 9 paraugi visa dīķa platībā. Viens paraugs tika ņemts no vidus, izmantojot striķi, kuram galā tika piesieta pudele, tādā veidā iegūstot paraugu no dīķa vidus. Pēc tam, kad tika savākti visi paraugi no dīķa, tika ievākti dzeramā ūdens paraugi no dziļurbuma. Lai to izdarītu, bija jāpumpē ūdens no tā. Pēc brīža sāka nākt duļķains, necaurspīdīgs, ar brūnganu nokrāsu ūdens. Kad visi paraugi bija ievākti, tie tika nogādāti laboratorijā, kur tika veiktas analīzes.

Lai noteiktu parauga piesārņotību, tika izmantotas dažādas metodes, aparatūra un parametri. Eksperimentu laikā izmantoti pieci aparatūras veidi:

- kolorimetrs (HACH DR/890),
- pH metrs (adrona AM1605),
- elektrovadītspējas noteicējs (ECTestr11),
- fotometrs (AQUALITIC AL800),
- atomu absorbcijas spektrometrs (AAnalyst200).

Piesārņojuma noteikšanai izvēlēti dažādi parametri, piemēram, elektrovadītspēja, dzelzs saturs ūdenī, pH un citi, kas pēc noteikšanas tika salīdzināti ar robežlielumiem.

Elektrovadītspēja tika noteikta izmantojot elektrovadītspējas noteicēju-ECTestr11. Lai noteiktu, bija jāielej ūdens paraugs mērglāzē, jāieslēdz elektrovadītspējas noteicējs, jāpagaida, līdz parāda nulles un tad jāliek ūdens paraugā. Pēc dažām sekundēm uzrādās rezultāti.

Dzelzs daudzumu paraugiem noteica izmantojot kolorimetru-HACH DR/890. Jāieslēdz kolorimetrs, tad jānospiež poga PRGM un izvēlas 33. programmu un nospiež ENTER. Tad jāielej tukšā kamerā destilētu ūdeni, jāieliek to kolorimetrā un nospiež pogu ZERO, tas ir nulles paraugs. Tālāk jālej citā kamerā 10 ml ūdens parauga un pievieno tam reaģentu (FerroVer). Kārtīgi jāsakrata paraugs un jāliek to kolorimetrā, uzspiežot TAIMER, tad ENTER un sākās laika atskaite, kas ir trīs minūtes. Pēc trīs minūtēm nospiež pogu READ un parādās iegūtie rezultāti.

Lai noteiktu pH līmeni izmanto pH metru-adrona AM1605. Jāieslēdz pH metru ar pogu ESC. Elektrods atrodas destilētā ūdenī un rāda tam attiecīgu mērījumu, kas tika uzskatīts kā atskaites skaitlis. Jāielej mērkolbā ūdens paraugs un jāliek tajā elektrodu, kas automātiski sāk mērīt ūdens pH un pēc kāda mirkļa tas rāda noteiktu skaitli. Nospiežot pogu READ parādās rezultāti.

Amonija noteikšanai tika izmantots fotometrs-AQUALITIC AL800. Jāieslēdz fotometrs un jāuzstāda 66. programma, kas ir domāta amonija noteikšanai. Mazā pudelītē ielej 0.1 ml destilēta ūdens, kas būs domāts kā nulles paraugs. Tad atver citu pudelīti un tajā jāielej analizējamo ūdens paraugu. Pēc tam pievieno paraugam vienu paciņu amonjaka silicilāta F5 un tad klāt vēl vienu paciņu amonjaka cianurāta F5. Aiztaisa pudelīti un krata to tik ilgi kamēr viss pulveris izšķīst. To atkārtoti visiem paraugiem un noliek tos uz galda. Tad uz fotometra nospiež pogu ENTER. Un sākās 20 minūšu atskaite, kuras laikā notiek reakcija visās pudelītēs. Pēc 20 minūtēm liek pudelīti ar destilēto ūdeni un nospiež pogu ZERO. Kad tas tiek izdarīts, liek pa vienam iekšā sagatavotos paraugus un nospiež pogu TEST, un uz displeja parādās rezultāti.

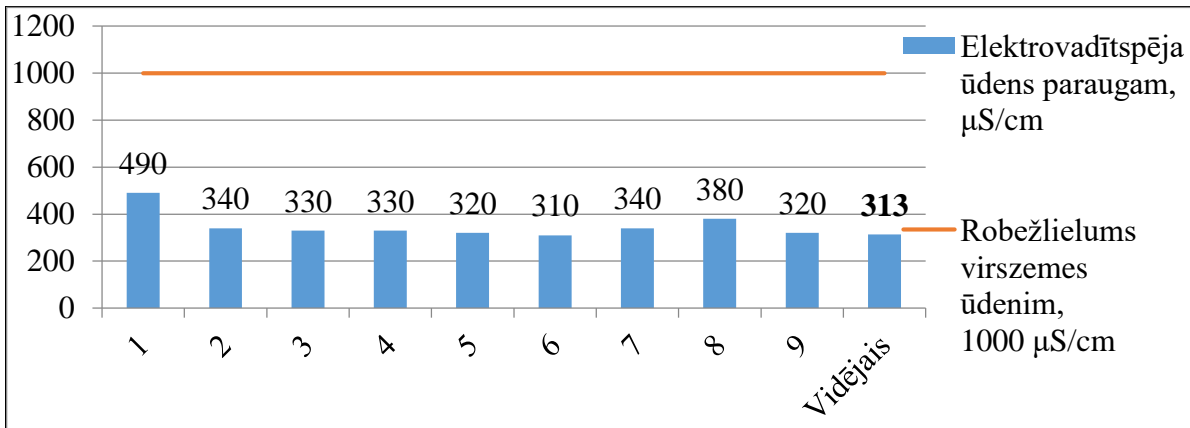
Hroma, mangāna daudzuma noteikšanai dzeramajā ūdenī, kā arī hlorigdonu daudzuma noteikšanai dīķa ūdenī tika izmantots atomu absorbcijas spektrometrs. Dejonizētā ūdenī ievieto cauruli parauga paņemšanai. Nospiež "ANALYZE BLANK" aparatūrā tiek ievadīts dejonizēts ūdens kā fons, gaida līdz uz ekrāna parādās rezultāts. Paraugā ievieto cauruli priekš tā noteikšanas. Nospiež "ANALYZE STANDARD", aparatūrā tiek ievadīts paraugs un pēc tam gaida rezultātus uz ekrāna. Sadaļā ID: ievada parauga nosaukumu. Analizējamajā paraugā ievieto cauruli parauga paņemšanai. Nospiež "ANALYZE SAMPLE", aparatūrā tiek ievadīts paraugs, notiek analizēšana un uz ekrāna tiek parādīts rezultāts.

Dzeramā ūdens kvalitātes noteikšanai tika izmantoti arī organoleptiskie rādītāji. Organoleptiskie rādītāji norāda uz tādām ūdens īpašībām, kuras jebkurš cilvēks spēj uztvert ar saviem maņu orgāniem. Tās ir smarža, duļķainība, garša un krāsa. Ja ir mainījies kāds no šiem rādītājiem uz sliktāko pusi, tad šo ūdeni nav ieteicams izmantot uzturā, jo var saslimt.

Rezultāti un to izvērtējums

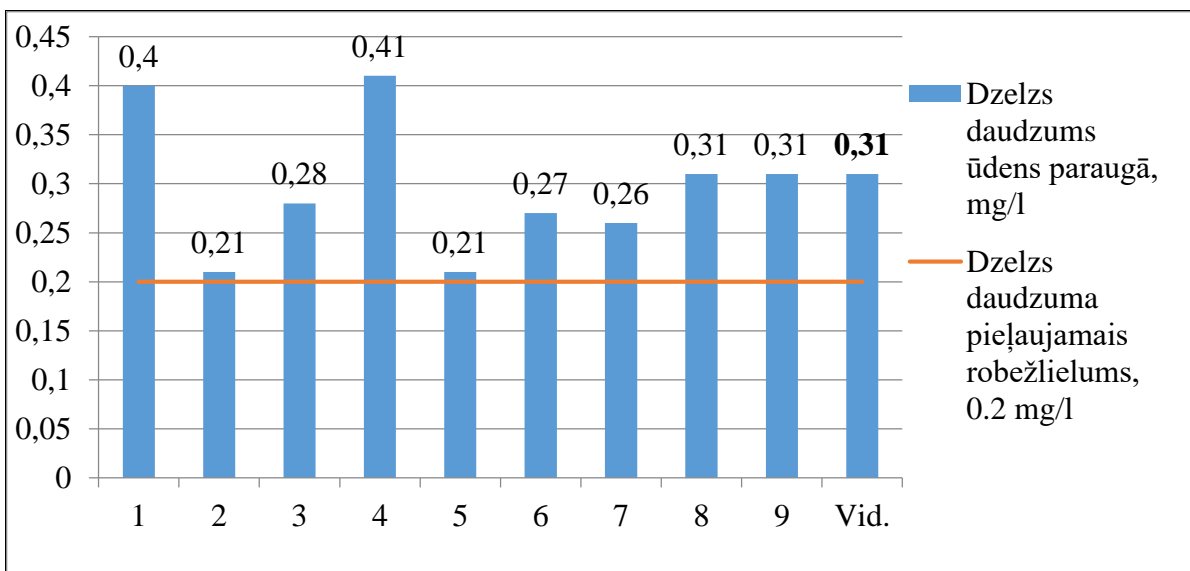
1. attēlā ir apkopotu elektrovadītspējas rādītāji no 9 dīķī ņemtajiem ūdens paraugiem, un ir salīdzināti ar virszemes ūdeņu robežlielumiem. Neviens no ūdens paraugiem robežlielumu nav pārsniedzis. Aprēķinot vidējos rādītājus ūdens elektrovadītspēja ir 313 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tā arī nepārsniedz robežlielumu, jo virszemes ūdenim robežlielums ir 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. [2]

Ūdens elektrovadītspēja ir atkarīga no izšķīdušo sāļu daudzuma ūdenī, pēc rezultātiem var secināt, ka ūdens nav piesārņots ar dažādiem izšķīdušiem sāļiem.



1. attēls Ūdens elektrovadītspēja

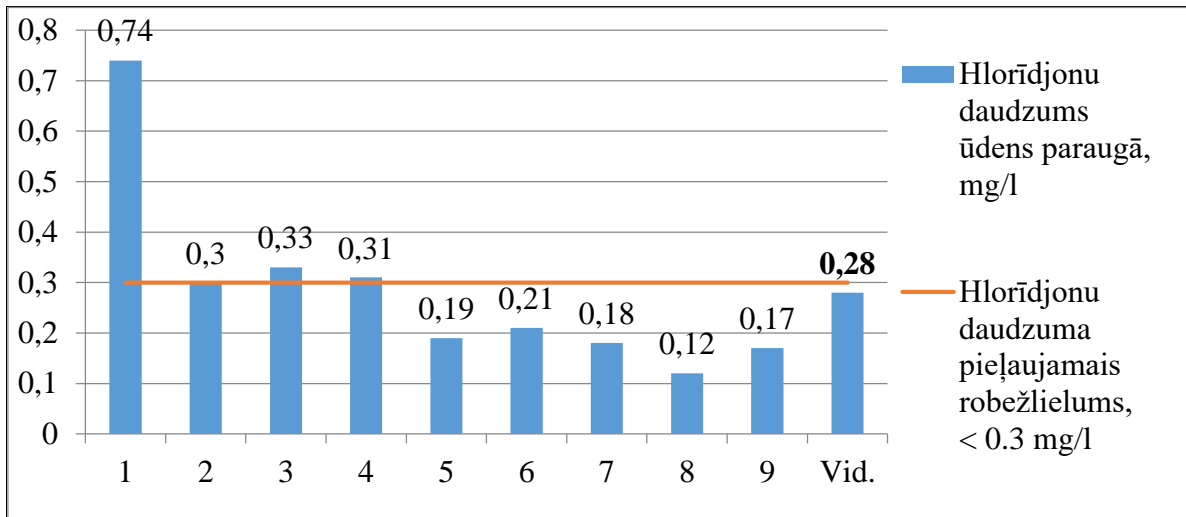
2. attēlā apkopotie dati norāda uz to, ka dzelzs daudzums, visos virszemes ūdens paraugos ir pārsniedzis dzelzs daudzuma pieļaujamo robežlielumu. Vidējais dzelzs daudzuma rādītājs ir 0.31 mg/l, kas arī pārsniedz robežlielumu 0.2 mg/l. [2] Paaugstinātas dzelzs koncentrācijas gadījumā ūdens reizēm ir ar sarkanbrūnu nokrāsu un ar metālisku garšu. Sarkanbrūna nokrāsa tika vizuāli redzama. Ūdenī dzelzs var izgulsnēties arī kā rūsas krāsas daļiņas.



2. attēls Dzelzs daudzums ūdenī

3. attēlā redzami rezultāti par hlorīdjonu daudzumu analizējamajos ūdens paraugos un tā pieļaujamo robežlielumu. Trijos no paņemtajiem ūdens paraugiem (pirmajam, trešajam, ceturtajam) konstatēts, ka ir pārsniegta hlorīdjonu robežvērtība. Pārējiem ūdens paraugiem hlorīdjonu robežvērtība netiek pārsniegta.

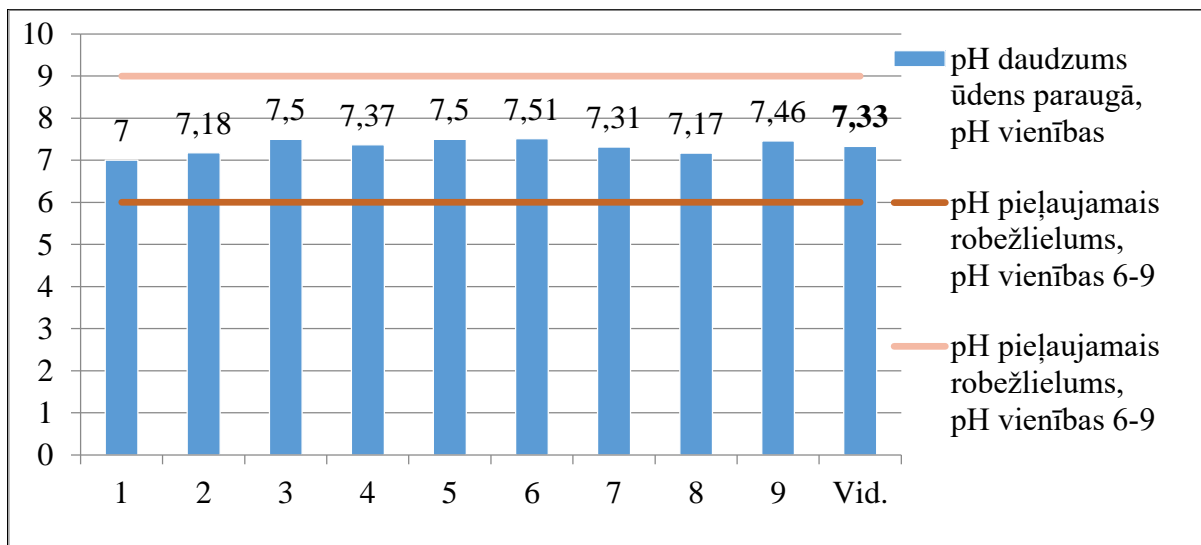
Vidējais hlorīdjonu daudzums ūdens paraugos, kuri ņemti no dīķa ir 0.28 mg/l un tas kopumā nepārsniedz pieļaujamo robežlielumu. Gandrīz visi ūdeņi, kas atrodas dabā satur halogēnu jonus un starp tiem dominē tieši hlorīdioni. Straujas hlorīdjonu daudzuma izmaiņas norāda uz to ka ūdenstilpne ir piesārņota. Šajā gadījumā hlorīdioni norāda uz to, ka dažās vietās dīķis iespējams ir piesārņots, jo piemēram, pirmajam ūdens paraugam hlorīdioni pat sasniedz 0.74 mg/l, tas norāda, ka tieši šajā vietā ir kāds piesārņojuma avots.



3. attēls Hlorīdjonu daudzums ūdenī

4. attēlā apkopoti iegūtie ūdens pH rādītāji, kurus mēra pH vienībās. Aprēķinot vidējo rādītāju ūdens pH ir 7.33. Pilnīgi tīram ūdenim pH ir jābūt 7, ja ir mazāks par 7, tad ūdens vide ir skāba, bet ja vairāk, tad sārmaina.[2] Pēc vidējā rādītāja, var secināt, ka dīķa ūdens ir sārmainš. Tas liecina par to, ka dīķī pieplūst sārmainš piesārņojums, galvenokārt, tas varētu būt no kanalizācijas un saimniecības ūdens novadīšanas vai no dīķī ieplūstošiem notekgrāvjiem.

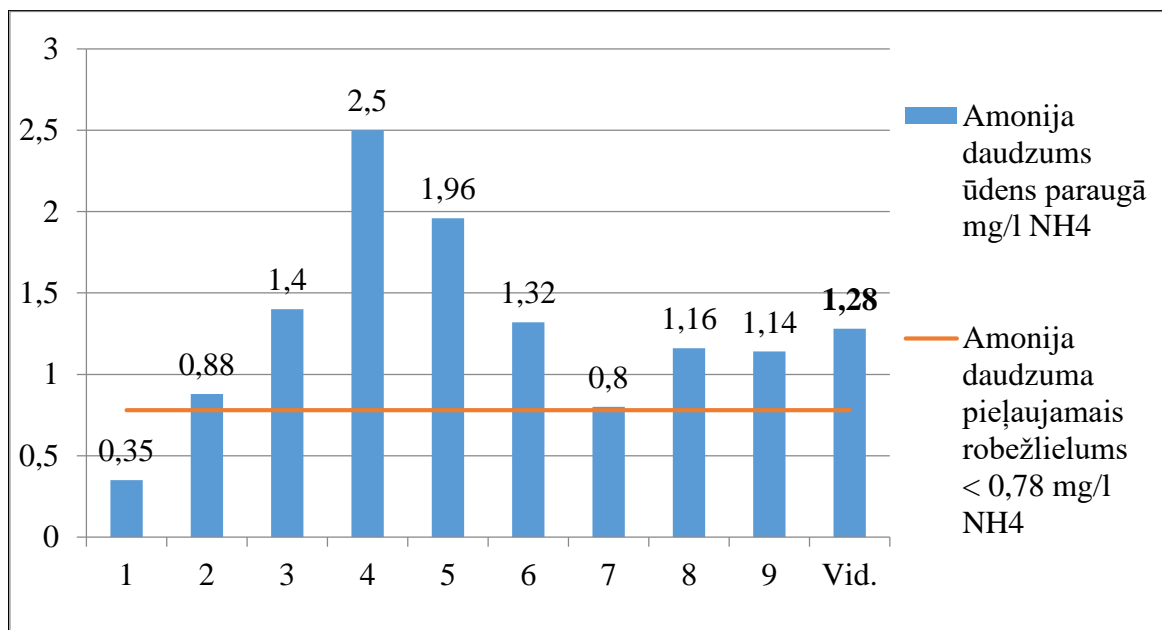
Daudzveidīgas dzīvības pastāvēšanai dīķa ūdenī pH līmenim jābūt robežās starp pH 6 un pH 9. Ja pH vērtība ir ārpus šīm robežām, tad šādi apstākļi var novest pie zivju un citu dīķa iemītņieku bojāejas.



4. attēls Ūdens pH

5. attēlā apkopoti rezultāti par amonija jonu daudzumu ūdens paraugos, kā redzams, astoņiem ūdens paraugiem ir pārsniegts amonija jonu pieļaujamais robežlielums ($< 0.78 \text{ mg/l}$).

Vidējie amonija jonu rādītāji ir 1.28 mg/l , kas krietni pārsniedz pieļaujamās normas, tas liecina, ka dīķī nokļūst notekūdeņi, vai varbūt dzīvnieku atkritumi un tas arī rada šāda veida piesārņojumu. Jo lielāka amonija jonu koncentrācija ūdenī, jo sliktāka ir tā garša un smarža. Amonija jonu pieļaujamais robežlielums virszemes ūdeņos ir $< 0.78 \text{ mg/l}$, bet dzeramajam ūdenim tā ir 0.50 mg/l . [2]



5. attēls Amonija daudzums ūdenī

1. tabulā ir apkopoti rezultāti, kas ir saistīti ar dziļurbumā iegūstamā dzeramā ūdens kvalitāti.

Kā var secināt no iegūtajiem datiem, dzeramais ūdens ir piesārņots, jo piemēram, organoleptiskie parametri kā smarža un krāsa, ir nepieņemami, lai to izmantotu dzeršanai.

1. tabula

Dzeramā ūdens rezultātus apkopjošā tabula

Ūdens parauga Nr. p/k.	Smarža	Krāsa	Amonija daudzums ūdenī mg/l	Hlorīdjonu daudzums ūdenī mg/l	Hroma daudzums ūdenī, mg/l	Mangāna daudzums ūdenī mg/l	Dzelzs daudzums ūdenī mg/l
1.	Dzēlīga	Brūngan sarkana	1.77 mg/l	0.18 mg/l	0.48 mg/l	0.86 mg/l	0.17 mg/l

Pēc organoleptiskajiem rādītājiem krāsa bija brūngansarkana un necaurredzama, bet smarža bija ļoti dzēlīga. Amonija jonu koncentrācija pārsniedza pieļaujamās normas vairāk nekā trīs reizes, jo amonija pieļaujamās normas ir 0,50 mg/l. Kad tiek pārsniegtas amonija jonu pieļaujamie robežlielumi, tad arī izmainās ūdens smarža un garša. Hlorīdjonu un dzelzs daudzums ūdenī nepārsniedza pieļaujamās normas. Hroma daudzums ūdenī bija ļoti liels, jo tas pārsniedza pieļaujamās normas gandrīz desmit reizes. Un tas ir diezgan ievērojams pārsniegums. Visvairāk robežlielumu pārkāpa tieši mangāns jo tā pieļaujamās normas ir 0.05 mg/l, bet iegūtie rezultāti uzrādīja 0.86 mg/l un tas vairāk kā 17 reizes pārsniedz normu.[3]

Kad tiek pārkāptas mangāna pieļaujamās normas, tad ūdenim ir raksturīga metāliska piegarša, reizēm ir vērojama brūngansarkana nokrāsa un uz traukiem, vannām gan uz izlietnēm un sanitārajām iekārtām ir vērojami brūnganmelni nosēdumi. Veidojas brūni un melni traipi uz veļas un ūdens caurulēs.

Secinājumi

1. Dzeramajam ūdenim no 7 parametriem 5 bija pāri atļautajām robežnormām. Dzeramajā ūdenī amonija jonu koncentrācija pārsniedza pieļaujamās normas vairāk nekā trīs

reizes. Hroma daudzums ūdenī pārsniedza pieļaujamās normas gandrīz desmit reizes. Mangāns pieļaujamās normas pārsniedza vairāk kā 17 reizes. Tikai hlorīdjonu un dzelzs daudzums ūdenī nepārsniedza pieļaujamās normas.

2. Robežlielumus dīķa ūdens paraugos pārsniedza dzelzs jonu daudzums un amonija daudzums. Pieļaujamo 0.2 mg/l vietā dzelzs jonu daudzums bija 0.31 mg/l, savukārt amonija robežlielums ir 0.78 mg/l, bet rezultāti uzrādīja 1.28 mg/l. Vidējais hlorīdjonu daudzums visos dīķa ūdens paraugos bija 0.28 mg/l, bet robeža ir 0.30 mg/l, tātad līdz robežlieluma pārkāpšanai nav daudz un ņemot vērā to, ka dažās vietās šīs robežas tika pārsniegtas, var secināt, ka hlorīdjonu daudzums dīķī ir kritiskajās robežās.

3. Pēc visu datu apkopošanas var secināt to, ka dīķis un dziļurbums, kas atrodas Ošupes muižas apkārtnē ir piesārņots. Tā kā kvalitatīvs ūdens ir viens no veselības uzturēšanas priekšnosacījumiem, tad piesārņojuma dēļ no dziļurbuma tas nav izmantojams kā dzeramais ūdens un dīķa ūdens nav izmantojams rekreācijai.

Summary

The paper describes a problem that affects drinking water source in Galēni. The problem which has been observed is that the water in borehole quality is visual deterioration, as the reason for this could be a pond located next to it, because its quality visually looks polluted. Therefore, in order to determine in what condition is these water sources, it were sampled and subjected to analyze.

Were taken 10 water samples, 9 out of the pond and one of the borehole. In laboratory water was conducted in five experiments and was used five machines, they were:

- Colorimeter (HACH DR / 890)
- PH meter (Adrona AM1605)
- Conductivity Detector (ECTestr11)
- Photometer (AQUALITIC AL800)
- The atomic absorption spectrometer (AAAnalyst200).

The paper describes how to handle this equipment.

After all the data collection, it can be concluded that the pond and borehole located in Ošupes manor is polluted. Drinking water is contaminated because out of the 7 parameters 5 were over the permitted limit. In drinking water ammonium level are even higher than in the pond. Looking at the results we can say that the pond is one of the reasons why the borehole water is contaminated.

Literatūra

1. Strode G, *Ūšupis muiža un parks*. (skat. 11.04.2016) <http://www.galenupamatskola.lv/kulturvestures-biedriba/usupuis-muiza-un-parks>
2. Ministru kabineta noteikumi Nr.118, *Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti*. (skat. 12.04.2016) <http://likumi.lv/doc.php?id=60829>
3. Ministru kabineta noteikumi Nr.235, *Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība*. (skat. 12.04.2016) <http://likumi.lv/doc.php?id=75442>

MEŽU ATJAUNOŠANAS GAITAS RISKA FAKTORU ANALĪZE UN PIEDĀVĀTAIS RISINĀJUMS VIDUSDAUGAVAS MEŽSAIMNIECĪBĀ *FOREST REGENERATION PROCESS RISK ANALYSIS AND THE PROPOSED SOLUTION IN VIDUSDAUGAVA FORESTRY*

Autors: **Simona Geršebeka** e-pasts: simona.gersebeka@gmail.com, +371 26201870
Zinātniskā darba vadītājs: **Ivars Matisovs, Mg.sc.env., Mg.geogr.**
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *In this research was explored forest regeneration process and dealt with reforestation related risks. During the research period, where were an evaluation of occurring risk factors and determined the most common form, technology was designed to prevent the risk – remove the effects of artiodactyls. The research was conducted during the period from September 2014 till January 2015, surveying forests in Vidusdaugava forestry and analyzing data from forestry about forest regeneration statistics.*

Keywords: *forest regeneration, risk factors, Vidusdaugava forestry, artiodactyls*

Ievads

Koksne ir vienīgais plaši pieejamais materiāls, kas ir atjaunojams, un šim faktam ir svarīga loma neatjaunojamo resursu patēriņa samazināšanas stratēģijā. Mežam kā produktam jābūt ražīgam, veselīgam un kvalitatīvam, jo vienīgi tāds mežs var izlīdzināt klimata izmaiņas cilvēka un industrijas piesātinātajā biosfērā. Savukārt, lai izaugtu veselīga un izmantojama mežaudze, tā jāpasargā no meža augšanas riskiem – abiotiskiem, antropogēniem un biotiskiem faktoriem. Kokmateriāli jāiegūst ilgtspējīgās mežsaimniecībās, kas pievērš uzmanību ekonomiskajiem, sociālajiem un ekoloģiskajiem aspektiem [1].

Mežaudžu apsaimniekošana saistībā ar kokaudžu augšanas potenciālu iespējama tikai tad, kad mežkopībai tiek pievērsta tai nepieciešamā uzmanība. Tieši mežkopībā fokusējas visi ģenētikas, selekcijas, aizsardzības, kopšanas ciršu, meliorācijas un citi meža ražību paaugstinošie pasākumi, kas nereti kļūdaini tiek vērtēti kā pašmērķi. Tas nozīmē, ka mežkopības pasākumu prognozēšanai un mērķtiecīgai izpildei nepieciešama operatīvāka pieeja, kokaudzes augšanas potenciāla un audzēšanas riska objektīva izpēte [2].

Pētnieciskais darbs ir vērsts uz mežu atjaunošanas risku faktoru izvērtējumu un jaunas aizsarg tehnoloģijas ieviešanu, kas aizsargātu koku stādus no pārnadžiem.

Materiāli un metodes

Pētnieciskā darba izstrādei tika izmantotas vairākas pētījuma metodes:

- Literatūras apkopošana un analīze;
- Kartogrāfiskā materiāla analīze;
- Lauka pētījuma metodes;
- Sintēze un datu kamerālā apstrāde.

Pētījumā tika apskatīti un apkopoti tikai nedaudzi no visiem iespējamajiem risku veidiem un meklēti reāli risinājumi, kā arī aplūkoti jau piedāvātie. Konkrētāk tika apzinātas priežu, bērzu un apšu jaunaudzēs, kur, izveidojot parauglaukumus, tika pētīti apsaimniekošanas riska faktori un to ietekmes sekas.

Pētījuma veikšanai tika izmantotas 1–40 gadus vecās priežu jaunaudzēs un 1–20 gadus vecās alkšņu jaunaudzēs, katrā no tām tika ierīkoti pagaidu apļveida vai taisnstūra parauglaukumi. Parauglaukuma formas izvēle bija atkarīga no audzes biežības, jo lielas biežības audzēs nepieciešams ierīkot taisnstūrveida parauglaukumus.



1.attēls Pētījuma objektu atrašanās vieta Vidusdaugavas mežsaimniecībā [3]

Empīriskais materiāls iegūts priedes un melnalkšņa jaunaudzēs. Pētījumi veikti Vidusdaugavas mežsaimniecības Jaunjelgavas mežniecības pieguļošajās meža zemēs. Mežaudžu izpēte izraudzīta atkarībā no ietekmes (riska) faktoriem.

Katrā pagaidu parauglaukumā uzskaitīti koki, uzmērīti koku stumbra caurmēri. Attiecīgi no koka stumbra caurmēra lieluma, to uzmērīšanai 1,3 m virs sakņu kakla izmantoti šādi mērinstrumenti: bīdmērs, parastais dastmērs, mērlente. Koka stumbra caurmēra mērījumi veikti ar 1 cm precizitāti. Katrā uzņēmā jaunaudzē 20–30 kokiem uzmērīti augstumi. Mērījumi veikti ar Measure Height un Smart Measure programmu mobilajā ierīcē. Visi ievāktu datu dendrometriskie rādītāji tiek matemātiski apstrādāti pēc 1., 2. un 3. formulas.

Pēc prof. V. Zaharova un A. Kondratjeva pētījumiem, augstuma variācijas koeficienti ir sekojoši – priežu audzēs 6–8 %. Tādējādi, lai vidējo augstumu noteiktu ± 5 % kļūdas robežās, jāizmēra 2–3 koku augstumi, bet, lai kļūda nepārsniegtu ± 10 %, pietiekoši izmērīt 1 koka augstumu [4]. Sevis izvēlētajās priežu audzēs noteicu 5 koku augstumu.

$$D_g = \sqrt{\frac{g_{vid}}{0,785}} * 100 \quad (1)$$

kur D_g – audzes vidējā koka stumbra caurmērs, kas aprēķināts no vidējā koka šķērslaukuma (g_{vid}), cm;
 g_{vid} – audzes vidējā koka šķērslaukums, m^2 .

$$P = \frac{n*100}{N} \quad (2)$$

kur P – slimības vai bojājumu sastopamība, %;
 n – slimo vai bojāto koku skaits, gab. ha^{-1} ;
 N – kopējas uzskaitīto koku skaits, gab. ha^{-1} .

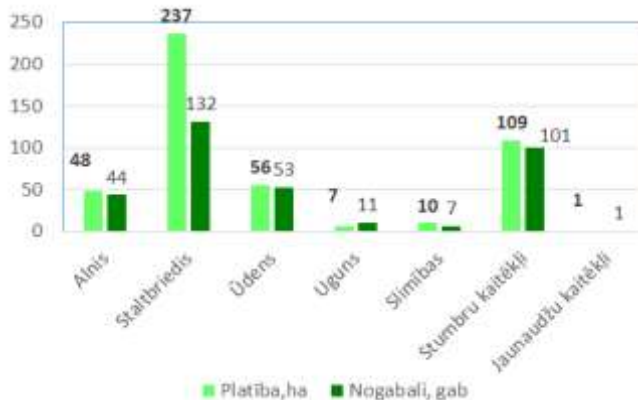
$$R = \frac{\sum n_i b_i * 100}{N * k} \quad (3)$$

kur R – slimības vai bojājuma intensitāte, %;
 n – slimo vai bojāto koku skaits, gab. ha^{-1} ;
 b – slimības vai bojājuma pakāpe ballēs;
 N – kopējais uzskaitīto koku skaits, gab. ha^{-1} ;
 k – augstākā slimības vai bojājuma pakāpe ballēs [5].

Pārnadžu bojājumu riska izvērtēšanai tika analizēta to atrašanās meža masīvā un aprēķināti divi rādītāji – bojājuma sastopamības īpatsvars (2. formula) un bojājuma intensitāte (3. formula).

Rezultāti un to izvērtējums

Vidusdaugavas mežsaimniecībā tiek uzskaitīti meža bojājumi, tos sekojoši klasificējot – vēja, dzīvnieku, ūdens, kaitēkļu, slimību, uguns izraisītie bojājumi. Visplašāk mežā novēroti vēja, kaitēkļu un dzīvnieku nodarītie bojājumi [6].



2. attēls Bojājumu izraisītāji Vidusdaugavas mežsaimniecībā 2014. gadā [6]

Pārnodžu apdraudētajās platībās veiksmīgi tiek pielietots repelents „Cervakol Ekstra” uz smilšu bāzes. Katru gadu tiek apsekotas jaunaudzēs un izveidota pārnodžu postījumu statistika, lai veiktu aizsardzības pasākumu plānošanu šajos apgabalos [6].



- Vidēja bojājuma intensitāte 10-30%
- Liela bojājuma intensitāte 40-70%
- Iznīkusi audze 80-100%

3. attēls Dzīvnieku bojājumu sadalījums intensitātes grupās Vidusdaugavas mežsaimniecībā 2014. gadā [7]

Katrā pagaidu parauglaukumā uzskaitīti koki, uzņēmīti koku stumbra caurmēri un 1. tabulā atspoguļoti parauglaukumu raksturojošie rādītāji.

1. tabula

Parauglaukumu (PL) raksturojošie rādītāji

PL nr.	Atjaunojamā suga	PL izmērs, m ²	Jaunaudzes platība, ha	Vid. koka stumbra caurmērs, cm	Vid. koka augstums, m	Koku skaits uz ha
1.	Priede	25	0,70	32	1,97	42
2.	Priede	25	0,90	44	2,38	58
3.	Melnalksnis	50	1,60	28	9,96	84

Pārnodžu bojājumu riska izvērtēšanai tika analizēta to atrašanās meža masīvā un aprēķināti divi rādītāji – bojājuma sastopamības īpatsvars (2. formula) un bojājuma intensitāte (3. formula). Rezultāti apkopoti 2. tabulā.

2. tabula

Pārnadžu bojājumu sastopamība un intensitāte

	1. audze	2. audze	3. audze
Bojājumu sastopamības īpatsvars, %	14,29	5,17	5,95
Bojājumu intensitāte, %	0,002	0,001	0,003

Visnozīmīgākie bojājumi konstatēti jaunaudzēs, kuras atrodas tiešā izcirtuma malā. Tādās audzēs bojājumu sastopamība sasniedz pat 14,3 %, kas nav daudz, taču, ja netiks domāts par aizsardzības līdzekļu metodēm, to intensitāte var palielināties.

Izveidotās tehnoloģijas darbība pakļauta dažādiem meža stādīšanas nosacījumiem – jaunaudzēs atrašanās vietai, augsnes sagatavošanai un stādu iegādei. Tehnoloģijas pamatā ir mežu stādāmais stobrs, kuram piekonstruēts repelenta Plantskydd izsmidzinātājs – norisinās ietvarstādu stādīšana un apstrāde ar aizsardzības līdzekli vienlaikus.

