

ISSN 2029-9303



KAUNO TECHNIKOS KOLEGIJA
KAUNAS UNIVERSITY OF APPLIED ENGINEERING SCIENCES

INŽINERINĖS IR EDUKACINĖS TECHNOLOGIJOS

Mokslinių straipsnių žurnalas

ENGINEERING AND EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

Scientific journal

Kaunas, 2015

Vyriausioji redaktorė

Doc. Dr. Marija Jotautienė

Kauno technikos kolegija/ Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Vyriausiosios redaktorės pavaduotoja

Socialiniai mokslai/
Social Sciences

Doc. Dr. Esmeralda Štys

Kauno technikos kolegija/ Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Atsakingoji sekretorė

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Eglė Kosiakaitė

Kauno technikos kolegija/ Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Humanitariniai
mokslai/
Humanitarian Sciences

Redaktorių kolegija/ Editorial Board:

Prof. Habil. Dr. Algimantas Fedaravičius

Kauno technologijos universitetas/Kaunas University Of Technology (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Prof. Habil. Dr. Algirdas Vaclovas Valiulis

Vilniaus Gedimino technikos universitetas/Vilnius Gediminas Technical University (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Aldona Gažauskienė

Vilniaus kolegija/University Of Applied Sciences (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Ernestas Ivanauskas

Kauno technologijos universitetas/Kaunas University Of Technology (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Jonas Krivickas

Kauno technikos kolegija/Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Kęstutis Navickas

Aleksandro Stulginskio universitetas/Aleksandras Stulginskis University (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller

Šmalkaldeno taikomųjų mokslų universitetas/University Of Applied Sciences Schmalkalden (DE)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Šarūnas Kilius

Kauno technikos kolegija/Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Vytenis Naginevičius

Kauno technikos kolegija/Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Pranas Smolskas

Kauno technikos kolegija/Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Dr. Rolandas Samajauskas <i>IĮ „Pastatų sertifikavimo biuras“/ IE „Building Certification Office“ (LT)</i>	Technologijos mokslai/ Technological Sciences
Prof. Dr. Genutė Gedvilienė Vytauto Didžiojo universitetas/Vytautas Magnus University (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences
Prof. (HP) Dr. Nijolė Petronėlė Večkienė Vytauto Didžiojo universitetas/Vytautas Magnus University (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences
Prof. Habil. Dr. Vilija Targamadzė Vilniaus universitetas/Vilnius University (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences
Doc. Dr. Inga Bartusevičienė Lietuvos aukštoji jureivystės mokykla/Lithuanian Maritime Academy (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences
Doc. Dr. Vita Krivickienė Kauno technikos kolegija/Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences
Doc. Dr. Daiva Lepaitė Vilniaus universitetas/Vilnius University (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences

Leidinyi įrašytas į LMT patvirtintų leidinių sąrašą
<http://www.mab.lt/lt/istekliai-internete/mokslo-zurnalai/269>

Ir įtrauktas į Index Copernicus Journals Master List
<http://www.journals.indexcopernicus.com/passport.php?action=masterlist&id=9482>

Redakcijos adresas:
VŠĮ Kauno technikos kolegija

Tvirtovės al. 35, LT- 50155
Kaunas
Tel./faks. (8 37 308620)/(8 37 333120)
El. p. ktk@ktk.lt
<http://www.ktk.lt>

Address:
Kaunas University of Applied Engineering Sciences

Tvirtovės av. 35, LT- 50155 Kaunas
Phone./fax. (+370 37 308620)/(+370 37 333120)
E-mail. ktk@ktk.lt
<http://www.ktk.lt>

Visos leidinio leidybos teisės saugomos. Šis leidinys arba kuri nors jo dalis negali būti dauginami, taisomi ar kitaip platinami be leidėjo sutikimo.
All rights of the publication are reserved. No reproduction, copy or transmission of this publication may be made without publisher's permission.

REDAKTORIAUS ŽODIS

Gerbiami skaitytojai ir kolegos,

Formuojantis XXI a. moderniosios visuomenės bruožams, vis labiau ryškėja kai kurie kontraversiniai aspektai, Lietuvos aukštojo mokslo posistemės ir darbo rinkos sąveikos kontekste.

Aukštojo mokslo politikos formavimo lygmenyje universitetams ir kolegijoms keliama uždaviniai, galintys suteikti studijuojantiems moksliniais tyrimais grindžiamą išsilavinimą, parengti aukštos kvalifikacijos specialistus, kurie tenkintų šalies, visuomenės bei ūkio reikmes. Akcentuojama, jog būtina vykdyti mokslinę veiklą, kuri skatintų regionų ir šalies raidą, siekiant konsultuoti vietos valdžios ir ūkio subjektus svarbu plėtoti regionui reikalingus taikumuosius mokslinius tyrimus. Darbo rinkai išlieka aktualus kokybiško specialistų, gebančių profesionaliai ir kūrybiškai dirbti kintančios technologinės raidos aplinkoje, rengimo klausimas.

Šiame žurnalo numeryje skaitytojams pateikiamos tyrimais pagrįstos publikacijos, kuriose analizuojami darbo rinkos atstovų ir švietimo institucijų sąveikos aspektai, išsilavinimo įtaka gyventojų užimtumui, pažangūs technologiniai sprendimai statybos, transporto, aplinkosaugos srityse. Autorių pateikti darbai galėtų būti sėkmingai naudojami specialistų rengimo procesuose, tenkinant Lietuvos aukštojo mokslo institucijoms deleguotas funkcijas bei priartinant technologijos mokslų srities specialistų kompetencijas, sparčiai kintančiai technologinei aplinkai.

Tikimės, kad pateiktų publikacijų skaitytojai suras atsakymus į darbo rinkai ir švietimo sistemai aktualius klausimus ir inspiruos tolesnį bendradarbiavimą, skelbiant atliktų tyrimų rezultatus artimiausiame žurnalo numeryje.

Su pagarba,

vyriausioji redaktorė



soc. m. dr. Marija Jotautienė

TURINYS

KROVININIO TRANSPORTO NEIGIAMAS POVEIKIS APLINKAI.....	8
Miglė Nagelytė, Kristina Čižiūnienė, Jonas Matijošius <i>Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Transporto inžinerijos fakultetas</i>	
KROVININIO TRANSPORTO SUKELIAMO TRIUKŠMO TYRIMAS.....	18
Miglė Nagelytė, Kristina Čižiūnienė, Jonas Matijošius <i>Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Transporto inžinerijos fakultetas</i>	
BIODEGALŲ SAVYBIŲ ĮTAKA SAVAIMINIO UŽSILIEPSNOJIMO TRUKMEI DYZELINIAME VARIKLYJE.....	26
Marius Mažeika, Tomas Mickevičius, Esmeralda Štyps <i>Kauno technikos kolegija</i>	
BIODEGALAI DYZELINIAMS VARIKLIAMS.....	33
Tomas Mickevičius, Marius Mažeika, Esmeralda Štyps <i>Kauno technikos kolegija</i>	
SLĖGINIO UŽDEGIMO VARIKLIO RODIKLIŲ LYGINAMASIS TYRIMAS NAUDOJANT „NESTE FUTURA“ IR „NESTE PRO DIESEL“ DEGALUS	39
Alfredas Rimkus ^{1,2} , Vytenis Surblys ¹ , Saulius Stravinskas ¹ , Romualdas Širvinskas ¹ <i>¹ Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, ² Vilniaus Gedimino technikos universitetas</i>	
TRANSPORTO PRIEMONIŲ SAUGOS SISTEMŲ TYRIMAS	46
Saulius Tamokaitis, Saulius Grinkevičius <i>Klaipėdos valstybinė kolegija</i>	
SPYRUOKLINIO PURKŠTUVO KURUI DOZUOTI FUNKCIONALUMO TEORINIS TYRIMAS	51
Vytenis Naginevičius, Povilas Šaulys, Skirmantas Adomavičius <i>Kauno technikos kolegija</i>	
ANTRINIŲ ŽALIAVŲ PANAUDOJIMO NEKILNOJAMOJO TURTO OBJEKTŲ STATYBOJE GALIMYBIŲ TYRIMAS	56
Renatas Strumskis, Mindaugas Daukšys, Violeta Medelienė, Rasa Apanavičienė, Vilma Kriaučiūnaitė-Neklejonovienė, Donatas Rekus <i>Kauno technologijos universitetas</i>	
FOTOGRAFINIŲ VAIZDŲ TURINIO (SITUACIJOS) TAPATUMO ATSKLEIDIMO ASPEKTAI	65
Birutė Ruzgienė <i>Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Klaipėdos valstybinė kolegija</i> ⁶⁵	
TILTŲ IR VIADUKŲ PRIEŽIŪROS LIETUVOS KELIUOSE ANALIZĖ IR PROBLEMOS.....	75
Regina Motienė, Arvydas Bilius, Raimondas Šadzevičius <i>Kauno technikos kolegija</i>	
ERDVINIO KUMŠTELIO TYRIMAS NAUDOJANT LEAN METODĄ.....	84
Povilas Šaulys, Vytenis Naginevičius, Skirmantas Adomavičius <i>Kauno technikos kolegija</i>	

DARBO RINKOS SUBJEKTŲ IR ŠVIETIMO INSTITUCIJŲ SĄVEIKA INŽINERINĖS KRYPTIES IR INŽINERINIŲ PROFESIJŲ SPECIALISTŲ RENGIMO KONTEKSTE	91
Marija Jotautienė, Jolita Bučelienė <i>Kauno technikos kolegija</i>	
IŠSILAVINIMO ĮTAKA GYVENTOJŲ UŽIMTUMO LYGIUI LIETUVOJE	98
Žiedūna Liepė ¹ , Nelė Šimoliūnienė ² ¹ <i>Kauno technologijos universitetas</i> ; ² <i>Kauno technikos kolegija</i>	
TECHNINĖS ANALIZĖS INDIKATORIŲ PIRKIMO IR PARDAVIMO SIGNALŲ TYRIMAS	104
Sandra Rekštienė, Regina Motienė <i>Kauno technikos kolegija</i>	
TRANSPORTO ĮMONIŲ VEIKLOS KOKYBĖS GERINIMO GALIMYBIŲ TYRIMAS	114
Aidas Vasilis Vasiliauskas, Virgilija Vasilienė-Vasiliauskienė, Jonas Matijošius <i>Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Transporto inžinerijos fakultetas</i>	

KROVININIO TRANSPORTO NEIGIAMAS POVEIKIS APLINKAI

Miglė Nagelytė, Kristina Čižiūnienė, Jonas Matijošius

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Transporto inžinerijos fakultetas

Anotacija

Nors transporto veikla yra siejama su augančiais ekonomikos rodikliais, visuomenės poreikių tenkinimu, tačiau kartu daro įtaką gamtoje nusistovėjusiai pusiausvyrai bei lemia visuomenės sveikatos būklę. Pastoviai augantys krovinių srautai, nuolatinis transporto priemonės judėjimas skatina sunerimti daugelį iš mūsų dėl oro taršos augimo bei eismo įvykių skaičiaus didėjimo. Siekiant identifikuoti problematiškiausią krovinių gabenimo transporto rūšį nagrinėjama mokslinė literatūra ir statistiniai duomenys apie pagrindinius veiksnius, sąlygojančius neigiamą transporto poveikį aplinkai, bei atliekama koreliacinė–regresinė analizė tarp krovinių vežimo skirtingomis transporto rūšimis apimčių ir oro taršos, eismo įvykių padarinių, sukeliančių neigiamą poveikį aplinkai.

Reikšminiai žodžiai: kelių transportas, geležinkelio transportas, oro transportas, jūrų transportas, neigiamas poveikis, veiksniai, oro tarša, eismo įvykiai.

Išvadas

Transportas – viena pagrindinių šiuolaikinio ūkio sudėtinių dalių, kuris suteikia galimybę naudotis daugeliu mūsų laisvių: laisvę dirbti ir gyventi įvairiose pasaulio šalyse, laisvę prekiauti ir mėgti asmeninius ryšius, laisvę mėgautis įvairiais produktais ir gauti įvairių paslaugų. Todėl šiandien šiuolaikinės ekonomikos funkcionavimas jau nebeįsivaizduojamas be išvystytos ir tinkamai funkcionuojančios transporto sistemos. Kartu kyla grėsmė, kad augantys krovinių vežimo srautai, didins krovininio transporto išmetamųjų dujų emisijas, kas tiesiogiai įtakos nusistovėjusią gamtos pusiausvyrą ir tiesiogiai lems blogėjančią visuomenės sveikatą. Pastaruoju metu ypač svarbu vystyti tvarią gamybą, pramonę, neatsiejama jos dalimi tampa ir krovinių vežimo sritis. Todėl tampa ypač svarbūs tokie aspektai kaip spartus transporto priemonių skaičiaus augimas, triukšmo lygis ir atmosferos tarša, sukelianti globalinius atmosferos pokyčius, tokius kaip ozono skylių susidarymas.

Su saugaus eismo ir didelio avaringumo problemomis Lietuvos keliuose susiduriama jau seniai. Nors paskutiniu metu šalyje pastebimas avaringumo sumažėjimas, tačiau šiuo klausimu situacija Lietuvos automobilių keliuose vis dar nėra patenkinama. Būdamas tarp dviejų skirtingų socialinių–ekonominių erdvių, Lietuva tampa savotišku tiltu tarp Rytų ir Vakarų. Palanki šalies geografinė ir geopolitinė padėtis sudaro palankias sąlygas integruotis į Europos transporto ir jos paslaugų rinką. Dinamiškas automobilių skaičiaus didėjimas ir krovinių vežimo poreikio augimas sąlygoja intensyvią eismą, o kartu ir avaringumo padidėjimo tikimybę šalies keliuose, todėl eismo saugumo problema Lietuvoje tapo dar aktualesnė.

Atsižvelgiant į grėsmę visuomenei ir aplinkai formuluojama straipsnio problema – neigiamas transporto poveikis aplinkai, ir objektas – pagrindiniai neigiami transporto veiklos padarinių veiksniai, kurie išsamiau aptariami toliau: oro tarša, eismo įvykiai. Apibrėžtos problemos ir objekto mastas yra globalinio lygio, kadangi neigiamo poveikio padariniai jaučiami ne tik Lietuvoje, bet ir visame pasaulyje.

Straipsnio temos aktualumui atskleisti iškeliamas pagrindinis **tikslas** – identifikuoti problematiškiausią krovinių gabenimo transporto rūšį, sąlygojančią neigiamą poveikį aplinkai. Tikslui įgyvendinti formuluojami pagrindiniai **uždaviniai**:

1. Atlikti pagrindinių veiksnių, sąlygojančių neigiamą transporto poveikį aplinkai, mokslinės literatūros ir statistinių duomenų analizes;
2. Atlikti koreliacinę–regresinę analizę tarp krovinių vežimo pagrindinėmis transporto rūšimis apimčių bei oro taršos ir eismo įvykių padarinių, sukeliančių neigiamą poveikį aplinkai;

1. Transporto neigiamo poveikio aplinkai teorinių aspektų analizė

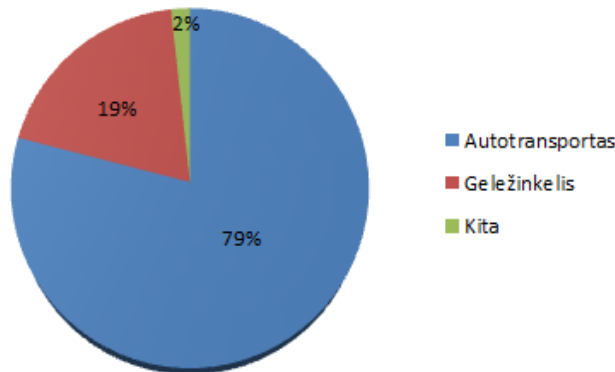
Pastaruoju metu aplinka teršiama tiek, kad gamta pati savaime negali apsivalyti. Dėl to gamtoje sutrinka nusistovėjusi pusiausvyra, kyla sunkiai sprendžiamų ekologinių problemų. Žinoma, augančios krovinių vežimo apimtys ir siekiai laikytis griežtų aplinkosaugos reikalavimų iš principo prieštarauja vienas kitam.

Oro tarša kenkia žmogaus sveikatai ir aplinkai. Per pastaruosius dešimtmečius Europoje gerokai sumažėjo daugelio į orą išmetamų teršalų kiekiai, todėl oro kokybės pagerėjo. Tačiau oro teršalų koncentracijos vis dar per didelės, ir oro kokybės problema išlieka, ypač ten, kur prie intensyvaus eismo kelių gyvena žmonės. Kenksmingi teršalai kenkia ne tik gyvybiškai svarbiems žmonių organams – širdies kraujagyslių sistemai, plaučiams, kepenims, blužniam ir kraujui, bet ir neigiamai veikia fauną bei aplinką –

susidaro rūgštūs lietūs dėl kurių teršiamas žemės paviršius, vanduo, rūgštinamas dirvožemis, kas lemia derlingumo sumažėjimą (Transporto 2012).

Teisės aktuose oro tarša reglamentuojama kaip tam tikra žmogaus sveikatą, aplinką ir kultūrinį paveldą neigiamai veikianti teršalų koncentracija atmosferoje, kuri kyla tik iš žmogaus sukurtų šaltinių (Oro 2013).

Transporto taršą, kitaip dar vadinamą mobiliuoju teršimo šaltiniu, sudaro autotransporto, geležinkelio, lėktuvų, jūrų ir upių laivų išmetamos emisijos (žiūrėti 1 pav.).

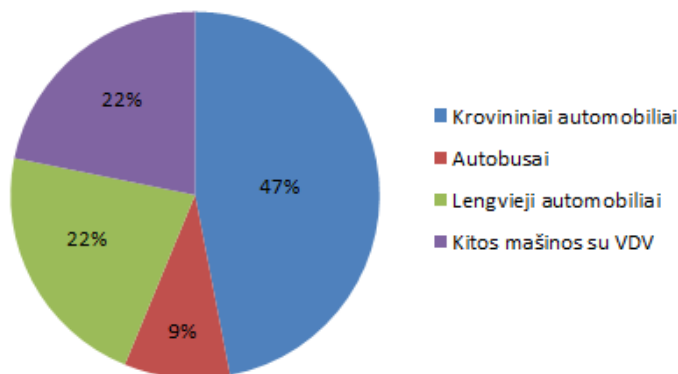


1 pav. Mobilių teršimo šaltinių emisijos į orą Lietuvoje 2008 m. sudedamoji dalis procentais

Šaltinis: Aplinkos ministerijos duomenys

Pagal pateiktą skritulinę diagramą galima teigti, kad iš mobilių teršimo šaltinių į aplinkos orą beveik 4 kartais daugiau teršalų išmeta autotransportas (79 %), o likusią dalį sudaro geležinkelis (19 %) bei kitos transporto rūšys (2 %): lėktuvai, jūrų ir upių laivai.

Taršiausią kelių transportą sudaro krovininiai automobiliai, autobusai, lengvieji automobiliai ir kitos mašinos su vidaus degimo varikliu. Pagal išmetamų teršalų kiekį krovininių automobilių emisija sudaro beveik pusę viso išmetamų autotransporto teršalų kiekio (47 %), 22 % teršalų kiekio išmeta lengvieji automobiliai ir kitos mašinos su vidaus degimo varikliu, o mažiausiai – autobusai (9 %) (žiūrėti 2 pav.).



2 pav. Autotransporto emisijos į orą Lietuvoje 2008 m. sudedamoji dalis procentais

Šaltinis: Aplinkos ministerijos duomenys

Taigi remiantis pateiktais statistiniais duomenimis galima teigti, kad didžiausią įtaką oro kokybei daro kelių transportas, o iš pastarojo rūšių – krovininiai automobiliai, kurie laikomi pagrindine krovininių gabenimo priemone daugelyje šalių.

Automobiliai ir kitos transporto priemonės, dirbant varikliui, orą teršia įvairiomis cheminėmis medžiagomis ir junginiais. Iš važiuojančių transporto priemonių į orą patekusios cheminės medžiagos išsisklaido, dalis jų transformuojasi į kitas medžiagas, oro masės jas neša tolyn nuo šaltinio (Mokslo 2008).

Vidaus degimo variklių išmetamose dujose daugiau kaip du šimtai įvairių cheminių junginių, kurių poveikis žmogaus organizmui priklauso nuo teršalų tipo, kiekio, kitų teršalų koncentracijų aplinkos ore, individualaus kiekvieno žmogaus jautrumo, teršalų poveikio trukmės (Koffi, B. 2010). Toliau pateikiami didžiausią toksinių junginių ir medžiagų dalį, kurią sąlygoja transporto priemonių judėjimas, sudarantys išmetami teršalai: anglies monoksidas, azoto oksidai, sieros junginiai, kietosios dalelės, ozonas, nesudegę angliavandeniliai (Carbon 2011).

Anglies monoksidas (CO) susidaro nevysiškai sudegus skystam arba dujiniam naftos kurui. 30 % jo susidaro dėl transporto veiklos, o čia pagrindinis anglies monoksido šaltinis ore yra kelių transportas, kuris pastarojo teršalo išmeta iki 27 %. Daugiausia šio teršalo išmeta benzinu varomos transporto priemonės su Otto tipo varikliais. Patekęs į atmosferą CO ilgą laiką išlieka stabilus. Organizmą veikiant anglies monoksido koncentracijomis paūmėja ir suaktyvėja širdies, kraujotakos ligos, padidina kraujo krešulių tikimybę, neigiamai įtakoja vaisiaus vystymąsi. Jeigu ore anglies monoksido koncentracija sudaro daugiau nei 0,08 mg/l ir yra veikiamas 3–5 valandų laikotarpyje, tokia teršalo koncentracija gali turėti poveikį centrinei nervų sistemai (European 2013).

Azoto oksidai (NO_x) – vieni iš svarbiausių rūgščių kritulių sudarymo komponentai, susidaro esant aukštomis degimo temperatūroms, kai dega anglis, naftos produktai bei dujos, ir jungiasi molekulinis azotas su atmosferos deguonimi. Terminą „azoto oksidai“ apima azoto monoksido ir azoto dioksido koncentracijų suma. Dėl transporto poveikio atmosferoje susidaro iki 58 % šių teršalų, kurie žaloja augalus bei erzina žmogaus kvėpavimo ir regėjimo organus. Lyginant tarp skirtingų transporto rūšių, tai kelių ir jūrų transporto atveju šio teršalo išmetama daugiausia: kelių iki 33 %, jūrų – 15 %. Daugelyje Europos valstybių išmetami azoto oksido kiekiai tebeviršija Europos Sąjungos teisės aktuose ir Jungtinių Tautų susitarimuose nustatytas leidžiamas išmetimo ribas – 44 % pakelėse įrengtų oro kokybės matavimo stočių 2010 m. nustatė kenksmingus azoto dioksido lygius (European 2013).

Sieros oksidas (SO_x) yra atmosferos teršalas, susidarantis degimo proceso metu, dažniausiai deginant iškastinį kurą, kuriame yra sieros junginių, taip pat naftos produktų perdirbimo, sieros rūgšties gamybos metu. Apie 21 % sieros oksidų išmetama būtent dėl transporto naudojimo, iš jų 19 % sudaro jūrų transportas. Teršalas dirgina akių, kvėpavimo takų gleivinę, sukelia refleksinį kosulį, ypač pavojingas yra jautriems vaikams ir asmenims, sergantiems kvėpavimo, širdies ir kraujagyslių sistemų ligomis. Per pastaruosius du dešimtmečius išaugus krovinių gabenimo apimčiai, išmetamų sieros oksidų, kurie sukelia rūgštųjų liūtų, kiekis nuo 1990 m. sumažėjo tik 14 %, todėl imtasi veiksmingų priemonių padėčiai pagerinti. Dėl Europos Sąjungos teisės aktų, kuriuose reikalaujama mažinti sieros kiekį degaluose, pastaraisiais metais šios medžiagos išmetama žymiai mažiau – 2010 m. buvo pirmieji metai, kai SO_2 koncentracija Europos Sąjungos miestų gyventojų kvėpuojamame ore neviršijo nustatytos ribinės vertės (European 2013).

Kietosios dalelės iš visų oro teršalų kelia didžiausią grėsmę sveikatai ir sąlygoja pirmalaikes mirtis. Dėl transporto veiklos šių dalelių aplinkoje yra nuo 22–27 %, didžiausią įtaką šiuo atveju daro kelių ir jūrų transportas – išmeta iki 10 %. Šių dalelių sudėtis įvairi – gali būti randami sunkieji metalai, tokie kaip švinas, manganas, kurie žmogaus organizmui gali sukelti apsinuodijimus. Nuolatinis buvimas aplinkoje, kurioje yra nemažos kietųjų dalelių koncentracijos gali išvystyti kvėpavimo takų ligas, tokias kaip astma, bronchitas, ilgainiui – plaučių vėžys, širdies veiklos sutrikimai. 2010 m. daugiau negu trečdalyje pakelėse įrengtų oro kokybės matavimo stočių nustatyti kietųjų dalelių lygiai, kurie viršija teisės aktuose reglamentuotas leistinų normų ribas (European 2013).

Ozonas (O_3), kuris susidaro teršalams esant aplinkoje, kenksmingas organizmui – gali sukelti kvėpavimo takų negalavimus ir sąlygoti pirmalaikę mirtį. Miestuose jo labai daug – 2010 m. 97 % Europos Sąjungos miestų gyventojų kvėpavo oru, kuriame O_3 koncentracija viršijo nustatytą atskaitinį lygį (Daugeliui 2013).

Angliavandeniliai – tai lakūs organiniai junginiai, kurių 48,8 % susidaro dėl benzininių transporto priemonių naudojimo. Variklių deginiuose esantys angliavandeniliai, kontaktuodami su kitais oro teršalais, veikiami saulės radiacijos, sudaro smogą. Kai kurie angliavandeniliai – kancerogeninės medžiagos, mažinančios organizmo imunologinį atsparumą, sukeliančios piktybinius navikus, kvėpavimo takų gleivinių paburkimus (Daugeliui 2013).

Per pastaruosius 60 metų vis gausesni moksliniai įrodymai, visuomenės reikalavimai ir teisės aktų paketai padėjo iš esmės pagerinti Europos oro kokybę. Daugelio oro teršalų, įskaitant sieros dioksidą ir anglies monoksidą, koncentracijos pastebimai sumažėjo. Tačiau, nepaisant šių pasiekimų, Europos oras vis dar nėra tokios kokybės, kokią numato teisės aktai ir kokios pageidauja piliečiai. Didelė dalis Europos gyventojų gyvena zonose, ypač miestuose, kur nesilaikoma oro kokybės standartų: užterštumas ozonu, azoto dioksidu ir kietosiomis dalelėmis – šiandien vis dar išlieka aktualia problema, keliančia didelį pavojų žmogaus sveikatai ir aplinkai (European 2013).

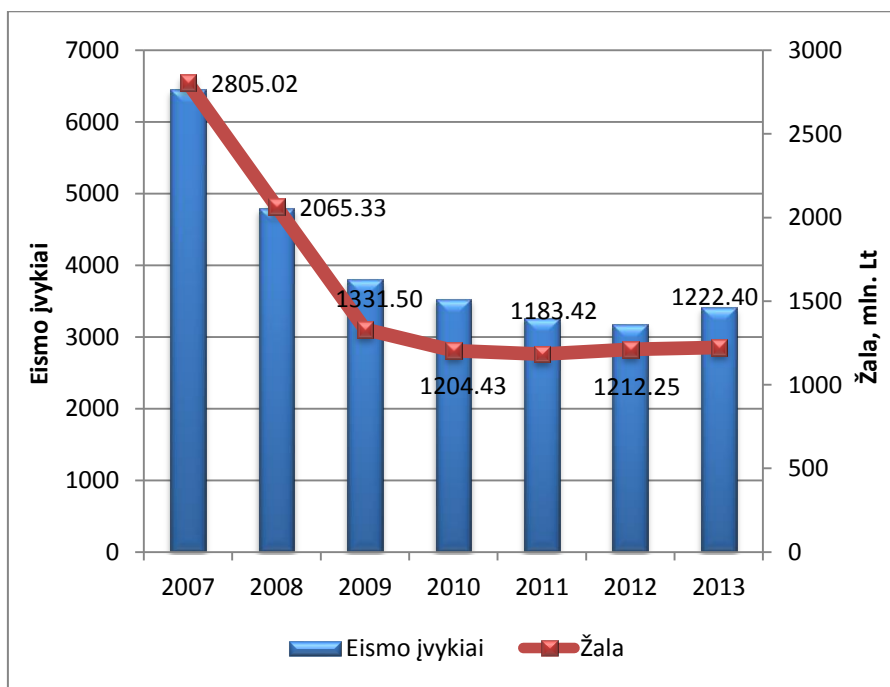
Dabartiniai teisės aktai ir oro kokybės reguliavimo priemonės skirtos atskiriems sektoriams, procesams, kuro rūšims ir teršalams reguliuoti. Vienomis priemonėmis ribojamas šalyse leistinas išmetamų į atmosferą teršalų kiekis, kitomis – siekiama sumažinti gyventojų sveikatai kenksmingą taršą ribojant teršalų koncentracijas, t.y. tam tikro teršalo kiekį ore tam tikroje vietoje tam tikru laiku (Politikos 2012).

Europos Sąjunga įvairiais lygiais: teisės aktais, bendradarbiavimu su už oro taršą atsakingais sektoriais, per nacionalines, regionines institucijas bei nevyriausybinės organizacijas ir tyrimais, siekia sumažinti oro taršos lygį, ypač tą, kurį sukelia kelių transporto priemonės – pagrindinės krovinių gabenimo priemonės daugelyje šalių. Tačiau nepaisant visų pastangų, tebekyla pavojus, kad nebus pasiektas oro kokybės lygis, kuris neturėtų didelės neigiamos įtakos žmonių sveikatai ir aplinkai, ypač miesto teritorijose, kuriose tarša yra intensyvi ir oro kokybės standartai dažnai pažeidžiami.

Transporto teikiama nauda niekas neabejoja, tačiau kartu su ekonominiais ir socialiniais privalumais atsiranda dar viena iš svarbiausių ir aktualiausių problemų tiesioginiu poveikiu veikiančių žmonių sveikatą ir gyvybę bei aplinką – tai kasmet didėjantis eismo įvykių ir jose nukentėjusių žmonių skaičius (Skrodenis, E., Stupenko, A. 2007).

Kelių transporto priemonių pasiekimai XX a. sukėlė didžiausią šių dienų paradoksą. Pastaroji transporto priemonė, laikyta vienu pagrindinių technikos pažangos ir žmogaus laisvės rodiklių, virto viena didžiausių grėsmių žmogaus gyvybei ir sveikatai. Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, keliuose kasmet žūsta daugiau kaip milijonas gyventojų, Europos Sąjungos šalių keliuose žūsta apie 40 tūkst. žmonių ir 1,7 mln. sužeidžiama. Lietuvoje kiekvienais metais užregistruojama apie 4–5 tūkst. eismo įvykių, kuriuose visuomenė išgyvena socialines netektis – žūsta ar sužalojami žmonės, apgadinamos kelių transporto priemonės ir transporto infrastruktūros objektai, padaroma žala aplinkai (Jasiūnienė, V. 2012).

Dėl per metus įvykusių eismo įvykių mūsų šalies ūkis patiria apie 1,5 milijardo litų nuostolių, kurie įvardijami kaip eismo įvykių sąnaudos (žiūrėti 3 pav.).



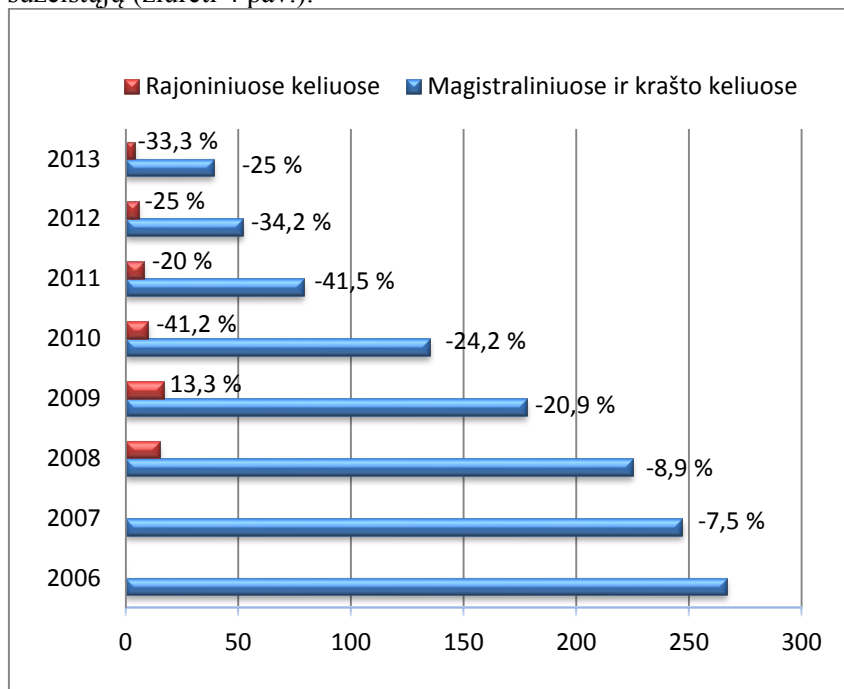
3 pav. Žala Lietuvos ekonomikai 2007–2013 m.
Šaltinis: Lietuvos automobilių kelių direkcijos duomenys

Remiantis pateiktais duomenimis galima teigti, kad tarp pateiktų elementų egzistuoja tiesioginis ryšys. Tai reiškia, kad didėjant eismo įvykių skaičiui, kartu auga ir patiriama žala Lietuvos ekonomikai, ir atvirkščiai, mažėjant autoįvykių skaičiui – mažėja materialiniai nuostoliai. Kadangi 2007 m. užfiksuota daugiausia eismo įvykių, būtent šie metai laikomi finansiškai nuostolingiausiais – valstybei bendros eismo įvykių sąnaudos buvo didžiausios. 2008 m. pagerėjus situacijai keliuose įvyksta reikšmingas pokytis – eismo įvykių sąnaudos sumažėja daugiau negu 26 % lyginant su praėjusiais metais.

Eismo įvykiai kasmet atneša ne tik didžiulių nuostolių valstybei, bet ir sukelia skausmą žuvusiųjų ir sužeistųjų šeimoms. Žmonių, po autoavarijų tapusių neįgaliais, daug daugiau negu žuvusiųjų. Laikoma, kad vienam žuvusiajam tenka 3, likę neįgaliai. Pavyzdžiui, jei per laikotarpį žuvo daugiau kaip 10 000 žmonių, tai neįgaliųjų per tuos metus dėl eismo įvykių padaugėjo 30 000 (Ratkevičiūtė, K. 2009).

Viena iš priežasčių, sąlygojančių autoįvykių skaičių, eismo intensyvumas – nuolatinis transporto priemonių judėjimas keliuose didina tikimybę įvykti nelaimingam atsitikimui. Lietuvoje magistralinių ir krašto kategorijų keliai laikomi intensyviausiais, taigi juose užfiksuota daugiausia „juodųjų dėmių“, t.y. 500

metrų [kelio](#) ruožas, kuriame per ketverius metus įvyko ne mažiau kaip 4 įskaitiniai [eismo įvykiai](#), kurių metu buvo žuvusiųjų ar sužeistųjų (žiūrėti 4 pav.).



4 pav. „Juodosios dėmės“ Lietuvoje 2006–2013 m.

Šaltinis: Lietuvos automobilių kelių direkcijos duomenys

Matoma tendencija, jog „juodųjų dėmių“ skaičius mažėja kiekvienais metais – didžiausias pokytis įvyko 2011 m. magistraliniuose ir krašto keliuose (sumažėjo 41,5 % lyginant su 2010 m.). Tačiau kartu pastebima, kad „juodųjų dėmių“ magistraliniuose ir krašto keliuose, kuriuose vyksta intensyviausias eismas, užfiksuojama daugiausiai. Eismo intensyvumo didėjimas pagrindiniuose keliuose neišvengiamas, kadangi integravus Lietuvos kelių transportą į Europos Sąjungos transporto sistemą bei plečiantis ekonominiams ryšiams, kasmet didėja tiek automobilizacijos plėtra, tiek tranzitiniai srautai Lietuvos keliuose. Todėl intensyvejojantis krovinių automobilių judėjimas ne išimtis. Šiuo atveju eismo saugumas tampa svarbiausia šalies problema, kurią būtina spręsti neatidėliojant, nepaisant ekonominių ir kitokių sunkumų šalyje – turi būti vykdoma kryptinga ir stabili valstybės politika.

Įvairiomis priemonėmis: šalių bendradarbiavimu, patirties mainais, moksliniais tyrimais ir studijomis, informavimo kampanijomis ir tam tikrais atvejais galbūt reguliavimu, siekiama užtikrinti didesnę eismo dalyvių, transporto priemonių ir infrastruktūros saugumą. Naujosios Europos Sąjungos kelių eismo saugos gairėmis siekiama iki 2020 m. žūčių Europos keliuose sumažinti 50 % (Komisijos 2010). Ypač miestuose, kur kasdienių eismo įvykių rizikos tikimybė didelė dėl transporto priemonių sangrūdų ir nuolatinių eismo trikdžių, kas sąlygoja daugelio transporto priemonių vairuotojų nusivylimą, didina jų psichologinę įtampą, taigi ir avaringumą. Europos Sąjungoje vienas iš trijų mirtinų kelių eismo įvykių nutinka mieste, Lietuvoje – vienas iš penkių (Mokslo 2008).

Tarptautinės eismo nelaimių statistikos duomenimis, Lietuva yra viena iš nedaugelio Europos šalių, kuriose kasmet žūva daugiausia žmonių tenkančių vienam milijonui gyventojų, lyginant su kitomis šalimis. Esama avaringumo situacija rodo, kad priemonės ir būdai, kurių šiuo metu imamasi saugaus eismo situacijai pagerinti, yra nepakankami. Siekiant užtikrinti pagrindinį saugaus eismo veiklos tikslą – numatyti tokias priemones, kurios padėtų išvengti skaudžių eismo įvykių pasekmių bei sumažinti eismo dalyvių klaidingo elgesio atvejų, būtina imtis visokeriopų priemonių. Tai yra ne tik diegti inžinerines saugaus eismo priemones avaringuose kelių ruožuose, bet ir ieškoti būdų kaip eliminuoti arba iki minimumo sumažinti transporto priemonių, ypač krovinių, kurių intensyvumo didėjimas keliuose neišvengiamas, srautą.

Taigi kiekvieno žmogaus sveikata yra veikiama transporto tam tikru rizikos laipsniu, bet neigiamas poveikis sveikatai ypač paliečia pačias jautriausias visuomenės grupes: neigalius žmones ar turinčius klausos, regėjimo negalią, pagyvenusius žmones, socialinės atskirties grupes, vaikus ir jaunus žmones bei žmones, gyvenančius ar dirbančius intensyvios ir kumuliacinės oro taršos bei triukšmo zonose (European 2012).

Europos aplinkos agentūros (EAA) parengtoje 2012 m. ataskaitoje pastebimas tam tikras pagerėjimas, tačiau jo priežastys iš dalies siejamos su ekonominės veiklos sulėtėjimu, kurį sukėlė ekonomikos nuosmukis. Ataskaitoje tvirtinama, kad atsigauvant ekonomikai nauji Europos Sąjungos transporto sektoriaus tikslai, pirmiausia, turėtų būti siejami su dar didesniu poveikio aplinkai mažinimu. Atsižvelgiant į situacijos rimtumą, EAA vykdomoji direktorė Jacqueline McGlade vieną pagrindinių XXI a. uždavinių formuluoja taip: „sumažinti neigiamą transporto poveikį, t. y. transporto išmetamus oro teršalus ir triukšmą, skatinant naudoti aplinką tausojančias transporto priemones“ (Transporto 2012).

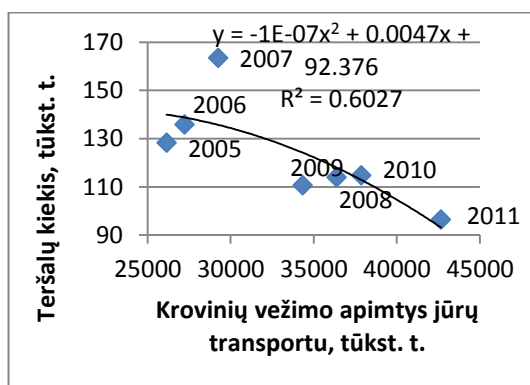
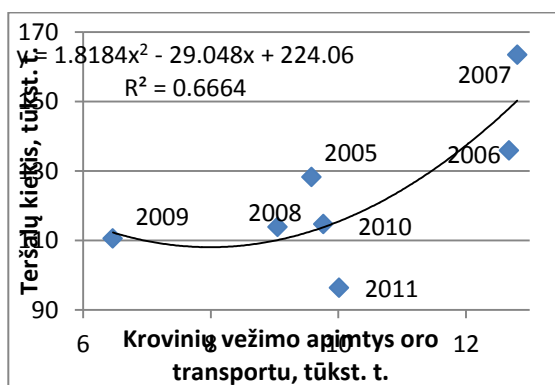
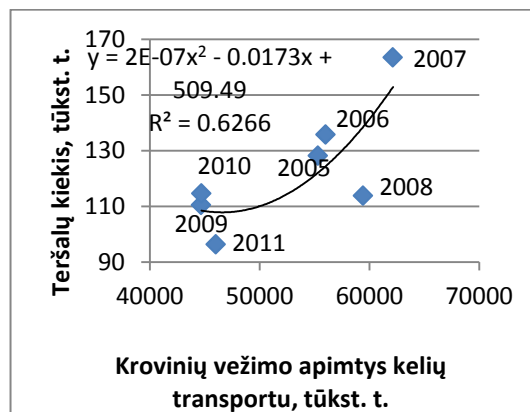
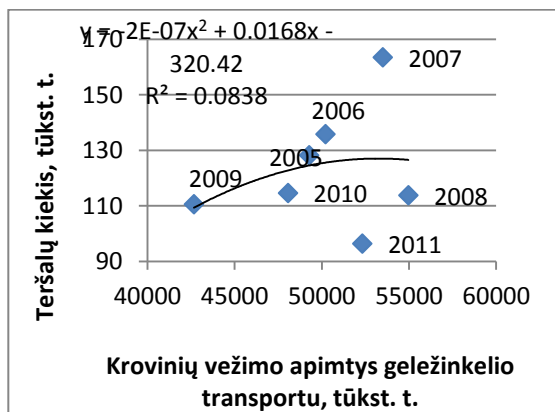
2. Koreliacinė-regresinė analizė tarp krovinių vežimo skirtingomis transporto rūšimis rezultatų, ir elementų, darančių neigiamą poveikį aplinkai

Atlikus mokslinės literatūros teorinę ir statistinių duomenų apžvalgą, pastebima, kad aplinkai ir visuomenei kenkia transporto priemonių judėjimas, kurių intensyvumą tiesiogiai lemia krovinių apimtys. Poveikis aplinkai bei krovinių apimtys – tai veiksniai, kurie, kad ir kokie nepriklausomi iš pirmo žvilgsnio atrodytų, yra tarpusavyje susiję, be to vieno reiškinio dydis sąlygoja kito reiškinio rezultatą. Siekiant apibrėžti vieno kintamojo (y) priklausomybę nuo kito kintamojo (x), kuriai esant nepriklausomo dydžio x pasikeitimas sukelia priklausomo dydžio y pasiskirstymo dėsnio pasikeitimą, ieškomas ryšys tarp tiriamų kintamųjų koreliacijos–regresijos metodu. Koreliacijos–regresijos analizės metu nustatomas regresinis ryšys bei jo koreliacinis stiprumas tarp tiriamų kintamųjų.

Kadangi oro taršos egzistavimą lemia ne viena transporto rūšis, siekiama nustatyti, kokio stiprumo koreliaciniu ryšiu kiekviena transporto rūšis veikia oro taršos kitimą. Tiksliau tariant, koreliaciniu–regresiniu metodu siekiama išsiaiškinti, kuri transporto rūšis labiausiai teršia aplinką ir laikoma problematiškiausia.

Analizei naudojami duomenys apie kelių, jūrų, oro ir geležinkelio priemonėmis gabenamas krovinių apimtis bei transporto sektoriaus išmetamų į orą teršalų kiekius Lietuvoje. Veiksnių dinaminiai rodikliai tiriami 2005–2011 m. laikotarpiu. Kintamuoju y laikomas transporto sektoriaus išmetamų teršalų kiekis, o kintamuoju x – atitinkama transporto rūšimi gabenamų krovinių apimtys. Pagal kintamuosius suformuluojama hipotezė: ar nuo atitinkama transporto rūšimi gabenamų krovinių apimčių priklauso transporto sektoriaus išmetamų teršalų kiekis?

Norint parodyti ryšį tarp apibrėžtų dviejų kintamųjų toliau pateikiama sklaidos diagrama (žiūrėti 5 pav.).



5 pav. Sklaidos diagrama tarp tiriamų kintamųjų
Šaltinis: sudaryta darbo autorių

Pirmu atveju, kai vienas iš kintamųjų yra geležinkelio transportu gabenamos apimtys, koreliacijos koeficientas, kuris gaunamas ištraukus kvadratinę šaknį ($R^2 = \sqrt{0,0838} \approx 0,29$), parodo silpną ryšį tarp tiriamų kintamųjų. Determinacijos koeficientas (R^2) rodo, kad nuo krovinių vežimo geležinkelio transportu apimčių daugiau kaip 8 % priklauso transporto sektoriaus į orą išmetamų teršalų kiekis.

Antru atveju, kai vienas iš kintamųjų yra kelių transportu gabenamos apimtys, koreliacijos koeficientas ($R^2 = \sqrt{0,6266} \approx 0,79$) parodo stiprų ryšį tarp tiriamų kintamųjų. Determinacijos koeficientas (R^2) rodo, kad nuo krovinių vežimo kelių transportu apimčių daugiau kaip 62 % priklauso transporto sektoriaus išmetamų į orą teršalų kiekis.

Trečiu atveju, kai vienas iš kintamųjų yra oro transportu gabenamos apimtys, koreliacijos koeficientas ($R^2 = \sqrt{0,6664} \approx 0,82$) parodo stiprų ryšį tarp tiriamų kintamųjų. Determinacijos koeficientas (R^2) rodo, kad nuo krovinių vežimo oro transportu apimčių daugiau kaip 66 % priklauso transporto sektoriaus išmetamų į orą teršalų kiekis.

Ketvirtu atveju, kai vienas iš kintamųjų yra jūrų transportu gabenamos apimtys, koreliacijos koeficientas ($R^2 = \sqrt{0,6027} \approx 0,78$) parodo stiprų ryšį tarp tiriamų kintamųjų. Determinacijos koeficientas (R^2) rodo, kad nuo krovinių vežimo jūrų transportu apimčių daugiau kaip 60 % priklauso transporto sektoriaus išmetamų į orą teršalų kiekis.

Atliekant koreliacinę–regresinę analizę, iškyla klausimas, kokią imties koreliacijos koeficiento dydį reikėtų laikyti pakankamu, norint statistiškai patvirtinti koreliacinio ryšio buvimą tarp tiriamų kintamųjų. Statistinių charakteristikų patikimumas mažėja esant mažam imties tūriui, dėl to, iš principo galimi atvejai, kai gauta koreliacijos koeficiento nenulinė reikšmė yra statistiškai nereikšminga. Kadangi visų tiriamųjų atveju imties tūris nėra didelis ($n=7$), tai neišvengiamai daroma tam tikra paklaida. Tuomet kyla klausimas, ar gauti koreliacijos koeficientai reikšmingai skiriasi nuo nulio, ar atvirkščiai – tik atsitiktinumo dėka buvo apskaičiuota, kad koreliacijos koeficientas nelygus nuliui. Taigi gautų koreliacijos koeficientų reikšmingumui patikrinti naudojamas Stjudento kriterijus (t), kuris apskaičiuojamas pagal formulę (Bartosevičienė, V. 2010):

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

čia r – koreliacijos koeficientas, n – imties dydis.

Koreliacijos koeficiento reikšmė reikšmingai skiriasi nuo nulio, kai apskaičiuota Stjudento reikšmė yra didesnė ar lygi šio kriterijaus kritinei reikšmei. Toliau lentelėje pagal pateiktą formulę apskaičiuoti kiekvienos transporto rūšies Stjudento kriterijai ir palyginti su pastarojo kriterijaus kritine reikšme, kuri parinkta esant 0,05 reikšmingumo lygmeniui (galima 5 % paklaida) ir 5 laisvės laipsniui ($n-2$) (žiūrėti 1 lentelę).

1 lentelė

Koreliacijos koeficientų reikšmingumas pagal Studento kriterijų

Transporto rūšis	Apskaičiuoto Stjudento kriterijus	Apskaičiuoto Stjudento kriterijaus ir jo kritinės reikšmės palyginimas	
Geležinkelio	$t = 0,29 \sqrt{\frac{7-2}{1-0,0838}} \approx 0,68$	$0,68 \leq 2,57$	Nereikšmingai
Kelių	$t = 0,79 \sqrt{\frac{7-2}{1-0,6266}} \approx 2,89$	$2,89 \geq 2,57$	Reikšmingai
Oro	$t = 0,82 \sqrt{\frac{7-2}{1-0,6664}} \approx 3,17$	$3,17 \geq 2,57$	Reikšmingai
Jūrų	$t = 0,78 \sqrt{\frac{7-2}{1-0,6027}} \approx 2,77$	$2,77 \geq 2,57$	Reikšmingai

Šaltinis: sudaryta darbo autorių, remiantis Stjudento kriterijaus apskaičiavimo metodu

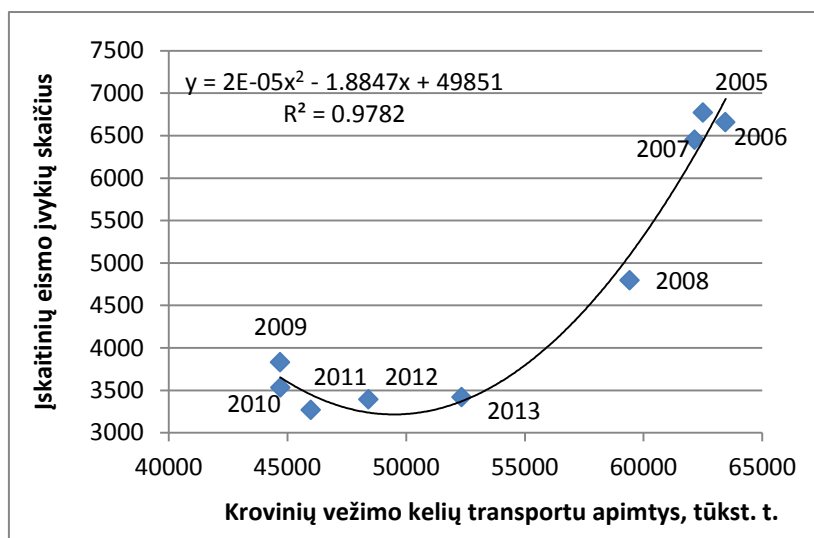
Taigi patikrinus reikšmingumą pagal Stjudento kriterijaus metodą ir vadovaujantis statistinių hipotezių tikrinimo logika galima teigti, kad su 95 % garantija koreliaciniu–regresiniu metodu tarp tiriamų kintamųjų: transporto sektoriaus į orą išmetamų teršalų kiekio bei kelių, oro ir jūrų transportu gabenamų krovinių apimčių, gauti koreliacijos koeficientai reikšmingai skiriasi nuo nulio ir nėra atsitiktinumo dėka apskaičiuoti, tačiau geležinkelio atveju – koreliacijos koeficientas nereikšmingai skiriasi nuo nulio.

Apibendrinus koreliacijos–regresijos analizės gautus rezultatus ir juos patikrinus pagal Stjudento kriterijaus metodą kelių, oro ir jūrų transporto atvejais iškelta hipotezė pasitvirtino ir koreliacinio ryšio tarp tiriamų kintamųjų egzistavimas nėra atsitiktinis. Taip pat remiantis determinacijos koeficientu galima teigti, kad labiausiai oro tarša priklauso nuo krovinio apimtį, kurios transportuojamos oro ir kelių transportu. Tačiau atsižvelgiant į tai, kad oro transportu gabenama mažiausiai krovinio, tai galima konstatuoti, jog kelių transportas, lyginant su kitomis vežimo priemonėmis, yra netinkamiausia transporto rūšis, kuria, kaip žinoma šiandien intensyviai transportuojami dideli kiekiai krovinio daugelyje šalių.

Nors kiekvienais metais įdiegiama vis daugiau saugumą užtikrinančių inžinerinių priemonių ir situacija keliuose eismo saugumo klausimu nuolat gerėja, tačiau nelaimingi atsitikimai vis tiek išlieka vienu iš opiausių ir aktualiausių klausimų, ypač Lietuvoje. Praktikoje pastebima, kad keliuose, kur vyksta intensyvus eismas ir nuolat gabenami kroviniai, padidėjęs avaringumas. Taigi atliekant koreliacijos–regresijos analizę tiriamieji veiksniai sudaromi atsižvelgus į kelių transportu gabenamų krovinio apimtį.

Analizės metu naudojami duomenys apie krovinio vežimo kelių transportu apimtį ir įskaitinius eismo įvykius. Veiksnių dinaminiai rodikliai tiriami 2005–2013 m. laikotarpiu. Koreliacijos–regresijos metodu tiriamas ryšys tarp dviejų veiksnių: kelių transportu gabenamų krovinio apimtį ir įskaitinių eismo įvykių skaičiaus Lietuvoje. Priklausomu kintamuoju (y) laikomas įskaitinių eismo įvykių skaičius, o nepriklausomu kintamuoju (x) – kelių transportu gabenamų krovinio apimtys. Pagal tai suformuluojama hipotezė: ar nuo kelių transportu gabenamų krovinio apimtį priklauso įskaitinių eismo įvykių skaičius?

Toliau pateikiama sklaidos diagrama tarp tiriamų kintamųjų, atliekant koreliacijos–regresijos analizę (žiūrėti 6 pav.).



6 pav. Sklaidos diagrama tarp tiriamų kintamųjų

Šaltinis: sudaryta darbo autorių

Atlikus duomenų analizę koreliacijos–regresijos metodu gaunama kreivinė antrojo laipsnio polinominė regresinė lygtis. Koreliacijos koeficientas ($R^2 = \sqrt{0,9782} \approx 0,99$) parodo labai stiprų ryšį tarp tiriamų kintamųjų. Determinacijos koeficientas (R^2) rodo, kad nuo kelių transportu gabenamų krovinio apimtį beveik 98 % priklauso įskaitinių eismo įvykių skaičius Lietuvoje.

Siekiant patikrinti gautų koreliacijos koeficientų reikšmingumą pagal Stjudento kriterijaus formulę apskaičiuoti Stjudento kriterijai, kurie palyginti su pastarojo kriterijaus kritine reikšme, esant 0,05 reikšmingumo lygmeniui ir 7 laisvės laipsniui (žiūrėti 2 lentelę).

2 lentelė

Koreliacijos koeficientų reikšmingumas pagal Studento kriterijų

Ryšys tarp tiriamų kintamųjų	Apskaičiuotas Stjudento kriterijus	Apskaičiuoto Stjudento kriterijaus ir jo kritinės reikšmės palyginimas	
Kelių transportu gabenamų krovinio apimtys ir įskaitinių eismo įvykių skaičius	$t = 0,99 \sqrt{\frac{9-2}{1-0,9782}} \approx 17,74$	$17,74 \geq 2,36$	Reikšmingai

Šaltinis: sudaryta darbo autorių, remiantis Stjudento kriterijaus apskaičiavimo metodu

Taigi patikrinus reikšmingumą pagal Stjudento kriterijaus metodą ir vadovaujantis statistinių hipotezių tikrinimo logika galima teigti, kad su 95 % garantija koreliacinės-regresinės analizės metodu tarp tiriamų kintamųjų: kelių transportu gabenamų krovinių apimčių ir įskaitinių eismo įvykių skaičiaus, gautas koreliacijos koeficientas reikšmingai skiriasi nuo nulio ir nėra atsitiktinumo dėka apskaičiuotas – iškelta hipotezė pasitvirtino. Tiksliau tariant, nuo kelių transportu gabenamų apimčių priklauso įskaitinių eismo įvykių skaičiaus kitimas.

Apibendrinus minėtų rodiklių statistinių duomenų analizių, atliktų koreliacijos-regresijos medotu, rezultatus, galima teigti, kad krovininis kelių transportas daro neigiamą įtaką aplinkai – augant krovinių apimtims, didėja oro taršos lygis bei eismo įvykių skaičius. O tendencija, kad kiekvienais metais vežėjų transporto priemonių parkas auga Lietuvoje – 2013 m. vežti krovinius tarptautiniais maršrutais turėjo teisę 3 438 vežėjai, kurie eksploatavo 27 811 transporto priemonių, o vežti krovinius vidaus maršrutais atitinkamai – 1 321 vežėjas, kurie eksploatavo 4 278 krovines transporto priemones, skatina ieškoti alternatyvių transportavimo būdų, kurių naudojimas mažiau kenktų aplinkai ir visuomenei.

Išvados

1. Teoriniu aspektu nagrinėti neigiamai aplinką veikiantys elementai, yra sąlygojami esant intensyviai kelių transporto judėjimui, ypač kroviniams automobiliams. Taigi augant krovinių apimtims – oro ir triukšmo taršos lygis bei eismo įvykių skaičius didėja.

2. Atlikus koreliacinę-regresinę analizę tarp krovinių vežimo pagrindinėmis transporto rūšimis apimčių bei oro taršos ir eismo įvykių padarinių, sukeliančių neigiamą poveikį aplinkai, problematiškiausia transporto rūšimi galima vadinti krovininį kelių transportą.

Literatūra

1. Bartosevičienė, V. 2010. *Ekonominės statistikos pagrindai: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija. 112 psl.
2. *Carbon efficiency of new cars is increasing* [interaktyvus]. 2011. EAA portalas [žiūrėta 2013 11 25]. Prieiga per internetą: <<http://www.eea.europa.eu/highlights/carbon-efficiency-of-new-cars>>
3. *Daugeliui europiečių toliau tenka kvėpuoti žalingais oro teršalais* [interaktyvus]. 2013. EAA portalas [žiūrėta 2013 11 25]. Prieiga per internetą: <<http://www.eea.europa.eu/lt/pressroom/newsreleases/daugeliui-europieciu-toliau-tenka-kvepuoti>>
4. European Environment Agency report. 2012. *The contribution of transport to air quality. TERM 2012: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe*. Copenhagen. 92 psl.
5. European Environment Agency report. 2013. *Air quality in Europe – 2013 report*. Copenhagen. 112 psl.
6. Jasiūnienė, V. 2012. *Eismo įvykių prognozavimo modelis Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių keliams: daktaro disertacija*. Vilnius: Technika. 107 psl.
7. Koffi, B., Szopa, S., Cozie, A., Hauglustaine, D., Velthoven, P. 2010. Present and future impact of aircraft, road traffic and shipping emissions on global tropospheric ozone. *Published by Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union*. 25 psl.
8. Komisijos komunikatas Europos parlamentui, tarybai, Europos Ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir regionų komitetui. 2010. *Kuriama saugi Europos kelių eismo erdvė. 2011–2020 m. kelių eismo saugos politikos kryptys*. Briuselis. 20 psl.
9. Mokslo darbo ataskaita. 2008. *Nuostolių, patiriamų dėl neigiamo transporto poveikio urbanistinėse zonose, įvertinimas*. Vilnius. 205 psl.
10. *Norint pasiekti tikslus, Europos transporto sektoriuje būtina imtis ryžtingų veiksmų* [interaktyvus]. 2013. EAA portalas [žiūrėta 2013 11 25]. Prieiga per internetą: <<http://www.eea.europa.eu/lt/pressroom/newsreleases/norint-pasiekti-tikslus-europos-transporto>>
11. *Oro užterštumo poveikis sveikatai* [interaktyvus]. 2013. Vilniaus aplinkos informacinė svetainė [žiūrėta 2013 11 25]. Prieiga per internetą: <<http://aplinka.vilnius.lt/lt/index.php/aplinkos-kokybe/oras/uzterstumo-poveikis-sveikatai/>>
12. *Politikos kontekstas* [interaktyvus]. 2012. EAA portalas [žiūrėta 2013 11 25]. Prieiga per internetą: <<http://www.eea.europa.eu/lt/themes/air/policy-context>>
13. Ratkevičiūtė, K. 2009. *Eismo saugumo gerinimo priemonių pagrindimo modelis Lietuvos automobilių keliams: daktaro disertacija*. Vilnius: Technika. 110 psl.
14. Skrodenis, E., Stupenko, A. 2007. Eismo saugumo problemos ir galimas jų sprendimas Lietuvoje, iš *Transporto inžinerijos: konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis. Transportas“*, pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika. 233–238 psl.

CARGO TRANSPORT NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Summary

Although the transport activity is associated with the growing economic indicators, meeting the needs of society, but also affects the established balance in nature and leads to public health. Constantly growing cargo flows, constant vehicle movement encourages disturbing many of us for air pollution growth and increase of the number of traffic accidents. In order to identify the most problematic type of cargo transport the scientific literature and statistical data about the key factors were studied that determine the negative impact of transport on the environment, as well as correlation-regression analysis between different types of transport for cargo freight volumes and air pollution, traffic accidents consequences, causing a negative impact on the environment.

Keywords: road transport, rail transport, air transport, maritime transport, the negative impact, factors, air pollution, traffic accidents.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Miglė Nagelytė

Mokslo laipsnis ir vardas: Bakalaūras

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Logistikos ir transporto vadybos katedros magistrantė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Ekologija, logistika, marketingas.

Telefonas ir el. pašto adresas: (8 5) 274 5030, migle.nagelyte@stud.vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Kristina Čižiūnienė

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentė

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Logistikos ir transporto vadybos katedros docentė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Ekologija, logistika, marketingas.

Telefonas ir el. pašto adresas: 86 536 2824, kristina.ciziuniene@vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Jonas Matijošius

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Automobilių transporto katedros docentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Rinkos specialistų ugdymas, transporto ekologija, alternatyvioji energetika.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 684 04169, jonas.matijosius@vgtu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Miglė Nagelytė

Science degree and name: Bachelor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Master Student of Logistics and Transport Management Department.

Author's research interests: Ecology, Logistics, Marketing.

Telephone and e-mail address: (8 5) 274 5030, migle.nagelyte@stud.vgtu.lt

Author name, surname: Kristina Čižiūnienė

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Associated Professor of Logistics and Transport Management Department.

Author's research interests: Ecology, Logistics, Marketing.

Telephone and e-mail address: 86 536 2824, kristina.ciziuniene@vgtu.lt

Author name, surname: Jonas Matijošius

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Associated Professor of Automobile Transport Department.

Author's research interests: Market Specialists Development, Transport Ecology, Alternative Energetics.

Telephone and e-mail address: 8 684 04169, jonas.matijosius@vgtu.lt

KROVININIO TRANSPORTO SUKELIAMO TRIUKŠMO TYRIMAS

Miglė Nagelytė, Kristina Čižiūnienė, Jonas Matijošius

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Transporto inžinerijos fakultetas

Anotacija

Šiuo metu vis didesnis dėmesys yra skiriamas taršos prevencijai. Ne išimtis šiame kontekste ir Lietuva, kur didžiausią taršą skleidžia mobilūs taršos šaltiniai, t.y. transportas. Labai dažnai mokslininkai akcentuoja oro taršą nepelnytai sumenkindami akustinę taršą, t.y. triukšmą. Šio tyrimo buvo nustatyti krovininio transporto sukeliama triukšmo poveikį strateginėje Lietuvos ūkiui magistralėje Via Baltica.

Reikšminiai žodžiai: kelių transportas, geležinkelio transportas, oro transportas, jūrų transportas, neigiamas poveikis, triukšmas, Via Baltica.

Įvadas

Per pastaruosius kelerius metus Lietuvoje didėjo krovininio transporto skaičius, tai buvo galima paaiškinti atsigaunančiu po krizės ūkio sektoriumi, bet privalu paminėti, kad dėl neseniai įvestų prekybos apribojimų su kaimynine šalimi, jis gali vėl sumenkėti. Lietuvai, kaip pastoviai augančiai ekonomikai, strategiškai (tiek ilgalaikėje, tiek trumpalaikėje perspektyvoje) svarbi transporto sistemos raida: nuo to, kaip funkcionuoja transporto sistema, priklauso šalies ūkio augimas, t.y. visų mūsų gerovė ir saugumas. Tad nenuostabu, kad sparčiai besiplėtojantis transporto sektorius susiduria su vis naujais iššūkiais, kuriuos būtina vertinti prognozuojant šalies gerovę. Vienas tokių tai aplinkosauginiai reikalavimai. Jų laikymasis yra įpareigojimas mums palikti tvarią aplinką ateities kartoms.

Šiuo metu tarp mokslininkų pastebima tendencija, kad jei kalbama apie taršą yra akcentuojama oro, vandens, dirvožemio tarša, bet mažai tiriama akustinė tarša, t.y. triukšmas.

Straipsnio temos aktualumui atskleisti iškeliamas pagrindinis **tikslas** – ištirti triukšmo, sukeliama krovininiu transportu, lygį magistralėje Via Baltica. Tikslui įgyvendinti formuluojami pagrindiniai **uždaviniai**:

1. Teoriniu aspektu įvertinti triukšmo, sukeliama transportu, neigiamą poveikį aplinkai;
2. Įvertinti ekvivalentinį triukšmo taršos lygį, atliekant kelių transporto triukšmo matavimus.

1. Transporto sukeliama triukšmo neigiamo poveikio aplinkai teorinių aspektų analizė

Triukšmas nuo senų laikų neigiamai įtakojo žmonių sveikatą ir kartu darė neigiamą poveikį mus supančiai aplinkai. Jis apibrėžiamas kaip nepageidaujama arba žalingu garsu iš lauko, plintančiu tiek trukmės, tiek geografinės aprėpties prasme. Triukšmas susijęs su daugeliu žmonių veiklos rūšių, tačiau išskiriami šie pagrindiniai transporto sukuriama triukšmo šaltiniai (Apie 2011):

1. Kelių transporto triukšmas nuo gatvių ir sankryžų;
2. Kelių transporto stovėjimo aikštelių triukšmas;
3. Geležinkelio linijų triukšmas;
4. Aviacinis triukšmas.

Triukšmo mastai priklauso nuo eismo intensyvumo. Plečiantis transporto infrastruktūroms, didėja ir aplinkos triukšmas (Baliukonis, R., Bureika, G. 2013).

Bene aktualiausia problema žmogui yra ta, kad padidėję transporto priemonių srautai sukelia triukšmo lygį, kuris viršija leistinąsias normas, taip kenkdamas sveikatai. Atlikti naujausi mokslininkų tyrimai teigia, kad triukšmas kelia didesnę riziką žmonių sveikatai, kai jo lygis yra per 65 dBA dieną ir 55 dBA naktį. Triukšmas gali veikti ir fiziškai, ir psichologiškai, trikdydamas tokias pagrindines kasdienės žmogaus veiklas, kaip miegas, poilsis, mokslas ir bendravimas. Triukšmas neigiamai veikia visą organizmą, ypač klausą. Triukšminga aplinka erzina, kelia nuovargį, silpnina dėmesį, vargina nervų sistemą, gali sukelti sunkius sveikatos sutrikimus, tarp jų ir psichikos bei psichologines problemas (Baliukonis, R., Bureika, G. 2013).

Pagrindinis triukšmo šaltinis gyvenamosiose teritorijose – automobilių transporto srautai gatvėse, nuo kurių sklindantis triukšmas kai kuriais atvejais sudaro iki 80–82 % bendro triukšmo lygio. Maždaug 100 milijonų gyventojų veikiama žalingo ilgai trunkančio vidutinio triukšmo lygio, kurį sukelia transporto priemonės pagrindiniuose keliuose. Didžiausiose Europos miestuose trys iš penkių gyventojų kenčia nuo sveikatai kenksmingo transporto priemonių skleidžiamo triukšmo lygio. Net kaimo vietovėse 24 milijonai Europos gyventojų kenčia nuo naktį transporto priemonių skleidžiamo triukšmo (Norint 2012).

Prognozuojama, jog per artimiausius 20–25 metus didžiuosiuose vidurio ir rytų Europos miestuose dėl transporto triukšmas padidės vidutiniškai 0,5–1 dBA per metus. Jei nebus imtasi triukšmo mažinimo priemonių, tai 25 % transporto srauto padidėjimas sukels 1 dBA triukšmo lygio padidėjimą. Tikėtina, kad ši

grėsmė dar labiau didės, augant krovinių vežimo apimtims – kuo daugiau krovinių bus gabenama kelių transporto priemonėmis, tuo bus didesnė triukšmo tarša (Apie 2011).

Ne išimtis yra ir Lietuva, ypač apylinkėse, kur intensyviai kelių transportu gabenami kroviniai, gyventojai yra nuolat, įskaitant ir nakties metą, veikiami skirtingu triukšmo lygiu.

Norint intensyviai transportuoti krovinius ir minimaliai kenkti aplinkai reikia pasirinkti tokią transporto priemonę, kurios sukeltas neigiamas poveikis triukšmo sklaida būtų kuo mažesnis. Siekiant įvertinti, kuri transporto rūšis labiau kenkia gyventojams, tarpusavyje lyginamos kelių ir geležinkelio transporto priemonės. Šios priemonės pasirinktos būtent dėl to, jog laikomos pagrindiniais triukšmo šaltiniais bei jomis vežama daugiausiai krovinių. Lyginamajai analizei atlikti imamas intensyviausias magistralinio kelio A1 Vilnius–Kaunas–Klaipėda ruožas nuo 18,11 km (ties Grigiškių miestu, Vilniaus raj.) iki 95,52 km (ties Biruliškių kaimu, Kauno raj.), kurio ilgis apie 77 km. Kelio ruožas eina per Vievio miestą ir rečiau gyvenamas vietoves bei šalia esančius Elektrėnų ir Žiežmarių miestus. 2013 m. duomeninis vidutiniškai per parą šiuo ruožu važiuoja apie 3 000 krovinių transporto priemonių. Ir atitinkamai kelių ruožui, parenkamas geležinkelio ruožas Naujoji Vilnia–Kaišiadorys, kurio ilgis apie 76 km. Geležinkelio maršutas eina per Lentvario ir Vievio miestus bei įtraukia rečiau gyvenamas vietoves. Būtent dėl savo geografinės padėties abu ruožai, organizuojant krovinių vežimo maršrutą, įtraukia tas pačias regionines sritis.

Lyginamų ruožų plotuose pateiktas žmonių, kuriuos veikia nurodytu paros (L_{dvn}) metu verčių intervalų triukšmas, skaičius (žiūrėti 1 lentelę).

1 lentelė

Gyventojų, kuriuos veikia nustatytas lygis, skaičius bei bendras plotas, kuriame sklinda triukšmas

	Gyventojų skaičius intervaluose, vnt.				
	55–59 dB L_{dvn}	60–64 dB L_{dvn}	65–69 dB L_{dvn}	70–74 dB L_{dvn}	75–80 dB L_{dvn}
Kelių transportas	2500	700	–	–	–
Geležinkelio transportas	3411	1447	626	61	27
	Bendras plotas, kuriame sklinda triukšmas, km ²				
	55–64 dB L_{dvn}		65–74 dB L_{dvn}	>75 dB L_{dvn}	
Kelių transportas	75		23,17	7,3	
Geležinkelio transportas	–		10,28	3,56	

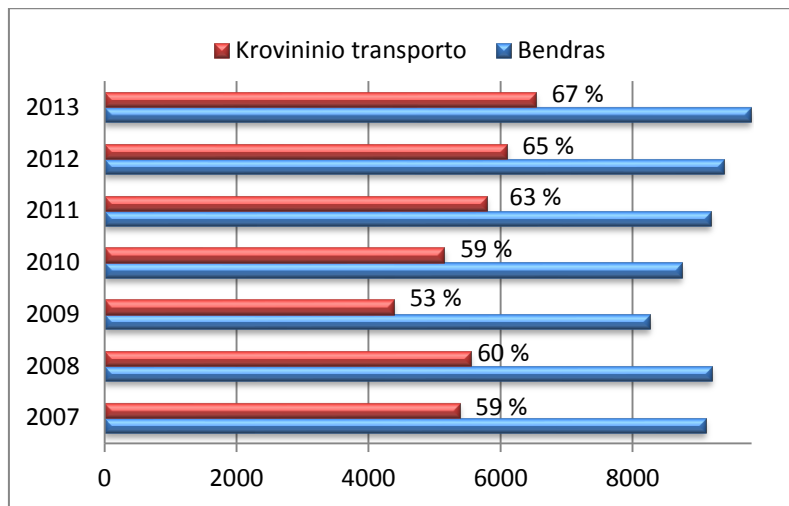
Šaltinis: sudaryta darbo autorių, remiantis Lietuvos automobilių kelių direkcijos ir Valstybinės geležinkelio inspekcijos duomenimis

Remiantis Lietuvos automobilių kelių direkcijos ir Valstybinės geležinkelio inspekcijos pateiktais duomenimis geležinkelio, lyginant su kelių, transportas veikia didesnį žmonių skaičių stipresniu triukšmo lygiu, t.y. tokiu lygiu, kokio kelių transporto priemonės nesukelia – viršnorminiu triukšmo lygiu veikiami 714 žmonių. Tačiau lyginant bendrą plotą, kuriame sklinda triukšmas, kelių transporto skleidžiamas triukšmas viršnorminiu lygiu veikia beveik dvigubai didesnį plotą negu geležinkelio transporto priemonės. Taigi sumažinus poreikį gabenti krovinius kelių transportu, būtų sumažintas triukšmo sklaidos spindulys, kuris laikomas kenksmingu sveikatai aplinkos faktoriumi, sukeliančiu specifinius ir nespecifinius patologinius pokyčius įvairiose organizmo sistemose.

Taigi kiekvieno žmogaus sveikata yra veikiamą transporto tam tikru rizikos laipsniu, bet neigiamas poveikis sveikatai ypač paliečia pačias jautriausias visuomenės grupes: neįgalius žmones ar turinčius klausos, regėjimo negalią, pagyvenusius žmones, socialinės atskirties grupes, vaikus ir jaunus žmones bei žmones, gyvenančius ar dirbančius intensyvios ir kumuliacinės oro taršos bei triukšmo zonose (European 2012).

2. Kelių transporto triukšmo tyrimas

Kelių transporto triukšmas laikomas žmogui kenksmingu išoriniu garsu, kuris susiformuoja esant intensyviai transporto priemonių judėjimui. Per Lietuvos teritoriją einantis tarptautinis transporto koridorius Via Baltica laikomas intensyviausiu kelio ruožu, kuriuo krovinių transporto priemonėmis atliekami tranzitiniai ir vietiniai krovinių vežimai (žiūrėti 1 pav.).



1 pav. Vidutinio metinio paros eismo intensyvumo kitimas transporto koridoriuje Via Baltica

Šaltinis: sudaryta darbo autorių, remiantis Lietuvos automobilių kelių direkcijos duomenimis

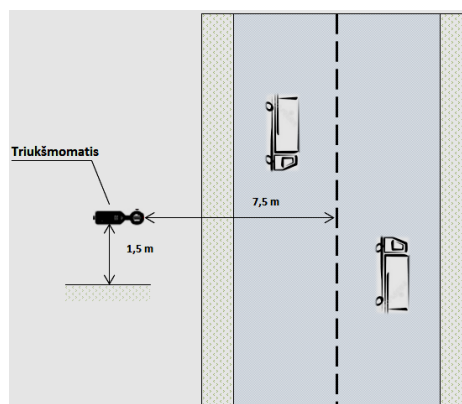
Remiantis pateikta diagrama, galima teigti, kad tarptautiniu transporto koridoriumi Via Baltica važiuojančių transporto priemonių skaičius ir krovininių automobilių procentinė dalis bendrame eismo sraute kiekvienais metais auga, tik 2009 m. dėl ekonominės krizės šis skaičius sumažėjo. Paskutiniaisiais metais bendras transporto priemonių skaičius išaugo 4,5 %, o krovininių automobilių 7,3 %, lyginant su 2012 m. Atsižvelgiant į krovininio transporto procentinę dalį bendrame eismo sraute, matoma tendencija, kad daugiau negu pusė važiuojančių transporto priemonių šiuo transporto koridoriumi sudaro krovininiai automobiliai.

Taigi tyrimui atlikti pasirinktas būtent pastarasis tarptautinis transporto koridorius, kadangi norima nustatyti ar dėl intensyvaus kelių transporto priemonių judėjimo skleidžiama triukšmo tarša neviršija leidžiamo triukšmo lygio ir kas lemia triukšmo taršos lygį.

Matuojamas triukšmas privalo būti kiek galima artimesnis tam triukšmui, kurio charakteristikas norima ištirti, todėl matavimo sąlygos ir įranga atitinka tarptautinio standarto ISO 1996–2:2007 pagrindinius reikalavimus.

Matavimams atlikti pasirinktas triukšmomatis RS–232, kurio garso lygio matavimo programinė įranga greitai ir paprastai mikrofonui konvertuojant garso signalą į ekvivalentinį elektrinį signalą, apskaičiuoja vidutinę garso lygio vertę norimoje vietoje, kitaip dar vadinamą ekvivalentiniu garso slėgio lygiu. Kai signalas yra apdorotas įverčių filtrais, garso slėgio lygis matuoklio ekrane pavaizduojamas fizikiniu mato vienetu – decibelais (dBA). Analizatoriuje garso slėgio lygio vertės yra atnaujinamos kas sekundę. Be to pastarasis prietaisas apsaugotas nuo vėjo, todėl matuojant vėjo šuorai neturi įtakos triukšmo rodiklių rezultatams.

Atsižvelgiant į reikalavimus prietaiso mikrofonas nuo bandymo kelio atskaitos linijos buvo laikomas $7,5 \pm 0,2$ m, o nuo žemės paviršiaus – $1,7 \pm 0,2$ m, atstumu. Be to mikrofono didžiausio jautrio ašis buvo horizontali ir statmena transporto priemonės važiavimo ašiai. Toliau pateikiama triukšmo matavimo schema (žiūrėti 2 pav.).



2 pav. Triukšmo matavimo schema

Šaltinis: sudaryta darbo autorių

Kelių transporto triukšmo tyrimo tikslas – nustatyti ir įvertinti, ar intensyvus kelių transporto priemonių judėjimas kenkia visuomenei, ypač vietiniams gyventojams. Todėl transporto koridoriuje Via Baltica išmatuotas ekvivalentinis garso slėgio lygis palyginamas su higienos normoje HN 33:2011

„Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“ reglamentuotais triukšmo ribiniais dydžiais. Taip pat norima nustatyti, kokią įtaką triukšmo dydžiui daro krovinių kelių transporto priemonės.

Tyrimas atliekamas 2014 m. rugsėjo 6–8 dienomis, kai oro sąlygos atitiko ISO 1996–2:2007 pagrindinius reikalavimus: nelijo ir aukščiausia oro temperatūra dieną kito nuo 18 iki 22 laipsnių šilumos, vakare – nuo 13 iki 15 laipsnių šilumos, naktį – nuo 8 iki 12 laipsnių šilumos. Tyrimo metu nereikėjo atsižvelgti į vėjo greitį ir kryptį, kadangi triukšmomatis apsaugotas nuo pastarojo įtakos.

Kadangi higienos norma HN 33:2011 nustato ribines ekvivalentinio triukšmo lygio reikšmes (triukšmo sukeltas dirginimo rodiklis) dienos (6–18 val.), vakaro (18–22 val.) ir nakties (22–6 val.) metu, tyrimas atliekamas šių minėtų laikotarpių intervaluose – dienos, vakaro ir nakties. Atsižvelgiant į kelių transporto srautų svyravimus pasirinkta tokia matavimo trukmė (30 sekundžių), kuri neturi neigiamos įtakos rezultatams.

Tyrimo vieta pasirinkta remiantis pagrindiniais kriterijais: krovinių kelių transporto priemonių intensyvumu bei šalia važiuojamosios kelio dalies esančiomis gyvenvietėmis. Per Lietuvos teritoriją einantis tarptautinis transporto koridorius Via Baltica laikomas intensyviausiu krovinių kelių transporto priemonių keliu. Lietuvos teritorija apie 267,5 km ilgio transporto koridorius eina per arba šalia gyvenviečių. Projektuojant šio kelio trajektoriją buvo siekiama, kad kelio ruožas eitų kuo toliau nuo tankiai gyvenamų vietovių, tačiau nebuvo atsižvelgta į rečiau gyvenamas vietas. Taigi matavimų vietos Via Baltica kelyje pasirinktos gyvenvietėse arba šalia jų, kur triukšmo lygis šiose vietose tampa svarbiu faktoriumi, ypač vietiniams gyventojams. Tyrimo metu išmatuoti penki magistralinių kelių ruožai (žiūrėti 2 lentelę).

2 lentelė

Pasirinktos matavimo vietos tarptautiniame transporto koridoriuje Via Baltica

Kriterijai	Transporto koridorius Via Baltica Lietuvos teritorijoje
Intensyvumas	Pimas pagal krovinių transporto intensyvumą Lietuvoje transporto koridorius – 2013 m. nustatyta, kad šiuo ruožu vidutiniškai per parą važiuoja 9791 transporto priemonė, iš kurių 3582 kroviniai automobiliai ir 2949 autotraukiniai, kurių krova virš 12 tonų.
Geografinė padėtis	Tarptautiniu mastu transporto koridorius jungia Varšuvą ir Taliną. Lietuvos mastu jungia pietvakarinę ir šiaurinę šalies dalis, įtraukiant tankiai gyvenamus miestus: Marijampolę, Kauną ir Panevėžį, bei mažesnio tankumo gyvenvietes: Kalvariją, Garliavą, Kėdainius ir Pasvalį.
Krovinių vežimas	Šiuo koridoriu daugiausiai vykdomi tranzitiniai krovinių vežimai iš vakarų Europos į Baltijos šalį ir atvirkščiai. Taip pat vietiniai vežimai tarp Lietuvos miestų.
Transporto koridoriaus sudėtis	Lietuvos teritorijoje tarptautinis transporto koridorius Via Baltica apima šiuos magistralinius kelius ar jų ruožus: 1. A1 Vilnius–Kaunas–Klaipėda ruože nuo 102 km iki 114 km; 2. A5 Kaunas–Marijampolė–*Suvalkai nuo 0 km iki 95,843 km; 3. A8 Panevėžys–Aristava–Sitkūnai ruože nuo 7,5 km iki 87,86 km; 4. A10 Panevėžys–Pasvalys–*Ryga ruože nuo 9,06 km iki 66,091 km; 5. A17 Panevėžio aplinkkelis nuo 0 km iki 22,249 km.
Matavimų vietos	
Matavimo vieta: 1	A1 Vilnius–Kaunas–Klaipėda 102,36 km (Kauno mieste).
Vietovė	Antras pagal dydį miestas, kuriame gyvena apie 304 tūkst. gyventojų, esantis vidurio Lietuvoje.
Greitis	Maksimalus leidžiamas važiavimo greitis iki 80 km/val.
Triukšmo slopinimo įrenginiai	Matavimo vietoje nėra įrengtų triukšmo slopinimo sienelių.
Kelio danga	Asfalto danga.
Matavimo vieta: 2	A5 Kaunas–Marijampolė–*Suvalkai 15,5 km (Jonučių gyvenvietėje).
Vietovė	Priemiestinio tipo gyvenvietė, nutolusi 8 km į pietvakarius nuo Kauno centro.
Greitis	Maksimalus leidžiamas važiavimo greitis iki 80 km/val.
Triukšmo slopinimo įrenginiai	Matavimo vietoje nėra įrengtų triukšmo slopinimo sienelių.
Kelio danga	Asfalto danga.
Matavimo vieta: 3	A8 Panevėžys–Aristava–Sitkūnai 25 km (Ramygalos mieste).
Vietovė	Miestas, kuriame gyvena apie 1,5 tūkst. gyventojų, yra 24 km į pietus nuo Panevėžio.
Greitis	Maksimalus leidžiamas važiavimo greitis iki 50 km/val.
Triukšmo slopinimo įrenginiai	Matavimo vietoje nėra įrengtų triukšmo slopinimo sienelių.
Kelio danga	Asfalto danga.
Matavimo vieta: 4	A10 Panevėžys–Pasvalys–*Ryga 39 km (ties Pasvalio miestu).
Vietovė	Šiaurės Lietuvoje įsikūręs miestas, kuriame gyvena apie 7,5 tūkst. gyventojų.
Greitis	Maksimalus leidžiamas važiavimo greitis iki 70 km/val.
Triukšmo slopinimo įrenginiai	Matavimo vietoje nėra įrengtų triukšmo slopinimo sienelių.
Kelio danga	Asfalto danga.
Matavimo vieta: 5	A17 Panevėžio aplinkkelis 9,4 km (Paviešečių gyvenvietėje).
Vietovė	Naujai besikurianti priemiestinio tipo gyvenvietė, esanti į vakarus nuo Panevėžio miesto.
Greitis	Maksimalus leidžiamas važiavimo greitis iki 70 km/val.
Triukšmo slopinimo įrenginiai	Matavimo vietoje nėra įrengtų triukšmo slopinimo sienelių.
Kelio danga	Asfalto danga.

Saltinis: sudaryta darbo autorių

Atsižvelgiant į tarptautinio transporto koridoriaus Via Baltica geografinę padėtį, galima teigti, kad jis yra svarbus tarptautiniu ir vietiniu mastu, todėl krovinių gabenimas šiuo ruožu neišvengiamas. Penkios

matavimo vietos eina per gyvenvietes ar šalia jų, kur nėra įrengta triukšmo slopinimo sienelių šalia važiuojamosios kelio dalies. Gyvenvietės pasirinktos neatsižvelgiant į gyventojų tankumą, kadangi triukšmo lygis yra aktualus nepriklausomai nuo to, kiek žmonių kenčia nuo jo poveikio sveikatai.

Toliau pateikiamos ekvivalentinio triukšmo lygio reikšmės išmatuotos tyrimo metu, kai matavimai atlikti nustatytuose dienos, vakaro ir nakties intervalo laikotarpiuose. Taip pat pateiktas abejomis eismo kryptimis važiuojančių transporto priemonių skaičius, išskiriant lengvųjų ir krovininių automobilių skaičių, suskaičiuotas matavimo laikotarpiu, t.y. per 30 sekundžių. Siekiant įvertinti, koks yra tyrimo metu išmatuotų triukšmo verčių nuokrypis nuo maksimaliai leidžiamų, pateikiamos higienos normoje HN 33:2011 reglamentuotos ribinės ekvivalentinio triukšmo lygio reikšmės gyvenamųjų pastatų (namų) ir visuomeninės paskirties pastatų (išskyrus maitinimo ir kultūros paskirties pastatus) aplinkoje, veikiamoje transporto sukeltam triukšmo dienos, vakaro ir nakties laikotarpiais (žiūrėti 3 lentelę).

3 lentelė

Tyrimo rezultatai ir ribinės ekvivalentinio triukšmo lygio reikšmės pagal HN 33:2011

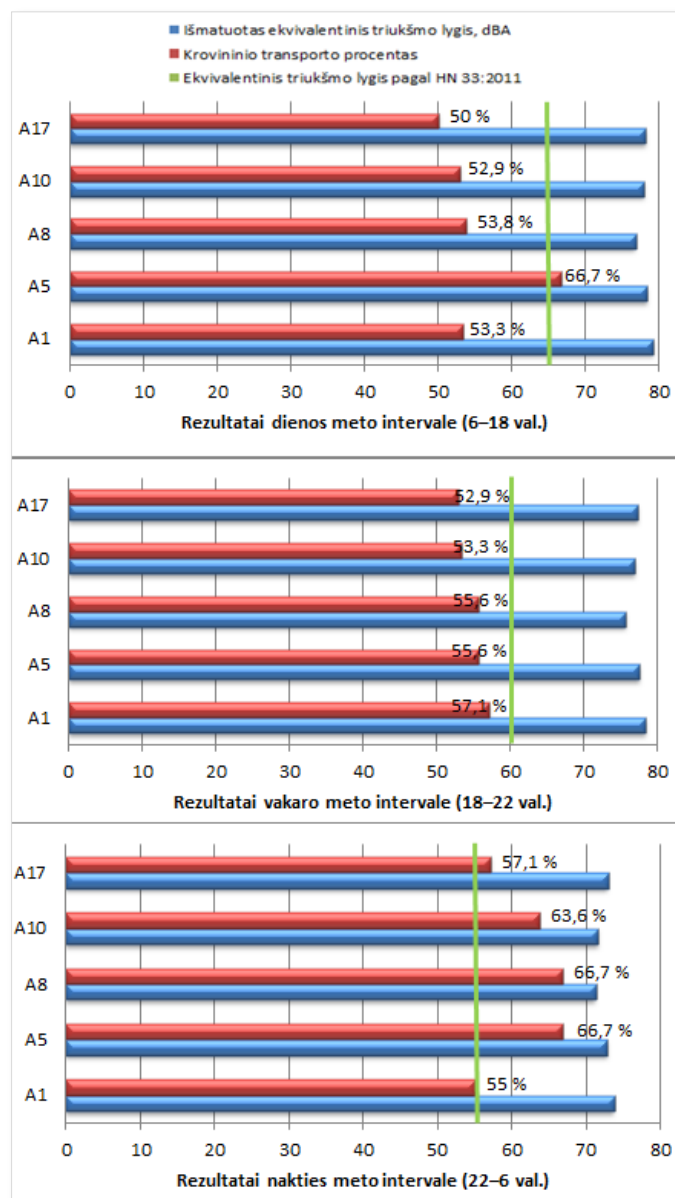
Matavimo vieta: 1	A1 Vilnius–Kaunas–Klaipėda 102,36 km					
	L _{dienos}		L _{vakaro}		L _{nakties}	
Išmatuotas ekvivalentinis triukšmo lygis, dBA	79,1		78,4		73,7	
Ekvivalentinis triukšmo lygis pagal HN 33:2011, dBA	65		60		55	
	Transporto srautas ir jo sudedamoji dalis					
Iš viso, vnt.	30		28		20	
Lengvųjų automobilių skaičius vienetais ir procentinė dalis transporto sraute	14	46,7	12	42,9	9	45
Krovinių automobilių skaičius vienetais ir procentinė dalis transporto sraute	16	53,3	16	57,1	11	55
Matavimo vieta: 2	A5 Kaunas–Marijampolė–Šuvalkai 15,5 km					
	L _{dienos}		L _{vakaro}		L _{nakties}	
Išmatuotas ekvivalentinis triukšmo lygis, dBA	78,3		77,5		72,8	
Ekvivalentinis triukšmo lygis pagal HN 33:2011, dBA	65		60		55	
	Transporto srautas ir jo sudedamoji dalis					
Iš viso, vnt.	21		18		15	
Lengvųjų automobilių skaičius vienetais ir procentinė dalis transporto sraute	7	33,3	8	44,4	5	33,3
Krovinių automobilių skaičius vienetais ir procentinė dalis transporto sraute	14	66,7	10	55,6	10	66,7
Matavimo vieta: 3	A8 Panevėžys–Aristava–Sitkūnai 25 km					
	L _{dienos}		L _{vakaro}		L _{nakties}	
Išmatuotas ekvivalentinis triukšmo lygis, dBA	76,8		75,6		71,3	
Ekvivalentinis triukšmo lygis pagal HN 33:2011, dBA	65		60		55	
	Transporto srautas ir jo sudedamoji dalis					
Iš viso, vnt.	13		9		9	
Lengvųjų automobilių skaičius vienetais ir procentinė dalis transporto sraute	6	46,2	4	44,4	3	33,3
Krovinių automobilių skaičius vienetais ir procentinė dalis transporto sraute	7	53,8	5	55,6	6	66,7
Matavimo vieta: 4	A10 Panevėžys–Pasvalys–Ryga 39 km					
	L _{dienos}		L _{vakaro}		L _{nakties}	
Išmatuotas ekvivalentinis triukšmo lygis, dBA	77,9		76,9		71,6	
Ekvivalentinis triukšmo lygis pagal HN 33:2011, dBA	65		60		55	
	Transporto srautas ir jo sudedamoji dalis					
Iš viso, vnt.	17		15		11	
Lengvųjų automobilių skaičius vienetais ir procentinė dalis transporto sraute	8	47,1	7	46,7	4	36,4
Krovinių automobilių skaičius vienetais ir procentinė dalis transporto sraute	9	52,9	8	53,3	7	63,6
Matavimo vieta: 5	A17 Panevėžio aplinkkelis 9,4 km					
	L _{dienos}		L _{vakaro}		L _{nakties}	
Išmatuotas ekvivalentinis triukšmo lygis, dBA	78,1		77,3		72,9	
Ekvivalentinis triukšmo lygis pagal HN 33:2011, dBA	65		60		55	
	Transporto srautas ir jo sudedamoji dalis					
Iš viso, vnt.	20		17		14	
Lengvųjų automobilių skaičius vienetais ir procentinė dalis transporto sraute	10	50	8	47,1	6	42,9
Krovinių automobilių skaičius vienetais ir procentinė dalis transporto sraute	10	50	9	52,9	8	57,1

Šaltinis: sudaryta darbo autorių, remiantis tyrimo rezultatais ir higienos norma HN 33:2011

Lyginant tyrimo metu išmatuotas ekvivalentinio triukšmo lygio reikšmes su higienos normoje HN 33:2011 reglamentuotomis ribinėmis ekvivalentinio triukšmo lygio reikšmėmis galima teigti, kad visose matavimų vietose viršytas leistinas lygis dienos, vakaro ir nakties intervalo laikotarpiuose. Be to didžiąją dalį triukšmo taršos sąlygoja sunkiasvorės transporto priemonės, kadangi šių transporto priemonių procentinė dalis eismo sraute yra didesnė už lengvųjų automobilių. Taigi gyventojai, kurie gyvena šalia pagrindinių Lietuvos kelių ir kuriais intensyviai važiuoja krovininės transporto priemonės, yra nuolat veikiami tokio triukšmo lygio, kuris kenkia sveikatai ir nėra priimtinas.

Tiriant kelių transporto keliamą triukšmą reikia atsižvelgti ne tik į esamą triukšmo lygį, bet ir į tai, kas labiausiai sąlygoja triukšmo taršos dydį, t.y. kurios transporto priemonės yra triukšmingiausios. Atliekant tyrimą buvo išskirtos dviejų kategorijų transporto priemonės: lengvieji automobiliai ir sunkiasvorės transporto priemonės, kurių bendroji masė yra didesnė negu 3,5 tonos. Remiantis prielaida, kad krovininiai

automobiliai yra vieni iš didžiausių triukšmo šaltinių ir intensyviausiai važiuojantys tarptautiniu transporto koridoriumi Via Baltica, nustatytos ekvivalentinio triukšmo lygių priklausomybės nuo sunkiasvorių transporto priemonių procentinės dalies bendrame eismo sraute dienos, vakaro ir nakties metu (žiūrėti 3 pav.).



3 pav. Ekvivalentinis triukšmo lygis ir krovininių automobilių bendrame eismo sraute procentas

Šaltinis: sudaryta darbo autorių

Remiantis pateiktomis diagramomis galima teigti, kad faktinis (realus) triukšmo lygis, kuris buvo išmatuotas penkiose tarptautinio transporto koridoriaus Via Baltica vietose, viršija higienos normoje HN 33:2011 reglamentuotas ribines ekvivalentinio triukšmo lygio reikšmes visos paros metu: dienos metu vidutiniškai apie 13 dBA, vakaro ir nakties metu – apie 17 dBA. Tai reiškia, kad šiose apylinkėse gyvenantiems, besimokantiems ar dirbantiems žmonėms triukšmo tarša, kurią sukelia kelių transportas, kenkia sveikatai. Iš pateiktų diagramų matoma tendencija, kad, esant didesnei sunkiasvorių transporto priemonių procentinei daliai eismo sraute, ekvivalentinis triukšmo lygis taip pat didesnis.

Bendrai tariant, triukšmomačiu užfiksuotos ekvivalentinio triukšmo lygio reikšmės pasirinktose penkiose tarptautinio transporto koridoriaus Via Baltica, einančio per Lietuvos teritoriją, matavimų vietose dienos, vakaro ir nakties metu, rodo, kad visą parą pagrindiniuose Lietuvos keliuose, kur vyksta intensyvus transporto priemonių eismas, viršytas triukšmo taršos lygis, lyginant su higienos normoje HN 33:2011 reglamentuotomis ribinėmis ekvivalentinio triukšmo lygio reikšmėmis. Remiantis tyrimo metu užfiksuotais duomenimis galima teigti, kad kelių transporto triukšmo lygį labiausiai sąlygoja krovininiai automobiliai –

būtent nuo pastarųjų procentinės dalies dydžio eismo sraute priklauso triukšmo lygis. Galima daryti prielaidą, kad ne tik matavimų vietose, bet ir visuose keliuose, kur nuolat važiuoja krovininiai automobiliai, gyventojai kenčia nuo sveikatai kenksmingo triukšmo lygio.

Išvados

3. Atlikus teorinę, krovinio transporto sukulto triukšmo, analizę galima teigti, kad jis pastoviai auga, nors šiuo metu transporto priemonių gamintojų yra diegiamos naujos, bet jos yra nepakankamos.

4. Pagal higienos normą HN 33:2011 triukšmomačiu užfiksuoti ekvivalentinio triukšmo slėgio lygiai dienos, vakaro ir nakties metu viršija leistiną triukšmo taršos lygį tarptautiniame transporto koridoriuje Via Baltica Lietuvos teritorijoje. Taip pat kelių transporto triukšmo lygį labiausiai sąlygoja krovininiai automobiliai – būtent nuo pastarųjų procentinės dalies dydžio eismo sraute priklauso triukšmo lygis. Taigi daroma prielaida, kad keliuose, kuriais nuolat gabenami kroviniai, gyventojai kenčia nuo sveikatai kenksmingo triukšmo lygio.

Literatūra

1. *Apie triukšmą* [interaktyvus]. 2011. EAA portalas [žiūrėta 2013 11 25]. Prieiga per internetą: <<http://www.eea.europa.eu/lt/themes/noise/about-noise>>
2. Baliukonis, R., Bureika, G. 2013. Automobilių transporto keliamo triukšmo tyrimas Alytaus mieste, iš *Transporto inžinerijos ir vadybos*: 16-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“, įvykusios Vilniuje 2013 m. gegužės 8 d., pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika. 25–29 psl.
3. Bartosevičienė, V. 2010. *Ekonominės statistikos pagrindai: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija. 112 psl.
4. European Environment Agency report. 2013. *Air quality in Europe – 2013 report*. Copenhagen. 112 psl.
5. Mokslo darbo ataskaita. 2008. *Nuostolių, patiriamų dėl neigiamo transporto poveikio urbanistinėse zonose, įvertinimas*. Vilnius. 205 psl.
6. [Pagrindinių kelių triukšmo prevencijos veiksmų planas](#). 2013. *Triukšmo prevencijos veiksmų plano sudarymas pagal pagrindinių kelių strateginius triukšmo žemėlapius*. Kaunas. 18 psl.

STUDY OF CARGO TRANSPORT EFFECT OF NOISE

Summary

Currently, more and more attention is being paid to the prevention of pollution. No exception in this context is Lithuania, where the highest pollution is emitted by mobile sources of pollution, i.e. transport. Very often researchers emphasize air pollution wantonly belittling noise pollution, i.e. noise. This study determined the impact of noise caused by cargo transport on the economically strategic Lithuania highway Via Baltica.

Keywords: road transport, rail transport, air transport, maritime transport, negative impact, noise, Via Baltica.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Miglė Nagelytė

Mokslo laipsnis ir vardas: Bakalauras

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Logistikos ir transporto vadybos katedros magistrantė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Ekologija, logistika, marketingas.

Telefonas ir el. pašto adresas: (8 5) 274 5030, migle.nagelyte@stud.vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Kristina Čižiūnienė

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentė

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Logistikos ir transporto vadybos katedros docentė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Ekologija, logistika, marketingas.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 6 536 2824, kristina.ciziuniene@vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Jonas Matijošius

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Automobilių transporto katedros docentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Rinkos specialistų ugdymas, transporto ekologija, alternatyvioji energetika.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 684 04169, jonas.matijosius@vgtu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Miglė Nagelytė

Science degree and name: Bachelor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Master Student of Logistics and Transport Management Department.

Author's research interests: Ecology, Logistics, Marketing.

Telephone and e-mail address: (8 5) 274 5030, migle.nagelyte@stud.vgtu.lt

Author name, surname: Kristina Čižiūnienė

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Associated Professor of Logistics and Transport Management Department.

Author's research interests: Ecology, Logistics, Marketing.

Telephone and e-mail address: 8 6 536 2824, kristina.ciziuniene@vgtu.lt

Author name, surname: Jonas Matijošius

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Associated Professor of Automobile Transport Department.

Author's research interests: Market Specialists Development, Transport Ecology, Alternative Energetics.

Telephone and e-mail address: 8 684 04169, jonas.matijosius@vgtu.lt

BIODEGALŲ SAVYBIŲ ĮTAKA SAVAIMINIO UŽSILIEPSNOJIMO TRUKMEI DYZELINIAME VARIKLYJE

Marius Mažeika, Tomas Mickevičius, Esmeralda Štyps
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje pristatomi tyrimo rezultatai, atlikti keturtakčiam dyzeliniam 60 kW galios varikliui veikiant dyzeliniais degalais (D) ir dyzelinių degalų ir etanolio mišiniais, kurių sudėtyje yra 5 tūrio% (E5), 10% tūrio (E10), ir 15 tūrio % (E15) bevandenio (99,8%) etanolio (E). Papildomas etanolio dyzelinių degalų ir biodyzelino (RME) E15B mišinys buvo parengtas, naudojant 15% tūrio etanolio, 5% tūrio RME ir 80% tūrio dyzelinių degalų. Tyrimais nustatyta, kad mišinių E5, E10, E15 ir E15B kinematinė klampa sumažėjo 7,8 %, 11 %, 13 % ir 10,8 %, atitinkamai, esant 40 °C. Mišinių E5, E10, E15 ir E15B tankis sumažėja 0,33 %, 0,65 %, 0,95 % ir 0,56 % atitinkamai, esant 40 °C, cetaninis skaičius mažėja 3 %, 9 %, 14 % ir 12 %, atitinkamai, palyginti su grynais dyzeliniais degalais. Varikliui dirbant 1800 min⁻¹ sūkais ir maksimalia (100 %) apkrova, bevandenio etanolio priedai E15 ir E15B mišiniuose savaiminio užsiliepsnojimo gaišties periodo trukmę didina 20,0 % ir 27,2 % palyginti su dyzelinių degalų atveju.

Reikšminiai žodžiai: biodegalai, etanolis, dyzeliniai degalai, RME, savaiminio užsiliepsnojimo trukmė.

Ivadas

Vieni iš pagrindinių iškastinių degalų vartotojų yra vidaus degimo varikliai (VDV). Iškastinės naftos poreikiai degalų gamybai ir vidaus degimo varikliams yra apie 3,5 mlrd. tonų ir šie poreikiai pastoviai didėja. Tuo tarpu, pasaulinės naftos atsargos pagal mokslininkų paskaičiavimus sudaro apie 140 mlrd. tonų, taigi, esant šiandieniniams poreikiams ir nedidinant gavybos, naftos rezervų užtektų tik keletui dešimtmečių (Labeckas et al., 2008; Гарипов et al., 2008). Taipogi, greitai metu nėra numatyta jokios alternatyvos, kuri galėtų visiškai pakeisti vidaus degimo variklius į kokius tai kitais mechaninės energijos gamintojais.

Vidaus degimo variklių bendra galia sudaro apie 80 % visų pasaulinėje energetikoje naudojamų įrengimų galios. Kelių, vandens, geležinkelių transporte, žemės ūkyje, statybų technikoje ir kitose variklių naudojimo srityse, vidaus degimo variklis, kaip mechaninės energijos tiekėjas, iki šiol alternatyvos neturi. Šiuo metu pasaulyje yra daugiau nei 700 milijonų naftos produktais veikiančių transporto priemonių. Vien automobilių variklių pagaminama virš 60 mln. per metus. Stacionarių VDV gamyba taip pat viršija 10 mln. per metus (Labeckas, 2008).

ES direktyva 2009/28 / EB teigia, kad iki 2020 metų transporto srityje 20% įprastinių (dyzelino ir benzino) degalų turi būti pakeistą biodegalais, o to įdiegimas turi būti ekonomiškai efektyvus. Pagrindinės priežastys skatinančios naudoti biodegalus yra tikslas sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį, padidinti ūkių pajamas, skatinti kaimo plėtrą, sukurti naują dinamišką pasaulio žemės ūkio rinką, didinti energetinę nepriklausomybę ir sumažinti vartotojų priklausomybę nuo importuojamo iškastinio kuro (Labeckas et al., 2014).

Tyrimų tikslas - išanalizuoti bioetanolio ir RME priedų dyzeliniuose degaluose įtaką degalų fiziniams ir cheminėms savybėms ir nustatyti kaip jos įtakoja degalų įpurškimo momentą ir savaiminio užsiliepsnojimo pradžią dyzelinio variklio cilindre.

Tyrimų metodika

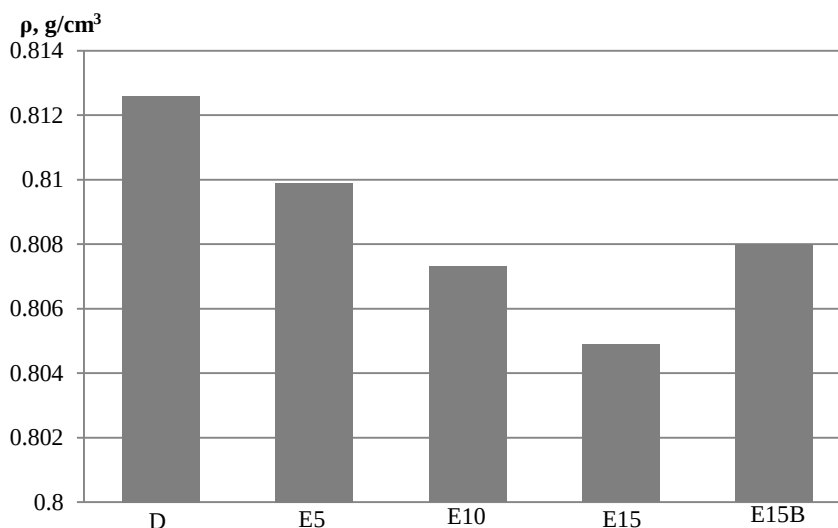
Variklio stendiniai bandymai buvo atlikti Aleksandro Stulginskio Universitete (ASU), Inžinerijos fakulteto, Jėgos ir transporto mašinų inžinerijos instituto Variklių bandymo laboratorijoje su tiesioginio įpurškimo dyzeliniu varikliu D-243. Variklio darbo efektyvumo ir deginių emisijos parametrai buvo matuojami pagal ISO 3046-1:2002, ISO 3046-2:1987 ISO 3046-3:2006 standartų reikalavimus.

Biodegalų mišinių E5, E10, E15 ir E15B bei bandymams naudotų dyzelinių degalų tankis ir kinematinė klampa buvo tirti Aleksandro Stulginskio Universiteto Aplinkos instituto, Aplinkos technologijos cheminių ir biocheminių tyrimų laboratorijoje. Tirtų degalų tankis ir kinematinė klampa buvo išmatuoti naudojant Austrijoje pagamintą prietaisą „Anton Paar SVM 3000“. Tankio ir kinematinės klamos matavimo paklaidos, matuojant ankščiau paminėtu prietaisu, yra 0,0002 g/cm³ ir 0,1 %, atitinkamai. Eksperimentiniuose tyrimuose naudotų biodegalų mišinių cetaninis skaičius buvo ištirtas AB „ORLEN Lietuva“ kokybės tyrimų centre, šviesiųjų naftos produktų laboratorijoje.

Dyzelinių degalų ir biodegalų mišinių E5–E15B cetaninis skaičius buvo nustatytas įrenginiu „CFR WAUKESHA“, šio prietaiso matavimo paklaida iki 0,1 %.

Tyrimų rezultatai

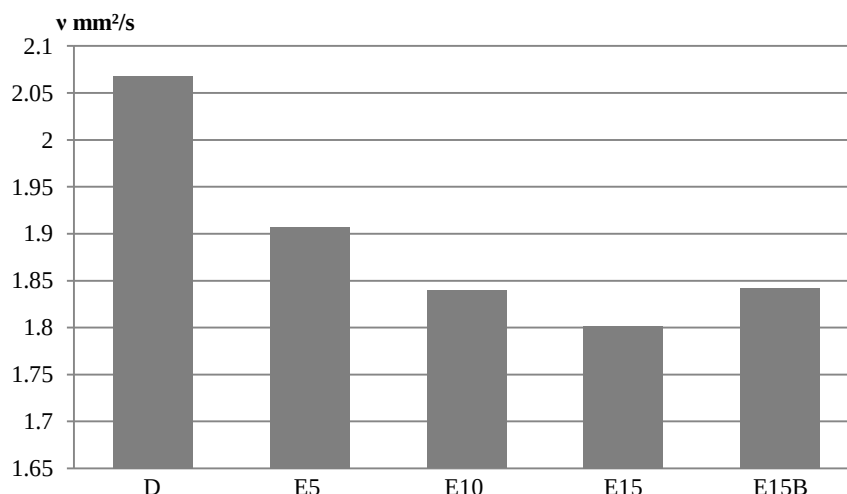
Kaip rodo mokslininkų atlikti tyrimai dyzelinio variklio biodegalų sąnaudos, darbo efektyvumas ir deginių emisija priklauso nuo biodegalų mišinių tankio, klampos, šilumingumo ir kitų savybių (Shahir et al. 2014). Degalų tankis yra viena iš svarbiausių degalų savybių, kuris labai įtakoja jų išpurškimo ir degalų dalelių išskaidymo charakteristikas. Degalų įpurškimo sistemos degalus dozuoja pagal tūrį, todėl kuo mažesnis degalų tankis, tuo mažiau įpurškiama degalų į cilindrą vieno ciklo metu, kas pakeičia ir oro pertekliaus koeficientą (α). Dėl mažesnio etanolio tankio, didesnio suspaudžiamumo gali vėluoti faktinė degalų įpurškimo pradžia VGT atžvilgiu. Etanolio tankis ($0,791 \text{ g/cm}^3$, esant 20°C) yra mažesnis negu dyzelinių degalų ($0,828 \text{ g/cm}^3$, esant 20°C), todėl etanolio ir dyzelinių degalų mišinių tankis (1 pav.) yra mažesnis negu gryną dyzelinių degalų (Çetin et al., 2009; Weber de Menezes et al., 2006; Barabás et al., 2010).



1 pav. Dyzelinių degalų (D) ir jų mišinių su etanoliumi (E5, E10, E15) ir RME (E15B) tankis, esant 20°C
Šaltinis: sudaryta autorių

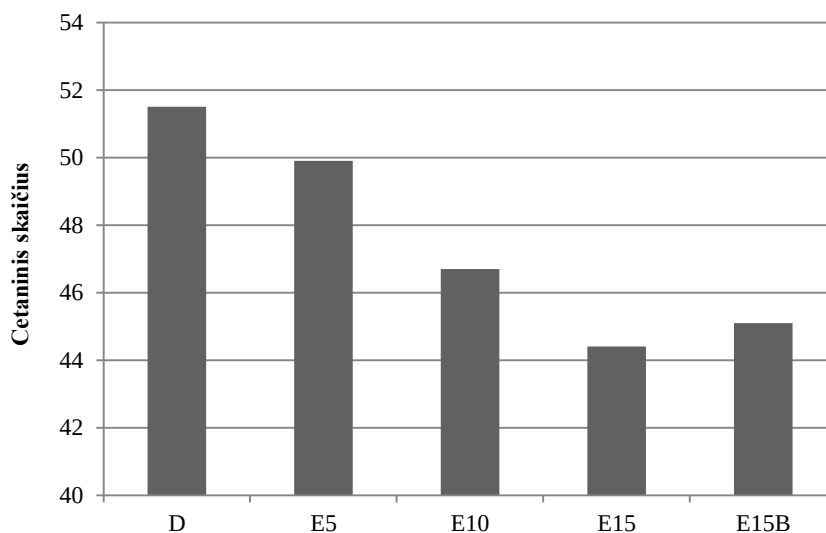
Mažesnė etanolio ir dyzelinių degalų mišinio klampa mažina degalų čiurkšlės skvarbumą degimo kameroje, didina pradinį čiurkšlės sklaidos kampą ir mažina išskaidytų biodegalų lašelių skersmenį. Minėti rodiklių pokyčiai kartu su didesniu bioetanolio garingumu gerina oro ir degalų mišinio homogeniškumą ir mažina temperatūrų sklaidimus degimo metu. Tai savo ruožtu gali teigiamai įtakoti azotų oksidų (NO_x) dalelių emisiją, kuri labiausiai priklauso nuo maksimalios temperatūros cilindre (Rakopoulos et al., 2007).

Kintantis tankis ir kinematinė klampa keičia išpurškimo charakteristikas, o mažesnis etilo spirito šilumingumas ir cetaninis skaičius keičia degimo charakteristikas. Norint naudoti etilo spiritą dyzeliniuose varikliuose reikalingas tam tikras variklio pritaikymas, nes jų eksploatacinės savybės skiriasi nuo dyzelinių degalų savybių. Etanolio kinematinė klampa yra $1,1 \text{ mm}^2/\text{s}$ (Weber de Menezes et al., 2006), kuri yra ženkliai mažesnė už įprastų dyzelinių degalų klampą ($2,21 \text{ mm}^2/\text{s}$). Pernelyg mažos klampos biodegalų (etanolio) naudojimas gali išprovokuoti didesnę plunžerio ir adatos precizinių paviršių išsidėvėjimą (Pukalskas, 2002). Spiritų ir dyzelinių degalų mišiniai pasižymi mažesne biodegalų klampa (Weber de Menezes et al., 2006). Mūsų atveju, bandymuose naudotų rapsų metilo esterio (RME) klampa buvo $4,789 \text{ mm}^2/\text{s}$, todėl biodegalų mišinyje B15E klampos sumažėjimas dėl etanolio priedo buvo šiek tiek kompensuotas. Tyrimuose naudotų degalų kinematinė klampa parodyta 2 paveiksle. Mišinių E5, E10, E15 ir E15B kinematinė klampa sumažėjo 7,8 %, 11 %, 13 % ir 10,8 %, atitinkamai, esant 40°C . Nors degalų mišinių su etanoliumi klampos yra mažesnės negu gryną dyzelinių degalų, tačiau jos atitinka dyzeliniams degalams numatytus standartus (nuo $1,50 \text{ mm}^2/\text{s}$ iki $4,00 \text{ mm}^2/\text{s}$). Analizuojant kitų mokslininkų (Torres-Jimenez et al., 2011, Lapuerta et al., 2010) atliktus tyrimus kinematinės klampos pokyčiai, į mineralinius dyzelinius degalus įmaišant etanolio, buvo panašūs į mūsų tyrimuose gautus rezultatus.



2 pav. Dyzelinių degalų (D) ir jų mišinių su etanoliu (E5, E10, E15) ir RME (E15B) kinematinė klampa, esant 40 °C
Šaltinis: sudaryta autorių

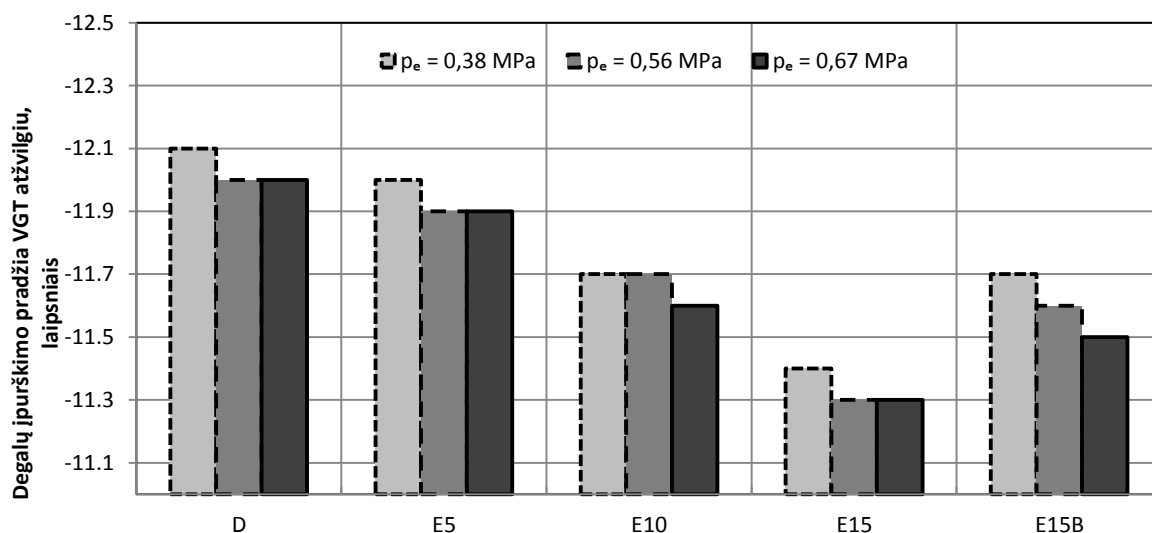
Vienas svarbiausių dyzelinių degalų parametrų yra cetaninis skaičius (CS). Jei nepakankamas degalų cetaninis skaičius, pailgėja užsiliepsnojimo gaisties periodas, per kurį vyksta išpurkštų degalų paruošimas degimui. Biodegalų mišinių, o būtent degalų mišinių su 34,8 % deguonies turinčiu etanoliu, CS nustatymas yra labai svarbus uždavinys. Literatūroje pateiktų duomenų analizė rodo, kad adityvumo principo taikymas, apskaičiuojant cetaninį skaičių, gali duoti ne visada teisingą rezultatą (Matijošius 2011). Tyrimo metu CS buvo nustatomas eksperimentiniu būdu pagal standartą LST EN ISO 5165:1999. Analizuodami eksperimentiniu būdu gautus CS duomenis (3 pav.) pastebime biodegalų mišinių B5, B10, B15 ir B15E cetaninio skaičiaus mažėjimą 3 %, 9 %, 14 % ir 12 %, atitinkamai, palyginti su gryniais dyzeliniais degalais (51,5).



3 pav. Dyzelinių degalų (D) ir jų mišinių su etanoliu (E5, E10, E15) ir RME (E15B) cetaninis skaičius
Šaltinis: sudaryta autorių

Degalų įpurškimo pradžia turi ypač didelę reikšmę savaiminio užsiliepsnojimo trukmei, degimui, variklio efektyviosios galios, ekonominiams rodikliams, deginių emisijai ir dūmingumui (Rakopoulos et al., 2007). Kaip matyti grafike (4 pav.), dyzelinių degalų ir tirtų biodegalų mišinių B5–B15E įpurškimo pradžia artėja prie viršutinio galinio taško (VGT), didėjant variklio apkrovai (p_e). Be to, biodegalų mišinių įpurškimo pradžios artėjimas yra intensyvesnis, esant didesniai bevandenio (99,8 vol %) etanolio kiekiui mišiniuose B10–B15. Šį reiškinį iš dalies galima sieti su vidiniais biodegalų pratekėjimais įpurškimo siurblio plunžerinėse porose, nes etanolio priedai mažina biodegalų tankį, klampą ir didina jų skvarbumą.

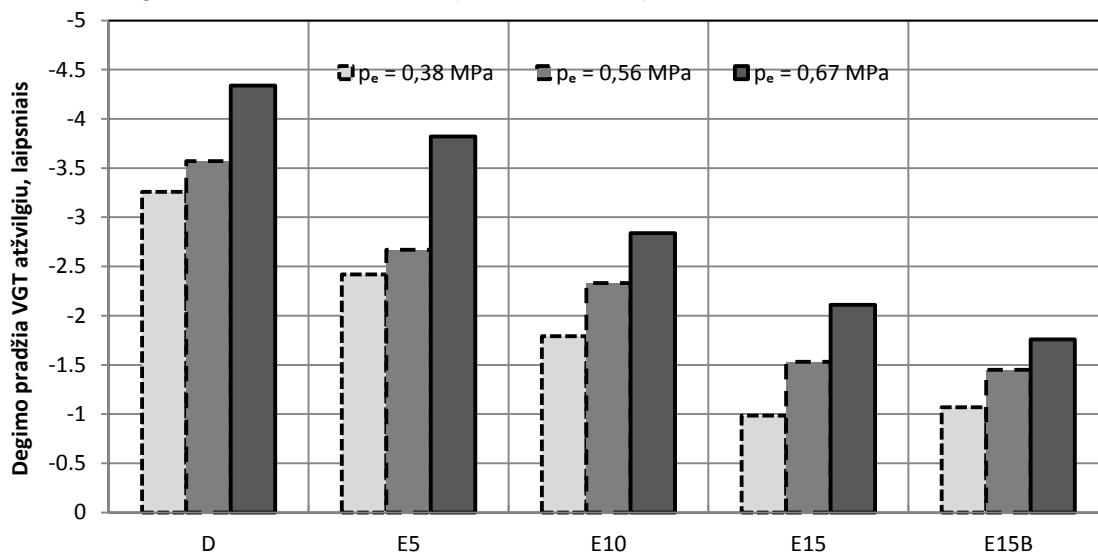
Biodegalų išpurškimo pradžios pokyčius nuo variklio apkrovos ir biodegalų savybių patvirtina ir kitų autorių tyrimų rezultatai (Rakopoulos et al., 2008; Torres-Jimenez et al., 2011).