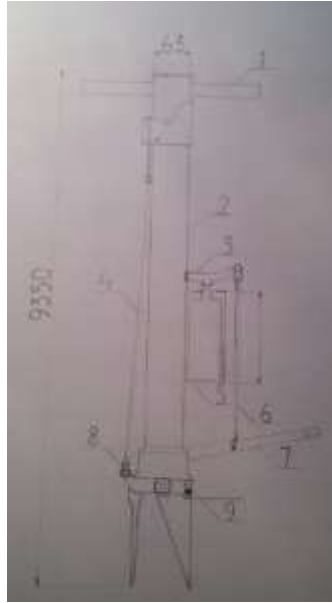
Atvieglot meža stādītāju darbību, jāizveido darbu gaita, kādā norisināsies stādīšana. Sākuma stadijā nepieciešams izveidot meža zemju plānu, konkrēti norādot atjaunojamās platības. Taču viens no svarīgākajiem procesiem darbu gaitā ir augsnes sagatavošana. Ar augsnes sagatavošanu tiek panākti optimāli augšanas apstākļi jaunajiem kociņiem [8]. Vislabākais laiks augsnes gatavošanai ir no jūlija līdz vēlam rudenim. Darbs jāveic iepriekšējā gadā pirms stādījumu ierīkošanas, lai pa ziemu augsne varētu nosēsties un sablīvēties. Agri pavasarī, tieši pirms stādīšanas, gatavotas joslas ātri izžūst, bet, ja augsne gatavota jau iepriekšējā vasaras sākumā, sagatavotā platība līdz stādīšanas laikam paspēj aizzelt [9]. Smagās augsnēs apstrādi veic 1,5 – 2 m platu joslu veidā, lietojot, gan lauksaimniecības arklus, gan speciālo meža augsnes apstrādes tehniku [10].

Pēc augsnes apstrādes un vagu izveidošanas norisinās stādu iegāde. Atjaunošanai vislabākā izvēle ir priežu ietvarstādi. Stādu rezerves izvieto dienas sākumā, gatavojoties stādīšanai. Stādīšana nepieciešamajā meža zemēs norisinās ar stādāmo stobru, kas apvienots ar repelenta izsmidzināšanas ierīci. Stādāmais stobrs ir ierīce, kas veidota ietvarstādu stādīšanai. Augstu darba ražīgumu vari panākt, ievērojot pareizu kustību secību – ievieto stādu stobrā, iedur stobru zemē, piespiež pedāli, lai atvērtu stobru un stāds iekrīt tikko izveidotajā stādīvietā, izvelk stobru, aiztaisa stobru, atlaižot pedāli, vienlaikus pieminot stādu ar papēdi, lai panāktu ciešāku sakņu kontaktu ar augsni un dodas uz nākamo stādīvietu, pa ceļam ievietojot stobrā jaunu stādu [2].

Brīdi, kad tie nospiež pedāli, iedarbojas ne tikai atvēršanas mehānisms, bet arī izsmidzināšanas ierīce, kura apstrādā, stobrā esošo, ietvarstādu ar repelentu Plantskydd. Līdzeklis atbaida dzīvniekus ar specifisku smaku, kura tiem asociējas ar plēsēju klātbūtni un darbību. Dzīvnieki parasti netuvojas apstrādātam kokam un pat nemēģina to grauzt. Smaka nav nepatīkama apstrādātājiem – mežu apsaimniekotājiem.

Līdzekli ieteicams lietot divas reizes gadā, agri no rīta vai vakarā. Līdzeklim nepieciešama diennakts, lai tas iesūktos koku skujiņās vai mizā. Karstā un ļoti sausā laikā līdzeklis iesūcas pāris stundu laikā. Deva skuju koku jaunaudzēs ir 1 kg uz 1000 jaunajiem kociņiem, t.i., 1 kg pulvera atšķaida ar 5 l ūdens. Darba šķidrums patērējis 5,0–5,5 litri uz 1000 kociņiem jeb 5–5,5 ml darba šķidrums uz kociņu [8].

Mežu stādāmā stobra apvienošana ar repelenta izsmidzinātāju ir laika ietaupījums, jo šī procedūra pirmajā reizē nav jāveic atsevišķi. Šīs tehnoloģija aplūkojama 4. attēlā.



4. attēls Mežu stādāmā stobra apvienots ar repelenta izmidzinātāju.

1 – gumijas rokturis, 2 – stobra caurule, 3 – spiedējsvira, 4 – atbrīvošanas caurule, 5 – repelenta novietne, 6, 8 – atvilkējatspere, 7 – pedālis, 9 – dziļuma ierobežotājs.

Secinājumi

1. Pārnadži ir ekonomiski un saimnieciski nozīmīgākā Latvijas medību faunas sastāvdaļa, tomēr, pārlieku savairojoties, tie var nodarīt ievērojamus postījumus mežsaimniecībai. Latvijas valsts meži pārnadžu apdraudētajās platībās pielieto repelentu „Cervakol Ekstra” uz smilšu bāzes, jo tieši pārnadži no visiem izraisītājiem rada 61 % lielu bojājumu jaunaudzēs.

2. Veicot pētījumu par pārnadžu bojājumiem, visnozīmīgākie bojājumi konstatēti tajās jaunaudzēs, kuras atrodas tiešā izcirtuma malā. Tādās audzēs bojājumu sastopamība sasniedz pat 14,3 %, kas nav daudz, taču, ja netiks domāts par aizsardzības līdzekļu metodēm intensitāte var palielināties.

3. Mežu stādāmā stobra apvienošana ar repelenta izmidzinātāju ir laika ietaupījums, jo šī procedūra pirmajā reizē nav jāveic atsevišķi.

Summary

After the forest regeneration risk analysis and careful evaluation may determine the course of the restoration necessary protective equipment need to use. The biggest threats for the regeneration of forests are even-toed ungulates energized and new trees trunk pests that threaten forest lands full recovery.

Research of the cloven-hoofed damage young growths most important lesions detected in young growths, which are located in the immediate edge of the glade. Lesions in the stands as high as 14, 3%, which is not much, but if forest owners will not think about remedies methods intensity may increase.

The research was developed technology of forests regeneration and this forest planting barrel merging with repellent dispenser is a time- saving , as this procedure the first time, not be carried out separately .

Literatūra

1. Zālītis, P. (2009). *Mērķtiecīgi izveidoto kokaudžu struktūra*. Salaspils: LVMI "Silava".
2. LVM (2012). *Ražīgas darba metodes mežkopībā*. file:///C:/Users/Vinet/Downloads/Razigas_darba_metodes_mezkopiba.Buklets.pdf, sk. 16.01.2015.
3. Google maps. (2015): <https://www.google.lv/maps/@56.5026464,25.2470829,14z>, sk. 14.01.2015.

4. Grunda, V (2007). *Mežaudzes taksācijas rādītāju noteikšanas metodes un precizitāte*. <http://ilga.cs.ltu.lv/uploads/File/prezentacijas/9.pdf>, sk.14.01.2015.
5. Miezīte, O. (2013). *Jaunaudžu veselības stāvokļa analīze*. http://maplas.mf.ltu.lv/materiali/OMiezite_Mezzinatnes_diena.pdf, sk. 16.01.2015.
6. LVM (2014). *Meža apsaimniekošanas plāna kopsavilkums*. <http://www.lvm.lv/sabiedribai/meza-apsaimniekosana/meza-apsaimniekosanas-cikls/planosana>, sk.14.01.2015.
7. Brauners, I. (2014. gada 16. oktobris). *2014.gada briežveidīgo bojājumu uzskaites rezultāti, analīze*. Koknese.
8. EVA (2014). *Repelents zvēru bojājumu ierobežošanai koku jaunaudzēs*. http://www.eva.lv/?do=showproduct§ion=Augu_aizsardz%C4%ABba_142&lang=lv&product=Plantskids_%C5%A1.p._Repelents_zv%C4%93ru_boj%C4%81jumu_ierobe%C5%BEo%C5%A1anai_koku_jaunaudz%C4%93s._1kg_Re%C4%A3._Nr._0274_Re%C4%A3.klase_3_7929, sk.16.01.2015.
9. Kasparinskis, R. (2012). *Latvijas meža augšņu daudzveidība un to ietekmējošie faktori*. http://www.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/zinas/Promocijas_darbs_Kasparinskis.pdf, sk.14.01.2015.
10. Mangalis, I. (2004). *Vides faktoru loma meža atjaunošanā*. Rīga: "Et Cetera".

ATTĪRĪTA ŪDENS KVALITĀTE EKSPERIMENTĀLĀ IECIRKŅĀ LABORATORIJĀ

CLEANED WATER QUALITY IN THE EXPERIMENTAL CIRCUIT LABORATORY

Autors: **Agnese Grisone**, e-pasts: agnese.grisone@gmail.com
Edmunds Teirumnieks, Profesors, Dr.sc.ing.
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115

Abstract: *For the moment there is no problem, because the clean water complies with the following requirements. But it is the nature of the mechanical problems, where technical and cleaned water in the production process increased conductivity indicators and the pH value is less than the soft water after legislative dossier. Materials and methods are described in the clean water sampling physical – chemical testing, as well as describes the methods used. And you are prompted to create the electricity supply system, which, in addition to the accidental or unplanned power off position. It will depend on the results of a number of indicators. You can view a version of the technology, if not improving, the ability to create an automatic power supply system.*

Keywords: *Cleaned water, cleaned water quality*

Ievads

Attīrīto ūdeni iegūst no rūpnīcas dzeramā (artēziskā) ūdens. Attīrīta ūdens sistēma paredzēta nepārtrauktai (diennakts) darbībai, lai apgādātu ar attīrītu ūdeni eksperimentālo iecirkni (EKI) AFV (aktīvās farmaceitiskās vielas) un TĶP (tīro ķīmisko produktu) iecirkni: tehnoloģiskiem mērķiem, kā arī iekārtu mazgāšanai, kā arī apgādāt laboratoriju ar attīrītu ūdeni.

Attīrīta ūdens sistēma atbilst tehniskās apkopes pirmajai kategorijai. Attīrīta ūdens sistēmas materiāli un konstrukcija ir piemērota TĶP un AFV ražotņu nodrošināšanai ar attīrītu ūdeni saskaņā ar LRP prasībām. [1]

Problēma ir tāda, ka notiek mehāniskas un tehniskas problēmas, kuras rezultātā palielinās elektrovadītspējas rādītāji, pH vērtība un neatbilst kāds no mikrobioloģiskajiem rādītājiem.

Materiāli un metodes

Parauga noņemšana un analīžu veikšana notika saskaņā ar normatīvi – tehnisko dokumentāciju.

Attīrīta ūdens paraugu noņemšana fizikāli - ķīmiskai testēšanai

- ✓ Parauga noņēmēju un trauku divas reizes izskalot ar noņemamo ūdeni.
- ✓ Noņemot attīrīta ūdens paraugu no cirkulācijas sistēmas, pirms parauga noņemšanas noliet pirmo porciju, kuras lielums ir atkarīgs no katras konkrētās cirkulācijas sistēmas konstrukcijas.
- ✓ Noņemot attīrīta ūdens paraugu no attīrīšanas iekārtas, pirms parauga noņemšanas no attīrīšanas iekārtas savācēja notecināt ūdeni 15 - 20 minūtes.
- ✓ Paraugu noņemt speciāli sagatavotā stikla traukā ar piespīlētu korķi.
- ✓ No cirkulācijas sistēmas/attīrīšanas iekārtas savācēja noņemtais paraugs ir sērijas reprezentatīvais paraugs. [2]

Attīrīta ūdens paraugi tika noņemti 2015. gada decembrī. Attīrīta ūdens paraugi tika ņemti uzņēmumā AS „Olainfarm” no trim vietām:

- eksperimentālās iecirkņa laboratorijas (EIL) 12. korpusa 309 telpas no ūdens dejonizatora;
- 2 paraugi no 22. korpusa EKI ceha (0-5) un (0-8) ņemšanas vietām.

Attīrīta ūdens rādītāju noteikšana tika veikta saskaņā, ar laboratorijas analīzes metodēm un to rādītāji un noteiktās prasības parādītas 1. tabulā. [3]

1. tabula

Attīrīta ūdens kvalitātes specifikācija [3]

Nosakāmie rādītāji	Prasības	Analīzes metode
Apraksts	Dzidrs un bezkrāsains šķidrums	Vizuāli
TOC vai Oksidējamās vielas	Ne vairāk par 0,5 mg/L Iztur pārbaudi	Ph.Eur., 2.2.44 Dok.Nr.KQM7.028.002
Elektrovadītspēja 20°C temperatūrā	Ne vairāk par 4,3 μS/cm	Water Purified Ph.Eur. monogrāfija
Nitrāti	Ne vairāk par 0,2 ppm	Dok.Nr. KQM7.028.002
Smagie metāli	Ne vairāk par 0,1 ppm	Dok.Nr. KQM7.028.002
pH	5,0 - 7,0	Dok.Nr. KQM7.028.002, Ph. Eur., 2.2.3
Sausais atlikums	Ne vairāk par 0,001%	Dok.Nr. KQM7.028.002
Hlorīdi	Iztur pārbaudi	Dok.Nr. KQM7.028.002
Sulfāti	Iztur pārbaudi	Dok.Nr. KQM7.028.002
Amonija joni	Ne vairāk par 0,2 ppm	Dok.Nr. KQM7.028.002
Kalcijs un magnijs	Iztur pārbaudi	Dok.Nr. KQM7.028.002

Analīzes metode

pH noteikšana

Aparatūra

- ✓ Svari, precizitāte ne mazāka par 0,001 g.
- ✓ pH-metrs, precizitāte ne mazāka par 0,01 pH

Reāģenti

- ✓ Ūdens, H₂O, attīrīts;
- ✓ Kālija hlorīds, KCl, saturs ne mazāk par 99,5 %

Piesātinātā kālija hlorīda šķīduma pagatavošana

26,0 g kālija hlorīda 100 mL mērkolbā izšķīdina ūdeni, atšķaida ar ūdeni līdz mērzīmei un samaisa. Šķīdums satur neizšķīdušus kālija hlorīda kristālus. Izmanto dzidro šķīdumu. Šķīdums derīgs 6 mēnešus.

Darba gaita

100 mL analizējamā ūdens pielej 0,3 mL piesātināta kālija hlorīda šķīduma un potenciometriski mēra šķīduma pH. [4]

Elektrovadītspējas pārbaudes noteikšana

Aparatūra

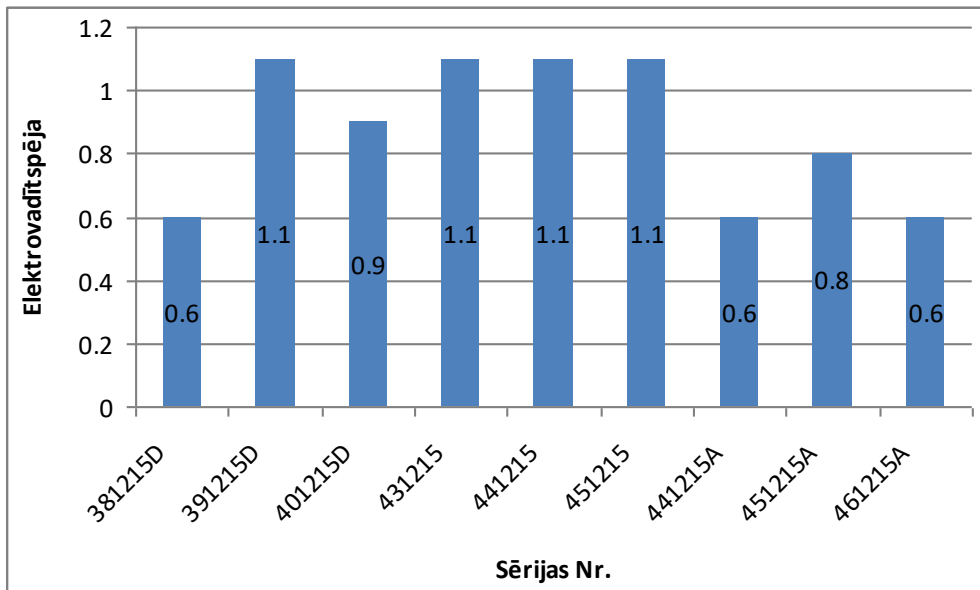
Konduktometrs ar elektrovadītspējas noteikšanas diapazonu līdz 10 sm·cm⁻¹

Darba gaita

Ieliet vārglāzē apmēram 50 ml ūdens parauga. Ievietot konduktometra elektrodus ūdenī. Pagaidīt, līdz elektrovadītspējas rezultāts uz ekrāna nemainās, un pieraksta to darba žurnālā kā arī protokolā. Izņemt elektrodus no ūdens parauga, noskalot ar destilētu ūdeni un nosusināt ar filtrpapīru. [5]

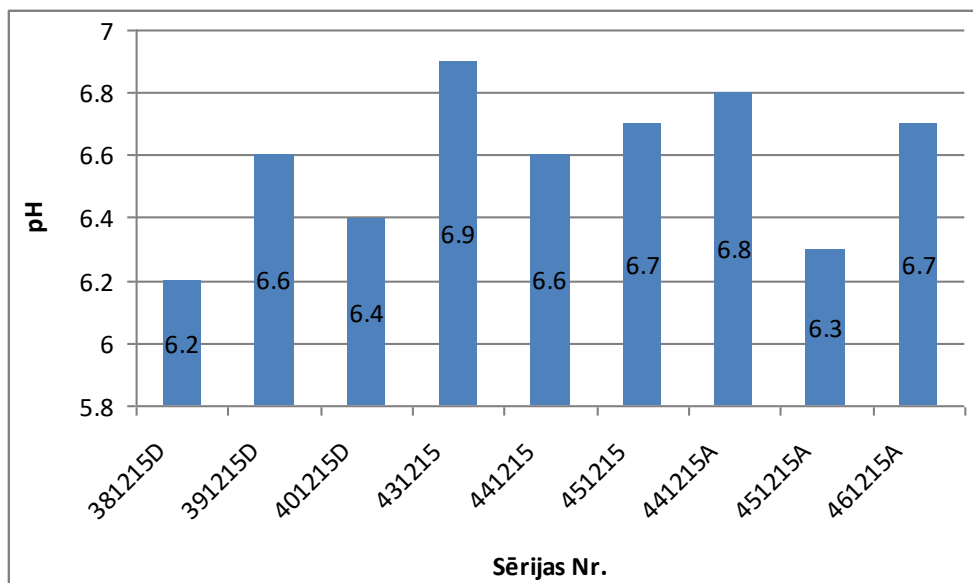
Rezultāti un to izvērtējums

EKI ceļā attīrīta ūdens ražošanas galvenās problēmas ir mehāniskas un tehniskas problēmas, kuru rezultātā paaugstinās elektrovadītspējas rādītāji. Uz doto mirkli šī problēma nav konstatēta, jo pēc redzamā attēla EIL elektrovadītspēja atbilst noteiktajām prasībām (ne vairāk par 4,3 μS/cm).



1. attēls Attīrīto ūdens paraugu elektrovadītspējas noteikšanas diagramma

2. attēlā tiek parādīti attīrīta ūdens pH vērtības noteikšanas rezultāti, kuri atbilst pēc noteiktām prasībām (pH 5,0 – 7,0). Bet var saskatīt, ka sērijā 431215 un 441215A ir uz normas robežām.



2. attēls Attīrīta ūdens paraugu pH vērtību diagramma

Izpētot tehniskos dokumentus tika atrasts, ka 2014. gadā pēc tehniskiem datiem attīrīta ūdens ražošanai, bija nepieciešams sūkņa remonts, jo nenotiek sārma padeve mīkstinātā ūdens cauruļvadā. Kā arī nepieciešams pH – metra kalibrēšana, jo atšķiras pH mērījumi k100 un laboratorijas pH – metram. pH vērtība mīkstinātā ūdenim neatbilst pēc prasībām (ir mazāk par 8). Arī ietekmējas attīrīta ūdens elektrovadītspēja, jo tā bija normas robežās (norma ne vairāk par 3,0, faktiski 2,86 – 2,95 $\mu\text{S}/\text{cm}$) [6]

Secinājumi

Attīrīts ūdens AS „Olainfarm” EIL atbilst visām normatīvajos aktos noteiktajām prasībām.

Katru nedēļu tiek veiktas attīrīta ūdens kvalitātes kontroles analīzes.

Izvērtējot attīrīta ūdens kvalitāti tika secināts, ka attīrītais ūdens, ko iegūst no rūpnīcas (artēziskā) ūdens ir attīrīts un to var lietot ceha un laboratorijas vajadzībām. Pēc izpētītajiem rezultātiem var izsecināt, ka ūdens paraugi atbilst pēc noteiktajām prasībām. Attīrīta ūdens ražošanas gaitā reizēm rodas mehāniskas un tehniskas problēmas.

Ja kāds rezultāts pēc testēšanas metodes ir lielāks par normatīvu, tad tiek rakstīts neatbilstības protokols un ziņo vadītājiem. Un vadītāji norīko turpmāko rīcību, lai novērstu šo neatbilstību un tad atkārtoti nodod paraugu, ja iekļaujas normās, tad neatbilstība tiek novērsta. Lai attīrīta ūdens sagatavošanas iekārtu problēmas tiktu pamanītas jau laicīgi operatoriem katru dienu jāapsēko attīrīta ūdens ražošanas process.

Maģistra darba ietvaros tiek plānots izveidot papildus elektrības piegādes sistēma, kura risinās problēmu nejauša vai neplānota elektrības izslēgšanas situācijā. No tā būs atkarīgi vairāku rādītāju rezultāti. Kā variants var apskatīt esošo tehnoloģijas uzlabošanu, ja nebūs iespēja izveidot jaunu automātisku elektrības padeves sistēmu.

Summary

Cleaned water's at the Olainfarm parameters are Goodyear and are the same comparing with all protocols.

Every week water parameters are checked.

According to water centros analyses resources is cleaned and may be used in the workshop and laboratory. If some result is above normal parameter, then special protocol is written. Also signal go to the leader. Alter that leader decides what to do.

To get good parameters operators must check system and control procedure dayly.

In magistry graduated work will be planed to develope new electricity station, which will save process performance If mainstream will be broken. Many results will be established and many proceses will be saved. Also exsisting system might be upgrade. The mean of work will be target to find the best option.

Literatūra

1. A. Putniņa, Instrukcija ITK EKI-IEI-06, 08.08.2013., Dok. Nr. DKI9.049.016/3
2. Paraugu noņemšana fizikāli - ķīmiskai testēšanai
3. A. Zemcova, Kvalitātes specifikācija „Ūdens, attīrīts”, 30.11.2012., Dok. Nr. KIS7.028.003/8
4. Dz. Doķe, Analīzes metode „Ūdens, attīrīts”, 19.05.2015., Dok. Nr. KQM7.028.002/6
5. Analīzes metode Water Purified Ph. Eur. Monogrāfija
6. Tehnisko izmaiņu konroles veidlapa

SADZĪVES ATKRITUMU ANALĪZE RĒZEKNES PILSĒTĀ HOUSEHOLD WASTE ANALYSIS IN REZEKNE CITY

Autors: **Aigars Kolčs**, e-pasts: Aigarskolcs@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: **Gotfrīds Noviks, Dr.habil.Geol.**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *The aim of the research work was to analyse the municipal solid waste management system in Rezekne city and to provide recommendations for its improvement. The work consists of 3 main chapters. The first chapter gives a short survey of information on waste management, on the type of waste treatment, waste stream management in Rezekne city. The second chapter reveals the methods used in the work. The third chapter gives the results of the work - reduction of the total number of waste to be disposed in landfill sites. At the end of the research work are given recommendations for improving the waste management system in Rezekne city.*

Keywords: *waste management, municipal solid waste, waste sorting, Rezekne city*

Ievads

Atkritumu problēma ir viena no aktuālākajām vides problēmām gan globālā, gan lokālā līmenī.

To apzinoties, cilvēki ir sākuši attīstīt atkritumu ilgtspējīgu apsaimniekošanu, kas sevī ietver atkritumu otrreizēju pārstrādi, otrreizēju izmantošanu vai enerģijas iegūšanu no atkritumiem. Pašlaik diezgan plaši pasaulē tiek veikta šādu atkritumu šķirošana:

Papīrs – jauna papīra ražošanai,

Stikls – jauna stikla vai pudeļu ražošanai,

Elektroniskie lūžņi un metāli – jaunu metāla izstrādājumu iegūšanai,

Plastmasa - jaunas plastmasas ražošanai; plastmasas veidu ir ļoti daudz un tikai daži ir piemēroti pārstrādei, kā arī pārstrādājamiem plastmasas atkritumiem ir jābūt tīriem un bez citu materiālu piejaukuma (Al-Salem, 2009),

Organiskie atkritumi - fermentācijas gāzes ražošanai, komposta ražošanai. Kompostu izmanto lauksaimniecībā, augsnes uzlabošanai, atkritumu poligonu noseģšanai, dzīvnieku pakaišiem un barībai, kā kurināmo un tie var tikt iekļauti celtniecības materiālos. Savukārt iegūto gāzi var izmantot siltuma un elektroenerģijas ražošanai (Tchobanoglous, 2009).

Organiskie atkritumi var tikt sadedzināti koģenerācijas stacijās elektroenerģijas un siltuma ražošanai (Hall, 2010).

Atkritumu pārstrādāšanu enerģijā, jeb dedzināšanu pārsvarā izmanto valstis, kurām ir lielas izmaksas par teritorijas izmantošanu vai ir mazas teritorijas poligonu ierīkošanai, piemēram, salas (Bhada-Tata and Hoornweg, 2012).

Būtu jāizmanto dažādas atkritumu apsaimniekošanas metodes, izvērtējot piemērotāko noteiktiem atkritumiem un teritorijai, tādējādi saudzējot vidi no piesārņojuma un nepieļaujot poligonu un izgāztuvju palielināšanos. Pēc tendences vairāk atkritumu rodas tieši ekonomiski attīstītākajās valstīs. Lai veicinātu atkritumu problēmas risināšanu, būtu nepieciešama to precīzāka uzskaitē visā pasaulē, kā arī, lai dati būtu pēc iespējas objektīvāki, tiem ir jābūt vienotās definīcijās un valstīm ir jābūt kopējiem uzskatiem par atkritumu klasificēšanu (Eiropas kopienas komisija, 2010).

Eiropas Savienība ir krietni progresējusi atkritumu apsaimniekošanas jautājumos un aizvien strādā pie vēl augstākiem vides standartiem atkritumu jomā, kā galveno mērķi izvirzot sasniegt cilvēku veselības un apkārtējās vides aizsardzību pret kaitīgo ietekmi, ko izraisa atkritumu apsaimniekošana (Veidmane *et al.*, 2007).

Pareizi apsaimniekojot atkritumus, tie var nenodarīt nekādu ļaunumu ne cilvēka veselībai, ne apkārtējai videi, bet, tiklīdz cilvēks mēģina atbrīvoties no atkritumiem saviem spēkiem,

tas var radīt draudus gan paša cilvēka veselībai, gan arī atstāt ietekmi uz apkārtējo vidi. Piemēram, patvaļīgi sadedzinot atkritumus rodas bīstamie dioksīni un dibenzofurāti, kas ir ļoti toksiskas vielas (Kļaviņš, *et al.*, 2010).

Rēzeknes pilsētā atkritumi lielu iespaidu atstāj tieši uz ainavas kvalitāti, jo daudzviet ir redzamas nelikumīgās atkritumu izgāztuves (1.attēls) vai vienkārši piegružoti grāvji, kas rada negatīvu iespaidu par pašu pilsētu. Nelikumīgajās izgāztuvju vietās pastāv draudi vides piesārņošanai ar kaitīgām vielām, kas laikā gaitā, infiltrācijas ceļā var nonākt augsnē un gruntsūdeņos.

Izejot no iepriekš minētā ir noteikts, ka Rēzeknes pilsētā tiešām būtu nepieciešami uzlabojumi atkritumu apsaimniekošanas ziņā. Attēlā redzamā patvaļīgā izgāztuve ir tikai viena no daudzajām, kuru var redzēt pilsētas nomalē.



1.att. Patvaļīgā izgāztuve Rēzeknes pilsētā, 2016

Materiali un metodes

Lai pilnvērtīgi novērtētu un izpētītu situāciju par atkritumu plūsmu un pašreizējo atkritumu apsaimniekošanas sistēmu Rēzeknes pilsētā, tika pielietotas datu ievākšanas un informācijas apkopošanas un matemātiskās statistiskās datu apstrādes metodes.

Lai izanalizētu esošo atkritumu daudzumu tika ievākti dati par cieto sadzīves atkritumu plūsmu no 2007 līdz 2015. gadam. Tika apsekoti arī cieto sadzīves atkritumu laukumi, kur tika iegūta informācija par apmeklētāju daudzumu, no kā var secināt par pilsētas iedzīvotāju aktivitāti atkritumu šķirošanā.

Lai grafiski un uzskatāmi varētu veikt datu analīzi, darbā tika izmantota Microsoft Excel 2013 programma. A šīs programmas palīdzību dati tika ievietoti tabulās un attēloti grafiski. Ar tendences līknēm tika parādīta atkritumu plūsma laika posmos no 2007. līdz 2015. gadam.

Lai varētu redzēt, kuros gadalaikos rodas visvairāk atkritumu, informācija par dažiem gadiem tika analizēta detalizētāk.

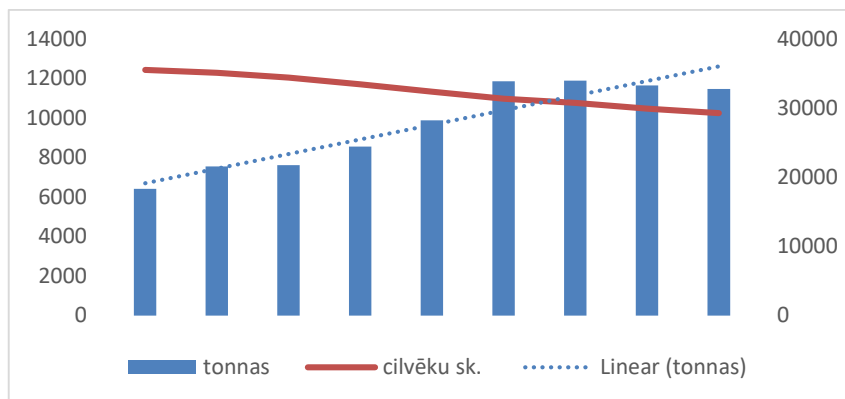
Rezultāti un to izvērtējums

Atkritumu daudzums ar katru gadu paliek aizvien apjomīgāks, un problēma kļūst aktuālāka pasaules līmenī. Tikpat aktuāla šī problēma ir arī Rēzeknes pilsētā, tāpēc ir būtiski apzināties, kādas tieši problēmas pastāv Rēzeknes pilsētas atkritumu apsaimniekošanas sistēmā.

2.attēlā var redzēt atkritumu apjoma izmaiņas no 2007. līdz 2015. gadam. Atkritumu apjoms ir palielinājies līdz 2012. gadam, bet tad pamazām sācis samazināties, kaut arī trenda līnija vēl aizvien rāda, ka atkritumu apjoms pieaugs, tomēr pēdējo gadu statistika liecina pretējo.

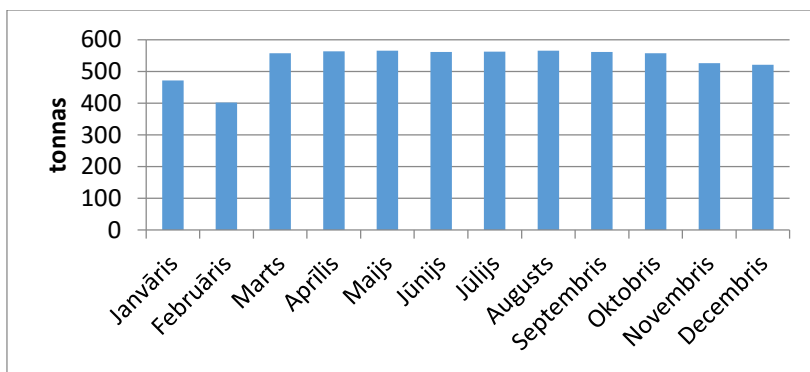
Aizvien vairāk cilvēku domā par atkritumu šķirošanu un otrreizēju izmantošanu, kā rezultātā varētu samazināties kopējais cieta noglabājamo atkritumu skaits.

Laika posmā no 2005. gada līdz 2015. gadam iedzīvotāju skaits pilsētā ir samazinājies par 7141 iedzīvotājiem (Skaitļi un fakti, 2016), tomēr atkritumu skaits palielinās, kas varētu būt skaidrojams ar preču iepakojuma lielāku daudzveidību kā arī iedzīvotāju lielāku pieprasījumu pēc precēm.



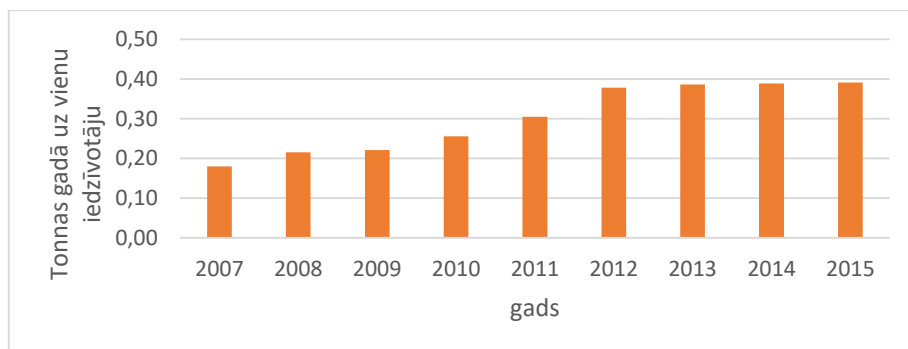
2.att. Atkritumu plūsma un cilvēku skaits no 2007.g līdz 2015. g. Rēzeknes pilsētā

3. attēlā var redzēt, ka vismazāk atkritumu rodas ziemas mēnešos, bet pavasara un vasaras mēnešos tas ir pats augstākais. Lielākā atkritumu daudzuma atzīme 2007. gadā bija 565 tonnas sadzīves cieta atkritumu mēnesī. Viszemākais atkritumu daudzums novērots februāra mēnesī, kas ir pats īsākais un viens no aukstākajiem mēnešiem, kad cilvēki izmet tikai ikdienas atkritumus, siltā laikā pieaug māju, garāžu, apkārtnes tīrīšanas biežums, kas varētu ietekmēt atkritumu daudzuma palielināšanos tieši siltajos mēnešos. Tāda pat situācija tika novērota arī analizējot pārējo gadu atkritumu daudzumu pa mēnešiem.



3.att. Atkritumu plūsma tonnās 2007. gadā Rēzeknes pilsētā

Samazinoties iedzīvotāju skaitam, bet, savukārt palielinoties atkritumu daudzumam, palielinās arī atkritumu daudzums uz vienu cilvēku (4. attēls) Līdz 2012. gadam tas palielinājās, bet, sākot ar 2013. gadu, stabilizējās un pēdējos trīs gadus ir nemainīgs, sasniedzot 0,39 tonnas uz cilvēku gadā.



4.att. Atkritumu daudzums tonnās uz vienu iedzīvotāju gadā Rēzeknes pilsētā

Rēzeknes pilsētā attīstās arī atkritumu šķirošana, iedzīvotājiem šķirotos atkritumus ir iespēja nogādāt šķirošanas laukumos, kuri atrodas Rīgas ielā 21b un Zilupes ielā 50 (par mums, 2016). 2014. gadā apmeklētāju daudzums bija samērā augsts, tas sasniedza 722 apmeklētājus.

Ieteikumi:

- Cilvēku izglītošana. Ir cilvēki, kurus ir aizķērusi šī doma par atkritumu šķirošanu un viņi to dara patstāvīgi, bet daudzi par šādām iespējām nemaz nezina, kā arī nezina, kāpēc atkritumi būtu vispār jāšķiro. Citi to dara, lai ietaupītu līdzekļus, jo par nodotajiem šķirotajiem atkritumiem nav jāmaksā, un līdz ar to arī samazinās kopējo cieta sadzīves atkritumu daudzums un summa, kura jāmaksā par to izmešanu. Augstākstāvošajām institūcijām ir pienākums iedzīvotājus un juridiskās personas informēt par visām iespējām, ko sniedz atkritumu apsaimniekošanas firmas un par atkritumu problēmas aktualitāti, kas varētu celt sabiedrības interesi par notiekošo pasaulē vai vismaz tepat Rēzeknē. Vajadzētu izstrādāt vai arī pielietot jau esošas shēmas efektīvākai iedzīvotāju informētībai, lai rastos abpusēja sapratne un būtu arī rezultāti, kas atspoguļotos tīrākas Rēzeknes veidolā.
- Ražotājus jāmodina attīstīt savā ražošanā bezatkritumu tehnoloģijas, lai visus atkritumus, kas rodas darbības procesā varētu izmantot kaut kur citur vai ražot jaunu produktu, vai vismaz iegūt enerģiju tos sadedzinot. Tas palīdzētu arī samazināt kopējo atkritumu daudzumu.
- Nepieciešams pilnveidot likumdošanu, lai cilvēkiem būtu mazāka vēlme izmest atkritumus nelegālās vietās. Pilsētas nomalēs var redzēt dažādu izmēru izgāztuves, kuras ir izveidojušās nelegāli. Tādas izgāztuves ir bīstamas ne tikai dzīvniekiem, kuri iet meklēt barību, bet arī cilvēkam, jo šādās izgāztuvēs atkritumus nešķiro un arī visi bīstamie atkritumi nonāk vienviet, kas ietekmē vides kvalitāti.
- Esošās nelikumīgās izgāztuves būtu jāsavāc un to vieta jāapzaļumo, jāastāda puķes vai jebkāda veidā to padarīt skaistāku, lai cilvēkiem zustu vēlme to piegružot. Tāpat arī būtu stingrāk jāpieskata rajoni, kur jau ilgu laiku ir bijušas nelikumīgās atkritumu izgāztuves. Šai problēmai būtu jāpiesaista prese un televīzija, kuri varētu regulāri ziņot par šīm problēmām pilsētas iedzīvotājiem.
- Makulatūras kastu uzstādīšana daudzdzīvokļu kāpņu telpās un ofisos. Visas reklāmas, kuras ir atrodamas ik dienu pasta kastītēs varētu pārstrādāt, tādā veidā taupot koksnes resursu. Arī ofisos ik dienas rodas daudz papīra atkritumu, kuri parasti tiek izmesti kopējā atkritumu konteinerā. Šis tiešām būtu labs risinājums papīra nodalīšanai no kopējās atkritumu plūsmas.