4 pav. Dyzelinių degalų (D) ir jų mišinių su etanolu (E5, E10, E15) ir RME (E15B) įpurškimo pradžios kitimas VGT atžvilgiu, esant skirtingai variklio apkrovai ir pastoviems 1800 min^{-1} alkūninio veleno sukiamams.

Šaltinis: sudaryta autorių

Variklyje su slėginiu užsidegimu savaiminio degiojo mišinio užsidegimo pradžia priimta laikyti, kai šilumos išsiskyrimo greitis cheminės oksidacijos reakcijos metu viršija šilumos atidavimo į aplinką greitį. Būtent pagal tokią metodiką degimo pradžią variklyje nustato daugelis mokslininkų (Rakopoulos et al., 2008; Torres-Jimenez et al., 2011). Kaip rodo 5 pav. grafikai, padidinus variklio apkrovą nuo $p_e = 0,38 \text{ MPa}$ iki $p_e = 0,67 \text{ MPa}$, dyzelinių degalų ir biodegalų B5–B15E degimo pradžia tolsta nuo VGT, t.y. degalai užsiliepsnoja anksčiau. Biodegalai užsiliepsnoja greičiau apkrautame variklyje dėka aukštesnės suspausto oro temperatūros cilindre. Grafikai pateikti 5 pav. rodo, kad didinant procentinį bevandenio etanolio kiekį biodegalų mišinyje, degimo pradžia artėja prie VGT, esant skirtingai variklio apkrovai. Minėti degimo pradžios momento pokyčiai rodo, kad bevandenio etanolio priedai vėlina biodegalų užsiliepsnojimą. Panašius rezultatus gauna ir kiti mokslininkai (Park et al. 2012).

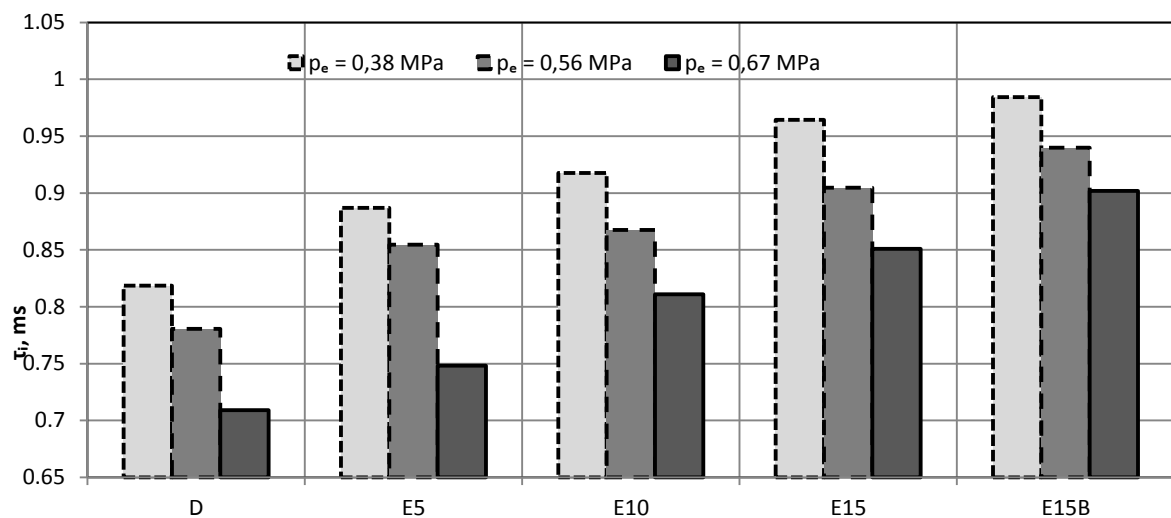


5 pav. Dyzelinių degalų (D) ir jų mišinių su etanolu (E5, E10, E15) ir RME (E15B) degimo pradžia cilindre VGT atžvilgiu, esant skirtingai apkrovai ir pastoviems 1800 min^{-1} sukiamams.

Šaltinis: sudaryta autorių

Biodegalų mišinių (E5-E15B) savaiminio užsiliepsnojimo gaisčio periodo trukmės (τ_i) kitimas priklausomai nuo variklio apkrovos pateiktas 6 pav. Analizuojant pateiktus grafikus matyti, kad, varikliui dirbant 1800 min^{-1} variklio apkrovai esant $p_e = 0,67 \text{ MPa}$ ir naudojant biodegalus B5, B10, B15 ir B15E, savaiminio užsiliepsnojimo gaisčio periodo trukmė ilgėja 5,4 %, 14,3 %, 20,0 % ir 27,2 %, atitinkamai, palyginti su gryniais dyzeliniais degalais veikiančiu varikliu. Variklio apkrovą sumažinus iki $p_e = 0,56 \text{ MPa}$, savaiminio užsiliepsnojimo gaisčio periodo trukmė ilgėja 9,5 %, 11,2 %, 15,9 % ir 20,4 %, atitinkamai,

padidėjus bevandenio etanolio kiekiui mišinyje,. Variklio apkrovą sumažinus iki 50 % nuo maksimalios ($p_e = 0,38$ MPa) periodo τ_i trukmė ilgėja 8,3 %, 12,1 % 17,8 % ir 20,2 %, atitinkamai.



6 pav. Dyzelinių degalų (D) ir jų mišinių su etanoliumi (E5, E10, E15) ir RME (E15B) veikiančio variklio savaiminio užsiliepsnojimo gaisties periodo trukmė, esant skirtingai apkrovai ir pastoviams 1800 min^{-1} sukiam

Šaltinis: sudaryta autorių

Išvados

- Bevandenio (99,8 %) etanolio kiekį dyzeliniuose degaluose padidinus iki 5 %, 10 %, 15 % tūrio, biodegalų tankis sumažėjo 0,33 %, 0,65 % ir 0,95 %, esant 20°C temperatūrai. Į biodegalų mišinį E15 įpilus 5 % RME, mišinio tankis sumažėjo 0,56 % palyginus su dyzeliniais degalais.
- Kinematinė klampa degaluose E5, E10, E15 sumažėjo 7,8 %, 11,0 % ir 13,0 %, atitinkamai, esant 40°C temperatūrai. Į biodegalų mišinį E15 įpilus 5 % RME, mišinio kinematinė klampa sumažėjo 10,8 % palyginus su dyzeliniais degalais.
- Į dyzelinius degalus ($CS=51.5$) įmaišius 5 % (E5), 10 % (E10), 15 % (E15) etanolio, o taip pat paruošus trikomponentį biodegalų mišinį E15B, eksperimentiniu (varikliniu) metodu nustatytas biodegalų cetaninis skaičius buvo lygus 49,9, 46,7, 44,4, 45,1 ir cetaninis skaičius sumažėjo 4,2 %, 8,4 %, 12,7 % ir 12,5 %, atitinkamai, palyginti su dyzeliniais degalais.
- Varikliui veikiant $p_e = 0,67$ MPa režimu biodegalų mišiniais E5, E10, E15 ir E15B veikiančio variklio savaiminio užsiliepsnojimo gaisties periodo trukmė τ_i pailgėjo 5,4 %, 14,3 %, 20,0 % ir 27,2 %, atitinkamai, palyginti su dyzeliniais degalais veikiančiu varikliu.

Literatūra

1. Barabás, I.; Todorut, A.; Ldean, D. Performance and emission characteristics of an CI engine fueled with diesel-biodiesel-bioethanol blends. *Fuel*, 2010, vol. 89, p. 3827–3832.
2. Çetin, M.; Yüksel, F.; Kuş, H. Emission characteristics of a converted diesel engine using ethanol as fuel. *Energy for Sustainable Development*, 2009, vol. 13, p. 250–254.
3. Hulwan, D.B.; Joshi, S.V. Performance, emission and combustion characteristic of a multicylinder DI diesel engine running on diesel–ethanol–biodiesel blends of high ethanol content. *Applied Energy*, 2011, vol. 88, p. 5042–5055.
4. European standard. (1994). “Petroleum products—Transparent and opaque liquids—Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity.” EN ISO 3104+AC: 1994.
5. European standard. (1998). “Petroleum products—Determination of the ignition quality of diesel fuels—Cetane engine method.” EN ISO 5165:1998.
6. European standard. (1999a). “Crude petroleum and petroleum products—Determination of density—Oscillating U-tube method.” EN ISO 12185:1999.
7. Labeckas, G. *Biodegalų naudojimas vidaus degimo varikliuose. Biomasės inžinerija*, II tomas. Kaunas, 2008. p. 117–192.
8. Labeckas, G.; Slavinskas, S.; Mažeika, M. The effect of ethanol–diesel–biodiesel blends on combustion, performance and emissions of a direct injection diesel engine. *Energy Conversion and Management*, 2014, vol. 79, p. 698–720.
9. Lapuerta, M.; García-Contreras, R.; Agudelo, J.R. Lubricity of ethanol–biodiesel–diesel fuel blends. *Energy Fuels*, 2010, vol. 24, p. 1374–1382.
10. Matijošius, J. *Dyzelinio variklio ekologinių rodiklių gerinimas naudojant biobutanolio ir biodyzelino mišinius:*

- daktaro disertacija, VGTU 2011.
11. Pukalskas, S. *Etilo spirito įtaka dyzelinio variklio ekonomiškumui ir dūmuotumui*: daktaro disertacija. Vilnius: VGTU, 2002.
 12. Rakopoulos, C. D.; Antonopoulos, K. A.; Rakopoulos, D. C. Experimental heat release analysis and emissions of a HSDI diesel engine fueled with ethanol-diesel fuel blends. *Energy*, 2007, vol. 32, p. 1791–1808.
 13. Rakopoulos, D. C. et al. Effects of ethanol-diesel fuel blends on the performance and exhaust emissions of heavy duty DI diesel engine. *Energy Conversion and Management*, 2008, vol. 49, p. 3155–3162.
 14. Shahir, S.A. et al. Feasibility of diesel–biodiesel–ethanol/bioethanol blend as existing CI engine fuel: An assessment of properties, material compatibility, safety and combustion. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014, vol. 32, p. 379–395.
 15. Park, S. H. et al. Effect of early injection strategy on spray atomization and emission reduction characteristics in bioethanol blended diesel fueled engine. *Energy*, 2012, vol. 39, p. 375–387.
 16. Torres-Jimenez, E et al. Physical and chemical properties of ethanol-diesel fuel blends. *Fuel*, 2011, vol. 90, p. 795–802.
 17. Weber De Menezes, E. et al. Effect of ethers and ether/ethanol additives on the physicochemical properties of diesel fuel and on engine tests. *Fuel*, 2006, vol. 85, p. 815–822.
 18. Гарипов, М. Д.; Еникеев, Р. Д.; Сакулин, Р. Ю. *Рабочие процессы и конструирование двигателей, работающих на биотопливах*: учебное пособие. Уфимский государственный авиационный технический университет. Уфа: УГАТУ, 2008. 107 с.

THE INFLUENCE OF THE BIOFUEL PROPERTIES ON THE AUTOIGNITION DELAY IN A DIESEL ENGINE

Summary

The paper presents the test results of a four-stroke, four-cylinder, naturally aspirated, DI 60 kW diesel engine operating on diesel fuel (DF) and its 5 vol % (E5), 10 vol % (E10), and 15 vol % (E15) blends with anhydrous (99.8%) ethanol (E). An additional ethanol–diesel–biodiesel blend E15B was prepared by adding the 15 vol % of ethanol and 5 vol % of biodiesel (B) to diesel fuel (80 vol %). Studies showed that the kinematic viscosity of biofuel blends E5, E10, E15 and E15B was 3 %, 9 %, 14 % and 12 % lower at the temperature of 40 °C than the diesel fuel. Density of biofuel blends E5, E10, E15 and E15B also decreased by 0.33%, 0.65%, 0.95% and 0.56% at the temperature of 40 °C and the cetane number was 3%, 9%, 14% and 12% lower, respectively, compared to diesel fuel. The use of biofuel blends E15 and E15B the autoignition delay increased by 20 % and 27.2 % compared to normal diesel operation at full (100%) load and 1800 rpm speed.

Keywords: Biofuel, ethanol, diesel fuel, RME, autoignation delay.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Tomas Mickevičius

Mokslo laipsnis ir vardas: magistras

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: technologijos mokslai, transporto inžinerija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 652 55737, t.mickevicius@yahoo.com

Autoriaus vardas, pavardė: Marius Mažeika

Mokslo laipsnis ir vardas: mokslų daktaras.

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: technologijos mokslai, transporto inžinerija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 608 62765, marius.mazeika@yahoo.com

Autoriaus vardas, pavardė: Esmeralda Štyps

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktarė

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto pirmininkė, docentė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: technologijos mokslai, transporto inžinerija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 610 48810, esmera12@gmail.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Tomas Mickevičius

Science degree and name: Master Degree.

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Lecturer of Transport and Mechanical Fields Study Programs Committee.

Author's research interests: Technological Sciences, Transport Engineering.

Telephone and e-mail address: +370 652 55737, t.mickevicius@yahoo.com

Author name, surname: Marius Mažeika

Science degree and name: Doctor of Technological Sciences.

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty Of Engineering Sciences, Lecturer of Transport and Mechanical Fields Study Programs Committee.

Author's research interests: Technological Sciences, Transport Engineering.

Telephone and e-mail address: +370 608 62765, marius.mazeika@yahoo.com

Author name, surname: Esmeralda Štups

Science degree and name: Doctor of Technological Sciences, Associated Professor.

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Chairperson of Transport and Mechanical Fields Study Programs Committee, Associated Professor.

Author's research interests: Technological Sciences, Transport Engineering.

Telephone and e-mail address: +370 610 48810, esmera12@gmail.com

BIODEGALAI DYZELINIAMS VARIKLIAMS

Tomas Mickevičius, Marius Mažeika, Esmeralda Štyps

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Dėl didesnio naudingumo koeficiento ir patikimumo komercinio transporto ir traukos mašinose dažniausiai naudojami dyzeliniai varikliai. Vidaus degimo varikliai ir ypač dyzeliniai varikliai yra vienas iš pagrindinių aplinkos taršos šaltinių. Pagal mokslininkų apskaičiavimus pasaulinės naftos atsargų, esant šiandieniniams poreikiams ir nedidinant gavybos, užtektų tik keletui dešimtmečių. Deginant naftinius degalus, į atmosferą išmetama daug kenksmingų medžiagų. Vienas iš būdų, aplinkai žalingam poveikiui mažinti yra biodegalų ir alternatyvių degalų panaudojimas. Straipsnyje apžvelgiama biodyzelino panaudojimo galimybė.

Reikšminiai žodžiai: *Dyzeliniai degalai, biodegalai, vidaus degimo variklis, deginių emisija.*

Ivadas

Mineralinių degalų atsargos yra ribotos ir greitai senkančios. Didėjantis energijos poreikis, naftos atsargų mažėjimas, pasaulinių degalų kainų nestabilumas ir globalinio atšilimo problema skatina ieškoti kitų energijos šaltinių, ir visų pirma atsinaujinančių. Dauguma šalių rodo savo susidomėjimą atsinaujinančiais energijos šaltiniais, nes tai tikslinga ekonomikos ir ekologijos atžvilgiu. Vienas svarbiausių strateginių Europos Sąjungos (ES) politikos tikslų yra aplinkosauga. Šiuo metu pakankamai didelis dėmesys skiriamas šiltnamio efektą teršalų emisijos mažinimui. Remiantis Jungtinių Tautų klimato konvencija buvo pasirašytas 1997 m. Kioto protokolas skatinantis mažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas. Vienas iš pagrindinių atmosferos taršos šaltinių yra transporto sektorius. Todėl ES skatina mineralinius degalus pakeisti atsinaujinančiais ir nuolat plėsti jų naudojimą įvairiuose ūkio srityse. ES priimtoje direktyvoje 2009/28/EB dėl skatinimo naudoti atsinaujinančių išteklių energiją, kurioje iki 2020 m. biokuro dalį numato padidinti iki 10 % viso kuro sunaudojimo [2].

Transporto sektoriuje ES komisija numatiusi ypač reikšmingus pokyčius dokumente COM(2011) 144 „Baltoji knyga“. Konkurencingos ir darnios transporto sistemos vizijoje siekiama panaikinti transporto sistemos priklausomybę nuo naftos, nesumažinant sistemos efektyvumo ir nesudarant kliūčių judumui. Pagal strategijoje „2020 m. Europa“ numatytą pavyzdinę iniciatyvą „Tausiai išteklius naudojanči Europa ir naująją 2011 m. efektyvaus energijos vartojimo planą COM(2011) 109 svarbiausias Europos transporto politikos tikslas – padėti sukurti sistemą, kuri sudarytų sąlygas skatinti Europos ekonominę pažangą, didinti konkurencingumą ir teikti aukštos kokybės judumo skatinimo paslaugas, o išteklius naudoti kur kas efektyviau. Iš tiesų tai reiškia, kad transporto sektorius turi naudoti mažiau ir švaresnės energijos, geriau išnaudoti modernią infrastruktūrą ir mažinti neigiamą poveikį aplinkai. Viena iš iniciatyvų – panaudojant naujas tvarias degalų rūšis, sumažinant išmetamųjų teršalų emisijas. Iki 2030 m. numatoma dvigubai sumažinti įprastiniais degalais varomų automobilių naudojimą miestuose, pasiekiant, kad iki 2050 m. miestuose jų nebeliktų. Vizijoje numatoma, kad iki 2050 m. aviacijos sektoriuje naudojami tvarūs ir mažai anglies dioksido išskiriantys degalai sudarytų 40 %, o taip pat iki 2050 m. sumažinti ES jūrų transporto sektoriuje 40 % išmetamo anglies dvideginio (CO₂) kiekį [1].

Biodegalams kaip niekam kitam tinka posakis: nauja – tai tik pamiršta sena. Jai pažvelgtumėm į istoriją, 1900 m. Paryžiuje Rudolfas Dyzelis vykusioje parodoje pademonstravo dyzelinį variklį varoma riešutų aliejumi. Nepamirštas ir Henrio Fordo sukonstruotas etanolio varomas Ford-T automobilis. Palaipsniui mineraliniai degalai išstūmė biodegalus ir jie ėmė atrodyti kaip techniškai sunkiai įgyvendinamas dalykas. Pasauliniame kontekste išsiskyrė tik Brazilija, po 1973 m. naftos krizės įgyvendinusi plačią etanolio gamybos programą.

Šiuo metu daugelyje šalių plačiai naudojami biodegalai dyzeliniams varikliams yra biodyzelinas tai augalinių aliejų metilo ar etilo esteriai, gaunami peresterinant alkoholiu (metanolio arba etanolio) naudojant šarminį katalizatorių, kurie savo savybėmis panašūs į mineralinius degalus. Kaip pagrindinė žaliava biodyzelino gamybai Europos Sąjungos (ES) šalyse yra rapsų aliejus [3]. Iš jų pagaminama net 84 % tam skirta aliejaus [4]. Be to, biodegalams gaminti naudojamas nedidelis kiekis saulėgrąžų aliejaus (apie 13 %). Beveik tiek pat sunaudojama sojų, palmių ir kitų rūšių aliejaus. Biodyzelinas yra iš rapsų arba kitų aliejingų augalų aliejaus pagamintas riebiųjų rūgščių metilo ar etilo esteris. Riebiųjų rūgščių metilo (RME) ar etilo esteris (REE) gaunamas vykdant peresterinimo procesą esant katalizatoriams (natrio ar kalio šarmams), kuomet trigliceridų (riebalų) molekulės reaguoja su metanolio (pramonėje dažniausiai naudojamas dėl savo nedidelės kainos) ar etanolio ir reakcijos metu susidaro trumpesnės, linijinės formos riebalų rūgščių ar (etil-) metilesterių molekulės ir atsiskiria trihidroksilis alkoholis-glicerolis.

Reikalavimai biodyzelino gamybai ir aplinkosauginė nauda

Pagal kilmę biodyzelinas ir dyzelinas skirtingi. Norint biodyzeliną naudoti dyzeliniame variklyje, jo fizikinės ir cheminės savybės turi prilygti mineralinio dyzelino savybėms. Šių degalų kokybę apibūdinama eksploatacinėmis (takumas, garingumas, užsidegamumas, korozingumas, stabilumas), fizikinėmis ir cheminėmis (tankis, klampa, rugštingumas ir tt.) ir aplinkosauginėmis savybėmis. ES šalyse biodyzelino kokybę reglamentuoja EN14214 standartas (1 lentelė) [5]. Šie standartai yra privalomi visiems biodyzelino gamintojams, bei importuotojams.

1 lentelė

Bendrieji riebiųjų rūgščių metilesterių kokybės reikalavimai

Savybė	Matavimo vienetas	Ribinės vertė		Tyrimo metodas
		min.	maks.	
Esterio kiekis	% (masės)	96,5		EN 14103
Tankis esant 15 °C	kg/m ³	860	900	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Klampa esant 40 °C	mm ² /s	3,50	5,00	EN ISO 3104
Pliūpsnio temperatūra	°C	120	-	EN ISO 3679
Sieros kiekis	mg/kg	-	10,0	EN ISO 20846 EN ISO 20884
Koksingasis likutis (produkto distiliavimo 10 % likučio)	% (masės)	-	0,30	EN ISO 10370
Cetaninis skaičius		51,0		EN ISO 5165
Sulfatuotų pelenų kiekis	% (masės)	-	0,02	ISO 3987
Vandens kiekis	mg/kg	-	500	EN ISO 12937
Bendrasis priemaišų kiekis	mg/kg	-	24	EN 12662
Vario plokštelės korozija	korozijos laipsnis	1 laipsnis		EN ISO 2160
Atsparumas oksidacijai esant 110 °C	h	6,0	-	EN 14112
Rūgščių skaičius	mg KOH/g		0,50	EN 14104
Jodo skaičius	g J ₂ /100 g		120	EN 14111
Linoleno rūgšties metilesterio kiekis	% (masės)		12,0	EN 14103
Polinesočiųjų (≥ 4 dvigubos jungtys) metilesterių kiekis ¹	% (masės)		1	
Metanolio kiekis	% (masės)		0,20	EN 14110
Monogliceridų kiekis	% (masės)		0,80	EN 14105
Digliceridų kiekis	% (masės)		0,20	EN 14105
Trigliceridų kiekis	% (masės)		0,20	EN 14105
Laisvojo glicerolio kiekis	% (masės)		0,02	EN 14105 EN 14106
Bendrojo glicerolio kiekis	% (masės)		0,25	EN 14105
I grupės metalų (Na+K) kiekis	mg/kg		5,0	EN 14108
II grupės metalų (Ca+Mg) kiekis	mg/kg		5,0	EN 14109 EN 14538
Fosforo kiekis	mg/kg		10,0	EN 14107

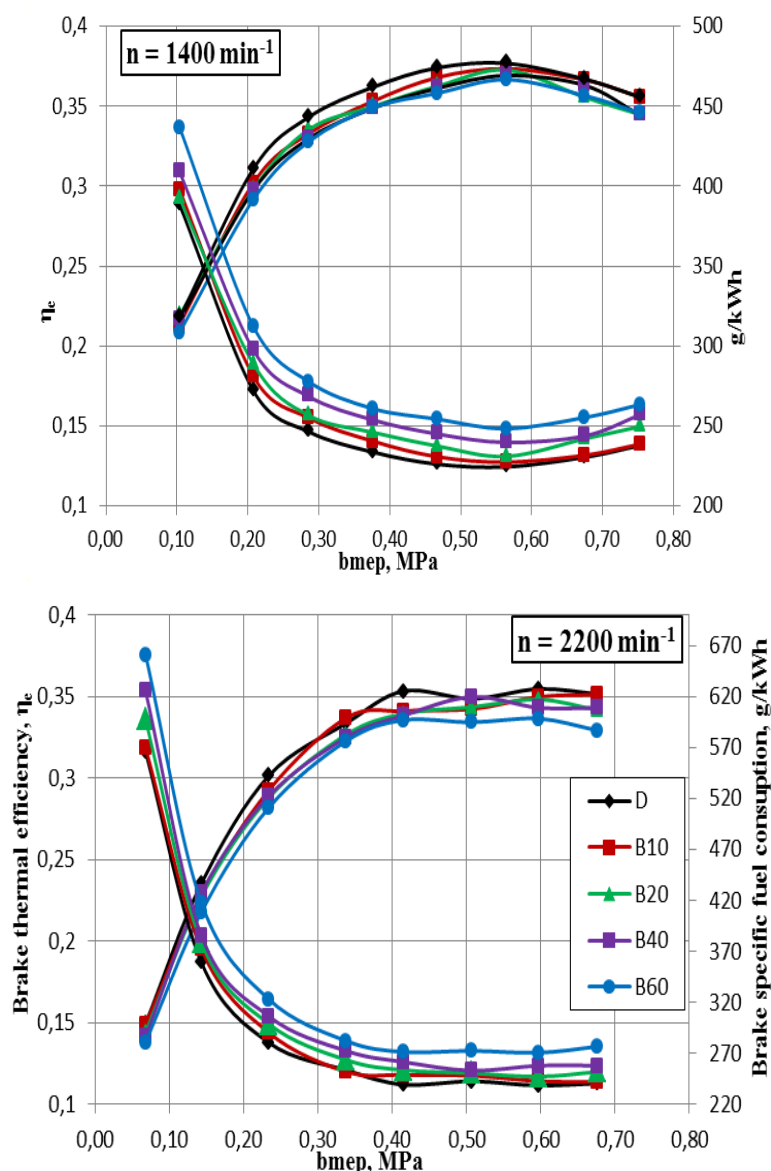
Šaltinis: LST, E. (2003). Automobiliniai degalai. Riebalų rūgščių metilesteriai (RRME), skirti dyzeliniams varikliams

Kaip pagrindinis rodiklis yra esterio kiekis, kuris priklauso nuo biodegalų gamybos technologijos. Biodyzelino prigimtį parodantis rodiklis yra jo riebalų rūgščių sudėtis. Šių alternatyvių degalų grynumą apibrėžia laisvojo glicerolio kiekis jame, priklausantis nuo taikyto gamybos metodo, produkto valymo ir gryninimo būdo [6].

Cetaninis skaičius lemia degalų degimo kokybę. Aukšta šio skaičiaus vertė sutrumpina intervalą nuo degalų išpurškimo iki jų užsidegimo. RME cetaninis skaičius yra maždaug toks, kaip ir dyzelinių degalų, tačiau jo garingumas blogesnis, plyksnio temperatūra 2,2 karto aukštesnė. RME naudojimo dyzeliniams varikliams maitinti pranašumas yra jo riebalinių rūgščių sudėtyje didesnis (10,9 %) deguonies kiekis, todėl degalai geriau sudega ir sumažinama daugelio kenksmingų komponentų ir nesudegusių suodžių emisija.

Dėl ilgų, nemobilių molekulių grandinių, RME pasižymi didesniu klampiu, lyginant su dyzeliniais degalais. Kinematinė klampa vienas iš svarbiausių degalų rodiklių, kuri indikuoja medžiagos pasipriešinimą judėjimui, tai turi įtakos degalų įpurškimo ir išpurškimo kokybei, ypač esant šaltesnėms aplinkos sąlygoms.

Skirtingos RME ir dyzelinių degalų fizikinės ir cheminės savybės turi įtakos variklio darbo ir ekologiniams aspektams [8]. Degalų ekonomija ir deginių emisija yra glaudžiai susijusios, todėl jų optimizavimas priklauso nuo degalų tiekimo sistemos ir variklio konstrukcijos, apkrovos ir alkūninio veleno sukimosi dažnio, daugelio reguliuojamųjų parametrų, biodegalų fizinių ir cheminių savybių bei kitų veiksnių. Tikslu išsiaiškinti RME kiekio degaluose įtaką dyzeliniuose degaluose, variklio darbo ir deginių emisijos rodikliams, Aleksandro Stulginskio Universiteto, Jėgos ir transporto inžinerijos instituto variklių bandymų laboratorijoje buvo atlikti tyrimai. Bandymai atlikti su dyzeliniais degalais ir jo mišiniais su RME. Tyrimų rezultatai parodė, kad mažesnis šilumingumas RME ir jo mišinių su dyzeliniais degalais, (1 pav.) mažina variklio efektyviųjų naudingumo koeficientą (η_e) ir didina lyginamąsias degalų sąnaudas (b_e) [14]. Energijos kiekį degaluose apibūdina jų šilumingumas. Rapsų metilo esterio žemutinis šilumingumas 12,5 %, mažesnis palyginti su dyzeliniais degalais. Biodyzelino tankis yra didesnis, nei dyzelinių degalų ($820 - 845 \text{ kg/m}^3$). Šis tankio skirtumas ir veikia degalų šilumingumą, jų sunaudojamą degalų kiekį, patenkantį į degimo kamerą. Tai patvirtina ir kitų mokslininkų gauti tyrimų rezultatai [7,10].



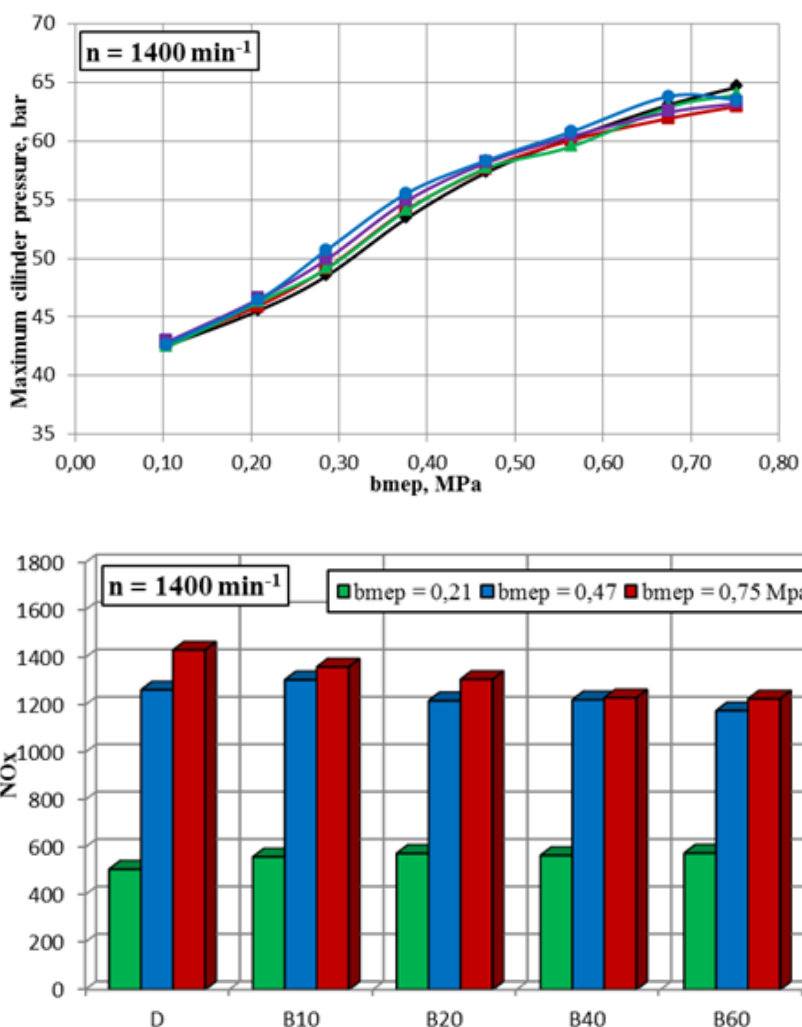
1 pav. Variklio lyginamųjų efektyviųjų degalų sąnaudų ir efektyviojo naudingumo koeficiento priklausomybė nuo apkrovos (bmep)

Eksperimentiniuose tyrimuose geležinkelio transporte, šilumvežio variklyje naudoto dyzelinių degalų ir apie 40% RME pagal tūrį degaluose gauti rezultatai parodė jog ekonominiai ir ekologiniai parametrai mažai skiriasi nuo dyzelinių degalų gautų rezultatų [11].

Atlikti bandymai su vieno cilindro, tiesioginio įpurškimo dyzeliniu varikliu tyrimų rezultatai patvirtina, kad biodegalų sąnaudos, anglies viendeginio (CO), kietųjų dalelių (PM) emisijos ir deginių

dūmingumas (D) yra didesni, tačiau jų generuojamos maksimalios CO_2 ir azoto dvideginio (NO_2) emisijos palyginti su dyzelinių degalų atitinkamomis emisijomis, kai kuriems variklio darbo režimams gali būti mažesnės [16]. Mažesnes NO_2 emisijas sąlygoje biodegalų sudėtyje esantis deguonis, kurio optimalus kiekis mišinyje gali didinti deginių temperatūrą ir stimuliuoti NO_2 atgalinę konversiją į azoto viendeginio (NO) [15].

Bendroji azoto oksidų (NO_x) emisija, kaip dviejų kenksmingų komponentų NO ir NO_2 suma, faktiškai priklauso nuo biodegalų gamybai naudojamos žaliavos, jų struktūros ir cheminės sudėties, oksidacijos laipsnio, terminio stabilumo ir jodo skaičiaus. Atlikti tyrimai dyzeliniu varikliu D-243 dirbant su dyzeliniais degalais ir jo mišiniais su RME, pastebėta, kad maksimalų dujų slėgio padidėjimą cilindre ir didžiausias NO_x reikšmes gali generuoti ne visi variklio apkrovos ir sukimosi dažnio diapazonai, o tam tikros specifinės variklio darbo sritys. Varikliui dirbant maža apkrova ir 1400 min^{-1} sūkių dažniu, degalų mišiniais B10, B20, B40 ir B60 bendroji azoto oksidų emisija padidėjo 10,2 %, 13,1 %, 11,5 % ir 13,3 %, atitinkamai, lyginant su variklio darbu dyzeliniais degalais. Apkrovą padidinus iki ($\text{bmep} = 0,47 \text{ MPa}$), tik B10 mišiniu veikiančio variklio NO_x emisija buvo 3,4% didesnė, lyginant su dyzeliniais degalais. Naudojant B20 ir B40 mišinius, NO_x emisija sumažėjo atitinkamai 3,6 % ir 3,3 %, o naudojant mišinį B60 – 6,9 %. Varikliui veikiant maksimalaus sukimo momento režimu, azoto oksidų emisija sumažėjo 9 %, 8,6 %, 14,1 % ir 14,4 %, naudojant atitinkamai B10, B20, B40 ir B60 mišinius. Šie pokyčiai gerai koreliuoja su šilumos išsiskyrimo ir slėgio cilindre kitimo pokyčiais [14].



2 pav. Maksimalaus slėgio cilindre ir azoto oksidų emisijos priklausomybė nuo apkrovos

Kaip ir kiti atsinaujinantys biodegalai, RME aplinkos sąlygomis greitai, per 21–30 dienų, visiškai suyra, yra netoksiškas, jo sudėtyje beveik nėra sieros, todėl, esant didelei variklio apkrovai ir aukštai dujų temperatūrai cilindre, nesiformuoja sulfatai ir kietųjų dalelių emisija gali sumažėti netgi 24 %.

Filtravimo temperatūra paprastai naudojama kaip rodiklis apibūdinti degalų eksploatavimo savybes esant žematemperatūrinėms klimato sąlygoms. Biodyzelinas tirpdo per ilgesnį laiką degalų bakuose, filtrų korpusuose bei vamzdynuose susikaupusias nuosėdas. Staiga padidėjęs teršalų kiekis gali užkimšti degalų

sistemos filtrus ir sutrikdyti visos maitinimo sistemos darbą. Ypač tai aktualu, kai degalai laikomi atsitiktinėse nešvariose talpyklose ir į bakus pilami nefiltruoti. Todėl prieš biodyzelino panaudojimą rekomenduojama išplauti visą maitinimo sistemą, pakeisti filtravimo elementus arba visuomet jų turėti atsargoje.

Vienas pagrindinių biodyzelino gyvavimo ciklo vertinimo rodiklių yra gyvavimo ciklo energijos veiksmingumo rodiklis R1. Atsinaujinantiems energijos ištekliais priskiriami degalai, kurių energijos santykis su bendrosiomis energijos sąnaudomis gaunamas didesnis, nei 1. Daugumos autorių darytinės išvados, jog RME gyvavimo ciklo rodikliams didelę įtaką turi žemės ūkio ir perdirbimo technologijos [9]. Pagrindinis privalumas, naudojant biodyzeliną, kaip transporto degalus, yra tas, kad lyginant su tradiciniu dyzelinu, jis gali padėti sumažinti šiltnamio dujų emisijas. Gryno biodyzelino naudojimas CO₂ emisijas sumažintų 50-60 %, o naudojant 5 % mišinį - CO₂ emisijos sumažėja 2-2,5 %. Šie skaičiavimai atlikti, įvertinus visą biodyzelino „gyvavimo ciklą“ – pradedant derliaus auginimu, biodegalų gamyba ir biodyzelino panaudojimu transporto priemonėse. Autorių eksperimentinių tyrimų rezultatuose panaudojus RME degaluose gaunamos mažesnės anglies viendeginio CO, nesudegusių angliavandenilių (HC), kietųjų dalelių PM emisijos ir gaunamas mažesnis deginių dūmingumas, tačiau aptinkami didesni azoto oksidų NO_x kiekiai deginiuose [7,12].

Teoriškai, biodyzelinas gali būti be anglies, nes anglis, išsiskirianti jam degant, natūraliai įsisavinama augančių augalų iš atmosferos. Tačiau praktiškai, anglies sutaupymai gaminant biodyzeliną iš aliejinių augalų yra riboti, nes auginimo ir apdorojimo metu grūdai maišomi su iškastiniu kuru. Biodyzelino naudojimas gali padėti pasiekti Europos nustatytus rodiklius mažinant klimato kaitą. Biodyzelinas taip pat gali padėti sumažinti kai kuriuos transporto priemonių išmetimus, tačiau biodyzelino naudingumas priklauso nuo transporto priemonės tipo ir degalų specifikacijos. Biodyzelinas yra gaminamas iš Europos vietinių žaliavų, taip mažindamas Europos priklausomybę nuo importuojamos žaliavinės naftos. Biodyzelinas yra saugiai ir lengvai suskaidomas mikroorganizmų, ir tai yra didelis privalumas, kai kuriais atvejais, pvz. laivyboje ekologiškai jautriuose vidaus vandenyse [13].

Išvados

1. Siekiant sumažinti neigiamą biodyzelino gamybos poveikį maisto sektoriui, būtina ieškoti alternatyvių žaliavų biodyzelino gamybai, potencialiai išnaudojant naujų rūšių aliejinguosius augalus.
2. Biodegalų naudojimas vidaus degimo varikliuose siūlo ryškius pranašumus, susijusius su ekologinės ir aplinkosauginės situacijos gerinimu šalyje.

Literatūra

1. Komisija, Europos. "Baltoji knyga: Bendros Europos transporto erdvės kūrimo planas." Konkurencingos efektyviu išteklių naudojimu grindžiamos transporto sistemos kūrimas (2011).
2. Juškys, Andrius. "Atsinaujinančių išteklių energijos reguliavimas Europos Sąjungos teisėje: raida ir tendencijos." *Renewable energy* 183 (2012): 200.
3. Caresana, F. 2011. Impact of biodiesel bulk modulus on injection pressure and injection timing. The effect of residual pressure. *Fuel*, 90(2), 477-485.
4. Gumbytė, M., Makarevičienė, V., Kalenskaya, S., & Junik, A. (2013). Aliejingųjų augalų aliejaus panaudojimo galimybės biodyzelino gamybai. *Žemės ūkio mokslai*, 20(1).
5. LST, E. (2003). Automobiliniai degalai. Riebalų rūgščių metilesteriai (RRME), skirti dyzeliniams varikliams. Reikalavimai ir tyrimų metodai [Automotive Fuels. Fatty Acid Methyl Esters (FAME) for Diesel Engines. Requirements and Test Methods].
6. Xue, J.; Grift, T.; Hansen, A. Effect of biodiesel on engine performances and emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011, vol.15, p. 1098–1116.
7. Labeckas, G., Slavinskas, S. The effect of rapessed oil methyl ester on direct-injection Diesel engine performance and exhaust emissions. *Elsevier: Energy conversion and Management*, 2006, vol. 47, Nr. 13-14, p.1954-1967.
8. Lebedevas, S., Vaicekuskas, A., Lebedeva, D., Janulis, P., Makarevičienė, V. 2006. Research into operational parameters of diesel engines running on RME biodiesel. *Transport* 21(4): 260–268.
9. Janulis, P., Makarevičienė, V., Sendžikienė, E. Life cycle efficiency indicators of fatty acid methyl esters. *Research papers of Iag Eng LUA&LU of Ag*, 2005, vol 37, no 1, 84-93.
10. McCarthy P, Rasul MG, Moazzem S. Analysis and comparison of performance and emissions of an internal combustion engine fuelled with petroleum diesel and different biodiesels. *Fuel* 2011,90(6):2147–57.
11. Lingaitis, L.P., Pukalskas S. 2008. The economic effect of using biological diesel oil on railway transport. *Transport* 23(4): 287–290.
12. Nwafor, O.M.I.: Emission characteristics of Diesel engine operating on rapeseed methyl ester, *Renewable Energy*, Vol. 29, No. 1, pp. 119-129, 2004.
13. Santrauka apie kelių transporto kurą ir technologijas aplinkosauginiu požiūriu. Švaresnis kuras ir transporto priemonės. Pažangi energetika Europa (2005).

14. Mickevičius, T., Slavinskas, S., Wierzbicki, S., Duda, K. The effect of diesel-biodiesel blends on the performance and exhaust emissions of a direct injection off-road diesel engine. *Transport* 29(4): 440-448.
15. Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. McGraw-Hill Science/Engineering/Math. 930 p
16. Lin, C. Y., & Huang, J. C. (2003). An oxygenating additive for improving the performance and emission characteristics of marine diesel engines. *Ocean Engineering*, 30(13), 1699-1715.

BIODIESEL FOR DIESEL ENGINES: A REVIEW

Summary

Biofuels usage in internal combustion engines is relevant for two reasons. Firstly, internal combustion engines, especially diesel engines, are one of the main pollution sources. Combustion of petroleum fuels increased air pollution. One of the ways to reduce the harmful exhaust emission of internal combustion engine is to use biofuels as alternative fuel. Secondly, the petrol reserves decreases in the world rapidly. Scientists have calculated, that the global oil reserves at today's needs will be enough only for a few decades. Therefore, the alternative fuel is expected to increase. This paper provides the possibilities of the first biofuels generation usage in diesel engines.

Keywords: *Diesel fuel, diesel engine, biofuel, emission of the exhausts.*

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Tomas Mickevičius

Mokslo laipsnis ir vardas: magistras

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: technologijos mokslai, transporto inžinerija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 652 55737, t.mickevicius@yahoo.com

Autoriaus vardas, pavardė: Marius Mažeika

Mokslo laipsnis ir vardas: mokslų daktaras

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: technologijos mokslai, transporto inžinerija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 608 62765, marius.mazeika@yahoo.com

Autoriaus vardas, pavardė: Esmeralda Štys

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktarė

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto pirmininkė, docentė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: technologijos mokslai, transporto inžinerija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 610 48810, esmera12@gmail.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Tomas Mickevičius

Science degree and name: Master Degree

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Lecturer of Transport and Mechanical Fields Study Programs Committee.

Author's research interests: Technological Sciences, Transport Engineering.

Telephone and e-mail address: +370 652 55737, t.mickevicius@yahoo.com

Author name, surname: Marius Mažeika

Science degree and name: Doctor of Technological Sciences

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Lecturer of Transport and Mechanical Fields Study Programs Committee.

Author's research interests: Technological Sciences, Transport Engineering.

Telephone and e-mail address: +370 608 62765, marius.mazeika@yahoo.com

Author name, surname: Esmeralda Štys

Science degree and name: Doctor of Technological Sciences, Associated Professor

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Chairperson of Transport and Mechanical Fields Study Programs Committee, Associated Professor.

Author's research interests: technological sciences, transport engineering.

Telephone and e-mail address: +370 610 48810, esmera12@gmail.com

SLĖGINIO UŽDEGIMO VARIKLIO RODIKLIŲ LYGINAMASIS TYRIMAS NAUDOJANT „NESTE FUTURA“ IR „NESTE PRO DIESEL“ DEGALUS

Alfredas Rimkus^{1,2}, Vytenis Surblys¹, Saulius Stravinskas¹, Romualdas Širvinskas¹

¹ Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, ² Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Anotacija

Straipsnyje pristatyti slėginio uždegimo variklio energetinių ir ekologinių rodiklių lyginamasis tyrimas varikliui veikiant dyzeliniais degalais „Neste Futura“ ir „Neste Pro Diesel“. 15 % „Neste Pro Diesel“ dyzelino sudaro sintetiniu būdu (NexBTL technologija) iš biomasės pagaminti biodegalai. Biodegalai keičia dyzelino fizines ir chemines savybes ir variklio veikimo rodiklius. Stendiniais bandymais nustatyta, kad, dyzeliną pakeitus degalais „Pro Diesel“, variklio energetiniai rodikliai mažai kinta, tačiau ekologiniai rodikliai gerėja. Išmetamosiose dujose sumažėja nepilno degimo produktų (anglies dvideginio, angliavandenilių) koncentracija ir dūmingumas.

Reikšminiai žodžiai: slėginio uždegimo variklis, Neste Pro Diesel, variklio energetiniai rodikliai, variklio ekologiniai rodikliai.

Išvadas

Slėginio uždegimo varikliai yra vienas iš pagrindinių aplinkos taršos šaltinių, kadangi deginant dyzeliną į atmosferą išmetamas didelis kiekis žalingų medžiagų, kurios sąlygoja klimato atšilimą, formuoja smogą, rūgščius lietus ir kt.

Vienas iš būdų, padedančių sumažinti žalingą deginių poveikį aplinkai, sukeliantį šiltnamio efektą, ir sumažinti energetinę priklausomybę nuo naftinės kilmės degalų, yra biodyzelino (RME) ir biodyzelino pagaminto iš atsinaujinančių energijos šaltinių (biomasės) pagal naują NexBTL technologiją, mišinių naudojimas. RME, palyginus su dyzelinu, turi didesnę klampumą, didesnę cetaninį skaičių ir mažesnę suspaudžiamumą. Gryno RME maksimalus slėgis cilindre yra mažesnis nei dyzelino, nes turi mažesnę žemutinį šilumingumą. RME sumažina CO₂, CO, CH ir dūmingumą, tačiau padidina NO_x emisiją dėl geresnio H/C masių santykio, didesnio deguonies kiekio degaluose (M. Shahabuddin *et al.*, 2013: 630).

Mokslininkai iš įvairių šalių atlieka daug tyrimų ir bandymų, siekdami ištirti biodyzelino mišinių įtaką vidaus degimo variklių energetiniams ir ekologiniams rodikliams. Vidutinis visų kenksmingųjų medžiagų išmetamosiose dujose sumažėjimas, lyginant su įprastiniu dyzelinu, aiškiai pastebimas naudojant 100 % biodyzelino pagaminto iš atsinaujinančių energijos šaltinių (biomasės). Pats ryškiausias sumažėjimas – apie 35 % pastebimas matuojant dūmingumą, NO_x emisija sumažėja apie 5 % (Aatola *et al.*, 2008: 5).

Naudojant biodyzelino, pagaminto iš atsinaujinančių energijos šaltinių (biomasės) pagal NexBTL technologiją ir dyzelino mišinius, kuriuose biodyzelino yra nuo 10 iki 30 %, žymiai sumažėja NO_x emisija. Taip pat pastebimas CO, CH bei kietųjų dalelių sumažėjimas. Biodyzelinas, neturintis pelenų, prailgina kietųjų dalelių filtrų tarnavimo laiką (Neste Oil, 2014: 29).

Mokslinėje literatūroje nėra konkrečiais bandymais apibrėžta biodyzelino, pagaminto iš atsinaujinančių energijos šaltinių (biomasės) pagal NexBTL technologiją, įtaka slėginio uždegimo variklio energetiniams ir ekologiniams rodikliams.

1 lentelėje pateiktos svarbiausios fizinės ir cheminės degalų, iš kurių mišinių pagaminti bandomieji „Neste Futura“ ir „Neste Pro Diesel“ degalai, savybės.

1 lentelė

Degalų savybės

Fizinės ir cheminės savybės	Dyzelinas	RME	NexBTL
Tankis, (esant 20° C), kg/m ³	≈ 840	≈ 880	≈ 720
Žemutinis šilumingumas, MJ/kg	43,1	37,5	44,1
Cetaninis skaičius	≈ 53	≈ 51	> 70
Cheminė sudėtis, % (C, H ₂ , O ₂)	87,0	77,0	Nėra duomenų
	12,6	12,1	
	0,04	10,9	
Klampa (esant 40° C), mm ² /s	≈ 3,50	≈ 4,50	2,00–4,00

Šaltinis: Neste Oil, 2014

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti ir įvertinti variklio energetinių ir ekologinių rodiklių pokyčius dyzelinius degalus „Neste Futura“ pakeitus „Neste Pro Diesel“.

2. Pateikti apibendrintas biodyzelino, pagaminto pagal NexBTL technologiją, įtakos VDV energetiniams ir ekologiniams rodikliams išvadas.

Tyrimo metodika

Eksperimentiniai tyrimai atlikti Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijoje, Automobilių diagnostikos laboratorijoje. Bandymams atlikti naudotas automobilis Škoda Octavia (2002 m.), turintis 1.9 l TDI (ALH) 66 kW galios slėginio uždegimo variklį.

Siekiant nustatyti degalų sąnaudas ir išmetamųjų dujų sudėtį, naudotas kompiuterizuotas lengvųjų automobilių traukos stendas CARTEC LPS 2510 (1 pav.), deginių analizatorius TECHNOTEST 488, dūmingumo matuoklis CARTEC LCS 2400 ir diagnostinis prietaisas ROSS-TECH VCDS. Diagnostikos prietaisas naudotas nuskaityti automobilio degalų sąnaudas. Traukos stendas turi galimybę testuoti automobilius bet kuria pavarą su bet kokia pasirinkta apkrova ar apskaičiuota varža. Automobiliui apkrovą sukuria sūkurinių srovių elektromagnetinis stabdys, kuris ratams perduodamą mechaninę variklio energiją paverčia šilumine energija ir išspinduliuoja ją į aplinką. Traukos stendo pagrindiniai techniniai duomenys pateikti 2 lentelėje, o deginių analizatorių techniniai duomenys – 3 lentelėje.

2 lentelė

Automobilių traukos stendo techniniai duomenys

Parametras \ Įrenginys	Automobilio traukos stendas CARTEC LPS 2510
Apkrovos įrenginys	Elektromagnetinis sūkurinių srovių stabdys
Maksimali matuojama apkrova, t	3,5
Didžiausia stendo matavimo galia, kW	400
Didžiausia stendo stabdymo galia, kW	360
Matavimo paklaida	± 2

Šaltinis: Snap-on Equipment GmbH, CARTEC Chassis dynamometers LPS for cars. Germany

3 lentelė

Deginių analizatorių techniniai duomenys

Parametras \ Aprašymas	Matavimo ribos	Skalės paklaida
Deginių analizatorius TECHNOTEST 488		
CO	0–9,99 % vol.	0,01 % vol.
CO ₂	0–19,9 % vol.	0,1 % vol.
CH	0–9999 ppm vol.	1 ppm
NO _x	0–2000 ppm vol.	5 ppm
O ₂	0–25 % vol.	0,01 % vol.
λ (apskaičiuotas)	0,5–2,000	0,001
Dūmingumo matuoklis CARTEC LCS 2400		
Absorbcijos koeficientas	0–16 m ⁻¹	0,15 m ⁻¹ (matuojant iki 2,5 m ⁻¹)

Šaltinis: CARTEC ir TECHNOTEST dokumentacija

Prieš atliekant bandymus traukos stende įvedami automobilio rodikliai, reikalingi apkrovai formuoti:

- automobilio oro aptakumo koeficientas;
- frontalaus paviršiaus plotas;
- automobilio svoris;

Pirmiausia su „Neste Futura“ ir „Neste Pro Diesel“ degalais išmatuojama išorinė greičio charakteristika, vėliau bandymai atliekami automobiliui važiuojant kelio režimu. Duomenys fiksuojami automobiliui važiuojant 50 km/h, 60 km/h, 70 km/h, 80 km/h ir 90 km/h greičiu, esant įjungtai III ir IV pavarai. Bandymų metu buvo matuojama automobilio apkrova, važiavimo greitis, variklio sūkių dažnis, nuostoliai automobilio transmisijoje, degalų sąnaudos ir išmetamųjų dujų sudėtis. Iš kiekvienos 3 bandymų serijos duomenų apskaičiuotas vidurkis. Bandymai atlikti deaktyvavus aušinimo sistemos radiatoriaus ventiliatorių, kuris galėjo savaime įsijungti ir padidinti variklio apkrovą ir degalų sąnaudas.



1 pav. Lengvasis automobilis įtvirtintas CARTEC LPS 2510 stende ir su prijungtais deginių analizatoriais TECHNOTEST 488 ir CARTEC LCS 2400

Tiriami degalai sudaryti iš dyzelino ir biodyzelino degalų mišinių. „Neste Futura“ degalai sudaryti iš $K_{Dyz} = 95\%$ (mišinio masės) dyzelino ir $K_{BD} = 5\%$ biodyzelino (RME – rapsų metilo esteris). Šie degalai žymimi D. „Neste Pro Diesel“ degalai sudaryti iš $K_{Dyz} = 85\%$ dyzelino ir $K_{BD} = 15\%$ biodyzelino pagaminto iš atsinaujinančių energijos šaltinių (biomasės) pagal NexBTL technologiją. Degalai žymimi ProD. Dyzelino žemutinis šilumingumas $H_{z,Dyz} = 43,1$ MJ/kg; RME biodyzelino $H_{z,BD,RME} = 37,5$ MJ/kg, NexBTL biodyzelino $H_{z,BD,NexBTL} = 44,1$ MJ/kg (Neste Oil, 2014: 14). Degalų mišinio žemutinė šilumingumo vertė apskaičiuojama taikant adityvumo principą:

$$H_{z,m} = \frac{H_{z,Dyz} \cdot K_{Dyz}}{100} + \frac{H_{z,BD} \cdot K_{BD}}{100}, \quad (1)$$

Apskaičiuotas „Neste Futura“ žemutinis šilumingumas $H_{z,D} = 42,81$ MJ/kg, „Neste Pro Diesel“ $H_{z,ProD} = 43,25$ MJ/kg.

Taikant adityvumo principą nustatome ir degalų mišinių tankį $\rho_{d,m}$. Atskirų komponentų tankiai: $\rho_{Dyz} = 840$ kg/m³; $\rho_{RME} = 880$ kg/m³; $\rho_{NexBTL} = 720$ kg/m³ (Aatola *et al.*, 2008: 2). Apskaičiuotas degalų tankis: $\rho_D = 842$ kg/m³ ir $\rho_{ProD} = 822$ kg/m³.

Valandinės degalų sąnaudos (kg/h) nustatomos pagal formulę:

$$B_d = \frac{B_{100} \cdot \rho_{deg} \cdot v}{10^5}, \quad (2)$$

čia: B_{100} – degalų sąnaudos 100 km ridos (l/100 km), v – automobilio greitis (km/h).

Lyginamosios efektyviosios degalų sąnaudos, g/kWh (Butkus, 2007: 126):

$$b_e = \frac{1000 \cdot B_d}{P_e}, \quad (3)$$

čia: P_e – variklio efektyvioji galia, kW.

Efektyvus naudingumo koeficientas parodo, kokia degalų degimo šilumos dalis variklyje paverčiama efektyviu darbu (Butkus, 2007: 126):

$$\eta_e = \frac{3600}{b_e \cdot H_{z,m}}, \quad (4)$$

Efektyvioji variklio galia nustatyta pagal formulę (Bosch, 2000: 330):

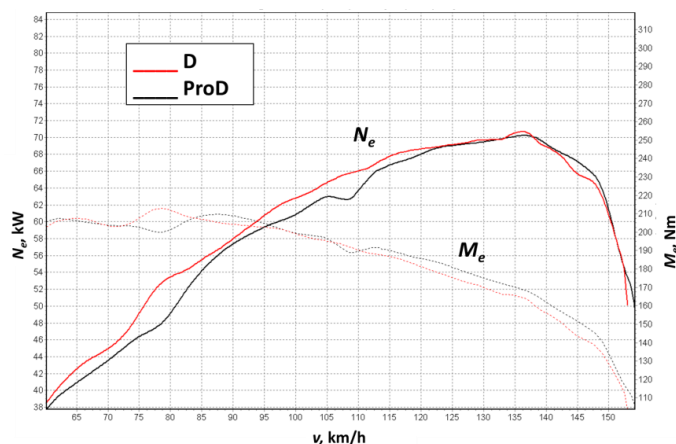
$$P_e = P_o + P_r + P_{tr}, \quad (5)$$

čia: P_o – oro pasipriešinimo galia, P_r – riedėjimo pasipriešinimo galia, P_{tr} – galios nuostoliai transmisijoje.

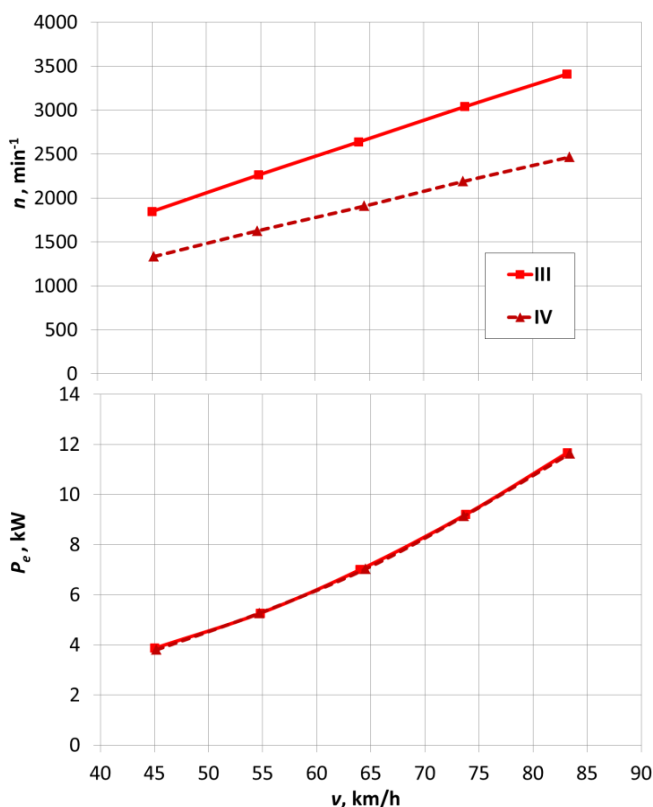
P_o ir P_r apskaičiuoja traukos stendo valdymo programa ir ši apkrova sukuriamą ant stendo būgnų. P_{tr} nustatyta traukos stendo pagalba.

Tyrimo rezultatai ir jų analizė

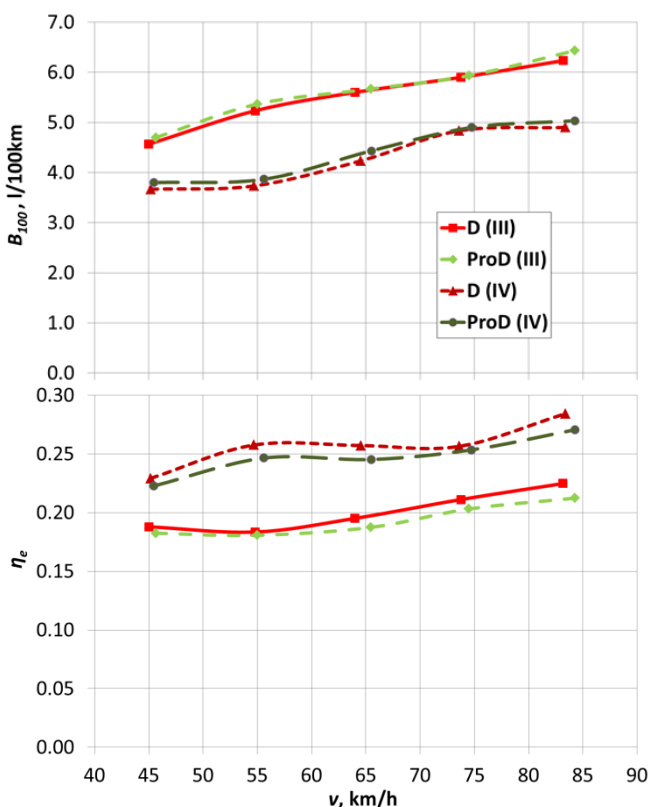
Traukos stendu matuojant išorinę greičio charakteristiką nustatyta, kad varikliui veikiant D išvystomas maksimalus sukimo momentas $M_e = 213 \text{ Nm}$ ($n \approx 2500 \text{ min}^{-1}$) ir maksimali efektyvioji galia $P_e = 70,7 \text{ kW}$ ($n \approx 4000 \text{ min}^{-1}$) (2 pav.). Veikiant ProD sukimo momentas mažėja iki 207 Nm (-2,8 %), o maksimali galia iki $68,3 \text{ kW}$ (-3,4 %). Sukimo momentas bei galia mažėja, nes D ir ProD degalų degimo savybės skiriasi ir reikia keisti degalų įpurškimo parametrus.