Secinājumi

1. Rēzeknes pilsētā līdz 2012. gadam palielinājās cieta sadzīves atkritumu apjoms un atkritumu apjoms uz vienu iedzīvotāju gadā, bet no 2013. gada tas pamazām sāk samazināties.

2. Lielākais atkritumu daudzums ir konstatēts pavasara, vasaras un rudens mēnešos, kas varētu būt saistīts ar lielāku cilvēku aktivitāti, bet rudenī tas varētu būt atkarīgs no lielāka bioloģisko atkritumu daudzuma. Ziemas mēnešos, tieši februārī, ir mazākais atkritumu daudzums.

3. Atkritumu šķirošanas laukumu visvairāk apmeklē gada siltajos mēnešos, tāpēc, ka cilvēki šajā laikā aktīvāk nodarbojas ar uzkopšanas darbiem, kā rezultātā rodas vairāk atkritumu.

4. Ir jāatrod iespējas, kā uzlabot atkritumu apsaimniekošanas sistēmu, lai cilvēki tajā būtu ieinteresēti. Darbs ar sabiedrību ir ļoti svarīgs, jo viss ir atkarīgs no cilvēka.

Literatūra

1. Al-Salem S.M., Lettieri P., Baeyens J., 2009. Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Management*, 29: 2625–2643.
2. Bhada-Tata P., Hoornweg D., 2012. *What a Waste, A Global Review of Solid Waste Management*, The World bank, Washington
3. Eiropas kopienas komisija, 2010., *Guidance on classification of waste according to EWC-Stat categories*, Nozaru un reģionālā statistika, Vides un mežsaimniecības statistika. Eurostat.
4. Hall D., 2010. *Waste management in Europe: framework, trends and issues*, London, European Federation of Public Service Unions, University of Greenwich
5. Kļaviņš M., Filho W. L., Zaļoksnis J., 2010. *Environment and sustainable development*, Rīga, LU., pp.198.–201.
6. Par mums, 2016. URL: <http://alaas.lv/par-mums> [skatīts: 2016. g. 18. martā]
7. Skaitļi un fakti, 2016. URL: <http://www.rezekne.lv/skaitli-un-fakti/> [skatīts: 14.03.2016]
8. Tchobanoglous G., 2009. *Environmental Engineering. Solid waste management*, Kanāda, pp. 225.–230.
9. Veidmane K., Brēmane I., Doniņa I., 2007., *Atkritumu apsaimniekošana pašvaldībās*, Rīga, izdevniecība „Gandrs”, 28 lpp.

MEŽIZSTRĀDES ATLIEKU KĀ KURINĀMĀ IZPĒTE INVESTIGATION OF LOGGING REMAINS AS FUEL

Autors: **Viktors Kondratjevs**, e-pasts: viktorskondratjevs@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītāja: **Ināra Laizāne, Mg. paed.**,

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne,

Abstract. Nowadays in Latvia is imported large quantity of fuel to meet the needs of consumers. At the same time local biofuel is left on the areas of the forest. This material is possible to be recycled into wood chips to use it effectively for producing energy.

It was analyzed sources of literature to perform conclusions about the characteristics of forest logging and ways of recycling. To assess the quality of wood chips taken the examples. The following measurements stated in the laboratory: the calorific value, carbon content and moisture.

In Latvia's territory the remains of logging are available in great amounts, it is possible to convert them into wood chips. The energetic features of the wood chips are high enough to use it for producing energy in the cogeneration plants.

Key words: cogeneration, logging remains, wood chips.

Ievads

Mūsdienās arvien pieaugošais pieprasījums pēc enerģijas resursiem, fosilo enerģijas resursu krājumu samazināšanās un nepieciešamība rūpēties par vides kvalitāti kā vienu no galvenajiem nākotnes attīstības virzieniem, liek izvēlēties ilgtspējīgas attīstības principu ievērošanu. Ilgtspējīgas attīstības veicināšanā svarīgi ir divi virzieni – plašāka atjaunojamo energoresursu izmantošana un energoefektivitātes paaugstināšana.

Latvijas energoresursu bilancē koksnes biomasai kā atjaunojamam energoresursam ir nozīmīga vieta [2].

Latvijā meži aizņem aptuveni 50 % no valsts teritorijas un mežizstrādes atlieku izmantošana ir aktuāla. Koksnes ieguves un pārstrādes procesā rodas 45% atlikumu, kuri tiek nelietderīgi izmantoti, vienkārši atstājot mežā [1].

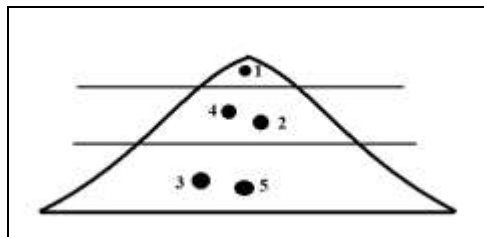
Pašlaik aizvien vairāk pielieto automatizētās cietā kurināmā sistēmas, kurās kā kurināmo izmanto šķeldu [4]. Latvijā ir daudz kurtuvju, kas piemērotas tieši šķeldas izmantošanai.

Materiāli un metodes

Pētījuma objekts ir mežizstrādes atliekas, kuras tiek pielietotas kurināmā ražošanai, pārstrādājot tās šķeldā. No uzņēmuma SIA „JE-Enerģija“ tika ievākti šķeldas paraugi. Šajā uzņēmumā, enerģijas ražošanai, izmanto jauktā tipa šķeldu, kas sastāv no dažādiem koksnes atlikumiem un tā tiek uzglabāta zem nojumes laukā.

Šķeldas paraugi tika paņemti no diviem pievedumiem, lai objektīvāk noskaidrotu izmantotās šķeldas kvalitāti. 1., 2., 3. paraugi tika paņemti no viena pieveduma un 4., 5., paraugi no otra pieveduma.

1. attēlā var redzēt kādā izvietojumā tika ievākti šķeldas paraugi no kaudzes.



1.attēls Paraugu ievākšanas izvietojums

Darba mērķis – veikt mežizstrādes atlieku šķeldas kvalitātes rādītāju izpēti. Laboratorijā šķeldas paraugiem tika noteikti sekojoši rādītāji:

- mitrums,
- siltumspēja,
- oglekļa saturs.

Mitruma noteikšanai no šķeldas parauga tika ņemts iesvars ar masu 10 g un ievietos iepriekš nosvērtos tīģeļos. Tīģeļus ievieto žāvskapī, kur paraugi tiek žāvēti līdz brīdim, kad ir pilnīgi sausi. Vēlāk, kad paraugi ir izžuvuši pilnībā, tad tie tiek izņemti no žāvskapja un atdzesēti līdz istabas temperatūrai. Vēlāk tīģeļus nosver.

Parauga mitrumu aprēķina pēc sekojošas formulas:

$$W^a = \frac{m_2 - m_3}{m_0} * 100 \quad (1)$$

W^a – parauga mitrums, %

m_2 – parauga masa kopā ar tīģeļa masu pirms testa, g.

m_3 – parauga masa kopā ar tīģeļa masu pēc testa, g.

m_0 – parauga masa, g.

Siltumspējas noteikšana veikta ar kalorimetru Parr 6772 (kolorimetrisko bumbu). Lai noteiktu siltumspēju vispirms, tiek veikta kolorimetriskās bumbas sagatavošana analīzei. Analizējamais paraugs tika nosvērts uz analītiskajiem svāriem. Iesvara masa bija 1,1 g. Trauciņš ar paraugu tika iestiprināts paraugu turētājā. Tika ņemts 10 cm garš aizdedzināmais diegs un iestiprināts paraugu turētājā tā, lai nepieskaras trauciņu malām. Kolorimetriskā bumbā tika ieliets 1 ml destilētā ūdens. Paraugu turētājs ievietots bumbā, un aizgriezts ciet ventilis. Kolorimetriskā bumba tika pieslēgta pie skābekļa balona. Skābeklis iepildīts bumbā līdz 30-40 atmosfērām. Pēc iepildes tika noņemts skābekļa uzpildes vads. Tad attaisīts ventilis, kurš atrodas uz balona un izlaists liekais skābeklis. Spainī tika ieliets 2000g destilēta ūdens ar precizitāti ($\pm 0,5$ g) ievietots tam paredzētajā vietā. Kolorimetriskai bumbai pievienoti elektrodi un uzmanīgi ievietoti spainī ar ūdeni, aiztaisīts ciet vāks un pievienota piedzenošā gumija.

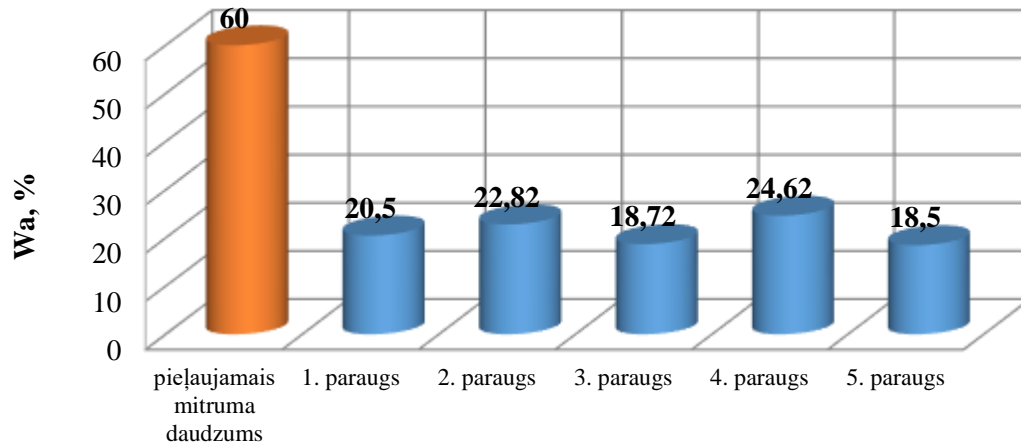
Tālāk ar speciālas programmas palīdzību 15 minūšu laikā tika veikta paraugu analīze.

Pēc analīzes iegūšanas tika izņemta kolorimetriskā bumba, lēnām tika atskrūvēts ventilis un izlaists skābeklis. Atskrūvējot vāku tika apskatīts, vai ir sadedzis viss paraugs un aizdedzināmais diegs. Tad, kad paraugs nebija sadedzis, analīzes tika atkārtotas. Ja nebija sadedzis diegs, tad tika nomērīts nesadedgušā diega garums un pie rezultāta tika izdarīta korekcija ($1\text{cm} = 2,3\text{kal}$).

Oglekļa daudzums šķeldas paraugos tika noteikts izmantojot iekārtu ELTRA CS-2000. Vispirms ņem iesvaru ar masu apmēram 206 mg, ieliek to keramiskajā laiviņā, tad iesvaru ar keramisko laiviņu ievieto krāsniņā, tajā brīdī tiek sākta parauga analīze un iekārta sūta iegūtos rezultātus uz datoru. Uzgaida, kamēr iekārta apstrādā iegūtos rezultātu, pēc tam tos nolasa. Iegūtie dati tiek norādīti procentos.

Rezultāti un to izvērtējums

Mežizstrādes atlieku šķeldas kvalitāti ietekmē dažādi faktori. Izvēloties kurināmo, nozīmīgs ir tā **mitruma saturs**. Kā zināms, šķeldas siltumspēja ir atkarīga no kurināmā mitruma. Liels mitruma daudzums šķeldā ir problēma, jo tās žāvēšanai nepieciešams liels enerģijas patēriņš. Iegūtie dati par mitruma saturu šķeldas paraugos apkopoti 2. attēlā.



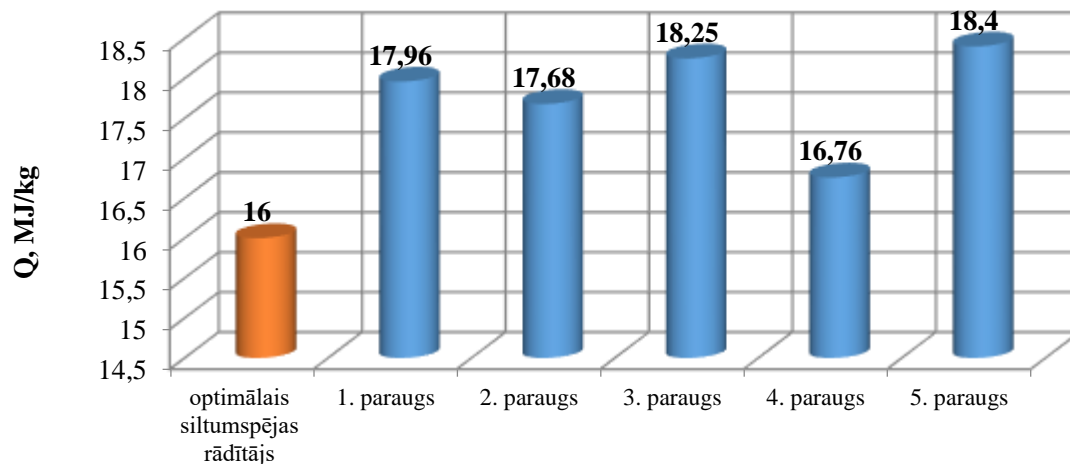
2. attēls Mitruma saturs šķeldas paraugos

Pēc iegūtajiem datiem, kas apkopoti 2. attēlā, var secināt, ka jauktā tipa šķeldas mitrums svārstās no 18,50% - 24,62%. Pēc mitruma satura dotie šķeldas paraugi atbilst pieļaujamam mitruma daudzumam, t.i., nepārsniedz 60%. Kā liecina pētījumu rezultāti, pēc mitruma rādītājiem šķelda, kas tiek izmantota uzņēmumā SIA „JE-Enerģija“ ir kvalitatīva.

Protams, šķeldas mitrums ir atkarīgs no mežizstrādes atlieku žūšanas efektivitātes, kas ir atkarīga no vairākiem faktoriem: vides temperatūras, vēja ātruma, gadalaika, nokrišņu daudzuma, koku sugas un koku lieluma. Labākā sezona mežizstrādes atlieku žāvēšanai ir vasara [3].

Svarīgs šķeldas kvalitātes rādītājs ir **siltumspēja**. IZanalizējot siltumspēju, ir iespējams secināt, kāds enerģijas daudzums tiks iegūts, sadedzinot noteiktu kurināmā daudzumu.

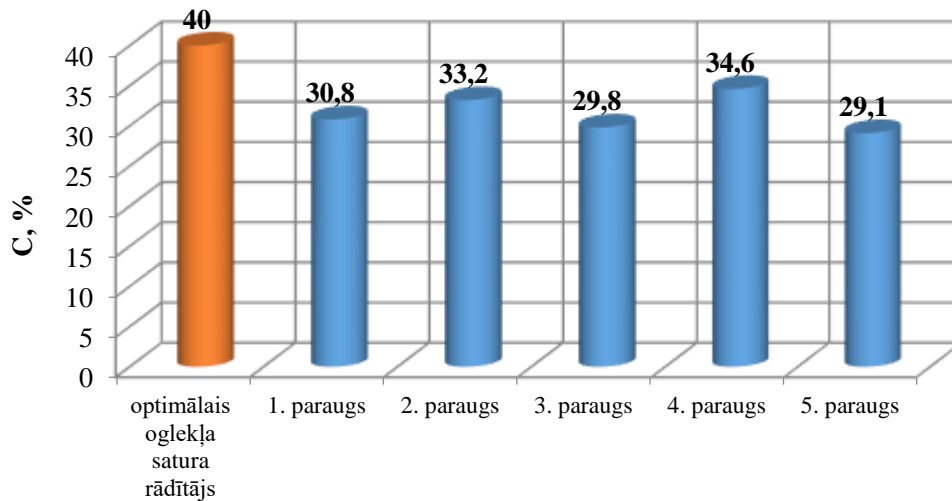
Iegūtie dati par šķeldas paraugu siltumspēju ir apkopoti 3. attēlā.



3. attēls Šķeldas paraugu siltumspēja

Pēc iegūtajiem datiem (skat. 3. attēlā) redzams, ka šķeldas paraugu siltumspēja svārstās no 16,76 MJ/kg – 18,40 MJ/kg. Pēc literatūras avotiem noteikts, ka šķeldas optimālais siltumspējas rādītājs ir 16 MJ/kg. Var secināt, ka no mežizstrādes atliekām iegūtās šķeldas paraugiem siltumspēja ir pietiekami augsta, jo tiek pārsniegts optimālais rādītājs.

Tika iegūti dati par oglekļa daudzumu šķeldas paraugos. Rezultāti apkopoti 4. attēlā.



4.attēls. Oglekļa saturs šķeldas paraugos

Kā redzams, oglekļa saturs šķeldas paraugos svārstās no 29,10% - 34,60%. Oglekļa saturu šķeldas paraugos var ietekmēt gan koka veids, gan parauga mitrums. Lai efektīvi izmantotu šķeldu, tās oglekļa saturs nedrīkst pārsniegt 40%. Šie šķeldas paraugi nepārsniedz oglekļa pieļaujamās normas.

Mežizstrādes atlieku šķelda, ko izmanto uzņēmums SIA „JE-Enerģija” pēc mitruma, siltumspējas un oglekļa satura ir kvalitatīva, bet jāatzīmē, ka mežizstrādes atlieku šķeldas izmantošana enerģijas ražošanai ir piemērota nelielā attālumā no ieguves vietas. Tā kā šķeldai ir neliels blīvums pārvadāšanai lielos attālumos tā nav piemērota. Ja enerģijas ražošanas vieta atrodas tālu no ieguves vietas, mežizstrādes atlieku šķelda būtu jāpārveido augstākas kvalitātes kurināmajā ar lielāku blīvumu un siltumspēju.

Mežizstrādes atliekas var šķīst pievilcīgs kurināmā avots, tomēr jāņem vērā iegūšanas izmaksas, jo lielākais degvielas patēriņš ir saistīts ar šķeldošanu un šķeldas piegādāšanu patērētājam [3].

Secinājumi

1. Šķeldas paraugos, kas iegūti no uzņēmuma SIA „JE-Enerģija” mitrums svārstās robežās no 18,50% - 24,62%. Pēc mitruma satura dotie šķeldas paraugi atbilst pieļaujamam mitruma daudzumam, t.i., nepārsniedz 60%. Mitruma rādītāji liecina, ka dotā šķelda ir izmantojama kā kurināmais un šķeldas uzglabāšanas variants, t.i., uzglabāšana zem nojumes laukā ir pieņemama izejot no mitruma rādītājiem.

2. Iegūtās šķeldas paraugu siltumspēja ir robežās no 16,76MJ/kg - 18,40MJ/kg. Pēc literatūras avotiem, noteikts, ka optimālais siltumspējas rādītājs ir 16 MJ/kg. Līdz ar to tas norāda, ka izmantotā šķelda uzņēmumā SIA „JE-Enerģija” ir enerģētiski efektīva.

3. Pēc iegūtajiem rezultātiem redzams, ka oglekļa saturs šķeldas paraugos ir 29,10% - 34,60%. Šo rādītāju var ietekmēt gan mežizstrādes atlieku veids šķeldā, gan kurināmā mitruma daudzums. Lai efektīvi izmantotu šķeldu, tās oglekļa saturs nedrīkst pārsniegt 40%.

4. Izvērtējot šķeldas paraugu kvalitātes rādītājus, var secināt, ka, izmantojot mežizstrādes atlieku šķeldu, ir iespējams efektīvi ražot siltumu.

Summary

In recent years, it has been observed, that more often used for biofuel has become wood chips.

Goal of scientific work - to explore use dynamics of wood chips in Latvia and to determine forest wood chip quality indicators.

The object of research is forest residues, which can be used for the production of biofuel after processing them as chips.

Chip samples were taken from two arrivals in the SIA "JE-Energy", where this fuel is used in a cogeneration plant for heat and electricity production.

In the laboratory, the following indicators were fixed: the sample moisture, calorific value and carbon content.

After the resulting quality indicators, it can be concluded that the wood chips produced from logging residues can be used to qualitatively produce heat and electricity.

Literatūra

1. Saliņš Z. *Mežs – Latvijas nacionālā bagātība*. Jelgava: Jelgavas tipogrāfija, 2002. 248 lpp.
2. Kalnačs J. *Biomāsas izmantošana enerģētikā*. Rīga, 2011.
3. Helstrom L. *Wood chipping process*. Sweden, 2010. 46 pgs.
4. Stepiņa A., Liše S. *Koksnes biomasas izmantošanas enerģijas ieguvē monitorings*. Jelgava, 2014. 85 lpp.

MAZĀ HES DARBĪBAS IZVĒRTĒŠANA RĒZEKNES NOTEKŪDEŅU ATTĪRĪŠANAS IEKĀRTĀS *SMALL HYDROELECTRIC POWER STATION OPERATIONAL EVALUTION OF REZEKNES WASTEWATER TREATMENT PLANTS*

Autors: **Gunda Lūse**, e-pasts: gundaluse@gmail.com, +371 20339681

Zinātniskā darba vadītāja: **Ērika Teirumnieka, Mg.chem.**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *In this research main purpose was to assess the operational efficiency of small hydroelectric power station in Rezekne wastewater treatment plants and to develop situations for operating improvement. The main viewing point is the effective power generation from available sources here in Latvia. One of them is to get energy from wastewater before those enters in the nature. That means that there must be installed a small hydroelectric power station in the wastewater enters.*

Key words: *waste water, hydroelectric power plant..*

Ievads

Notekūdeņi ir ūdeņi, kas cilvēka darbības dēļ ir mainījuši savas sākotnējās fizikālās, ķīmiskās vai bioloģiskās īpašības. [1] Cilvēki ik dienas patērē aptuveni 250 litrus dzeramā ūdens. Šajā apjomā ietilps visas ikdienišķās darbības. Pēc izmantošanas piesārņotais ūdens nokļūst kopējā kanalizācijas sistēmā, no kuras tas, savukārt pirms novadīšanas atpakaļ vidē tiek attīrīts.

Tā kā kopējais notekūdeņu daudzums ir liels pastāv iespēja to vēl kādā veidā izmantot un iegūt enerģiju. Šajā gadījumā runa ir par ūdens potenciālo enerģiju, kas vēl līdz šim netiek izmantota. Saskaņā ar Latvijas Nacionālās attīstības plānu 2014. - 2020. gadam ir izstrādāts rīcības virziens „Energoefektivitāte un enerģijas ražošana”, kas sevī ietver ideju par enerģijas iegūvi un to efektīvu izmantošanu. Enerģija mūsdienās ir kļuvusi par vienu no būtiskākajiem tautas saimniecības konkurētspējas un neatkarības nodrošinātājiem. Latvija ir bagāta ar atjaunojamiem energoresursiem, kas šobrīd netiek pietiekamā apjomā izmantoti enerģijas ražošanai valstī. [2] Iegūtā enerģija ir jāpielieto visefektīvākajā veidā, tādā veidā ceļot energoefektivitāti.

Krītošs ūdens rada pietiekami lielu spēku, lai darbinātu turbīnas, kas ražo elektrību. Hidroelektrostacijās būvē aizsprostus, lai uzkrātu ūdeni ezerā vai ūdenskrātuvē. Izmantojot slūžas, iespējams regulēt ūdens daudzumu, kas krīt uz turbīnām, kuras griežas. Izmantojot notekūdeņus pirms novadīšanas vidē no tā var iegūt enerģiju ievietojot turbīnu pie izvades.

Materiāli un metodes

Kopējais notekūdeņu skaits diennaktī ir ~ 20 000 m³, ko saņem Rēzeknes notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. Šo daudzumu sastāda sadzīves, rūpniecības un nokrišņu notekūdeņi.

Tā kā uzņēmumam ir sava sertificēta laboratorija, analīžu mērījumi tiek veikti katru dienu, no tiem parasti nedēļas vidējos rādītājus uzskaita. Ne visi rādītāji tiek noteikti ikdienas paraugu analizēšanā. Ūdens paraugi tiek ņemti pie izplūdes vietas upē. Notekūdeņu testēšanas rezultātā tiek iegūti dati par N/NH₄, suspendētās vielām, BSP₅, KSP, N_{kop.}, P_{kop.} un N/NO₃.

1. tabula

Notekūdeņu analīzes

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību
Amonija slāpeklis (N/NH ₄), mg/l	0,124 ± 0,027
Bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP ₅), mg/l	6,0 ± 1,0
Kopējais fosfors (P _{kop}), mg/l	3,6 ± 0,5
Kopējais slāpeklis (N _{kop}), mg/l	73 ± 9
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP), mg/l	46 ± 7
Nitrātu slāpeklis (N/NO ₃), mg/l	50 ± 6
Suspendētās vielas, mg/l	4,7 ± 1,1

2. tabula

Pieļaujamās normas [3]

Vielā	Koncentrācija (mg/l)
Bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP ₅)	25
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP)	125
Suspendētās vielas	35
Kopējais fosfors (P _{kop})	2 *
Kopējais slāpeklis (N _{kop})	15*

Tabulā 2. parādītas pieļaujamās normas katrai no vielām. Salīdzinot iegūtos datus ar robežvērtībām var secināt, ka kopējais fosfors un kopējais slāpeklis pārsniedz pieļaujamo normu. Abas šīs vielas veicina eutrofikācijas procesus upē.

Šo vielu paaugstinātu daudzumu varētu izskaidrot ar to, ka šeit tiek iekļūdināti notekūdeņi no ražojošām rūpnīcām. Acīmredzot konkrētā uzņēmumā notekūdeņi netiek pienācīgi attīrīti, kas arī varētu būt viens paaugstinātās koncentrācijas iemesliem.

Hidroelektrostacija ir elektrostacija, kur par enerģijas avotu izmanto ūdens plūsmas enerģiju. [4, 3] Ūdens potenciālās enerģijas pārvēršanai elektroenerģijā izmanto hidroturbīnas un hidroģeneratorus, kuru izvietojuma hidroelektrostācijas ēkā. Tajā pat ēkā atrodas arī vadības pults ar automatiskās vadības un kontroles iekārtām un mērinstrumentiem. [5, 12]

Būtībā pastāv trīs veidu HES:

- Aizsprosta hidroelektrostacija
- Derivācijas hidroelektrostacija
- Hidroakumulējošā elektrostacija

HES izvēli galvenokārt ietekmē plānotā atrašanās vieta un apkārtējās vides apstākļi. Aizsprosta tipa HES nāksies uz ūdenstilpnes izbūvēt aizsprostu, kura dēļ pirms tā izveidosies ūdens baseina paplašinājums. Tas nozīmē, ka tiks appludinātas blakus teritorijas. Derivācijas HES aizsprosta augstums ir neliels, jo tam jānodrošina tikai ūdens novadīšana no upes derivācijas kanālā, tunelī vai caurulē. Bezspiediena (atklātajās) derivācijas iekārtās notiek brīvlīmeņa ūdens caurplūde. Derivācijas kanālu un hidroturbīnu savieno spiedvadi. Spiediena (slēgtajās) derivācijas iekārtās hidroturbīnu spiedvadu priekšā ierīko spiediena izlīdzināšanas rezervuāru, kas ierobežo hidrauliskā trieciena izplatīšanos, ja strauji mainās derivācijas HES ūdens patēriņš. [6, 7] Hidroakumulējošā elektrostacija patiesībā ir HES un sūkņu stacijas komplekss, kas ekosistēmas maksimuma stundās ražo elektroenerģiju, izmantojot slodzes minimumu stundās uzkrāto ūdens potenciālo enerģiju. Šāda veida elektrostācijas darbojas vai nu sūkņu režīmā, pārsūknējot ūdeni no apakšējās ūdenskrātuves uz augšējo ūdenskrātuvi (sūkņus darbina citu elektrostaciju saražotā elektroenerģija), vai turbīnas režīmā, izmantojot uzsūknētā ūdens potenciālo enerģiju.

Saražotās elektroenerģijas aprēķini:

$$E = P \cdot t \quad (1)$$

$$t = 30 * t_1 \quad (2)$$

kur,

E – Saražotā elektroenerģija, kWh;

P – Hidroģeneratora jauda, kWh;

t - Hidroagregāta darbības ilgums nominālā režīmā, h;

Turbīnu ūdens izplūdums vienas sekundes laikā:

$$P = \eta \cdot 9,81 \cdot D \cdot H \Rightarrow D = P / \eta \cdot 9,81 \cdot H \quad (3)$$

kur,

η – lietderības koeficients, %;

D – Turbīnu ūdens izplūdums, vienas sekundes laikā, $6 \text{ m}^3/\text{s}$;

H – Ūdens līmeņa starpība, m;

Rezultāti un to izvērtējums

Rēzeknes pilsētas notekūdeņu attīrīšanas iekārtu kompleksā, kas atrodas Rēzeknes rajona Audriņu pagatā „Greivūlos”, pirms 4 gadiem tika ierīkots mazais HES. Šāda ideja radās pētot dažādas izsauksmes iespējas. Ideja par notekūdeņu izmantošanu vēl kādā procesā bija radusies jau sen tikai nebija neviena, kurš varētu to īstenot un skaidri noformulēt vēlamu mērķi. Gala lēmums par labu HES izveidei noteicis ģeogrāfiskais novietojums. Rēzeknes upes krastā, pie vietas, kur tiek iepludināti attīrītie notekūdeņi ir salīdzinoši stāvi krasti un krastā jau padomju laikos tikušas izbūvētas kaskādes.

Patreiz izplūdes vietā atrodas pavisam divas kaskāžu konstrukcijas, bet izmantota tiek tikai viena, jo ar to pilnībā pietika uz projekta realizācijas brīdi. Patreiz uzņēmums apsver arī iespēju par otrās kaskādes izmantošanu.

Viens no galvenajiem aspektiem, lai ūdens varētu pārvērsties no potenciālās uz kinētisko enerģiju ir kritums. Tas šajā krastā un konkrētajā vietā ir 14 m, kas ir pietiekami daudz, lai iegūtu kinētisko enerģiju. Šajā stacijas projektēšanā par pamatu tika ņemtas derivācijas elektrostacijas veidošanas principi, pēc uzkrājējvertnes ūdeni iepludina caurulē, kas nodrošina krišanas ātruma palielināšanos. HES ir posms pēc pilnīgas attīrīšanas procesa un pirms nopludināšanas upē.

Lai iegūtu optimālo efektivitāti tika apskatīti vairāki turbīnu un ģeneratoru veidi, kuru būtu piemērotākie un visefektīvākie tieši šajā, konkrētajā gadījumā. Galu galā efektīvākā gadījumā vajadzētu ievietot aksiālās plūsmas turbīna ar jaudu 150 kW. Tās izvēle atspoguļojas, lai no esošā ūdens daudzuma iegūtu maksimālu efektivitāti.

Turbīna ir piemērota horizontālai, paralēlai ūdens plūsmai ar lāpstiņu fiksētu leņķi, ko izveido rūpnīcā. Modeļa izvēli, diametrs dzinējspēks un visus savstarpējos turbīnas parametrus, nosaka ražošanas atrašanās vieta. Tāpēc jāveic visaptveroša analīzi par sākuma nosacījumiem, kas nosaka izvēli modeļu sērijai un turbīnas diametru. Ir 3 veidu modeļi:

No 1,5 līdz 5 metriem - ārkārtīgi zems kritums

No 4 līdz 15 metriem - vidējs kritums

No 12 līdz 25 metri - augsts kritums

Turklāt katram modelim ir atsevišķa turbīna ar diametru 500 – 1,500 mm. Tas ļauj vispilnīgāk un elastīgāk izmantot ūdens spēku. Turbīna ir aprīkota ar sinhrono ģeneratoru – elektriskās mašīnas jauno paaugsti.

HES darbojas ar pārtraukumiem, kas pirms informācijas ievākšanas varētu šķist neefektīvi, bet tā nav. Tas ieslēdzas automātiski, kad uzkrājējbaseins ir piepildījies līdz noteiktai atzīmei. Stundas laikā HES darbojas vismaz vienu reizi. Periodos, kad ir paaugstināts ūdens daudzums, piemēram, no lietavām, tas darbojas nepārtraukti.

Elektroenerģija, kas tiek saražota tiek padota atpakaļ kopējam elektrības tīklam. Saražoto caur strāvmaiņas uzskaiti nosaka un tā tiek palaista kopējā tīklā. Rēzeknes NAI ir noslēdzis

sadarbības līgumu ar elektroapgādes uzņēmumu. . Formula pēc, kuras tiek aprēķināta elektroenerģijas summa ir:

Patērētā – saražotā = reālā maksa par elektroenerģiju

Kopumā pa darbības 4 gadiem saražots ~ 6 MW

Secinājumi

1. Šis ir lielisks veids, kā lieliski izmantot Latvijā pieejamos atjaunojamus energoresursus.
2. Rēzeknes upes krastā, kur izbūvēta kaskāde dabiskais kritums ir 14 m, kas ir pietiekami, lai ūdens spētu efektīvi darboties un ar ūdens palīdzību ražotu elektroenerģiju.
3. Slūžas tiek pavērtas uz 60%, lai sabalansētu optimālu ūdens atdevi un efektīvāku elektroenerģijas ieguvu.

Summary

Waste water is water that by the human activities have altered their original physical, chemical or biological properties. People every day consumes about 250 liters of drinking water. In this amount are including all everyday operations. After the using contaminated water into the sewer, from which it turns before discharge back into the environment it is must be cleaned.

Since the total amount of wastewater is a huge, there are possibility to use it and get energy. This involves the potential energy of water which has until now not been used. A falling water creates a large enough force to drive turbines that generate electricity. In order to obtain the optimal and the highest possible efficiency is to choose the most appropriate turbine and generator, in the circumstances, would be the most advantageous.

In Rezeknes WWTP is installed axial flow turbine. This turbine is suitable for horizontal and parallel water flow with a fixed blade angle set up by the factory. Model selection, diameter, driving force and all relations between the turbine parameters, setting the production location. Therefore need to be comprehensive analysis of the initial conditions, which determine the choice of model series and the turbine diameter.

HPP operates intermittently, before the collection of information might seem inefficient, but it is not so. It switches on automatically when the pool where the water piling up has come true up to a certain mark. In one hour HPS operates at least once. In periods when there is an increased amount of water, such as heavy rains, it works continuously.

Electricity that is generated is fed back into the overall electricity grid. Produced through current transformers tracking determined and it will be giving to the overall network. Rezeknes WWTP has entered into a cooperation agreement with the power company. The formula which is calculated power amount is: Consumed - output = real cost of electricity.

Literatūra

1. Ministru kabinets. *MK Nr.34 „Noteikumi par piesārņojošo vielu emisiju ūdenī”* (Skatīts: 08.12.2015.) <http://likumi.lv/doc.php?id=58276>
2. Pārresoru koordinācijas centrs. *Latvijas Nacionālais attīstības plāns 2014. – 2020. gadam*. 30.lpp
3. Latvijas Vēstnesis. Ministru kabineta noteikumi Nr. 34 „Noteikumi par piesārņojošo vielu emisiju ūdenī” (Skatīts: 07.04.2016) <http://likumi.lv/doc.php?id=58276>
4. Swedish Environmental protection agency. *Wastewater treatment in Sweden*. 2010. -24.lpp
5. Knipišis A., Bricis P. *Elektrostaciju elektroietaišu ekspluatācija*. Rīga: 2012. – 88.lpp
6. Bobrowicz W. *Small hydroelectric power*. European Copper Alliance: 2012. – 34.lpp

MĀLU SATUROŠS SILTUMIZOLĀCIJAS MATERIĀLS CLAY-BASED INSULATION MATERIAL

Autors: **Kaspars Miežis**, e-mail: kaspars_miezis@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: **Andris Martinovs Dr.sc.ing., aspc.prof.,**

Rēzeknes Tehnoloģiju Akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne,

Abstract: *The aim to explore how siltumizolācijas clay material. The first chapter is devoted to the review of the literature, which deals with general information on the minerals Latvian.*

The second chapter is a look at where the clays are used and what exactly clays used in construction and other fields. The third chapter deals with the laws and regulations of thermal insulation materials. The fourth section addresses clay physical and chemical properties. The fifth chapter describes the experimental part where are displayed all the quantities and substances.

Keywords: *Clay-based insulation material*

Ievads

Derīgo izrakteņu ieguve notiek karjeros. Derīgo izrakteņu ieguve ir viena no nozīmīgākajām tautsaimniecības nozarēm Latvijā. Bez zemes dziļu resursiem nav iedomājama daudzu tautsaimniecības nozaru attīstīta. Piemēram, nav iespējama būvmateriālu izejvielu ieguve, ēku pamatu celtniecība, pagrabu ierīkošana, tuneļu būvniecība, pazemes komunikāciju būvniecība utt. Zemes dziļēs atrodas nozīmīgi rūpniecības, enerģētikas un lauksaimniecības izejvielu resursi.

Latvijas tautsaimniecība ir ļoti labi nodrošināta ar visām vajadzīgajām būvmateriālu ražošanas izejvielām. Latvijas zemes dziļēs ir vairāki nemetāla izrakteņi, kuri noderīgi tautsaimniecībā. Galvenie no tiem ir dolomīts, kaļķakmens, ģipšakmens, māls, smiltis, grants.

Viens no visizplatītākajiem Latvijas minerālresursiem jeb derīgajiem izrakteņiem ir māls. Māls ir nogulumiezis, kas pamatā sastāv no sīkās frakcijas daļiņām. Māls veidojas sadēdot laukšpatiem un vizlām. Latvijā sastopamais māls galvenokārt ir veidojies sadēdot vizlām un mālu frakcija sastāv galvenokārt no hidrovislu minerāliem. Māla rupjā frakcija parasti satur arī smiltis. Mālu minerāli satur daudz alumīnija oksīda, māls parasti satur arī dzelzs oksīdu, kas to iekrāso sarkanu vai brūnu. Ja dzelzs oksidācijas pakāpe ir +2 vai dzelzs ir ļoti maz, tad māls ir balts. Māli ir veidojušies dažādos ģeoloģiskajos periodos, un pēc tiem tos arī iedala.

Māla izmantošana

Māls sastāv galvenokārt no māla minerāliem. Māla sastāvā dominē daļiņas, kas mazākas par vienu tūkstošo daļu milimetra. Samitrinoties māls kļūst plastisks, bet pēc apdedzināšanas iegūst akmens cietību. Mālu izmanto ugunsizturīgu materiālu, būvmateriālu, keramikas izstrādājumu ražošanā, urbšanas duļķēm, naftas produktu attīrīšanai, pārtikas, gumijas, papīra, plastmasu, parfimērijas, porcelāna un fajansa rūpniecībā. Kopumā tiek izšķirti pirmatnējie un otrējie (sekundārie) ieži. Granīts ir pirmatnējais iežs, smiltis un māls, kas cēlušies no sastāvdaļām – kvarca, laukšpata un vizlas – ir otrējie jeb sekundārie ieži. Smiltis rodas, kvarcam mehāniski sadrūpot, bet māls – laukšpatam un vizlai ķīmiski pārveidojoties.

Pētnieciskā daļa

Paraugu ievākšana, paraugu ņemšanas vietas apraksts

Māla paraugu ievākšana notika Kārsavas novada ciemā "Soldonī". Lauks atrodas blakus valsts nozīmes autoceļa A13 (Sanktpēterburga – Grebņeva – Kārsava – Rēzekne – Daugavpils – Viļņa – Varšava) malā

Augsnes paraugi tikai ņemti rudenī, kad lauks jau tika uzarts. Lauka platība ir 12.6 ha. Paraugi tikta ņemti aptuveni 100, 200 un 300 metri no asfalta.

Veicot eksperimentu tika pārbaudīts māls, kā siltumizolācijas materiāls. Viss eksperiments pārsvarā tika veikts uz spiedes pārbaudi.

1. Pirmā eksperimenta daļā tika veikta māla ieguve no vietējā zemes gabala. Paraugiem tika paņemti 10 kg.

2. Nākošajā darbībā tika veikta paraugu sajaukšana. (Taras svars 84 g.)

1. Māls+Skaidas (229 g. māls, 40.g. skaidas)
2. Māls +Skaidas (231 g. Māls, 42.g. skaidas)
3. Māls+ Skaidas (243 g. Māls, 65.g. skaidas)
4. Māls +Skaidas (239.g. māls, 68.g skaidas)
5. Māls+ Linu spaļi (230.g. māls, 15.g lini)
6. Māls +Linu spaļi (232. g.māls, 16.g.lini)
7. Māls +Linu spaļi (233.g māls, 28 g.lini)
8. Māls +Linu spaļi (232.g. māls, 30g.lini)



1. att. Svāri komponentu svēšanai



2.att. Paraugu ievietošana traukos

3. Pēc paraugu sajaukšanas tiek veikta paraugu ievietošana mufelkrāsnī un sildīta 75. grādu temperatūrā veselu nedēļu.



3.att. Mufelkrāsnīņa



4.att. Spiedes mašīna

4. Pēc sildīšanas paraugi tiek pārbaudīti uz spiedi un ar grafiku palīdzību tiek noteikta izturības robeža dažādiem paraugiem, ar dažādām proporcijām.

Pēc tabulas dotajiem rādījumiem ir iespējams aprēķināt mehāniskos spriegumus katram paraugam.

Pie deformācijas 10% nasaka mehāniskos spriegumus.

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

kur

σ ir spriegums (mērvienība: [paskāls](#))

F ir elastības spēks (mērvienība: [nūtons](#))

S ir šķērsriezuma laukums (mērvienība: [kvadrātmets](#))

1. paraugs.

$$4500 \cdot 4/3,14 \cdot 0,068^2 = 1.32 \text{ Mpa}$$

Pēc šī parauga tika aprēķināti arī pārējie mehāniskie spriegumi. (sk. tab. 1)

1.tabula

Nr.pk.	Mpa.
2	1,42
3	1,87
4	2,48
5	6,60
6	8,27
7	10,01
8	11,58

Secinājumi

Māla atradnes Latvijā ir ļoti labs derīgais izrakteņu un ir lielas izmantošanas iespējas, jo pēc atradnēm ir uzskaitīti milj.674,2 m³.

Mālu žāvēšanu veic cilindriskajās, suspendētā slāņa un izsmidzināšanas žāvētavās plašā temperatūru diapazonā (150-650 °C)

Pēc tabulas dotajiem rādījumiem bija iespēja aprēķināt mehāniskos spriegumus katram paraugam, kas parādīja, ka pat maksimāli tika sasniegts 11.5 Mpa.

Veicot pārbaudījumus uz spiedes mašīnas var konstatēt, ka lielāku slodzi tur māls kopā ar līnu spaļiem, jo līniem ir lielāka saturēšanas spēja nekā skaidām. Salīdzinot 5 un 7 paraugu var redzēt arī izmaiņas, ka lielāku slodzi tur tas paraugs, kur proporcijā vairāk tika izmantoti līni, kas šajā gadījumā bija (75% līni un 25 māls)

Aprēķināto iekārtu summa ir liela, līdz ar to tas prasīs lielus sākuma ieguldījumus.

Summary

The second chapter is a look at where the clays are used and what exactly clays used in construction and other fields. The third chapter deals with the laws and regulations of thermal insulation materials. The fourth section addresses clay physical and chemical properties. The fifth chapter describes the experimental part where are displayed all the quantities and substances. Sixth chapter is shown in the technological equipment installations Seventh Chapter is made technological calculation and the amount of equipment. The conclusions formulated achieved work results and defines the most important findings. The bibliography lists sources of literature used in the work.

Literatūra

1. Derīgie izrakteņi <http://www.gudrinieks.lv/referati/cits/latvijas-der-gie-izrakte-i.html> (12.01.16.)
2. Derīgie izrakteņi <http://mapx.map.vgd.gov.lv/g3inflv/noveroumi/5.htm> (12.01.2016.)
3. Derīgie izrakteņi <http://mapx.map.vgd.gov.lv/g3inflv/noveroumi/nv02.htm> (12.01.2016.)
4. Derīgie izrakteņi http://mapx.map.vgd.gov.lv/geo3/PDF_faili/atradnes_2004_3dalja.pdf (12.01.2016.)
5. Derīgie izrakteņi <http://www.ktf.rtu.lv/wp-content/uploads/2014/12/Latvijas-miner%C4%81%C4%81s-izejvielas-un-to-izmanto%C5%A1ana.pdf> (12.01.2016.)
6. Siltumizolācijas materiāls [<http://likumi.lv/doc.php?id=56049>] (13.01.2016.)

RĒZEKNES UPES ŪDENS KVALITĀTES NOVĒRTĒJUMS RĒZEKNES PILSĒTĀ REZEKNES RIVER WATER QUALITY IN REZEKNES CITY

Autors: **Jānis Mikaskins**, e-pasts: JonisLife@inbox.lv, +37128349641,
Zinātniskā darba vadītājs: **Ivars Matisovs, Mg. Geogr.**, e-pasts: Ivars.Matisovs@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *In the study work "Rezeknes river water quality in Rezeknes city" are reflected and examined water samples from the river. The information is gathered and analysed about Rezekne river and its fall. The measurements were studied, and these measurements establish the water quality. The water samples were analyzed in laboratory. The samples were investigated and the necessary measurements were made.*

Keywords: *water pollution, Rezelmes river, Rezeknes city.*

Ievads

Ūdens ir plaši sastopams caurspīdīgs šķidrums, kuram nav ne garšas, ne smaržas. Tā ir ķīmiska viela, kuru veido ūdeņradis un skābeklis, tā ķīmiskā formula ir H₂O. Ūdens ir visas dzīvības pamatā, tādēļ, iespējams, tas ir vissvarīgākais šķidrums pasaulē. Ir zināms, ka visām pazīstamajām dzīvības formām ir vajadzīgs ūdens (izņemot dažu veidu baktērijas), un tiek uzskatīts, ka dzīvība ir radusies tieši ūdenī. Ūdens ir sastopams trīs agregātstāvokļos: kā cieta viela (ledus), kā šķidra viela (ūdens), un kā gāzveida viela (ūdens tvaiks). Uz Zemes ūdens ir sastopams daudzos veidos - debesīs mākoņu veidā, jūrās sālsūdens un aisbergu veidā, ezeros un upēs utml. Iztvaikošanas un lietus veidā ūdens cirkulē pa visu planētu. Ūdens tvaiks, kas atrodas atmosfērā, kondensējoties veido mākoņus. Neskatoties uz to, ka ūdens ķīmiskā formula ir ļoti vienkārša, tā ķīmiskās un fizikālās īpašības ir ļoti īpatnējas, un tās pat ir stipri citādākas nekā vairumam citu vielu, kas atrodas uz Zemes. Piemēram, daudzas vielas sacietējot kļūst blīvākas un nogrimst, nokļūstot šķīdumā, bet ūdens sacietējot kļūst par ledu, kam ir mazāks blīvums nekā ūdenim, un tādēļ peld tajā. Tieši šis fakts ir ļoti nozīmīgs dabā, jo ledus kārtā atrodas ūdenstilpnes virspusē, tādā veidā radot aizsargbarjeru, kas nodrošina to, lai dzīvie organismi nenonāktu saskarē ar aukstumu.

Rēzeknes upe ir pilsētas sastāvdaļa. Upē var būt tāds piesārņojums par kuru neviens nespēj pat iedomāties. Neviens nevar iedomāties kādu kaitējumu mēs tai radam, neapdomīgi rīkojoties ar sadzīves atkritumiem u.c. Bez ūdens nekā nepastāvētu. Bojājot upes ūdens kvalitāti mēs, nevaram pat iedomāties, ka tas var kādreiz ietekmēt mūs pašus.

Darba mērķi: Izpētīt Rēzeknes upes kvalitāti Rēzeknes pilsētas teritorijā.

Hipotēze: pilsētas iedzīvotāju iedarbība pasliktina Rēzeknes upes ūdeņu kvalitāti

Darba uzdevumi:

1. Ievākt ūdens un paraugus no Rēzeknes upes Rēzeknes pilsētas teritorijā;
2. Izpētīt un izanalizēt ūdens paraugus;
3. Noteikt Rēzeknes upes ūdens kvalitāti Rēzeknes pilsētas teritorijā;
4. Izmantojot dažādus literatūras avotus, apkopot informāciju par ūdens kvalitāti;
5. Izvirzīt secinājums.

Materiāli un metodes

Ekoloģiskā kvalitāte raksturo ūdeņu ekosistēmu (dzīvo organismu kopu un to dzīves vides) veselīgumu un funkcionēšanu. To novērtē, izmantojot kvalitātes radītāju kompleksu, ko veido bioloģiskie (piemēram, sugu sastāvs, pret piesārņojumu jutīgo sugu skaits), hidroloģiskie

(piemēram, straumes ātrums) un fizikāli ķīmiskie (piemēram, biogēno elementu koncentrācija, ūdens temperatūra) rādītāji.

pH mērīšana: Šķīdumiem ar nezināmu sastāvu pH var aptuveni noteikt ar pH indikatoriem (organiskas krāsvielas, kas maina krāsu atkarībā no vides pH), vai arī precīzi izmērīt ar ūdeņraža jonu selektīvu elektrodu (elektrods, kura potenciāls ir atkarīgs no ūdeņraža jonu koncentrācijas). Visbiežāk lieto tā saucamo stikla elektrodu. Potenciālu mēra pret standartelektrodu (elektrods ar nemainīgu potenciālu). Kā standartelektrodu parasti izmanto sudraba - sudraba hlorīda elektrodu, retāk - kalomela elektrodu. pH iespējams izmērīt arī, lietojot jonjutīgā lauktranzistora sensoru - ar to pH iespējams noteikt arī želejveida vidē. Iekārtu, kas paredzēta pH mērīšanai, sauc par pH-metru. pH-metrs ir voltmets ar sevišķi lielu ieejas pretestību, kas savienots ar elektrodu sistēmu. Mūsdienās sistēmu no atsevišķiem elektrodiem izmanto reti, vairāk lieto tā saucamos kombinētos elektrodus - elektrodus, kur vienā korpusā iebūvēts gan stikla elektrods, gan standartelektrods, gan arī temperatūras sensors (pH ir lielums, kas stipri atkarīgs no temperatūras, tādēļ precīzai mērīšanai nepieciešama termokompensācija). Lai panāktu iespējami lielu precizitāti, pH-metrs jākalibrē ar speciāliem buferšķīdumiem - šķīdumiem ar zināmu stabilu pH [6].

Ūdens elektrovadītspēja.

Darba gaita ir sekojoša:

1. Uzmanīgi iestiprināt elektrovadītspējas sensoru statīvā;
2. Elektrovadītspējas sensora slēdzi ieregulē diapazonā 0–20000 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
3. Savieno sensoru ar datu uzkrājēju vai datoru;
4. Šķīdumus ielej vārglāzēs;
5. Izmērīt elektrovadītspēju katram šķīdumam;
6. Veicot mērījumus pārliecinies, ka sensora jutīgais elektrods ir pilnībā iegremdēts šķīdumā (~ 3 cm dziļumā);
7. Vienmērīgi skalini ap elektrodu vārglāzes saturu. Pēc ~6-8 sekundēm (kad rādījums ir nostabilizējies) nolasi elektrovadītspējas mērījumu un datus reģistrē tabulā;
8. Ikreiz pirms nākamā mērījuma veikšanas, noskalot sensoru ar destilētu vai dejonizētu ūdeni. Nosusini sensoru no ārpuses ar filtpapīru [6].

Fosfāt jonu jeb PO_4 noteikšana. Parasti Fosfātjonu saturs nepiesārņoto dabīgo ūdenstilpju ūdenī ir <0,03–0,05 mg/l. Taču cilvēka darbības rezultātā to koncentrācija ūdeņos var būt daudz lielāka. Galvenie iemesli ir nepareiza minerālmēsļu lietošana un neattīrītu notekūdeņu iepludināšana upēs un ezeros. Notekūdeņos nonāk mazgāšanas līdzekļi, kuru sastāvā ir fosfāti, kas pievienoti kā ūdens mīkstināšanas līdzekļi. Fosfātjoni sekmē ūdenstilpju aizaugšanu. Novērojot aizaugšanas pakāpi, var prognozēt fosfātjonu koncentrāciju šķīdumā. Ja fosfātjonu masas koncentrācija ūdenī pārsniedz 0,5 mg/l tad labvēlīgos apstākļos var sākties intensīva aļģu (arī indīgo zilaļģu) u. c. ūdensaugu vairošanās. Tādēļ vides dienesti regulāri veic ūdens analīzes dabīgajās ūdenstilpēs [3].

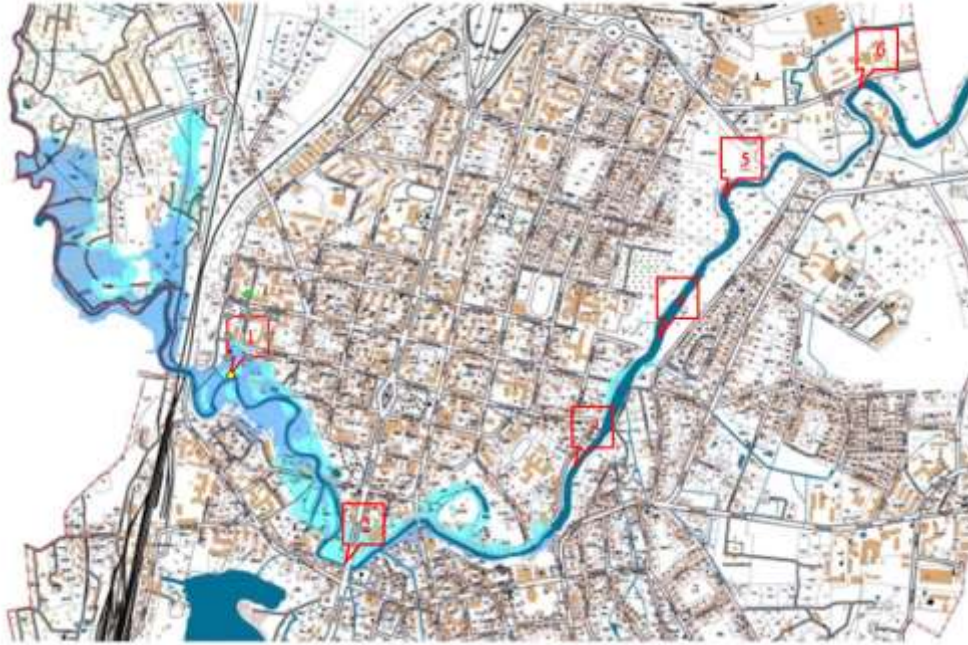
Amonija jonu jeb NH_4 noteikšana. Amonijs ir zīdītāju vielmaiņas jeb metabolisma sastāvdaļa un apkārtējā vidē nonāk no mēsļu, mirušu augu un dzīvnieku sadalīšanās procesiem. Ir jāņem vērā, ka pārmērīgs amonija daudzums ūdenī un augsnē var nopietni kaitēt augiem, izraisot pat to bojāeju. Ja dzeramo ūdeni ar neredz paaugstinātu amonija jonu saturu lieto cilvēks ar veselu organismu, risks veselībai ir samērā niecīgs.

Amonija joni veidojas ūdenskrātuvēs, sadaloties organiskām slāpekli saturošām vielām heterotrofo baktēriju darbības rezultātā. Tomēr visbiežāk tā saturu nosaka organisko atkritumu (virvas, notekūdeņu, ekskrementu), un rūpniecisko atkritumu ieplūde ūdenskrātuvēs. Amonija jonu saturs dabas ūdeņos ir atkarīgs no bioloģisko procesu rakstura tajos, un tāpēc sezonālie

procesi ietekmē amonija jonu koncentrāciju. Tipiski vasaras sezonā notiek intensīva asimilācija, bet ziema slaikā to koncentrācija ūdeņos pieaug [2, 6].

Rezultāti un to izvērtējums

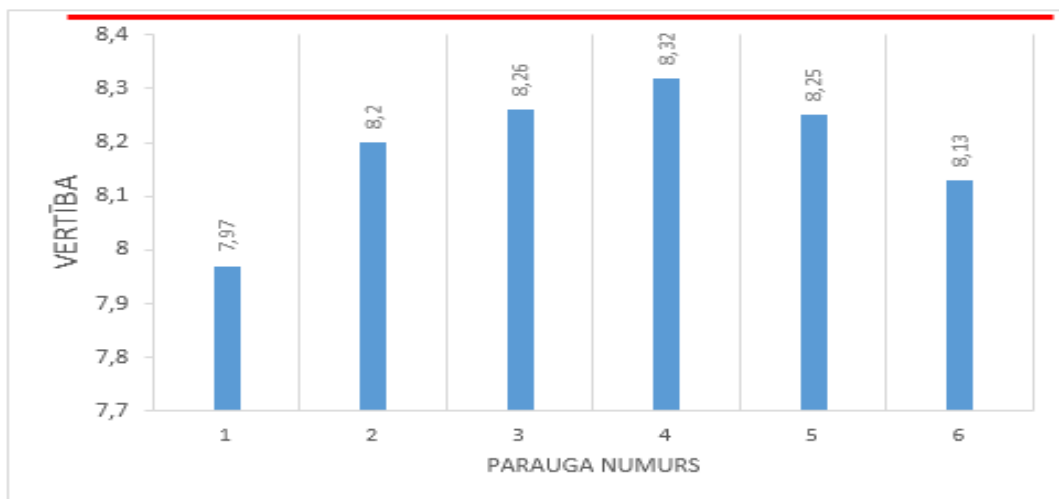
Paraugi tika ņemti Rēzeknes upes 1. martā 2016. gadā. Kopā paņemti 6 ūdens paraugi, to ņemšanas vietas ir apskatāmās 1. attēlā.



1.att. Ūdens paraugu ņemšanas vietas

Paņemtie paraugi tika analizēti laboratorijā, rezultātu kopsavilkums ir apskatāms darba turpinājumā.

pH daudzums. Veicot ūdens paraugu analīzi laboratorijā iegūti sekojoši rezultāti (skat. 2. att.)

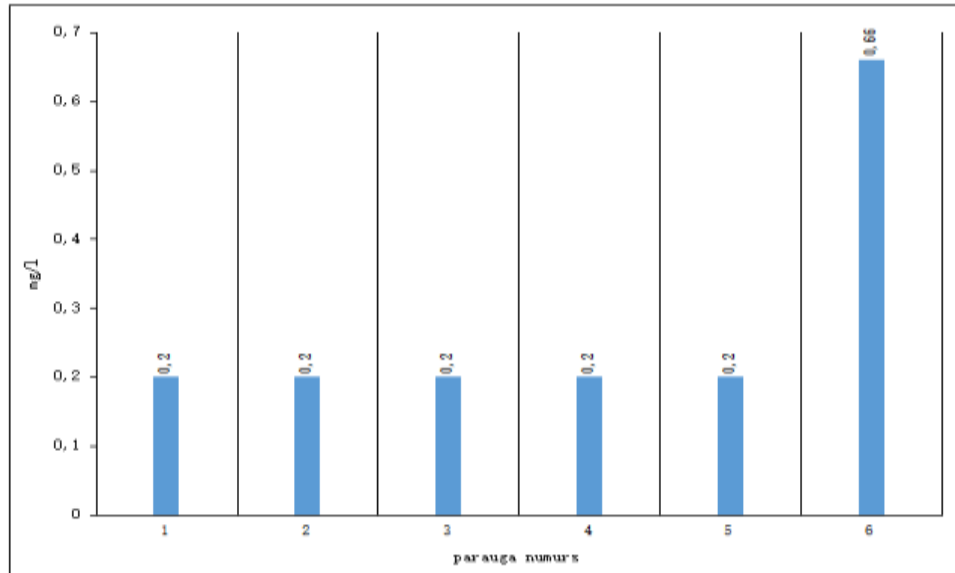


2.att. pH vērtības

Ūdens paraugu pH svārstās no 7,97 līdz 8,32. Iegūtie rezultāti norāda uz sārmainu vidi. Ūdens ir piemērots dzīvo organismu (piemēram, zivju) attīstībai. Visu paraugu pH ietekme ir labvēlīga uz ūdens bioķīmiskajiem un bioloģiskajiem procesiem, kā arī, izmantojot Rēzeknes

upes ūdeni ūdensapgādes sistēmās, neradīsies nekādas veselībai bīstamas problēmas, jo netiek pārsniegtas ne maksimālās (8,5 pH), ne minimālās pieļaujamās vērtības (6,5 pH).

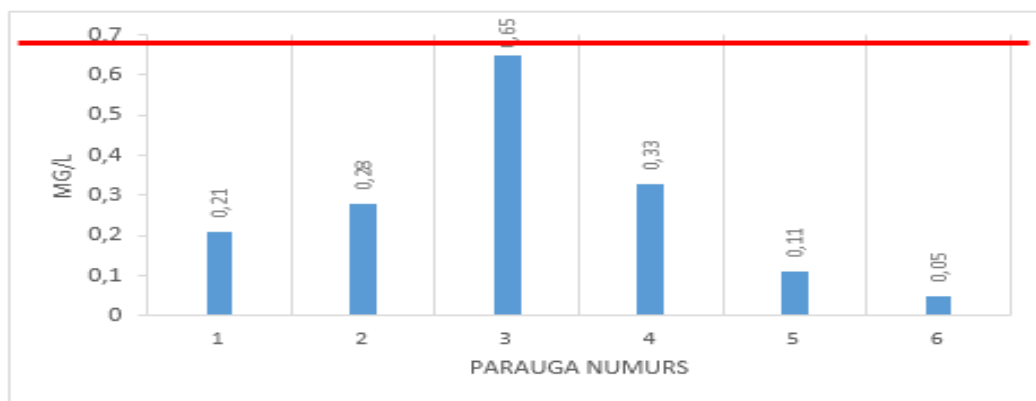
Fosfātjonu jonu koncentrācija ūdens paraugos. Veicot ūdens paraugu analīzi laboratorijā iegūti sekojoši rezultāti (skat. 3. att.)



3. att. Fosfātjonu koncentrācijas paraugos

1. – 5. Ūdens paraugu fosfātjonu daudzums atbilst nepiesārņotām dabīgām ūdenstilpēm. Tomēr 6. parauga palielinātais fosfātjonu daudzums norāda uz cilvēka iejaukšanos un piesārņojuma nonākšānu upē.

Amonija jonu koncentrācija ūdens paraugos. Veicot ūdens paraugu analīzi laboratorijā iegūti sekojoši rezultāti (skat. 4. att.)

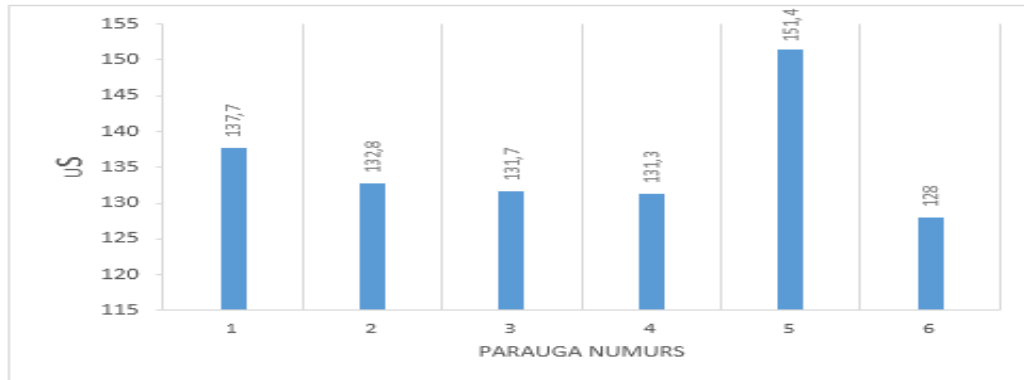


4. att. Amonija jonu koncentrācija

Amonija joni veidojas ūdenskrātuvēs, sadaloties organiskām slāpekli saturošām vielām heterotrofo baktēriju darbības rezultātā. Tomēr visbiežāk tā saturu nosaka organisko atkritumu (vircas, notekūdeņu, ekskrementu), un rūpniecisko atkritumu ieplūde ūdenskrātuvēs. Amonija jonu saturs dabas ūdeņos ir atkarīgs no bioloģisko procesu rakstura tajos, un tāpēc sezonālie procesi ietekmē amonija jonu koncentrāciju. Tipiski vasaras sezonā notiek intensīva asimilācija, bet ziema slaikā to koncentrācija ūdeņos pieaug. [1,4]

Amonija daudzums 3. parauga ņemšanas vietā ir augsts. Tiek pārsniegta maksimālā pieļaujamā vērtība saistībā ar dzeramo ūdeni, kas ir 0,50 mg/l, bet norma, kas varētu kaitēt zivīm un citiem dzīvajiem organismiem netiek pārsniegta (0,78 mg/l) [6].

Ūdens paraugu elektrovadītspēja. Veicot ūdens paraugu analīzi laboratorijā iegūti sekojoši rezultāti (skat. 5. att.)



5. att. Ūdens paraugu elektrovadītspēja

Ūdens elektrovadītspēja ir atkarīga no ūdenī izšķīdušo sāļu daudzuma. Pie augstas elektrovadītspējas ūdenī notiek elektroķīmiski procesi, kuri veicina koroziju. Tīrs ūdens slikti vada elektrību, taču dažādi piemaisījumi palielina ūdens elektrovadītspēju. Parasti tie ir metālu joni. Maksimāli pieļaujamā norma ūdenī ir 2500 $\mu\text{S cm}^{-1}$, 20 °C temperatūrā. Rēzeknes upē elektrovadītspēja ir normas robežās [6].

Secinājumi

1. Rēzeknes upes Rēzeknes pilsētas teritorijā ūdens pH svārstās no 7,97 līdz 8,32, kas atbilst sārmainai videi un ir piemērots dzīvo organismu attīstībai.
2. Ūdens elektrovadītspēja ūdens paraugos sasniedz tikai 137,7 μS , kas norāda, ka ūdenī ir maz izšķīdušo sāļu un citu vielu maisījumu.
3. Fosfātu koncentrācija ūdenī 1-5 paraugā atbilst nepiesārņotām ūdens tilpnēm, bet 6 paraugs norāda uz cilvēku iejaukšanos un piesārņojumu nonākšanu upē.
4. Amoniju jonu koncentrācija 3. paraugā pārsniedz normu, kas ir dzeramajam ūdenim 0,50 mg/l, bet ūdenī dzīvojušiem zivīm un citiem dzīvajiem organismiem netiek pārsniegta (0,78 mg/L)
5. Izanalizējot pieejamos datus par ūdens kvalitāti Rēzeknes upē Rēzeknes pilsētas teritorijā, var secināt, ka tie ir labā stāvoklī.
6. Lai pilnīgāk un detalizētāk izanalizēt ūdens kvalitāti, jāturpina paraugu ņemšana, to apstrādāšana un analizēšana.
7. Darbs bija vērtīgs, jo tas ļāva iegūt zināšanas par Rēzeknes upes kvalitāti un lielākas zināšanas par ūdens kvalitātes noteikšanas metodēm, to būtību un praktisku pielietojumu, kā arī mēraparatūras lietošanu.

Summary

The study was about water pollution research at Rezeknes river in Rezeknes city. To explore quality of 6 water samples and the distribution factors contributing this pollution was done following studies:

- explore pH quantity;
- concentration of phosphate ions;

- concentration of ammonium ions;
- the electrical conductivity of 6 water samples.

It was concluded that:

1. pH quantity of Rezeknes river varies from 7,97 pH to 8,32 pH, that corresponding to an alkaline medium, and it is suitable for living organisms;
2. Water conductivity in water samples amounts to 137.7 μS , which indicates that the water is a little dissolved salts and other substances;
3. Phosphate ions in water 1 - 5 in the samples corresponds to the uncontaminated water, and 6 sample points to human interference and pollution going into the river;
4. Ammonium ion concentration in the third sample is higher than normal, more then it is in drinking water 0,50mg / l, but the water where lives fish and other other living organisms is not exceeded (0,78 mg/l);
5. After analyzing the available data on water quality in the river Rezekne Rezekne City territory, it can be concluded that they are in good condition;
6. For a fuller and more detailed analysis of the water quality, need to continued sampling, processing and analysis.

Literatūra

1. A. Gessler, S. Schneider, D. Von Sengbusch, P. Weber, U. Hanemann, *et al.* Field and laboratory experiments on net uptake of nitrate and ammonium by the roots of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) trees New Phytol., 138 (1998), pp. 275–285 (skat.internetā 09:03:2016)
2. B. Bailey, M. Crabtree, J. Tyrie, J. Elphick, F. Kuchuk, C. Romano, L. Roodhart Water control Oilfield Rev., 12 (2000), pp. 30–51
3. M. Kļaviņš. *Ūdeņu ķīmija un ūdens vides piesārņojums*. Rīga. 1998
4. M. Kļaviņš. *Vides piesārņojums un tā iedarbība*. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2012
5. MK noteikumi Nr.118 " Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti" (Skat. Internetā 10.04.2016)
6. Ūdens kvalitātes novērtēšanas metodika. (*Rēzeknes Augstskolas nepublicētie materiāli*)

CO₂ IZMEŠI UN KLIMATA IZMAIŅAS PASAULĒ 1970.-2013.G. CO₂ EMISSIONS AND CLIMATE CHANGE IN THE WORLD 1970-2013

Autores: **Agnese Pujate**, e-pasts: agnesepujate11@inbox.lv,

Edīte Pujāte, e-pasts: edula932@inbox.lv

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

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: Study theme is the CO₂ emissions and global climate change from 1970 to 2013. The research object is CO₂ emissions, which cause climate change. The goal of this work is to identify the main sources of pollutions using geographical information systems.

Keywords: climate change, CO₂ emissions, geographical information systems

Ievads

Klimata pārmaiņas ir galvenā vides problēma mūsdienās. Klimata pārmaiņu ietekme uz vidi un cilvēku veselību, kura tagad tiek novērota, pilnībā pamato bažas par klimata izmaiņu ietekmi uz globālo vidi un cilvēku labklājību nākotnē.

Klimata pārmaiņas jau šobrīd ietekmē dabu un cilvēkus neskaitāmos veidos (temperatūra paaugstinās, nokrišņu zonas pārbīdās, ledāji un sniegs kūst un pasaules vidējais jūras līmenis paceļas) [1].

Pēdējo 100 gadu laikā enerģētikas un transporta vajadzībām cilvēki ir izlietojuši aptuveni pusi no Zemes degizraktenū rezervēm, tādā veidā strauji nosūtot atpakaļ atmosfērā miljoniem tonnu oglekļa dioksīda. Oglekļa dioksīds, nonākot atmosfērā, laiž cauri Saules gaismu, bet siltumu atstaro atpakaļ uz Zemes virsmu, tāpēc Zemes temperatūra pakāpeniski paaugstinās [2].

Pētījuma mērķis ir veikt CO₂ izmešu un klimata izmaiņu izpēti un noskaidrot galvenos piesārņojuma avotus. Pētījumā ir apskatītas CO₂ izmešu un klimata izmaiņas pasaulē 1970.-2013.g.

Klimata izmaiņas

Klimata pārmaiņas kā aktuāla pasaules līmeņa problēma oficiālā līmenī tika atzīta 1979.gadā 1.pasaules klimata pārmaiņu konferencē Ženēvā.

Galvenā novērotā klimata sistēmas izmaiņa ir saistīta ar globālo sasilšanu – sistemātisku zemes virsmas uzsilšanu kopš 1850.gada. Globālais vidējais temperatūras pieaugums sasniedza 0,85 °C laika posmā no 1880.gada līdz 2012.gadam (ietverot zemi un okeānus). Tas ir secinājums, kuru izdarīja zinātnieki, mērot temperatūru daudzos zemeslodes punktos. Novērotās zemeslodes virsmas vidējās temperatūras izmaiņas ir atspoguļotas 1.attēlā [3].

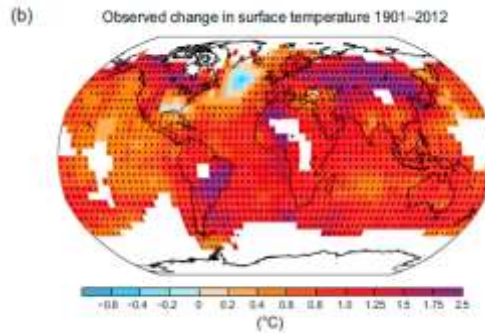
Pilsētu veidojošo betona un akmens masīvu radīšana, dažādu piesārņojuma avotu koncentrēšanās vienuviet u.tml. ne tikai transformē dabisko zemes segumu, bet arī veicina mikroklimata veidošanos pilsētās, kas ietekmē apkārtējās teritorijas [4].