2 pav. Sukimo momento (M_e) ir galios (N_e) priklausomybė nuo automobilio greičio (v), varikliui veikiant dyzeliniu (D) ir prodyzeliniu (ProD) ir važiuojant IV pavarą
Šaltinis: sudaryta autorių



3 pav. Variklio sukimosi dažnis (n) ir apkrova (P_e), keičiant automobilio greitį (v) ir pavarą
Šaltinis: sudaryta autorių

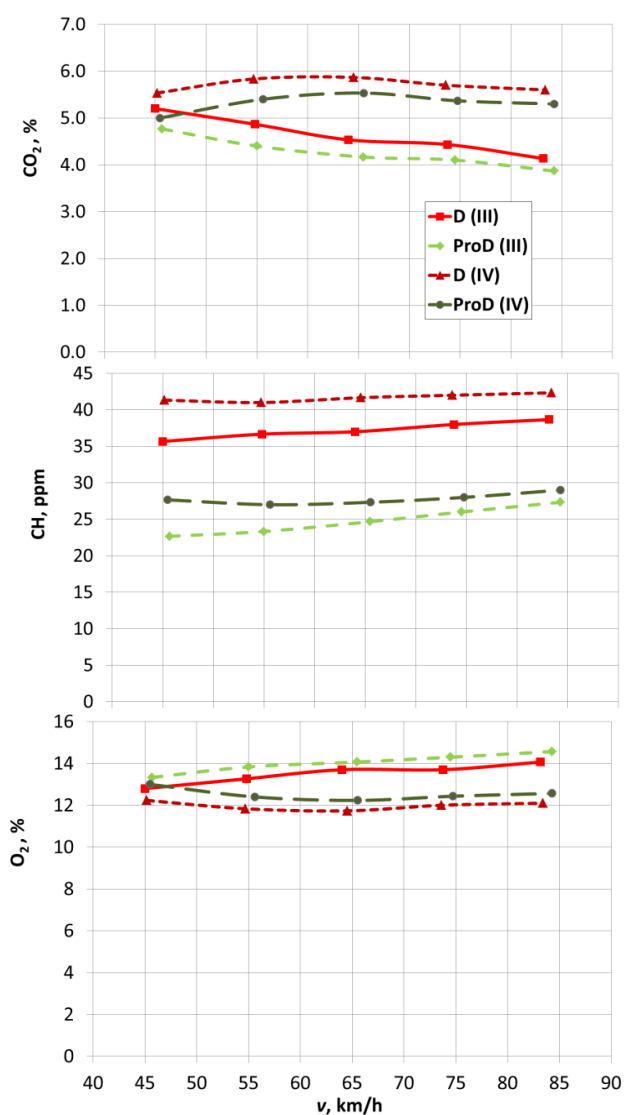


4 pav. Degalų sąnaudos (B_{100}) ir efektyvusis naudingumo koeficientas (η_e) keičiant automobilio greitį (v) ir pavarą, varikliui veikiant D ir ProD

Apkrovos stendu imituojant automobilio važiavimą keliu 50 km/h, 60 km/h, 70 km/h, 80 ir 90 km/h greičiu, realus automobilio greitis v , remiantis stendo parodymais, palyginus su automobilio spidometru, nustatytas $\sim 7,8 \%$ mažesnis (3 pav.). Važiuojant III pavarą ir didinant automobilio greitį, variklio sūkliai n kito nuo 1850 min^{-1} iki 3430 min^{-1} , važiuojant IV pavarą nuo 1330 min^{-1} iki 2480 min^{-1} . Variklio apkrova P_e augo nuo $3,8 \text{ kW}$ iki $11,5 \text{ kW}$.

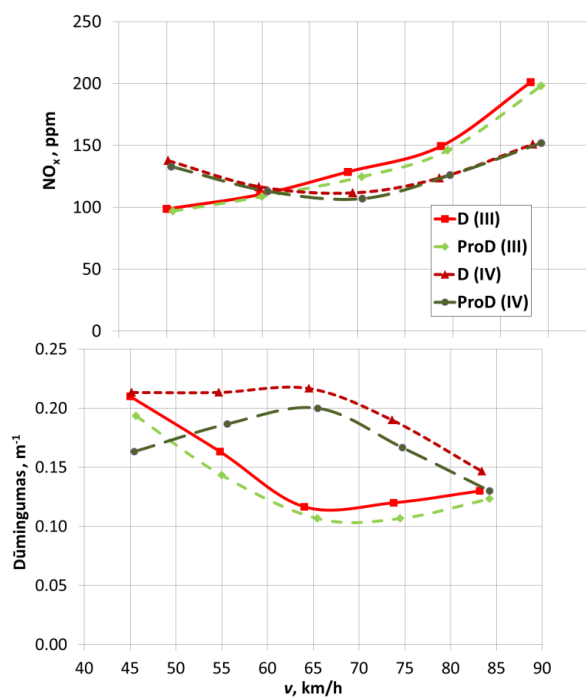
Mažiausios degalų sąnaudos 100 km ridos B_{100} (3,67...3,73 l/100 km) pasiektos važiuojant 50...60 km/h greičiu IV pavarą ir naudojant D (4 pav.). Naudojant ProD degalus sąnaudos šiame režime išauga iki 3,80...3,87 l/100 km. Visuose tirtuose režimuose degalų sąnaudos B_{100} , naudojant ProD, palyginus su D išaugo 1,9...3,1 %. Didžiausias variklio efektyvus naudingumo koeficientas $\eta_e = 0,284$ pasiektas naudojant D ir IV pavarą važiuojant 90 km/h greičiu, o naudojant ProD η_e siekia 0,271. Efektyvusis naudingumo koeficientas auga, didėjant variklio apkrovai, nes mažesnė degalų energijos dalis tenka variklio vidiniams mechaniniams nuostoliams (Heywood, 1988: 48). Tirtuose režimuose, D pakeitus ProD, efektyvusis naudingumo koeficientas vidutiniškai sumažėjo 3,7 %. Tai galima paaiškinti pakitusiomis degalų degimo savybėmis, kurios neįvertintos variklio elektroninio valdymo programoje (Bosch, 2009: 66).

Anglies dvideginio (CO_2) ir nesudegusių angliavandenilių (CH) koncentracija išmetamosiose dujose, automobiliui važiuojant žemesne (III) pavarą yra mažesnė dėl mažesnės variklio apkrovos ir mažesnio ciklinio įpurškiamų degalų kiekio (5 pav.). Tirtuose variklio veikimo režimuose D pakeitus ProD, CO_2 koncentracija sumažėja 6,3...8,0 %, nes ProD sudėtyje yra mažesnė anglies elementinė dalis. CH koncentracijos sumažėjimas (~ 33 %), naudojant ProD, paaiškinamas didesniu degalų prisotinimu deguonimi ir geresniu degaluose esančių angliavandenilių degimu (oksidacija). Didesnę deguonies koncentraciją ProD, palyginus su D, patvirtina 3,7...4,2 % išaugusi O_2 koncentracija išmetamosiose dujose.



5 pav. Anglies dvideginio (CO_2), angliavandenilių (CH) ir deguonies (O_2) koncentracija išmetamosiose dujose, keičiant automobilio greitį (v) ir pavarą, varikliui veikiant D ir ProD

Šaltinis: sudaryta autorių



6 pav. Azoto oksidų (NO_x) koncentracija išmetamosiose dujose ir dūmingumas, keičiant automobilio greitį (v) ir pavarą, varikliui veikiant D ir ProD

Šaltinis: sudaryta autorių

Tyrimo diapazone, didinant variklio sūkius ir apkrovą, gerėja cilindų pripildymas oru (auga kompresoriaus slėgis) ir degalais (auga ciklinis degalų kiekis), didėja degimo temperatūra ir tai įtakoja didesnę azoto oksidų (NO_x) koncentraciją išmetamosiose dujose (6 pav.). Deginių dūmingumas, automobiliui važiuojant greičiau, mažėja nes gerėja degimo procesas, o degusis mišinys dar yra pakankamai liesas. D pakeitus ProD, NO_x koncentracija išmetamosiose dujose nedaug (1,2...2,0 %) sumažėjo. Tai įtakoja biodegalų (NexBTL) priedas, kuris turi aukštesnį cetaninį skaičių, kas sumažina ProD užsiliepsnojimo gaisrės trukmę ir kinetinėje degalų degimo fazėje pasiekiamą maksimalią degimo temperatūrą. Nors ProD degimo temperatūra ir žemesnė už D, tačiau dūmingumas taip pat mažėja 9,3...12,7 %, nes kietųjų dalelių koncentracija deginiuose mažėja dėl santykinai mažesnio elementinio anglies kiekio degaluose ir išaugusios deguonies koncentracijos degiajame mišinyje.

Sudėtinga nustatyti efektyviausią automobilio eksploatavimo režimą, kompleksiskai vertinant ir energetinius ir ekonominius variklio rodiklius. Važiuojant IV pavarą 50 km/h greičiu ir esant mažiausiom degalų sąnaudoms 100 km ridos (B_{100}), maksimaliai išauga deginių dūmingumas, padidėja NO_x koncentracija. Įjungus žemesnę (III) pavarą, varikliui veikiant didesniais sūkiiais, ekologiniai rodikliai gerėja tačiau auga degalų sąnaudos. Didinant automobilio greitį, auga galia, reikalinga įveikti oro ir riedėjimo varžą ir pasipriešinimą automobilio transmisijoje, todėl didėja degalų sąnaudos. D pakeitus ProD, dėl pakitusių degalų degimo savybių, degalų sąnaudos išauga iki 3,1 %, tačiau pagerėja variklio ekologiniai rodikliai.

Išvados

Atlikti eksperimentiniai slėginio uždegimo variklio eksperimentiniai tyrimai, naudojant „Neste Futura“ ir „Neste Pro Diesel“ degalus, bei variklių veikimo rodiklių pokyčio analizę, leidžia įvertinti biodyzelino, pagaminto pagal NexBTL technologiją ir esančio „Neste Pro Diesel“ degalų sudėtyje, įtaką VDV energetiniams ir ekologiniams rodikliams:

3. „Neste Futura“ pakeitus „Neste Pro Diesel“ degalais variklio maksimali galia sumažėjo iki 3,4 %, degalų sąnaudos išaugo iki 3,1 %, efektyvusis naudingumo koeficientas sumažėjo apie 3,7 %.
4. „Neste Pro Diesel“ sudėtyje esantis biodyzelinas, pagamintas pagal NexBTL technologiją, CO_2 koncentraciją išmetamosiose dujose sumažino 6,3...8,0 %, CH koncentraciją sumažino ~ 33 %, NO_x koncentraciją sumažino 1,2...2,0 %, dūmingumą sumažino 9,3...12,7 %.
5. 15 % NexBTL biodyzelino priedas padidina „Neste Pro Diesel“ cetaninį skaičių bei deguonies koncentraciją degalų mišinyje. Tai spartina ir gerina degimo procesą, sumažinant teršalų koncentraciją, tačiau, variklio valdymo algoritme neįvertinus degimo intensyvumo pokyčių, išauga degalų sąnaudos.

Literatūra

1. Aatola, H., Larmi, M., Sarjovaara, T., Mikkonen, S. 2008. *Hydrotreated vegetable oil (HVO) as a renewable diesel fuel: trade-off between NO_x , particulate emission, and fuel consumption of a heavy duty engine*. SAE International Journal of Engines April 2009 vol. 1 no. 1 1251-1262.
2. Bosch, R. 2009. *Dyzelinių variklių valdymo sistemos* [vertė Slavinskas, S.]. Kaunas: Smaltija, 495 p.
3. Butkus, A. 2007. *Vidaus degimo varikliai*. Vilnius: Technika, 186 p.
4. Heywood, J. B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. McGraw Hill Series, 930 p.
5. Neste Oil 2014. *Hydrotreated vegetable oil (HVO) – premium biofuel for diesel engines*. Neste Oil Proprietary publication, 56 p.
6. Shahabuddin, M., Liaquat, A.M., Masjuki, H.H., Kalam, M.A. 2013. Ignition delay, combustion and emission characteristics of diesel engine fueled with biodiesel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*: 21 623–632 p.
7. Snap-on Equipment GmbH, *CARTEC Chassis dynamometers LPS for cars*. Germany, 8 p.
8. Bosch, R. 2000. *Автомобильный справочник*. Москва: Зарулём, 895 p.

COMPRESSION – IGNITION ENGINE INDICATORS COMPARATIVE RESEARCH USING „NESTE FUTURA“ AND „NESTE PRO DIESEL“ FUEL

Summary

In this work energy and economical parameters comparative study of compression-ignition engine, when engine is run by diesel fuel “Neste Futura” and “Neste Pro Diesel” is presented 15% of “Neste Pro Diesel” diesel is made of biofuels who are synthetically (NexBTL technology) produced from biomass. Biomass changes physical and chemical properties of diesel and indicators of engine work. Bench tests show that engine energy indicators changes only little, but ecological indicators improve, when diesel is changed with “Pro Diesel”. Concentration of products of incomplete combustion (carbon dioxide, hydrocarbons) decreased in emission gas, decreases smoke.

Keywords: compression-ignition engine, Neste Pro Diesel, engine energetic parameters, engine ecological parameters.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Alfredas Rimkus.

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vietą ir poziciją: VŠĮ Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos, Technikos fakulteto Automobilių transporto katedros docentas. VŠĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Automobilių transporto katedros docentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Vidaus degimo varikliai, transporto ekologija, alternatyvioji energetika.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 61571161, a.rimkus@vtdko.lt, alfredas.rimkus@vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Vytenis Surblys

Mokslo laipsnis ir vardas: magistras, lektorius

Darbo vietą ir poziciją: VŠĮ Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos, Technikos fakulteto Automobilių transporto katedros lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Transporto techninis eksploatavimas, alternatyvioji energetika.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 69225720, v.surblys@vtdko.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Saulis Stravinskas

Mokslo laipsnis ir vardas: magistras, lektorius

Darbo vietą ir poziciją: VŠĮ Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos, Technikos fakulteto Automobilių transporto katedros lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Transporto techninis eksploatavimas, alternatyvioji energetika.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 66209649, s.stravinskas@vtdko.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Romualdas Širvinskas

Mokslo laipsnis ir vardas: magistras, lektorius

Darbo vietą ir poziciją: VŠĮ Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos, Technikos fakulteto Automobilių transporto katedros lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Transporto techninis eksploatavimas, alternatyvioji energetika.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 67221112, r.sirvinskas@vtdko.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Alfredas Rimkus

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Vilnius Technology and Design College, Technical Faculty, Associated Professor of Automobile Transport Department. Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering faculty, Associated Professor of Automobile Transport Department.

Author's research interests: Internal Combustion Engines, Transport Ecology, Alternative Energy.

Telephone and e-mail address: +370 61571161, a.rimkus@vtdko.lt, alfredas.rimkus@vgtu.lt

Author name, surname: Vytenis Surblys

Science degree and name: Master, Lecturer

Workplace and position: Vilnius Technology and Design College, Technical Faculty, Lecturer of Automobile Transport Department.

Author's research interests: Technical Exploitation of Transport, Alternative Energy.

Telephone and e-mail address: +370 69225720, v.surblys@vtdko.lt

Author name, surname: Saulis Stravinskas

Science degree and name: Master, Lecturer

Workplace and position: Vilnius Technology and Design College, Technical Faculty, Lecturer of Automobile Transport Department.

Author's research interests: Technical Exploitation of Transport, Alternative Energy.

Telephone and e-mail address: +370 66209649, s.stravinskas@vtdko.lt

Author name, surname: Romualdas Širvinskas.

Science degree and name: Master, Lecturer

Workplace and position: Vilnius Technology and Design College, Technical Faculty, Lecturer of Automobile Transport Department.

Author's research interests: Technical Exploitation of Transport, Alternative Energy.

Telephone and e-mail address: +370 67221112, r.sirvinskas@vtdko.lt

TRANSPORTO PRIEMONIŲ SAUGOS SISTEMŲ TYRIMAS

Saulius Tamokaitis, Saulius Grinkevičius

Klaipėdos valstybinė kolegija

Anotacija

Transportų priemonių poreikis šiandieniniame gyvenime vis didėja. Taip pat didėja ir žuvusiųjų skaičius. Todėl buvo pradėta vystyti saugos sistemas. Svarbus sunkvežimiuose ir lengvuosiuose automobiliuose aktyviųjų ir pasyviųjų sistemų panaudojimas, našumas. Bendrai lyginamos lengvųjų automobilių ir sunkvežimių saugos sistemos. Analizuojami pagrindiniai veiksniai, nauda ir efektyvumas atsižvelgiant į vairuotojus, keleivius ir pėsčiuosius.

Reikšminiai žodžiai: krovininis automobilis, lengvasis automobilis, saugos sistemos, mirties koeficientas.

Išvadas

Sunkvežimių ir lengvųjų automobilių poreikis šiandieniniame gyvenime vis didėja. Vieni dėl to, kad keičiasi žmonių įpročiai, nes atsiranda vis didesnės galimybės turėti eksploatuojamą lengvąjį automobilį. Jį vien dėl to renkami kaip alternatyvą viešajam transportui, nes žmonių gyvenimo ritmas taip pat keičiasi.

Sunkvežimių poreikis taipogi vis didėja, nes spartėja valstybių išsivystymas. Plečiasi pramonės sritys, kurios reikalauja eksporto į kitas šalis. Didėja ir transporto priemonių reikalavimai, kad atitiktų tam tikrus saugos standartus. Taip pat gamintojai patys labiau teikia pirmenybę saugumui. Tai yra jų prioritetai.

Atsižvelgiama, kad vairuotojų, keleivių ir pėsčiųjų abi pusės būtų apsaugotos. Gamintojai skiria labai didelį dėmesį praktiškai atliekamiems testams. Iš jų pasitelkta informacija puikiai padeda žengti tolesnius žingsnius link saugumo. Kiekvienais metais stengiamasi atrasti naujų išeičių saugumui užtikrinti. Viešojoje erdvėje demonstruodami pasikeitimus ir tuo pačiu supažindindami su inovatyviomis sistemomis, kurios bus naudojamos kasdieniame gyvenime. Vien oro pagalvių gausa automobilyje yra nemenkas įrodymas kaip bandoma pasiekti aukščiausio saugumo lygmens. Visumoje jos išgelbėja ne vienam vairuotojui ir keleiviams gyvybes.

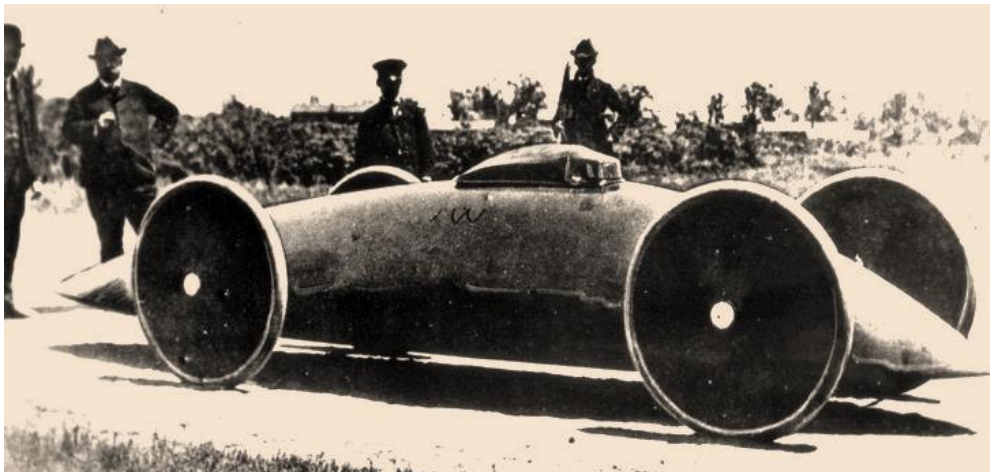
Tyrimo tikslas: transporto priemonių saugos sistemų tyrimas

Uždaviniai:

1. Išnagrinėti transporto priemonių saugos sistemas
2. Nustatyti kokie veiksniai įtakoja transporto priemonių saugumą.
3. Nustatyti saugos sistemų įtaką mirtingumo rodikliui.

Saugos sistemų evoliucija ir paskirtis

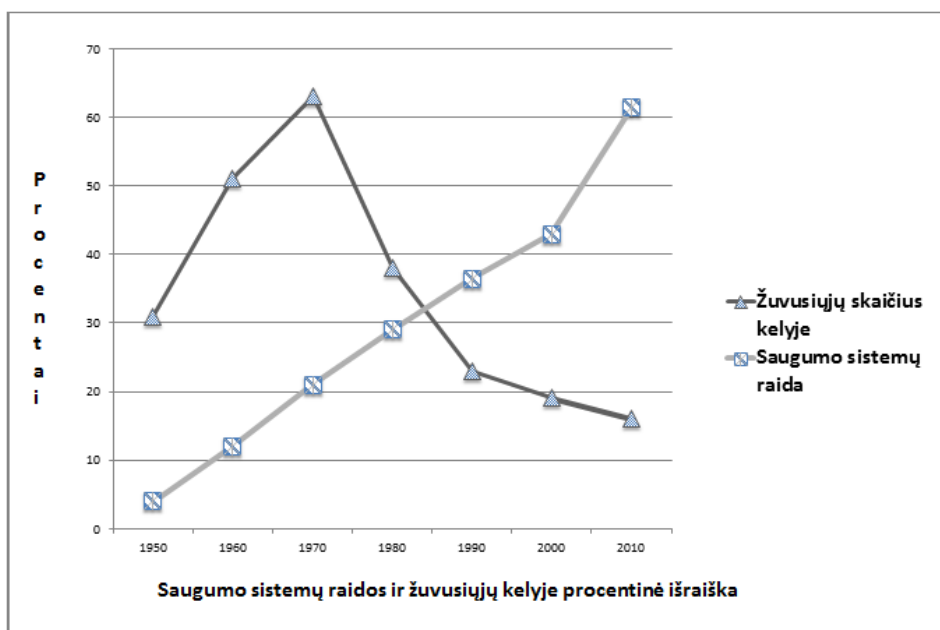
Manoma, kad viena pirmiausių saugumo sistemų yra saugos diržai. Šis pasiekimas - pastarųjų dešimtmečių išradimas. Tačiau saugos diržų istorija kur kas ilgesnė. Jie pasaulyje yra žinomi labai seniai. Dar prieš 4 tūkst. metų Odisėjas, keliaudamas iš Trojos, prisirišo diržais, kad per audrą išsilaikytų laive.



1 pav. Elektrinis automobilis „Torpeda“

Pirmą kartą saugos diržai panaudoti 1902 m. per automobilių lenktynes Niujorke. Inžinierius Volteris Beikeris, vairavęs elektromobilį, pavadintą „Torpeda“, nusprendė dėl atsargumo prisirišti prie sėdynės diržais. Jis ir jo kolega taip išsigelbėjo nuo mirties. Lenktynių trasoje jų automobilis užsikabino už geležinio strypo, kyšojusio iš žemės, ir įsirežė į publiką. Du žmonės žuvo, keli buvo sužeisti. Laikraščiai daug rašė apie aukas, tačiau nepaminėjo, jog elektromobilio įgula net nenukentėjo – išgelbėjo diržai [1].

Pagal linijinę diagramą „vystantis saugumo sistemoms, žuvusiųjų skaičiaus sumažėjimo grafikas“ (žr. 2 pav.) įvertinami duomenys. 1950 metais mažas saugumo sistemų procentas ir nedidelis žuvusiųjų skaičius, todėl kad pasaulinė ekonomika sunkiai atsigauna nuo antrojo pasaulinio karo. Tik kiek vėliau viskas pasikeičia.



2 pav. Saugumo sistemų raidos ir žuvusiųjų eismo įvykiuose grafikas

Tačiau Jungtinių Tautų Europos Ekonominė Komisija 1958 m. Ženevoje priėmė Mechaninių transporto priemonių taisykles, kurios yra privalomos jas įteisinusioms šalims. Šiose taisyklėse nustatyti transporto priemonių aktyviojo ir pasyviojo saugumo bei aplinkos apsaugos reikalavimai. Pasaulyje pasyviojo saugos priemonės pirmieji įdiegė Švedijos automobilių koncerno Volvo konstruktoriai. 1959 m. automobilyje „Volvo P120 Amozon“ ir PV544 modeliuose įrengti trijų tvirtinimo taškų saugos diržai. Nuo 1967 m. saugos diržai pradėti montuoti ir galinėse automobilių sėdynėse [2].

Saugumo sistemos – tai įvairių pagalbinių priemonių visuma kontroliuojanti, fiksuojanti, gelbstinti į avariją patekusių asmenų sveikatą ir gyvybę nuo pavojingų sužalojimų.

Skaudūs eismo įvykiai ragina sukurti rizikos valdymo strategiją. Bandoma nustatyti, analizuoti pavojus ir pritaikyti konkrečią valdymo sistemą reikiamai situacijai įveikti. Paprastai saugumo sistemos remiasi kontrolės sąlygomis ir priežastimis dėl nelaimingų atsitikimų. Individualiai pagal įvykčius eismo įvykius yra tiriama, analizuojami duomenys pagal kuriuos yra parenkama technologiją galinti išspręsti rizikos faktorių. Taip pat stengiasi palengvinti eksploatuojant transporto priemonę.



3 pav. Skaudūs eismo įvykiai

Įsivaizduoti šiuolaikinę transporto priemonę be oro pagalvių ir ABS tiesiog neįmanoma. Tai būtina gamyklinė komplektacija.

Naujas etapas saugos klausimuose buvo elektroninės stabilumo programos ESP įdiegimas. Šios efektyvios sistemos yra aktyvuojamos atskirai skirtingais signalais. Vairavimas taip pat tapo patogesniu, kai naudojamos pagalbinės parkavimo, automatinės atstumo nustatymo ir greičio kontrolės bei matymo naktį sistemos. O kas bus, jeigu visas transporto priemonių saugos ir patogumo sistemas koordinuoti tarpusavyje? Būtent tai ir yra CAPS idėja. Jeigu viena sistema gali prieiti prie kitos sistemos jau gautų duomenų, tai didelis žingsnis pirmyn bus pasiektas einant link ateities vizijos - vairavimo be avarių.

Veiksniai įtakojantys transporto priemonių saugumą

Kalbant apie eksploatuojamas transporto priemones, tai yra trys pagrindiniai veiksniai dėl kurių vystomas saugumas. Svarbūs norint apsaugoti nuo nelaimių. Saugumo sistemos visa tai sumažina. Aktyviųjų sistemų pagalba vairuotojai įgauna didesnę pasitikėjimą valdant sunkvežimį ar lengvąjį automobilį.

Žinoma, saugumo sistemos plėtojamos dėl trijų pagrindinių veiksnių: vairuotojų, keleivių ir pėsčiųjų. Pasirenkamos trys saugumo sistemos, neatsižvelgiant ar tai aktyvios ar pasyvios sistemos. Norint įvertinti dinaminės kontrolės, avarinio stabdymo sistemas bei kėbulo konstrukcijas. Šios sistemos turi bendrą sąryšį su išvardintais trejais veiksniais: vairuotojui priskirta dinaminės kontrolės sistema; keleiviams, vairuotojui ir pėstiesiems sutvirtintos kėbulo konstrukcijos; pėstiesiems avarinio stabdymo sistema, kuri gelbsti ne vien vairuotoją ar keleivius. Dauguma sistemų yra taikomos vairuotojui, nes nuo jo priklauso daugybę nenumatytų veiksmų.

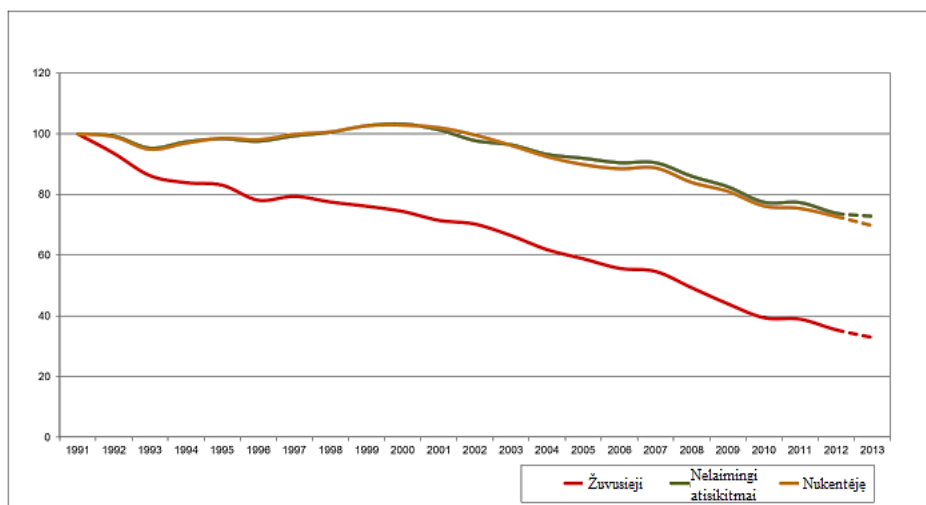
ESP Viena iš gyvybiškai svarbiausių praėjusio dešimtmečio saugos naujovių. Sistema įvertina visus veiksnius, pvz., automobilio važiavimo kryptį, ratų sukimosi greitį ir vairo pasukimo kampą.

Nuo 2014 metų lapkričio Europos Sąjungoje visi nauji standartinio komplektavimo automobiliai privalės turėti po elektroninę stabilumo palaikymo sistemą (ESP), kuri užtikrina automobilio apsaugą nuo slydimo, nes avarinėje situacijoje reguliuoja variklio galią ir individualiai kontroliuoja kiekvieno rato stabdžius. Tačiau jau ir šiuo metu ESP yra įrengta 78 proc. visų Europoje naujai pagaminamų keleivinių automobilių ir lengvųjų sunkvežimių. Ši sistema taip pat privaloma visiems JAV pagaminamiems automobiliams, kurių masė neviršija 4,5 t. Kai kurie analitikai tvirtina, kad vairuotojų saugumo požiūriu ESP yra pats svarbiausias išradimas po saugos diržo [3].

Šiuo metu ESP montuojamos į kas antrą pasaulyje nuo konvejerio nuriedantį lengvąjį arba komercinį automobilį. Europoje šis rodiklis kur kas didesnis – 72 procentai. „Bosch“ pradėjo serijinę jau devintosios kartos sistemų „ESP Plus“ gamybą. Jose įdiegta daug naujovių, užtikrinančių dar patikimesnį automobilių valdymą ir maksimalų jų stabilumą kelyje.

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Tik nuo 1991 metų žuvusiųjų statistika pradeda kardinaliai mažėti (žr. 4 pav.). Tai matomas esminis lūžis, nes tuo metu pradėdamos plačiau naudoti pasyvios saugumo sistemos. Pavyzdžiui, saugos diržai, kiek vėliau priekinės saugos oro pagalvės. Maždaug nuo 1995 plačiai paplinta aktyviosios saugumo sistemos, t.y. ABS sistema.



4 pav. pasyvių saugos sistemų pokyčiai

Kiekvienais metais visame pasaulyje eismo įvykiuose žūsta apie 1,3 mln. žmonių ir dar keli milijonai sužalojami. 2011 m. Jungtinės Tautos inicijavo dešimtmečio akciją kelių eismo saugumui užtikrinti, kuria siekiama iki 2020 m. stabilizuoti ir sumažinti žuvusiųjų keliuose skaičių.

Lentelėje pateikiami penkių metų autoįvykių statistika ES šalyse, kuriuose žuvo žmonės. 2011, daugiau nei 30.000 žmonių mirė Europos Sąjungos keliuose, ty vidutinio masto miestuose. (žr. 1 lentelė).

1 lentelė

Autoįvykių statistika ES šalyse

Šalis	1991	2009	2010	2011	2012	2012 – 2013 %
Belgija	1873	944	840	858	767	-7
Bulgarija	1114	901	776	857	602	0
Čekija	1331	901	802	772	742	-12
Danija	606	303	255	220	167	8
Vokietija	11300	4152	3648	4009	3600	-7
Estija	490	98	79	101	87	-7
Islandija	445	238	212	186	162	19
Graikija	2112	1456	1258	1141	1027	-12
Ispanija	8837	2714	2479	2060	1903	-10
Prancūzija	10483	4273	3992	3963	3653	-11
Kroatija	804	548	426	418	390	-6
Italija	8109	4237	4114	3860	3653	-6
Kipras	103	71	60	71	51	-14
Latvija	997	254	218	179	177	1
Lietuva	1173	370	299	296	302	-15
Liuksemburgas	83	48	32	33	34	32
Vengrija	2120	822	740	538	606	-2
Malta	16	21	15	21	11	100
Olandija	1261	644	537	546	562	-
Austrija	1551	633	552	523	531	-15
Lenkija	7901	4572	3908	4189	3571	-6
Portugalija	3217	840	937	891	718	-9
Rumunija	3078	2796	2377	2018	2042	-9
Slovenija	462	171	138	141	130	-4
Slovakija	614	380	371	324	296	-24
Suomija	632	279	272	292	255	3
Švedija	745	358	266	319	285	-7
Didžioji Britanija	4753	2337	1905	1960	1802	-1
Iš viso:	76230	35361	31508	30686	28126	-8

Pagal gautus duomenis daugumoje valstybių yra sumažėjęs mirties koeficientas.

Pažvelgus į 1991 metus, tai skaičiai tokie lyg transporto priemonė eksploatuojama vien dėl to, kad patektų į autoįvykį. Be to, 1991 ir 2012 metų eksploatuojamų tiek vienų tiek kitų priemonių skirtumas yra absoliučiai kitoks.

Labiausiai mirtingumo rodiklis pasikeitęs Vokietijoje. Žvelgiant į 1991 metus mirčių skaičius joje yra 11300, o 2012 metais 3600. Per 11 metų mirtingumo rodiklis sumažėjo 68%. Rodikliai pasakantis daugiau negu reikia. Prancūzijoje, Ispanijoje, Italijoje panaši situacija kaip ir Vokietijoje. Sunkiausiai su mirtingumu sekasi kovoti Olandijai ir Austrijai.

2012 m. žuvusiųjų Europos Sąjungos (ES) keliuose skaičius sumažėjo 9 proc. Vis dėlto europiečius džiuginanti statistika Lietuvai yra tarsi juodžiausias košmaras.

Lietuvoje 2007 metais registruotų automobilių buvo 1 444 249 ir tūkstančiui gyventojų atitekdavo 450 lengvųjų automobilių, 2012 metais 1 607 678 ir tūkstančiui gyventojų tenka 545 lengvųjų automobilių. Taigi palyginus vien Lietuvos automobilių parką penkių metų statistinius rodiklius, skirtumas kardinaliai keičiasi. Jau nekalbu apie valstybės, kurios 5 ar 6 kartais didesnės gyventojų kiekiu.

Skaičiai rodo, kad milijonui gyventojų Lietuvoje 2012 m. teko 100 avarių aukų – pagal šį rodiklį mūsų šalis yra pirma visoje ES. Po Lietuvos rikiuojasi Rumunija ir kaimyninė Lenkija, kur milijonui gyventojų tenka atitinkamai 96 ir 93 aukos.

Išvados

1. Išnagrinėjus transporto priemonių saugos sistemas nustatyta, kad jos skirstomos į pasyvias ir aktyvias saugos sistemas.
2. Išnagrinėjus saugos sistemas nustatyti trys pagrindiniai veiksniai dėl kurių plėtojamos transporto priemonių saugos sistemos: vairuotojų, keleivių ir pėsčiųjų.
3. Pradėjus intensyviai į transporto priemonės montuoti saugos sistemas lyginant 1991 m ir 2012m vien Vokietijoje per 11 metų mirtingumo rodiklis sumažėjo 68%.

Literatūra

1. Anund, A., Falkmer, T., Forsman, A., Gustafsson, S., Matstoms, Y., Sorensen, G., Turbell, T., Wenall, J. *Child safety in cars- literature review: VTI rapport*, 2003.
2. Klimašauskas, D. *Automobilių saugumas* [interaktyvus]. 2013 [Peržiūrėta 2014.04.20]. Prieiga per internetą: <http://www.sec.ti.vgtu.lt/mokslas/saugus-eismas/automobiliu-saugumas/>
3. Buteliauskas, S. *Automobilių sandara ir priežiūra*. Vilnius: Mokomoji knyga, 2008.

VEHICLES SECURITY SYSTEMS RESEARCH

Summary

Transport demand is growing in today's life. There is also increasing and the number of deaths. Thus began the development of safety systems. Important is the usage, productivity of active and passive systems in cargo vehicle and cars. In general are compared safety systems of car and cargo vehicle. The main factors, benefit and efficiency are analysed taking into account drivers, passengers and pedestrians.

Keywords: cargo vehicle, car, security systems, the death rate.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Saulius Tamokaitis

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vietą ir poziciją: Klaipėdos valstybinė kolegija. Technologijų fakultetas. Transporto inžinerijos katedros lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: gamybos technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 646 28958, sauliuskvk@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Saulius Grinkevičius

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vietą ir poziciją: Klaipėdos valstybinė kolegija. Technologijų fakultetas. Transporto inžinerijos katedros lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: gamybos technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 688 14223, s.grinkevicius@kvk.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Saulius Tamokaitis

Science degree and name: -

Workplace and position: Klaipėda State College, Faculty of Technology, Lecturer of Transport Engineering Department.

Author's research interests: Manufacturing Technologies, Methodology of Engineering Sciences.

Telephone and e-mail address: 8 646 28958, sauliuskvk@gmail.com

Author name, surname: Saulius Grinkevičius

Science degree and name: -

Workplace and position: Klaipėda State College, Faculty of Technology, Lecturer of Transport Engineering Department.

Author's research interests: Manufacturing Technologies, Methodology of Engineering Sciences.

Telephone and e-mail address: 8 688 14223, s.grinkevicius@kvk.lt

SPYRUOKLINIO PURKŠTUVO KURUI DOZUOTI FUNKCIONALUMO TEORINIS TYRIMAS

Vytenis Naginevičius, Povilas Šaulys, Skirmantas Adomavičius
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje aprašoma virpesiais valdomo spyruoklinio purkštuvu, kurui automobilių variklių įsiurbimo kolektoriuose dozuoti, konstrukcija ir veikimo principas, pateikiamas teorinis spyruoklinio purkštuvu funkcionalumo pagrindimas.

Reikšminiai žodžiai: vibracinis mechanizmas, skysčio srauto reguliavimas, dozavimas.

Ivadas

Šiuolaikinių automobilių kuro įpurškimo sistemose dominuoja elektromechaniniai solenoidiniai purkštuvai, kurių valdymui dėl jų histerezės taikomi sudėtingi valdymo signalai, kas neretu atveju mažina valdymo sistemų patikimumą.

Siekiant išvengti minėtų problemų yra kuriamos alternatyvios elektromagnetiniams purkštuvams sistemos. Viena alternatyvų yra vibracijomis valdomų purkštuvų grupės sistemos.

Tyrimo problematika sietina su purkštuvų valdymu pasirenkant signalo struktūrą ir formą.

Tyrimo objektas – vibracinis spyruoklinis purkštuvai.

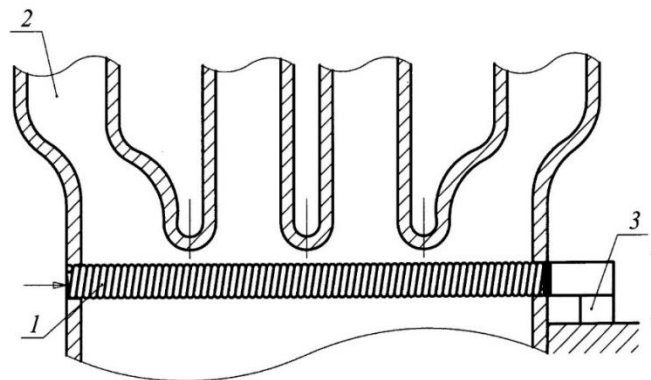
Darbo tikslas – ištirti vibracinio spyruoklinio purkštuvu gyvybiškumo konstrukcines ir teorines prielaidas.

Tiksliui pasiekti keliami **uždaviniai** yra:

1. Rasti konstrukcinius ir sistemos komponavimo sprendimus;
2. Suformuoti veikimo principą;
3. Teoriškai pagrįsti sistemos gyvybiškumą.

1. Spyruoklinis purkštuvai. Konstrukcija ir veikimo principas

Spyruoklinis purkštuvai – tai standi metalinė be tarpų tarp vijų spyruoklė. Pagrindinis reikalavimas keliamas spyruoklei, yra tai, kad kai į spyruoklės vidų tiekiamas kuras fiksuotu slėgiu tarp vijinių spyruoklės paviršiai turi užtikrinti sistemos standumą. Spyruoklinis purkštuvai parodytas 1 pav.



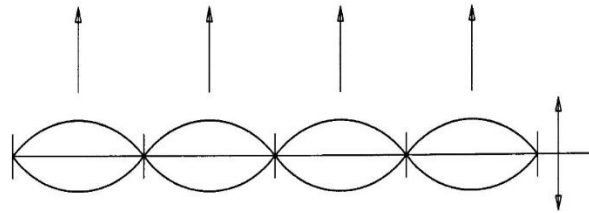
1 pav. Spyruoklinis purkštuvai

1 – spyruoklinis purkštuvai, 2 – variklio įsiurbimo kolektorius, 3 – virpesius generuojantis įrenginys

Spyruoklinis purkštuvai 1 įmontuoti automobilių variklio įsiurbimo kolektoriuje 2. Tarkim, kad įėjimo kanalas yra kairėje spyruoklės pusėje, o dešinys spyruoklės galas yra sandariai uždarytas ir pritvirtintas prie virpesius generuojančio įrenginio 3.

Esant spyruoklei ramybės būsenoje kuras pro spyruoklės vijų tarpus neprateka, nes tarpų nėra. Tai užtikrina didelis spyruoklės standumas ašine kryptimi.

Virpesių generatoriaus žadinami skersiniai (spyruoklės išilginės ašies atžvilgiu) virpesiai verčia spyruoklę virpėti skersine kryptimi. To pasekoje spyruoklės virpesių forma, priklausomai nuo virpesių dažnio, įgauna keturių pusbangių stovinčios bangos pavidalą. Kiekvienos pusbangės ilgis atitinka visų (šiuo atveju) įsiurbimo kolektoriaus 2 kanalų skersmenų dydį. Atsiranda plyšiai tarp spyruoklės 1 vijų ir kuras gali iškėsti pro juos atsiradusius plyšius. Stovinčios bangos pusbangiai pavaizduoti 2 pav.



2 pav. Spyruoklės stovinčios bangos

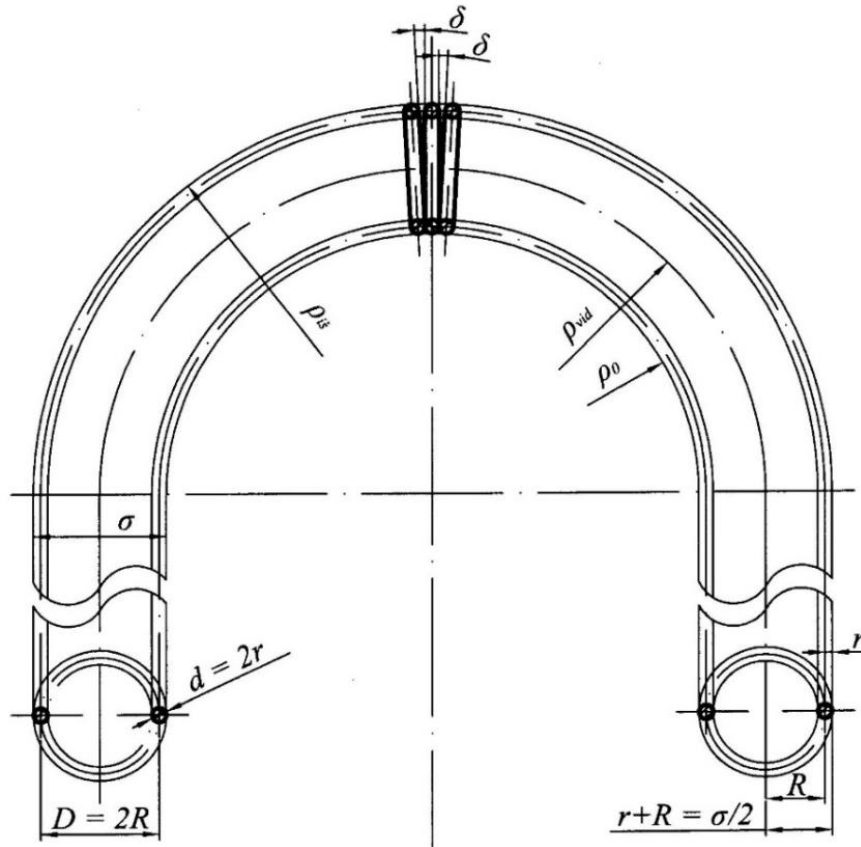
Oro – kuro mišinio paruošimo metu stūmokliui įsiurbimo takto metu judant iš viršaus į apačią įsiurbimo kolektoriuje susidaro žemesnis už atmosferinį slėgis, ko pasekoje išpurškiamas pro spyruoklę kuras intensyviai maišosi su įsiurbiamu oru. Tokiu būdu yra paruošiamas reikiamo santykio oro – kuro mišinys, kuris priklauso, šiuo atveju, nuo spyruoklės virpesių amplitudės.

2. Teorinis spyruoklinio purkštuvo funkcionalumo įrodymas

Standžiai susukta spyruoklė yra traktuojama kaip vamzdis. Tarkim, kad spyruoklės deformacijos ruožė x spyruoklės medžiagos standumas yra pastovus, todėl spyruoklės deformacijos dydis yra tiesiogiai proporcingas nuo deformuojančios jėgos dydžio.

Jeigu spyruoklė yra veikiamas ašinės jėgos, tai spiralinio plyšio dydis bus proporcingas spyruoklės pailgėjimui.

Panagrinėkim spyruoklės pailgėjimo, atsirandančio spyruoklę sulenkus lanku, atvejį. Skaičiavimo schema pateikta 3 pav.



3 pav. Spyruoklės pailgėjimo skaičiavimo schema

Sulenktos spyruoklės vidinėje dalyje vijos liečia viena kitą. Vidinio lanko paviršiaus kreivumo spindulys yra ρ_0 . Jis lygus

$$\rho_0 = \frac{L}{\pi} \quad (1)$$

Lanko ilgis L lygus

$$L = \frac{2\pi\rho_0}{2} = \pi\rho_0 \quad (2)$$

Išorinėje spyruoklės lanko dalyje tarp vijų bus dydžio δ plyšys, kuris kintamo skerspjūvio spiralės formos mažėja iki 0 vidinėje lanko dalyje. Taigi, turime spiralinį kintančio ploto plyšį.

Išorinio lanko spindulys $\rho_{i\delta}$ lygus

$$\rho_{i\delta} = \rho_0 + 2(R+r) \quad (3)$$

Išorinio lanko $L_{i\delta}$ ilgis

$$L_{i\delta} = \pi\rho_{i\delta} = \pi[\rho_0 + 2(R+r)] = \pi(\rho_0 + \sigma) \quad (4)$$

kur σ - spyruoklės vamzdžio skersmuo. Jis lygus

$$\sigma = 2(R+r) \quad (5)$$

Tada

$$L_{i\delta} = \pi\left(\frac{L}{\pi} + \sigma\right) = L + \pi\sigma \quad (6)$$

Išorinis lanko pailgėjimas ΔL yra lygus

$$\Delta L = L_{i\delta} - L = L + \pi\sigma - L = \pi\sigma \quad (7)$$

Tada vidutinis spyruoklės pailgėjimas ΔL_{vid} lygus

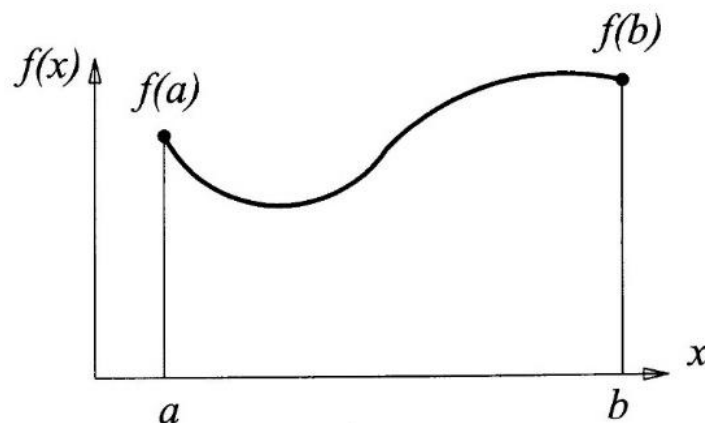
$$\Delta L_{vid} = \frac{\Delta L}{2} = \pi(R+r) \quad (8)$$

„Pailgėjusios“ spyruoklės padidėjęs paviršius ΔS_{vid} bus lygus

$$\Delta S_{vid} = 2\pi R \Delta L_{vid} = 2\pi^2 R(R+r) \quad (9)$$

Tai yra plotas, pro kurį išteka kuras.

Nagrinėkim atvejį, kai spyruoklės – vamzdžio ašis yra kreivė, kuri pavaizduota 4 pav.



4 pav. Spyruoklės ašis kaip kreivė

Bendru atveju kreivės ilgis tarp $f(a)$ ir $f(b)$ ribų

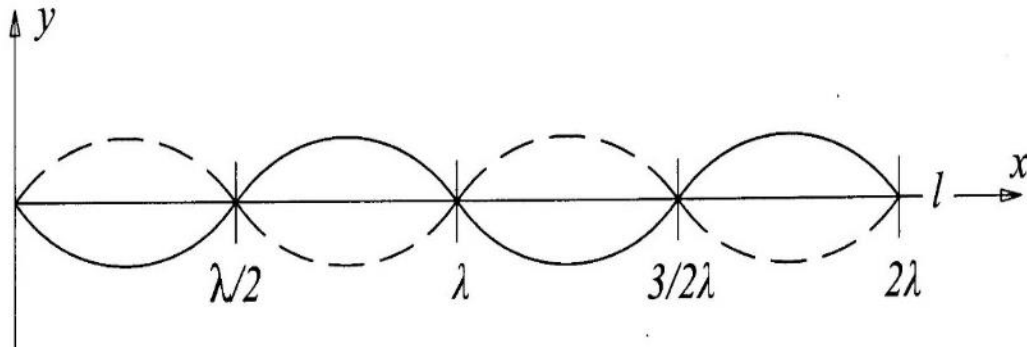
$$l = \int_a^b \sqrt{1 + [f'(x)]^2} \quad (10)$$

Jei žadinami virpesiai yra sinusoidė, tai pusės jos ilgis L_p bus lygus (5 pav.)

$$L_p = \int_0^{\frac{1}{4}} \sqrt{1 + [\sin' x]^2} = \int_0^{\frac{1}{4}} \sqrt{1 + \cos^2 x} \quad (11)$$

Spyruoklės – vamzdžio pailgėjimas pusbangei bus

$$\Delta L_p = L_p - \frac{l}{4} \quad (12)$$



5 pav. Virpesių forma

Šis spyruoklės pailgėjimas sąlygoja jos paviršiaus vidinį padidėjimą

$$\Delta S_{vid} = 2\pi R \Delta L \quad (13)$$

Taigi išorinio paviršiaus ploto kitimas gali turėti išraišką

$$S = A_0 \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} x\right) \sin(2\omega t) \quad (14)$$

$$\omega = 2\pi f \quad (15)$$

kur A_0 - stovinčios bangos virpesių amplitudė; x – spyruoklės vamzdžio koordinatė išilgai ašies; λ - bangos ilgis; f - virpesių dažnis.

Išvados

1. Pateikta spyruoklinio purkštovo konstrukcija komponuojant jį įsiurbimo kolektoriuje;
2. Aprašytas veikimo principas;
3. Nustatyta, kad virpesių amplitudė tiesiogiai įtakoja praeinančio pro spyruoklės plyšius kuro kiekį.

Literatūra

1. Ragulskis K. M.; Naginevičius V. V. Mališauskas M. A. Vibrokanaletas skysčio srauto reguliavimui. (Виброклапан для управления потоком жидкости. Авторское свидетельство СССР. № 1247605, Опыбл. в БИ 28, 1986)
2. Naginevičius V. The aspects of possibility to apply alternative fuel injection systems / Vytenis Naginevičius, Vitas Lendraitis // TRANSPORT. ISSN 168-4142. 2004 Vol XIX, No 4, p. 180.
3. Naginevičius V. Speičys V. Avotins J. Vibratory distribution Nozzle. Transport Means, 2009: tarptautinės konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas, 2009.
4. Ragulskis K. M.; Naginevičius V. V. Skysčio srauto reguliatorius. (Регулятор потока жидкости. Авторское свидетельство СССР. № 3920225/25-06, 1986)
5. Ragulskis K. M.; Naginevičius V. V. ir kt. Vibracinis skysčio dozatorius. (Вибрационный дозатор жидкости. Авторское свидетельство СССР. № 4002598/24-10, 1986)
6. Naginevičius V. Adomavičius S. Vibraciniai mechanizmai autotransporto priemonėse / Vytenis Naginevičius, Skirmantas Adomavičius // Inžinerinės ir edukacinės technologijos. ISSN 2029-9303. 2012, p. 52-57.

THE SPRING-LOADED GUN FOR FUEL DOSING THEORETICAL FUNCTIONALITY RESEARCH

Summary

The article describes vibration controlled spring-loaded gun for fuel dosage in car engine intake manifold, construction and operation, the theoretical justification of the functionality of a spring gun also presented.

Keywords: vibration mechanism, the fluid flow control, dosage.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Vytenis Naginevičius

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras, docentas

Darbo vietą ir poziciją: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto docentas

Autoriaus mokslinių interesų sritys: mechaninė inžinerija, hidraulika, vakuuminė technologija, virpesiai ir akustikos inžinerija, mikromechanika

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 600 20386, vytenis.naginevicius@ktk.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Povilas Šaulys

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: transporto inžinerija, mechanikos inžinerija

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 610 00978, saulys.povilas@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Skirmantas Adomavičius

Mokslo laipsnis ir vardas:

Darbo vietą ir poziciją: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Energetikos ir elektronikos krypties studijų programų komiteto asistentas

Autoriaus mokslinių interesų sritys: valdymo inžinerija, elektronikos technika, informacinės technologijos.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 681 44222, skirmantas.adomavicius@ktk.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Vytenis Naginevičius

Science degree and name: doctor of technological sciences, associated professor

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Associated Professor of Transport and Mechanical Fields Study Programs Committee.

Author's research interests: Mechanical Engineering, Hydraulic, Vacuum Technology, Vibration And Acoustic Engineering, Micromechanics.

Telephone and e-mail address: +370 600 20386, vytenis.naginevicius@ktk.lt

Author name, surname: Povilas Šaulys

Science degree and name: Doctor of Technological Sciences

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering sciences, Lecturer of Transport and Mechanical Fields Study Programs Committee.

Author's research interests: transport engineering, mechanical engineering

Telephone and e-mail address: +370 610 00978, saulys.povilas@gmail.com

Author name, surname: Skirmantas Adomavičius

Science degree and name:

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Assistant of Energy and Electronics Study Programs Committee.

Author's research interests: Control Engineering, Electronics, Informational Technologies.

Telephone and e-mail address: +370 681 44222, skirmantas.adomavicius@ktk.lt

ANTRINIŲ ŽALIAVŲ PANAUDOJIMO NEKILNOJAMOJO TURTO OBJEKTŲ STATYBOJE GALIMYBIŲ TYRIMAS

**Renatas Strumskis, Mindaugas Daukšys, Violeta Medelienė, Rasa Apanavičienė, Vilma Kriaučiūnaitė-
Neklejonovienė, Donatas Rekus**
Kauno technologijos universitetas

Anotacija

Šiame straipsnyje analizuojami antrinių žaliavų panaudojimo nekilnojamojo turto objektų statyboje apklausos rezultatai. Apklausa buvo siekiama išsiaiškinti visuomenės požiūrį į statybos produktus, kurių gamybai naudojamos antrinės žaliavos, šių produktų įtaką aplinkai, žmonių sveikatai, patalpų mikroklimatui, valstybės politikos požiūrį į antrinių žaliavų panaudojimą naujiems statybos produktams gaminti ir kt. Gauti rezultatai parodė, kad tokių produktų mažą vartojimą lemia informacijos stoka apie jų įtaką žmogui bei jį supančiai aplinkai, panaudojimo galimybes, neigiamas produktų įvaizdis, nepasitikėjimas valstybės vykdoma politika.

Reikšminiai žodžiai: antrinės žaliavos, nekilnojamas turtas, statyba

Ivadas

Visiems yra gerai žinoma, kad žemės gamtiniai ištekliai yra riboti, kad į aplinką išmestos atliekos teršia orą, dirvožemį bei vandenį. Todėl viena iš aktualiausių ir svarbiausių mūsų šimtmečio problemų yra aplinkosauga, tai yra atliekų susidarymas bei jų tvarkymas. Siekiant mažinti atliekų kaupimą sąvartynuose tenka ieškoti alternatyvių būdų, kaip atliekas perdirbti bei panaudoti pakartotinai. Sulaukę savo gyvavimo ciklo pabaigos statybos produktai bei medžiagos, pasitelkiant inovatyvius perdirbimo būdus, kaip antrinės žaliavos turi būti panaudoti naujiems produktams gaminti.

Pagal LR atliekų tvarkymo įstatymą atliekos yra įvairios medžiagos ar daiktai, kuriuos atliekų turėtojas pašalina, nori pašalinti arba privalo pašalinti. Tiesiogiai perdirbti tinkamos atliekos ir perdirbti tinkamos iš atliekų gautos medžiagos traktuojamos kaip antrinės žaliavos (LR atliekų tvarkymo įstatymas, 1998). Atliekų perdirbimas – atliekose esančių medžiagų perdirbimas gamybos proceso metu, įskaitant organinį perdirbimą (išskyrus panaudojimą energijai gauti), norint atliekos esančias medžiagas panaudoti pagal pirminę ar kitokią paskirtį.

Formuojant valstybinę atliekų utilizacijos politiką, galime pasirinkti tris pagrindines atliekų tvarkymo kryptis: atliekų antrinį panaudojimą (perdirbimą), deginimą specialiose įmonėse arba jų šalinimą ir saugojimą tam tikslui įrengtuose sąvartynuose (www.mokslas.net). Sąvartynas yra lengvas atliekų šalinimo kelias, tačiau jie užima didelius plotus ir yra koncentruoti taršos šaltiniai. Atliekų deginimas apsprendžia apie 80% jų utilizavimo problemų, tačiau deginimas aplinkosaugos kontekste yra nepageidaujamas sprendimas. Nors kai kurių autorių teigimu, atliekų deginimas visame pasaulyje yra laikomas ekologiškiausiu ir pažangiausia komunalinių atliekų utilizavimo technologija, pasižyminčia mažiausiu poveikiu aplinkai (www.technologijos.lt). Todėl prioritetine kryptimi tapo atliekų rūšiavimas ir antrinis panaudojimas, kuri sudaro sąlygas aplinkos teršimui mažinti ir materialiniams ištekliais taupyti. Lietuva neturi savo gamtos išteklių, dėl to reikia stengtis kuo geriau ir plačiau panaudoti antrines žaliavas.

Europos komisijos parengtoje ataskaitoje 27 valstybės narės buvo vertintos pagal padarytą pažangą atliekų tvarkymo srityje – bendras perdirbtų atliekų kiekis, atliekų šalinimo kainos, ES teisės aktų pažeidimai ir t.t. (European Commission, 2012). Lietuva surinko tik 9 iš 42 galimų taškų ir pasidalijo 24-25 vieta su Malta. Ataskaitoje teigiama, kad Lietuvoje nėra atliekų prevencijos politikos, nėra ekonominių paskatų šalinti atliekas ne sąvartynuose, netinkama atliekų tvarkymo infrastruktūra ir kita. Daugeliu atveju komisijai duomenys iš viso nepateikti, aptikta daug trūkumų nacionaliniuose strateginiuose atliekų tvarkymo dokumentuose ir kita. Kadangi didžioji dalis atliekų šalinama sąvartynuose, nepakankamai išnaudojamos kitos atliekų tvarkymo galimybės, pvz., pakartotinis naudojimas arba perdirbimas. Komisijai įvertinus visų ES šalių vidurkį, perdirbamų atliekų ir antrinių žaliavų kiekis per pastaruosius 15 metų išaugo tris kartus. O tai jau panašu į valstybių pasirinktą aiškią politiką atliekų tvarkymo srityje. Visapusiškai įgyvendinus ES atliekų tvarkymą reglamentuojančius teisės aktus, būtų galima sutaupyti 72 mlrd. EUR per metus, padidinti ES atliekų tvarkymo ir perdirbimo sektoriaus metinę apyvartą 42 mlrd. EUR ir iki 2020 m. sukurti daugiau kaip 400 000 darbo vietų.

UAB „Ekokonsultacijos“ parengtoje ataskaitoje (Uselytė et al 2007) teigiama, kad pagrindinė problema, su kuria susiduria Lietuvoje atliekas perdirbančios įmonės yra informacijos nebuvimas ar trūkumas, kaip šiuos produktus įteisinti, šių produktų neigiamas įvaizdis visuomenėje ir didesnė negu iš pirminių žaliavų pagamintų produktų kaina. Taip pat Lietuvoje nėra sukurtas produktų iš antrinių žaliavų

skatinimo mechanizmas, mažai dėmesio skiriama tokių produktų populiarinimui, jų teigiamo įvaizdžio formavimui.

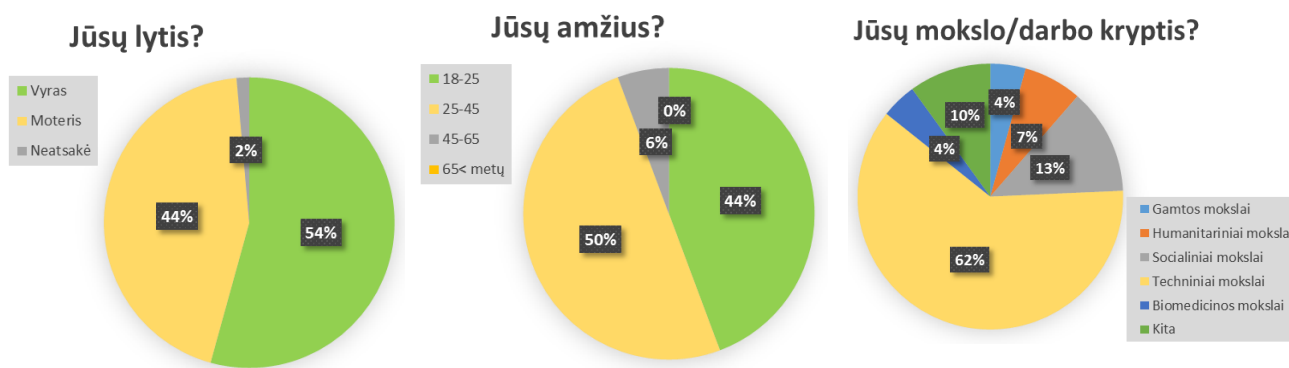
Statybinių atliekų tvarkymo taisyklėse (LR Aplinkos ministro įsakymas Nr. D1-637, 2006) nurodyta, kad statybvietėje turi būti rūšiuojamos susidarančios perdirbimui tinkamos atliekos ir pakartotiniam naudojimui tinkamos konstrukcijos (medžiagos), rūšiuojamos kitos atliekos – antrinės žaliavos, pavojingos atliekos. Jau statinio projektavimo stadijoje turi būti numatyta panaudotų statybinių medžiagų perdirbimo vertė, kad ateityje demontuojant ar griauinant statinius, būtų žinoma, kiek ir kokių antrinių žaliavų bus galima panaudoti pakartotinai (Blengini, 2009; Knoeri et al 2011). Nustatant statybinių medžiagų ir gaminių pakartotino panaudojimo privalumus, tai yra atsižvelgiant į jų perdirbimo vertę, vyrauja prieštaringos nuomonės dėl tokių vertinimo sistemų. Autoriai (Saghafi and Teshnizi, 2011) vertinimo rodikliu siūlo sutaupytos energijos kiekį, gautą perdirbant statybines medžiagas ar gaminius.

Sėkmingi moksliniai tyrimai ir jų plėtra panaudojant atliekas kaip žaliavą naujoms statybinėms medžiagoms ar komponentams gaminti yra sudėtingas procesas, daugeliu atveju pasižymintis techniniais, aplinkos apsaugos, finansiniais, rinkodaros, teisiniais ir socialiniais aspektais (John and Zordan 2001). Pasaulyje yra atliekama daugybė mokslinių tyrimų, kurių metu sprendžiama apie atliekų panaudojimą naujiems statybos produktams gaminti. Apie tai byloja įvairūs šioje srityje atliekami tyrimai: statybos bei griovimo atliekose esančio gipso panaudojimas keraminių blokelių gamyboje (Godinho-Castro et al 2012); perdirbtų saulės elementų įtaka cementinio akmens struktūrai ir savybėms (Fernandez et al 2011); perdirbto asbestinio šiferio panaudojimas betono savybių modifikavimui (Gualtieri and Boccaletti 2011; Colangelo et al 2011; Gualtieri et al 2012); smėlio dumblo panaudojimas lengvųjų užpildų gamybai (Volland et al 2014); perdirbto betono, kaip smulkaus ir stambaus užpildo, panaudojimas betono mišinio bei gaminių gamyboje (Li, 2008; Sabai et al 2013; Koshiro and Ichise 2014); statybos metu susidariusių plastiko atliekų (polietileno, polipropileno, polistireno) mechaninis ir cheminis apdirbimas (Hamad et al 2013); naudotų popierinių filtrų perdirbimas ir panaudojimas cementinio skiedinio ir mūro blokų gamyboje (Yan et al 2011); uždarytų atominių elektrinių radioaktyvaus plieno perdirbimas ir antrinis panaudojimas (Hrncir et al 2013); kelis kartus perdirbtų ar pakartotinai panaudotų statybinių medžiagų įtaka mažai energijos vartojantiems pastatams (Amponsah et al 2012); perdirbto stiklo atliekų panaudojimas betono gaminiuose (Ling et al 2013); granito nuoplovų panaudojimas betono gaminiuose (Tumosa et al 2010; Laurinavičius et al 2012).

Šio tyrimo tikslas – išsiaiškinti visuomenės nuomonę apie iš antrinių žaliavų pagamintų produktų įtaką aplinkai, žmonių sveikatai, patalpų mikroklimatui, valstybės politikos požiūrį į antrinių žaliavų panaudojimą naujiems statybos produktams gaminti ir kt.

Tyrimo metodai

Internetiniame puslapyje <http://apklausa.lt> buvo patalpinta apklausos anketa su klausimais, kurie padėtų atskleisti visuomenės nuomonę apie antrinių žaliavų panaudojimą nekilnojamojo turto objektų statyboje. Apklausoje dalyvavusių respondentų pasiskirstymas pagal lytį, amžių ir išsilavinimą pateiktas 1 pav.



1 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal lytį, amžių ir išsilavinimą

Šaltinis: sudaryta autorių

Iš viso apklausoje dalyvavo 70 respondentų, iš kurių 54,3% (n=38) sudarė vyrai ir 45,7 % (n=32) moterys (1 pav.). Galima pastebėti, kad apklausoje aktyviau dalyvavo vyrai. Tuo tarpu moterys, kurios dalyvavo apklausoje, bet neatsakė į anketoje pateiktus klausimus, pagrindine priežastimi nurodė tai, kad neturi nuomonės apie antrinių žaliavų panaudojimą naujų statybos produktų gamyboje.

Didžioji dalis apklaustųjų buvo 26-45 metų amžiaus, kurie sudarė 50% (n=35) visų apklaustų respondentų. 18-25 metų amžiaus grupei priklausantys asmenys sudarė 44,3% (n=31) visų apklaustųjų. Mažiausią dalį, tik 5,7% (n=4), sudarė respondentai, priklausantys 46-65 metų amžiaus grupei (1 pav.).

Kalbant apie apklaustųjų išsilavinimą (3 pav.), 61,4% (n=43) respondentų nurodė techninius mokslus, 12,9% (n=9) – socialinius mokslus, 7,1% (n=5) – humanitarinius mokslus, 8,6% (n=6) – biomedicinos ir gamtos mokslus, 10% (n=7) – kitus mokslus.

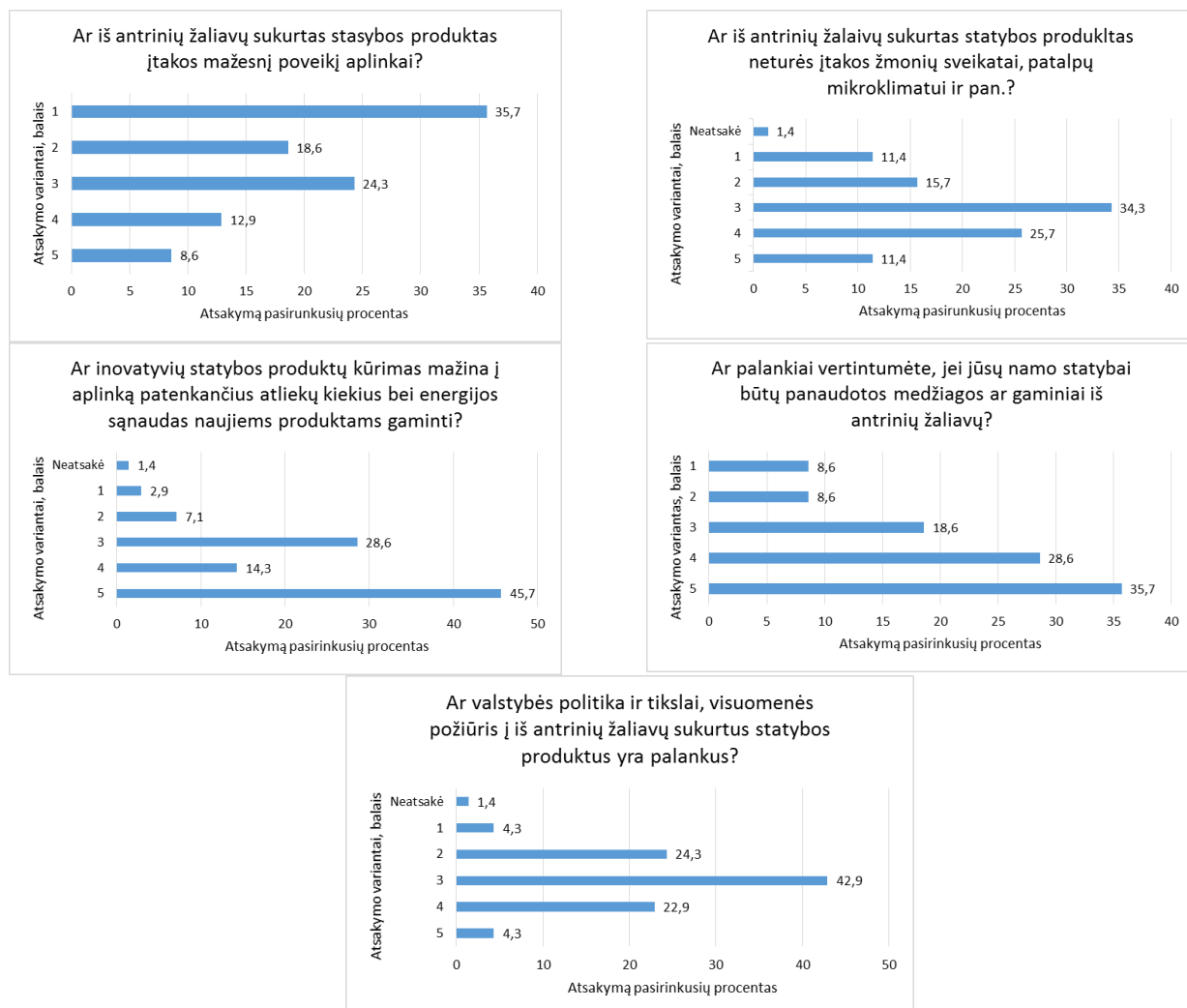
Išanalizavę apklausoje dalyvavusių respondentų duomenis matome, kad tipinis respondentas yra 26-45 metų amžiaus vyras, turintis techninių mokslų išsilavinimą.

Tyrimo rezultatai

Trumpoje apklausoje dalyvavusiems respondentams buvo užduoti 5 klausimai:

- Ar iš antrinių žaliavų sukurtas statybos produktas įtakos mažesnį poveikį aplinkai ?
- Ar iš antrinių žaliavų sukurtas statybos produktas neturės įtakos žmonių sveikatai, patalpų mikroklimatui (pvz., nesukeltų alergijos ir pan.) ?
- Ar valstybės politika ir tikslai, visuomenės požiūris į iš antrinių žaliavų sukurtus produktus yra palankus?
- Ar inovatyvių statybos produktų kūrimas mažina į aplinką patenkančius atliekų kiekius bei energijos sąnaudas naujiems produktams gaminti?
- Ar palankiai vertintumėte, jei jūsų namo statybai būtų panaudotos medžiagos ar gaminiai iš antrinių žaliavų?

Kiekvienam klausimui buvo pateikti 5 atsakymo variantai, vertinti pagal Likert'o skalę. Vertinama buvo 5 balų skalėje: 1 - visiškai sutinku, 2 - sutinku, 3 - neturiu nuomonės, 4 - nesutinku, 5 - visiškai nesutinku. Respondentų pasiskirstymas pagal atsakymo variantus į užduotus klausimus pateiktas 2 pav.



2 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal atsakymo variantus į pateiktus klausimus

Šaltinis: sudaryta autorių

Apklausos tyrimo duomenys padėjo įvertinti visuomenės nuomonę apie antrinių žaliavų kuriamą įvaizdį, sampratą bei jų panaudojimą NT objektų statyboje (2 pav.). Gauti rezultatai parodė, jog respondentų pasirinkimo į atsakymo variantą vidurkis siekia 2,86 balo. Dažniausiai pasirenkamas atsakymo variantas – 5 balai („visiškai nepritariu“), šio atsakymo varianto Moda bei Mediana lygi 3 balams. Remiantis gautais rezultatais galima daryti prielaidą, jog respondentai turi siaurą supratimą apie antrines žaliavas bei jų panaudojimo galimybes. Autoriai (Sieffert et al 2014) savo darbe teigia, kad statybos ir architektūros studijų programose ypatingą dėmesį reikia skirti naujų statybos technologijų pristatymui, iš antrinių žaliavų pagamintų statybinių medžiagų panaudojimui bei efektyviam energijos vartojimui pastatuose. Tvarios statybos mentalitetą reikia ugdyti jau studijų metu.

Iš 2 pav. pateiktų atsakymų matyti, kad respondentai gana neigiamai vertina galimybę savo gyvenamojo namo statybai panaudoti statybos produktus ar medžiagas iš antrinių žaliavų, atsakymų variantų vidurkis siekia 3,7 balo. Kalbant apie antrinių žaliavų įtaką žmogaus sveikatai ir patalpų mikroklimatui matyti, kad respondentai šiuo klausimu aiškios nuomonės neturi ir didžioji jų dauguma pasirinko atsakymo variantą „neturiu nuomonės“ (3,1 balo). Respondentai taip pat neturi aiškios nuomonės apie valstybės politiką ir tikslus, jų pačių požiūrį į iš antrinių žaliavų sukurtus statybos produktus bei medžiagas (3,0 balai). Jie sutinka, kad iš antrinių žaliavų sukurtas produktas įtakoja mažesnę poveikį aplinkai (2,4 balo), kad inovatyvių statybų produktų kūrimas mažina į aplinką patenkančius atliekų kiekius bei energijos sąnaudas naujiems produktams gaminti (2,1 balo). Šiuo požiūriu galima daryti prielaidą, kad trūksta informacijos apie antrinių žaliavų teigiamą ar neigiamą įvaizdį, apie jų įtaką žmogui ir jį supančiai aplinkai bei valstybės vykdomą politiką ir įgyvendinamus tikslus, sprendžiant antrinių žaliavų gamybos iš atliekų klausimus.

Atliekų tvarkyme šiuo metu vienas iš prioritetinių klausimų yra atliekų rūšiavimas (Matter et al 2013). Rūšiuotos ir švarios atliekos sukuria didesnę antrinių žaliavų vertę – todėl yra būtina šviesti visuomenę apie atliekų rūšiavimą, siekiant aukštesnės gyvenimo kokybės bei aplinkos apsaugos, valdžia turi deklaruoti aiškią politiką darnaus vystymosi požiūriu. Pažanga atliekų perdirbimo sistemoje sudaro sąlygas alternatyvių statybinių medžiagų ar pakaitalų tradicinėms medžiagoms, tokioms kaip plytos, blokai, plytelės, užpildai, keramika, cementas, kalkės, medis ir dažai, kūrimą (Pappu et al 2007).

Į kokius pamatus palankiau žiūrėtumėte savo gyvenamojo namo statyboms?



3 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal pasirinktus variantus

Šaltinis: sudaryta autorių

Apklausos anketoje taip pat buvo pateikti atskirų gyvenamojo namo konstrukcijų įrengimui naudojamų statybos produktų iš antrinių žaliavų pasirinkimo variantai. Respondentai galėjo pareikšti savo nuomonę renkantis NT objekto statybai produktus iš šiuo metu rinkoje esančių variantų. 3 pav. pateikta respondentų nuomonė renkantis NT objekto monolitinių pamatų įrengimui naudojamo betono sudėties komponento – užpildo pasirinkimą: stambiuoju užpildu naudojant perdirbtą betoną; smulkiuoju užpildu naudojant granito nuoplovas (granito skaldos gamybos šalutinis produktas); stambiuoju užpildu naudojant natūralų užpildą. Iš 3 pav. pateiktų rezultatų matyti, kad 55,7% (n=39) apklausoje dalyvavusių respondentų betono mišinio ruošimui stambiuoju užpildu rinktųsi perdirbtą betoną, ir tik 15,7% (n=11) – stambiuoju

užpildu rinkęsi natūralų užpildą. Remiantis gautais rezultatais galima daryti prielaidą, kad dauguma respondentų žino ar turi informacijos apie perdirbto betono panaudojimo galimybes.

Respondentų nuomonę renkantis statybinių blokelių alternatyvas NT objekto sienų įrengimui pateikta 4 pav. Sienų įrengimui buvo siūlomi statybiniai blokeliai, kurių gamybai panaudotos medienos pjuvenos, kanapių pluoštai. Iš 4 pav. pateiktų rezultatų matyti, kad respondentų nuomonė pasiskirstė gana tolygiai. Respondentų nuomone medienos pjuvenų, kanapių pluošto panaudojimas statybinių blokelių gamyboje laikomas teigiamu veiksniu.



Į kokias sienas palankiau žiūrėtumėte savo gyvenamojo namo statyboms?

Atsakymo variantai	Kiekis	Santykis
Sienos pastatytos iš pjuvenų betono blokelių (1 pav.), kurios apšiltintos polistirolo šildomąja medžiaga, o išorė nutinkuota. Šių blokelių sudėtis: medžio pjuvenos, kalkės, cementas, žvyras. Šių blokelių 1 kv. m. kaina 85,11 Lt. Ilgaamžiškumas - 200 metų.	22	31.4%
Sienos pastatytos iš kanapių blokelių (2 pav.), o išorė nutinkuota. Šių blokelių sudėtis: kanapės, kalkės arba gipsas. Šių blokelių 1 kv. m. kaina 200 Lt. Ilgaamžiškumas - 500 metų.	23	32.9%
Sienos pastatytos iš Durisol blokelių (3 pav.). Šių blokelių sudėtis: medienos pjuvenos, specialūs mineralai, cementas, vanduo. Šių blokelių 1 kv. m. kaina 150 Lt. Ilgaamžiškumas - 200 metų.	25	35.7%

4 pav. Respondentų nuomonės pasiskirstymas pagal pasirinktus variantus

Šaltinis: sudaryta autorių

Respondentų nuomonę renkantis dangą NT objekto stogo įrengimui pateikta 4 pav. Tyrime dalyvavę respondentai galėjo rinktis plastikines čerpes, nendres ar gontų dangą. Iš 5 pav. pateiktų rezultatų matyti, kad net 60% (n=42) apklausoje dalyvavusių respondentų stogo dangą rinkęsi plastikines čerpes, pagamintas iš perdirbto plastiko, 11,4% (n=8) – nendres, 28,6% (n=20) – gontų dangą. Respondentų nuomonei įtakos galėjo turėti ir vieno kvadratinio metro stogo dangos kaina, plastikinių čerpių stogo dangą yra pigiausia.

Respondentų nuomonę renkantis termoizoliacinę medžiagą NT objekto palėpės šiltinimui pateikta 6 pav. Tyrime dalyvavę respondentai galėjo rinktis perdirbto polistirolo granules, kanapių spalius ar ekovatą. Iš 6 pav. pateiktų rezultatų matyti, kad net 31,4% (n=22) apklausoje dalyvavusių respondentų termoizoliacinę medžiagą rinkęsi perdirbto polistirolo granules, 28,6% (n=20) – kanapių spalius, 40% (n=28) – ekovatą.



[kokį stogą palankiau žiūrėtumėte savo gyvenamojo namo statyboms?

Atsakymo variantai	Kiekis	Santykis
Plastikinėmis čerpėmis dengtą stogą (1 pav.), kurios pagamintos iš perdirbto plastiko. Šios stogo dangos 1 kv. m. kaina apie 60 Lt. Didelis ilgaamžiškumas. Svoris 1 kv. m - 16,2 kg. Čerpės 100 % ekologiškos.	42	60.0%
Nendrėmis dengtą stogą (2 pav.). Šios stogo dangos kaina 1 kv. m. kaina apie 130 Lt. Ilgaamžiškumas iki 50 metų. Svoris 1 kv. m - 30-35 kg. Nendrių stogas 100 % ekologiškas.	8	11.4%
Gontų danga dengtą stogą (medinės čerpės) (3 pav.). Šios stogo dangos kaina 1 kv. m. kaina apie 98 Lt. Ilgaamžiškumas apie 100 metų. Svoris 1 kv. m - 15-18 kg. Čerpės 100 % ekologiškos.	20	28.6%

5 pav. Respondentų nuomonės pasiskirstymas pagal pasirinktus variantus

Šaltinis: sudaryta autorių



[kokį palėpės apšiltinimą palankiau žiūrėtumėte savo gyvenamajam namui?

Atsakymo variantai	Kiekis	Santykis
Palėpė apšiltinta perdirbtomis polistirolio granulėmis (1 pav.). Sudėtis: perdirbtos polistirolio granulės. Termoizoliacinės medžiagos 1 kub. m. kaina 65 Lt. Šios medžiagos šilumos laidumo koeficientas yra 0,042 W/m.K. Ilgaamžiškumas - 50 metų.	22	31.4%
Palėpė apšiltinta kanapių spaliais (2 pav.). Sudėtis: kanapių spaliai. Termoizoliacinės medžiagos 1 kub.m. kaina yra 500 Lt. Šios medžiagos šilumos laidumo koeficientas yra nuo 0,055 iki 0,051 W/m.K. Ilgaamžiškumas - 500 metų.	20	28.6%
Palėpė apšiltinta ekovata (3 pav.). Sudėtis: celiuliozės pluoštas, boro rūgštis, boraksas. Termoizoliacinės medžiagos 1 kub.m. kaina yra 105 Lt. Šios medžiagos šilumos laidumo koeficientas yra 0,033 W/m.K. Ilgaamžiškumas - 50 metų.	28	40.0%

6 pav. Respondentų nuomonės pasiskirstymas pagal pasirinktus variantus

Šaltinis: sudaryta autorių

Apibendrinant gautus rezultatus matyti, kad NT objekto statybai respondentas rinktųsi betono monolitinius pamatus, kuomet betono mišinio ruošimui stambiuoju užpildu naudojamas perdirbtas betonas, medžio pjuvenų betono blokelių sienų įrengimui, iš perdirbtos plastmasės pagamintas plastiko čerpes stogo danga, palėpės šiltinimui termoizoliacine medžiaga ekovata.

Išvados

1. Dauguma respondentų sutinka, kad antrinės žaliavos būtų panaudojamos naujų statybos produktų ar medžiagų kūrime bei pripažįsta, kad tai yra inovatyvus ir reikalingas metodas tam, jog būtų mažinamas atliekų kiekis sąvartynuose.

2. Respondentų nuomone, iš antrinių žaliavų pagamintų statybos produktų mažą panaudojimą nekilnojamojo turto objektų statybose lemia informacijos stoka, tokių produktų neigiamas įvaizdis, jų įtaka žmogui bei jį supančiai aplinkai, valstybės vykdoma politika bei tikslai.

3. Apklausos dalyviai nekilnojamojo turto objekto statybai rinktųsi statybos produktus ar medžiagas, pagamintas iš antrinių žaliavų.

Literatūra

1. Amponsah N., Y.; Lacarrière B.; Jamali-Zghal N.; Le Corre O. 2012. Impact of building material recycle or reuse on selected emergy ratios. *Resources, Conservation and Recycling* 67: 9–17.
2. Apklausos anketa – [žiūrėta 2014-03-07]. Prieiga per internetą: <http://apklausa.lt/f/antriniu-zaliavu-panaudojimo-n-kilnojamojo-turto-obj-ktu-statyboj-galimybiu-bedxd22/answers.html>.
3. Atliekų deginimo problematika: daugiau naudos ar žalos? – [žiūrėta 2014-02-18]. Prieiga per internetą: http://www.technologijos.lt/n/technologijos/energija_ir_energetika/S-11358/straipsnis/Atlieku-deginimo-problematika:-daugiau-naudos-ar-zalos?l=2&p=1.
4. Atliekų tvarkymas. Strategijos, koncepcija ir problemos – [žiūrėta 2014-02-18]. Prieiga per internetą: <http://www.mokslas.net/aplinkosauga/atlieku-tvarkymas-strategijos-koncepcija-ir-problemos/>.
5. Blengini G., A. 2009. Life cycle of buildings, demolition and recycling potential: A case study in Turin, Italy. *Building and Environment* 44: 319–330.
6. Colangeloa F.; Cioffia R.; Lavorgnab M.; Verdolottib L.; De Stefanoc L. 2011. Treatment and recycling of asbestos-cement containing waste. *Journal of Hazardous Materials* 195: 391–397.
7. European Commission. 2012. Screening of waste management performance of EU member states, Brussels, 49 p.
8. Fernandez L., J.; Ferrer R.; Aponte D., F.; Fernandez P. 2011. Recycling silicon solar cell waste in cement-based systems. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 95: 1701–1706.
9. Godinho-Castro A., P.; Testolin R., C.; Janke L., Corrêa A., X., R.; Radetski C., M. 2012. Incorporation of gypsum waste in ceramic block production: Proposal for a minimal battery of tests to evaluate technical and environmental viability of this recycling process. *Waste Management* 32: 153–157.
10. Gualtieri A., F.; Boccaletti M. 2011. Recycling of the product of thermal inertization of cement–asbestos for the production of concrete. *Construction and Building Materials* 25: 3561–3569.
11. Gualtieri A., F.; Veratti L.; Tucci A.; Esposito L. 2012. Recycling of the product of thermal inertization of cement–asbestos in geopolymers. *Construction and Building Materials* 31: 47–51.
12. Hamad K.; Kaseem M.; Deri F. 2013. Recycling of waste from polymer materials: An overview of the recent works. *Polymer Degradation and Stability* 98: 2801–2812.
13. Hrnčira T.; Panika M.; Ondrab F.; Necasa V. 2013. The impact of radioactive steel recycling on the public and professionals. *Journal of Hazardous Materials* 254–255: 98–106.
14. Yan Sh.; Sagoe-Crentsil K.; Shapiro G. 2011. Reuse of de-inking sludge from wastepaper recycling in cement mortar products. *Journal of Environmental Management* 92: 2085–2090.
15. John V., M.; Zordan S., E. 2001. Research and development methodology for recycling residues as building materials – a proposal. *Waste Management* 21: 213–219.
16. Knoeria Ch.; Binderb C., R.; Althausa H.-J. 2011. Decisions on recycling: Construction stakeholders' decisions regarding recycled mineral construction materials. *Resources, Conservation and Recycling* 55: 1039–1050.
17. Koshiro Y.; Ichise K. 2014. Application of entire concrete waste reuse model to produce recycled aggregate class H. *Construction and Building Materials* 67: 308–314.
18. Laurinavičius M., Daukšys M., Klovas A. 2012. Influence of the granite screenings to the properties of the concrete paving blocks, *Engineering Structures and Technologies* 4: 89–95.
19. Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo įstatymas. 1998 m. birželio 16 d. Nr. VIII-787, Vilnius, 11 p.
20. Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro įsakymas dėl statybinių atliekų tvarkymo taisyklių patvirtinimo. 2006 m. gruodžio 29 d. Nr. D1-637, 4 p.
21. Li X. 2008. Recycling and reuse of waste concrete in China Part I. Material behaviour of recycled aggregate concrete. *Resources, Conservation and Recycling* 53: 36–44.
22. Ling T.-Ch.; Poon Ch.-S.; Wong H.-W. Management and recycling of waste glass in concrete products: Current situations in Hong Kong. *Resources, Conservation and Recycling* 70: 25–31.

23. Matter A.; Dietschi M.; Zurbrugg Ch. 2013. Improving the informal recycling sector through segregation of waste in the household – The case of Dhaka Bangladesh. *Habitat International* 38: 150–156.
24. Pappua A.; Saxenaa M.; Asolekar Sh., R. 2007. Solid wastes generation in India and their recycling potential in building materials. *Building and Environment* 42: 2311–2320.
25. Saghafi M., D.; Teshnizi Z., S., H. 2011. Recycling value of building materials in building assessment systems. *Energy and Buildings* 43: 3181–3188.
26. Sabai M., M.; Cox M., G., D., M.; Mato R., R.; Egmond E., L., C.; Lichtenberg J., J., N. 2013. Concrete block production from construction and demolition waste in Tanzania. *Resources, Conservation and Recycling* 72: 9–19.
27. Sieffert Y.; Huygen J., M.; Daudon D. 2014. Sustainable construction with repurposed materials in the context of a civil engineering architecture collaboration. *Journal of Cleaner Production* 67: 125–138.
28. Tumosa M., Daukšys M., Ivanauskas E. 2010. Granito atsijų įtaka apdailinių skelto paviršiaus betono plytų savybėms, *Mokslas - Lietuvos ateitis// Science - Future of Lithuania* 2: 43–49.
29. Uselytė R., Silvestravičiūtė I., Karaliūnaitė I. 2007. Atliekų panaudojimo naujiems produktams gaminti ir šių produktų įteisinimo galimybių studija. UAB „Ekokonsultacijos“, ataskaita, 89 p.
30. Volland S.; Kazmina O.; Vereshchagin V.; Dushkina M. 2014. Recycling of sand sludge as a resource for lightweight aggregates. *Construction and Building Materials* 52: 361–365.

RESEARCH ON SECONDARY MATERIALS USE POSSIBILITIES IN REAL ESTATE OBJECTS CONSTRUCTION

Summary

This study lays emphasis on the survey results of utilization of secondary raw material for real estate property construction. The main aim was to investigate the attitude of society of construction products which were produced using secondary raw materials. Factors such as: influence on the environment, health, microclimate, state policy approach were taken into the consideration. Results of this study revealed that low utilization of secondary raw materials is influence by insufficient knowledge regarding the health and environment factors, wide possibilities of utilization as well as distrust of state policy approach.

Keywords: secondary raw materials, real estate, building technologies.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Renatas Strumskis

Mokslo laipsnis ir vardas: magistrantas

Darbo vieta ir pozicija: Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas, Statybos technologijų katedra.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: statybų technologijos.

Telefonas ir el. pašto adresas: +37067937251, renatas.strumskis@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Mindaugas Daukšys

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, profesorius

Darbo vieta ir pozicija: Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas, Statybos technologijų katedra.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: statybų technologijos, medžiagų technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 37 300479, mindaugas.dauksys@ktu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Violeta Medelienė

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, lektorius

Darbo vieta ir pozicija: Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas, Statybos technologijų katedra.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: statybų technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 37 300479, violeta.medeliene@ktu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Rasa Apanavičienė

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vieta ir pozicija: Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas, Statybos technologijų katedra.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: nekilnojamojo turto valdymas, statybų technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 37 300479, rasa.apanaviciene@ktu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Vilma Kriauciūnaitė-Neklejonovienė

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, lektorius.

Darbo vieta ir pozicija: Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas, Statybos technologijų katedra.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: statybų technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 37 300479, vilma.kriauciunaite@ktu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Donatas Rekus

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, lektorius

Darbo vieta ir pozicija: Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas, Statybos technologijų katedra.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: statybų technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 37 300479, donatas.rekus@ktu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Renatas Strumskis

Science degree and name: Master.

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering Technologies.

Author's research interests: Building Technologies.

Telephone and e-mail address: +37067937251, renatas.strumskis@gmail.com

Author name, surname: Mindaugas Daukšys

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering Technologies.

Author's research interests: Building Technologies, Material Technologies, Methodology Of Engineering Sciences.

Telephone and e-mail address: +370 37 300479, mindaugas.dauksys@ktu.lt

Author name, surname: Violeta Medelienė

Science degree and name: Doctor, Lecturer

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering Technologies.

Author's research interests: Building Technologies, Methodology of Engineering Sciences.

Telephone and e-mail address: +370 37 300479, violeta.medeliene@ktu.lt

Author name, surname: Rasa Apanavičienė

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering Technologies.

Author's research interests: Real Estate Management, Building Technologies, Methodology of Engineering Sciences.

Telephone and e-mail address: +370 37 300479, rasa.apanaviciene@ktu.lt

Author name, surname: Vilma Kriauciūnaitė-Neklejonovienė

Science degree and name: doctor, lector.

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering Technologies.

Author's research interests: Building Technologies, Methodology of Engineering Sciences.

Telephone and e-mail address: +370 37 300479, vilma.kriauciunaite@ktu.lt

Author name, surname: Donatas Rekus

Science degree and name: Doctor, Lecturer

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering Technologies.

Author's research interests: Building Technologies, Methodology of Engineering Sciences.

Telephone and e-mail address: +370 37 300479, donatas.rekus@ktu.lt

FOTOGRAFINIŲ VAIZDŲ TURINIO (SITUACIJOS) TAPATUMO ATSKLEIDIMO ASPEKTAI

Birutė Ruzgienė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Klaipėdos valstybinė kolegija

Anotacija

Fotografiniai vaizdai gaunami nuotolinių tyrimų bei skaitmeninės fotogrametrijos metodais teikia svarbią informaciją apie Žemės paviršiaus objektus. Tokios informacijos atpažinimo bei tapatumo atskleidimo poreikis tampa vis aktualesnis. Nors šiuolaikinėse technologijose vis plačiau taikomi automatiniai objektų išrinkimo iš fotografinių vaizdų metodai, tačiau vizualinis situacijos tapatumo atskleidimas socialinio gyvenimo reikmėms vis dar išlieka reikšmingas ir svarbus. Straipsnyje nagrinėjama vizualinės sociologijos bei psichologinio suvokimo sąsaja su fotografinių vaizdų analize, atskleidžiami objektų skaitmeniniuose fotografiniuose vaizduose vizualinio identifikavimo bei suderinamumo su realybe ypatumai. Siekiant nustatyti fotografinio vaizdo elemento (pikslio) dydžio įtaką patikimai informacijai gauti, sudaryti skirtingo pikslio dydžio (0.08 m, 0.30 m ir 4.0 m vietovėje) skaitmeninių aerofotonuotraukų eksperimentiniai modeliai. Nustatyta, kad fotografinio vaizdo, kurio pikslio dydis 50 μm , o vietovėje 0.30 m, objektų tapatumo atskleidimo bendrasis procentinis rodiklis yra 88 %. Toks rodiklis atitinka keliamus reikalavimus objektams fotografiniuose vaizduose atpažinti.

Reikšminiai žodžiai: fotografinis vaizdas, objektų tapatumas, vizualinė sociologija, interpretabilumas

Įvadas

Taikant šiuolaikines technologijas, gaunami fotografiniai vaizdai, kurie atspindi realią situaciją. Fotografinis vaizdas – tai tikrovės atvaizdavimo rezultatas. Fotonuotraukos teikia įvairiapusišką informaciją ir išplečia sociologijos mokslo galimybes tyrimams sociologinės įžvalgos bei vizualinės sociologijos srityse atlikti (Harper 1998).

Objektų fotografiniuose vaizduose tapatumo nustatymas – tai jų identifikavimas realybėje. Fotografinių vaizdų turinys gali būti interpretuojamas nevienareikšmiškai. Interpretuotojas, remdamasis individualiu mąstymu, pasaulėžiūra bei patirtimi, o kartais ir momentiniu įspūdžiu, sukuria savitą situaciją. Todėl dažnai iškyla abejonė dėl fotografinio vaizdo ir realios tikrovės tapatumo. Kompiuterinės technologijos keičia fotografinių vaizdų interpretavimo ir taikymo socialiniuose procesuose galimybes, socialinių pokyčių aptikimo bei objektų sąsajų sampratą.

Sparčiai keičiantis socialiniams procesams, vizualinės sociologijos sąsajų su fotografinių vaizdų analize tyrimų poreikis didėja. Fotografinių vaizdų analizė siejasi su sociologija šiais aspektais (Grady 2008):

- Fotografiniai vaizdai pateikiami įvairiu formatu, tikslu ir tam tikru laiku. Jie apibūrinami istoriniu požiūriu, jais gali naudotis įvairūs vartotojai su savita specialia bei skirtinga samprata.
- Fotografiniai vaizdai apima funkcinę bei simbolinę informaciją. Jie yra žmogaus subjektyvios veiklos rezultatas ir dažnai nėra aiškiai skaitomi, tačiau tai yra objektyvus produktas, kurio gavimas priklauso nuo techninių priemonių ir vizualinio pateikimo formos. Visų fotografinių vaizdų informacija priklauso nuo fotografavimo priemonių savybių bei taikomos technologijos. Fotografinių vaizdų interpretuotojas atlieka šias veiklas: objektų atrinkimo pranašumo išaiškinimą, simbolinės informacijos nagrinėjimą, nustatant prigimtinę objektų vertę. Be to, jis gali nesunkiai keisti informaciją, atnaujinti ar ištrinti nereikalingą, gerinti fotografinių vaizdų kokybę, atlikti konkrečius fizikinių reiškinių ar objektų dydžių matavimus bei nustatyti jų padėtis.
- Fotografiniai vaizdai yra komunikacinės strategijos dalis. Jie gali būti naudojami perteikiant įvykius, pasakojamąją informaciją, kt. Kartais pasakojamoji pagal fotografinius vaizdus informacija gali būti retorinė arba neteisinga.
- Sociologai, nagrinėjantys vizualinius (vaizdinius) duomenis, konstatuoja, kad fotografiniai vaizdai yra gausus ir puikus informacijos apie įvairias socialinio ir kultūrinio gyvenimo sritis šaltinis. Ši informacija sociologinių reiškinių tyrėjams iškelia probleminių klausimų kompleksą, siekiant paaiškinti fotografinių vaizdų interpretavimo metodologiją ir rezultatus. Šiuolaikinis požiūris į šių problemų sprendimą sąlygoja poreikį naudotis inovatyviais vizualiniais metodais, fotografinių vaizdų interpretavimo būdais bei analizuoti išrinktos vizualinės informacijos taikymo galimybes sociologiniams duomenims kaupti.

Tyrimų objektas ir tikslas – išnagrinėti objektų skaitmeniniuose fotografiniuose vaizduose identifikavimo (tapatumo nustatymo) aspektus bei ypatumus, nustatyti interpretabilumo (atpažinimo) laipsnį bei optimalias sąlygas, siekiant gauti reikalingą, patikimą, suderintą su realybe informaciją.

Nors šiuolaikinėse technologijose vis plačiau taikomi automatiniai, kompiuteriniais programiniais sistemomis objektų išrinkimo iš fotografinių vaizdų metodai, tačiau vizualinis situacijos nagrinėjimo procesas socialinio gyvenimo reikmėms vis dar išlieka reikšmingas ir svarbus. Žemės paviršiaus fotografinių vaizdų informatyvumą lemia fotonuotraukų prigimtiniai elementai:

- skaitmeninės fotonuotraukos skiriamoji geba – vaizdo elemento dydis ir mastelis, apibrėžiantis objektų dydį;
- teminė - socialinė informacija – geoinformacinių duomenų rinkinių pagrindas;
- suderinamumas su realybe – atpažinimas vietovėje (lauko dešifravimas).

Išrenkant informaciją iš fotografinių vaizdų, svarbus veiksnys yra optimalaus vaizdo elemento (pikselio) dydžio parinkimas. Fotografinio vaizdo pikselio dydis daro įtaką skaitmeninių vaizdų informatyvumui bei sumažina/ padidina skaitmeninio vaizdo dydį. Didelės apimties skaitmeniniai vaizdai sukelia duomenų valdymo problemas. Sumažėjus informatyvumui, atsiranda daugiau papildomų darbų: reikia surinkti papildomą informaciją, parengti identifikuojamųjų objektų anotacijas (išsamius paaiškinimus) ir tinkama forma pateikti geografinę bei kartografinę informaciją skirtą žemėlapiams sudaryti.

Fotografinių vaizdų psichologinis suvokimas yra svarbus, kuriant kartografinius produktus bei įvairios paskirties žemėlapius. Skaitmeninių fotografinių vaizdų interpretavimo poreikis socialinėms reikmėms siejamas ir su patikimos informacijos atskleidimu, naudojantis plačiai paplitusia fotogrametrine produkcija – ortofotografinėmis bei kosminėmis nuotraukomis (Ruzgienė 2011).

Kartografinės produkcijos ir psichologinio suvokimo sąsaja

Fotografinių vaizdų stebėjimo ir suvokimo problema tapo daugelio mokslų tyrimo objektu. Psichologijos mokslas (matymo psichologija) nagrinėja su vaizdo regėjimo ir interpretavimo procesais susijusius šiuos pagrindinius veiksnius (Lu 2014):

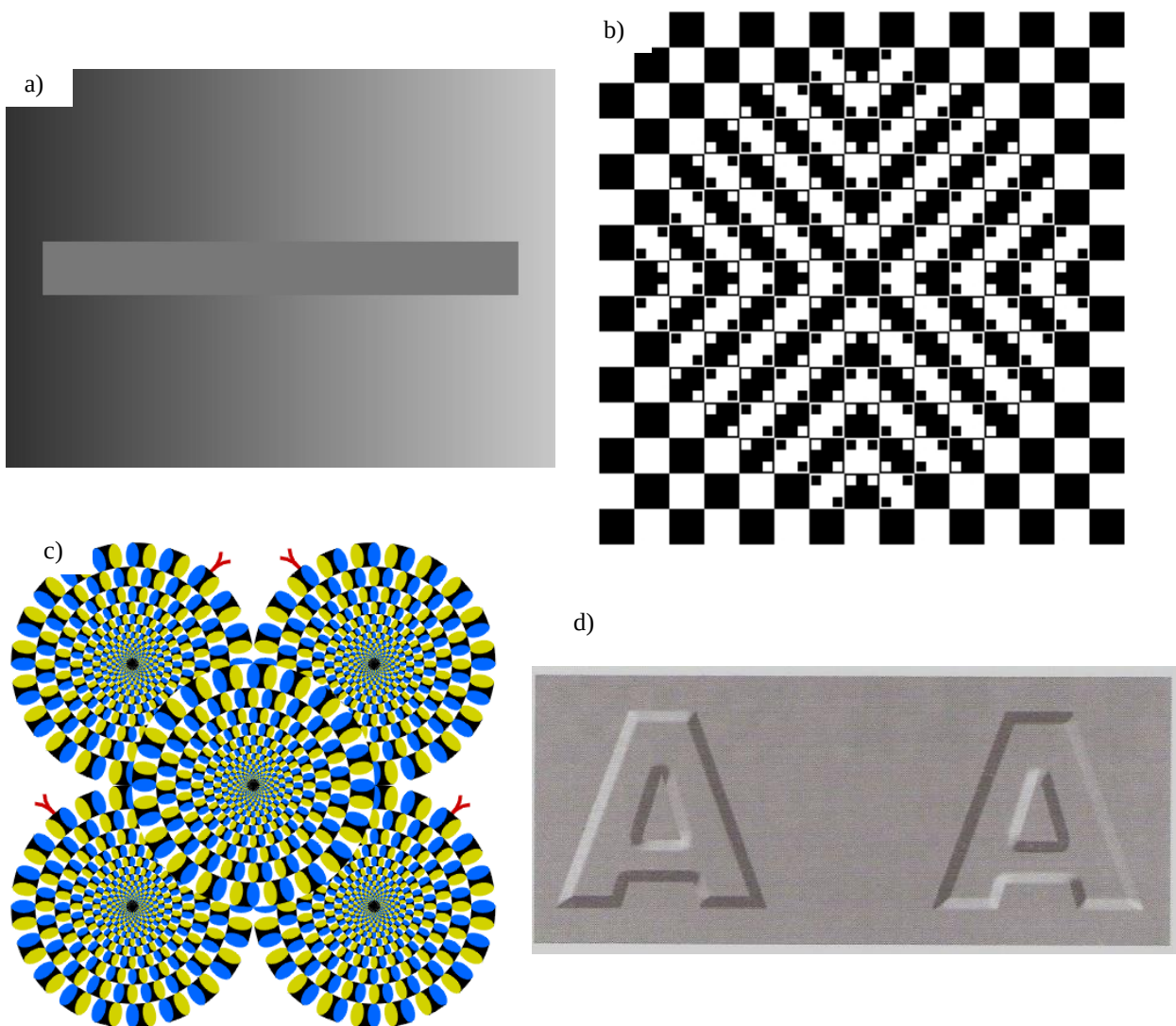
- stebėjimą – objektas atsiranda matymo lauke, jo vaizdas atitinka tikrovę ir procesas yra visiškai kontroliuojamas;
- vaizduotę – objektas nėra matymo lauke;
- iliuziją – objektas yra matymo lauke, tačiau jo suvokimas neatitinka realybės;
- haliucinaciją – atspindintys procesą signalai sąmoningai nekontroliuojami.

Psichologinio suvokimo klausimai ir matymo teorija siejasi ir su kartografijos, fotogrametrijos mokslais bei fotografinių vaizdų analize. Kartografinė produkcija teikia plokštuminį Žemės paviršiaus vaizdą žemėlapių forma ir tapatinama su matymu trimatėje (3D) erdvėje. Jau pirmuose kartografiniuose leidiniuose tam tikri piešiniai pateikdavo informaciją apie jų išdėstymą erdvėje. Fotogrametrijos mokslas nagrinėja perspektyvinę aerofotonuotraukų projekciją, kuri sukuria objektų lygiagrečių linijų suėjimo į vieną (sueigos) tašką iliuziją. Linijiniuose (vektoriniuose) žemėlapiuose spalviniu šešėliavimu vaizduojamas reljefas (Kraus 2000, Wolf 2000).

Psichologinis vaizdų suvokimas palengvina kartografų, geodezijos ir fotogrametrijos specialistų, fotografinių nuotraukų gavėjų, žemėlapių projektuotojų darbą.

1 paveiksle pateikti iliuzinio situacijos suvokimo pavyzdžiai. Pagrindinė iliuzijų savybė – tai adekvatumo tarp tikro (realaus) vaizdo ir stebėjimo rezultato stoka. Matymo iliuzija gali būti:

- daugiareikšmė – alternatyvūs simboliai, negalimos figūros;
- vienareikšmė – kontrastiškumo, formos, dydžio, judesio, erdvės kitimas.



1 pav. Daugiareikšmės iliuzijos pavyzdžiai:

a) kintantis kontrastiškumas – vidurinėje vaizdo dalyje vienodo pilkumo juosta greta tamsaus/ šviesaus fono sukelia šviesėjimo/ tamsėjimo įspūdį; b) forma – juodų ir baltų plotelių tinklas, apribotas lygiagrečiomis linijomis, sukuria išgaubtos figūros efektą; c) judesys – gautas „turbino“ efektas; d) erdvinė padėtis – raidė kairėje pusėje matoma išgaubta, o dešinėje – įdubusi (Butowtt 2003)

Vizualinis fotografinių vaizdų (aerofotonuotraukų) turinio suvokimas – interpretavimo esmė.

Vizualinio fotografinių vaizdų interpretavimo sąvoka dar gali būti apibrėžiama šiais sinonimais: dešifravimas, analizavimas, reikalingos informacijos išrinkimas, turinio supratimas, objektų atpažinimas. Aerofotonuotraukų dešifravimas/ interpretavimas – tai Žemės paviršiuje esančių objektų atpažinimas aerofotonuotraukose, jų dydžio, padėties, struktūros, kokybinių ir kiekybinių savybių, ypatumų nustatymas bei rezultatų atvaizdavimas žemėlapyje (Ruzgiene 2008).

Informacijos išrinkimas iš fotografinių vaizdų skiriamas į šiuos būdus: vizualinė analizė (fotografinius vaizdus nagrinėja žmogus - dešifruotojas) ir pusiau - automatinis vaizdų apdorojimas (vaizdų turinio klasifikavimas) specialiomis kompiuterinėmis sistemomis, vadinamomis ekspertų sistemomis.

Vizualus vaizdų interpretavimas pagrįstas žmogaus sugebėjimu vizualiai priimti ir analizuoti informaciją, susieti vaizdo spalvas ir detales (marginį) su realiais objektais. Žmogus stebi ir analizuoja vaizdą, daro išvadą pagrįstas loginiu mąstymu bei priežastingumo samprata. Spontaniškas atpažinimas siejamas su gebėjimu identifikuoti objektus fotografiniuose vaizduose tik žvilgtelėjus. Atliekant vizualinį aerofotonuotraukų dešifravimą remiamasi vaizdų charakteristikomis, vadinamomis interpretavimo elementais, t.y. analizuojama fotografinio vaizdo fono šviesumo ar patamsėjimo laipsnis ir spalvinis ryškumas; palyginami objektų dydžiai, forma ir tekstūra; nagrinėjama objektų struktūros, aukščių skirtumų ir šešėlių įtaka objektams atpažinti; nustatoma sąsaja su gretimais objektais. Fotonuotraukų spalvinis sodrumas (patamsėjimo laipsnis) priklauso nuo objekto spektrinio ryškumo, paviršiaus atspindėjimo laipsnio,

apšvietimo intensyvumo ir kt. Objektų forma aerofotonuotraukoje gali būti taisyklinga, netaisyklinga, vingiuota ir kt. Kai kurių objektų forma aerofotonuotrukose neatitinka jų tikrosios formos. Pavyzdžiui, spygliuočiai medžiai fotografiniame vaizde vaizduojami apskritimu arba vingiuota linija ribojamu plotu. Iš objektų dydžio nustatoma jų paskirtis, savybės ir kt. Šešėliai aerofotonuotrukose paprastai yra kliūtis dešifruojant, nes krisdami dengia kitus objektus. Vienodos struktūros objektų išsidėstymo aerofotonuotrukose dėsningumas palengvina juos atpažinti (Daniulis 1998).

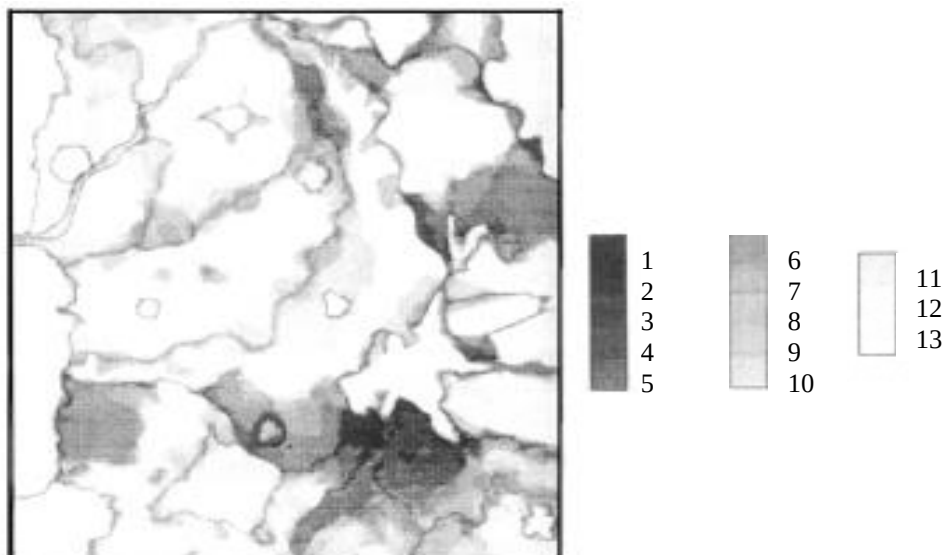
Skaitmeninio aerofotografinių vaizdų interpretavimo privalumai – atpažinimo procesas spartesnis, išvengiama subjektyvumo, lengvesnis naujos informacijos papildymas. Tačiau neišvengiama grubių klaidų dėl programinių sistemų netobulumo, dešifruojamųjų objektų nestandartiškumo, loginio mąstymo bei erdvinio matymo stoka ir kt. Specialiomis priemonėmis bei fotografinių vaizdų apdorojimo programinėmis sistemomis kuriamas stereoskopinis modelis objektų padėčiai trimatėje erdvėje stebėti. Taip tampa lengviau išskirti natūraliuosius bei žmogaus sukurtus objektus.

Viena iš svarbiausių faktorių, lemiančių aerofotonuotrukų dešifravimo rezultatų kokybę, tai dešifruotojo profesionalumas (kvalifikacija), jo gebėjimas objektyviai vertinti turimą informaciją apie dešifruojamuosius objektus. Siekiant atpažinti objektus ir nustatyti jų charakteristikas dažnai tenka analizuoti situaciją daug kartų. Profesionalus, patyręs dešifruotojas loginius uždavinius sprendžia efektyviau, nei tai pavyksta, taikant kompiuterinį dešifravimo būdą. Dešifruotojas dešifravimo požymius derina su konkrečiomis sąlygomis, atmets nereikalingą informaciją.

Siekiant gauti patikimus fotografinių vaizdų analizės rezultatus bei išvengti subjektyvumo, dažnai situaciją interpretuoja keli dešifruotojai. 2 paveiksle pateikta dviejų interpretuotojų to paties fotografinio vaizdo interpretavimo rezultatai, o 3 paveiksle – 13 dešifruotojų.



2 pav. Dviejų interpretuotojų objektų identifikavimo fotografiniame vaizde rezultatai –matomi objektų konfigūracijos, kiekio, struktūros bei generalizavimo (apibendrinimo) skirtingumai (Principles 2001)



3 pav. 13 dešifruotojų vaizdo dešifravimo rezultatai –pilkosios spalvos sodrumo skalės rodo dešifravimo rezultatų sutapimo lygmenį (balta spalva – visų 13 dešifruotojų rezultatai yra vienodai, juoda – visiškai nesutampa) (Principles 2001)

Vizualinės fotografinių vaizdų analizės daugiareikšmiškumui išvengti, naudojamos interpretavimo instrukcijos (raktai, nurodymai), kuriose pateikiama objektų klasifikacijos schema, nusakomos taisyklės ir kt. (Interpreting 2001). Fotografiniuose vaizduose ne visus objektus įmanoma identifikuoti, tokiu atveju naudojama papildoma informacija arba dešifravimas atliekamas vietovėje.

Fotografinių vaizdų interpretabilumo tyrimas

Objektų fotografiniuose vaizduose tapatumui atskleisti eksperimentinis tyrimas ir analizė atlikta vizualinio interpretavimo būdu. Stereoskopinių matavimų metodas taikytas objektų padėčiai erdvėje stebėti.

Objektų fotografiniuose vaizduose tapatumo tyrimas apima šiuos etapus:

- teminių duomenų rinkinio sudarymas;
- suderinamumo su realybe sąlygų priėmimas – referencinio modelio kūrimas;
- fotografinių vaizdų mastelio ir skaitmeninės matricos vaizdo elemento dydžio (skiriamosios gebos) įtakos vaizdų informatyvumui analizė.

Analizės metodas ir medžiaga

Taikant šiuolaikines technologijas, fotografiniai vaizdai analizuojami (interpretuojami) kompiuterinėmis sistemomis. Skaitmeninį fotografinį vaizdą charakterizuoja jo dydis (vaizdo elementų kiekis), vaizdo elemento (pikselio) dydis bei radiometrinė skiriamoji geba, kuri išreiškia fotografinio vaizdo spalvos sodrumą. Jeigu aerofotografiniai vaizdai yra analoginiai (filmo medžiagoje, kai vietovė fotografuojama analoginėmis fotokameromis), specialia elektronine įranga (skeneriu) atliekamas tokių fotografijų rastrinis skenavimas (skaitmeniniams), t.y. jų turinys paverčiamas skaitmenimis. Skenuojant analogines aerofotonuotraukas, svarbu parinkti optimalų skenavimo intervalą – skaitmeninio vaizdo elemento (pikselio) dydį. Nuo pikselio dydžio priklauso talpinamos informacijos skaitmeniniame vaizde kiekis. Kuo mažesnis vaizdo elementas, tuo duomenų apimtis didesnė. Kuo didesnis skenavimo intervalas, tuo daugiau informacijos prarandama ir taip tampa neįmanoma išskirti pavienių detalių fotografiniuose vaizduose. Kuo vaizdo mastelis yra stambesnis ir skaitmeninio vaizdo skiriamoji geba mažesnė, tuo vaizdas detalesnis. Aerofotografuojant vietovę iš didesnio skrydžio aukščio, skiriamoji geba ir kai kurie veiksniai, turintys įtakos vaizdo kokybei (pvz., šešėliai), tampa nereikšmingi (Welch 1996, Scanning 2014, Ruzgienė 2012).

Objektų fotografiniuose vaizduose atpažinimui (identifikavimui) tirti naudota analoginė fotografinė medžiaga (4 pav.) – Vilniaus miesto 1:6000 mastelio aerofotonuotraukos (aerofotografavimo skrydžio aukštis apie 1000 m). Aerofotonuotraukos nuskenuotose 14 µm skiriamąja geba profesionaliu fotogrametriniu skeneriu *Vexell UltraScan*. Skenuotosios medžiagos kokybę apibūdina pikselio dydis vietovėje – 8.4 cm.



4 pav. Fotografinis vaizdas (aerofotonuotrauka) objektų tapatumui tirti

Šaltinis: sudaryta autorės

Remiantis Geodezijos ir kartografijos techniniais reglamentais (Geodezijos 1999) parengta identifikuojamųjų objektų specifikacija – tai eksperimentinio modelio (duomenų rinkinio) pagrindiniai elementų, matomų analizuojamoje aerofotonuotraukoje, sąrašas. Visuomet išskirami arba niekada nematomi objektai fotografiniuose vaizduose nepriimti dėmesin. Krintantys šešėliai bei aerofotonuotraukos perspektyvinė centrinė projekcija teikia papildomą informaciją statinių aukščiams įvertinti. Objektų tapatumui fotografiniuose vaizduose atskleisti pasirinkti šie teminiai duomenys - geoobjektai:

1. Gyvenamieji daugiaaukščiai pastatai.
2. Dideli negyvenamieji pastatai.
3. Maži gyvenamieji pastatai.
4. Maži negyvenamieji pastatai.
5. Kietosios dangos keliai ir takai.
6. Lauko ir miško keliai, takai.
7. Elektros linijų, apšvietimo stulpai.
8. Tiltai.

Fotografinių vaizdų analizei nustatomi šie objektų identifikavimo rodikliai:

- interpretavimo tikslumas (IT), % – identifikuočių ir teisingai klasifikuotų objektų fotografiniame vaizde procentinė išraiška;
- operatoriaus (identifikuotojo) interpretavimo tikslumas (OT), % – teisingai klasifikuotų objektų fotografiniame vaizde procentinė išraiška;
- praleidimo rodiklis (PR), % – neidentifikuotų (neatskleistų, nesurastų) objektų fotografiniame vaizde procentinė išraiška;
- bendras interpretavimo tikslumas (BT), % – teisingai identifikuočių objektų grupių fotografiniame vaizde procentinė išraiška.

Fotografinių vaizdų interpretavimo rezultatai

Referenciniams fotografinių vaizdų dešifravimo (interpretavimo) duomenims gauti atlikta:

- originaliųjų fotonuotraukų diapozityvų stereoskopiniai matavimai fotogrametriniu prietaisu Zeiss Planicomp P3 ir programine sistema PCAP62 (Ruzgienė 2007);
- išanalizuoti aerofotonuotraukos, nuskenotosios 14 μm skiriamąja geba, turinio elementai;
- surinkta papildoma informacija internetinėje aplinkoje: <http://www.maps.lt/>, <http://www.google.com/earth/>, <https://maps.google.lt/>.

Dešifravimo darbus atliko trys profesionalūs operatoriai (dešifruotojai). Gautieji fotografinių vaizdų interpretavimo rezultatų nesutapimai apibendrinti, o akivaizdžiai grubios klaidos pašalintos. Identifikuojant apie 30 % fotografinio vaizdo elementų, naudota papildoma informacija objektų tapatumo atskleidimo patikimumui padidinti. Lauko dešifravimas nebuvo atliktas. Galutiniai referencinio modelio interpretavimo rezultatai (referenciniai duomenys) pateikti 1-oje lentelėje.