Oglekļa dioksīds

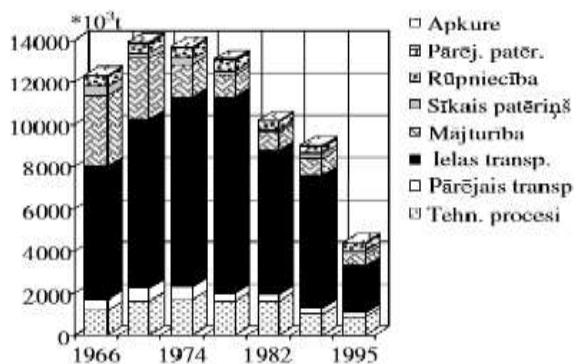
CO₂ ir visnozīmīgākā gāze atmosfērā, kas uztur siltumu Zemē. 4 miljardus gadu atpakaļ ogļskābās gāzes koncentrācija atmosfērā bija daudz augstāka – ap 80%, salīdzinot ar šodienas rādītāju 0,03% [1].

Dabiskais oglekļa dioksīda cikls notur CO₂ atmosfērā līdzsvarā. Augu pūšanas procesa, vulkānu izvirdumu, dzīvnieku elpošanas rezultātā atmosfērā izdalās ogļskābā gāze, tur tā paliek aptuveni 100 gadus pirms no jauna iesaistās fotosintēzes reakcijās vai tiek saistīta okeānos [1].

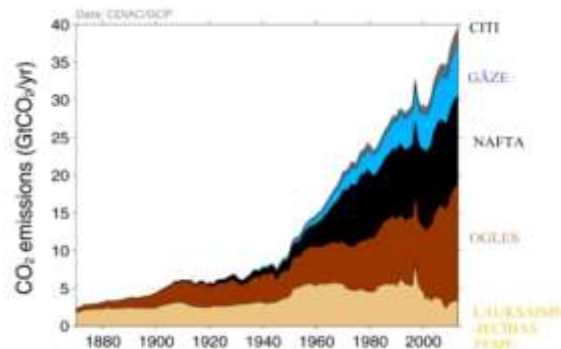
Lielākā daļa CO₂ tika izņemts no atmosfēras fotosintēzes procesā. Oglekļa dioksīds tika ieslēgts dažādos organismos un vēlāk arī minerālos – tādos kā, piemēram, nafta un ogles [3].



1.attēls Novērotās virsmas temperatūras izmaiņas 1901.-2012.g. [3]



2.attēls CO₂ emisijas dinamika



3.attēls CO₂ izmešu avoti [3]

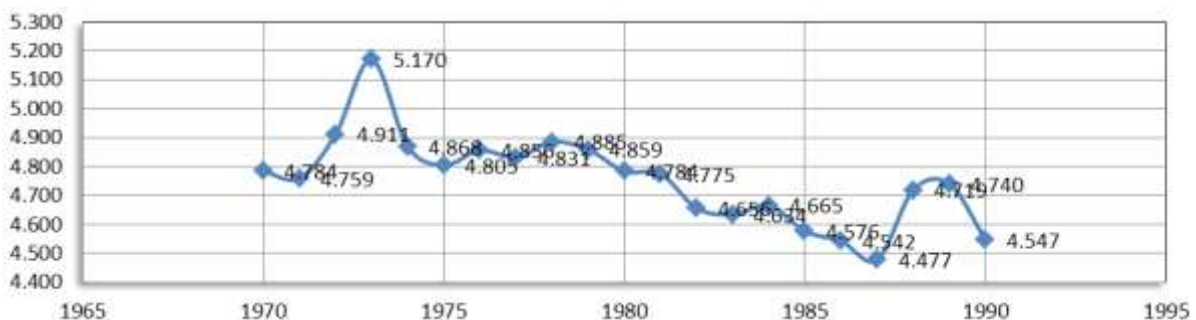
Pētnieciskā daļa

CO₂ piesārņojuma laika periodā no 1970.gada līdz 2013.gadam

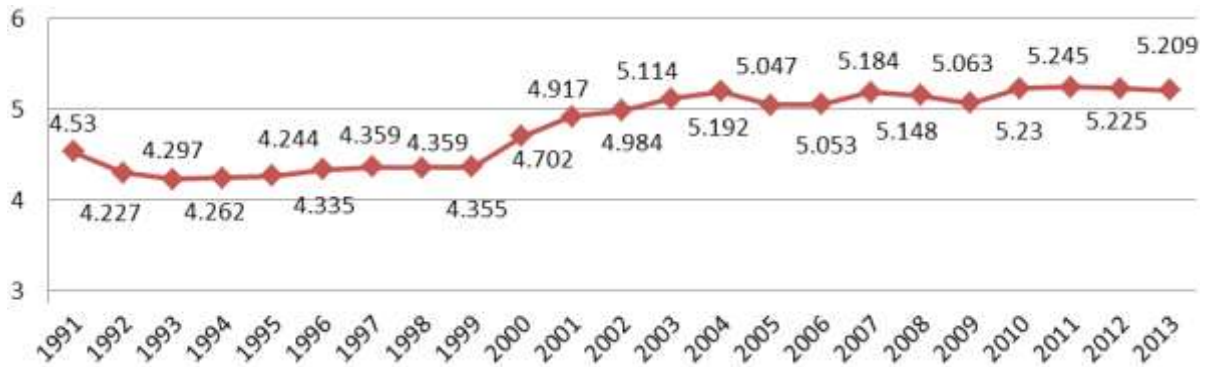
Ogļskābās gāzes daudzums pieaug izrakteņu kurināmā sadedzināšanas rezultātā par 0,4% gadā. Tās daudzums pieauga no 0,0315% (1958.g.) līdz 0,036% (2000.g.). Rezultātā oglekļa daudzums atmosfērā katru gadu pieaug par $3.4 \cdot 10^9$ t [3].

Tāpat ogļskābā gāze un metāns kļūst par siltumnīcas efekta galveno iemeslu.

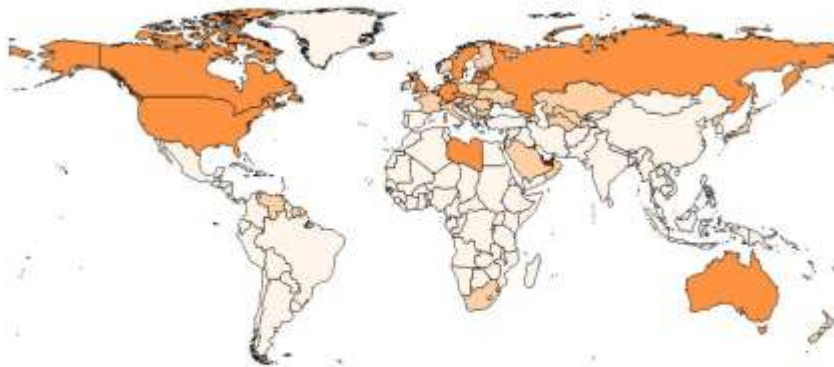
Ogļskābās gāzes īpatsvars atmosfērā sāka strauji pieaugt pēdējās desmitgadēs galvenokārt enerģētisko iekārtu attīstības rezultātā (enerģētika un transports). Sakarā ar to, ka tuvākajās desmitgadēs enerģētiskā kurināmā struktūrā lielās izmaiņas gaidīt nevar, šajā periodā turpināsies CO₂ emisiju pieaugums, kas būs dažādas dažādiem attīstības scenārijiem [1].



4.attēls CO₂ vidējais piesārņojums periodā 1970.-1990.g.
(tonnas un iedzīvotāju)



5.attēls CO₂ vidējais piesārņojums periodā 1991.-2013.g.
(tonnas un iedzīvotāju)



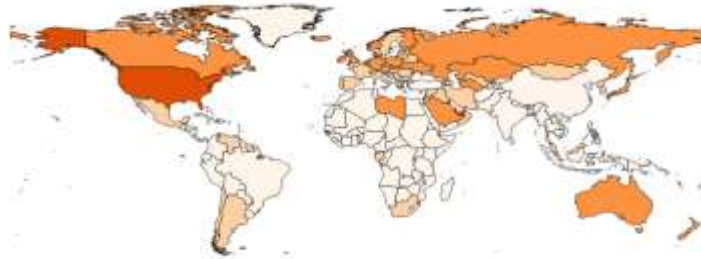
6.attēls CO₂ izmeši (tonnas /iedzīvotāju) 1970.g. (autore E.Pujāte)



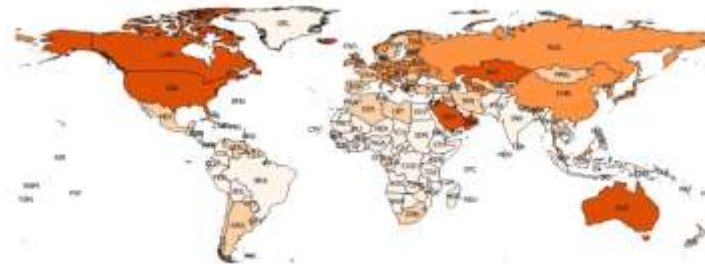
7.attēls CO₂ izmeši (tonnas /iedzīvotāju) 1978.g. (autore E.Pujāte)



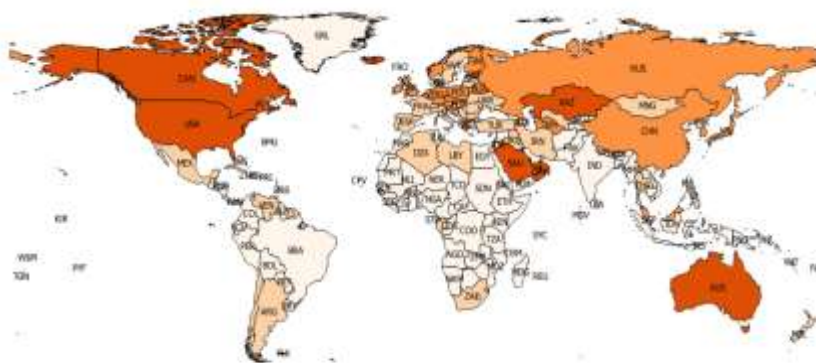
8.attēls CO₂ izmeši (tonnas/ iedzīvotāju) 1990.g. (autore E.Pujāte)



9.attēls CO₂ izmeši (tonnas/ iedzīvotāju) 1994.g. (autore A.Pujate)



10.attēls CO₂ izmeši (tonnas/iedzīvotāju) 2011.g. (autore A.Pujate)



11.attēls CO₂ izmeši (tonnas/ iedzīvotāju) 2013.g. (autore A.Pujate)



12.attēls CO₂ izmešu apkopojums 1970.-1990.g. (autore E.Pujāte)



13.attēls CO₂ izmešu apkopojums 1991.-2013.g. (autore A.Pujate)

Secinājumi

- Vislielākais CO₂ piesārņojums notika laika periodā no 1970.gada līdz 1975.gadam.
- Vismazākais CO₂ piesārņojums vērojams laika periodā no 1985.gada līdz 1990.gadam.
- Liels CO₂ piesārņojums bija 1978.g., kas izskaidrojams ar lielo rūpnīcu daudzumu pasaulē un attīstības līmeņa paaugstināšanos.
- Pēc kartes secinot, 1970.gadā, vislielākais CO₂ piesārņojums vērojams Apvienotajos Arābu Emirātos, taču 1978.g. CO₂ izmešu daudzums palielinās Kanādā, Amerikas Savienotajās valstīs, Krievijā, Austrālijā un Arābijā.
- Secinot pēc kartes attēla datiem 1990.gadā, CO₂ izmešu īpatsvars saglabājās Krievijā, Amerikas apvienotajās valstīs, Austrālijā un Apvienotajos Arābu Emirātos.
- Pēc grafika un kartes var secināt, ka pasaulē 1994.gadā bija zemākais oglekļa dioksīda piesārņojums, bet augstākais 2011.gadā, ko, iespējams, varēja ietekmēt aukstāka ziema, kas līdz ar to paaugstināja apkures pastiprināšanos.
- Pēc grafika datiem, var secināt, ka vislielākais CO₂ vidējais izmešu daudzums vērojams 1973.gadā, viszemākais CO₂ vidējais izmešu daudzums vērojams 1987.gadā.
- Sākot ar 2000.gadu, var novērot nemitīgas svārstības.
- Pēc grafika/kartes var secināt, ka oglekļa dioksīda daudzums gan 1994., gan 2011., gan 2013. gadā dominēja Kanādā, Amerikā, Austrijā un Kazahstānā (apmēram no 12 līdz

22 tonnas/iedzīv.). Zemāks piesārņojums ir redzams Ēģiptē, Taizemē, Afganistānā un citās valstīs.

- Apskatot kopējo vidējo CO₂ emisiju daudzumu, neskatoties uz to, ka visos gados dominēja Kanāda, Amerika, Austrija un Kazahstāna, tomēr visaugstākais ir Krievijā, aprēķinot vidējo CO₂ piesārņojumu.
- Šīs pārmaiņas ir ļoti straujas un saistītas arī ar vidējās temperatūras pieaugumu uz Zemes – 20.gadsimtā vidējā temperatūra paaugstinājusies par 0,6 grādiem. Arī pēc autoru izpētiem datiem ir pamanāmas pārmaiņas, bet pēdējo gadu laikā tās vairs nav tik straujas, tomēr svārstās.
- Vislielāko CO₂ piesārņojumu rada ielas transports, kam seko rūpniecība.
- Ņemot vērā visus faktorus, zinātnieki konstatēja, ka cilvēces darbības iespaidā notiek klimata izmaiņas no 1995. gada, ko arī konstatēja autore savā pētījumā.

Summary

The subject of research "CO₂ emissions and climate change in the world in 1970-2013" is make a detailed investigation about CO₂ emissions and climate change in the world. Research helps to strengthen the knowledge about CO₂ emissions and their causes. There are discussed and depicted the concentrations of CO₂ in the level of countries using thematical maps. The processed data belong from 1970 to 2013 year.

Within this study is researched also the main sources of CO₂ pollution which allow appreciate factors deeply affecting air quality and make appropriate decisions in future how to improve it and avoid deterioration of water.

Literatūra

1. Eiropas Vides aģentūra. Klimata izmaiņas. Sk. Internetā 13.03.2016 <http://www.eea.europa.eu/lv/themes/climate>
2. Pasaules dabas fonds. Klimats. Sk. Internetā 20.02.2016. http://www.pdf.lv/lv_LV/ko-mes-daram/klimats
3. Rūta Bendere, Ināra Teibe, Jozefs M. Pačina (Jozef M. Pacyna), Hjirre Sunnsets (Kyrre Sundseth), Raimonds Kasparinskis, Ivars Kudreņickis, Ruslans Šmigins, Aldis Vidužs, Juris Burlakovs. Klimata izmaiņas, ko rada antropogēnie procesi – atkritumu un notekūdeņu apsaimniekošanā. Biedrība "Latvijas Atkritumu saimniecības asociācija, Rīga 2016
4. Jurijs Grizāns (2011) Klimata izmaiņas. Sk. Internetā 20.02.2016 http://www.buvinzenierusavieniba.lv/index.php?option=com_content&view=article&id=14:Klimata-izmai%C5%86u-teritori%C4%81%C4%81-ietekme&catid=89:Energoefektivit%C4%81te

IEKŠTELPU GAISA MIKROBIOĻĢISKĀ PIESĀRŅOJUMA IZVĒRTĒJUMS IZGLĪTĪBAS IESTĀDĒ INDOOR AIR MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION ASSESSMENT EDUCATION INSTITUTION

Kristīne Sproģe, e-pasts: pixis@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītāja: **Dr. biol. Rasma Tretjakova**, e-pasts: Rasma.Tretjakova@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The indoor environmental quality issue in the educational institution is updated in the paper. All people are exposed to indoor air microbial contamination exposure. As an educational institution for several years children spend up to 1/3 of each working day, it is very important to create a regulatory compliant, healthy and comfortable environment, which would not have any adverse impact on the state of health and labor.*

Keywords: *air microbiological testing, biological pollution, indoor air quality.*

Ievads

Iekštelpu vide aptver visu sabiedrību – gan privātajās, gan sabiedriskajās ēkās, t.i., skolās, aprūpes centros, birojos, kā arī atpūtas vietās. Visi cilvēki ir pakļauti iekštelpu gaisa mikrobioloģiskā piesārņojuma iedarbībai [7]. Slikta gaisa kvalitāte telpās var būt īpaši kaitīga jutīgiem cilvēkiem, piemēram, bērniem, veciem cilvēkiem un cilvēkiem ar sirds un asinsvadu slimībām, kā arī hroniskām elpceļu slimībām, piemēram, astmu [6]. Zinātnieki veicot pētījumus, konstatē, ka līdz šim ietekme no riska faktoriem, kas rodas no pakļaušanās bioloģiskajam piesārņojumam iekštelpu gaisā, ir daudz mazāk pētīta nekā āra piesārņojums [3]. Portugāļu zinātnieki uzsver, ka dažas valstis sponsorē valsts mēroga programmas skolas ēku rehabilitācijai, ar mērķi novērtēt ietekmi uz iekštelpu skolu ēku vides kvalitāti [1]. Veselības traucējumi gan skolēniem, gan izglītības iestādē strādājošajam personālam ir lielākoties saistīti ar iekštelpu vidi [2]. Zinātniskā darba mērķis - veikt iekštelpu gaisa mikrobioloģiskā piesārņojuma izvērtējumu un izvērtēt ventilācijas sistēmas nepieciešamību bioloģiskā piesārņojuma novēršanai izglītības iestādē. Normatīvu prasības nosaka regulāri vēdināt telpas, kurās nav ierīkota mehāniskā ventilācija, tas ir, mācību telpu pēc katras mācību stundas vēdina vismaz 10 minūtes (ziemā – vismaz 5 minūtes) [5]. Nepieciešams izvērtēt optimālo mācību telpas vēdināšanas režīmu un ilgumu, radot normatīvu prasībām atbilstošu, veselīgu un komfortablu vidi, kas neatstātu nelabvēlīgu iespaidu uz cilvēku veselības stāvokli un darbaspējām.

Materiāli un metodes

Gaisa paraugi ņemti uz vienreizējām barotnēm (Tryptic Soy Agar – nosaka kopējās baktērijas un Sabouraud Dextrose – nosaka pelējumus un raugus) ar M-Air-T Milipore gaisa testerī sūknējot 100 l gaisa (sk.1.attēlu). Katrā izvēlētajā telpā tiek ņemti 4 gaisa paraugi: pēc mācību stundas (logi, durvis aizvērtas), pēc 5 minūšu vēdināšanas, pēc 10 minūšu vēdināšanas un pēc 20 minūšu vēdināšanas, tiek mērīta gaisa temperatūra pie katra parauga ņemšanas. Telpas tiek vēdinātas dažādos veidos, variējot ar logiem un durvīm. Gaisa paraugi Sabouraud Dextrose barotnēs tiek inkubēti Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas Mikrobioloģijas laboratorijā Memmert inkubatorā 120 h 25°C temperatūrā, bet Tryptic Soy Agar 120 h 22,5°C. Kolonijas tiek skaitītas ar Funke Gerber koloniju skaitītāju (sk.2.attēlu). Eksperimenta beigās barotnes tiek utilizētas Fedegari autoklāvā – 2 atmosfēras spiediena un 180°C temperatūras ietekmē.



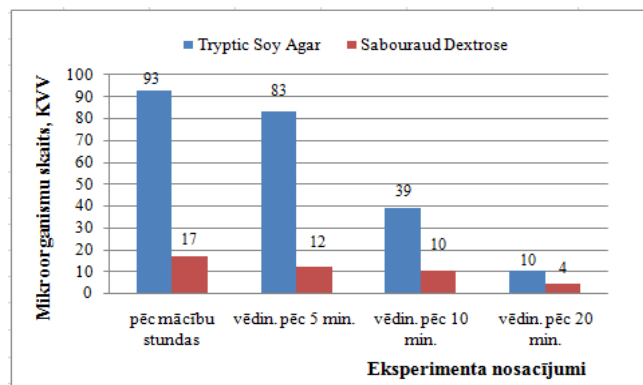
1. attēls M-Air-T Milipore gaisa testeris, vienreizējas barotnes, termometrs, dezinfekcijas salvetes



2. attēls Mikroorganismu koloniju saskaitīšanas process ar Funke Gerber koloniju skaitītāju

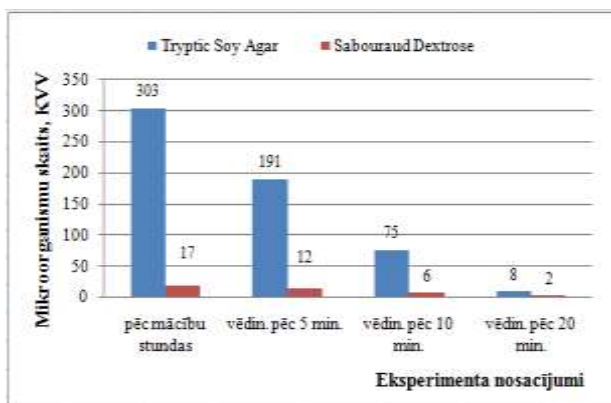
Rezultāti un to izvērtējams

Veicot gaisa mikrobioloģisko testēšanu un analīzi Lubānas vidusskolas 3. stāva 2. klases mācību telpā pirms un pēc klašu vēdināšanas, pētījuma rezultāti - kopējais baktēriju skaits, pelējumu un raugu skaits ir attēlots 3., 4., 5., 6., 7. attēlā. Gaisa mikrobioloģiskās testēšanas rezultātā 3. attēlā ir redzams, ka kopējais baktēriju skaits 09.01.2015. pēc mācību stundas sasniedz 93 KVV, bet pelējumu un raugu skaits ir 17 KVV, kas 2 reizes pārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV [4]. Vēdinot 2. klases kabineta telpu ar aizvērtām durvīm un ar 2 daļēji atvērtiem logiem 5 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās līdz 83 KVV, pelējumu un raugu skaits samazinās līdz 12 KVV, vēdinot telpu 10 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 2,4 reizes līdz 39 KVV, pelējumu un raugu skaits samazinās līdz 10 KVV, bet pārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu [4].



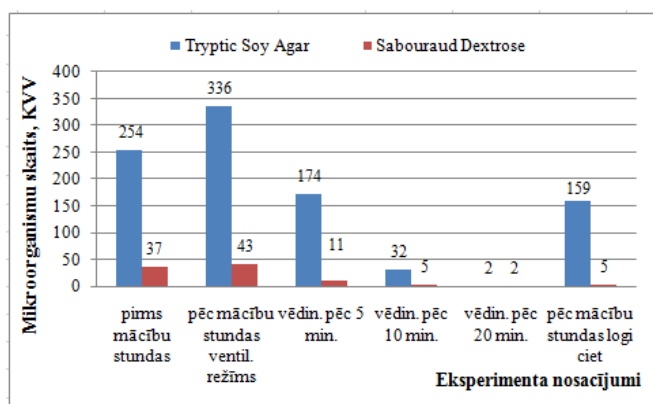
3. attēls 2. klases kabineta vēdināšana - durvis aizvērtas, 2 logi daļēji atvērti 09.01.2015.

Salīdzinājumā ar sākotnējo mikroorganismu skaitu, kas ir, noteikts uzreiz pēc mācību stundas, un, vēdinot 2. klases telpu 20 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 9 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 4 reizes, kas nepārsniedz rekomendējamo pelējumu un raugu normatīvo lielumu 8 KVV [4].



4. attēls 2. klases kabineta vēdināšana - durvis aizvērtas, 1 logs pilnā atvērumā 12.01.2015.

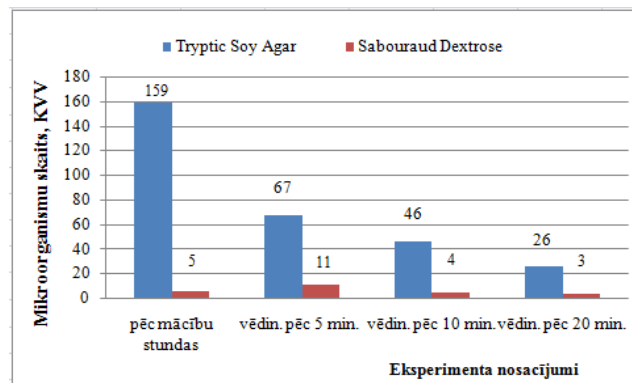
4. attēlā grafiski noformēti gaisa mikrobioloģiskie pētījuma rezultāti 12.01.2015. un ir konstatēts, pirms pēc mācību stundas kopējais baktēriju skaits sasniedz 303 KVV, bet pelējumu un raugu skaits ir 17 KVV, kas 2 reizes pārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV [4]. Salīdzinājumā ar sākotnējo mikroorganismu skaitu, noteikts, ka 2. klases kabineta telpas vēdināšana ar aizvērtām durvīm un ar 1 logu pilnā atvērumā 5 minūtes, samazina kopējo baktēriju skaitu līdz 191 KVV, pelējumu un raugu skaitu samazina līdz 12 KVV, savukārt vēdinot telpu 10 minūtes kopējais baktēriju skaits būtiski samazinās 4 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 3 reizes, nepārsniedzot rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV, vēdinot telpu 20 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 38 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 9 reizes.



5. attēls 2. klases kabineta vēdināšana - durvis aizvērtas, 2 logi pilnā atvērumā 16.02.2015

Gaisa mikrobioloģiskās testēšanas rezultāti 16.02.2015. ir atspoguļoti 5. attēlā. Gaisa paraugā, kas tika paņemts pirms pirmās mācību stundas, kopējais baktēriju skaits sasniedz 245 KVV, pelējumu un raugu skaits ir 37 KVV, rekomendējamo normatīvo lielumu [4] pārsniedzot 5 reizes. Savukārt, izanalizējot gaisa paraugu pēc pirmās mācību stundas, kur plastika logi tika atstāti uz ventilācijas režīmu, kopējais baktēriju skaits nedaudz paaugstinājās līdz 336 KVV, pelējumu un raugu skaits arī nedaudz paaugstinās līdz 43 KVV. Salīdzinājumā ar sākotnējo mikroorganismu skaitu pēc mācību stundas un, vēdinot 2. klases kabineta telpu ar aizvērtām durvīm un 2 pilnā atvērumā logiem 5 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 2 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 4 reizes, bet pārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV [4]. Vēdinot telpu 10 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 11 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 8 reizes līdz 5 KVV, nepārsniedzot rekomendējamo normatīvo lielumu [4]. Vēdinot telpu 20 minūtes, kopējais baktēriju skaits ļoti būtiski samazinās 168 reizes

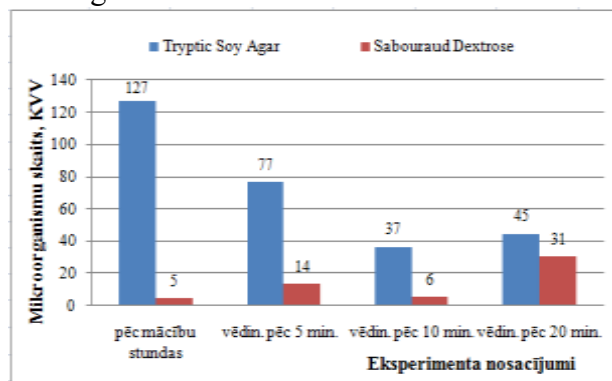
līdz 2 KVV, pelējumu un raugu skaits būtiski samazinās 22 reizes. Savukārt, pēc mācību stundas, kad visi logi ir ciet, salīdzinot ar klases 20 minūšu vēdināšanu, uzreiz ir acīmredzama kopējo baktēriju paaugstināšanās līdz 159 KVV, pelējumu un raugu skaits arī paaugstinās 2,5 reizes no 2 KVV līdz 5 KVV.



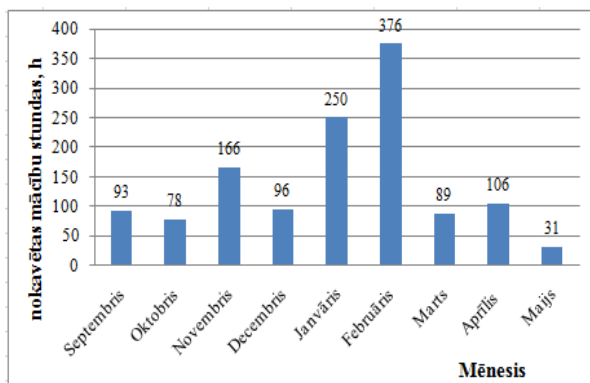
6. attēls 2. klases kabineta vēdināšana - durvis atvērtas, 1 logs daļēji atvērts
16.02.2015

Turpinot eksperimentu 16.02.2015. un, pamatojoties uz datiem par gaisa kvalitāti pēc mācību stundas, ka arī, apkopojot tos 6. attēlā, noskaidrots, ka, vēdinot 2. klases kabinetu jau ar atvērtām durvīm un 1 logu, kas ir daļēji atvērts, kopējais baktēriju skaits samazinās 2 reizes līdz 67 KVV, pelējumu un raugu skaits palielinās 2 reizes līdz 11 KVV. Vēdinot telpu 10 minūtes ar atvērtām durvīm, kopējais baktēriju skaits nebūtiski samazinājās līdz 46 KVV, pelējumu un raugu skaits samazinājās līdz 4 KVV, bet, vēdinot telpu 20 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 6 reizes, pelējumu un raugu skaits nebūtiski samazinās līdz 3 KVV.

Gaisa mikrobioloģiskās testēšanas rezultātā 7. attēlā ir atspoguļots, ka kopējais baktēriju skaits 16.02.2015. pēc mācību stundas sasniedz 127 KVV, bet pelējumu un raugu skaits ir 5 KVV, kas nepārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV [4]. Vēdinot 2. klases kabineta telpu 5 minūtes ar atvērtām durvīm un ar 1 logu, kas ir pilnīgi atvērts, noteikts, ka kopējais baktēriju skaits samazinās līdz 77 KVV, pelējumu un raugu skaits palielinās 3 reizes līdz 14 KVV, pārsniedzot rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV [4]. Vēdinot telpu 10 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 3,4 reizes līdz 37 KVV, pelējumu un raugu skaits palielinās no 5 KVV līdz 6 KVV. Vēdinot telpu 20 minūtes, kopējais baktēriju skaits, salīdzinot ar skaitu pēc mācību stundas, samazinās 3 reizes, bet palielinās, ja salīdzina ar telpas vēdināšanu 10 minūtes, pelējumu un raugu skaits būtiski palielinājies 6 reizes, kas izskaidrojams ar to, ka caurvēja izraisīšana un klases telpas vēdināšana ar atvērtām durvīm un pilnīgi atvērtu logu negatīvi ietekmē un nenodrošina atbilstošu gaisa kvalitāti, ka arī, vēdinot telpu ilgāku laiku, būtiski palielinās pelējumu un raugu skaits.

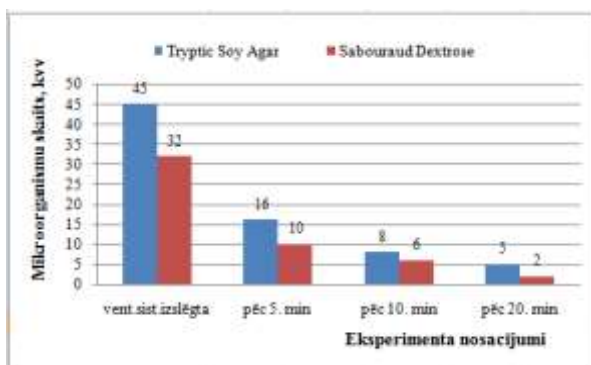


7. attēls 2. klases kabineta vēdināšana - durvis atvērtas, 1 logs pilnā atvērumā
16.02.2015



8. attēls 2. klases skolēnu nokavētās mācību stundas slimības dēļ

8. attēlā ir atspoguļota 2. klases skolēnu slimošanas dinamika. No grafikiem var redzēt, ka janvārī un februārī ir visvairāk nokavēto mācību stundu slimības dēļ, ko varētu izskaidrot ne tikai ar auksto ziemas laiku, bet arī ar zemas kvalitātes gaisu telpā, kurai nav ventilācijas sistēmas un vēdināšana netiek nodrošināta.



9. attēls V/SIA „ZMNĪ” telpa ar ventilācijas sistēmu

Lai novērtētu gaisa mikrobioloģisko kvalitāti ar ventilācijas sistēmu, V/SIA „ZMNĪ” (Zemkopības ministrijas nekustamie īpašumi, Rēzeknē) 18.09.2015. tika analizēti gaisa paraugi uz kopējām baktērijām, pelējumiem un raugiem pie dažādiem eksperimenta nosacījumiem. No 9. attēla redzams, ka V/SIA „ZMNĪ” telpā ar ventilācijas sistēmu, kas ir izslēgta, kopējais baktēriju skaits nav augsts un sasniedz 45 KVV salīdzinājumā ar 2. klases telpu pirms mācību stundām, bet pelējumu un raugu skaits 4 reizes pārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV. Salīdzinot mikroorganisma skaitu ar izslēgto ventilācijas sistēmu, noskaidrots, ka, ieslēdzot ventilācijas sistēmu uz 5 minūtēm, kopējais baktēriju skaits samazinās 3 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 3 reizes. Ventilējot telpu 10 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 6 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 5 reizes. Ieslēdzot ventilācijas sistēmu uz 20 minūtēm, kopējais baktēriju skaits būtiski samazinās 9 reizes, pelējumu un raugu skaits 16 reizes.

Secinājumi

1. Optimāli mācību telpas vēdināšanas režīmi ir 10 un 20 minūtes ar aizvērtām durvīm un daļēji vai pilnīgi atvērtiem logiem. Telpas vēdināšana būtiski ietekmē bioloģiskā piesārņojuma mazināšanos un gaisa kvalitātes paaugstināšanu.
2. Plastika logu ventilācijas režīms bez telpas kopējas ventilācijas sistēmas, nav efektīvs un nespēj nodrošināt stabilu un veselībai drošu gaisa mikrobioloģisku kvalitāti.
3. Nav lietderīgi un efektīvi vēdināt telpu ar atvērtām durvīm un logiem, jo tas izraisa caurvēju un mikroorganismu papildus pieplūdi no gaitenīem.

4. 2. klases skolēnu saslimšanas skaits ir lielāks apkures sezonā - janvārī un februārī.
5. Telpā ar ventilācijas sistēmu, optimālie ventilācijas ieslēgšanas laiki ir no 10-20 minūtēm. Ventilācijas sistēma telpā būtiski uzlabo gaisa kvalitātes paaugstināšanu un mikrobioloģiskā piesārņojuma samazināšanu.

Summary

The goal of scientific work - to make indoor air contamination of microbial assessment and evaluate the need for ventilation systems biological pollution prevention education. Air samples was taken with a single culture medium (Tryptic Soy Agar - determine the total bacteria and Sabouraud Dextrose - down molds and yeasts), M-Air-T Milipore tester air was pumped to the feeds of air to 100 liters. Air samples was taken for analyze the total bacteria and molds, yeasts. Each selected a room was taken 4 air samples: after the lesson (windows, doors closed), after 5 minutes of ventilation, after 10 minutes of ventilation, and after 20 minutes of ventilation, as well as air temperature was determined at each air sampling. Space being ventilated in different ways, varying with the windows and doors. It is recommended in the Lubanas educational institution from 10 to 20 minutes to ensure ventilation with the closed doors and completely or partially open windows. Recommended in this educational institution to set common ventilation system, and hour breaks turn it from 10 to 20 minutes, as well as to ensure control, cleaning of ventilation system and operation in accordance with the rules.