1 lentelė

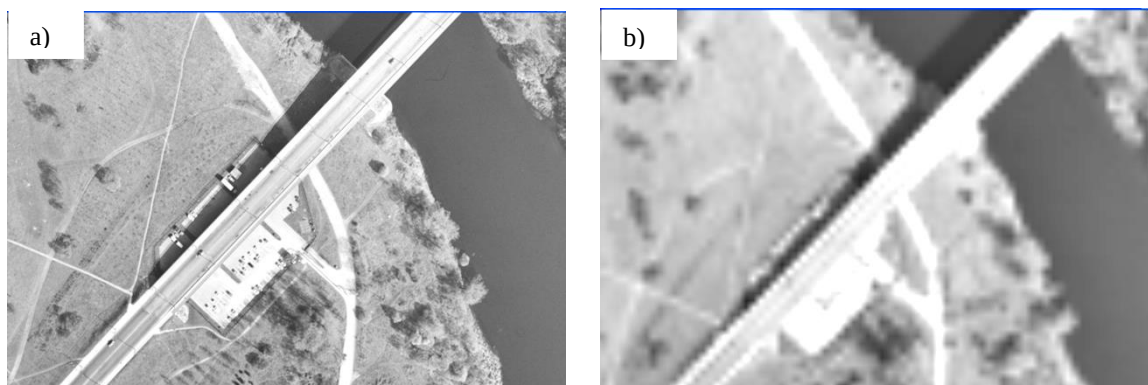
Fotografinio vaizdo interpretavimo referenciniai duomenys

Aerofotonuotraukos mastelis	1: 6000	
Vaizdo elemento (pikslio) dydis	14 μm (0.084 m)	
Objektai	Kiekis	Anotacija
1. Gyvenamieji daugiaaukščiai pastatai	52	Daugiau nei 2-jų aukštų statiniai.
2. Dideli negyvenamieji pastatai	14	Mokyklos, vaikų darželiai, parduotuvės, garažai, įmonių statiniai, kt.
3. Maži gyvenamieji pastatai	17	Pavieniai individualūs namai.
4. Maži negyvenamieji statiniai	42	Transformatorinės, ūkiniai pastatai, šiltnamiai.
5. Kietosios dangos keliai ir takai	23	Asfaltuoti keliai ir žvyrkeliai (atkarpos tarp sankryžų).
6. Lauko ir miško keliai, takai	68	Atkarpos tarp sankryžų.
7. Elektros linijų, apšvietimo stulpai	119	Gatvių apšvietimo ir aukštos įtampos elektros linijų stulpai.
8. Tiltai	3	Tiltai per vandens telkinius, viadukai.
Iš viso:	338	

Šaltinis: sudaryta autorės

Skenuojant aerofotonuotraukas, gaunami dideli duomenų rinkiniai. Nuskenotosios 23×23 cm formato aerofotonuotraukos, kai pikselio dydis 14 μm , duomenys užima 277.7 MB kompiuterio atminties, o vaizdo dydis (formatas) yra 16862×16862 pikselių. Tokio dydžio fotografinio vaizdo valdymas ir analizavimas yra neefektyvus ir reikalauja daugiau laiko sąnaudų.

Remiantis vaizdo piramidės generavimo principu (hierarchiniu metodu), sudarytas eksperimentinis fotografinių vaizdų modelis objektų tapatumui fotografiniuose vaizduose tirti, mažinant referencinio fotografinio vaizdo (14 μm skiriamąja geba nuskenotosios aerofotonuotraukos) skiriamąją gebą. Fotografinis vaizdas modeliuojamas *Irfanview* programine sistema <http://www.irfanview.com/>, pasirenkant šiuos vaizdo elementų (pikslių) dydžius: 686 μm (4.1 m vietovėje) ir 50 μm (0.30 m vietovėje). Sumodeliuotieji vaizdai atitinkamai užima 113 KB ir 28.5 MB kompiuterio atminties. Fotografinių vaizdų kokybės skirtumai vizualiai matomi 5 paveiksle pateiktuose analizuojamųjų fotografinių vaizdų fragmentuose.



5 pav. Fotografinių vaizdų fragmentai: a) pikselio dydis 14 μm (8.4 cm vietovėje), vaizdo formatas 16862×16862 pikselių; b) pikselio dydis 686 μm (4.1 m vietovėje), vaizdo formatas 337×337 pikselių

Šaltinis: sudaryta autorės

Eksperimentinius fotografinių vaizdų modelius analizavo bei interpretavo 15-os dešifruotojų grupė (VGTU Geodezijos ir kadastro specialybės studentai). Apibendrintieji fotografinių vaizdų interpretavimo rezultatai pateikti 2-oje ir 3-ioje lentelėse.

2 lentelė

Eksperimentinio modelio interpretavimo rezultatai

Aerofotonuotraukos mastelis					1:6000					
Vaizdo elemento (pikslio) dydis					50 μm (0.30 m)					
Interpret. duomenys	Referenciniai duomenys									Iš viso
	1	2	3	4	5	6	7	8	Kita*	
1	48								7	55
2		12							3	15
3			14						5	19
4				32					10	42
5					18				5	23
6						54			15	69
7							113		2	115
8								3	-	3
Praleista	4	2	3	10	5	14	6	-	-	-
Iš viso:	52	14	17	42	23	68	119	3		338
* - modelyje identifikuotų objektų, kurių nėra referenciniame duomenų rinkinyje, kiekis.										

* - modelyje identifikuotų objektų, kurių nėra referenciniame duomenų rinkinyje, kiekis.

Šaltinis: sudaryta autorės

3 lentelė

Eksperimentinių modelių interpretavimo rezultatų procentiniai rodikliai

Aerofotonuotraukos mastelis		1: 6000				
Vaizdo elemento (pikslio) dydis		686 μm (4.0 m)			50 μm (0.30 m)	
Objektai		Procentiniai rodikliai, %			Procentiniai rodikliai, %	
		identifikuota (IT)	klasifikuota (OT)	praleista (PR)	identifikuota (IT)	klasifikuota (OT)
1. Gyvenamieji daugiabučiai pastatai		88	85	12	92	87
2. Dideli negyvenamieji statiniai		81	78	19	86	80
3. Maži gyvenamieji pastatai		55	50	45	82	74
4. Maži negyvenamieji pastatai		52	48	48	76	76
5. Kietosios dangos keliai ir takai		63	60	37	78	78
6. Lauko ir miško keliai, takai		55	60	45	79	78
7. Elektros linijų, apšvietimo stulpai		88	98	12	94	99
8. Tiltai		100	100	0	100	100
Bendras (BT)		75			88	

Šaltinis: sudaryta autorės

Eksperimentinio modelio, kai pikslio dydis vietovėje 4.0 m, objektų aerofotonuotrukoje identifikavimo bendrasis procentinis rodiklis yra mažesnis. Tokio fotografinio vaizdo mažesnis kontrastiškumas darė įtaką objektų tapatumui atskleisti. Neteisingai klasifikuota ir daugiausiai praleista objektų, identifikuojant fotografiniuose vaizduose mažus negyvenamus pastatus (žr. 3 lentelę).

Apibendrinimas/ išvados

Fotografinių vaizdų, ypač ortofotografinių žemėlapių, ar kosminių nuotraukų panaudojimas įvairiose socialinio gyvenimo srityse plečiasi, todėl poreikis interpretuoti fotografinius vaizdus, siekiant išrinkti reikalingus duomenis, tampa vis aktualesnis.

Fotografinių vaizdų vizualinės analizės rezultatai parodo objektų interpretabilumo priklausomumą nuo vaizdo elemento (pikslio) dydžio. Aerofotonuotrukoje, nuskenuotoje 14 μm pikslio dydžiu, objektų identifikavimas yra efektyvus, aiškiai matomi objektų kontūrai, išskiriami net ir labai maži statiniai, tačiau vaizdo dydis (16862×16862 pikselių) daro įtaką fotografinio vaizdo valdymui ir užima daug kompiuterio atminties (apie 300 MB). Todėl iškyla poreikis parinkti optimalų fotografinio vaizdo elemento dydį, nesumažinant interpretabilumo laipsnio.

Atlikus objektų identifikavimo eksperimentiniuose modeliuose, kai pikselio dydžiai 686 μm (4.1 m vietovėje) ir 50 μm (0.30 m vietovėje) rezultatų analizę ir palyginus su referenciniais duomenimis (interpretavimo rezultatais fotografiniams vaizdams neskenuotiems 14 μm pikselio dydžiu), nustatyta, kad fotografiniame vaizde, kai pikselio dydis vietovėje 30 cm, identifikavimo rezultatai yra tinkami geoduomenų rinkiniams kurti.

Skaitmeninių vaizdų automatinio sugretinimo teorijoje net ir geriausio kontrasto vaizdai nėra identiški, t.y. koreliacija niekada nebus ideali, o koreliacijos koeficiento reikšmė nebus lygi 1 (Manual 2004, Linder 2009). Interpretuoti vaizdus apsunkina įvairūs veiksniai: šešėlių kritimo nevienodumas, judantys objektai, papildomi atspindžiai nuo vandens telkiniai, optiniai efektai, radiometriniai iškraipymai, kt. Fotografinius vaizdų koreliacija geriausiu atveju gali būti pasiekta iki 0.85 (85 %). Remiantis minėta teorija, eksperimentinio modelio, kai pikselio dydis 50 μm , 0.30 m vietovėje, objektų tapatumo atskleidimo gautasis bendrasis procentinis rodiklis 88 % (žr. 3 lentelę) atitinka keliamus reikalavimus objektams atpažinti fotografiniuose vaizduose.

Objektų tapatumo atskleidimo efektyvumui didinti, kuriant kartografinę/ topografinę produkciją pagal aerofotonuotraukas, skaitmeninio vaizdo pikselio dydis turi būti mažesnis apie 1.5 karto (Lillesand 2004).

Dažnai, interpretuojant objektus, reikia parengti jų aprašymus (anotacijas) (Lester 2011). Tačiau neišvengiamai reikalinga ir lauko kontrolė arba papildoma informacija, siekiant teisingai klasifikuoti identifikuojamuosius objektus.

Objektų interpretavimas fotografiniuose vaizduose yra subjektyvus, t.y. priklauso nuo interpretuotojo (dešifruotojo) patirties ir kvalifikacijos, dešifravimo požymių bei taisyklių išmanymo, kartografinės produkcijos kūrimo ir projektavimo esmės žinojimo, vaizdo psichologinio suvokimo, iliuzinės situacijos sampratos, kt. Rekomenduojama tirti dešifruotojo subjektyvumo poveikį objektų identifikavimo rezultatams.

Literatūra

1. Butowt, J.; Kaczynski, R. 2003. Fotogrametria. Wojskowa Akademia Techniczna. Warszawa. 375 p.
2. Daniulis, J. 1998. Aerofotometodai. Aerofotonuotraukų dešifravimas. Vilnius: Enciklopedija. 247 p.
3. Geodezijos ir kartografijos techniniai reglamentai. 1999. Valstybinė geodezijos ir kartografijos tarnyba prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės. GKTR 2.05.01. 30 p.
4. Grady, J. 2008. Visual Sociology.. In book: Bryant, C. D; Peck, D. L. 21st Century Sociology. Chapter 65. SAGE Publications. 31 p.
5. Harper, D. 1988. Visual Sociology: Expanding Sociological Vision. The American Sociologist/ Spring. 70 p.
6. Interpreting remote sensing imagery: human factors (Edited by Robert R. Hoffman, Arthur B. Markman). 2001. Boca Raton: Lewis Publishers. 289 p.
7. Kraus, K. 2000. Photogrammetry. Fundamentals and Standard Processes. Vol. 1. Köln, Dümmler. 396 p.
8. Lester, P. M. 2011. Visual communication: images with messages. Boston (Mass.): Wadsworth Cengage Learning. 434 p.
9. Lillesand, T. M; Kiefer, R. W.; Chipman, J. W. 2004. Remote sensing and image interpretation. 5th ed. Hoboken (N.J.): Wiley. 763 p.
10. Linder, W. 2009. Digital Photogrammetry. A Practical Course. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 226 p.
11. Lu, Zhong-Lin. 2014. Visual psychophysics: from laboratory to theory. Cambridge (Mass.): MIT Press. 450 p.
12. Manual of Photogrammetry (Edited by Chris McGlone). 2004. Fifth Edition. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Maryland, USA. 1151 p.
13. Principles of Remote Sensing (Edited by Lucas L. F. Janssen, Gerrit C. Huurneman). 2001. The International Institute for Aerospace and Earth Science (ITC). Netherlands. 410 p.
14. Ruzgienė, B. 2008. Fotogrametrija. VGTU leidykla "Technika". 203 p.
15. Ruzgienė, B.; Aleknienė, E. 2007. Analytical and digital photogrammetric geodata production systems (a comparison test). Geodesy and Cartography 33(2): 50–54.
16. Ruzgienė, B.; Bagdžiūnaitė, R.; Ruginytė, V. 2012. Scanning aerial photos using a non-professional scanner. Geodesy and cartography 38(3): 118-121.
17. Ruzgienė, B.; Xiang, X. Q.; Gečytė, S. 2011. Large scale city mapping using satellite imagery. Geodesy and Cartography 37(4): 168-171.
18. Scanning analog photographs [cited 21 February 2014]. Available from Internet: <http://academic.emporium.edu/aberjame/airphoto/scan.htm>
19. Welch, R.; Jordan, T. 1996. Using Scanned Aerial Photographs [cited 24 February 2014]. Available from Internet: http://www.crms.uga.edu/pubs/raster_images_in_gis.pdf
20. Wolf, P. R.; Dewitt, B. A. 2000. Elements of Photogrammetry: with Application in GIS. 3rd edition. McGraw-Hill. 608 p.

THE ASPECTS OF THE PHOTOGRAPHIC IMAGES CONTENTS (SITUATION) IDENTITY DISCLOSURE

Summary

Photographic images obtained by remote sensing and digital photogrammetry techniques provide important information about the Earth's surface. The need of identification of such information and the disclosure of the identity become more and more relevant. While modern technology is increasingly applied the automatic extraction of objects from photographic images methods, but for social life needs a visual examination of the situation still remains a significant and important. This paper examines the link of the visual sociology and psychological understanding with the photographic image analysis, reveals peculiarities of objects visual identification in digital photographic images and compatibility with reality. In order to determine the influence of photographic image element (pixel) size for obtaining reliable information, the experimental models using digital aerial photographs with a different pixel size (0.08 m, 0.30 m, and 4.0 m on the terrain) have been created. It was found that the overall percentage rate of object identity disclosure is 88 %, when photographic image pixel size is 50 μm (0.30 m). This rate meets the requirements for recognition of objects in photographic images.

Keywords: photographic image, object identity, visual sociology, interpretability.

AUTORIAUS LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Birutė Ruzgienė

Mokslo laipsnis ir vardas: daktarė, docentė

Darbo vieta ir pozicija: Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Aplinkos inžinerijos fakulteto Geodezijos ir kadastro katedros docentė, Klaipėdos valstybinės kolegijos, Technologijų fakulteto, Geodezijos ir kraštotvarkos katedros docentė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: skaitmeninis fotogrametrinis kartografavimas, fotografinių vaizdų interpretavimas, nuotolinių tyrimų duomenų klasifikacija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 699 35344, birute.ruzgiene@vgtu.lt

A COVER LETTER OF AUTHOR

Author name, surname: Birutė Ruzgienė

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Faculty of Environmental Engineering, Associated Professor of Geodesy and Cadastre Department; Klaipėda State College, Faculty of Technologies, Associated Professor of Geodesy and Land Management Department.

Author's research interests: Digital Photogrammetric Mapping, Image Interpretation, Feature Extraction From Remote Sensing Data.

Telephone and e-mail address: +370 699 35344, birute.ruzgiene@vgtu.lt

TILTŲ IR VIADUKŲ PRIEŽIŪROS LIETUVOS KELIUOSE ANALIZĖ IR PROBLEMAS

Regina Motienė, Arvydas Bilius, Raimondas Šadzevičius
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Valstybinės reikšmės kelių priežiūra ir plėtra vykdoma pagal 2002–2015 metų Lietuvos Respublikos valstybinės reikšmės kelių priežiūros ir plėtros programą, parengtą valstybės įmonės „Transporto ir kelių tyrimo institutas“ ir patvirtintą Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerijos. Rengiant ją numatytos lėšos tiltų, viadukų remontui, rekonstrukcijai, naujų statybai. Tačiau šioje programoje nėra akcentuota ką reikėtų daryti su Lietuvos keliuose esančiais tiltais – kokiam nudėvėjimo laipsniui esant juos reiktų remontuoti, kada reiktų stiprinti, kokios pagrindinės tiltų ir viadukų nudėvėjimo priežastys. Atlikus literatūros analizę įvertinta esamų tiltų ir viadukų priežiūros situacija, pagal apžvelgtus atliktus mokslinius tyrimus išrinkti būdingiausi tiltų ir viadukų konstrukcijų defektai ir pažeidos, aptartos jų atsiradimo priežastys.

Reikšminiai žodžiai: tiltas, priežiūros sistema, nusidėvėjimas, defektas, techninė būklė.

Išvadas

Automobilių keliai – viena reikšmingiausių sričių, turinčių didžiulės įtakos ekonomikos, tarptautinių mainų, turizmo, kultūros santykių plėtrai. Ypač tai aktualu dabar, kai plečiantis Europos Sąjungai atsiveria sienos, gausėja partnerystės ryšių ir bendrų projektų. Nepaisant didelių investicijų į valstybinės reikšmės kelių tinklo plėtrą ir eismo saugumo gerinimą, avaringumas Lietuvos Respublikoje iki šiol buvo vienas iš didžiausių Europos Sąjungoje. Tai leidžia daryti prielaidą, kad ne visos kelių tinklo tobulinimui taikomos priemonės yra pakankamai efektyvios, tarp jų ir kelių statinių rekonstrukcijos projektų sprendiniai. Ypač didelį susirūpinimą kelia kelio statinių priežiūros sprendiniai.

Seniausios rašytinės žinios apie kelio statinius t.y. tiltus siekia senuosius Egipto ir Babilono laikus. Egipte rasti arkų griuvėsiai, kurių amžius siekia apie 3600 metų. Graikų istorikas Herodotas rašė apie kelio statinius t.y. tiltus per Nilą ir Eufratą, pastatytus XX a. pr. Kr. iš medinių perdangų ant akmeninių atramų. Herodotas ir Fiodoras Sicilietis mini 300 m ilgio tiltą ir tunelį Babilone per Eufratą. Tiltas buvo ant mūro atramų su medinėmis perdangomis. Herodotas aprašo pontoninius Persijos karalių Darijaus ir Kserkso tiltus, pastatytus žygių 513 m. pr. Kr. ir 480 m. pr. Kr. metu. Kserksas prieš žinomą mūšį ties Termopilais su graikais 480 m. pr. Kr. per 7 dienas ir naktis pervedė savo milijoninę armiją per Dardanelų sąsiaurį pontoniniu tiltu, kurio medinė perdanga buvo atremta į 360 valčių. Pirmieji žinomi Romos imperijoje tiltai pastatyti apie 2000 metų pr. Kr. Dauguma antikos tiltų buvo arkiniai. Arkos buvo mūrijamos iš tašytų akmenų ir rėmėsi į masyvų pamatą. Vienas iš seniausių išlikusių šešių tarpatramių (iki 30 m ilgio kiekvienas) tiltas pastatytas Trajano 105 m pr. Kr. Ispanijoje. Tilto arkoje išlikęs užrašas: "Tontem perpetui mansurum in saecula" (Pastačiau tiltą, kuris išliks amžiams). Buvo statomi ir mediniai tiltai, tačiau apie juos, praėjus porai tūkstančių metų, liko tik reti prisiminimai.

Naudojamuose kelio statiniuose ilgainiui neišvengiamai atsiranda pokyčių, kurie blogina jų naudojimo savybes, trumpina naudojimo trukmę. Vieni pakitimai kenkia transporto ar pėsčiųjų eismui, kiti, atsiradę dėl konstrukcijų irimo, gali sukelti net avarijas; vieni išryškėja ilgainiui naudojimo metu, kiti - atsitiktinai ir nelauktai, vieni - greitai dar statant ar montuojant kelio statinį, kiti - tik po daugelio metų; vienus galima nesunkiai ir greitai ištaisyti, kitų iš viso neįmanoma pašalinti (Kamaitis, 2000).

Tyrimo tikslas – atlikti esamų tiltų ir viadukų priežiūros situacijos analizę bei išsiaiškinti problemas kelių statinių priežiūros srityje.

Tyrimo objektas – tiltų ir viadukų priežiūra.

Tyrimo uždaviniai:

1. Atlikti esamų tiltų ir viadukų priežiūros situacijos analizę.
2. Remiantis įvairiais literatūros šaltiniais atskleisti nagrinėjamos problemos aspektus.

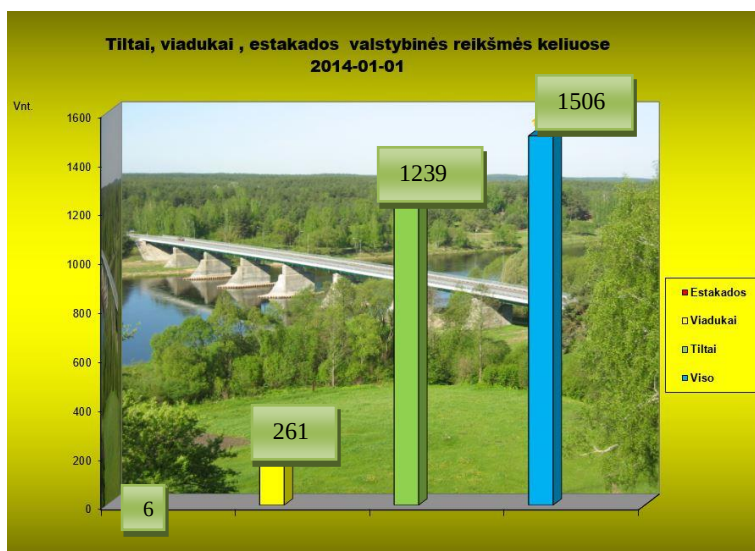
1. Lietuvos tiltų ir viadukų priežiūros esamos situacijos analizė

Dauguma tiltų Lietuvoje yra suprojektuoti ir pastatyti vadovaujantis 1952, 1962, 1984 m. sovietinėmis projektavimo normomis SNIP. Net paskutiniųjų 1984 m. SNIP automobilių eismo apkrovos (didžiausios lyginant su ankstesnėmis) vidutiniškai yra 1,5 karto mažesnės nei europinės (atskiris atvejais iki 2 kartų). Taigi Lietuvoje realios tiltų apkrovos jau europinės, o laikomoji galia ir patikimumas likę sovietiniai. Šiuo metu tiltai ir viadukai Lietuvoje projektuojami ir statomi laikantis norminių dokumentų (STR 2.06.02:2001, KTR 2.06.03:2008, LST EN 1991-1, ST8871063.05:2003, ST 1207933787.02:2010 ir kt.).

Šiuo metu valstybinės reikšmės keliuose yra 1506 tiltai ir viadukai, dauguma jų buvo pastatyti iki 1980 m. – 1150 vnt. Tad dauguma tiltų naudojami 30 ir daugiau metų. Valstybinės reikšmės keliuose nėra nė vieno tilto, kuriuo būtų nesaugu naudotis, tačiau tai nereiškia, kad nėra remontuotinų tiltų. Vienokio ar kitokio remonto laukia apie 24 proc. visų tiltų. Nepaisant solidaus amžiaus, vidutinis tiltų metinių apžiūrų įvertinimas yra 3,9 balo (penkiabalėje vertinimo skalėje). Tai liudija apie pakankamai efektyvią tiltų techninę priežiūrą (t.y. užtikrinama, kad neatsirastų defektų, sukeliančių avarinę būklę ir trukdančių eismui). Tiltų priežiūra atliekama nuo naujo tilto statybos užbaigimo iki tilto naudojimo pabaigos. Techninė priežiūra leidžia laiku nustatyti tiltų pažaidas, jų atsiradimo priežastis – kada ir kokių priemonių imtis, kad tiltai būtų saugiai naudojami. (Lietuvos automobilių kelių direkcija prie susisiekimo ministerijos).

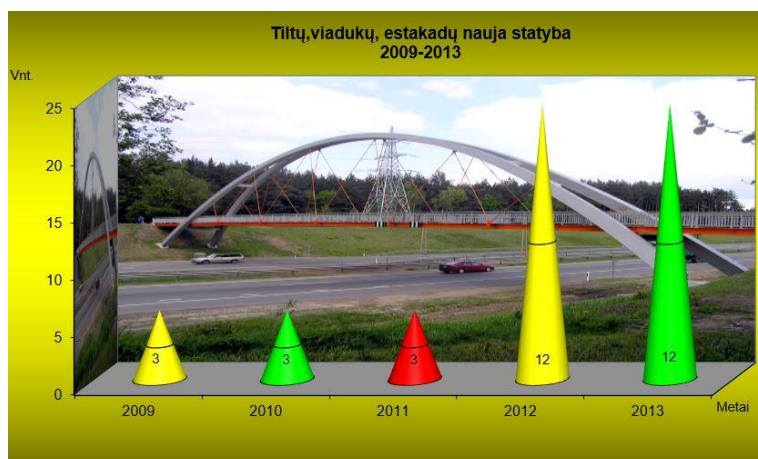
Neįmanoma nutiesti kelio be tiltų per upes, viadukai būtini keliui susikertant su geležinkeliu, o intensyvaus eismo srauto keliuose išvengiama spūsčių ir skaudžių eismo įvykių įrengiant skirtingų lygių sankryžas. Moderniausia sankryža valstybinės reikšmės keliuose yra trijų lygių Jakų sankryža ties įvažiavimu į Klaipėdą, magistraliniame kelyje A1 Vilnius– Kaunas–Klaipėda. Šioje sankryžoje įrengta keturių eismo juostų 610 m ilgio estakada Kauno–Klaipėdos, Klaipėdos–Kauno kryptimis, 317 m ilgio estakada Kauno–Palangos kryptimi, o 3-ame lygyje įrengta 552 m ilgio estakada Palangos– Kauno kryptimi. (Lietuvos automobilių kelių direkcija prie susisiekimo ministerijos).

Iki 2014 01 01 Lietuvoje buvo pastatyta bei rekonstruota 6 estakados, 261 viadukas, 1239 tiltai. Iš viso pastatyta ir rekonstruota 1506 kelio statiniai. (žr. 1 pav.).



1 pav. Tiltai, viadukai, estakados valstybės reikšmės keliuose

Šaltinis: sudaryta Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie susisiekimo ministerijos



2 pav. Tiltų, viadukų, estakadų nauja statyba 2009-2013

Šaltinis: sudaryta Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie susisiekimo ministerijos

Šiuo metu tiltai ir viadukai Lietuvoje prižiūrimi laikantis norminių dokumentų (Tiltų techninės priežiūros taisyklės TTPT 10, Kelių priežiūros vadovas I, V, VI dalys ir kt.) reikalavimų.



3 pav. Tiltų, viadukų, estakadų rekonstravimas ir kapitalinis remontas 2009-2013

Šaltinis: sudaryta Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie susisiekimo ministerijos

Iš pateiktų duomenų (3 pav.) galime teigti, kad tiltų, viadukų estakadų rekonstravimo ir kapitalinio remonto apimtys nuo 2013 metų didėja.



4 pav. Tiltų, viadukų, estakadų paprastasis remontas 2009-2013

Šaltinis: sudaryta Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie susisiekimo ministerijos

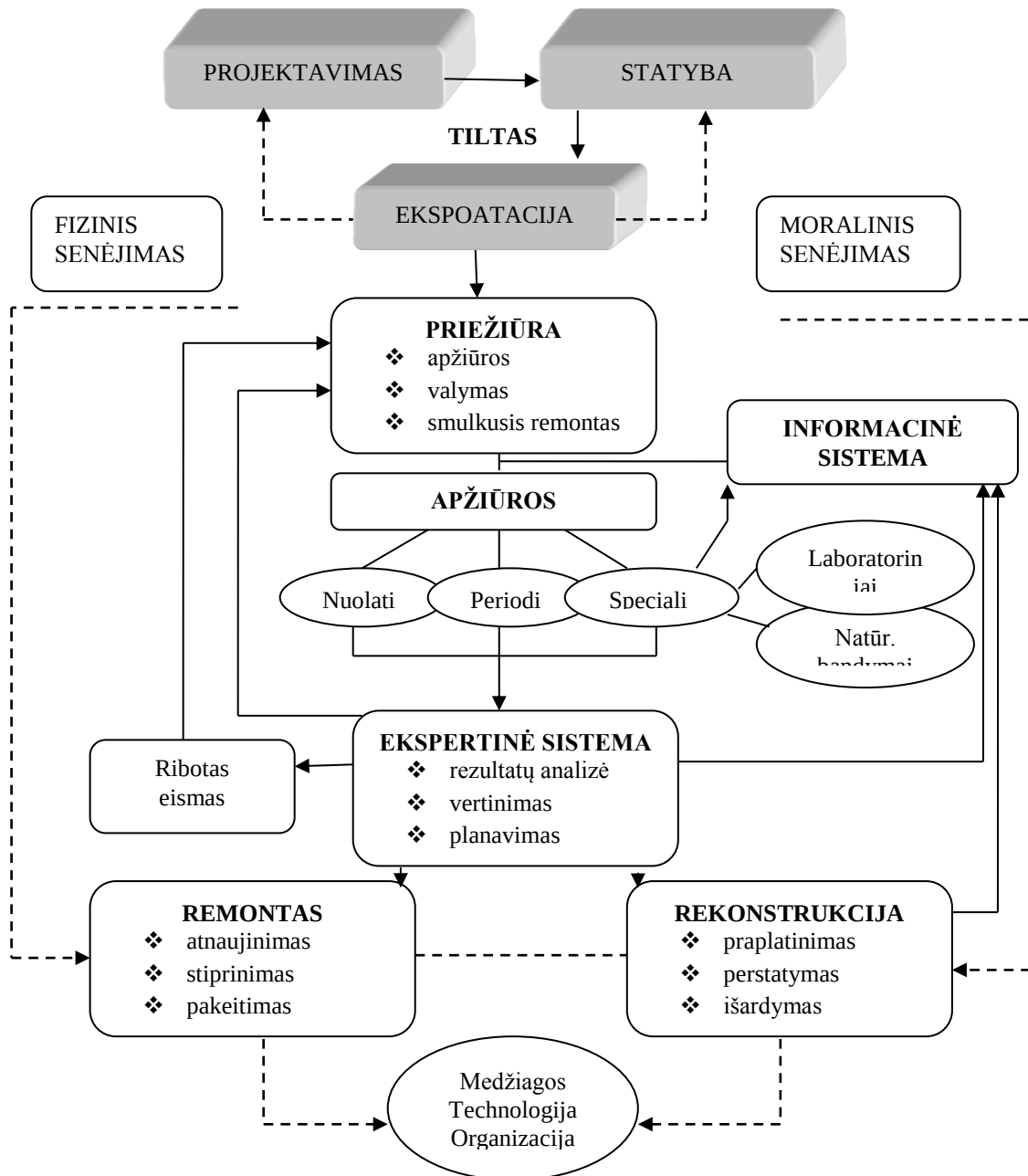
2. Tiltų ir viadukų priežiūra ir remontas

Svarbiausias reikalavimas, keliamas transporto statiniams, yra tas, kad jie būtų patikimi ir saugūs, juos naudojant, galėtų patogiai ir nenutrūkstamai vykti jais eismas. Į šį reikalavimą atsižvelgiama projektuojant statinį, bet ne mažiau svarbu teisingai statinį prižiūrėti ir naudoti. Nuo statinio priežiūros labai priklauso jo ilgaamžiškumas. Yra daug pavyzdžių, kai, teisingai prižiūrint, statinių amžius pailgėdavo 2...3 kartus ir atvirkščiai – pavėluotai radus defektus, reikdavo daug lėšų jiems ištaisyti. Laikui bėgant, konstrukcijų laikymo galia mažėja, nes jas veikia atmosferiniai veiksniai (drėgmė, šaltis) ir agresyvi aplinka (gruntiniai ir nutekamieji vandenys, fabrikų dūmai, pajūrio klimatas ir kt.). Tačiau ne vien dėl šių priežasčių tiltai ir viadukai greičiau sensta. Statiniuose atsiranda įvairių pažeidimų, išryškėja medžiagų defektai, kurių atsiradimą sunku numatyti iš anksto. Be to, visą laiką didėja transporto mašinų svoriai, judėjimo greičiai ir intensyvumas, todėl sunkesnis ir konstrukcijų darbas. Taigi mažėja ir transporto statinių naudojimo patikimumas, trumpėja jų amžius. Tiltų naudojimo trukmė siekia 100 metų, o kartais ir daugiau, tačiau pagal panaudotas statybai medžiagas tiltų ir viadukų gyvavimo trukmė yra tokia: gelžbetoniniams - 80 metų, plieniniams - 50 metų, mediniams - 20 metų (STR 1.12.06.2002).

Statinių techninės priežiūros tikslas – sudaryti tinkamas jų naudojimo sąlygas, stengtis, kad neatsirastų konstrukcijose defektų ir pažeidimų, o atsiradus – laiku juos pašalinti. Tiltams ir viadukams

būtina jų rutininė priežiūra t.y. nuolatinė kelio statinių priežiūra, kuri turi būti vykdoma laikantis reikalavimų nurodytų tiltų techninės priežiūros taisyklėse TTPT 10. Tiltų priežiūros valdymo sistema pavaizduota 4 paveiksle.

Tiltų projektavimas, statyba ir priežiūra daugelį metų tradiciškai buvo viena nuo kito atskirti. Pastaraisiais 2-3 dešimtmečiais visose šalyse pastebimas intensyvus fizinis ir moralinis statinių senėjimas, neišvengta ir skaudžių avarijų. Prie skaudžių nelaimių reikia priskirti 1972 m. pontoninio tilto per Nerį Vilniuje avariją, kurios metu nuskendo nemažai žmonių. Jų tikslus skaičius ir šiandien nežinomas. Avarija įvyko dėl nepakankamo lynų inkaravimo krante. 1985 m. autoįvykių metu buvo sulaužytos dviejų Vilniaus viadukų kraštinės sijos. 1994 m. potvynio vanduo nunešė tiltą Pirčiupių-Lišiškių plente. Tais pačiais metais autoįvykių metu nukirsta tarpinės atramos Karoliniškių viaduko kolona, o dėl blogo sijų ir atramų rygelių sujungimo vos neįvyko Gariūnų- Titnago viaduko Vilniuje avarija. Šį viaduką teko skubiai remontuoti ir nutraukti eismą, kas transporto apvažiavimo ir laiko nuostolių požiūriu yra lygiaverčiai viaduko avarijai. laimei, visais šiais atvejais apsieita be žmonių aukų (Kamaitis, 1995).



5 pav. Tiltų priežiūros valdymo sistema

Šaltinis: sudaryta Kamaitis, 2000

Tiltų techninė priežiūra gali būti organizuojama dviem būdais:

Pirmuoju būdu statiniai periodiškai apžiūrimi, fiksuojama jų techninė būklė. Specialiais prietaisais ir metodais matuojami ar apskaičiuojami įvairūs elementų parametrai, įvertinamas jų patikimumas. Pastebėjus statiniuose neleistinus defektus, planuojamos prevencinės priemonės. Planuojamų profilaktinių priemonių ir remonto darbų rūšis, apimtys ir terminai priklauso nuo tilto techninės būklės. Kad parengti statinio remonto projektą ir pasiruošti remonto darbams, kartais reikia 1-2 metų. Per šį laikotarpį tilto techninė būklė gali pakenkti ir stebėjimų duomenys pasenti, o remonto darbai gali būti nepakankamai efektyvūs.

Antruoju būdu techninis aptarnavimas ir remontai vykdomi iš anksto užplanuotais terminais. Planinių įspėjamųjų remontų sistema numato darbų apimtį ir terminus, kai prognozuojamų gedimų tikimybė yra didžiausia.

Naudojant ir prižiūrint tiltus tenka spręsti du pagrindinius uždavinius:

Pirmas uždavinys - laiku surasti sugedusius elementus, kurie netenkina naudojimo reikalavimų ir mažina viso statinio patikimumą. Šis uždavinys sprendžiamas renkant informaciją ir klasifikuojant surastus defektus, pažaidas, elementų gedimus, jų priežastis. Koks esamas, spėjamas ar būsimas konstrukcijų pažeidimo laipsnis ir galimos pasekmės, turi atsakyti tiltų būklės vertinimo ekspertinė sistema.

Antruoju būdu apskaičiuojant planinių - įspėjamųjų remontų laiką, būtina turėti patikimus statistinius duomenis. Informacijos apie juos dar labai trūksta, nes tiltų ar jų konstrukcijų naudojimo trukmė siekia dešimtmečius ir šimtmečius. Be to, tokia informacija kol kas labai ribota.

3. Tiltų ir viadukų būklės tyrimai

Vilniaus miesto tiltų ir viadukų būklės tyrimus atlieka Vilniaus Gedimino technikos universiteto mokslininkai, kurie tyrimų rezultatus apibendrina monografijose (Kamaitis 1995, 2000), moksliniuose straipsniuose (Kamaitis, 2002), vadovėliuose (Notkus, 2003, 2010) ir kt.

VĮ Transporto ir kelių tyrimo instituto Tiltų tyrimų skyriaus specialistai per pastaruosius 14 metų yra atlikę 565-ių tiltų bei viadukų apžiūras (<http://www.tkti.lt/index.php?id=30>). Iki 2009 metų pradžios buvo paruošti ir išleisti šie kelių ir tiltų priežiūros bei remonto valdymo sistemos leidiniai, kiti norminiai dokumentai skirti tiltų priežiūros ir remonto sistemai: Tiltų remonto vadovas (I – oji dalis, kitos ruošiamos); Tiltų naudojimo ir priežiūros taisyklės; Tiltų priežiūros ir remonto ekonominiai normatyvai; Dažniausiai pasitaikančių defektų Lietuvos tiltuose albumas (1998).

Remiantis VĮ Transporto ir kelių tyrimo instituto specialistų atliktų tiltų tyrimų duomenimis pagrindinės Lietuvos tiltų problemos susijusios su gelžbetoniu, nes gelžbetoniniai tiltai sudaro apie 95 % visų tiltų. Ypač daug rūpesčių kelia svarbiausiose Lietuvos magistralėse 1968 – 1983 m. statyti įtemptojo gelžbetonio rėminiai – dėžiniai viadukai. Tokio tipo viadukų, armuotų įtemptais vielapluoščiais iš didelio atsparumo vielų, pastatyta 17: šešiolikos viadukų tarpatramiai yra (16+48+16) m, vieno – (18+36,1+18) m. Minėtos konstrukcijos viadukų būkle labai susirūpinta po 1995 metų. Tais metais buvo išbandyti trys viadukai: Paparčių, Rumšiškių ir Palemono, esantys A-1 magistralės tokio paties pavadinimo sankryžose. Paparčių viadukui nustačius pavojingą priešavarinę būklę, pradėti reguliariai stebėti bei bandyti ir kiti viadukai. Du kartus per metus niveliuojama visų viadukų perdanga, stebimas dėžinio profilio blokuose atsivėrusių plyšių pločio kitimas (Krašauskas, Jocius, 2005).

Kauno r. melioracijos sistemose esančių 32 tiltų techninės būklės tyrimus atliko Lietuvos žemės ūkio universiteto (dabar – Aleksandro Stulginskio universiteto) mokslininkai (Gurskis ir kt., 2004).

1 lentelė

Tiltų elementų techninės būklės vertinimo rezultatai

Defekto pavadinimas <i>The defect</i>	Elementų kiekis su defektu, % <i>The quantity of elements with the defect</i>
Poliai su statybos laikotarpio paviršiaus pažeidimais (nuskeltais kampais, briaunomis) <i>Piles with surface defects in building time (broken corners, edges)</i>	54,4
Poliai su supleišėjusiu armatūros apsauginiu betono sluoksniu <i>Piles with crannied concrete carpet</i>	60,2
Poliai su armatūra be apsauginio betono sluoksnio <i>Piles without concrete carpet</i>	48,9
Nuo apkrovų supleišėję antpuoliai <i>Crannied grid foundations due to loads</i>	16,0
Antpoliai su supleišėjusiu apsauginiu betono sluoksniu <i>Grid foundations with crannied concrete carpet</i>	90,9
Antpoliai su armatūra be apsauginio betono sluoksnio <i>Grid foundations without concrete carpet</i>	71,7

Defekto pavadinimas <i>The defect</i>	Elementų kiekis su defektu, % <i>The quantity of elements with the defect</i>
Nuo apkrovų supleišėjusios perdangų plokštės, sijos <i>Crannied span panels and girders due to loads</i>	10,4
Perdangų plokštės, sijos su supleišėjusiu apsauginiu betono sluoksniu <i>Panels and girders with crannied concrete carpet</i>	75,0
Perdangų plokštės, sijos su armatūra be apsauginio betono sluoksnio <i>Panels and girders without concrete carpet</i>	43,8
Perdanga praleidžia vandenį <i>Water penetrates through panels</i>	57,1
Ca(OH) ₂ išplovimas iš perdangos betono <i>Ca(OH)₂ scour from span concrete</i>	48,6
Nesutvarkytas paviršinio vandens nuvedimas, vanduo ardo šlaitus <i>Bad water-shoot, water erodes the slope</i>	11,4

Šaltinis: Gurskis ir kt. Estimation of technical condition of bridges'elements, 2004

Atlikus nustatytų tiltų defektų analizę, atsižvelgus į betono stiprio bandymo rezultatus ir remiantis (Vaišvila ir kt., 1998) pateikta metodika, nustatyta, kad geros būklės yra tik 2 tiltai (6 %), vidutinės ir patenkinamos – 91 % tiltų. Vieno tilto (3 %) būklė nepatenkinama. Atkreiptinas dėmesys į tai, kad defektų yra visų tiltų pagrindinėse konstrukcijose: polinėse atramose, antpoliuose, perdangų plokštėse ir sijose.

4. Dažniausiai sutinkami tiltų defektai, pažaidos ir jų atsiradimo priežastys.

Pirmosios grupės ribinių būvių defektai ir sužalojimai (kai paplaunamos atramos suyra arba susilanksto atskiri elementai, atsiranda perdangos rezonansas ir t. t.), kurie pažeidžia statinio naudojimą, laikomi pavojingais ir juos reikia skubiai ištaisyti. Antrosios grupės ribinių būvių defektai ir sužalojimai (dideli įlinkiai, plyšiai, plieno korozija ir t. t.), dėl kurių sunkiau eksploatuoti statinį ir trumpėja statinio amžius, ne tokie pavojingi ir jų remontą kuriam laikui galima atidėti.

Defektus ir pažaidas pagal jų įtaką pagrindiniams tilto elementams rekomenduojama klasifikuoti į 3 grupes (Bilius, 2013):

- šiuo metu neturintys tiesioginės įtakos konstrukcijų laikomajai galiai ir ilgaamžiškumui, bet ateityje galintys tapti irimo židiniais arba neleistini estetiniais sumetimais (paviršinė plieninių ar betoninių atitvarų korozija, nedideli betono konstrukcijų plyšiai ir atplaišos ir pan.);
- mažinantys konstrukcijų ilgaamžiškumą (gelžbetonio plyšiai, betono, armatūros ir plieninių elementų korozija, mediniuose tiltuose – puvimo židiniai);
- mažinantys konstrukcijų laikomąją galią ir eismo saugą (intensyvi armatūros korozija, platūs plyšiai, neslopstančios laikančiųjų konstrukcijų deformacijos ar virpesiai).

Lietuvoje daugiau kaip pusė tiltų naudojama 25 ir daugiau metų, daugelis iš jų nebuvo remontuoti. Turime daug senstančių. Daugelyje ankstesniais metais statytų gelžbetoninių tiltų, blogos techninės būklės požymiai matomi jau eilę metų. Pagrindiniai blogos techninės būklės požymiai yra šie:

- **tiltų paklote** – važiuojamojo ruožo danga ne kartą taisyta, nelygi, pleišėta, nenuotaki kaip skersine, taip ir išilgine tilto kryptimi, ne retai po lietaus ant jos telkšo balos; kiaura pasenusi hidroizoliacija; suirę prastos konstrukcijos deformaciniai pjūviai. Netikusi ir/arba neprižiūrėta, nefunkcionuojanti vandens nuleidimo nuo tilto pakloto sistema: vandens surinkimo šulinėliai dažnai yra užkimšti, daugumoje tiltų šulinėlių vamzdžiai per trumpi ir iš jų ištekančio vanduo patenka ant perdangos konstrukcijos elementų; kai kurių tiltų paklote nėra šulinėlių, o latakai vandeniui nubėgti dažnai suirę ir apleisti, todėl nuo dangos tekančio vanduo ardo prietilčių bei kūgių šlaitus; dažni atvejai, kai hidroizoliacinis sluoksnis nesandariai sujungtas su šulinėliais, todėl perdangos apačioje aplink juos matomos baltos dėmės, rodančios, kad vanduo sunkiasi per perdangą, ardydamas betoną. Apžiūrint senstančių tiltų šaltilčius, nustatyta, kad prieš 25–40 metų pastatytose gelžbetoniniuose tiltuose šaltilčių būklė yra artima kritinei arba tiesiog kritinė: visi gelžbetoniniai turėklai pairę arba suirę, po šaltilčiais nėra hidroizoliacinio sluoksnio ir agresyvus vanduo ardo perdangos konstrukcijos kraštinius elementus. Seniau statytų tiltų šaltilčių gembų apačia lygi: joje nėra laštakos, apsaugančio perdangos kraštinių sijų šonus nuo vandens ir druskingų tirpalų ardančiojo poveikio; šaltilčių blokai, bordiūrai ir parapetiniai atitvarai pagaminti iš įprasto gelžbetonio, irstančio nuo chloridų ir temperatūrinių poveikių; šaltilčių dangos nelygios, sutrūkinėjusios ir pairusios;
- **tilto perdangoje** – betono ir armatūros korozija (jos požymiai ypač ryškūs perdangos kraštiniuose elementuose, ties suirusiais, vandenį praleidžiančiais deformaciniais pjūviais bei netinkamai

hidroizoliuotais, per trumpais vandens nuleidimo šulinėliais ir ten, kur prakiuro hidroizoliacija); įtemptųjų vielapluoščių bei jų inkarų korozija; plieninių elementų korozija; normaliniai ir įstrižieji plyšiai (sijose bei rygeluose);

- **atramose** – betono ir armatūros korozija; periodiškai šlampa bei rūdija prastos konstrukcijos atraminiai guoliai (dėl to kalti prakiurę deformaciniai pjūviai bei priežiūros stoka);
- **prietilčiuose ir patiltėje** – nelygi tilto ir kelio jungtis; suirę šlaitiniai laiptai; suirę kūgio šlaitų sutvirtinimai; upės vagos bei kūgių išplovos; patiltės teritorija apaugusi medžiais, krūmais, neišvalyta upės vaga.

Tiltų ir viadukų būdingiausi defektai ir jų remonto būdai nurodyti tiltų techninės priežiūros taisyklėse TTPT 10, statybos taisyklėse ST8871063.05:2003, ST 120793378.01:2010 ir kt.

Tiltų ir viadukų priežiūros ir naudojimo metu priimami techniniai sprendimai (atsižvelgiant į pastebėtus defektus ir pažeidas) pavaizduoti 5 paveiksle.



5 pav. Tiltų priežiūros metu galimi konstrukciniai sprendimai

Šaltinis: sudaryta autorių

Išvados

1. Išanalizavus Lietuvos tiltų ir viadukų priežiūros esamą situaciją, galima teigti, kad statinių priežiūra, o ypač rutininė yra nepakankama.
2. Atlikus literatūros šaltinių analizę ir susipažinus su daugelio metų vykdytų Lietuvos tiltų ir viadukų būklės vertinimo dokumentais galima teigti, kad dažniausiai defektai atsiranda: asfaltbetonio dangoje: išdaužos; šalitilčiuose: suirę (pairę) monolitinių šalitilčių išoriniai kraštai; telkšo vanduo, pakraščiuose kaupiasi purvas, auga žolė, samanės; atitvaruose: metalinių dalių korozija; deformaciniuose pjūviuose: trūkiai metalinėse detalėse ir atsileidę varžtai metaliniuose elementuose; gelžbetoninėje perdangoje: plyšiai betone, betono korozija, armatūros korozija; atramose: plyšiai betone, atraminių dalių posvyriai, nelygūs rygelių paviršiai, kreivai sukalti poliai.
3. Norint užtikrinti tolesnį saugų tiltų ir viadukų naudojimą, šių kelio statinių savininkams reikia žinoti jų būklę, laiku nustatyti statinių elementų defektus ir jų atsiradimo priežastis ir pagal tai planuoti savalaikius remonto ar rekonstravimo darbus.

Literatūra

1. Bilius A.P (2011). *Kelio statiniai*. Dakra.
2. Gurskis V., Juodis J., Patašius A., Skominas R. (2004). *Kauno rajono melioracijos sistemų gelžbetoninių statinių techninės būklės tyrimas ir vertinimas vandens ūkio inžinerija*.
 1. Kamaitis Z. (1995). *Gelžbetoninių tiltų būklė ir jos vertinimas*. Vilnius: Technika.
 2. Kamaitis Z. (2000). *Gelžbetoninių tiltų remontas*. Monografija. Vilnius: Technika.
 3. Kamaitis Z. (2002). *Gelžbetoninių tiltų irimas dėl armatūros korozijos. I dalis. Lauko tyrimai*. Transport. XVII, 4, 137–142.,

4. Kamaitis Z. (2002). *Gelžbetoninių tiltų irimas dėl armatūros korozijos. II dalis*. Transport. XVII, 5, 163–170,
5. Kivilša J., Kamaitis Z., Steponavičius A. (1981). *Miesto transporto statiniai*.
6. Krašauskas L., Jocius M. (2005). *Sitkūnų viaduko rekonstrukcijos analizė*.
7. Notkus A. J. (2010). *Tiltų projektavimo pagrindai*. Vilnius: Technika.
8. Notkus A. J. (2003). *Tiltų apkrovos pagal euronormas*. Vilnius: Technika.
9. Vaišvila K. A., Vilkas R., 1998 Apytikslis eksploatuojamų HTS gelžbetoninių konstrukcijų susidėvėjimo vertinimas. Vandens ūkio inžinerija. Mokslo darbai. 4 (26), 158-164.
10. *Kelių priežiūros vadovas I dalis. Automobilių kelių priežiūros normatyvai*. PN-05 (Žin., 2006, Nr. 55-1994; Žin., 2008, Nr. 53-1995);
11. *Kelių priežiūros vadovas V dalis. Automobilių kelių priežiūros darbų apskaita*. DA-09 (Žin., 2009, Nr. 107-4514);
12. *Kelių priežiūros vadovas VI dalis. Kelių apžiūrų metodika KPV KAM-08*. (Žin., 2009, Nr. 14-568).
13. *Kelių techninis reglamentas*. KTR 2.06.03:2008 Automobilių keliai.
14. *Lietuvos automobilių kelių direkcija*. (2014). Prieiga prie interneto [2014 10 12]
15. LST EN 1991-1 Eurokodas 1. Poveikiai konstrukcijoms. Bendroji dalis.
16. LST EN 1991-1 Eurokodas 1. Poveikiai konstrukcijoms. Tiltų eismo apkrovos.
17. Statybos techninis reglamentas STR 2.06.02:2001 "Tiltai ir tuneliai. Bendrieji reikalavimai". Prieiga prie interneto [2011 04 12]: <http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_l?p_id=139278>
18. Statybos techninis reglamentas STR 1.12.06.2002 „Statinio naudojimo paskirtis ir gyvavimo trukmė“ (Žin., 2002, Nr. 109-4837)
19. Statybos taisyklės ST 8871063.09.2004 „Automobilių kelių techninė priežiūra“ (Žin., 2004, Nr. 103-3815).
20. Statybos taisyklės ST 1207933787.02:2010. Tiltai, viadukai, estakados, sekliji tuneliai, atraminės sienos ir krantinės. Lietuvos melioracijos įmonių asociacija, LŽŪ Vandens ūkio ir žemėtvarkos fakultetas.
21. Statybos taisyklės ST8871063.05:2003. Tiltų viadukų ir tunelių statybos darbai. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos.
22. Tiltų techninės priežiūros taisyklės TTPT 10.
23. Dažniausiai pasitaikančių defektų Lietuvos tiltuose albumas. TKTI, Kaunas, 1998.

ANALYSIS AND PROBLEMS OF BRIDGES AND OVERPASSES MAINTENANCE ON LITHUANIA ROAD

Summary

Maintenance and development of public roads were carried out under the 2002-2015 year Lithuanian state road maintenance and development program prepared by the State enterprise "Transport and Road Research Institute" and approved by the Lithuanian Ministry of Transport. Funds provided for the preparation of its bridges, road constructions, repair and reconstruction and for construction of new ones. However this program does not emphasize what to do with the bridges and viaducts on the Lithuania roads. It is not clear when bridges should be repaired, which degree of deterioration describes the level of degradation. It is unknown on which degree of deterioration the strengthening of bridge has to be performed, what are the main causes of bridges and viaducts deterioration. Authors using the analysis of scientific literature evaluated the existing situation of maintenance on bridges and viaducts, reviewed the research results about typical defects and deteriorations of bridges and viaducts and discussed their causes.

Keywords: bridge, maintenance system, degradation, defect, technical state.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Regina Motienė

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, statybos inžinerijos krypties studijų programų komiteto lektorė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: susisiekimo komunikacijų defektai ir pažaidos, būklės vertinimas

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 699 44575, ktc@ktk.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Raimondas Šadzevičius

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, statybos inžinerijos krypties studijų programų komiteto docentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: susisiekimo komunikacijų defektai ir pažaidos, būklės vertinimas

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 631 11669, piligrimas1973@inbox.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Arvydas Bilius

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, statybos inžinerijos krypties studijų programų komiteto lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: susisieikimo komunikacijų defektai ir pažaidos, būklės vertinimas

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 601 05688, arvydaspetras68@gmail.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Regina Motienė

Science degree and name: -

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Lecturer of Civil Engineering Study Field Study Program Committee.

Author's research interests: Communications Defects and Damages, Condition Assessment

Telephone and e-mail address: +370 699 44575, ktc@ktk.lt

Author name, surname: Raimondas Šadzevičius

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Associated Professor of Civil Engineering Study Field Study Program Committee.

Author's research interests: Communications Defects and Damages, Condition Assessment.

Telephone and e-mail address: +370 631 11669, piligrimas1973@inbox.lt

Author name, surname: Arvydas Bilius

Science degree and name: -

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Lecturer of Civil Engineering Study Field Study Program Committee.

Author's research interests: Communications Defects and Damages, Condition Assessment.

Telephone and e-mail address: +370 601 05688, arvydaspetras68@gmail.com

ERDVINIO KUMŠTELIO TYRIMAS NAUDOJANT LEAN METODĄ

Povilas Šaulys, Vytenis Naginevičius, Skirmantas Adomavičius

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Šiame straipsnyje Lean metodu tiriamas sudėtingo erdvinio kumštelio gamybos procesas mechaniškai jį apdirbant bei erdvinio kumštelio judesio dėsnis. Tikslui pasiekti SolidWorks programinio paketo pagalba sudarytas kumštelio erdvinis modelis. Erdvinio kumštelio modelis importuotas į CNC stakles. Erdvinio kumštelio judesio dėsniui nustatyti naudojamas Matlab programinis paketas. Ištirtas sudėtingo erdvinio kumštelio gamybos procesas mechaniškai jį apdirbant ir nustatytas erdvinis kumštelio judesio dėsnis.

Reikšminiai žodžiai: Lean metodas, erdvinis kumštelis, gamybos procesas, CNC stakles.

Įvadas

Šiandieninėje globalioje rinkoje naujų technologijų integravimas ir „įvedimas“ į rinką yra vienas iš galimų sėkmingo verslo valdymo kelių, panaudojant naujas technologijas naujiems produktams, procesams, paslaugoms sukurti. LEAN filosofijos pagrindas – kaip įmanoma maksimaliai sumažinti išlaidas ir kuo maksimaliai padidinti vertę, kurią gauna vartotojas [1]. Šios sistemos tikslas – suteikti vartotojui tokią vertę, kokios jis ir tikisi. LEAN principus savo veikloje pritaikiusios įmonės pastebi teigiamus pokyčius daugelyje sričių. Pradėjus diegti LEAN principus, gerokai sutrumpėja užsakymų vykdymo laikas, padidėja darbo našumas.

LEAN metodas savo aplinkoje leidžia pasiekti našiasnę gamybos konkurenciją bet kurioje sudėtingoje aplinkoje. LEAN gamyba pabrėžia, kad išteklių sumažinimas įvairiose įmonėse apsprendžiamas panaudojant projektavimo, gamybos ir valdymo galimybes. LEAN gamintojai gali įdarbinti įvairius kvalifikuotus darbuotojus visuose organizacijos darbo lygiuose ir naudoti labai lanksčią sistemą. Panaudojant gamyboje automatines CNC mašinas padidinama pagaminamų produktų apimtis, kuri gali būti įvairi. Siekiant sumažinti išlaidas gamybos procese pirmiausia turi būti pašalinti arba supaprastinti gamybos proceso metodai. Norint supaprastinti sudėtingo erdvinio kumštelio gamybą reikia pasinaudoti Lean metodika, kuri leidžia sumažinti išteklius panaudojant projektavimo ir gamybos galimybes, ir nustatyti erdvinio kumštelio judesio dėsnį.

Straipsnio tyrimo **tikslas** – nustatyti sudėtingo erdvinio kumštelio gamybos procesą mechaniškai jį apdirbant ir erdvinio kumštelio judesio dėsnį.

Tikslui pasiekti nagrinėjami uždaviniai:

1. Išnagrinėti erdvinio kumštelio gamybos ir modeliavimo ypatumus
2. Sudaryti matematinį judesio dėsnį naudojant Lean metodą

1. Erdvinio kumštelio gamyba ir modeliavimas

Norint pagaminti sudėtingos formos erdvinį kumštelį, reikia pasirinkti technologiškai efektyvų gamybos metodą. Technologiškai efektyvus gamybos metodas yra tuomet, kai nėra kito metodo, kuris leistų pagaminti tą pačią produkcijos apimtį, naudojant mažesnę gamybos kiekį, arba, kai naudojant tiksliai apibrėžtą (ribotą) gamybos kiekį, tada pagaminamas maksimaliai galimas produkcijos kiekis. Gamybos metodo technologinis efektyvumas įvertina taupų gamybos veiksmų naudojimą. Erdvinis kumštelis yra gaminamas frezavimo kopijavimo staklėmis HRF 500, kurios parodytos 1 paveiksle.



1 pav. HRF 500 frezavimo kopijavimo staklės

Šių staklių technologinės galimybės dažnai priklauso nuo valdomų koordinatų skaičiaus. Šios staklės valdomos pagal tris koordinates x,y,z. Technologinės staklių galimybės gerokai padidėja, kai keičiami suklio apsisukimai ir įrankiai. Tam įtaisomos revolverinės galvutės arba įrankių dėtuvės. Staklės turi pasukamąjį būgną (1), įtvirtinus jame ruošinį vieną kartą, galima apdirbti detalę, trumpinant apdirbimo laiką bei mažinant bazavimo paklaidas. HRF 500 staklių charakteristikos parodytos 1 lentelėje.

1 lentelė

HRF 500 staklių charakteristikos

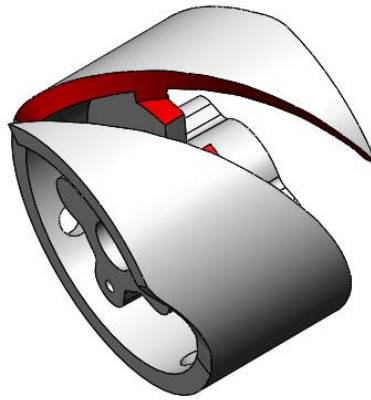
Tipas	HRF 500
Disko skersmuo, mm	400
Sukimosi greitis, aps/min	100-1600
Verpstės skersmuo, mm	80
Max. verpstės skersmuo, mm	50
Verpstės plunksnelė, mm	225
Frezavimo įrankis	SK 50
Maitinimas, v	24 iš 10-2000 mm/min

Erdvinis kumštelis yra pagamintas iš vientisos detalės. Šios detalės pagaminimo laikas yra 4 valandos. Detalė yra gaminama iš ketaus, kurio markė EN 1563:1997. Mechanškai apdirbtas erdvinis kumštelis parodytas 2 paveikslėlyje.



2 pav. Mechanškai apdirbtas erdvinis kumštelis

Pagal pagamintą erdvinio kumštelio modelį, galime sumodeliuoti tokį patį modelį pasinaudojant SolidWorks programine įranga. SolidWorks programinė įranga – tai technologinė platforma, užtikrinanti lankstų inžinerinės informacijos panaudojimą visuose projektavimo ir gamybos etapuose. Erdvinis kumštelis yra modeliuojamas SolidWorks programiniu paketu, kuris parodytas 3 paveiksle.