Literatūra

1. Almeida, R., M., S., F., Freitas, V., P. Indoor environmental quality of classrooms in Southern European climate. *Energy and Buildings*. October 2014., Vol. 81, p. 127-140. Sk.Internetā (20.10.2015.) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778814005027>
2. Fowler, J. Indoor environmental quality within an elementary school: Measurements of *Felis domesticus* I, *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farine* I, and *Blatella germanica* in carpeting. Sk. Internetā (22.10.2015.) <http://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2967&context=etd>
3. Madureira, J., Paciência, I., Rufo, J., C., Pereira, C., Teixeira, J., P., Fernandes, E., O. Assessment and determinants of airborne bacterial and fungal concentrations in different indoor environments: Homes, child day-care centres, primary schools and elderly care centres. *Atmospheric Environment*. May 2015., Vol. 109, p. 139-146. Sk.Internetā (20.10.2015.) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231015002502>
4. Darba drošības un veselības institūts. RSU aģentūra. Darba drošības un veselības aizsardzības prasības, saskaroties ar bioloģiskiem aģentiem darba vidē. 2011. lpp.16.
5. Higiēnas prasības vispārējās pamatizglītības, vispārējās vidējās izglītības un profesionālās izglītības iestādēm. <http://likumi.lv/doc.php?id=69952>, sk. 16.01.2015.
6. Iekštelpu gaisa kvalitāte: riska novērtēšana, iekštelpu gaisa kvalitātes vadlīnijas - izvēlētiem piesārņotājiem. <http://www.vi.gov.lv/lv/vides-veselibu/gaiss/iekstelpu-gaiss/iekstelpu-gaisa-kvalitate>, sk. 16.01.2015.
7. Влияние на здоровье человека состава воздуха жилых и общественных помещений. <http://siblec.ru/index.php?dn=html&way=bW9kL2h0bWwvY29udGVudC81c2VtL2NvdXJzZTM4L3RlbWFfMTgwaHRt>, sk. 16.01.2015

EKOCIEMATA “VARAVĪKSNES” AUGSNES UN ŪDENS EKOĻOĢISKO PARAMETRU IZVĒRTĒJUMS ECOVILLAGE “VARAVĪKSNES” THE SOIL AND WATER ENVIRONMENTAL PERFORMANCE EVALUATION

Autors: **Aleksandrs Staprēns**, e-pasts: aleksandrs.staprens@inbox.lv, +37129239956

Zinātniskā darba vadītājs: **Gofrīds Noviks, Dr.habil.geol., prof.**,

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne, LV-4601

Abstract: *Managing in agriculture with natural methods, without the use of chemically synthesized substances (fertilizers, pesticides and t.t.), can acquire organic products. Such management is a prerequisite for healthy soil and water (surface and underground), which is a diverse of fauna and flora. Rich and healthy soil is based on agriculture, which is able to resist various diseases and pests [2]. Work aimed to assess the ecovillage agricultural land resources of the physical-geographical, hydrological conditions and soil quality. With a view to assessing the quality of drinking water and agricultural produce low productivity reasons, it was made of water and soil sample analysis. Work report described water and soil sample analysis methods and the results obtained from the Rezekne Technology academy (RTA) laboratory. The test results will help to understand the reasons for the poor quality of samples and give recommendations to improve the quality of water and agricultural land resources.*

Keywords : *laboratory, soil samples, water samples*

1. Ekociemata “Varavīksnes” raksturojums

Ekociemats “Varavīksnes” atrodas Vaidavas pagasta teritorijā. “Varavīksnes” sastāv no 6 zemes gabaliem ar apbūves tiesībām un koplietošanas teritorijām. Šī ekociemata realizācija tika aizsākta 2004. gadā, kad tika iegādāta 15 ha liela zemes platība Valmieras novada Vaidavas pagastā (100 km attālumā no Rīgas) (*skat. 1.attēlu*) [3].



1.att. Ekociemata “Varavīksnes” atrašanās vieta Latvijā

Ekociemata vīzija - ciematā dzīvo ģimenes, kuras veido savus mājokļus, balstoties uz eko- tehnoloģijām un ekoloģiski apsaimnieko zemi. Tās veido kopējus projektus un apsaimnieko kopējās teritorijas, balstoties uz kooperācijas principiem. Ciemata iedzīvotājus vieno vēlme izzināt pasauli, sevi un pilnveidoties, bagātinot viens otru ar savu dzīves pieredzi. Viņi saka: “Esam tolerantā un atvērti jebkuriem garīgajiem virzieniem”. Šobrīd Ekociemata “Varavīksnes” iedzīvotājus interesē šādi virzieni:

- permakultūras (zemes apsaimniekošanas veids).
- ekoloģiskā būvniecība, proti: ēkas atbilstība klimatam, iekļaušanās apkārtējā vide un piemērotība cilvēkam;
- radīt bāzi bērnu un jauniešu radošajām izpausmēm un nodarbēm, kā bāzi viņi redz ne tikai ēku, bet arī izveidotu vides daudzveidību – dabas valstību, kuru bērni gan apgūs, gan veidos tālāk [4].

<http://dx.doi.org/10.17770/het2016.20.3515>

Ekociemata projekts tiek realizēts uz pašfinansējuma principiem. Šobrīd tiek celtas divas atsevišķu ģimeņu dzīvojamās mājas, iekopti dārzi un labiekārtotas ainavas.

2. Lauksaimniecības būtiskā nozīme ekociemata attīstībā

Ekociemata “Varavīksnes” iedzīvotāju viena no plānotajām pamatnodarbēm in bioloģiskās lauksaimniecības produktu ražošana. Tāpēc ļoti būtiski ir izpētīt un uzlabot ekociemata lauksaimniecībā izmantojamo zemes resursu kvalitāti.

Organiskā (ekoloģiskā, bioloģiskā) lauksaimniecība ir lauksaimniecības forma, kurā apzināti tiek neizmantoti dažādi sintētiskie mēslošanas līdzekļi un pesticīdi, augu augšanas regulatori, kā arī dažādas barības piedevas augiem. Gluži pretēji, lai palielinātu produktivitāti un nodrošinātu augu kultūrām minerālu elementus uzturam vai kaitēkļu un nezāļu apkarošanai, aktīvi piemēro organisko mēslojumu (kūtsmēsli, komposts, augu atliekas, zaļmēslojumu, utt.), kā arī piemēro dažādus bioloģiskās augsnes apstrādes metodes[5].

Arī ekociematā “Varavīksnes” bioloģiskās lauksaimniecības mērķis ir strādāt ar ekosistēmām, bioģeoķīmiskajiem vielu un elementu cikliem dabā. Bioloģiskās lauksaimniecības pienākums ir uzturēt ilgtermiņa veselību, kas skar (augus, dzīvniekus, augsni, cilvēku), un visu planētu kopumā. [1]

Ekociematos bioloģiskās lauksaimniecības metodēm izmanto šādus bioloģiskos apsaimniekošanas principus:

- izvairīšanās no fungicīdi, herbicīdi, minerālmēsli izmantošanas;
- dzīvnieku un augu atkritumu izmantošana kā mēslojumu;
- augsekas augsnes atjaunošana;
- slēgtā cikla lauksaimniecības lietošana -audzētavā (ražas - lopbarības, liellopu - mēslojums) [6].

3. Ūdens ekoloģisko īpašību noteikšana

Lai noteiktu Ekociemata “Varavīksnes” ūdens ekoloģiskās īpašības Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas ķīmijas laboratorijā tika veiktas iegūto paraugu kompleksās analīzes. Darba gaitā tika analizēti 2 ūdens paraugi. Viens ūdens paraugs tika ņemts no dzeramā ūdens vietas Ekociematā. Otrs ūdens paraugs tika ņemts no ekociematā esošā dīķa. Iegūtos rezultātus var apskatīt 1. tabulā.

1.tabula.

Ūdens paraugu komplekso analīžu rezultāti

Nr.	Nosakāmais parametrs (* MK noteikumi Nr. 235)	Parauga veids (ūdens)	Iegūtie rezultāti mg/l	Pieļaujamā norma mg/l *	Neatbilstība ml/l
1	NO ₃ ⁻	Dzeramais	<1.00	50	
		Dīķa	<1.00	50	
2	NO ₂ ⁻	Dzeramais	0.51	50	
		Dīķa	0.13	50	
3	Fe ^{2+/3+}	Dzeramais	0.129	0.2	
		Dīķa	1.495	0.2	1.295
4	Cl ⁻	Dzeramais	0	250	
		Dīķa	0	250	
5	elektrovadītspēja pie 18.6 C°	Dzeramais	35.5	2500	
	elektrovadītspēja pie 18.4 C°	Dīķa	19	2500	
6	pH noteikšana pie 19.5 C°	Dzeramais	7.28	6.5-9.5	
		Dīķa	6.675	4.5	
7	ĶSP (KMn ₂ O ₄)	Dzeramais	>5.0	5	
		Dīķa	>5.0	5	

Ūdens paraugu organoleptisko analīžu iegūtos rezultātus var apskatīt 2.tabulā. Ūdens organoleptiskās īpašības satur duļķainības, krāsas smaržas un garšas parametrus.

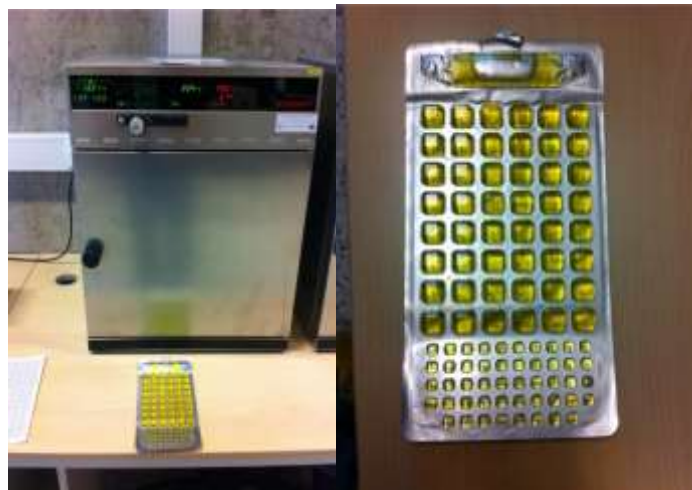
2. tabula

Ūdens paraugu organoleptiskie analīžu rezultāti

Nr.	Nosakāmais parametrs	Iegūtie rezultāti
1	Duļķainība	Netika konstatēta
2	Krāsa	Caurspīdīgs
3	Smarža	Bez smaržas
4	Garša	Netika pārbaudīts

3.1. Mikrobioloģijas analīžu rezultāti

Mikrobioloģijas laboratorijā ūdens paraugu analīzes tika veiktas ar «Colilert – 18 testu komplektu». Darba gaitā tika analizēts dzeramā ūdens paraugs, kurš tika ņemts no dzeramā ūdens ņemšanas vietas Ekociematā “Varavīksnes”. Dzeramā ūdens parauga analīzes rezultātus var apskatīt 2. attēlā. Metodes rezultāti liecina, ka tests dzeramā ūdens paraugam bija pozitīvs kopējām koliformām E.coli. Bet negatīvs fekāliju koliformām, kas ir pamatojams ar fluorescences efekta trūkumu paraugos.



2.att. E.coli kopējo koliformu noteikšana ūdens paraugos

4. Augsnes ekoloģisko īpašību noteikšana

Ņemtajos Ekociemata “Varavīksnes” grunts paraugos tika noteiktas fizikālās īpašības izmantojot iekārtu “Sartorius MA 150 Moisture Analyzer”. Iegūtos grunts paraugu rezultātus var aplūkot 3 tabulā un 4 tabulā sāļu daudzumu augsnē milisimēnu vienībās.

3.tabula

Grunts parauga analīžu rezultāti

Nr.	Nosakāmais parametrs	Iegūtie rezultāti	Pieļaujamā norma
1	elektrovadītspēja pie 18.6 C°	0,019 μs	0.7 - 1.9 μs
2	pH noteikšana pie 19.5 C°	6,33	6.5-9.5
3	Cl ⁻	0,001 ml/l	-
4	Ca ⁻	>MDL	-
5	Mg ⁻	>MDL	-

MDL – metodes detektēšanas robeža

4. tabula

Salīdzinošie elektrovadītspējas (EC) rādītāji augsnē milisimenu mērvienībās

EC (ms)	Komentārs
<0.74	Ļoti zems sāļu līmenis
0.7 - 1.9	Labs sāļu līmenis stādiem un stādīšanai, kā arī augsnēm ar augstu organikas saturu
2.0 - 3.4	Pieņemams līmenis lielākajai daļai augu, izņemot uz sāļiem īpaši jutīgos augus
3.5 - 5.0	Nedaudz par sāļš vairumam augu
5.0 - 6.0	Liela sāls koncentrācija – samazinās augšanas tempi

Inženierģeoloģijas laboratorija. Grunts mitruma noteikšanai tika izmantota ierīce Sartorius MA150 Moisture Analyzer. Metodes gaitā iegūtie rezultāti. Tika analizēts 1 augsnes paraugs. Mitruma daudzums grunts paraugam bija **15.93 %**. Iegūtie rezultāti tika apkopoti 5.tabulā.

5.tabula

Augsnes paraugu caurlaidības un filtrācijas koeficientu aprēķins

Parametri	Mērvienības	Frakcija Nr.1	Frakcija Nr.2	Frakcija Nr.3
Diametrs	D - (m)	0,055	0,06	0,06
Ieža augstums piltuvē	l - (m)	0,047	0,055	0,075
Ūdens augstums piltuvē	h – (m)	0,042	0,06	0,06
Laiks	t min:ss:milis	3:56:51	3:19:87	3:39:50
Ūdens daudzums	Q – (m ³)	7,8 · 10 ⁻⁶	5,6 · 10 ⁻⁵	5,3 · 10 ⁻⁵
Ūdens caurlaidība	K _{ūc} (m ²)	1,43 · 10 ⁻¹⁰	8,4 · 10 ⁻¹¹	1 · 10 ⁻¹⁰
Filtrācijas koif.	K _f (m/dn.)	120,46	85,97	74,38
Laukums	S - (m ²)	2,4 · 10 ⁻⁵	2,8 · 10 ⁻⁵	2,8 · 10 ⁻⁵

6. tabula

Vidējie ūdens caurplūdes un filtrācijas koeficienti grunts paraugam

Ūdens caurlaidības koeficients	K _{ūc} (m ²)	1,1 · 10 ⁻¹⁰
Filtrācijas koeficients	K _f (m/dnn.)	93,6

7. tabula

Pielietotās formulas un aprēķinu rezultāti

Pielietojamās formulas	Frakcija Nr.1	Frakcija Nr.2	Frakcija Nr.3
$S = \frac{\pi D^2}{4} ; m^2$	2,4 · 10 ⁻⁵	2,8 · 10 ⁻⁵	2,8 · 10 ⁻⁵
$\Delta P = P_{\text{ūd}} = \rho \cdot g \cdot h ; Pa$	455,99	652,19	646,80
$K_{\text{ūc}} = \frac{Q \cdot l \cdot \eta}{S \cdot t \cdot \Delta P} ; m^2$	1,5 · 10 ⁻⁵	1,3 · 10 ⁻⁵	1,8 · 10 ⁻⁵
$K_{f=\frac{Q}{S \cdot t_{dn}}} ; m/dn$	120,46	85,97	74,38

Dažādu nogulumu filtrācijas koeficientus var apskatīt 8.tabulā.

8. tabula

Izstrādājusi Eleonora Pērkone izmantojot Brassington, 1988, Шварцев, 1996, Маслов и Комов, 1871

Nogulumu veids	Frakciju koeficients K (m/dnn)
Grants, rupja grants	100 -1000, > 1000
Rupjgraudaina smilts	20 -100; 50 - 200
Vidējgraudaina smilts, videjgraudaina – rupjgraudaina smilts	5 - 20; 7 - 50
Smalkgraudaina smilts	1 -7
Aleirīts	10^{-3} - 1
Māls	10^{-8} – 10^{-3}

Analizējot darba metodes gaitā iegūtos rezultātus un veicot aprēķinus var secināt, ka grunts parauga ūdens caurlaidība atbilst rupjgraudainai smiltij 0,25-0,10 mm ar putekļu iežu 0,050-0,010 mm un māla < 0,005 mm daļiņu frakcijām (skat. 6.,7.un 8. tabulu).

5. Secinājumi, ieteikumi un rekomendācijas

1. Ķīmijas laboratorijā ūdens paraugu komplekso analīžu rezultāti liecina, ka ņemtajos divos ūdens paraugos gandrīz visi mērījumi atbilst normas robežām, izņemot 2. parauga paaugstināto dzels (Fe_2) koncentrāciju. Paaugstināto dzels (Fe_2) koncentrāciju var izskaidrot ar to, ka šis paraugs tika ņemts no dīķa. Dīķa ūdenim filtrējoties caur grunts slāņiem dzels (Fe_2) saturošie minerāli varēja nokļūt dīķa ūdens paraugā.

2. Mikrobioloģijas laboratorijā ūdens paraugu analīze ar Colilert – 18 Testu Komplektu tika noskaidrots, ka tests dzeramajam ūdens paraugam bija pozitīvs kopējām koliformām *Escherichia coli* (E-Coli). Bet negatīvs fekāliju koliformām, kas ir pamatojams ar fluorescences efekta trūkumu parauga planšetē, pēc inkubācijas perioda. Ja *Escherichia coli* (E-Coli) mikroorganismi pārsniedz noteiktās pieļaujamās normas dzeramajā ūdenī, tas rada riskus cilvēka veselībai. Var izraisīt nieru mazspēju, caureju un citas zarnu trakta saslimšanas. Nevārtu šo ūdeni nedrīkst lietot uzturā.

3. Inženierģeoloģijas laboratorijā grunts paraugu mitruma noteikšanā ar “Sartorius MA150 Moisture Analyzer” tika noskaidrots, ka augsnes paraugā mitrumu daudzums bija 15.93 %. Ūdens vidējais filtrācijas koeficients ir 93,6 m/dnn. Ūdens caurlaidības koeficienti atbilst smilšainai gruntij.

4. Pētot augsnes parametrus, tika noskaidrots, ka nav izstrādātas speciālas tabulas ar ieteicamākajiem augsnes parametriem un prasībām kultūraugu, dārzeņu audzēšanai piemājas mazdārziņiem.

Summary

The aim of work was to assess the ecological parameters of soil and water of Eco-village “Varavīksnes”

Within the research of potential development opportunities for Eco-village “Varavīksnes” was carried out complex analytical analysis of water and soil in chemistry, microbiology and engineering laboratories.

Drinking water extraction in Eco-village is organized from rainwater collection system and it raised doubts about water quality.

Eco-village, are has also surface water resources – the backyard pond. Here were also analyzed the samples of pond water compliance with the fishing opportunities.

One of the basic planned activities of Eco-village “Varavīksnes” is organic agricultural production. Practical residents attempts of Eco-village growing vegetables showed that the yields

are relatively low and plants “languishing”. That’s why here was necessity to carry out Eco-village “Varavīksnes” complex analysis of soil samples.

Results of complex analysis from two samples which were made in chemical laboratory showed that almost all measurements are within normal borders, except second sample with increased iron ions (Fe²⁺) concentration. Increased iron ions could be explained by the fact that sample was taken from the pond. Containing minerals would be able to get into pond water through filtration of soil layers of iron (Fe²⁺). Overall the pond water composition corresponds to fish farming opportunities just only with special type of fish: bream, carp, catfish.

In drinking water sample made with “Colilert -18 test kit” at microbiological laboratory analysis showed positive result for total coliform *Escherichia coli* (E-coli), but negative for fecal coliform, which is justified by the lack of fluorescence effect in plan-sheet after period of incubation. If microorganisms of E-Coli exceed the exposure limits in drinking water it causes risk for human health. They can lead to renal failure, diarrhea and other intestinal diseases. Such water should not be consumed unboiled.

Soil sample moisture determinate with “Sartorius MA 150 Moisture analyzer” at engineering geology laboratory showed that percentage of soil sample moisture is 15.93%. Average water filtration ratio is 93.6 meters per day. Water permeability coefficients comply with the sandy bottom.

Chemical analysis of soil sample made at chemical laboratory showed lack of microelements. Such important secondary microelements as calcium (Ca) and magnesium (Mg) were below the detection limit, which indicate about “poor” soil and necessity for extra fertilizer.

Taking into account researches we may come to conclusion that drinking water intake system of Eco-village “Varavīksnes” is not safe for human health.

In order to using effectively and effectively agriculture land of Eco-village “Varavīksnes” it is essential to improve fertilizer of soil or choose another method of obtaining drinking water.

Conductivity and pH set indicators showed that here is no dangerous pollution inside water and soil samples.

Literatūra

1. O. Nikodemus, A. Kārklīņš, M. Kļaviņš, V. Melecis, *Augsnes ilgtspējīga izmantošana un aizsardzība*, Latvijas Universitāte, 2008.g. 90- 150 lpp.
2. Atb. red. M. Kļaviņš un J. Zaļoksnis, *Vide un ilgtspējīga attīstība*, Latvijas Universitāte, 2010.g. 47-96 pp.
3. *Internetresurs*: Ekociemats “Varavīksnes”, URL: <https://anastasija.wordpress.com/latvijas-ekociemati/ekociemats-varaviksnes/> (skat.16.01.2016)
4. *Internetresurs*: Ekociemats “Varavīksnes” attīstības virzieni, URL: http://www.lvan.lv/wp-content/uploads/2011/12/Varaviksnes_presentacijaAS.pdf (skat.16.01.2016)
5. *Internetresurs*: Экопоселения и Родовые поместья, URL <http://ecology.md/category/ecoset> (skat.15.02.2016)
6. *Internetresurs*: Lauksaimniecība un vide, URL: <http://www.vbf.llu.lv/getfile.php?id=537> (skat.15.02.2016)

SADZĪVES ATKRITUMU IZGĀZTUVES „SKUĶUPURVS” IETEKMES UZ VIDI IZPĒTE

RESEARCH ABOUT MUNICIPAL WASTE LANDFILL „SKUĶUPURVS” IMPACT ON ENVIRONMENT

Autors: **Andris Strods**, e-pasts: andris_strods@inbox.lv, +371 22405012

Zinātniskā darba vadītāja: **Ināra Laizāne, Mg. paed.,**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *Waste management continues to develop, but it is important to also look back at its past and research environmental impact of old waste landfills. Research showcases determination of municipal waste landfills` “Skuķupurvs” impact on environmental quality. Quality of air, soil and water was determined.*

Keywords: *air quality, pollution, soil quality, waste landfill, water quality,*

Ievads

Laika gaitā likumdošana atkritumu apsaimniekošanas jomā ir pilnveidojies un vērsta uz ilgtspējīgu attīstību. Tomēr vērā jāņem, ka vēsturiski atkritumu apsaimniekošanas veids nebija tik strukturēts un dabai drošs. Lielāka sadzīves un citu savākto atkritumu daļa tika apglabāta izgāztuvēs bez iepriekšējas apstrādes. Pirms sadzīves atkritumu apsaimniekošanas stratēģijas Latvijā ieviešanas tika konstatēts, ka Latvijā darbojas 558 izgāztuves. 77% no šīm izgāztuvēm bija mazākas par diviem hektāriem. [1] Liela daļa no šīm izgāztuvēm nebija labiekārtotas. Nozīmīgi ir ne tikai atbilstoši apsaimniekot atkritumus tagad un nākotnē, bet arī izvērtēt slēgto izgāztuvju ietekmi uz vidi.

Sadzīves atkritumu izgāztuve „Skuķupurvs” bez projekta tika izveidota 1,6 ha lielā kūdras purvā un darbojās no 1960. līdz 2007. gadam, ik gadu tajā tika apglabātas 25 tonnas atkritumu. [2]

Izgāztuves teritorijā tika ņemti dažāda veida paraugi, lai pētījumu rezultātā noskaidrotu izgāztuves ietekmi uz vidi.

Materiāli un metodes

Izpētes objekts ir Dzelzavas pagasta sadzīves atkritumu izgāztuve „Skuķupurvs”.

Pētījumā risināti uzdevumi, kas saistīti ar ūdens, augsnes, gaisa kvalitātes noteikšanu. Visi paraugi tika ņemti objekta teritorijā.

Ūdens kvalitātes noteikšanai paraugi tika ņemti no diviem novadgrāvjiem trīs dažādās vietās visā novadgrāvja garumā, un paraugu ņemšanas vietas atradās katra savā sektorā. Kopumā tika paņemti seši ūdens paraugi (skat. 1.att.).

Izmantojot aparāturu iegūtajiem ūdens paraugiem laboratorijā tika noteikti sekojoši parametri:

- **pH** - noteikts ar pH metru ADRONA AM1 605;
- **ūdens EDS** - noteikts ar WATERPROOF ECTestr 11;
- **amonija joni** - noteikti ar fotometru AL 800;
- **hlorīda joni** ūdenī - noteikti ar kolorimetru DR/890;
- **metāli** ūdenī - noteikti ar atomu absorbcijas spektrometru AAnalyst 200.

Augsnes kvalitātes noteikšanai sadzīves atkritumu izgāztuve tika sadalīta vienādos sektoros. Kopskaitā bija trīspadsmit sektori (skatīt 1. pielikumu). Katrā sektorā tika ņemti augsnes paraugi, pēc kvadrāta metodes.

Lai noteiktu augsnes kvalitāti, vispirms augsnes paraugiem tika noteikts **mehāniskais sastāvs**, jo piesārņojošo vielu emisija augsnē lielā mērā atkarīga no mehāniskā sastāva. Pēc tam augsnes paraugos tika noteikta **kalcija un magnija koncentrācija**, kā arī **augšnes pH** un **smago metālu koncentrācija** augsnē.

Lai noteiktu **augšnes mehānisko** sastāvu tika:

- izlasītas no augsnes parauga saknītes un augu atliekas, kā arī citas nesadalījušās vielas;
- vadoties pēc augsnes mehāniskā sastāva noteikšanas kritērijiem (skat. 1. tabulu) noteikts augsnes mehāniskais sastāvs.

1. tabula

Augsnes mehāniskā sastāva noteikšanas kritēriji

Nr	Augsne	Sajūta berzējot sausu augsni starp pirkstiem	Mītras augsnes veidojamība	Ar nazi grieztas augsnes griezuma virsma	Sausas augsnes blīvums
1	Smilts	Labi sajūtami smilts graudiņi	Nevar izveidot lodīti	Augsne izjūk	Irdena
2	Mālsmilts	Nedaudz sajūtami smilts graudiņi	Var izveidot tikai neizturīgu lodīti	Stipri nelīdzena	Veido neizturīgas drupas, kas viegli izjūk
3	Smilšmāls	Tikko jūtami sajūtami smilts graudiņi	Var izveidot lodīti vai zīmuļa resnuma veltnīti, kas saliecoties salūzt	Mazliet nelīdzena	Veido izturīgas drupas. Kas mazizturīgas pret saspiešanu
4	Māls	Smilts graudiņi nav sajūtami	Var savelt garu, pat par sērkokociņu tievāku veltnīti, kas saliecoties nepārlūzt	Spīdīga	Veido blīvas un pret saspiešanu izturīgas drupatas

Lai noteiktu kalcija un magnija koncentrāciju, kā arī pH augsnes paraugiem tika gatavots augsnes ūdens izvilkums. Lai pagatavotu augsnes ūdens izvilkumu, tad tīrā, sausā mērkolbā tika ieliets 120 ml destilēta ūdens un iebērts 24 g augsnes parauga, 3 minūtes tika samaisīti. Tad, mērkolbā tika ievietota piltuve ar filtrpapīru un filtrēts iegūtais augsnes šķidrums. Izfiltrētais augsnes ūdens izvilkums pārliets citā mērkolbā un filtrēts vēlreiz.

Kalcija un magnija satura noteikšanai augsnē tika ņemts 50 ml ūdens izvilkuma, ieliets koniskajā kolbā, tam pievienoti 5 ml amonija buferšķīduma (1 mols NH₄OH + 1 mols NH₄Cl, buferšķīduma pH= 9,3). Šķīdumā iebērts 20 – 30 mg indikatora homogēna melnā līdz parādās vīna-sarkanā krāsa. Analizējamais izvilkums tika titrēts ar 0.05 N kompleksona III šķīdumu līdz šķīduma vīna-sarkanā krāsa pārveidojās zilā krāsā. Pēc tam noteikts kompleksona daudzums, kas tika patērēts titrēšanas procesā un aprēķināts kalcija un magnija jonu kopējais daudzums augsnes paraugā.

Kalcija un magnija kopējais daudzums augsnē tika aprēķināts pēc formulas:

$$C_{anal} = \frac{C_{titr} \cdot V_{titr}}{V_{anal}}, \quad (1.1.)$$

kur: C_{anal} – analizējamās vielas koncentrācija, mol/l;

C_{titr} – titrējamā šķīduma koncentrācija, N;

V_{titr} – titrējamās vielas daudzums, ml;

V_{anal} – parauga daudzums, ml.

Magnija daudzums augsnē tika noteikts izmantojot formulu:

$$C_{anal}(Mg) = C_{anal}(Mg \text{ un } Ca \text{ kop.}) - C_{anal}(Ca) \quad (1.2.)$$

pH augsnes izvilkumam tika noteikts ar pH metru ADRONA AM1605, kas parādīja, cik augsne ir skāba vai bāziska.

Augsnes paraugiem tika noteikts **smago metālu (Cd, Ni, Cr, Cu, Pb)** daudzums. Par smagajiem metāliem parasti sauc metālus, kuru relatīvais blīvums ir lielāks par 5g/cm³.

Lai veiktu smago metālu analīzes augsnē, bija nepieciešams augsnes paraugus sagatavot. Augsne tika saberzta līdz <150 μm, un iesvērta 1,5 g sausas augsnes. Tad tika pievienots 15 ml koncentrēta HNO₃ un karsēts 95°C temperatūrā divas stundas. Atdzisuši paraugi filtrēti caur filtru, kas iepriekš mazgāts ar 0,5% HNO₃ un atšķaidīti ar dejonizētu ūdeni līdz 65 ml.

Analīzes tika veiktas ar „Perkin Elmer” firmas atomu absorbcijas spektrometru AAnalyst200.

Analizētie rezultāti tika iegūti mg/l. Lai pārrēķinātu no mērvienības mg/l uz mērvienību mg/kg aprēķinos tika izmantota formula:

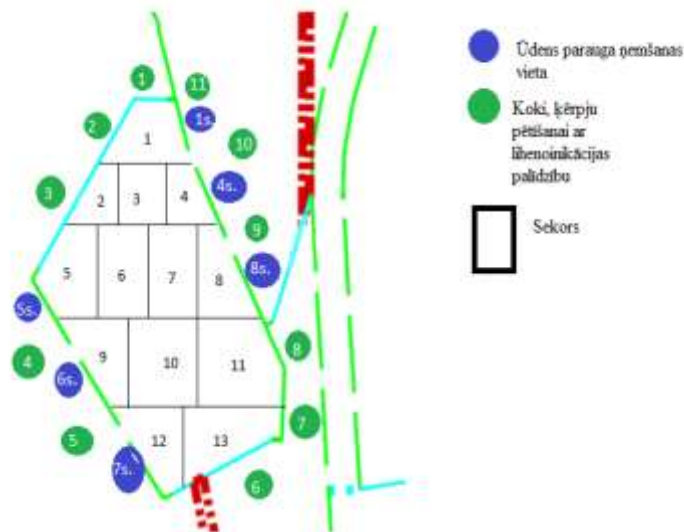
$$C = \frac{C_{el} \cdot V_{par} \cdot 1000}{m_k} \quad (\text{mg/kg}) \quad (1.3.)$$

kur: C_{el} – elementa koncentrācija, (mg/l);

V_{par} – parauga tilpums pēc mineralizācijas, (l); (0,065 l);

m_k – augsnes iesvars, (g). (1,5 g).

Gaisa kvalitātes novērtēšana izgāztuves apkārtnē tika veikta ar lihenoidikācijas palīdzību, tādā veidā, lai pēc iespējas pilnīgāk aptvertu visu izgāztuves teritoriju (skat.1.att.).



1.attēls Paraugu ņemšanas shēma

Ar lihenoidikācijas metodi tika aprēķināts ķērpju procentuālais sastāvs uz kokiem.

Lihenoidikācija tika veikta ar caurspīdīgas lapas palīdzību, sadalot to simts rūtiņās, katras rūtiņas izmērs 2x2 centimetri. Viena rūtiņa procentuāli atbilst vienam procentam.

Metode tika veikta pieliekot caurspīdīgo rūtiņu pie koka metru augstumā no zemes, tajā koka pusē, kurā ķērpju blīvums ir vislielākais.

Rezultāti un to izvērtējums

Ūdens paraugu analīžu rezultāti apkopoti 2. tabulā. Ūdens ļoti labi absorbē un šķīdina vielas, un tas ir ciešā kontaktā ar augsni. Piesārņojumam no augsnes ir ļoti viegli nonākt ūdenstilpnēs infiltrācijas ceļā.

2. tabulā var redzēt, ka pH līmenis ūdens paraugiem ir neitrāls, ar noslieci uz skābu, tas liecina par to, ka paraugu ņemšanas vietās, tas ir, divos novadgrāvjos ieplūst skāba rakstura piesārņojums.

2. tabula

Ūdens kvalitātes parametri

Sekt. nr. p.k	pH	Elektrovadītspēja, $\mu\text{S/cm}$	Amonija joni, $\mu\text{g/l}$	Hlorīda joni, $\mu\text{g/l}$	Cu, $\mu\text{g/l}$	Cr, $\mu\text{g/l}$	Fe, $\mu\text{g/l}$
1.	6,7	380	1240	450	56	79	1755
4.	6,76	450	1150	290	57	52	1666
5.	6,77	380	690	390	58	52	627
8.	6,81	620	850	190	54	78	748
9.	6,81	470	360	310	73	69	1087
12.	6,92	460	430	310	70	51	1356

Salīdzinot iegūtos rezultātus ar robežlielumiem (skat. 3. tabulu), var secināt, ka ūdens paraugiem elektrovadītspēja ir normas robežās. Kā redzams 2. tabulā, visos 6 ūdens paraugos elektrovadītspēja nepārsniedz robežlielumus, tā svārstās no 380 līdz 620 $\mu\text{S/cm}$. Rezultāti rāda, ka abu novadgrāvju ūdenī nav daudz izšķīdušo sāļu vai cita veida savienojumu.

3. tabula

Parametru robežlielumi [4] [5]

Vielā	Elektrovadītspēja	NH ₄	Cl	Cu	Cr	Fe
$\mu\text{g/l}$	100-2000 $\mu\text{S/cm}$	390	240	9	11	200

No iegūtajiem datiem var secināt, ka ūdens paraugiem amonija joni gandrīz visos sektoros izņemot 9. sektoru pārsniedz robežlielumu līdz pat četrām reizēm. Tabulā tie ir izcelti (skat. 2. tabulu). Arī hlorīda jonu robežlielumu pārsniedz visi ūdens paraugi, izņemot ūdens paraugu, kas paņemts 8 sektorā. Visi ūdens paraugi pārsniedz Cu robežlielumu no piecām līdz septiņām reizēm, Cr robežlielumu no piecām līdz septiņām reizēm, Fe robežlielumu no trīs līdz astoņām reizēm.

Kā var secināt, tad lietūs ūdens filtrējoties caur sadzīves atkritumu izgāztuves slānim novada novadgrāvjos ļoti piesārņotu infiltrātu.

Pētot augsnes paraugus sadzīves atkritumu izgāztuves teritorijā un nosakot kalciju un magniju iegūtie rezultāti apkopoti 4. tabulā.

4. tabula

Kalcija un magnija koncentrācija augsnē

Sekt.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
C _(Ca) , mol/l	0,0009	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
C _(Mg) , mol/l	0,0009	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
C _(kop.) , mol/l	0,0018	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

Rezultāti liecināja, ka augsne, kas ir uzbēta uz izgāztuves rekultivācijas laikā, satur ļoti minimālas koncentrācijas magniju un kalciju, kas ir nepieciešams augu augšanai. Kopējā koncentrācija nepārsniedza 0,003 mol/l. Magnija un kalcija trūkuma rezultātā augos var uzkrāties smagie metāli pat līdz toksisko devu līmenim.

Piesārņojošo vielu emisija augsnē lielā mērā atkarīga no tās mehāniskā sastāva. Nosakot pētāmo augsnes paraugu mehānisko jeb granulometrisko sastāvu, tika noteikts, ka pētāmie paraugi ir smilšmāls un mālsmilts. Līdz ar to nosakot smagos metālus tika ņemti vērā robežlielumi metālu emisijai tieši smilšmāls un mālsmilts augsnē (skatīt 5. tabulu).

5.tabula

Robežlielumi metālu emisijai augsnē [3]

	Smilšmāls			Mālsmilts		
	A	B	C	A	B	C
Cd, µg/kg	180	4000	10000	90	3000	8000
Ni, mg/kg	16	75	200	8	75	200
Cr, mg/kg	22	170	350	11	150	350
Cu, mg/kg	12	50	150	7	40	150
Pb, mg/kg	16	200	500	13	100	500

Salīdzinot iegūtos datus ar to robežlielumiem 5. tabulā, pozitīvs rādītājs ir tas, ka neviens no parametriem nepārsniedz kritisko robežu (C) un piesardzības robežlielumu (B). Savukārt mērķlielumu (A) kadmijijs (Cd) ir pārsniedzis visos sektoros, hroms (Cr) pārsniedzis - 2,3,4,5,6,7,9,10,11,12 un 13. sektorā, varš (Cu) ir pārsniedzis mērķlielumu 2. un 10. sektorā, bet Pb un Ni nav pārsniedzis mērķlielumu nevienā no sektoriem. Vielas, kas pārsniegušas mērķlielumu (A) 6. tabulā ir izceltas.