3 pav. Erdvinio kumštelio modelis SolidWorks programine įranga

Modeliuojant detalę SolidWorks programine įranga yra įvertinami detalės paviršiaus konstrukciniai ir geometriniai parametrai: detalės konstrukcija; konstrukcinės medžiagos (ketus); detalės aukštis (200 mm); detalės skersmuo (240 mm), sekiklio plotis (60 mm), vijos plotis (183 mm).

Sudėtingai detaliai pagaminti reikia pasinaudoti kopyru, kuris yra CNC automatinėse staklėse. Kopyras tai yra kopijavimo įrenginio detalė, judinanti įrankį, kuris ruošinyje išpjauna numatytą paviršiaus profilį.

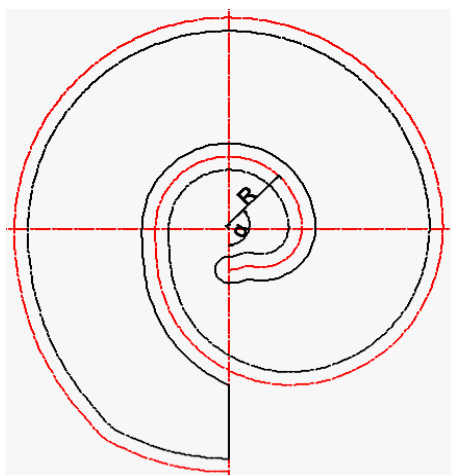
Detalė yra gaminama pagal du galimus variantus: pirmu variantu kai kopyras apsisuka 720° , antru variantu kai kopyras apsisuka 360° . Pirmu variantu itin svarbūs intervalai yra $45^\circ - 90^\circ$ bei $630^\circ - 720^\circ$, todėl, kad pagamintoje detalėje fazė yra stalo sukimasis - pradžia bei pabaiga, - vienu metu kumštelyje sukasi ne vienas sekiklis, o du. Ši pagaminta detalė naudojama ARM automatinėje pakavimo mašinoje, kuri skirta formuoti ir pakuoti sviestą į 200 g, 250 g pakelius darbo aplinkos temperatūroje esant 0°C . 4 paveiksle parodyta ARM automatinė mašina.



4 pav. ARM automatinė mašina: 1 – stalas, 2 – erdvinis kumštelis

ARM automatinė mašina yra suprojektuota taip, kad visos fasavimo ir pakavimo operacijos vyksta nuosekliai ratu. Pagrindine rišančiąja grandimi tarp pagrindinių mazgų yra stalas (1) su ant jo esančiais aštuoniais lizdais, išdėstytais tolygiai, ir erdvinis kumštelis (2)

5 paveiksle parodytas erdvinio kumštelio kopyras, kuris turi su sekikliu tą pačią atskaitos pradžią - ašinę liniją, o sekiklio skersmuo nėra svarbus. Techninėje dokumentacijoje kumštelio spindulio priklausomybė nuo posūkio kampo pateikiama ne kas 5, bet kas 2 laipsnius.



5 pav. Erdvinio kumštelio kopyro eskizas su sekiklio ašine linija

Norint sutrumpinti detalės pagaminimo laiką, reikia sudaryti tokį erdvinio kumštelio judesio dėsni, kuris laiką sumažintų iki minimumo. Dėl šios priežasties daugiausiai įmonių darbuotojai turi problemų. Sudarant tinkamą judesio dėsni, reikia sudaryti erdvinio kumštelio judesio dėsnio matematinį modelį.

2. Matematinio judesio dėsnio sudarymas naudojant Lean metodą

Erdvinio kumštelio matematinis modelis yra sudaromas tam, kad nustatyti koks tai erdvinio kumštelio judesio dėsnis. Judesio dėsnio lygtys aprašomos Matlab programine įranga. Matlab – tai techninių skaičiavimų aplinka, skirta didelės greیتaveikos skaitmeniniam apdorojimui ir vizualizacijai. Matematinis judesio dėsnis Matlab aplinkoje bus aprašomas 3-čiosios eilės, 4-tosios eilės, 5-tosios eilės Furje eilutėmis. Taip pat bus naudojama n-tosios eilės Furje eilutė, kur atskaitos pradžia prasideda nuo „nulio“. Judėjimo lygtys:

3-čiosios eilės Furje eilutė

$$f(x) = a_0 + a_1 \cos(x*w) + b_1 \sin(x*w) + a_2 \cos(2*x*w) + b_2 \sin(2*x*w) + a_3 \cos(3*x*w) + b_3 \sin(3*x*w)$$

4-tosios eilės Furje eilutė

$$f(x) = a_0 + a_1 \cos(x*w) + b_1 \sin(x*w) + a_2 \cos(2*x*w) + b_2 \sin(2*x*w) + a_3 \cos(3*x*w) + b_3 \sin(3*x*w) + a_4 \cos(4*x*w) + b_4 \sin(4*x*w)$$

5-tosios eilės Furje eilutė

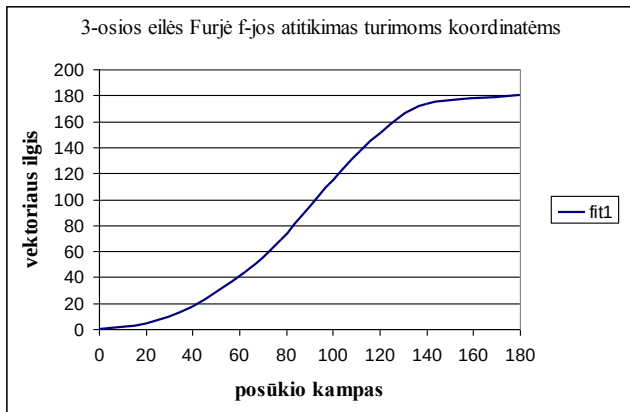
$$f(x) = a_0 + a_1 \cos(x*w) + b_1 \sin(x*w) + a_2 \cos(2*x*w) + b_2 \sin(2*x*w) + a_3 \cos(3*x*w) + b_3 \sin(3*x*w) + a_4 \cos(4*x*w) + b_4 \sin(4*x*w) + a_5 \cos(5*x*w) + b_5 \sin(5*x*w)$$

n-tosios eilės Furje eilutė

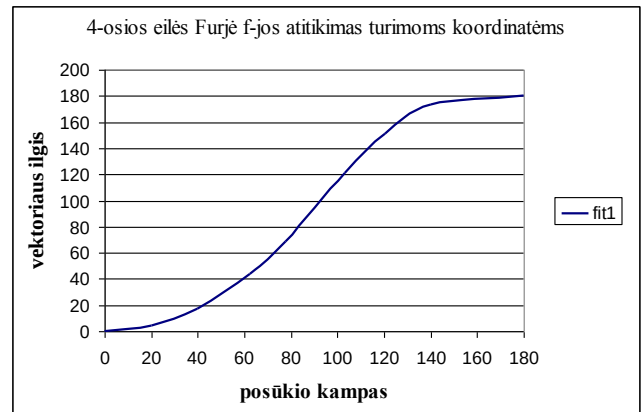
$$f(x) = a \cos((x*\pi)/180) + d$$

čia a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , b_1 , b_3 , b_4 – pasižymintys standuminės ir slopinimo sąvybėmis, standumo ir slopinimo koeficientai.

Aprašant modelį šiomis judesio lygtimis, žinome, kad priklausomai nuo sistemos parametrų, sistemos judėjimas yra aperiodinis, arba švytuoja su pastoviai mažėjančia amplitude. 6 paveikslėlyje parodytos naudojamos 3-ios eilės Furjė f-jos atitikimas turimom koordinatėm.



6 pav. 3-ios eilės Furjė f-jos atitikimas turimoms koordinatėms



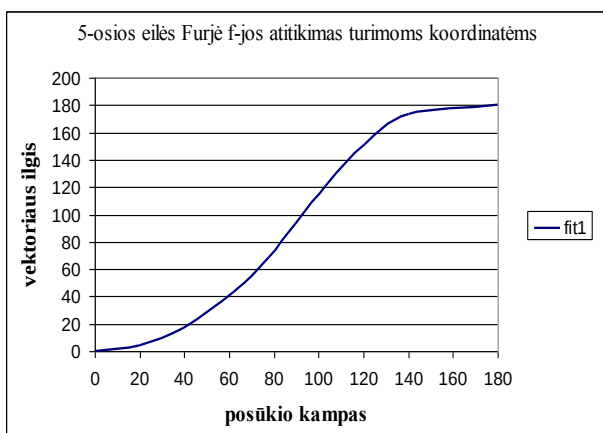
7 pav. 4-ios eilės Furjė f-jos atitikimas turimoms koordinatėms

Pagal gautas koordinates buvo aptiktas skirtumas, viršijantis leistiną tolerancijos ribą 0,04 mm (naudojant kosinuso funkciją rezultatai dar prastesni), kur gauta tolerancijos riba 0,65 mm viršija leistinąją ribą.

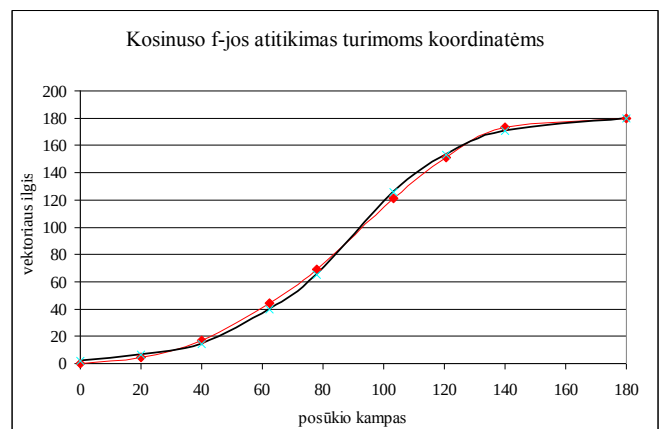
7 paveikslėlyje parodytas 4-ios eilės Furjė f-jos atitikimas turimoms koordinatėms. Pagal gautas koordinates buvo aptiktas skirtumas viršijantis leistiną tolerancijos ribą 0,04 mm (naudojant kosinuso funkciją rezultatai dar prastesni), kur gauta tolerancijos riba 0,25 mm viršija leistinąją ribą.

8 paveikslėlyje parodytas 5-ios eilės Furjė f-jos atitikimas turimoms koordinatėms. Naudojant 5 eilės Furjė modelio priklausomybę matematinio modelio ir interpoliuojamų taškų skirtumas tilpo tolerancijos ribose. Tai parodo, kad gauti duomenys tinkami toliau naudoti pagal Lean gamybos metodiką.

Gauti grafikai tarp praktiškai gautų ir teoriškai apskaičiuotų reikšmių palyginami su gauta kosinuso f-jos atitikmeniu turimoms koordinatėms. Kosinuso f-jos atitikimas turimoms koordinatėms parodytas 9 paveikslėlyje.

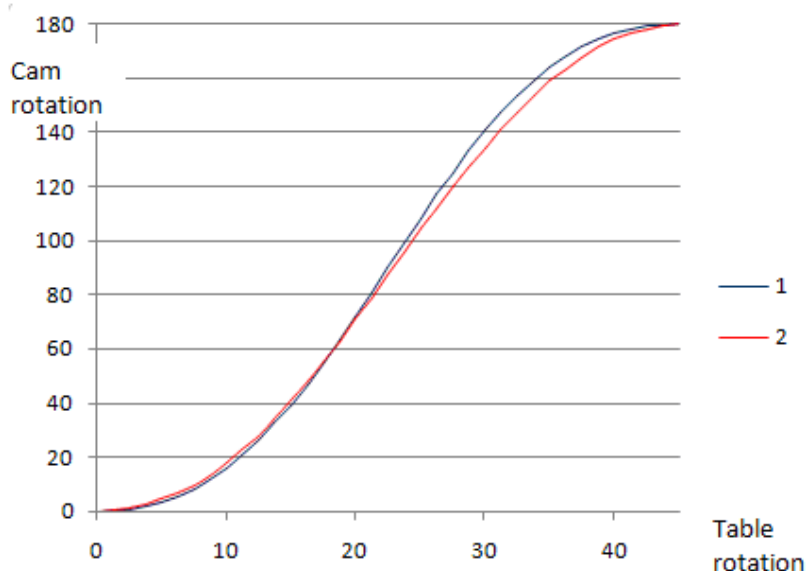


8 pav. 5-ios eilės Furjė f-jos atitikimas turimoms koordinatėms



9 pav. n-tosios Furjė eilutės arba kosinuso f-jos atitikimas turimoms koordinatėms

9 paveikslėlyje parodyta n-tosios Furjė eilutės arba kosinuso f-jos atitikimas turimoms koordinatėms. Atliekant tyrimą vienas iš svarbiausių įrengimo judesių - stalo pasukimas. Stalą galima pasukti 90° laipsnių kampu, kuris vaizduotų sukimosi ciklo simetriją, t. y. šioje fazėje sukamas stalas greitėja, o esant nuo 90° - 180° stalas lėtėja. 10 paveiksle parodyta erdvinio kumštelio ir mechaniškai apdirbto kumštelio sukimosi judesio dėsnio tarpusavio priklausomybė.



10 pav. Erdvinio kumštelio (2) ir mechanškai apdirbto kumštelio (1) sukimosi dėsnio tarpusavio priklausomybė

Iš pateikto grafiko matome, kad mechanškai apdirbto kumštelio sukimosi judesio dėsnis yra simetriškesnis nei erdvinio kumštelio. Mechanškai apdirbtas kumštelis sukasi sklandžiau už erdvinį kumštelį. Pritaikius Lean metodą pagal gautus grafikus nustatėme, kad tai yra sukimosi judesio dėsnis.

Norint taip pat užtikrinti sklandų erdvinio kumštelio judėjimą kartu su poroje dirbančiu sekikliu persukančiu stalą, būtina atkreipti į vyraujančią tarpusavio elementų judėjimo trajektoriją, t.y. į projekcinę geometrijos korekcijos koeficientą.

Išvados

1. Remiantis erdvinio kumštelio koordinatėmis kurios aprašytos naudojant 5 eilės Furjė modelio priklausomybę buvo gautas sukimosi judesio dėsnis. Matematinio modelio rezultatų duomenys gauti neviršijant tolerancijos ribų 0.04 mm. Panaudojant mechanškai apdirbto kumštelio sekiklio koordinates galima pagaminti tikslesnį erdvinio kumštelio sekiklį. Palyginus pagaminto kumštelio matmenis su teoriškai apskaičiuotomis, vidutinis nuokrypis gali sumažėti 31%.

2. Lean metodika leidžia tinkamai įvertinti erdvinio kumštelio gamybos procesą konkurencinėje aplinkoje ir jo geometrijos ypatumus esant kopyro posūkio kampui nuo 90° - 180° ir 630° - 720° fazėse. Remiantis matematinio modelio sudarytomis judesio lygtimis nustatėm, kad viena iš gautų kreivių yra erdvinio kumštelio sukimosi judesio dėsnio priklausomybė nuo posūkio kampo. Ši priklausomybė parodo, kuris kumštelis yra simetriškesnis ir greitesnis.

Literatūra

1. D. Šateikienė, D. Pancerovas. Just-initime sistemos įdiegimo galimybės laivų statyboje. Klaipėdos universitetas, Jūrų technikos fakultetas. ISSN 1648-8776 Jaunųjų mokslininkų darbai. Nr. 2 (31). 2011 p. 182 – 188.
2. R.J. Cintra, F.M. Bayer, C.J. Tablada Low-complexity 8-point DCT approximations based on integer functions. Signal Processing, Volume 99, June 2014, p. 201-214.
3. P. Maresca, E. Gómez, J. Caja, C. Barajas, M. Berzal. Use of coordinate measuring machines and digital optical machines for the geometric characterization of circumference arcs using the minimum zone method. Measurement, Volume 43, Issue 6, July 2010, p. 822-836.
4. Xianqing Lei, Chunyang Zhang, Yujun Xue, Jishun Li. Roundness error evaluation algorithm based on polar coordinate transform. Measurement, Volume 44, Issue 2, February 2011, Pages 345-350.

CAM INVESTIGATION USING THE METHOD OF LEAN

Summary

This article presents investigation of complex three-dimensional cam manufacturing process during mechanically processing and spatial cam motion law using the method of Lean. To achieve the aim by SolidWorks package is composed cam three-dimensional model. Cam model is imported into the CNC machine. The law of three-dimensional cam motion is determined using Matlab software package. Investigated the complex three-dimensional cam manufacturing process and its law of motion.

Keywords: method of Lean, three-dimensional cam, manufacturing process, CNC machine

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Povilas Šaulys

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras

Darbo vieta ir pozicija: VŠĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: transporto inžinerija, mechanikos inžinerija

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 610 00978, saulys.povilas@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Vytenis Naginevičius

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras, docentas

Darbo vietą ir poziciją: VŠĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto docentas

Autoriaus mokslinių interesų sritys: mechaninė inžinerija, hidraulika, vakuuminė technologija, virpesiai ir akustikos inžinerija, mikromechanika

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 600 20386, vytenis.naginevicius@ktk.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Skirmantas Adomavičius

Mokslo laipsnis ir vardas:

Darbo vietą ir poziciją: VŠĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Energetikos ir elektronikos krypties studijų programų komiteto asistentas

Autoriaus mokslinių interesų sritys: valdymo inžinerija, elektronikos technika, informacinės technologijos.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 681 44222, skirmantas.adomavicius@ktk.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Povilas Šaulys

Science degree and name: Doctor of Technological Sciences

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering sciences, Lecturer of Transport and Mechanical Fields Study Programs Committee.

Author's research interests: transport engineering, mechanical engineering

Telephone and e-mail address: 8 610 00978, saulys.povilas@gmail.com

Author name, surname: Vytenis Naginevičius

Science degree and name: doctor of technological sciences, associated professor

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Associated Professor of Transport and Mechanical Fields Study Programs Committee.

Author's research interests: Mechanical Engineering, Hydraulic, Vacuum Technology, Vibration And Acoustic Engineering, Micromechanics.

Telephone and e-mail address: 8 600 20386, vytenis.naginevicius@ktk.lt

Author name, surname: Skirmantas Adomavičius

Science degree and name:

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Assistant of Energy and Electronics Study Programs Committee.

Author's research interests: Control Engineering, Electronics, Informational Technologies.

Telephone and e-mail address: 8 681 44222, skirmantas.adomavicius@ktk.lt

DARBO RINKOS SUBJEKTŲ IR ŠVIETIMO INSTITUCIJŲ SĄVEIKA INŽINERINĖS KRYPTIES IR INŽINERINIŲ PROFESIJŲ SPECIALISTŲ RENGIMO KONTEKSTE

Marija Jotautienė, Jolita Bučelienė
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje pateikiami socialinės visuomenės kaitos aspektai, kurie įtakoja specialistų rengimo darbo rinkai poreikius. Modernios visuomenės bruožai suponuoja glaudesnio darbo rinkos ir švietimo institucijų bendradarbiavimo poreikį, todėl šiame kontekste svarbios darbdavių bendradarbiavimo su švietimo institucijomis nuostatos. Straipsnyje pateikiamas Kauno regiono įmonių atstovų nuomonės tyrimas bendradarbiavimo su švietimo institucijomis, rengiančiomis inžinerinės krypties ir inžinerinių profesijų specialistus, kontekste.

Raktiniai žodžiai: moderni visuomenė, megatendencijos, darbo rinka, švietimo institucijų ir darbo rinkos sąveika.

Ivadas

XXI a. pasaulyje augant konkurencijai, kintant socialinei visuomenės struktūrai, vis labiau išsilaiviniama įtakojant naujausioms informacinėms ir kitoms technologijoms, trumpėjant laiko intervalui nuo technologijos sukūrimo iki jos masinio naudojimo, švietimo sistemos ir darbo rinkos sąveikos kontekste išryškėja tam tikros kontroversijos. Švietimo institucijos vykdydamos specialistų rengimą vadovaujasi specialistų rengimą reglamentuojančiomis švietimo politikos nuostatomis ir galiojančiais teisės aktais, dažnai sulaukia darbo pasaulio siūlymų tobulinti specialistų rengimą, kadangi absolventų įgytos kompetencijos ne visada atitinka darbo rinkos poreikius. Nors studijų ir mokymo įstaigos stengiasi jų suteikti mokymosi metu organizuodamos praktikas ir praktinį mokymą savo praktinio mokymo bazėse, bei praktikų įmonėse organizavimo metu, tačiau šis aspektas išlieka gana aktualus.

Iš esmės ir darbo rinkos ir švietimo sistemos atstovai pastebi ir įvardija glaudesnės sąveikos tarp darbo rinkos ir švietimo sistemos poreikį, tačiau pasigendama argumentuotų tyrimų, kurie leistų atskleisti naujas bendradarbiavimo tarp šių subjektų formas, jų poveikio galimybes. Iš dalies darbo rinkos poreikis yra įvertinamas rengiant naujas studijų/ mokymo programas, tačiau jis neatskleidžia sąveikos plačiąja prasme, o reprezentuoja kompetencijų poreikį tik konkrečios studijų/ mokymo programos kontekste.

Kauno regionas yra gana svarbus specialistų rengimo kontekste, kadangi jis tampa vis stipresniu verslo traukos centru, o apskrityje veikiančios įmonės svariai prisideda prie Lietuvos ekonomikos augimo (<http://vz.lt/article/2013/6/1>). Be to, remiantis tuo pačiu šaltiniu, 2011 m. Kauno apskritis sukūrė beveik penktadalį (19,6%) šalies BVP. Šis rodiklis yra viena didžiausių dalių Lietuvoje, lyginant su kitais šalies regionais. Labiausiai prie to prisidėjo ketvirtadaliu (24,3%) išaugusi pramonė ir 15,1% sustiprėję prekybos, transporto, apgyvendinimo ir maitinimo paslaugų sektoriai.

Šiame kontekste suponuojamas probleminis klausimas: kokios švietimo institucijų ir darbo rinkos subjektų bendradarbiavimo formos galėtų įtakoti kokybiškesnį specialistų rengimą darbo rinkos poreikių kontekste Kauno regione?

Tyrimo objektas – mokymo įstaigų ir darbo rinkos subjektų bendradarbiavimas.

Tyrimo tikslas – nustatyti Kauno regiono mokymo įstaigų ir darbdavių bendradarbiavimo formas ir bendradarbiavimo tobulinimo poreikius.

Tyrimo tikslas realizuojamas sprendžiant tokius **uždavinius**:

1. Atskleisti švietimo institucijų ir darbo rinkos subjektų sąveikos kontekstą.
2. Išryškinti Kauno regiono mokymo institucijų ir darbdavių bendradarbiavimo patirtį rengiant specialistus.
3. Pateikti rekomendacijas mokymo institucijų ir darbdavių bendradarbiavimo tobulinimui formuojant praktinius studijuojančiųjų įgūdžius realioje darbo vietoje.

Tyrimo metodai: statistinių duomenų analizė (Microsoft Excel 2010, IBM SPSS Statistics 22), anketinė apklausa.

Straipsnį sudaro dvi dalys: pirmojoje dalyje apžvelgiamas švietimo institucijų ir darbo rinkos subjektų sąveikos kontekstas, antrojoje dalyje atliekama bendradarbiavimo aspektų analizė.

1. Švietimo institucijų ir darbo rinkos subjektų sąveikos kontekstas

XXI amžiaus modernios visuomenės bruožai įtakoja naujų kokybių atsiradimą įvairiose srityse, apimdami sistemų, organizacijų ir individų lygmenis, taip pat įtakodami ir švietimo sistemą, atskiras jos posistemes bei ugdymo procesą. Šis visuomenės raidos etapas reikalauja kardinaliai naujo požiūrio į darbo

rinkai reikalingų specialistų rengimo kokybinius parametrus, sietinus su naujomis individo veiklos kokybėmis bei besikuriančiai moderniai visuomenei būdingais bruožais: ekonomikos globalizavimu, plačiu informacinių technologijų panaudojimu bei gyventojų reprodukcijos neužtikrinančiais demografiniais procesais. Pasaulio ekonomikas vis labiau valdo išryškėjusios megatendencijos [3]: internetinė ir išsilavinusi visuomenė, prekės nuoma, o ne prekės nuosavybė, demokratizacija, vykstančių procesų greitėjimas ir sudėtingėjimas, technologinio išsivystymo parametrai, ekonominio augimo tempai, veiklos individualizavimas ir komercializacija, procesų globalizacija ir poliarizacija, dėmesys sveikatai bei demografinis vystymasis [3]. Šių megatendencijų poveikio kontekste išskirtinis visuomenės bruožas yra pokyčių tempo greitėjimas, pasireiškiantis laiko intervalo trumpėjimu nuo technologijos sukūrimo iki jos masinio naudojimo. Visa tai neišvengiamai įtakoja pramonę, kurioje, lyginant XX ir XXI a. pramonės vystymosi požymius išryškėja šios kontroversijos: „ribotas“ socialinis bendravimas *versus* išplitęs socialinis bendravimas; sandorių vertė *versus* santykių vertė; stabilus verslas *versus* nuolat kintantis verslas; griežtai apibrėžta įmonės hierarchija *versus* pramonės transformacija; vienos krypties rinka *versus* dviejų krypčių rinka; ribota informacija *versus* informacijos gausa; išteklių gausa *versus* riboti ištekliai [2]. Šie ryškėjantys ir vis labiau įsitvirtinantys modernios visuomenės bruožai verčia Europos ir pasaulio valstybes daugiau dėmesio skirti efektyvesniam žmoniškųjų išteklių panaudojimui, kuris sietinas su kintančiu požiūriu į specialistų rengimą. Europos sąjungos erdvėje susirūpinimas efektyviu žmoniškųjų išteklių panaudojimu atsispindi Lisabonos užimtumo strategijoje, kurioje ypatingai akcentuojamas būtinumas racionaliau naudoti žmoniškuosius išteklius. Šiame kontekste yra labai svarbus gyventojų, tarp jų ir rengiamų specialistų, galimybių didinimas efektyviai prisitaikyti prie naujų darbo rinkos sąlygų. Lietuvos kaip ES narės makroekonomikos kaitą įtakojantys veiksniai yra būdingi ir kitoms Europos erdvės valstybėms. Labiausiai pastebimi ir darantys įtaką Europos šalių makroekonomikoms yra šie veiksniai: gyventojų senėjimas; įmonių plėtros orientavimas į eksportą; augantis specialistų rengimo atitikimo ūkio poreikiams būtinumas; informacinių technologijų įtaka užimtumui bei ūkio struktūrai; produktyvumo augimo bei naujų pažangių technologijų panaudojimo būtinumas; efektyvus žmoniškųjų išteklių panaudojimas. Tačiau Lietuva, kaip savarankiškai savo ekonominius rodiklius ir ekonomikos plėtrą projektuojanti valstybė, turi ir išskirtinių ekonominius rodiklius įtakojančių veiksnių, kurie daro nepageidaujamą poveikį darbo rinkai. Specialistų rengimo kontekste vienas iš jų yra žemas vidinis darbo jėgos mobilumas teritorinio ir profesinio mobilumo kontekste. 2002 – aisiais metais prasidėjęs Lietuvos ekonomikos augimas inspiravo tai, kad Lietuva iš šalies su pertekline darbo jėga tapo šalimi su darbo jėgos trūkumu [5]. Šiame kontekste tampa ypač aktuali švietimo sistemos ir veiklos pasaulio sąveika. Bendradarbiavimo su socialiniais partneriais svarba pabrėžiama ir strateginiuose specialistų rengimo dimensijas nusakančiuose Bolonijos proceso, Europos sąjungos [6], Lietuvos strateginiuose dokumentuose, kadangi bendradarbiavimas su socialiniais partneriais, ypač su darbdaviais, sudaro sąlygas švietimo institucijoms geriau atliepti darbo rinkos poreikius, įtakoti specialistų rengimo kontekstą tobulinant programas bei drauge formuojant ir įtvirtinant specialiuosius gebėjimus, didinant absolventų ir švietimo institucijų žmoniškųjų intelektualinių išteklių įsitraukimą į verslo įmonių veiklą tokiu būdu skatinant regionų ir visos šalies raidą [7]. Šiame kontekste yra labai svarbus profesinis apsisprendimas, kuris traktuojamas kaip individualus vidinis asmens veiksmas, identifikacijos procesas, kurį gali veikti, bet ne nulemti išorinės sąlygos. Tai toks apsisprendimas, kai asmeniui pavyksta sujungti į prasmingą visumą savo pašaukimą, polinkius, gebėjimus, vertybes ir apibendrintą darbo pasaulio supratimą, prisiderinant prie visuomenės ir darbo rinkos pokyčių [1]. Vienas iš profesinio apsisprendimo palaikymo veiksnių yra darbo rinkos ir švietimo institucijų, rengiančių specialistus sąveika, kurios priemonių pagalba galima didinti būsimųjų specialistų motyvaciją pasirengimui efektyviai dirbti realioje aplinkoje.

Inžinerinės krypties ir inžinerinių specialybių specialistų rengimo kontekste švietimo institucijoms deleguojamas socialinis užsakymas rengti aukštos kvalifikacijos specialistus, gebančius greitai adaptuotis nuolat kintančioje verslo ir gamybos aplinkoje. Įvertinant anksčiau pateiktus visuomenės kaitos bruožus ypač aktualus šiuo metu yra praktinių pažintinių, praktinių ir perkeliamųjų gebėjimų ugdymas. Šio straipsnio autorių nuomone įvardintų gebėjimų ugdymui tikslinga taikyti mokymo aukštojoje mokykloje modelį, kurį pateikia P. Ramsden [4], kuriame akcentuojami segmentai „mokymas konkrečioje situacijoje“ ir „mokymas per veiklą“. Tai yra neatsiejama nuo sąlygų sudarymo studentams mokytis realioje verslo ir/ar gamybos aplinkoje ir inspiruoja glaudaus bendradarbiavimo su darbo rinkos atstovais poreikį, kuris laiduotų studijuojančiųjų ir besimokančiųjų praktinių kompetencijų, siejamų su technologine kaita ir pažanga, ugdymą studijų ir mokymo/si procese.

2. Švietimo institucijų ir darbo rinkos subjektų Kauno regione bendradarbiavimo aspektų analizė

Respondentų imtis ir atranka. Nustatant darbo rinkos respondentų imtį buvo išanalizuoti statistiniai duomenys, kurios teikia Kauno prekybos pramonės ir amatų rūmai. Vadovaujantis šiais duomenimis 2012 metais Kauno apskrityje pagal visas teisinės formas veikė 17 121 ūkiniai subjektai. Tai sudaro 20,5 % Lietuvoje veikiančių ūkinių subjektų. Formuojant respondentų imtį buvo atsižvelgta į įmonių veiklos specifiką pagal Lietuvos ūkio šakų klasifikatorių, įmonės dydį, ūkio šakų vystymosi tendencijas, strategines Lietuvos ūkio plėtros tendencijas. Buvo apsispręsta apklausti valstybines įmones ir uždariusias akcines bendroves, siejamas su technologijų mokslo srities gamyba. Išdalijus anketas tyrimo grįžtamoji kvota yra 86%. Anketinės apklausos tyrimo imties lizdas – Kauno apskritis.

Anketinės apklausos statistinė duomenų analizė atliekama taikant aprašomosios (deskriptyvinės) statistikos metodus bei skaičiuojant respondentų nuomonių aritmetinį vidurkį pateikiamą procentine išraiška (procentinis reitingas). Santykinio rango (procentinio reitingo) reikšmės teoriškai gali svyruoti nuo 1 iki 100. Žemiausiai įvertintas požymis įgauna reitingą -100. Procentinis reitingas (PR) parodo, kokią santykinę poziciją duotas požymis užima bendroje požymio reitingo skalėje.

Taikant nominalinę skalę nustatyta, kad darbdavių nuomonę atstovauja 19 skirtingų ūkio šakų respondentai. Siekiant nustatyti, kokias įmones atstovauja respondentai, buvo pateikta ranginė skalė, kurioje buvo suranguotos įmonės pagal darbuotojų skaitinę reikšmę į mikro įmones (1-9 darbuotojai), smulkias (mažas) įmones (10-49 darbuotojai), vidutines įmones (50-249 darbuotojai), stambias įmones (250 ir daugiau darbuotojų). Gauti rezultatai reprezentuoja, jog tyrime dalyvavo daugiausia stambių įmonių atstovų, o antroje vietoje – vidutinių įmonių atstovai (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Respondentų, atstovaujančių įmones pagal dydį, procentinis rangas

Įmonės darbuotojų skaičius	PR
1-9	15,4
10-49	13,5
50-249	32,7
250 ir daugiau	38,5
Viso:	100

Šaltinis: sudaryta autorių

Tokia susiformavusi respondentų imtis, leidžia teigti, kad tyrimo rezultatai atspindi realią situaciją, kadangi didesnėse įmonėse dirba arba atlieka praktikas daugiau absolventų arba studentų, tai inspiruoja glaudesnę įmonių ir švietimo institucijų bendradarbiavimą.

Profesinių mokyklų, kolegijų ir įmonių bendradarbiavimo aspektams atskleisti anketoje įmonių atstovams buvo suformuotas klausimų blokas. Pirmiausia buvo stengiamasi nustatyti, ar darbo rinkos atstovai bendradarbiauja su šių dviejų tipų švietimo institucijomis. Tuo tikslu buvo suformuluotas klausimas „Ar Jūsų įmonė bendradarbiauja su profesinio mokymo įstaigomis (P), kolegijomis (K)?“. Analizuojant respondentų atsakymus nustatyta, kad respondentų imtyje 82,0 % apklaustųjų bendradarbiauja su šiomis švietimo institucijomis: 26,3 % bendradarbiauja su profesinėmis mokyklomis, 36,7 % bendradarbiauja su kolegijomis, o 19 % bendradarbiauja ir su profesinėmis mokyklomis ir su kolegijomis. Taip pat respondentai įvardijo 22 švietimo institucijas, su kuriomis jie bendradarbiauja, su 3 ir daugiau švietimo institucijų bendradarbiauja 16,4 % atsakiusiųjų. Kadangi tyrėjams buvo svarbus ne tik bendradarbiavimo rodiklis, bet ir bendradarbiavimo formos, respondentams buvo pateiktas klausimas „Kaip Jūsų įmonė bendradarbiauja su profesinio mokymo įstaigomis (P), kolegijomis (K)?“. Kad respondentams būtų paprasčiau atskleisti bendradarbiavimo formas, jiems buvo pateikti teiginiai, kuriuos jie galėjo pasirinkti:

- Vyksta nuolatiniai sutikimai su mokyklų atstovais. Jų metu keičiamasi informacija kaip būtų galima tobulinti specialistų rengimą, vykdomas programas, tobulinti profesinius įgūdžius ir kompetencijas;
- Dalyvaujame organizuojamuose mokyklų renginiuose / projektuose;
- Su mokyklų atstovais bendradarbiaujame organizuojant praktinį mokymą, gamybinę praktiką;
- Dalyvaujame mokyklų organizuojamuose kvalifikaciniuose egzaminuose, kvalifikavimo komisijose;
- Sudarome galimybes mokyklų mokytojams/dėstytojams susipažinti su įmonėje naudojamomis technologinėmis priemonėmis / įrenginiais, jų naujovėmis;
- Padedame mokykloms atsinaujinti praktinio mokymo priemones;
- Kita (įrašykite).

Pasirinkdami atsakymus respondentai juos patvirtino teiginiais „tai“ arba „ne“. Gauti teigiami rezultatai („taip“ pasirinkimas) pateikiami 4 lentelėje.

4 lentelė

Įmonių ir švietimo institucijų bendradarbiavimo formos

Teiginys	Taip (%)		
	P	K	PK
Vyksta nuolatiniai sutikimai su mokyklų atstovais. Jų metu keičiamasi informacija kaip būtų galima tobulinti specialistų rengimą, vykdomas programas, tobulinti profesinius įgūdžius ir kompetencijas	32,1	26,4	10,7
Dalyvaujame organizuojamuose mokyklų renginiuose / projektuose	32,1	16,0	7,1
Su mokyklų atstovais bendradarbiaujame organizuojant praktinį mokymą, gamybinę praktiką	41,9	25,8	32,3
Dalyvaujame mokyklų organizuojamuose kvalifikaciniuose egzaminuose, kvalifikavimo komisijose	34,6	65,4	0
Sudarome galimybes mokyklų mokytojams/dėstytojams susipažinti su įmonėje naudojamomis technologinėmis priemonėmis / įrenginiais, jų naujovėmis	27,6	51,7	20,7
Padedame mokykloms atsinaujinti praktinio mokymo priemones	24	0	12
Kita (įrašykite)	0	0	0

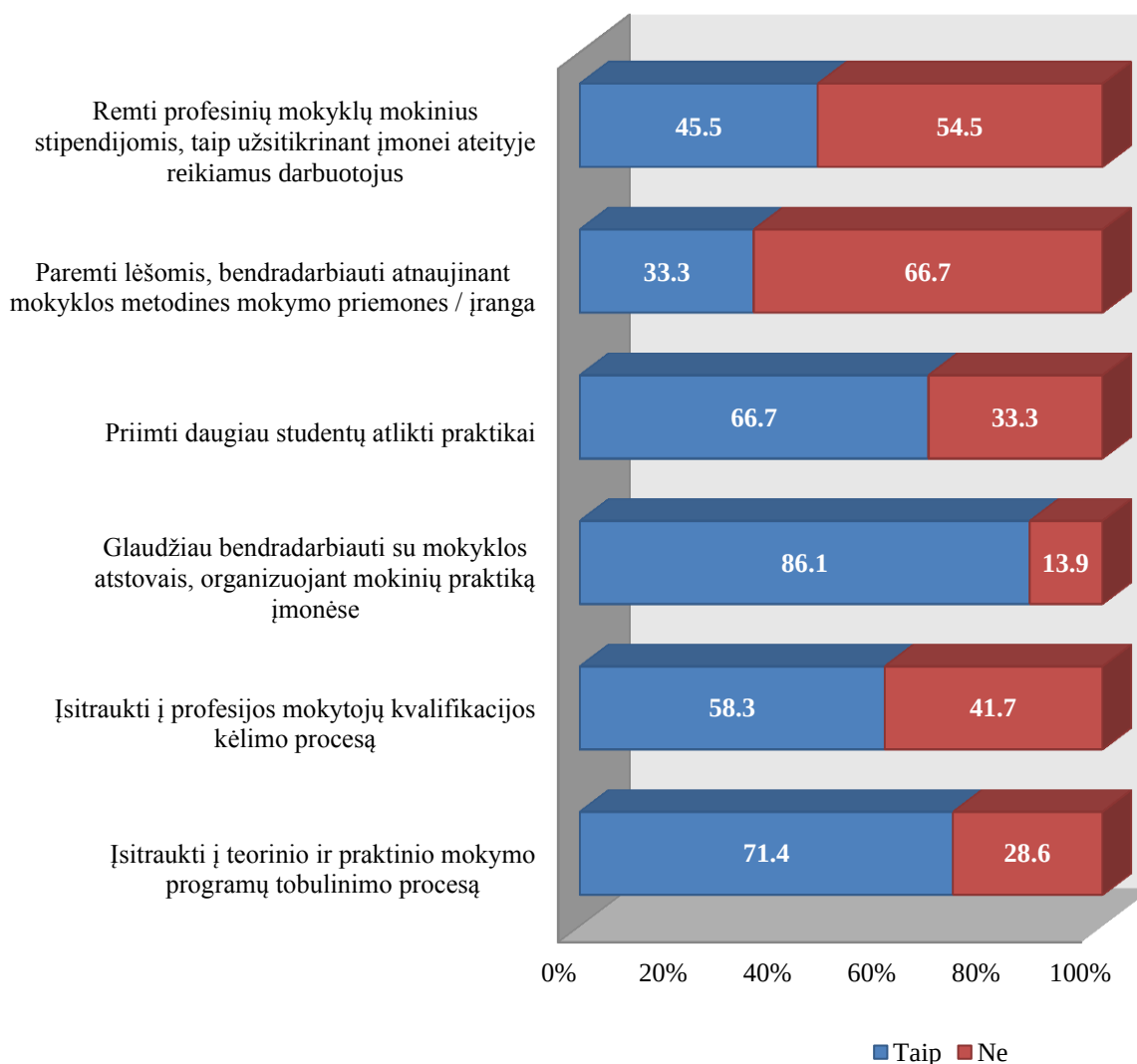
Šaltinis: sudaryta autorių

Paaškinimas: P – profesinės mokyklos, K – kolegijos, PK – profesinės mokyklos ir kolegijos

Kaip matome iš lentelėje pateiktų duomenų, labiausiai paplitusi įmonių ir švietimo institucijų bendradarbiavimo forma yra praktinio mokymo organizavimas. Teigiamas aspektas yra ir įmonių atstovų dalyvavimas kvalifikaciniuose egzaminuose bei kvalifikavimo komisijų darbe, kadangi ši veikla leidžia objektyviau įvertinti diplomantų kompetencijas, ypač jų gebėjimus praktiškai taikyti teorines žinias. Švietimo institucijos nėra pajėgios specialistų rengimo procese naudoti naujausią technologinę įrangą, pedagoginiam personalui yra labai svarbu žinoti visus realius technologinius pokyčius darbo rinkoje, todėl darbdavių iniciatyvos sudaryti dėstytojams sąlygas įmonėse susipažinti su jų naudojamomis technologinėmis priemonėmis, jų naujovėmis yra labai svarbus aspektas dėstytojų kompetencijų plėtotos kontekste.

Kadangi bendradarbiavimo turinys, intensyvumas, rezultatai priklauso nuo visų bendradarbiaujančių subjektų pastangų, tyrėjams buvo įdomu nustatyti, kaip darbo rinkos atstovai vertina švietimo institucijų pastangas palaikyti glaudų bendradarbiavimą su įmonėmis. Tuo tikslu buvo suformuluotas klausimas „Ar, Jūsų nuomone, profesinės mokyklos (P), kolegijos (K) pakankamai bendradarbiauja su įmonėmis, siekiant parengti jų poreikius atitinkančius darbuotojus?“. Savo nuomonę respondentai galėjo išreikšti pritardami arba nepritardami šiems teiginiais: iš dalies, šios mokyklos turėtų aktyviau ieškoti bendradarbiavimo su įmonėmis galimybių; ne, šios mokyklos per mažai bendradarbiauja su įmonėmis; neturiu nuomonės. Atsakymus į šį klausimą pateikė 92,5 % respondentų. Atsakymai pasiskirstė taip: 49,1 % mano, kad iš dalies bendradarbiauja, tačiau šios mokyklos turėtų aktyviau ieškoti bendradarbiavimo su įmonėmis galimybių, 20,8 % pasirinko teiginį „ne, šios mokyklos per mažai bendradarbiauja su įmonėmis“, o 22,6 % atsakiusiųjų neturi nuomonės. Apibendrinant tokį respondentų pasirinkimą, galima teigti, kad švietimo institucijos nepakankamai skiria dėmesio ir pastangų siekdamas užtikrinti sistemingą bendradarbiavimą su darbo rinkos atstovais.

Siekiant nustatyti, ar darbo rinkos atstovai mato bendradarbiavimo su švietimo institucijomis plėtotos galimybes, buvo pateiktas klausimas „Kokiomis priemonėmis norėtumėte/galėtumėte bendradarbiauti su profesinėmis mokyklomis, kad profesinis mokymas atitiktų jūsų įmonės / rinkos poreikius?“. Respondentų atsakymai pateikiami 1 paveiksle. Kaip matome, darbo rinkos atstovai labiausiai pageidautų glaudžiau bendradarbiauti su mokyklų atstovais, antroje vietoje – įsitraukimas į teorinio ir praktinio mokymo programų tobulinimą, trečioje – didesnis praktikantų skaičius įmonėse. Mažiausiai galimybių respondentai mato bendradarbiavimo atnaujinant mokyklos metodinę priemones ir įrangą skiriant tam lėšų bei remiant profesinių mokyklų moksleivius stipendijomis srityse. Kitaip tariant, darbdaviai nenorėtų investuoti finansinių išteklių į bendradarbiavimo su profesinėmis mokyklomis plėtrą.



1 pav. Bendradarbiavimo su profesinėmis mokyklomis galimybių plėtotė

Šaltinis: sudaryta autorių

Analogiškas klausimas respondentams buvo pateiktas ir siekiant nustatyti jų požiūrį į bendradarbiavimo su kolegijomis plėtrą. Pirmosios pozicijos, t.y. didelės bendradarbiavimo galimybės, sutapo su profesinių mokyklų bendradarbiavimo plėtos pozicijomis, o respondentai teigia, kad bendradarbiaudami su kolegijomis mažiausiai prisidėtų prie investavimo į metodinių priemonių ir įrangos atnaujinimą bei dėstytojų kvalifikacijos tobulinimą.

Kadangi sėkmingą bendradarbiavimą gali lemti ir išoriniai veiksniai, respondentams buvo pateiktas klausimas „Kas Jūsų nuomone paskatintų aktyvesnį įmonių ir profesinių mokyklų/kolegijų bendradarbiavimą?“. Respondentams buvo pateikti atsakymai, kuriems jie galėjo pritarti arba nepritarti: mokestinės lengvatos įmonėms, bendradarbiaujančioms su mokyklomis; tiesioginis apmokėjimas įmonėms už praktinį studentų mokymą; sudarytos sąlygos individualiam / lanksčiam įmonės ir mokyklos bendradarbiavimui rengiant įmonei reikalingus specialistus. Kadangi dalis respondentų pasirinko po 2 atsakymus, rezultatai pasiskirstė taip: mokestinių lengvatų įmonėms, bendradarbiaujančioms su mokyklomis svarbą pasirinko 58,5 proc. respondentų, tiesioginis apmokėjimas įmonėms už praktinį studentų mokymą svarbus 43,4 proc. respondentų, o 60,4 proc. respondentų mano, kad glaudesnį įmonių ir švietimo institucijų bendradarbiavimą skatintų sudarytos sąlygos individualiam / lanksčiam įmonės ir mokyklos bendradarbiavimui rengiant įmonei reikalingus specialistus.

Apibendrinant darbo rinkos atstovų išreikštą nuomonę, galima išskirti šiuos pagrindinius bendradarbiavimo, kurie įtakotų kokybiškesnį specialistų rengimą, aspektus: švietimo institucijos, siekdamos glaudesnio bendradarbiavimo su darbo rinkos atstovais turėtų pačios labiau inicijuoti šią sąveiką ieškodamos

naujų, darbo rinkai aktualių bendradarbiavimo formų. Antra vertus, darbo rinkos atstovai galėtų daugiau investuoti į studijų ir mokymo įrangos atnaujinimą bei dėstytojų kompetencijų plėtotę. Trečia – į darbdavių nuomonę turėtų būti atsižvelgta tobulinant teisinę bazę ir sudarant mokestinių lengvatų sąlygas įmonėms, kurios yra motyvuotos bendradarbiauti su švietimo institucijomis, rengiančiomis darbo rinkos poreikius tenkinančius specialistus.

IŠVADOS

- Visuomenės raidos kontekste išryškėjus moderniosios visuomenės bruožams pastebimas augantis specialistų rengimo atitikimo ūkio poreikiams būtinumas, kurio tenkinimui yra būtina glaudi darbo pasaulio ir švietimo institucijų sąveika.
- Kauno regiono įmonėms ir švietimo institucijoms, rengiančioms inžinerinės krypties ir inžinerinių profesijų specialistus yra svarbus abipusis bendradarbiavimas.
- Labiausiai paplitusi įmonių ir švietimo institucijų bendradarbiavimo forma yra praktinio mokymo organizavimas.
- Kadangi švietimo institucijos nėra pajėgios specialistų rengimo procese naudoti naujausią technologinę įrangą, pedagoginiam personalui yra labai svarbu žinoti visus realius technologinius pokyčius darbo rinkoje, todėl darbdavių iniciatyvos sudaryti dėstytojams sąlygas įmonėse susipažinti su jų naudojamomis technologinėmis priemonėmis, jų naujovėmis yra labai reikšmingas aspektas dėstytojų kompetencijų plėtote kontekste.
- Darbo rinkos atstovai plečiant bendradarbiavimą su švietimo institucijomis labiausiai pageidautų glaudžiau bendradarbiauti su mokyklų atstovais, antroje vietoje – įsitraukimas į teorinio ir praktinio mokymo programų tobulinimą, trečioje – didesnis praktikantų skaičius įmonėse.

Plečiant bendradarbiavimą reikia didinti švietimo institucijų iniciatyvas ieškant naujų, darbo rinkai aktualių bendradarbiavimo formų, plėsti darbdavių pagalbą studijų ir mokymo įrangos atnaujinimo ir dėstytojų kvalifikacijos tobulinimo kontekste bei valstybės valdymo lygmenyje sudaryti mokestinių lengvatų sąlygas įmonėms, kurios yra motyvuotos bendradarbiauti su švietimo institucijomis, rengiančiomis darbo rinkos poreikius tenkinančius specialistus.

LITERATŪRA

1. Antanaitienė A., Sajienė L., „Profesinio apsisprendimo formavimo(si) išorinės ir vidinės prielaidos“// Profesinis rengimas: tyrimai ir realijos, 2011 / 21, Kaunas.
2. Dargis R. „Lietuvos švietimo sistema ir globalios ekonomikos iššūkiai: ar atliepiame visuomenės ir verslo lūkesčius?“ , konferencijos „Lietuvos švietimo sistema: ar pateisinami visuomenės ir verslo lūkesčiai?“ medžiaga, Lietuvos Respublikos Seimo Švietimo mokslo ir kultūros komitetas Lietuvos pramonininkų konfederacija, Lietuvos švietimo ir mokslo ministerija, 2014 m.
3. Megatrends - The future of international education. November 2013. <https://ei.britishcouncil.org/educationintelligence>
4. Ramsden P. Kaip mokyti aukštojoje mokykloje. Vilnius: Aidai, 2000.
5. Specialistų poreikio tyrimų metodologija. Vilnius: Nacionalinės plėtros institutas, 2008.
6. Svarbiausi Bolonijos proceso dokumentai. Leveno–Budapešto/Vienos laikotarpis 2009–2010 m. Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija, 2010.
7. Tendencijos aukštajame moksle: suinteresuotų šalių požiūriai. Mokslo ir studijų stebėsenos ir analizės centras. Vilnius, 2012.

LABOUR MARKET ENTITIES AND EDUCATIONAL INSTITUTIONS INTERACTION IN ENGINEERING FIELD AND ENGINEERING SPECIALISTS TRAINING CONTEXT

Summary

The paper presents aspects of social society changes that influence affects of specialists training for the labour market needs. Modern society features implies closer labour market and educational institutions cooperation demands, and in this context it is important the cooperation provision of employers and education institutions. This article presents the Kaunas region companies' representatives' opinion survey in the context of cooperation with educational institutions that prepare engineering field and engineering professions specialists and to.

Keywords: modern society, megatrendsettings, labour market, education institutions and labour market interaction

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Marija Jotautienė

Mokslo laipsnis ir vardas: socialinių mokslų daktaras, docentas

Darbo vietą ir poziciją: VšĮ Kauno technikos kolegijos direktoriaus pavaduotoja akademinei veiklai, Inžinerijos mokslų fakulteto, Elektros ir elektronikos krypties studijų programų komiteto docentė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: socialinių mokslų tyrimai, švietimo vadyba, inovacijų diegimas švietime sistemoje, taikomųjų tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 650 70426, marjot@ktk.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Jolita Bučelienė.

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vietą ir poziciją: VšĮ Kauno technikos kolegijos studijų organizavimo skyriaus vadovė, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto lektorė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: edukologiniai tyrimai, statistinė analizė.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 610 26927, jolitabuceliene@edu.ktk.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Marija Jotautienė

Science degree and name: Doctor of Social Sciences, Associated Professor

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences Deputy Director of Academic Work; Associated Professor of Energy and Electronics Study Programs Committee, Faculty Of Engineering Sciences.

Author's research interests: Researches Of Social Sciences, Education Management, Implementation Of Innovations Into Education System, Methodology Of Applied Research.

Telephone and e-mail address: +370 650 70426, marjot@ktk.lt

Author name, surname: Jolita Bučelienė.

Science degree and name: -

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences Head of Study Organization Department, lecturer of Committee of transport and mechanical area study programs, Faculty of Engineering sciences.

Author's research interests: Educational Research, Statistical Analysis.

Telephone and e-mail address: +370 610 26927, jolitabuceliene@edu.ktk.lt

IŠSILAVINIMO ĮTAKA GYVENTOJŲ UŽIMTUMO LYGIUI LIETUVOJE

Žiedūna Liepė¹, Nelė Šimoliūnienė²

¹ Kauno technologijos universitetas; ² Kauno technikos kolegija

Anotacija. Kuriant dinamišką ir konkurencingą valstybės ekonomiką, ypatinga svarba yra teikiama gyventojų išsilavinimui, kuris tampa esminiu siekiant didesnio užimtumo. Todėl ypač svarbu suteikti žmonėms atitinkamus gebėjimus bei įgūdžius, būtinus šiuolaikiniam įvairiapusiam darbui atlikti, skatinant investicijas į darbo jėgos kompetencijų, švietimo ir užimtumo šalyje didinimą. Straipsnyje atlikus mokslinės literatūros teorinę analizę pabrėžiama išsilavinimo nauda tiek individo, tiek visuomenės aspektu, o statistinių duomenų analizės pagalba atskleidžiama išsilavinimo įtaka gyventojų užimtumo lygiui Lietuvoje.

Reikšminiai žodžiai. Išsilavinimas, švietimas, gyventojų užimtumas, darbo užmokestis.

Įvadas

Plėtojant informacinę visuomenę, svarbu sudaryti sąlygas ir išmokyti gyventojus naudotis informacinių technologijų teikiama galimybėmis, intensyvinant visų amžių grupių ir socialinių sluoksnių piliečių pasirengimą gyventi ir dirbti naujoje visuomenėje, skatinti nuolat siekti naujų žinių bei palaikyti savo konkurencingumą pasaulinėje rinkoje. Anot Sakalo (2003 : 170), žmonės turi būti pasirengę aptarnauti naujas technologijas, teikti modernius patarnavimus, priimti ekonomiškus, šiuolaikinius reikalavimus atitinkančius sprendimus. Todėl deramas darbuotojų išsilavinimas ir profesinė kvalifikacija yra būtina krašto pažangos sąlyga.

Tinkamo išsilavinimo suteikimas ir gyventojų švietimas užtikrina šalies demokratiją, saugumą, skatina visuomenės kaitą taip pat išplečia asmens pažinimo, profesinių gebėjimų galimybes ir gyvenimo kokybės plėtrą. Petkevičiūtė ir Svirskaitė (2001) teigia, jog visuomenės reikalavimai švietimui nuolat kinta: aštuntojo dešimtmečio pradžioje vyravo ekonominis požiūris į švietimą, kai buvo akcentuojama ekonomikos įtaka švietimui ir švietimo reprodukcinis vaidmuo; devintajame dešimtmetyje buvo pabrėžiamas kiekvieno asmens poreikis tobulėti ir įsitvirtinti visuomenėje, siekiant aukštesnio išsilavinimo; dešimtajame praėjusio amžiaus dešimtmetyje buvo akcentuojama besimokančios visuomenės idėja, atitinkanti globalinę informacinių technologijų pažangą bei ekonomikos pokyčius.

Lietuvoje pastaraisiais metais dėl nepalankių demografinių tendencijų – neigiamos natūralios gyventojų kaitos, nepakankamo gimstamumo (2013 m. mirė 10,7 tūkst. žmonių daugiau nei gimė kūdikių, Lietuvos statistikos departamentas), spartaus gyventojų senėjimo ir vis dar didelės emigracijos - mažėja tiek bendras, tiek darbingo amžiaus gyventojų skaičius. Todėl labai svarbu atskleisti išsilavinimo, kvalifikacijos kėlimo, mokymo kokybės didinimo svarbą ir įvertinti jo sąsajas su gyventojų užimtumo¹ lygiu šalyje.

Straipsnio **tikslas** – išnagrinėjus išsilavinimo teikiamą naudą, atskleisti jo įtaką gyventojų užimtumo lygiui Lietuvoje.

Tyrimo objektas – išsilavinimas ir jo įtaka gyventojų užimtumo lygiui.

Pirmojoje straipsnio dalyje išnagrinėjus įvairių autorių pozicijas, siekiama atskleisti išsilavinimo teikiamą naudą tiek individo, tiek visuomenės intereso aspektu. Antrojoje straipsnio dalyje, pasitelkus Lietuvos pavyzdį, siekiama pagrįsti išsilavinimo ir gyventojų užimtumo tarpusavio sąsajas. Tuo tikslu analizuojami statistiniai duomenys (Lietuvos statistikos departamentas; Eurostat, 2014), siekiant atskleisti išsilavinimo įtaką darbo užmokesčio ir gyventojų užimtumo lygiui. Straipsnio išvadose apibendrinami atlikto tyrimo rezultatai, patvirtinantys glaudų ryšį tarp išsilavinimo ir gyventojų užimtumo lygio Lietuvoje.

Tyrimo metodai – sisteminė mokslinės literatūros bei statistinių duomenų analizė ir apibendrinimas.

1. Išsilavinimo teikiama nauda individui ir visuomenei

Išsilavinimas yra būtina ekonomikos augimo sąlyga, kadangi pastarąjį įtakoja ir technologinė pažanga, paremta vystymusi mokslo srityse. Anot Gižienės ir Markauskienės (2012 : 1147), išsilavinimas yra šiuolaikinės žinių ekonomikos plėtros veiksnys, skatinantis ekonomikos augimą, nes didėja darbo produktyvumas, darbo našumas, greičiau įsisavinami technologiniai pokyčiai (naujos technologijos). Besimokydamas individas įgyja žinių bei įgūdžių, kurie, jeigu yra tikslingai panaudojami, didina individo produktyvumą darbe. Wolfe ir Zuvekas (1997 : 494) bei Vila (2000 : 23) išsilavinimo naudą atskleidžia, išskirdami asmeninę (individo) ir socialinę (visuomeninę) naudą (žr. 1 lentelė).

¹ **Užimti gyventojai** – 15 metų ir vyresni asmenys, dirbantys bet kokią darbą, gaunantys už jį darbo užmokestį pinigais ar natūra arba turintys pajamų ar pelno (Lietuvos statistikos departamentas)

Išsilavinimo naudos klasifikacija

	Asmeninė nauda	Socialinė (visuomeninė) nauda
Rinkos	- Darbingumas - Didesnis darbo užmokestis - Mažesnė bedarbių - Darbo rinkos lankstumas - Didesnis mobilumas	- Didesnis našumas - Didesnės pajamos iš mokesčių - Mažesnė priklausomybė nuo valstybės finansinės paramos
Ne rinkos	- Geresnis vartotojų efektyvumas - Geresnė individo ir šeimos sveikata - Geresnė vaikų gyvenimo kokybė	- Mažesnis nusikaltimų skaičius - Mažesnis infekcinių ligų plitimas - Geresnis socialinis ryšys - Didesnis rinkėjų dalyvavimas rinkimuose

Šaltinis: Wolf, Zuvekas (1997), Vila (2000)

Individo socialinė nauda, tai išsilavinimo nauda individo studijų metu, kuri pasireiškia kaip noro mokytis patenkinimas, malonumas mokytis, galimybė tenkinti dvasinius poreikius pagal asmenybės norus, pramogos, bendravimo, diskusijų galimybės su kitų aukštųjų mokyklų studentais ir kita. Individo socialinė nauda jo darbinėje veikloje yra ta, kad aukštosios mokyklos absolventai dažniausiai dirba pagal profesiją ir savęs įtvirtinimas dažniausiai būna didesnis, negu žemesnio išsilavinimo profesijose.

Anot Bagdanavičiaus, (2009 : 75), švietimo nauda gali būti natūrali ir vertinė, tiesioginė ir netiesioginė. Paprastai žmogus, turintis aukštesnį išsilavinimą, gauna didesnę atlyginimą, turi didesnes galimybes įsidarbinti prestižiniuose darbuose bei geriau prisitaiko prie pokyčių, pasireiškiančių mokslinės-techninės revoliucijos pasekoje. Autorius išskiria asmenišką (individualią) ir išorinę (visuomeninę) švietimo naudą. Pirmoji yra naudinga pačiam besimokančiajam (tėvams, šeimai). Antroji - tai nauda, kurią gauna kiti žmonės ar visuomenė visumoje. Išorinei naudai priskiriama socialinės naudos augimas: nusikalstamumo mažėjimas dėl visuomenės intelektualinio ir kultūrinio lygio augimo; žmonių su aukštesniu išprusimu socialinio aktyvumo augimas; vaikų, kurių tėvai turi aukštesnį išsilavinimą, geresnis auklėjimas ir ikimokyklinis pasiruošimas.