6.tabula

pH un smagie metāli augsnē

N.p.k	Veids	pH	Cd, µg/kg	Ni, mg/kg	Cr, mg/kg	Cu, mg/kg	Pb, mg/kg
1.	Smilšmāls	8,10	710	3,223	11,209	4,830	6,774
2.	Smilšmāls	7,87	993	12,583	47,113	14,858	11,156
3.	Smilšmāls	7,90	754	7,129	38,248	9,845	9,080
4.	Smilšmāls	8,0	629	5,864	27,714	6,133	6,947
5.	Smilšmāls	8,10	757	6,010	27,441	10,162	10,162
6.	Smilšmāls	8,20	774	4,226	23,167	5,741	6,986
7.	Mālsmilts	8,20	934	4,993	24,451	6,655	7,124
8.	Smilšmāls	8,24	585	3,618	13,645	7,912	4,229
9.	Smilšmāls	8,19	838	5,741	33,299	8,950	10,803
10.	Mālsmilts	8,14	881	4,702	27,029	7,912	5,620
11.	Smilšmāls	8,20	836	5,263	32,469	8,386	6,651
12.	Smilšmāls	8,15	838	5,834	27,331	7,625	7,343
13.	Smilšmāls	8,23	883	6,657	26,543	7,478	6,096

Augsnē smagie metāli neveido bīstamu situāciju, kam par iemeslu varētu būt tas, ka izgāztuves atkritumu radītais piesārņojums nefiltrējas dziļāk pa augsni. Tie parametri, kas pārsniedza mērķlielumu (A) norāda uz to, ka attiecīgos sektoros netiek nodrošināta augsnes ilgtspējīga pastāvēšana.

Nosakot gaisa kvalitāti izgāztuves apkārtnē ar lihenoindikācijas palīdzību, rezultāti ir atspoguļoti 7. tabulā. Tabulā ir redzami rezultāti par ķērpju procentuālo attiecību laukumos uz visiem pētītiem kokiem.

7.tabula

Lihenoindikācijas rezultāti

Nr.p.k	Krevju ķērpji,%	Lapu ķērpji,%	Krūmu ķērpji,%
1.	14	30	-
2.	28	-	-
3.	21	-	-
4.	13	11	-
5.	22	-	-
6.	7	31	-
7.	5	44	-
8.	10	36	-
9.	-	9	-
10.	15	15	-
11.	-	33	16

7. tabulā ir redzams, ka krevju un lapu ķērpju attiecīgi ir visvairāk, kas liecina par to, ka gaiss ir manāmi piesārņots. Iemesls tam var būt nav meklējams tikai izgāztuvē, jo jāņem vērā, ka netālu atrodas Aizpurves ciems kur ir darbnīcas un katlu māja. Gan darbnīcas, gan katlu māja atrodas tieši tajā ciemata pusē, uz kuru pusi atrodas izgāztuve. Arī tur pat blakus atrodas koplietošanas ceļš, tā, kā pie gaisa piesārņojuma vainojami ir visi šie apstākļi.

Secinājumi

1. Vislielākais piesārņojuma uzturētājs sadzīves atkritumu izgāztuvē „Skuķupurvs” ir ūdens, kas atrodas novadgrāvjos. Pie tā vainojams infiltrāts, kas veicina grāvju aizaugšanu un rada ūdenī ļoti nepatīkamu smaku. Piemēram, 1. sektorā dzelzs daudzums bija 1755 $\mu\text{g/l}$, kas vairāk, kā 8 reizes pārsniedz robežlielumu, kas ir 200 $\mu\text{g/l}$. Tāds dzelzs daudzums veicina dzelzs baktēriju augšanu un vairošanos.

2. Augsnes paraugu rezultātos nebija novērojama tik kritiska situācija kā ūdens kvalitātē, jo neviens parametrs nepārsniedza kritisko (C) un piesardzības (B) robežlielumus. Tomēr, ņemot vērā Ca un Mg mazo koncentrāciju un to, ka dažos gadījumos smago metālu koncentrācija pārsniedz mērķlielumu (A) ir apdraudēta ilgtspējīga augsnes kvalitāte.

3. Gaisa piesārņojumā, arī blakusefektu ir liela nozīme, kā apdzīvotas vietas tuvums, ar tajā esošajiem kaitīgo gāzu ražotājiem, kā arī tur pat blakus esošais koplietošanas ceļš. Izgāztuve varētu būt galvenā gaisa piesārņotāja, lai gan ne vienīgā.

Summary

Waste management continues to develop, but it is important to also look back at its past and research environmental impact of old waste landfills. Municipal waste landfill „Skuķupurvs” was built without a project and continued to work from year 1960 till 2007. Every year approximately 25 tons of unsorted municipal waste was buried in landfill. Research showcases determination of municipal waste landfills’ “Skuķupurvs” impact on environmental quality.

Methods of research include:

- Determination of air quality using lihenoidication;
 - Determination of soil quality using soil extracts analysis by titration method.
- Determination of heavy metals in soil using atomic absorption spectrometry;
- Determination of surface water quality using pH-meter, colorimeter, photometer.
- Determination of heavy metals in surface water using atomic absorption spectrometry.

The results reflect the current situation in municipal waste landfill “Skuķupurvs”. The biggest pollution maintainer at municipal waste landfill “Skuķupurvs” is water, which is collected in draining-ditches. For example, quantity of iron at 1st sector is 1755 $\mu\text{g/l}$, which is 8

times more than admissible quantity. Soil sample test results show that analyzed parameters do not exceed critical (C) and precaution (B) quantity limits. The analysis of air pollution shows that landfill site is major air pollutant, but there are important side effects. Village with harmful gas producers and public road that is located nearby landfill can be considered as side effects. Results of research confirms theory, that landfill base made of impermeable soil and ground layers, prevent emission of harmful substances into environment.

Literatūra

1. *Cilvēks – atkritumi – vide*. Rīga: Zaļā josta, 2004. – 67.lpp
2. Atļauja B kategorijas piesārņojošai darbībai Nr. MAT-16-7050-093 (Skatīts: 16.11.2013)
<http://old.vpvb.gov.lv/ipcc/atlauja/B5/LDzelzavaIzgaztuveSkukupurvs.pdf>
3. Augsnes un grunts kvalitātes normatīvi. (Skatīts:07.11.2013)
<http://likumi.lv/doc.php?id=120072>
4. Bīstamo vielu vides kvalitātes normatīvi virszemes ūdeņos. (Skatīts:07.11.2013)
<http://likumi.lv/doc.php?id=60829>
5. Robežlielumi bīstamajām vielām virszemes ūdeņos. (Skatīts:07.11.2013)
http://likumi.lv/doc.php?id=60829&version_date=04.04.2002

DIGESTĀTA PĀRSTRĀDES TEHNISKI EKONOMISKAIS PAMATOJUMS

DIGESTATE RECYCLING TECHNICALLY ECONOMIC JUSTIFICATION

Autors: **Karolīna Sutre**, e-pasts: karolina.sutre@gmail.com, +371 24849040

Zinātniskā darba vadītāja: **Ērika Teirumnieka, Mg.chem.**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *The paper contains general information about evaluate the production of biogas by-products recycling use possibilities, digestate processing and digestate recycling, the methods of its use possibilities and economic side. Also digestate positive benefits and negative aspects.*

Key words: *digestate, recycling*

Ievads

Lai gan biogāzei ir daudz novirzienu kur to ir iespējams izmantot, viens no manuprāt nozīmīgākajiem ir digestāts, kas aizvieto minerālmēslus un nodrošina augus ar galvenajiem barības elementiem – slāpekli, kāliju un fosforu – un citiem mikroelementiem, bagātina augsni ar organiskajām vielām, kuras nepieciešamas daudziem dažādiem organismiem, to izmanto gan pašpatēriņam gan eksportam. Digestātam ir daudz iespēju to izmantot arī citādos veidos, kā barības piedevas, kā arī ir iespēja tālāk to pārstrādājot iegūt kurināmo. Digestāta sastāvam ir ļoti būtiska loma, jeb aktuālākā problēma, lai tas neradītu augsnes piesārņojumu un draudus augu un dzīvnieku veselībai, jo digestātā sastāvā ir iespējami nevēlami piemaisījumi, kā piemēram dzīvnieku lietoto medikamentu paliekas, vai fermu dezinfekcijas līdzekļi.

Biogāzes stacijas kopējo saimniecisko, ekonomisko aspektu ir grūti noteikt, jo pastāv dažādi faktori, kas ietekmē šo projektu sākot no finansiālās puses līdz ražošanai.

Izmantojot digestātu kā mēslošanas līdzekli, ir jāievēro prasības saskaņā ar normatīvajos aktos noteikto kārtību par ūdens un augsnes aizsardzību no lauksaimnieciskās darbības izraisīta piesārņojuma ar nitrātiem. Latvijā minētās prasības nosaka Ministru kabineta 2011. gada 11. janvāra noteikumi Nr. 834 Noteikumi par ūdens un augsnes aizsardzību no lauksaimnieciskās darbības izraisīta piesārņojuma ar nitrātiem. Tā kā pašlaik valstī nav izstrādāts normatīvo aktu regulējums, kas attiektos tieši uz digestāta izmantošanu vai to pielīdzināšanu kūtsmēsliem, digestāta lietotājiem saistošas ir tikai tās noteikumu prasības, kas attiecas uz visa veida mēslošanas līdzekļu lietošanu.[9] Ir atzīts ka biogāzes iegūšana anaerobās fermentācijas ceļā un tās izmantošana rada lielus vides, ekonomiskos un sociālekonomiskos ieguvumus sabiedrībai kopumā un arī iesaistītajiem zemniekiem. Biogāzes ražošanas ieguvumu izmantošana paaugstina vietējās ekonomikas iespējas, nodrošina darba lauku apvidos ražīgumu. Tā uzlabo dzīves apstākļus un sniedz ieguldījumu ekonomiskajā un sociālajā attīstībā.

Materiāli un metodes

Digestāta žāvēšana

Digestāta žāvēšana ir viens no risinājuma veidiem, kas pievieno stacijai papildu vērtību, vienlaikus samazinot arī kaitīgo ietekmi uz apkārtējo vidi. Tomēr galvenais jaunās iekārtas pienesums esot iespēja izžāvēto masu izmantot kā pakaišu materiālu govju fermās, jo pakaišu sagāde govju guļvietām saimniecības izdevumu sadaļā ir diezgan dārga pozīcija. Piemēram, lai sagatavotu salmu pakaišus, ir jādarbina tehnika, salmi jānovāc no lauka, jāsapresē, jāsatin rituļos, pēc tam jāsmalcina, jākaisa utt. Tas ir gan laika, gan darba, gan finansiālā ziņā visai apjomīgs pasākums. Iespēja tikt pie lietošanai pilnīgi gatava pakaišu materiāla ir ļoti ievērojams ekonomisks ieguvums.[7]

Digestāta žāvēšanai izmanto dažādas metodes, piemēram, žāvēšana ar siltu gaisu siltumnīcā.

Digestāta granulēšana.

Pēdējā laikā strauji sāk ieviesties biomasu, tai skaitā arī salmu, digestāta granulēšanas tehnoloģijas, kas dod iespēju kvalitatīvi sadedzināt kurināmo, kā arī pārvadāt to lielos attālumos.[7] Izžāvēto digestātu visērtāk transportēt, ja tas tiek granulēts. Digestāta granulas var izmantot arī kā kurināmo, kura siltumspēja daudz neatpaliek no koksnes granulu siltumspējas.[6]

Digestāta pārstrāde

Pārrūgušo digestātu sadala frakcijās fracionēšanas iekārtā. Biezā frakcija tiek uzkrāta cietās frakcijas krātuvē un tiek izmantota lauku mēslošanai. Šķidrā frakcija no savākšanas tvertnes ar sūkni tiek padota uz lagūnu un tālāk attiecīgajos periodos izvesta lauku mēslošanai.[3]

Pārstrādātā substrāta attīrīšana jeb separācija

Pārstrādātā substrāta attīrīšana ne tikai dod iespēju samazināt barības vielu transportēšanas izmaksas, bet arī samazina piesārņotāju un smakas emisijas. Digestāts sastāv no šķidrās un cietās frakcijas. Šķidrā frakcija satur daudz minerālvielu, īpaši slāpekli un kāliju. Cietā frakcija ir bagāta ar trūdvielām, gaistošajām organiskajām vielām un fosforu. Blakus ieguvums, kas mūsdienās palielina separācijas attīrīšanas shēmas iespējamību, ir atbrīvošanās no fosfora pārpalikumiem, kas pārsvarā ir pievienots šķiedru frakcijai.

Digestātu var izmantot gan kā sauso un šķidro frakciju. Mēslošanai, izkliepjot ar mobilo transportu, sauso frakciju samaisot ar kompostu kā dzīvnieku barības piedevu, kurināmo, šķidro — lauku mēslošanai, lauku laistīšanai, siltumnīcā utt.

Digestāta izmantošana dod pārsteidzoši lielas iespējas samazināt lauksaimnieku ietekmi uz globālām pārmaiņām, kas ilgtermiņā palīdzētu samazināt krasas laikapstākļu maiņas, ilgstošus lietus un sausuma periodus. Digestātam ir ievērojama pozitīva ietekme uz bioloģisko aktivitāti augsnē un tās struktūru, bagātina augsni ar organiskajām vielām, kuras vitāli nepieciešamas daudziem dažādiem organismiem., tā pielietošana samazina nepieciešamību pēc minerālmēsliem, kuri tiek ražoti, izmantojot neatjaunojamus energoresursus. Turpretī blīva augsne ir pakļauta vēja erozijai, kuras rezultātā gaisā nonāk nelielas augsnes daļiņas, kas negatīvi ietekmē cilvēku veselību. Bioloģiskā daudzveidība augsnē palīdz arī ierobežot strauju augu slimību izplatīšanos un kaitēkļu savairošanos.. Lietderīgi izmantojot digestātu, tiek veicināta biogāzes ražošana, kas ir atjaunojams un attiecībā uz oglekļa dioksīda emisijām neitrāls energoresurss. Samazina atkritumu un smakas rašanos. [8]

Visā Latvijas teritorijā ir spēcīgs aizliegums izkliept mēslošanas līdzekļus, tātad arī digestātu, uz sasalušas, pārmitras vai ar sniegu klātas augsnes. Platībās, kas atrodas palienēs vai plūdu apdraudētajās teritorijās, digestāta lietošana pieļaujama tikai pēc iespējamo plūdu sezonas beigām, bet stāvās nogāzēs (slīpums >10°) to var izkliept tikai laikā, kad lauku klāj augu sega, vai ja digestāts nekavējoties tiek iestrādāts augsnē. Nogāzē, kuras slīpums uz ūdenstecei vai ūdenstilpei pusi ir lielāks par 10°, digestātu drīkst izkliept ne tuvāk par 50 metriem no ūdenstecei vai ūdenstilpei krasta līnijas. Uz digestātu attiecas arī ierobežojumi mēslošanas līdzekļu lietošanai aizsargjoslās un īpaši aizsargājamajās dabas teritorijās.

Tomēr jāņem vērā, ka digestātā ir ne tikai augu barības elementi. Diemžēl tas var saturēt arī nevēlamus piemaisījumus: smagos metālus, kaitīgus organiskos savienojumus, nezāļu sēklas, salmonellu un mikroorganismus.[5]

Rezultāti un izvērtējums

Biogāzes iegūšana anaerobās fermentācijas ceļā un tās izmantošana rada lielus vides, ekonomiskos un sociālekonomiskos ieguvumus sabiedrībai kopumā un arī iesaistītajiem zemniekiem. Biogāzes ražošanas ieguvumu izmantošana paaugstina vietējās ekonomikas

iespējas, nodrošina darba lauku apvidos ražīgumu. Tā uzlabo dzīves apstākļus un sniedz ieguldījumu ekonomiskajā un sociālajā attīstībā.[4]

Lai noteiktu digestāta cenu, nepieciešams ņemt vērā papildus izmaksas jeb tehnoloģisko operāciju izmaksu starpību, kas papildus nepieciešama lietojot digestātu salīdzinot ar minerālmēslu lietošanu. Uz doto brīdi digestāta tirgus cena ir 2,99 €/t, secināt vai tas ir daudz vai maz ir atkarīgs no platības cik lielai platībai jāuzklāj digestāts, savukārt stacijai tas ir necīgs jo izmaksas ir daudz lielākas. Pārstrādātā digestāta granulā cena svārstās līdz 100 €/t. Digestāta pašizmaksa ietver, augu barības vielu vērtību (N-P-K), Izmaksas, kas saistītas ar uzglabāšanu, iekraušānu, transportēšanu, izsmidzināšanu.

Priekšrocības:

- saimnieciskās darbības paplašināšana lauku apvidos, papildus ieņēmumi nodokļu veidā pašvaldību un valsts budžetā;
- papildus darba vietu nodrošināšana un radīšana;
- ienākumu avotu dažādošana, diversifikācija lauksaimniecībā;
- samazina gaistošās smakojošās vielas, ko rada šķidrmēsli to glabāšanas procesā, kā arī izkļiedējot tos tīrumos augu barošanai;
- augi labāk izmanto pērcūgšanas atliekās esošās barības vielas nekā nepārraudzētu organisko mēslojumu; nezāļu sēklas zaudē dīgtpēju;
- izmantojot biogāzes ražošanas procesā radušos enerģētisko kultūru un citu substrātu (bez kūstmēsliem un šķidrmēsliem) fermentācijas atlikumu, paveras iespēja šo pārraudzēto masu atgriezt uz laukiem komerciāla mēslojuma veidā; tas samazina atkarību no mākslīgā mēslojuma iepirkšanas un palīdz uzlabot augsnes kvalitāti;
- biogāzes ražošanā iespējams izvairīties no monokultūru audzēšanas, tā ir mazāk atkarīga no cenu pieauguma, tādējādi rada lielāku drošību ilgtermiņa kontraktu realizēšanā; [1]

1.tabula

Kukurūzas mēslošanai izmantoto fosilo minerālmēsli un iegūtā digestāta izmaksu salīdzinājums, €/ha

Augu barības vielas		Kukurūzas ražība ha 50t/		
Elements	Tīrvielas cena €/kg	Mēslojuma izmaksas, €/ha		
		Fosilie minerālmēsli	Digestāts	+/-
N	1.04	193.20	87.25	105.95
P	2.18	180.69	56.60	124.09
K	0.83	68.50	103.16	
Kopā		442.39	247.01	230.04

Tabulā ir parādīts piemērs, kā kukurūzas mēslošanai ar diviem dažādiem mēslošanas līdzekļiem ir redzams, ka izmantojot kā mēslošanas līdzekli digestātu ir iespēja iekonomēt. Fosilo minerālmēsli aizvietošanas iespēja ar digestātu pie 50t ražības var ietaupīt izmaksas apmēram 46-48%. Iekļaujot operāciju sadārdzinājumu, kas saistīts ar digestāta lielā apjoma transportēšanu un izsmidzināšanu ietaupījums būtu līdz 20%, bet papildus ieguvums ir SEG apjoma samazinājums. [2]

Secinājumi

1. Digestāta pielietošana samazina nepieciešamību pēc minerālmēsliem, kuri tiek ražoti, izmantojot neatjaunojamus energoresursus.
2. Digestāta pārstrādāto granulās var ieteikt kā kurināmo. Siltumspēja, pelnu īpašības un emisijas atļauj to izmantot kā cietās biomasas sadedzināšanas vienību.

3. Izmantojot digestātu kā mēslošanas līdzekli ir iespēja ietaupīt izmaksas.

Summary

Biogas has a lot of profile by which it is used. One of the most important is digestate. This replaces fertilizers and provides plants with main nutrients. (N,K,P and others microelements) who enriches the soil with organic matter. Digestate use for personal needs and exports. Digestate compositions have important role or problem, to make soil pollution not to do threats to plan and animal health.

Biogas production benefits increase the local economic opportunities, providing rural productivity. Improves and provides investment economic and social development.

Digestate drying is one of solution types, which adds extra value, and decreases adverse effects on the environmental. The dried material use as litter material on farms. Litter material is very expensive, get for use completely dry bedding material is significant economic benefits.

Digestate drying use different methods, example drying with warm air in hothouse.

Digestate granulation give a chance quality burn fuels also to transport it long distance.

Digestate divided into two fractions. Thick fraction contain humus, volatile organic compounds and P. Thick fraction use for agricultural fertilization. Liquid fraction contains much minerals specially K and N. It decrease pollution odor emissions.

The use of digestate gives positive effect on the biological activity of the soil and its structure, enrich the soil with organic matter. Decreases the need for fertilizers. Biodiversity in the soil help to limit the spread of plant diseases and pest proliferation. Decrease waste and smell.

Latvian territory is prohibited use fertilization resource on frozen, water- saturated, with snow on soil, in territory which is located floodplains, with big slope etc. Digestate can substance: heavy metals, harmful organic compounds, weed seeds, and other microorganisms.

In table shows an example as corn fertilization with two different fertilizers with digestate can save cost approximately 46-48% with all transport cost. But the main acquisition is greenhouse effect decrease.

Literatūra

1. Izmaksu tehnoloģiskie normative <http://www.erab.lv/Biogazes%20rokasgramata.pdf>
2. Fosilo minerālmēslu aizvietošanas iespējas ar digestātu http://ilga.cs.ltu.lv/homepg/energija/wp-content/uploads/2012/09/17_08_2012_Pelse_ekonomika.pdf 28
3. The Biogas Handbook: Science, Production and Applications. A.Welliner, J.Murphy, D. Baxter 2013. Feeding systems https://books.google.lv/books?hl=lv&lr=&id=NFxEAqAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=The+Biogas+Handbook:+Science,+Production+and+Applications.&ots=KC8lRoC8e6&sig=Qfr6wRu3gAaV91FY1kzNRcmPIZ0&redir_esc=y#v=onepage&q=The%20Biogas%20Handbook%3A%20Science%2C%20Production%20and%20Application&f=false
4. **Biogāzes / metāna ražošana** <http://triangel.projecthouse.lv/lv/tehnologiskie-risinajumi/biogazes-metana-razosana/>
5. Biogāze http://www.big-east.eu/downloads/IR-reports/ANNEX%202-42_WP4_D4.2_Handbook-Latvia.pdf
6. V.Dubrovskis, M.Niklass, I. Emsis, A. Kārklīņš. Biogāzes ražošana un efektīva izmantošana http://latvijasbiogaze.lv/files/Buklet_LQ.pdf 12
7. Pakaiši no izžāvēta digestāta <http://www.finn-tec.lv/download/AgroTop.pdf>
8. Digestāts - videi draudzīgs barības vielu avots augiem http://www.iecava.lv/upload/pasvaldiba/dokumenti/avize/2013_gads/iz16_19-04-2013_web.pdf
9. Ministru kabineta noteikumi Nr.834 <http://likumi.lv/ta/id/271376-noteikumi-par-udens-un-augsnes-aizsardzibu-no-lauksaimnieciskas-darbibas-izraisita-piesarnojuma-ar-nitratiem>

**IETEIKUMI ILGTSPĒJĪGAI KOKSNES RESURSU
APSAIMNIEKOŠANAI
KRĀSLAVAS NOVADĀ**
*RECOMMENDATIONS FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WOOD
RESOURCES IN KRĀSLAVAS DISTRICT*

Darba autors: **Arvis Valters**, e-pasts: arvisvalters@inbox.lv
Darba vadītājs: **Dainis Lazdāns, Lekt., Mg.vid.plān.**, e-pasts: dainis.lazdans@du.lv
Daugavpils Universitāte, Vienības iela 13, augavpils

Abstract: *Research work is made in Krāslavas district. The purpose of this work was to carry out Krāslavas district wood resources stock to research and develop recommendations for the sustainable management wood resources in Krāslavas district.: There is newer made those kind of research works for wood stock in Krāslavas district importance of this research work is provided by forestry sector who is one of most important sectors in Krāslavas district This sector provide important Krāslava forestry is one of the leading industries that perform important ecological, economic and social functions, the EU in April 2015 adopted a new EU forestry strategy (COM (2013) 0659), which has offered new guidelines for policy-making in the European sectors closely related to forests. This strategy sets out the main principles of sustainable forest wood management. Krāslavas district needs to take stock wood resources to research and develop recommendations for the sustainable management of wood resources in district.*

Keywords: *Krāslavas district, forestry, wood resources, sustainable management.*

Ievads

Krāslavas novada teritorija meži aizņem 37,32% no novada teritorijas. Runājot par mežiem ir jāņem vērā to, ka tas ir ļoti svarīgs dabas resurss, kas ir atjaunojams, protams tam ir nepieciešams laiks. Ir svarīgi pareizi apsaimniekot mežu teritorijas, lai nākotnē nerastos dabas katastrofas vietēja un globāla mēroga. Ir zināms, ka tieši koki absorbē visvairāk oglekļa dioksīda gāzes, un ražo skābekli, kas ir vitāli, nepieciešams dzīvajiem organismiem. Meži ir Latvijas nacionālā bagātība, kura ir jā saglabā un jāveicina tās attīstība, lai apmierinātu sabiedrības ekoloģiskās, ekonomiskās un sociālās vajadzības. Tieši Latvijas iedzīvotājus ar mežu vienmēr ir saistījušas saimnieciskas, kultūrvēsturiskas un emocionālas saites, kuras ir izveidojušas gadsimtu laikā. Mežs nav mērāmas tikai naudas vienības un kubikmetros, tas pilda neaizstājamās ekoloģiskās un sociālās funkcijas gan nacionālā, gan starptautiskā līmenī. Ļoti svarīgi ir nodrošināt to pilnvērtīgu apsaimniekošanu, atstājot šo resursu nākamajām paaudzēm.

Darba koncepcija: Krāslavas novadā mežsaimniecība ir viena no vadošajām nozarēm, kas pilda svarīgas ekoloģiskās, ekonomiskās un sociālās funkcijas, ES 2015. gada aprīlī pieņēma jauno ES meža stratēģiju (COM(2013)0659), kur ir piedāvātas jaunas pamatnostādnes politikas veidošanai tajās Eiropas nozarēs, kas ir cieši saistītas ar mežiem. Šajā stratēģijā ir noteikti galvenie principi ilgtspējīgā mežu koksnes apsaimniekošanā. Tāpēc arī Krāslavas novadā ir nepieciešams, veikt koksnes resursu krājumu izpēti un izstrādāt ieteikumus ilgtspējīgai koksnes resursu apsaimniekošanai novadā. Darba mērķis ir veikt Krāslavas novada koksnes resursu krājumu izpēti un izstrādāt ieteikumus ilgtspējīgai koksnes resursu apsaimniekošanai Krāslavas novadā. Darba gaitā tika izvirzīti sekojoši uzdevumi:

- Nepieciešams veikt literatūras un interneta resursu informācijas avotu apkopošanu, to analīzi, ilgtspējīgas koksnes resursu apsaimniekošanā, Latvijā un pasaulē.
- Iegūt informāciju par esošiem Eiropas Savienības un Latvijas Republikas normatīvajiem aktiem, kas reglamentē mežsaimniecības nozari Latvijā.
- Uzzināt Krāslavas novadā pieejamos koksnes resursu apjomus, koksnes ieguves apjoma

- dinamiku un veikt iegūto datu analīzi.
 - Aprēķināt Krāslavas novada mežu tekošās krājas pieaugumu.
- Izstrādāt ieteikumus ilgtspējīgai koksnes resursu apsaimniekošanai Krāslavas novadā.

Meža resursu raksturojums un nozīme

Mežs spēlē nozīmīgu lomu zemes ekosistēmā, kā arī cilvēku dzīvēs. Mežs piedalās augsnes veidošanā, kā arī veic aizsarg funkcijas neļaujot tai tik nopūstai vai izskalotai, mežs attīra ūdeni, uzkrāj koksni, dod patvērumu citiem dzīvniekiem un augiem. Meži ir mantojums no iepriekšējām paaudzēm, kopjot un ilgtspējīgi apsaimniekojot tos, var saglabāt, un nodrošināt cilvēku vajadzības. Liela uzmanība jāpievērš mežu tipu, koksnes, un sugu daudzveidības saglabāšanai [Unit C4 – Forests and their Ecological Importance, 2006].

Meži nodrošina cilvēci ar būtiskajām izejvielām, tāpēc ir pašsaprotami, ka pieprasījums pēc šiem materiāliem pieaug. Mežsaimnieki saskaras ar grūtībām attīstot mežsaimniecību, neapsaimniekotos mežos ir finansiāli dārgi, kā rezultātā tiek mainīti tā dabiskie apstākļi un mežu platība, kā arī jaunizveidotajās audzēs ātri nepalielinās koksnes pieaugums. Tādējādi, tāpat, kā lauksaimniecībā, mežsaimniecībā saskaras ar izaicinājumiem, kas apgrūtina meža apsaimniekošanu esošajos koksnes mežos. Tomēr mūsu pašreizējā izpratne par to, kas nosaka meža apsaimniekošanas intensitāti, ir vāji attīstīta, jo īpaši plašos mērogos, tas traucē novērtēt vides un sociālos kompromisus par tirdzniecības intensifikāciju. Pēdējo gadu rezultāti liecina, ka meža kokmateriālu ievākšanas intensitāte atšķirās ievērojami visā Eiropā, novākto kokmateriālu apjomi bija krietni zem pieauguma lielākajā daļā reģionos [Levers *et al.*, 2014].

Antropogēna zemes izmantošana ir pārveidojusi ekosistēmas visā pasaulē. Daudzās ekosistēmās, intensīvas zemes izmantošanas rezultātā ir notikusi biotopu degradācija, kas ir atstājusi smagu ietekmi uz bioloģisko daudzveidību, izmainītus ekosistēmu procesus un samazinātas resursu daudzums. Tikai 11,5% no mežu platībām ir aizsargātas visā pasaulē, nacionālajos parkos vai dabas rezervātos. Ir identificēta negatīva ietekme uz bioloģisko daudzveidību, ko atstāj mežsaimniecības nozare, kas tika apskatīts bioloģiskās daudzveidības konvencija 2010. gadā, liek domāt, ka 11% no pasaules meža platība nav pietiekams daudzums, lai saglabātu dzīvotspējīgas sugu populācijas saglabājot vēsturiskās meža īpašības, un pielāgošanos spēju dabas apstākļiem [Johansson *et al.*, 2013].

Mežu apsaimniekošana

Ilgtspēja meža apsaimniekošana ir aizsargāta ar pārvaldības pamatnostādņem, sertifikācijas sistēmu, un dažos gadījumos pat ar tiesību aktiem, piemēram, Eiropas Savienības direktīva par enerģijas izmantošanu no atjaunojamiem enerģijas avotiem [Clarke *et al.*, 2015].

Bijušajās "Austrumu bloka" valstīs, ir notikušas dramatiskas izmaiņas meža platībās un meža atjaunošanā, kopš sabruka Padomju Savienība, sakarā ar pāreju atvērtā tirgus ekonomikā, un neseno ekonomisko krīzi, lai gan, Austrumeiropas valstis savāc savu mežu statistiku, diemžēl tas tiek darīts nekonekventi, un to robežas ir mainījušās, tādēļ ir grūti analizēt meža dinamiku laika gaitā [Potapov *et al.*, 2015].

Latvijā par mežu ilgtspējīgu apsaimniekošanu nodrošina Meža likums un Valsts meža dienesta likums, kas tika pieņemts 2001. gadā. Meža likuma pamatuzdevums ir nodrošināt mežu apsaimniekošanu pēc mežu ilgtspējīgās apsaimniekošanas pamatprincipiem. Likums attiecas uz visiem, kuri izmanto meža produktus vai arī savādāka veida saskaras ar meža vidi [Latvijas ilgtspējīgās attīstības...,2003].

Ievērojot Meža un Valsts meža likumus, kas tieši regulē meža apsaimniekošanu un izmantošanu, izmantojot mežus, ir jāievēro arī virkne citu noteikumi, kas saistīti ar dabas aizsardzību un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu, piemēram, kurus nosaka likums „Par īpaši aizsargājamām dabas teritorijām”, „Sugu un biotopu aizsardzības likums”, „Aizsargjoslu likums” un tiem atbilstošie normatīvie akti [Latvijas ilgtspējīgās attīstības...,2003].

Mežu likuma izstrādātās nostādnes kontrolē visu mežu ilgtspējīgu apsaimniekošanu, gan privātajos mežos, gan valsts mežos. Šis likums izceļ divus koku ciršanas veidus, proti, galveno cirti un kopšanas cirti. Galvenā cirte ir visas mežaudzes nociršana pēc tā, kad ir sasniegts galvenās cirtes vecums vai nepieciešamais caurmērs. Nocērt visus kokus vienā paņēmienā to sauc par kailcirti, bet vairākos paņēmienos – izlases cirte [Meža likums, 2000].

Apmēram 60% no Eiropas mežu ir privātīpašums tie pieder ar apmēram 16 miljoni meža īpašnieku, kuri pārstāv dažādas meža īpašnieku apvienības. Viens no apvienību galvenajiem uzdevumiem ir ietekmēt sabiedrisko priekšstatus par mežu un mežsaimniecību. Mežniecības nozare nav izdevīga lielākajā pasaules reģionos, ka piemēru var minēt apstākļus, kad meži ražot vairāk vides pakalpojumus nekā tiešo produktu, attiecīgie pārvaldības mehānismi ir galvenais, īpaši ārpus valsts īpašumā. Pilsētās sabiedrībās mežu galvenā funkcija ir atpūtai un to pārvaldība ir atkarīga no izmantošanas [Fabra-Crespoand Rojas-Briales, 2015].

ES meža stratēģija

Jaunā mežu stratēģija tika pieņemta 2015. gada aprīlī ar nolūku, lai varētu panākt ES mežu potenciāls tiktu pārvaldīts ilgtspējīgā un līdzsvarotā veidā, apmierinātu pieaugošo pieprasījumu pēc izejvielām esošu un jaunu produktu un atjaunojamās enerģijas ražošanai. Šis pieprasījums paver iespēju paplašināt tirgu, taču izvirza nozīmīgu uzdevumu gādāt par ilgtspējīgu apsaimniekošanu un pieprasījuma līdzsvarošanu, savu kārt pieprasījums jauniem izmantojumiem bioekonomikas un bioenerģijas jomā nedrīkst pārsniegt ilgtspējas robežas, bet tas ir jāsaskaņo ar tradicionālajām vajadzībām. Lai spētu reaģēt uz grūtībām un iespējām, ar kādām koksnes resursiem balstītas rūpniecības nozares saskaras: resursu un enerģijas izmantošanas efektivitātes, izejvielu, loģistikas, inovācijas, izglītības, strukturālās pielāgošanās apmācības un prasmju, starptautiskās konkurences, informācijas un komunikācijas un laikposmam pēc 2020. gada izstrādātās klimata politikas jomā. Mērķis ir stimulēt izaugsmi, lai aizsargātu mežus un bioloģisko daudzveidību no būtiskās ietekmes, ko rada dabiskie un antropogēnie faktori, arvien pieaugošais ūdens resursu trūkums un kaitēkļi [Communication form the comision on new EU Forest Strategy...,2015].

Galvenie stratēģijas pamat principi ir:

- Meža ilgtspējīga apsaimniekošana un mežu daudzfunkcionālā nozīme.
- Resursu izmantošanas efektivitāte
- Globāla atbildība par mežiem

Stratēģija sevi ietver 8 galvenos punktus, kas palīdz sasniegt galvenos mērķus, un nodrošināt ilgtspējību:

1. Uz koksnes resursiem balstītu rūpniecības nozaru, bioenerģijas un plašākas zaļās ekonomikas konkurētspējas un ilgtspējas veicināšana Eiropas Savienībā;
2. Meži mainīgos klimata apstākļos;
3. Mežu aizsardzība un ekosistēmu aizsardzības veicināšana;
4. Kādi ir mūsu meži un kā tie mainās, kā arī izprast galvenos ietekmējošos faktoros;
5. Jauna un novatoriska mežsaimniecība izveide, jaunu produktu ražošana;
6. Veicināt sadarbību, saskaņojot apsaimniekošanas darbus mežos, kas palīdzēs labāk izprast tajos notiekošo un veicinās to ilgtspējīgu attīstību.
7. Meži pasaules skatījumā;
8. Atbalsts Lauku un Pilsētu teritorijām;

Mežniecības nozare patlaban saņem ievērojamu ES finansējumu. Lauku attīstības regulā paredzētie mežsaimniecības pasākumi ir galvenais stratēģijas resursu pamats, kas veido 90% no kopējā ES mežsaimniecības finansējuma. Saskaņa ar atjauninātajiem plāniem 5,4 miljardi EUR no Eiropas lauksaimniecības fonda ir paredzēti, tieši mežsaimniecības pasākumiem no 2007.-2013. gadam, bet no 2014.-2020. gadam varētu sagaidīti līdzīgu izdevumu apjomu, kā

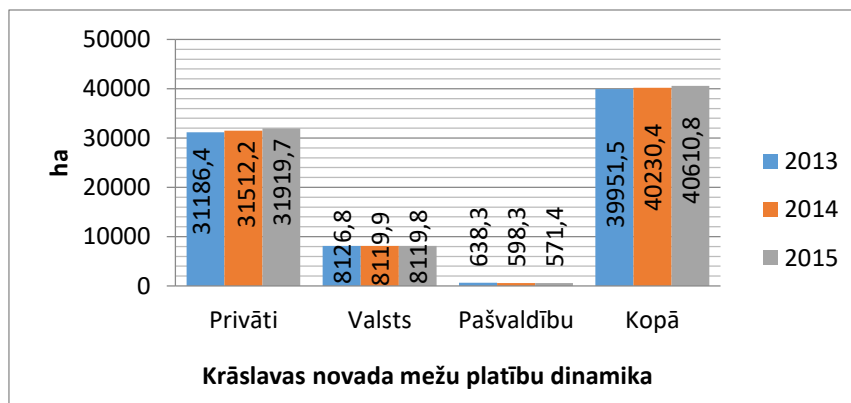
iepriekšējā plānošanas periodā [Communication from the Commission on the new EU Forest Strategy..., 2015].

Secinājumi par jauno ES meža stratēģiju mežiem un uz koksnes resursiem balstītai rūpniecībai nozīmīgumu. Tā dotu iespēju izstrādāt vienotu ES meža politiku un izveidot prioritātes mežu saistītos jautājumos. Ļautu vienoties par skaidru stratēģisko redzējumu, mežu saistītos jautājumos ar ES dalībvalstīm mežu politikā. Kā rezultātā tiktu stiprināta, mežu un uz koksnes resursiem balstītas rūpniecības spēju reaģēt uz aktuālajām norisēm dažādās politikas jomās. Stratēģijas mērķis ir panākt mežu un meža nozaru nozīmīgumu, virzībā uz zaļo ekonomiku, kā arī novērtēt ieguvumus, ko ilgtermiņā var nodrošināt meži, vienlaikus nodrošinot to aizsardzību. Lai realizētu mērķa sasniegšanu, ir vajadzīga visu iesaistīto pušu stingra apņemšanās un politiskais atbalsts [Communication from the Commission on the new EU Forest Strategy..., 2015].

Iegūtie rezultāti un interpretācija

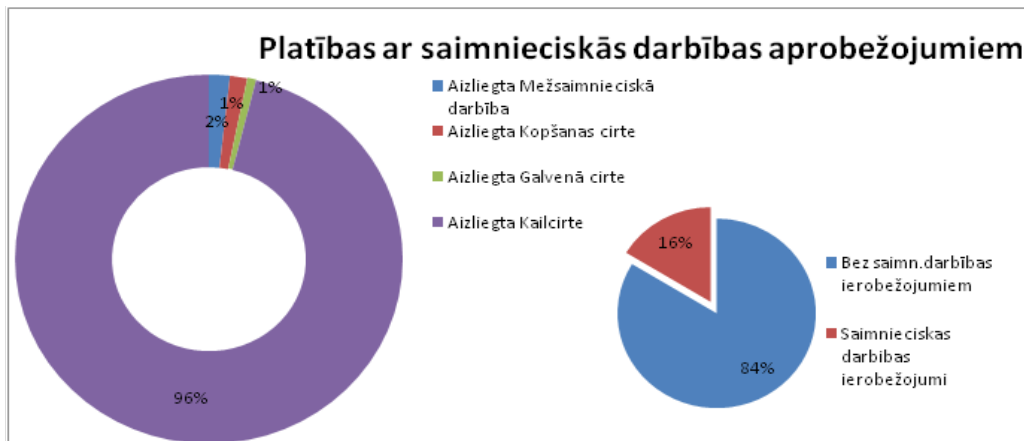
Krāslavas novada koksnes resursu analīzei tika izmantoti dati no Valsts meža dienesta informācijas sistēmas, kura ir viena no lielākajām informācijas sistēmām mežsaimniecības nozarē, tajā ir apkopoti dati par meža platībām, kas tiek pakļautas saimnieciskajai darbībai, ko regulē Meža likums. Saskaņā ar „Meža inventarizācijas” un „Meža valsts reģistra informācijas aprites noteikumiem” Meža valsts reģistra informācijas sistēmu par valstī esošajiem mežiem, kas arī veicamajām visām saimnieciskajām darbībām to teritorija atbild Valsts meža dienests. Dati par meža resursu stāvokli uz 2015. gadu ir iegūti Valsts meža dienesta mājaslapā [Meža statistikas CD, 2015].

Tika analizēta sekojoša informācija: Novada mežainums 2014. gadā, Mežaudžu vecumstruktūra, Mežu platības ar aizsardzības statusu, Meža atjaunošana 2015. gadā, Mežu ieaudzēšana no 2001. līdz 2014. gadam, Jaunaudžu kopšana 2015. gadā, Koku ciršana no 2001. līdz 2015. gadam. Apskatot daļu iegūto rezultātu šajā rakstā, tiek likts uzsvars uz kopējas situācijas attēlošanu Krāslavas novadā.



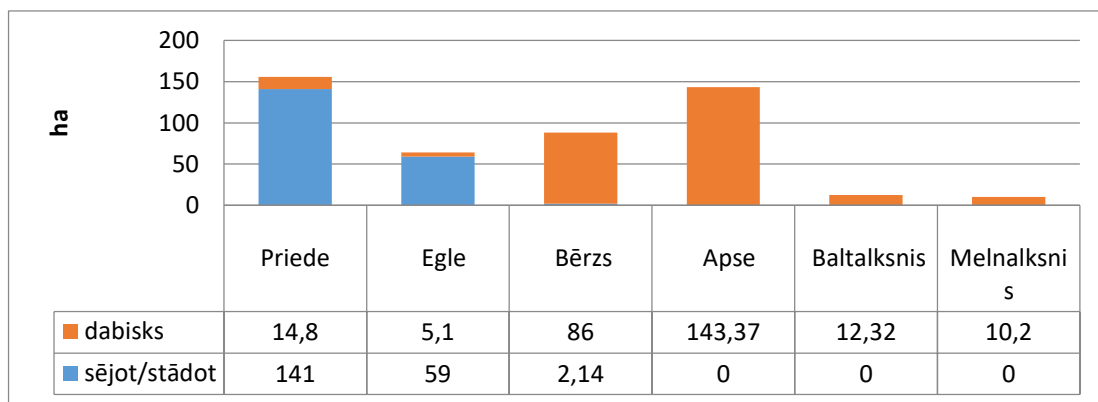
1.attēls Krāslavas novada mežu platību dinamika no 2013 līdz 2015. gadam

Apskatot Krāslavas novada mežu platības dinamiku pēdējos gados, ir vērojama meža platību palielināšanās (skat. 1. att.). Kas, protams, ir pozitīvi, jo liela daļa Krāslavas novada nodarbojas ar mežsaimniecību, tādejādi tiek piesaistīti līdzekļi novada attīstībai. Valsts un pašvaldību mežu pieaugums nav vērojams, kas saglabājas esošā līmenī ar nelielām svārstībām. Privātajos mežos ir vērojama mežu platību pieaugšanas tendence, kas liecina par mežsaimniecības attīstību, bet nedrīkst aizmirst to, ka privātajos mežos aug vis vairāk zemas kvalitātes koksnes kā arī lauksaimniecības zemju platības lēnām aizaug. Kopumā novadā teritorijā **Aizsargājamās teritorijas aizņem** 9437,7ha, kas ir 23% no kopējām meža platībām.



2.attēls Krāslavas novada mežu platības ar saimnieciskās darbības aprobežojumiem 2015. gadā

Aizsargājamās teritorijas 6787,46ha ir saimnieciskās darbības aprobežojumi, proti 96% proti 6520,66ha platība ir aizliegta kailcirte, aizliegta galvenā cirte un kopšanas cirte attiecīgi 50,2ha un 98,2ha (skat. 2. att.). Aizliegta mežsaimnieciskā darbība ir 118,4ha Kopumā Krāslavas novadā bez saimnieciskās darbības ierobežojumiem ir izmantojama 34867,23ha liela teritorija, kas procentuāli pret saimniecisko darbību ierobežotajām teritorijām aizņem 84%, kur koksnes resursu apsaimniekošana var notikt brīvi. "Daugavas loki" un aizsargājamo ainavu apvidus "Augšdaugava" atrašanos novada teritorijā sastāda lielāko daļu no Saimnieciskās darbības ierobežojumu platībām. Šajā teritorijā ir izveidotas ainavu takas un atpūtas vietas, kā arī svarīgi ģeoloģiskas nozīmes objekti.



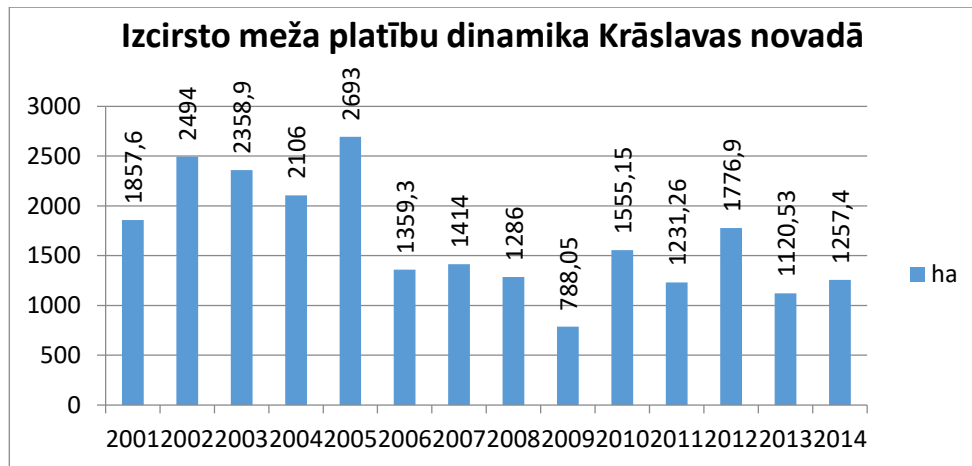
3.attēls

Krāslavas novada mežu platību atjaunošana 2015. gadā

Kopumā Krāslavas novadā 2015. gadā tika atjaunotas 618,02ha lielā plātībā. Vis vairāk no mežiem tiek atjaunoti Priežu, Apšu, Bērzu meži. Priežu meži, gluži kā egļu meži tiek atjaunoti sējot/stādīt tikai neliela to daļa tiek atjaunota dabiskā veidā (skat. 3. att.). Bērza meži tiek atjaunoti mākslīgi nelielās platībās, proti 2,14ha bet dabiskā veidā 86ha. Meži kas netiek atjaunoti sējot/stādīt ir zemas kvalitātes koksnes lapu koku meži, proti Apses Baltalkšņu un Melnalkšņu meži. Tieši apses meži 2015. gadā dabiski atjaunojas 143,37ha lielā platībā. Kas ir izskaidrojams ar apses augšanas dinamiku, gluži ka bērzs tie labi apgūst brīvās blakus teritorijas un speciala stādīšana nav nepieciešama, tur pretī, egles un priedes aug lēnāk, kā arī dabiski izplatās lēnāk, tāpēc ir nepieciešama to stādīšana.

Apskatot datus par koku ciršanu no 2001-2014. gadam tika iegūta informācija par koku ciršanas dinamiku šajā laika posmā. No 2001gada līdz 2005. gadam koku ciršana bija vis intensīvāka un platību ziņa tieši 2005. gadā bija vērojama vis intensīvāka ciršana 2693ha apmērā

(skat. 4. att.). Krāslavas novadā kādreiz atradās viens no lielākajiem mēbeļu ražošanas cehiem, kas deva aptuveni 300 darba vietu Krāslavas pilsētas un novada iedzīvotājiem savos labākajos uzņēmuma gados. SIA „KREBSAR” nedienas sākās 2005. gada beigās, kad sākās tiesu darbi. Uzņēmums lielāko daļu koksnes ieguva no kādreizēja Krāslavas rajona, proti, līdz pat 80% no visas izmantotas koksnes. Sākot no 2006-2009. gadam koku ciršanas platības samazinājās un 2009. gadā tā sasniedza savu minimumu 788,05ha. Krīze 2008. gadā arī nodarīja zaudējumus uzņēmējdarbībai, kas bija, saistīta ar mežniecības sektoru tāpēc arī, tika sasniegti viszemākie rādītāji 2009. gadā. Sākot no 2010. gada, ir ievērojama koku ciršanas platību palielināšanās, bet, apskatot pēdējo gadu datus, tie ir neviennozīmīgi un svārstās, pēdējos gados ir vērojams neliels pieaugums. proti 2014. gadā 1257,4ha



4.attēls Izcirsto meža platību dinamika Krāslavas novadā no 2001 līdz 2014. gadam

Rezultāti liecina par to, ka mežizstrāde Krāslavas novadā pēdējos gados lēnām palielinās. Galvenās problēmas ir saistītas ar lielu mazvērtīgo sugu īpatsvaru un nevienmērīgu mežaudžu vecumstruktūru. Iedzīvotāju skaitam samazinoties novadā, palielinās neizmantoto lauksaimniecības zemju platības, kas lēnām aizaug ar mazvērtīgajām koku sugām. Pētījumā veiktā Krāslavas novada mežu koksnes resursu raksturojošo rādītāju analīze sniedz plašāku datu un informācijas klāstu par koksnes resursiem novadā.

Darbā iegūtos rezultātus ir iespējams izmantot Krāslavas novada koksnes resursu apsaimniekošanas procesos, un izmatot novada plānošanas dokumentu izstrādē. Kā vieni no galvenajiem ieteikumiem ir vērst uz to, kā dažām koku sugām nākotnē ir paredzama platību samazināšanās, tāpēc nākotnē ir nepieciešams veikt šo sugu jaunaudzju kopšanu un ieaudzēšanas pasākumus. Jaunaudzju kopšana veicinās labāku attīstību jau esošajām mežaudzēm, bet ieaudzēšana samazinās vērtīgās koksnes deficīta riska iespējamību nākotnē. Krāslavas novada kopēju mežaudžu vērtību uzlabošanai, ir ieteicams pievērst uzmanību tam, ka neapstrādātās lauksaimniecības zemes aizaug ar mazvērtīgo koku sugām. Stādot kokus neizmantotajās lauksaimniecības, zemēs, tiek labāk izmantoti novada zemes resursus, kā rezultāta tiktu palielināta kopēja mežu vērtību un dotu iespēju izvēlēties, kādas koku sugas audzēt.

Summary

In Krāslavas district forests cover 37.32% of the territory. Forestry is important factor for development of researched territory. Also, it is needed to identify current situation in the forestry sector and to evaluate it's potential. In terms of forests, it is taken into account the fact that it is very important natural resource that is renewable, but it is time-consuming. Proper management for forest areas is essential to avoid future disasters. It is known that trees absorb carbon dioxide and produce oxygen, which is vital and necessary to all living organisms.

Research paper conception: Krāslava forestry is one of the leading sectors that perform

important ecological, economic and social functions, the EU in April 2015 adopted a new EU forestry strategy (COM (2013) 0659), which has offered new guidelines for policy making in the sectors which are closely linked to forests. The goal is to make In Krāslavas district wood resources stocks research and develop recommendations for sustainable management of wood resources Krāslava district.

Methods used to complete the task:

Bibliography and internet sources of information collection, analysis, of sustainable forest resources management in Latvia and world.

Obtain information on the existing European Union and the Latvian laws and regulations that regulating forest sector is Latvian.

Find out Krāslavas district available wood resources amounts of wood yield dynamics and perform analysis of gained data.

Calculate Krāslavas district forest current yield increases.

Develop recommendations for sustainable management of wood resources Krāslavas district.

The results show that forestry in Krāslavas district in recent years is slowly increasing. The main problems are associated with high percentage of low value species and uneven age structure of forest stands. The population decreasing in district increases the unused agricultural land, which is slowly overgrown with low-value tree species. The research carried out In Krāslavas district timber resource indicator characterizing analysis provides greater range of data and information on the wood reassures in district.

Research paper can be used in wood resource management process in Krāslavas district, as well as in development documents.

Literatūra

1. Unit C4 - Forests and their Ecological Importance, 2006. URL: <http://iefworld.org/remc4.htm> [skatīts 2015. gada 22. jūnijā]
2. Levers C., Verkerk P.J., Müller D., Verburg P.H., Butsic V., Leitão P.J., Lindener M., Kuemmerle T., 2014. Drivers of forest harvesting intensity patterns in Europe. *Forest Ecology and Management*, 315: 161, 164.
3. Johansson T., Hjältén J., de Jong J., van Stedingk H., 2013. Environmental considerations from legislation and certification in managed forest stands: A review of their importance for biodiversity. *Forest Ecology and Management*, 303: 106–107.
4. Clarke N., Gundersen P., Jönsson-Belyazid U., O. Janne Kjønaas, Persson T., Bjarni D. Sigurdsson, Stupak I., Vesterdalv L. 2015. Influence of different tree-harvesting intensities on forest soil carbon stocks in boreal and northern temperate forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 351: 9-19
5. Potapov P.V., Turubanova S.A., Tyukavina A., Krylov A.M., McCarty J.L., Radeloff V.C. , Hansen M.C. 2015. Eastern Europe's forest cover dynamics from 1985 to 2012 quantified from the full Landsat archive. *Remote Sensing of Environment*. 159: 28-43.
6. Latvijas ilgtspējīgas attīstības indikatoru pārskats 2003 / LR Vides ministrija, 2003. Rīga, Latvijas Vides aģentūra, 110.-115. lpp.
7. Likums 24.02.2000. "Meža likums", 2000. Latvijas Vēstnesis, Nr. 98/99 (2009/2010), 16.03.2000., Ziņotājs, Nr.8, 20.04.2000., stājās spēkā 17.03.2000. Spēkā esošā redakcija: 17.03.2000.
8. Communication from the comision Doc. Nr. COM/2013/0659 „A new EU Forest Strategy: for forests and the forest-based sector”, 2013. Adoption Date: 20.09.2013., EP resolution 28.04.2015.
9. Meža statistikas CD, 2015. URL: <http://www.vmd.gov.lv/valsts-meza-dienests/statiskas-lapas/publikacijas-un-statistika/meza-statistikas-cd?nid=1049#jump> [skatīts 2015. gada .05. janvārī]

AIR POLLUTION LEVELS DETERMINATION USING METHODS OF LICHEN INDICATION IN TOWN PĻAVIŅAS PĻAVIŅU PILSĒTAS GAISA PIESĀRŅOJUMA LĪMEŅA NOTEIKŠANA PĒC LIHENOINDIKĀCIJAS METODES

Autore: **Olīta Znotiņa**, e-mail: olita.znotina@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītājs: **Rasma Trejakova, Dr.biol., doc.,**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract: *An assessment of air quality in the town Pļaviņas area was made using the index of atmospheric purity (IAP). The survey area was divided into 39 units (0.5×0.5 km), in which 22 average lichen relives were analyzed according to LeBlanc and De Sloover method. Calculations show that the most polluted air is near the road to heavy traffic. After the index of atmospheric purity (IAP) study concluded that Plavinas dominated by medium and small air pollution zones.*

Keywords: *Air pollution, lichens, lichenindication, Index of atmospheric purity (IAP), Pļaviņas*

Ievads

Gaisa piesārņojums ir jebkuras nevēlamas izmaiņas atmosfērā, kas rodas dabas procesu vai cilvēka darbības rezultātā, ievadot tajā dažādas gāzes, ūdens tvaikus un cietās daļiņas.

Katru dienu katrs cilvēks ieelpo apmēram 20 000 litru gaisa. Katru reizi ieelpojot mēs riskējam ieelpot kaitīgas ķīmikālijas, kas kaut kādā veidā nokļuvušas gaisā. [1]

Visbiežāk gaisā kā piemaisījumi ir sēra dioksīds un tvana gāze, kā arī hlors, sērskābes tvaiki, slāpekļa oksīdi, fluora savienojumi.

Aptuveni 10% no piesārņojošo vielu izplūšanas atmosfērā noris dēļ vides procesiem kā, piemēram, vulkānu izvirdumi, kas papildina emisijas atmosfērā pelnu veidā, putekļveida skābēm, tostarp sērskābi un citām indīgām gāzēm. Turklāt galvenie sēra avoti atmosfērā ir jūras ūdens un trūdošas augu atliekas.

Atlikušie 90% no gaisa piesārņotājiem ir antropogēnas izcelsmes. Dažādas gaisu piesārņojošās vielas (slāpekļa, sēra, oglekļa oksīdi, daļiņas, u.c.) atmosfērā nonāk gan no straujās rūpniecības izaugsmes, autotransporta un aviācijas attīstības, augsnes nepareizas apstrādes, apkārtējās vides piegružošanas, spridzināšanas darbības rezultātā, fosilā kurināmā izmantošanas (akmeņogles, kūdra, nafta), kurināšanas ar malku un citu kurināmo, kā arī no reaktoriem un gaisa piesārņojuma pārrobežu pārneses.

Šie kaitīgo vielu izmeši rada ievērojamu gaisa piesārņojumu, kā rezultātā veidojas tādas globālas izmaiņas kā siltumnīcas gāzu efekts un būtiski tiek ietekmēta dzīvo organismu veselība.

Labā gaisa kvalitāte ir svarīgs priekšnosacījums ilgtspējīgai dzīvo organismu attīstībai un vitalitātei. Īpaši aktuāls šis jautājums ir urbānajā vidē, kur ir liela apdzīvotība, vērojama intensīva transporta kustība un aktīvi norisinās saimnieciskā darbība – rūpniecība, celtniecība.

Noteiktā vietā atrodamo ķērpju sugu skaitu un sastopamību var izmantot gaisa kvalitātes raksturošanai. Metodi, ar kuru nosaka gaisa piesārņotības pakāpi, izmantojot ķērpjus kā bioindikātorus, sauc par lihenoindikāciju. Tā parāda ilggadēju vidējo gaisa piesārņojumu, tādēļ tai ir liela nozīme pilsētu un apdzīvotu vietu attīstības plānošanā.[2]

Visspēcīgāk uz ķērpjiem iedarbojas SO₂. Tā koncentrācijai gaisā sasniedzot 0,08-0,1 mg/m³, tas uz ķērpjiem sāk iedarboties kaitīgi. Ķērpju sastāvā esošajās aļģēs tiek traucēta fotosintēze, sākas hlorofila sairšana, panīkst augļķermeņi. [3]

Šī pētījuma mērķis ir sniegt informāciju par Pļaviņu pilsētas gaisa piesārņojuma līmeni pēc lihenoindikācijas metodes.

1. tabula

Ķērpju sugas seguma un sastopamības pakāpe (f)

f vērtības	Sugu sastopamība
1	Ļoti reta suga ar niecīgu segumu (1-5 % segums)
2	Reta suga, vai ar niecīgu segumu (5-20 % segums)
3	Reti sastopama suga ar vidējo seguma pakāpi (20-30% segums) uz dažiem kokiem
4	Bieži sastopama suga ar augsto seguma pakāpi (30-50 % segums) uz dažiem kokiem
5	Ļoti bieži sastopama suga ar augsto seguma pakāpi (50 % un vairāk) uz vairuma kokiem

Gaisa Tīrības indeksa (I.A.P.) vērtību nosaka katram parauglaukumam pēc iepriekš minētas formulas, iegūtas vērtības atzīmē kartē un izdala ķērpju zonas. Skatīt.2. tabulu

2.tabula

Ķērpju veģetācijas iedalījums pēc Gaisa Tīrības Indeksa (I.A.P.) vērtībām

Zona	Gaisa Tīrības Indekss (I.A.P.)	Ķērpju veģetācija
1	0	bezķērpju zona
2	1-100	zona ar stipri ierobežotu ķērpju izplatību
3	100-150	zona ar ierobežotu ķērpju izplatību
4	150-250	ķērpjiem bagāta zona
5	250 un vairāk	ķērpjiem ļoti bagāta zona

Jo lielāks ķērpju sugu skaits stacijā, jo lielāka IAP vērtība vai zemāks piesārņojuma līmenis parauglaukumā.

Rezultāti

Kopumā pilsētā 39 parauglaukumos, apsekojot 390 kokus, tika konstatētas 22 epifītisko ķērpju suga. Skatīt 3. tabulā.

3. tabula

Reģistrētas ķērpju sugas un to toksitolerances faktori

Nr. p. k.	Ķērpju suga	Sastopamība parauglaukumos (n2)	Sastopamība uz kokiem (n1)	Toksitolerances faktors $Q=n1/n2$
1	<i>Xanthoria parietina</i>	39	339	8,69
2	<i>Hypogymnia physodes</i>	39	324	8,31
3	<i>Phlyctis argena</i>	39	328	8,41
4	<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	32	272	8,50
5	<i>Parmelia sulcata</i>	29	255	8,79
6	<i>Lecidella elaeochroma</i>	25	230	9,20
7	<i>Ramalina fraxinea</i>	25	225	9,00
8	<i>Trentepohlia umbrina</i>	17	129	7,59
9	<i>Evernia prunastri</i>	15	109	7,27
10	<i>Physcia adscendens</i>	13	107	8,23
11	<i>Platismatia glauca</i>	12	103	8,58
12	<i>Pleurococcus vulgaris</i>	10	86	8,60

13	<i>Pertusaria amara</i>	10	88	8,80
14	<i>Ramalina farinacea</i>	10	89	8,90
15	<i>Lepraria incana</i>	9	82	9,11
16	<i>Cladonia coniocrea</i>	4	15	3,75
17	<i>Parameliopsis hyperopta</i>	2	2	1,00
18	<i>Parameliopsis ambigua</i>	2	12	6,00
19	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	2	10	5,00
20	<i>Cladonia fimbriata</i>	1	1	1,00
21	<i>Lecanora carpinea</i>	1	3	3,00
22	<i>Graphis scripta</i>	1	4	4,00

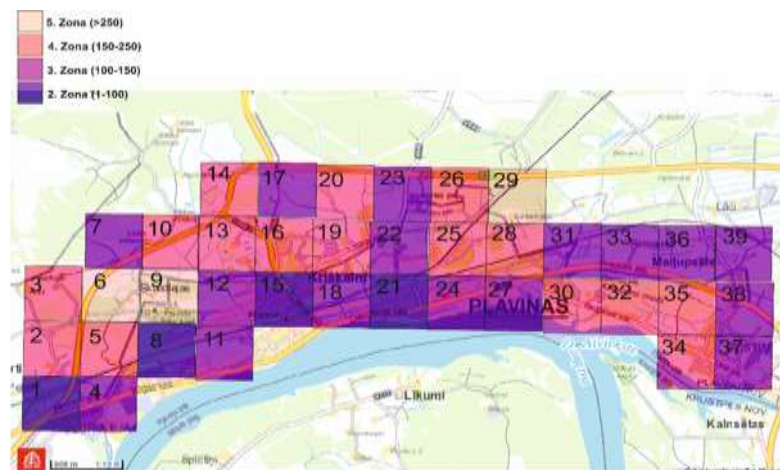
Visbiežāk sastopamās sugas bija *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes*, *Phlyctis argena* un *Phaeophyscia orbicularis*, bet ļoti reti sastopamas un sugas, kas sastopamas tikai 1 parauglaukumā - *Graphis scripta*, *Hypocenomyce scalaris*, *Parameliopsis ambigua*, *Parameliopsis hyperopta*, *Lecanora carpinea* un *Cladonia fimbriata*. Sugām, kas ir sastopamas visbiežāk toksitolerances faktors ir 8-9 robežās.

Vērtējot ķērpju sugu sastopamību uz koku stumbriem parauglaukumos, tika noteikts, ka uz viena parauglaukuma visiem apsekotajiem kokiem vidēji ir sastopamas 10 ķērpju sugas. Vismazāk sastopamo ķērpju sugu skaits viena parauglaukuma ietvaros bija 5, bet visvairāk - 15 ķērpju augas.

Visas noteiktās ķērpju sugas pēc to sastopamības biežumu summām nosacīti var iedalīt 4 grupās: bieži sastopamās, vidēji bieži sastopamās, reti un ļoti reti sastopamās ķērpju sugas.

Visvairāk ķērpju - gan pēc seguma, gan pēc sugu daudzveidības sastopamas tur, kur gaiss ir vistīrākais, neapdzīvotu teritoriju parkos, meža teritorijā.

Plāviņu pilsēta tika sadalīta gaisa piesārņojuma zonās pēc ķērpju daudzveidības un projektīvā seguma. Apkopojot pētījuma rezultātus par Gaisa Tīrības Indeksiem, Plāviņu pilsētā tika izdalītas četras ķērpju veģētācijas zonas, kas raksturo gaisa piesārņojuma pakāpi, jo lielāka I.A.P. vērtība, jo tīrāks gaiss, skatīt 2. attēlā



2. att. Ķērpju veģētācijas zonas pēc Gaisa Tīrības Indeksa vērtības

Pirmā zona jeb bezķērpju zona netika konstatēta, jo katrā parauglaukumā bija novērotas vismaz 5 ķērpju sugas.

Otrā zona - ar stipri ierobežotu ķērpju izplatību, aizņem 10.26 % no apsekojamo parauglaukumu aizņemtās platības, I.A.P. vērtības ir robežās no 76 – 94. Zona aptver pilsētas

Rietumu daļu, kur ir intensīva saimnieciskā darbība un satiksme, kā arī blīvas apbūves rajonus un arī pilsētas centru - Dzelzceļa stacijas laukumu kur ir visintensīvākā autotransporta kustība, kā arī blīvas apbūves rezultātā - ierobežota gaisa ventilācija Visvairāk sastaptās sugas šajā zonā ir *Hypogymnia physodes*, *Xanthoria parietina*, *Lecanora incana*, *Phaeophyscia orbicularis* u.c. sugas. Uz koku stumbriem aug arī aerofītiska zaļalģe *Pleurococcus vulgaris*. Tomēr vairums sugu ir vāji attīstīti un ķērpju sugai *Xanthoria parietinai* var novērot īpatņu atmiršanu - nekrozi. Šajā zonā novērotās ķērpju sugas ir izturīgas pret augstu gaisa piesārņojumu.

Treša zona - zona ar ierobežotu ķērpju izplatību, aizņem 40.025 % no pētīto parauglaukumu platības, I.A.P. vērtības ir robežās 102 - 143. Zona aptver teritoriju Bebrulejas rajonā, gar šoseju, centrālajā pilsētas ielā - Daugavas ielā, ko var izskaidrot ar intensīvu autotransporta plūsmu un blīvu privātmāju apbūvi, teritorijas pilsētas Austrumu daļā, Gostiņu rajonā, kur ir blīva privātmāju apbūve. Daļu no teritorijas piesārņojuma var izskaidrot ar stacionāriem un mobiliem piesārņojuma avotiem un rūpniecības objektu esamību. Bet šai zonai tipiski ir guļamrajoni ar intensīvu apbūves blīvumu, autotransporta kustību un rūpniecības objektiem. Gaisa ventilācijas trūkums nerada labvēlīgu situāciju ķērpju floras attīstībai, jo tas nespēj līdzsvarot piesārņojumu no reģistrētiem stacionāriem un mobiliem avotiem, kas var kalpot par agra brīdinājuma sistēmu un norādīt uz potenciālu gaisa kvalitātes pasliktināšanos un nākotnes ietekmi arī uz augstākiem augiem un cilvēka veselību. Visvairāk sastaptas sugas šajā zonā ir *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata*, *Xanthoria parietina* un *Lecanora* sugas u.c. Šī ķērpju zona ir bagātāka, kaut arī tajā sastomāmas ir galvenokārt pret piesārņojumu izturīgākās sugas.

Ceturtā zona - ir ķērpjiem bagāta zona, tā aptver 40.025 % no apsekotās pilsētas teritorijas ar I.A.P. vērtībām no 154 līdz 246. Šī zona nenorāda uz konkrētiem piesārņojuma avotiem vai lieliem rūpniecības objektiem, ir jāsecina kā tā vairāk ir kā fona zona pārējām zonām. Šajā zonā ir mazāka māju apbūve, vairāk zaļo zonu, neskatoties, ka teritorijas atrodas ceļu tuvumā. Pārsvārā zonā ietilpst privātmāju rajoni, un kaut arī šajā zonā nav rūpniecības lielo objektu, kas varētu būt par ievērojamiem piesārņojuma avotiem, te jūtams ir privātmāju apkures un automašīnu izplūdes gāzu piesārņojums. Taču gaisa ventilācija ir labāka, jo plašākas neapbūvēto teritoriju platības.

Šajā zonā ir liela ķērpju sugu daudzveidība, arī segums ir lielāks - ķērpji ir labi attīstījušies, kaut arī liela daļa no tiem ir izturīgi pret piesārņojumu. Tipiski ķērpji piesārņotiem apvidiem kā *Xanthoria parietina* un *Lecanora argena* ir plaši sastopami šajā teritorijā. Vidēji piesārņoto teritoriju sugas, kā *Evernia prunastri* parādās jau biežāk un ar lielāku segumu. Tomēr vairums sugu ir raksturīgas mēreni piesārņotām teritorijām; *Hypogymnia physodes*, *Lecanora carpinea*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*. Ķērpju suga, kas ir raksturīga nepiesārņotām teritorijām biežāk sastopama *Ramalina fraxinea*.

Piektā zona – ķērpjiem ļoti bagāta zona, tajā ietilpst tikai 7.69 % no apsekotās teritorijas, kurā I.A.P. vērtība ir 250-272. Pētītie parauglaukumi atrodas teritorijā, kur ir parku un meža zonas, maza apbūves teritorija. Kaut arī lihenindikācija neuzrādīja piesārņojuma ietekmi un arī sugu daudzveidība un to procentuālais segums ir lieli, tomēr novērotās ķērpju sugas šajā zonā ir pārsvārā sugas, raksturīgas mēreni piesārņotām teritorijām, piemēram, *Parmeliopsis ambigua*, *Platismatia glauca*, *Lecidella elaeochroma*, *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Ramalina farinacea*, *Evernia prunastri*, *Physcia adscendens*.

Secinājumi

Plaviņu pilsētā 39 parauglaukumos, apsekojot 390 kokus, tika konstatētas 22 epifītisko ķērpju sugas. Visbiežāk sastopamās sugas ir *Xanthoria parietina*, *Hypogymnia physodes*, *Phlyctis argena* un *Phaeophyscia orbicularis*, bet ļoti reti sastopamas sugas - *Graphis sripta*, *Hypocenomyce scalaris*, *Parameliopsis ambigua*, *Parameliopsis hyperopta*, *Lecanora carpinea* un *Cladonia fimbriata*.

Lihenoindikācijas rezultāti parādīja, ka koku lihenocenozes izplatību pilsētā būtiski ietekmē autotransporta radītais piesārņojums. Šosejas malā un dzelzceļa apkārtnē tika novērots mazāks ķērpju sugu skaits, kā arī mazāks ķērpju projektīvais segums uz apsekoto koku mizām nekā parku un mežu teritorijās.

Pēc Gaisa Tīrības Indeksa (I.A.P.) metodes tika izdalītas 4 ķērpju zonas: II zona - ar stipri ierobežotu ķērpju izplatību, I.A.P. vērtības ir robežās no 76 – 94; III - zona ar ierobežotu ķērpju izplatību, I.A.P. vērtības ir robežās 102 – 143; IV - ir ķērpjiem bagāta zona ar I.A.P. vērtībām no 154 līdz 246; V - ķērpjiem ļoti bagāta zona, kurā I.A.P. vērtība ir 250 - 272. Saskaņā ar lihenoindikācijas datiem Pļaviņu pilsētā dominē III un IV zona.

Vismazākais vidējais ķērpju projektīvais segums 13.5 % un ķērpju sugu skaits (piecas) tika konstatēts 1. parauglaukumā pilsētas Rietumu daļā Rīgas ielas posmā. Šī teritorija atbilst vidēja gaisa piesārņojuma zonas statusam, bet vislielākais vidējais ķērpju projektīvais segums 76.3 % un ķērpju sugu skaits (piecpadsmit) tika konstatēts 9. parauglaukumā Bārūkalna kapu teritorijā, kur ir parka un meža zona un maza teritorijas apbūve.

Literatūra

1. Māris Kļaviņš. Vides zinātne. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2008. 599 lpp.
2. Kricke, R., Loppi, S. 2002 Bioindication: The I.A.P. Approach. In: Nimis, P.L. et al. (eds.) Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens. NATO Science Series, IV, Vol. 7. Kluwer Academic Publishers, 21-37.
3. Pīterāns A. Vai pazīstam ķērpjus? Rīga : Zinātne, 1986. 55 lpp.
4. Pulak Das, Santosh Joshi, Jayashree Rout & D. K. Upreti. Lichen diversity for environmental stress study: Application of index of atmospheric purity (IAP) and mapping around a paper mill in Barak Valley, Assam, northeast India. Tropical Ecology 54 (3): 355-364, 2013.