Pasak Mačerinskienės ir kt. (1998 : 74), išsilavinimo teikiama ekonominė nauda, yra susijusi su individo gaunama ekonomine nauda, kadangi išsilavinimas sąlygoja didesnes gyvenimo pajamas, individo galimybes pasirinkti ir prisitaikyti darbo rinkoje. Jeria (2009 : 323) pabrėžia, jog aukštesnis išsilavinimas siejamas su didesniu asmens produktyvumu, o tai lemia didesnes pajamas bei aukštesnę poziciją darbo rinkoje, taip pat formuoja didesnę darbuotojų poreikį, turinčių atitinkamą išsilavinimą ir aukštesnį darbo užmokesčio lygį.

Atitinkamai kiti autoriai (Blundell ir kt., 2001) išskiria tris naudos iš išsilavinimo sudedamąsias dalis: asmeninę naudą, socialinę (visuomenės) naudą bei darbo našumo grąžą. Socialinė išsilavinimo grąža susijusi ir su ekonomine nauda, kadangi apima investicijų į aukštąjį išsilavinimą naudą visuomenei. Arba kitaip tariant, visuomenei teikiama išsilavinimo nauda lemia švietimo finansavimo šaltinių struktūrą. Tad labai svarbu, ieškant alternatyvių, ypač aukštojo mokslo finansavimo šaltinių, išsiaiškinti išsilavinimo naudą visuomenei.

Visuomenės ekonominė nauda dėka išsilavinimo yra susijusi su ūkio augimu. Investavimas į švietimą sąlygoja ekonomikos augimą. Pascharopulos (2006 : 116) teigia, kad egzistuoja tiesioginis ryšys tarp investicijų į švietimą ir ūkio augimo. Įvairių mokslininkų tyrimai aiškiai rodo išsilavinimo reikšmę ūkio augimui, tačiau sunku nustatyti, kokia mokslininkų nuostata remtis yra tikslinga. Viena aišku, kad skirtingi išsilavinimo lygiai skirtingai įtakoja ūkio augimą ir išsilavinimo įtaka ūkio augimui kasmet tampa vis reikšmingesnė. Baigus aukštąją mokyklą individai gauna didesnes pajamas, o tai sąlygoja didesnius mokesčius į valstybės biudžetą arba didesnę mokesčių pajamų apimtį. Anot Wößmann ir Schütz (2006) aukštesnis išsilavinimo lygis didina darbo užmokestį, kartu didėja mokesčiai ir valstybės pajamos. Mokesčių pajamos sudaro valstybės biudžeto dalį, todėl daro teigiamą poveikį visuomenei. Visuomenės papildomos pajamos susidaro tada, kai visuomenė per aukštojo išsilavinimo kaštus išvengia didesnio neužimtų visuomenės narių skaičiaus. Tai yra, jeigu visi studentai vienu metu išeitų į darbo rinką, padidėtų bedarbių skaičius. Remiantis pasaulinio lygio ekonomikos specialistų tyrimais (European Commission, 2005) konstatuojama, jog išsilavinimas kelia darbo kokybę, o tai savo ruožtu dėl individų įgyjamo aukštojo išsilavinimo 0,5 proc. punkto padidina metinį BVP. Taip pat egzistuoja glaudus ryšys tarp išsilavinimo lygio ir gyventojų sveikatos. Didėjant išsilavinimo lygiui, gaunamos didesnės pajamos ir didesnis dėmesys

skiriamas sveikatai. Dėka išsilavinimo gautos papildomos lėšos gali būti panaudotos kitiems tikslams, o dėl to gerėja visuomenės išteklių paskirstymas.

Nepaisant išsilavinimo teikiamos naudos, realybėje šioje srityje susiduriama su visa eile problemų. Lietuva yra priskiriama prie šalių, kuriose gyventojų išitraukimą į darbo rinką sąlygoja akivaizdus jaunimo įgūdžių ir kvalifikacijos neatitikimas (angl. *skill mismatch*). Dėl nesugebėjimo rasti tinkamo darbo baigus mokyklą, įgijus profesinį ar aukštąjį išsilavinimą atsiranda ilgalaikis poveikis užimtumui bei pajamoms. Taip pat svarbu paminėti ir įgytų įgūdžių ir kvalifikacijos neatitikimą darbo rinkos poreikiams bei „protų nutekėjimo“ iš Lietuvos problemą. Remiantis statistiniais duomenimis, Lietuvos gyventojų išsilavinimo ir išsimokslinimo lygis per pastarąjį dešimtmetį yra vienas aukščiausių Europos Sąjungoje. Lietuvos gyventojai traktuojami kaip gerai kvalifikuota, išsimokslinusi darbo jėga, kuri, sprendžiant pagal emigracijos mastą, turi paklausą labiau ekonomiškai išvystytose šalyse. Todėl Lietuva praranda labiausiai kvalifikuotus specialistus ir darbininkus.

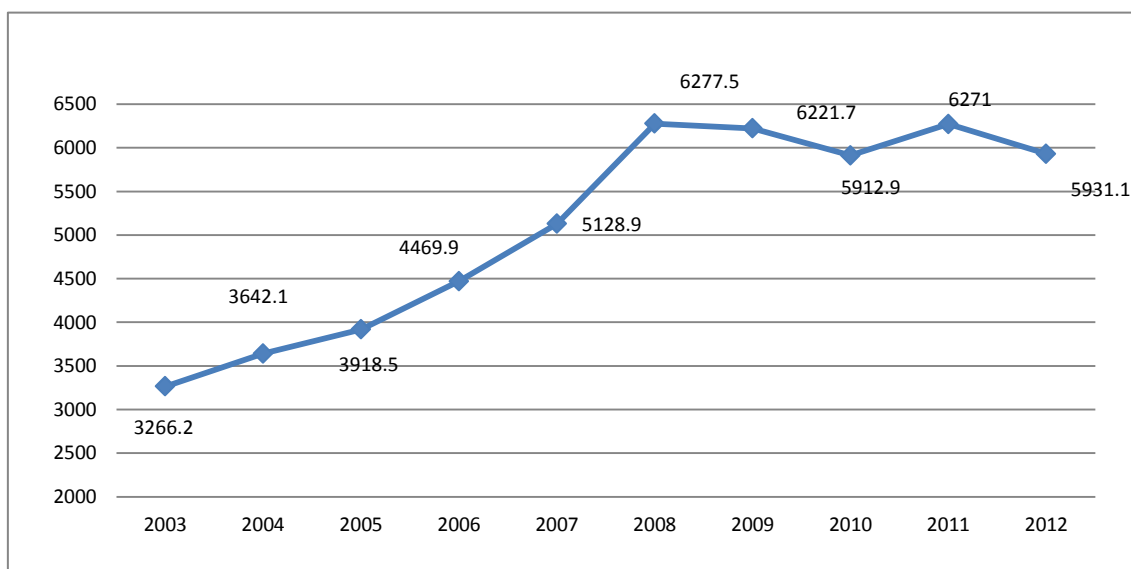
Atlikta teorinė mokslinės literatūros analizė apie išsilavinimo teikiamą tiek individualią tiek visuomeninę naudą, atskleidė akivaizdų ryšį tarp išsilavinimo ir gyventojų užimtumo. Todėl siekiant empiriškai pagrįsti išsilavinimo ir gyventojų užimtumo tarpusavio sąsajas toliau bus nagrinėjami statistiniai duomenys Lietuvos pavyzdžiu.

2. Išsilavinimo įtaka gyventojų užimtumui

Darbo kokybė, o dažnai ir darbuotojų gaunamas atlyginimas priklauso nuo žmogaus įgyto išsilavinimo, kvalifikacijos ir patyrimo. Žmogus, naudodamas savo laiką ir pinigus išsilavinimui įsigyti, o kartu savo produktyvumui ir pajamoms ateityje didinti, taip pat investuoja ir į savo „žmogiškąjį kapitalą“. Tą patį daro įmonės ir vyriausybės, investuodamos į intelektualias technologijas, gamybos būdus ir taip sudarydamos prielaidas žmogiškojo kapitalo vystymui. Anot Baron & Armstrong (2007), žmogiškasis kapitalas tai - žinios, įgūdžiai, gebėjimai ir kompetencijos, kuriuos vysto ir atnaujiną žmonės, dirbantys organizacijoje.

Žmogiškasis kapitalas betarpiškai yra susijęs su šalies gyventojų išsilavinimu bei jų užimtumu. Būtent todėl valstybė, kaip vieną pagrindinių ekonomikos plėtros krypčių, Lietuvos pažangos strategijoje „Lietuva 2030“ nurodė vidinio švietimo ir mokslo potencialo panaudojimą. Tuo tikslu Lietuva investuoja į šalies gyventojų išsilavinimą. Tai atsispindi ir Lietuvos Respublikos Švietimo įstatymo preambulėje, kur pažymima, kad švietimas yra „prioritetiškai valstybės remiama visuomenės raidos sritis“.

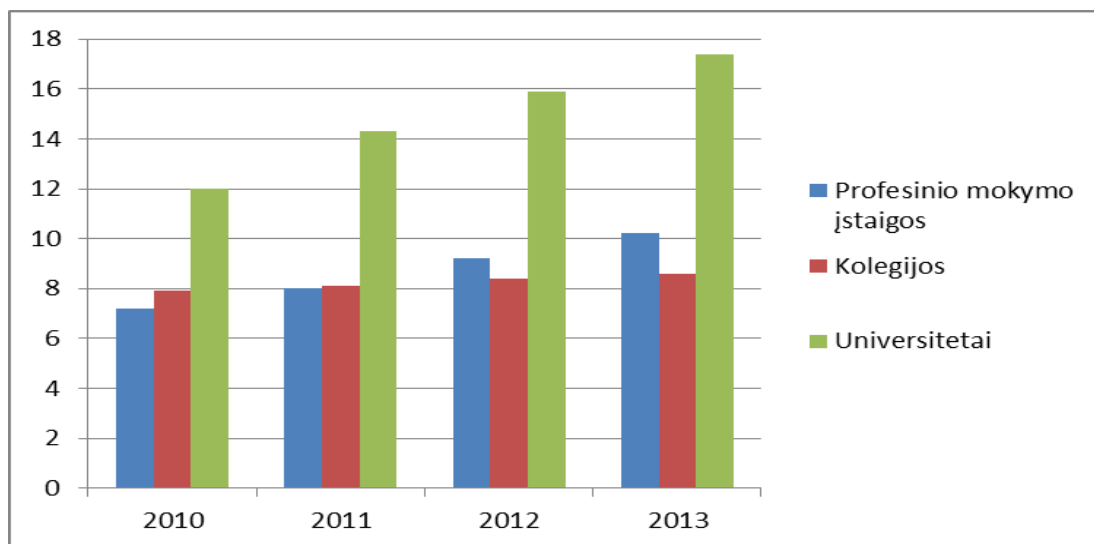
Išanalizavus 2003-2012 metų valstybės ir savivaldybių biudžetų išlaidas švietimui, konstatuotina, kad bendrai išlaidos švietimui, lyginant su 2003 m., padidėjo daugiau nei 80 procentų (nuo 3266,2 mln. Lt iki 5931,1 mln. Lt) (žr. 2 pav.).



2 pav. Valstybės ir savivaldybių biudžetų išlaidos švietimui 2003-2012 m., mln. litų.

Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas

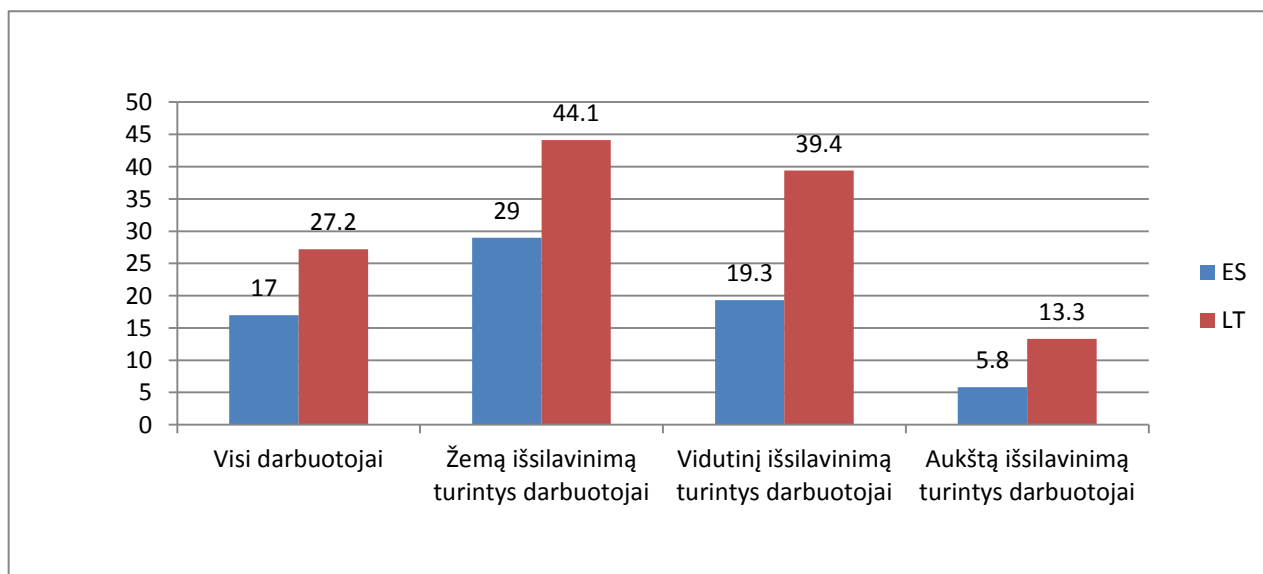
Palyginus švietimo finansavimo rodiklius vienam besimokančiajam skirtingose mokymo įstaigose (profesinio mokymo įstaigose, kolegijose, universitetuose) per pastaruosius tris metus, taipogi pastebimas finansavimo lėšų švietimui nuolatinis augimas (3 pav.).



3 pav. Vienam besimokančiam tenkančios lėšos (įskaitant valdžios sektoriaus ir užsienio fizinių ar juridinių asmenų lėšas) 2010-2013 m., tūkst. litų.

Šaltinis: Lietuvos statistikos departamentas

Viena vertus išsilavinimas turi tiesioginę įtaką gyventojų užimtumui, kita vertus, darbuotojų turimas išsilavinimas lemia jo gaunamo darbo užmokesčio dydį. Šiuo atveju turimo išsilavinimo įtaką gaunamo darbo užmokesčio dydžiui charakterizuoja minimalų darbo užmokestį gaunančių asmenų kiekis (procentais) pagal turimą išsilavinimą (žr. 4 pav.). 2010 metų duomenimis Lietuvoje net 44,1 proc. žemą išsilavinimą turinčių asmenų gavo minimalų darbo užmokestį. Minimalų darbo užmokestį Lietuvoje gavo 39,4 proc. vidutinį išsilavinimą turinčių asmenų, tačiau, kaip matyti 4 paveiksle, tarp aukštą išsilavinimą turinčių lietuvių tik 13,3 proc. gauna minimalų darbo užmokestį. Tai reiškia, jog daugiau nei 80 proc. aukštą išsilavinimą turinčių asmenų Lietuvoje uždirba didesnę nei minimalų darbo užmokestį.



4 pav. Minimalų darbo užmokestį gaunantys asmenys (%), pagal turimą išsilavinimą (2010)

Šaltinis: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>

Išanalizavus užimtumo lygį Lietuvoje amžiaus grupėje nuo 20 iki 64 metų, matyti, kad mažiausias asmens užimtumas - neturinčio vidurinio išsilavinimo. Šių žmonių užimtumas vidutiniškai siekia tik 33,43 proc. Asmenų, turinčių vidurinį ir/ar išsilavinimą įgytą profesinėse mokyklose, užimtumas siekė vidutiniškai 61,65 proc. Tuo tarpu 2010-2013 metų duomenimis net 86,78 proc. aukštesnį ir/ar aukštą išsilavinimą turintys asmenys turėjo darbą Lietuvoje (žr. 2 lentelė).

2 lentelė

Užimtumo lygis pagal aukščiausią įgytą išsilavinimą, amžiau grupėje nuo 20-64 m. (%)

Išsilavinimo lygis	GEO	2010	2011	2012	2013
Ikimokyklinis, pradinis, pagrindinis (0-2 lygmuo)	Lietuva	29,6	31,8	35,2	37,1
Vidurinis, pavidurinis profesinėse mokyklose (3 ir 4 lygmuo)	Lietuva	58,8	61,0	62,8	64,0
Pavidurinės studijos aukštesniosiose mokyklose, aukštojo mokslo studijos kolegijose ir universitetuose (5 ir 6 lygmuo)	Lietuva	85,3	87,2	87,0	87,6

Šaltinis: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>

Šie tyrimo rezultatai patvirtina, kad išsilavinimas, būdamas vienas svarbiausių žmogiškojo kapitalo elementų, daro didelę įtaką gyventojų užimtumo lygiui, o kartu ir visai ekonomikai. Dėl to svarbu spręsti susidariusias problemas, kurios kyla dėl aukšto lygio specialistų sparčios emigracijos, dėl rengiamų specialistų neatitikimo darbo rinkos poreikiams, socialinės atskirties ir kitų priežasčių. Priemonės turėtų būti nukreiptos į darbo rinkos dalyvių profesinį mokymą, naujų įgūdžių įgijimą, patrauklių darbo vietų kūrimą, nes tai padėtų bedarbiams išlikti konkurencingiems darbo rinkoje, susirasti darbą, atitinkantį jų lūkesčius, o kartu kelti ir ekonominę gerovę.

Išvados

1. Žinių pritaikomumas ekonomikoje yra svarbiausias ekonomikos augimo veiksnys. Todėl būtent švietimas ir išsilavinimas yra svarbiausi elementai formuojant pirmiausia žmogiškąjį kapitalą, o kartu kuriant socialinę bei ekonominę gerovę.

2. Ryšį tarp išsilavinimo ir gyventojų užimtumo atskleidžia akivaizdžiai apčiuopiama individuali bei visuomeninė – ekonominė išsilavinimo nauda: aukštesnis išsilavinimas siejamas su didesniu asmens darbo produktyvumu, didesnėmis galimybėmis įsitvirtinti darbo rinkoje bei didesnėmis pajamomis. Atitinkamai gyventojų gaunamos didesnės pajamos sąlygoja didesnius mokesčius į valstybės biudžetą ir didesnes valstybės pajamas. Tokiu būdu gerėja visuomeninė gerovė, netiesiogiai mažėja nusikalstamumas bei skiriamas didesnis dėmesys sveikatai.

3. Lietuvos investicijos į gyventojų švietimą per pastarąjį dešimtmetį padidėjo daugiau nei 80 proc. Siekiant Lietuvos pažangos strategijoje „Lietuva 2030“ numatytų strateginių tikslų, rekomenduotina, kad ši tendencija tokia ir išliktų.

4. Tiesiogines sąsajas tarp išsilavinimo ir gyventojų užimtumo patvirtina ir atlikta statistinių duomenų analizė. Tyrimo metu nustatyta, kad darbuotojų turimas išsilavinimas lemia jo gaunamo darbo užmokesčio dydį: žmonės su geresniu išsilavinimu gauna didesnes pajamas.

5. Gyventojų užimtumas glaudžiai susijęs su įgytu išsilavinimu. Asmenys, kurių išsilavinimas ne aukštesnis nei pagrindinis, užimtumas siekia tik 33,43 proc. Tuo tarpu aukštesnįjį ir/ar aukštąjį išsilavinimą turinčių Lietuvos gyventojų užimtumas siekia 86,78 proc., t.y. užimtumas beveik 3 kartus didesnis lyginant su asmenimis, turinčiais pagrindinį išsilavinimą.

Literatūra

1. Bagdanavičius, J. (2009). *Žmogiškasis kapitalas*. Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla.
2. Baron, A., & Armstrong, M. (2007). *Human capital management: achieving added value through people*. London: Kogan Page Limited.
3. Blundell, R., Dearden, L., ir Sianesi, B. (2001). *Estimating the Returns to Education: Models, Methods and Results*. University College London and Institute for Fiscal Studies.
4. European Commission (2005). The Returns to Various Types of Investment in Education and Training. London Economics. Final Report To EC DG EAC. Prieiga per internetą: http://ec.europa.eu/education/policies/2010/studies/invest05_en.pdf.
5. Gižienė, V. Ir Markauskienė, A. (2012). Investicijų į aukštąjį išsilavinimą ir valstybės pajamų priklausomybės tyrimas. *Economics and Management*: 2012. 17 (3), p. 1141-1148.
6. Jeria, M. (2009). Exploring Quality of Life During the Transition from School to Work in Chile. *Social Indicators Research*, 94, p. 319-342
7. Mačerinskienė, I. ir kt. (1998). *Edukologijos idėjos Lietuvos švietimo sistemos modernizavimui: monografija*. Kaunas: Technologija, 539 p.
8. Petkevičiūtė N., ir Svirskaitė I. (2001) Ekonominis vystymasis ir žmogaus socialinė raida. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai*. - Kaunas, Nr.17.
9. Pascharopoulos, G. (2006). The value of investment in education: Theory, evidence, and policy. *Journal of Education Finance*, 32(2), 113-136.
10. Sakalas, A. (2003). *Personalo vadyba*. Vilnius: Margi raštai. 296 p.

11. European Commission. Eurostat. Prieiga per internetą:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Employment_statistics.
12. Lietuvos Respublikos Statistikos departamentas prie LRV. Prieiga per internetą:
<http://db1.stat.gov.lt/statbank/SelectVarVal/saveselections.asp>.
13. Lietuvos pažangos strategija „Lietuva 2030“. Prieiga per internetą:
http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=425517&p_query=&p_tr2=2.
14. Vila, L. E. (2000). The non-monetary benefits of education. *European Journal of Education*. Vol. 35, 21-32.
15. Wößmann, L. ir Schütz, G. (2006). *Efficiency and Equity in European Education and Training Systems*. European Expert Network on Economics of Education.
16. Wolfe, B., ir Zuvekas, S. (1997). Non-market Effects of Education. *International Journal of Education Research*. Vol. 27 (6), 491-502.

INFLUENCE OF EDUCATION ON EMPLOYMENT RATE IN LITHUANIA

Summary

In order to create a dynamic and competitive economy, special attention has to be given to education, which is essential increasing individual and social-economical wealth. In Lithuania due to unfavourable demographic trends - declining birth rates, an aging population and the huge emigration - decline both the total and the working age population. Therefore, it is important to emphasize the significance of education, training and quality of learning in their relation with the employment rate in the country. The purpose of the article was to analyse the benefits of education revealing its impact on the employment rate in Lithuania. This was done through a systematic literature and statistical data analysis and synthesis. The accomplished theoretical research about individual and social - economic benefits from education has revealed that there exist the direct influences of education on employment rate. Higher education is usually associated with higher personal productivity, greater opportunities in the labour market and higher income. Accordingly, the increased income of population leads to higher taxes to the state budget and higher total state revenue. These results were empirically validated through the statistical data analysis by the case of Lithuania.

Keywords: education, employment of the population, salary.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Žiedūnė Liepė

Mokslo laipsnis ir vardas: socialinių mokslų daktarė

Darbo vietą ir poziciją: Kauno technologijos universiteto, Ekonomikos ir verslo fakulteto, Vadybos katedros lektorė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: žmogiškasis kapitalas, žmogiškųjų išteklių planavimas, žmogiškojo kapitalo vertinimas.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 687 63925, zieduna.liepe@ktu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Nelė Šimoliūnienė.

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vietą ir poziciją: VšĮ Kauno technikos kolegijos direktoriaus pavaduotoja infrastruktūrai ir plėtrai, Inžinerijos mokslų fakulteto, statybos inžinerijos krypties studijų programų komiteto lektorė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: įmonių valdymas, įmonių teisė, statybos teisė.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 616 87622, n.simoliuniene@gmail.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Žiedūnė Liepė

Science degree and name: Doctor of Social Sciences

Workplace and position: Kaunas University Of Technology, Faculty Of Economics And Business, Lecturer Of Management Department.

Author's research interests: human capital, human resource planning, human capital evaluation.

Telephone and e-mail address: +370 616 87622, zieduna.liepe@ktu.lt

Author name, surname: Nelė Šimoliūnienė.

Science degree and name: -

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences Deputy Director of Infrastructure and Development, Lecturer of Civil Engineering Area Study Programs Committee, Faculty Of Engineering Sciences.

Author's research interests: companies management, companies law, construction law.

Telephone and e-mail address: +370 616 87622, n.simoliuniene@gmail.com

TECHNINĖS ANALIZĖS INDIKATORIŲ PIRKIMO IR PARDAVIMO SIGNALŲ TYRIMAS

Sandra Rekštienė, Regina Motienė
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Pagrindinis finansų rinkų analizės tikslas yra rasti tinkamus indikatorius, bandant nuspėti kainos kryptį. Straipsnyje apžvelgti keturi pagrindiniai techninės analizės indikatoriai: paprastasis slankusis vidurkis (SMA), greitai judantis eksponentiniai slankieji vidurkiai (EMA), **santykinio atsparumo koeficientas** (RSI), Bolingerio juostos (BB) bei jų generuojami pirkimo/pardavimo signalai. Atliktas tyrimas konkrečios OEG akcijos atveju.

Reikšminiai žodžiai: techninė analizė, indikatoriai, paprastasis slankusis vidurkis (SMA), greitai judantis eksponentiniai slankieji vidurkiai (EMA), **santykinio atsparumo koeficientas** (RSI), Bolingerio juostos (BB).

Įvadas

Pagal Lietuvos banko prognozę infliacija 2015 metais sudarys 0,9 proc., o didieji Lietuvos bankai už metų trukmės indėlį siūlo tik 0,2-0,3 proc. palūkanų. Vartotojams, gaunantiems pastovias pajamas, pinigai nuvertėja, ir indėliai banke nekompensuoja infliacijos. Taigi, norint išlaikyti bent jau tą pačią perkamąją galią, tikslinga ieškoti alternatyvių investavimo būdų. Investicijos į nekilnojamo turto rinką šiandien yra įprastas reiškinys, obligacijų pelningumai laikosi rekordinėse žemumose. Pelningiausias investavimas lieka į įmonių akcijas. Daugelis mūsų vengia šio investavimo būdo dėl aukštos rizikos. Tačiau išmanant ir atliekant fundamentaliąsias ir technines analizes galima pakankamai saugiai numatyti akcijų pirkimo ir pardavimo signalus. Šiame straipsnyje dėmesys skiriamas techninės analizės generuojamiems pirkimo bei pardavimo signalams.

Tyrimo problema:

Kaip su minimalia rizika apsaugoti pinigus nuo infliacijos bei uždirbti pelno, investuojant į vertybinius popierius (akcijas)?

Tyrimo tikslas - išnagrinėti pagrindinius techninės analizės indikatorius ir įvertinti pirkimo bei pardavimo signalų patikimumą.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti pagrindinius techninės analizės indikatorius.
2. Patikrinti išanalizuotų indikatorių patikimumą konkrečios akcijos atveju.

Tyrimo objektas – techninės analizės indikatorių analizė.

Tyrimo metodai: mokslinės literatūros analizė, techninė akcijų kainų grafikų analizė.

1. Krypties indikatoriai

Indikatoriai (angl. indicators) yra matematiniai įvairių rinkos duomenų santykiai, skirti interpretuoti kainos pokyčius ir duoti pirkimo arba pardavimo signalus.

Indikatoriai gali būti skirstomi į tris pagrindines grupes:

1. Krypties (angl. trend indicators);
2. Osciliatorius (impulso) (angl. oscillators);
3. Mišrius (angl. miscellaneous).

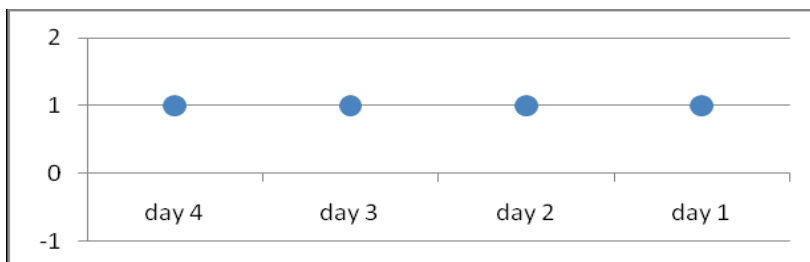
Paprastasis slankusis vidurkis (SMA) – tai pats paprasčiausias ir populiariausias rinkos indiktorius, kuris parodo vidutinę kainų reikšmę už tam tikrą laikotarpį, t. y. indikatorius apskaičiuoja kainų vidurkį ir, priklausomai nuo kainos pokyčio, jos vidutinė reikšmė kyla arba krenta. Paprastojo slankiojo vidurkio (SMA) reikšmė – tai tiesiog kainos vidurkis už tam tikrą laiko periodą. Apskaičiuojant paprastąjį slankųjį vidurkį, n periodų kainos sudedamos, o paskui dalinamos iš n. Taip sudėjus paskutinių 25 dienų uždarymo kainas ir padalinus sumą iš 25, gaunamas instrumento kainų vidurkį per tas 25 dienas.

$$SMA(25) = (k1(užd) + k2(užd) + \dots + k25(užd)) : 25, \quad (1)$$

čia $k1(užd) \dots k25(užd)$ - atitinkamos dienos instrumento kaina baro uždarymo laiku.

Tokie apskaičiavimai atliekami kiekvienam grafiko barui atskirai ir per gautus taškus nubrėžiama kreivė. Svarbu pastebėti, kad apskaičiuoti paprastąjį slankųjį vidurkį galima tik turint visus duomenis apie kainas už visą laikotarpį. Tai yra, paprastąjį slankųjį vidurkį su periodu 25 galima apskaičiuoti ir nubrėžti, tik tada kai grafike bus duomenys apie paskutinius 25 barus.

Kuo didesnis paprastojo slankiojo vidurkio periodas, tuo ilgesnį kainos pokyčių vidurkį jis rodo, t.y. visi slankieji vidurkiai apskaičiuojami pagal tam tikro skaičiaus periodų kainų vidurkį. Kuo didesnis paprastojo slankiojo vidurkio periodas, tuo jis lėtesnis, tuo pastovesnę (ilgalaikiškesnę) kainą jis rodo.



1pav. Paprastasis slankusis vidurkis

Šaltinis: Baltijos vertybinių popierių birža (www. Nasdaqomxbaltic.com)

Paprastojo slankiojo vidurkio pagalba nesunkiai galima nustatyti:

- kokia tendencija šiuo metu vyrauja rinkoje;
- [palaikymo/pasipriešinimo](#) linijas.

Trūkumai: paprastasis slankusis vidurkis yra vėluojantis indikatorius.

Privalumai: paprastasis slankusis vidurkis padeda nesunkiai nustatyti tendenciją bei palaikymo/pasipriešinimo linijas. Kai rinka yra „flete“, t.y. nematyti jokių aiškių tendencijos požymių ir kaina svyruoja siaurame kainos diapazone, reikia naudoti slankųjį vidurkį su didesniu periodu.

Taisyklės, dirbant su slankiuoju vidurkiu (SMA):

- Reikia ieškoti grafike kainos ir paties indikatoriaus susikirtimo taškų. Jeigu kaina kerta paprastąjį slankiojantį vidurkį iš apačios į viršų – signalas pirkimui. Jeigu kaina kerta indikatorių iš viršaus į apačią – signalas pardavimui. Kuo statesnis yra kirtimas – tuo stipresnis signalas. Taigi, paprastai investuotojai perka, kada kaina pakyla virš paprastojo slankiojo vidurkio kreivės, ir parduoda, kai kaina nukrenta žemiau SMA kreivės.

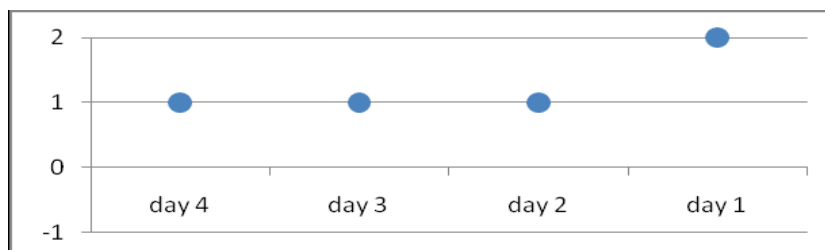
- Paprastojo slankiojo vidurkio kryptis parodo tendencijos kryptį.
- Nerekomenduojama atidarinėti prekybos pozicijų prieš slankiojo vidurkio kryptį.



2 pav. SMA ir kainos susikirtimai

Šaltinis: Baltijos vertybinių popierių birža (www. Nasdaqomxbaltic.com)

Greitai judantys eksponentiniai slankieji vidurkiai (EMA) Šis indikatorius sutrumpintai žymimas EMA, šalia esantis skaičius parodo periodų skaičių, pvz., EMA 10, EMA 25, EMA 50. Eksponentinis slankusis vidurkis apskaičiuojamas prie praėjusio periodo slankiojo vidurkio reikšmės pridedant tam tikrą dabartinės kainos dalį, t.y. didesnę svorio koeficientą visada turės paskutinės uždarymo kainos.



3 pav. Eksponentinis slankusis vidurkis

Šaltinis: Baltijos vertybinių popierių birža (www. Nasdaqomxbaltic.com)

Pirkimo ir pardavimo signalus generuoja dviejų vidurkių susikirtimai. Kai trumpesnis vidurkis kerta ilgesnį iš apačios į viršų, reikia pirkti (pvz., EMA 10 linijai kirtus EMA 25 ir EMA 50 linijas), o kai kerta iš viršaus – parduoti.

EMA ir SMA naudojimas: jeigu kaina virš EMA/SMA - rinka bulių, žemiau - meškų. Jeigu kaina kerta EMA/SMA iš apačios - pirkimo signalas, iš viršaus - pardavimo signalas. Geriau naudoti kelias EMA/SMA, taip išvengiant klaidingų signalų.

Nepaisant akivaizdžių skirtumų tarp paprasto ir eksponentinio slankiųjų vidurkių, negalima teigti, jog vienas iš jų yra pranašesnis už kitą. Eksponentiniai slankieji vidurkiai mažiau atsilieka ir dėl to yra jautresni naujesnėms kainoms ir dažniems kainų pokyčiams. Paprastas slankusis vidurkis parodo tikrąjį viso periodo kainų vidurkį, ir dėl šios priežasties gali būti labiau tinkamas palaikymo ir pasipriešinimo lygiams nustatyti.

2. Osciliatoriai (impulso) indikatoriai

Krypties indikatoriai parodo rinkos kryptį, bet prastai identifikuoja jos posūkio taškus. Osciliatoriai (impulso) indikatoriai gali parodyti, kada rinka praranda impulsą ir gali daryti krypties posūkį. Tai antriniai, pagalbiniai indikatoriai.

Santykinio atsparumo koeficientas RSI - santykinės jėgos indeksas yra populiarus osciliatorius, pirmą kartą pateiktas J. Welles Wilder 1978 m. "Commodities" straipsnyje. Terminas yra kiek klaidinantis, kadangi RSI nelygina dviejų finansinių instrumentų santykinės jėgos, bet parodo vieno finansinio instrumento vidinę jėgą. Teisingesnis pavadinimas būtų "vidinės jėgos indeksas (ISI)". Šio koeficiento ribos – nuo 0 iki 100.

Remiantis šio indikatoriaus kūrėjo J. Welles Wilder žodžiais, RSI yra laikomas „perpirktu“, kai jo reikšmė pasiekia ir viršija 70, ir „perparduotu“, kai jo reikšmė nukrenta žemiau 30.

„Perpirktas“ lygis – tai tokia situacija, kai dėl didelės paklausos kaina yra pakilusi iki tokio lygio, kuriame ji turi didelę tikimybę nukristi, kadangi mokama kaina yra pernelyg aukšta. „Perparduotas“ lygis – tai tokia situacija, kai kaina ženkliai nukrenta ir dėl to yra tikėtinas kainos pakilimas, kadangi mokama kaina yra pernelyg maža.

3. Mišrūs indikatoriai

Bolingerio juostos (angl. Bollinger Bands - BB) Bolingerio juostos sukurtos [John Bollinger'io](#) 1980 m. Bollinger Bands indikatorius (BB) yra vienas iš kintamumo arba svyravimų (angl. volatility) rodiklių. Šie svyravimai yra pagrįsti standartiniu nuokrypiu, kuris pasikeičia svyravimams didėjant arba mažėjant. Indikatoriaus diapazono linijos prasiplečia, kai svyravimai rinkoje išauga ir susiaurėja, svyravimams sumažėjus. Pagrindinė interpretacija kaip ir su visais kanalais ta, kad kainos yra linkusios varijuoti kanalo viduje. Kainos išsiveržimas aukščiau ar žemiau bolingerio linijų rodo tikėtiną kainos krypties apsisukimą arba tiesiog stiprų trendą. Kainos svyravimai virš arba po Bollinger Bands linijomis neturėtų būti vertinami kaip tiesioginis signalas pirkti ar parduoti. Šio rodiklio kūrėjas John Bollinger paaiškina, kad kainos „prisilietimas“ prie diapazono linijų arba jų perkirtimas yra tik „užuomina“. Pagrindinis šio rodiklio tikslas – parodyti kainos pokyčio stiprumą arba silpnumą. Tokiu būdu, kainos judėjimas link viršutinės linijos parodo stiprumą, o ženklus kritimas prie apatinės linijos parodo silpnumą.

Indikatorių generuojamų pirkimo bei pardavimo signalų apibendrinimas pateiktas 1 lentelėje.

1 lentelė

Indikatorių generuojamų pirkimo bei pardavimo signalai

Indikatorius	Pirkimo signalas	Pardavimo signalas
SMA	kai kaina pakyla virš SMA kreivės (kerta)	kai kaina nukrenta žemiau SMA kreivės
EMA (dviejų sankirta)	kai trumpesnis vidurkis kerta ilgesnį iš apačios į viršų; jeigu kaina kerta EMA iš apačios	kai trumpesnis vidurkis kerta ilgesnį iš viršaus; jeigu kaina kerta EMA iš viršaus
RSI	RSI laikomas „perparduotu“, kai jo reikšmė nukrenta žemiau 30	RSI laikomas „perpirktu“, kai jo reikšmė pasiekia ir viršija 70
BB	„užuomina“: kainos išsiveržimas už bolingerio linijų	„užuomina“: kainos išsiveržimas už bolingerio linijų

4. Pirkimų bei pardavimo signalų empirinis tyrimas konkrečios OEG akcijos atveju

Tyrimui buvo pasirinkta OEG („Olympic Entertainment Group“) akcija.“ Olympic Entertainment Group“ – Baltijos šalių azartinių lošimų rinkoje dominuojanti Estijos bendrovė, kuri savo veiklą pradėjo 1993 m. Estijoje. Šiandien "Olympic Entertainment Group" vykdo veiklą 7 šalyse: Estijoje, Latvijoje,

Lietuvoje, Lenkijoje, Baltarusijoje, Italijoje ir Slovakijoje, joje dirba daugiau nei 2515 darbuotojų. 2013 metų gruodžio 31 dieną grupei priklausė 82 kazino, iš kurių 18 kazino veikė Estijoje, 38 kazino Latvijoje, 12 kazino Lietuvoje, 3 kazino Lenkijoje, 5 kazino Slovakijoje, 4 kazino Baltarusijoje ir 2 kazino Italijoje.

"Olympic Entertainment Group" bendrovės dukterinė įmonė "Olympic Casino" savo veiklą Lietuvoje pradėjo 2001 metais. Bendrovė tapo pirmuoju lošimų operatoriumi šalyje, atidariusiu pirmuosius lošimo namus, veikia pagal tarptautinio kokybės standarto ISO 9001 reikalavimus. „Olympic Casino“ yra socialiai atsakinga bei aktyvi verslo įmonė, vykdanči labdaros programą bei remianti socialinius, kultūrinius, švietimo ir sporto projektus. Bendrovės "Olympic Entertainment Group" pajamos Lietuvoje 2013 metais siekė 21,503 mln. eurų (74,246 mln. litų) - 7,5 proc. daugiau nei 2012 metais, kai jos buvo 20,007 mln. eurų (69,08 mln. litų).

"Olympic Entertainment Group" akcijos yra įtrauktos į pagrindinį vertybinių popierių sąrašą ir jos kotiruojamos Talino ir Varšuvos vertybinių popierių biržose. Stebėjimui ši akcija buvo pasirinkta dėl šių priežasčių: aukštas likvidumas, didelės apyvartos, fundamentalusis akcijos stabilumas. Esant tokioms sąlygoms, pirkimo/pardavimo signalus lengviau grįsti techninės analizės indikatoriais.

Stebėjimas pradėtas 2014 02 26. Kiekvieną dieną atliekama kasdieninio grafiko analizė, laukiant pirkimo/pardavimo signalo.

I. 2014 02 26. Kaip matyti iš grafiko, nei pirkimo, nei pardavimo signalo nėra.



4 pav. 2014 02 26 d. grafikas

Šaltinis: Baltijos vertybinių popierių birža: (www.Nasdaqomxbaltic.com)

2 lentelė

Kaina: 1,92 euro

Indikatorius	Reikšmė	Pirkimo signalas	Pardavimo signalas
SMA15	kaina virš SMA kreivės, bet nekerta	—	—
EMA10 ir EMA15	kaina virš EMA kreivių, bet nekerta, EMA10 ir EMA15 sankirtos nėra	—	—
RSI	57,28	—	—
BB	Kaina bolingerio juostų ribose	—	—

II. 2014 03 07 EMA indikatoriai generuoja akcijos pardavimą. Kaip matysime vėliau, šis signalas pasitvirtino. Tačiau, kadangi norima realiai atlikti akcijų pirkimą, laukiame pirkimo signalo.



5 pav. 2014 03 07 d. grafikas
Šaltinis: Baltijos vertybinių popierių birža (www. Nasdaqomxbaltic.com)

3 lentelė

Kaina: 1,93 euro

Indikatorius	Reikšmė	Pirkimo signalas	Pardavimo signalas
SMA15	kaina virš SMA kreivės, bet nekerta	—	—
EMA10 ir EMA15	kaina kerta EMA kreivę iš viršaus, EMA10 ir EMA15 sankirtos nėra	—	+
RSI	54,39	—	—
BB	Kaina bolingerio juostų ribose	—	—

III. 2014 03 11. SMA ir EMA indikatoriai toliau patvirtina pardavimo signalą (signalas pasitvirtino, sekančią prekybos sesiją kaina nemažai krito).



6 pav. 2014 03 11 d. grafikas
Šaltinis: Baltijos vertybinių popierių birža (www. Nasdaqomxbaltic.com)

Kaina: 1,91 euro

Indikatorius	Reikšmė	Pirkimo signalas	Pardavimo signalas
SMA15	kaina kerta SMA kreivę iš viršaus	—	+
EMA10 ir EMA15	kaina kerta EMA kreivę iš viršaus, EMA10 ir EMA15 artėja į sankirtą.	—	+
RSI	48,52	—	—
BB	Kaina bolingerio juostų ribose.	—	—

IV. 2014 03 12. Matome, kad praeitos sesijos pardavimo signalas pasitvirtino ir bolingerio juostų indikatorius jau signalizuoja apie pirkimo signalą.



7 pav. 2014 03 12 d. grafikas

Šaltinis: Baltijos vertybinių popierių birža (www.Nasdaqomxbaltic.com)

Kaina: 1,9 euro

Indikatorius	Reikšmė	Pirkimo signalas	Pardavimo signalas
SMA15	kaina žemiau SMA kreivės, bet nekerta.	—	—
EMA10 ir EMA15	kaina žemiau EMA kreivių, bet nekerta, EMA10 ir EMA15 sankirtos nėra.	—	—
RSI	45,86	—	—
BB	Kaina už bolingerio juostų ribų.	+ (užuomina)	—

V. 2014 03 14. RSI ir BB indikatoriai generuoja pirkimo signalą. Atliekamas realus OEG akcijų pirkimas po 1,83 euro.



8 pav. 2014 03 14 d. grafikas
Šaltinis: Baltijos vertybinių popierių birža (www. Nasdaqomxbaltic.com)

6 lentelė

Kaina: 1,83 euro

Indikatorius	Reikšmė	Pirkimo signalas	Pardavimo signalas
SMA15	kaina žemiau SMA kreivės, bet nekerta.	—	—
EMA10 ir EMA15	kaina žemiau EMA kreivių, bet nekerta, EMA10 ir EMA15 sankirtos nėra.	—	—
RSI	31,93	+ (praktiškai 30)	—
BB	Kaina už bolingerio juostų ribų.	+ (užuomina)	—

VI. 2014 03 18. Praėjus kelioms sesijoms, matome, kad pirkimo signalas pasitvirtino, kaina „atšoko“.



9 pav. 2014 03 18 d. grafikas
Šaltinis: Baltijos vertybinių popierių birža (www. Nasdaqomxbaltic.com)

Kaina: 1,86 euro

Indikatorius	Reikšmė	Pirkimo signalas	Pardavimo signalas
SMA15	kaina žemiau SMA kreivės, bet nekerta.	—	—
EMA10 ir EMA15	kaina žemiau EMA kreivių, bet nekerta, EMA10 ir EMA15 sankirtos nėra.	—	—
RSI	38,08	—	—
BB	Kaina bolingerio juostų ribose.	—	—

VII. 2014 03 25. Suveikė pardavimo signalas. Indikatoriai sugeneravę signalą: SMA, EMA ir BB. Akcijos parduotos po 1,91 euro.



10 pav. 2014 03 18 d. grafikas

Šaltinis: Baltijos vertybinių popierių birža (www. Nasdaqomxbaltic.com)

Kaina: 1,91 euro

Indikatorius	Reikšmė	Pirkimo signalas	Pardavimo signalas
SMA15	kaina kerta SMA iš viršaus.	—	+
EMA10 ir EMA15	kaina kerta EMA iš viršaus, EMA10 ir EMA15 sankirtos nėra.	—	+
RSI	55,3	—	—
BB	Kaina už bolingerio juostų ribų.	—	+

VIII. 2014.03.26. Matome, kad pardavimo signalas pasitvirtino, kadangi akcijos kaina krito iki 1,90 euro.



11 pav. 2014 03 26 d. grafikas

Šaltinis: Baltijos vertybinių popierių birža (www.nasdaqomxbaltic.com)

2014 03 14 RSI ir BB indikatoriai sugeneravo pirkimo signalą, OEG akcijos perkamos po 1,83 euro, 2014 03 25 SMA, EMA ir BB indikatoriai sugeneravo pardavimo signalą, jos parduodamos po 1,91 euro. Per 11 dienų viena akcija uždirbo 0,08 euro (0,27 Lt) pelno prieš mokesčius, t.y. 4,4 proc. pelningumas. Didieji Lietuvos bankai už metų trukmės indėlį siūlo tik iki 0,3 proc. metinių palūkanų (Seb: 0,3 proc.; Swed: 0,2 proc.; Danske bank: 0,3 proc.; DNB: 0,25 proc.). Tokia bankų siūloma palūkanų norma net nepadengia infliacijos, todėl siekiant ne tik gauti pelno iš investicijų, bet ir apsaugoti turimus pinigus nuo nuvertėjimo, būtina ieškoti kitų investavimo būdų. Investicija į akcijas – viena iš alternatyvų. Žinoma, tai pats rizikingiausias investavimo būdas, tačiau išmanant investavimo principus, atliekant analizę bei sekant techninės analizės indikatorių generuojamus signalus galima uždirbti nemažą pelną.

Išvados

1. Visų keturių pagrindinių techninės analizės indikatorių: paprastojo slankus vidurkis (SMA), greitai judančių eksponentinių slankiųjų vidurkių (EMA), santykinio atsparumo koeficiento (RSI) ir Bolingerio juostos (BB) generuojami pirkimo/pardavimo signalai pasitvirtino.
2. 2014 03 14 RSI ir BB indikatoriai sugeneravo pirkimo signalą, OEG akcijos perkamos po 1,83 euro, 2014 03 25 SMA, EMA ir BB indikatoriai sugeneravo pardavimo signalą, jos parduodamos po 1,91 euro. Per 11 dienų viena akcija uždirbo 0,08 euro (0,27 Lt) pelno prieš mokesčius, t.y. 4,4 proc. pelningumas.
3. Lietuvos bankų siūlomos palūkanų normos yra rekordinėse žemumose (iki 0,3 proc. metinių palūkanų), todėl investicija į akcijas apsaugotų pinigus nuo infliacijos.
4. Tyrimas atliktas trumpu laikotarpiu, norint patikrinti indikatorių tikimybinį patikimumą, reiktų analizuoti ilgesnį laikotarpį.

Literatūra

1. Cibulskienė D., Grigaliūnienė, Ž. (2006). Fundamentalių ir techninių veiksnių įtaka vertybinių popierių portfelio formavimui. Šiaulių universitetas: Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos, 2 (7), 25-34.
2. Kancerevyčius G. (2009). Finansai ir investicijos. Kaunas: Smaltija.
3. Norvaišienė R. (2006). Įmonės investicijų valdymas. Kaunas: Technologija.
4. Rutkauskas A. V., Stankevičius, P. (2006). Investicinių sprendimų valdymas. Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla.
5. Vertybinių popierių techninė analizė. [Prieiga prie interneto. http://www.nasdaqomxbaltic.com/lt/birzu/informacija/investuotojams/pazengusiems/](http://www.nasdaqomxbaltic.com/lt/birzu/informacija/investuotojams/pazengusiems/) [Žiūrėta 2014 03 26]
6. Lietuvos bankas. <https://www.lb.lt/makroekonominės-prognozes>. [Žiūrėta 2014 03 01].
7. Balsas.lt. Palūkanų skaičiuoklė. [Prieiga prie interneto. http://www.indeliai.lt/lt/palukanu-normos/](http://www.indeliai.lt/lt/palukanu-normos/). [Žiūrėta 2014 03 01].
8. Grafikų techninė analizė -2. [Prieiga prie interneto. http://www.traders.lt/javacharts.php?uid=9354](http://www.traders.lt/javacharts.php?uid=9354). [Žiūrėta 2014 02 01].

9. [Verslo žinios. Prieiga prie interneto. http://rekvizitai.vz.lt/imone/olympic_casino_group_baltija/](http://rekvizitai.vz.lt/imone/olympic_casino_group_baltija/). [Žiūrėta 2014 03 01].
10. [Verslo žinios. Prieiga prie interneto. http://vz.lt/article/2014/2/27/olympic-entertainment-group-pelnas-ir-pajamos-pernai-augo#ixzz2xzx9RHwm](http://vz.lt/article/2014/2/27/olympic-entertainment-group-pelnas-ir-pajamos-pernai-augo#ixzz2xzx9RHwm). [Žiūrėta 2014 02 27].
11. [Verslo žinios. Prieiga prie interneto. http://rekvizitai.vz.lt/imone/olympic_casino_group_baltija/](http://rekvizitai.vz.lt/imone/olympic_casino_group_baltija/). [Žiūrėta 2014 03 01].
12. [Verslo žinios. Prieiga prie interneto. http://www.olympic-casino.com/](http://www.olympic-casino.com/). [Žiūrėta 2014 03 01].
13. [WertArt Capital. Bottom-Up Investing. Prieiga prie interneto. http://wertartcapital.com/2014/01/16/olympic-entertainment-group/](http://wertartcapital.com/2014/01/16/olympic-entertainment-group/)

RESEARCH OF TECHNICAL ANALYSIS INDICATORS FOR BUYING AND SELLING SIGNALS

Summary

The main purpose of financial analysis is to find the appropriate indicators in an attempt to predict the direction of prices. This article provides an overview of the four major technical analysis indicators: simple moving average (SMA), exponential moving average (EMA), relative strength index (RSI), Bollinger bands (BB) and buy/sell signals generated by them. OEG shares research is made.

Keywords: technical analysis, indicators, simple moving average, exponential moving average, relative strength index, Bollinger bands.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Sandra Rekštienė

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Transporto ir mechanikos krypties studijų programų komiteto lektorė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: socialinių mokslų tyrimai, apskaita ir finansai.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 699 11883, sandrarek@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Regina Motienė

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto, Statybos inžinerijos krypties studijų programų komiteto lektorė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: socialinių mokslų tyrimai, apskaita ir finansai.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 699 44575, ktc@ktk.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Sandra Rekštienė

Science degree and name: -

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Lecturer of Transport and Mechanical Fields Study Programs Committee.

Author's research interests: Social Sciences Research, Accounting And Finance.

Telephone and e-mail address: +370 699 11883, sandrarek@gmail.com

Author name, surname: Regina Motienė

Science degree and name: -

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Faculty of Engineering Sciences, Lecturer of Civil Engineering Study Field Study Program Committee.

Author's research interests: Social Sciences Research, Accounting And Finance.

Telephone and e-mail address: +370 699 44575, ktc@ktk.lt

TRANSPORTO ĮMONIŲ VEIKLOS KOKYBĖS GERINIMO GALIMYBIŲ TYRIMAS

Aidas Vasilis Vasiliauskas, Virgilija Vasilienė-Vasiliauskienė, Jonas Matijošius

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Transporto inžinerijos fakultetas

Anotacija

Transporto įmonės siekiančios laimėti konkurencinėje kovoje privalo ieškoti būdų įmonės veiklos kokybei nustatyti ir jai gerinti. Straipsnyje išnagrinėtos kokybės vadybos ir procesų sampratos, pagrindiniai kokybės gerinimo metodai, jų taikymas transporto įmonėse. Atlikta transporto įmonių internetinių puslapių turinio analizė leido nustatyti populiariausias transporto įmonių taikomas kokybės vadybos sistemas ar kitas priemones kokybei įmonės veikloje užtikrinti. Straipsnyje išnagrinėtos transporto įmonių veiklos gerinimo galimybės ir sukurtas transporto įmonėms skirtas veiklos vertinimo ir tobulinimo įrankis remiantis EFQM modeliu. Pateiktas įrankis aprobuotas transporto paslaugas teikiančioje įmonėje per kelias iteracijas, kas leidžia nustatyti sukurto metodo naudingumą ir pritaikomumą transporto sektoriuje.

Reikšminiai žodžiai: Kokybės vadybos sistema, transporto įmonės, EFQM, veiklos vertinimas.

Išvadas

Europos Sąjungoje pripažįstama, kad pagrindinių transporto rūšių infrastruktūros bei paslaugų plėtra yra svarbi sudedamoji regiono plėtros dalis (European quality promotion policy for improving European competitiveness 2000). Europos Sąjungos politika transporto srityje įgyvendinama dviem pagrindinėmis kryptimis: pirma – transporto sektoriaus liberalizavimas bei komercinimas; antra – transporto paslaugų saugumo ir kokybės gerinimas, poveikio gamtai mažinimas.

Transporto įmonės (TĮ) siekiančios laimėti konkurencinėje kovoje privalo ieškoti būdų įmonės veiklos kokybei nustatyti ir jai gerinti. TĮ būtina vertinti ir tobulinti savo veiklą, kad efektyviai veikėtų, gebėtų patenkinti klientų poreikius ir taptų pranašesnės už konkurentus. Kartu šios priemonės padės išlaikyti konkurencingą Lietuvos transporto sektorių siekiant įgyvendinti strateginius Lietuvos Vyriausybės tikslus dėl kokybiškų transporto paslaugų teikimo.

Pasaulinės kokybės vadybos sistemos (KVS) ir standartai dažnai tampa viena iš priemonių veiklos kokybei gerinti ir kartu konkurencingumui užtikrinti (Mathews ir kt 2000). Tačiau neslepama ir tokia patirtis, kad sėkmingai įdiegti ir išlaikyti KVS yra sąlyginai brangu ir ne visos transporto įmonės gali pasinaudoti šių sistemų privalumais. Tokia situacija paskatino atlikti tyrimus ir pateikti TĮ veiklos gerinimo galimybių analizės rezultatus ir pasiūlyti instrumentą leidžiantį nesunkiai įsivertinti įmonės veiklą bei nustatyti veiklos proceso tobulinimo galimybes. Sukurtas instrumentas aprobuotas transporto paslaugas teikiančioje įmonėje dviem etapais: pirmasis etapas buvo atliktas 2012 metais, kuomet buvo atlikta vidinių įmonės procesų analizė ir pateiktos procesų pertvarkymo rekomendacijos (A. V. Vasiliauskas ir kt. 2013). Po jos 2013–2014 metais atliktas veiklos vertinimas ir stebimas pokytis prieš procesų sutvarkymą ir po jo.

1. Įmonių veiklos kokybės užtikrinimo teorinė samprata

Pagrindinis motyvatorius įmonei diegti kokybės vadybos sistemas yra tai, kad kokybės vadybos sistema padeda užtikrinti tiekiamų paslaugų ar produktų kokybę, atitinkant kliento ir teisinius reikalavimus, siekiant didinti klientų pasitenkinimą. Kokybės vadybos sistemų taikymas yra paremtas procesų valdymu (Iden 2012). Mellat-Parast, (2013) cituodami Sous ir Voss (2002) teigia, kad tradicinis požiūris į kokybę yra toks, kad kokybės valdymas padeda pagerinti organizacijos efektyvumą, bet kokybės vadybos įtaka konkretiems verslo rezultatams (produktui ar paslaugoms) nėra visada reikšminga. Ši išvada leidžia manyti, kad aukštesnio lygio veiklos rezultatai negali būti pasiekti gerinant tik rezultatus (produktą ar paslaugą) būtina gerinti ir vidinius procesus. (Mellat-Parast 2013).

Veiklos procesas – tai sistema, padedanti įgyvendinti verslo tikslus, kuriant logiškai susijusių veiksmų seką (Furstenau 2008). Veiklos procesų valdymas – tai nuoseklių, tarpusavyje susijusių procesų visuma, kuri padeda vadovams pasiekti efektyvaus ir kokybiško įmonės veikimo.

Kiekvienoje įmonėje egzistuoja verslo procesai, tačiau vienosiose jie yra valdomi, kitose – ne, paliekama, kad patys savaime susidėliotų. Aišku, toks vadovų požiūris, kad viskas įvyks savaime, yra ganėtinai naivus. Šiuo atveju įmonės savininkai sprendžia tik paviršutines problemas, kurių nuolat vis daugėja. Priešingai, įmonėje, kurioje veiklos procesai yra valdomi, vadovų darbas yra analizuoti gautas ataskaitas, aiškintis neatitikimus ir ieškoti būdų, kaip padaryti, kad įmonė dirbtų kuo efektyviau ir su mažiausiais nukrypimais nuo planų.

Plačiau taikant kokybės vadybos sistemos priemones ir metodus, jos leistų geriau suprasti procesų problemas ir ilgainiui padidintų vidinių procesų efektyvumą (Bamford and Greatbanks, 2005). Pasak Iden (2012) kokybės vadybos sistemos įgyvendinimas apima pagrindinius du etapus:

1. įmonė pirmiausia turi investuoti ir dokumentuoti savo procesus;
2. ji turi nustatyti procesų valdymą, siekiant užtikrinti nuolatinį kūrimą ir valdymą.

Organizacijoje pradedama kurti vertė atsiranda tuomet, kai informacija ar medžiaga pereina transformavimo procesą. Tai ir yra pagrindinis veiklos procesų uždavinys (Pociūtė ir kt. 2005). O veiklos procesų valdymas pasižymi tuo, kad padeda analizuoti juos ir tobulinti. Pastebėjus, kad viename ar kitame veiklos procese nėra gaunama vertė ar nesukuriamas naudingas produktas, jis yra iš viso panaikinamas iš sistemos arba gerinamas ir koreguojamas. Kiekvienas įmonės procesas turi būti orientuojamas į vertės kūrimą ir į vartotojų poreikių patenkinimą. Jei įmonės veiklos procesai, naudodami medžiagas ir informaciją, kuria per mažą pridėtinę vertę – vartotojas jos nepirks, vadinasi, įmonė procesus valdo ir kuria netiksliai.

Vyresnysis sertifikuotas informacinių technologijų architektas Mitra (2008) teigia, kad veiklos procesai nėra tik įmonės veiklos automatizavimas. Automatizavimu galima vadinti tik pirmąjį žingsnį, kuomet yra nustatomi ir nuosekliai sudėliojami procesai. Sudėtingiausia dalis yra procesų valdymas, siekiant panaikinti „butelio kaklelio“ efektą ir nustatyti optimizavimo galimybes. Autorius teigia, kad veiklos procesai yra centre visos įmonės struktūros architektūros. Veiklos procesai įmonei padeda daug labiau susikonsoliduoti į darbą ir tikslus. Dėl tokios įtakos verslo procesai yra tarsi atrama įmonėms vykdyti uždavinius ir siekti tikslų.

Apibrėžti veiklos procesus įmonei reikia, jei siekiama gauti ISO 9001 standarto sertifikatą (ISO 2008). Šis standartas yra susijęs su procesų seka ir sąveika. Norint įmonei gauti sertifikatą, reikia įgyvendinti tokius reikalavimus: priežiūros proceso sukūrimas, kuris kontroliuoja procedūrų efektyvumą; laikymas dokumentų, kuriuose aprašyti procesai; neatitikimų tikrinimas ir koregavimas; nuolatinis veiklos procesų efektyvumo peržiūrėjimas; nuolatinis veiklos procesų tobulinimas. Įmonė, kuri gauna sertifikatą, yra oficialiai pripažįstama, kad organizacijoje veiklos procesai valdomi efektyviai ir vyksta nuolatinis tobulinimas. Procesinis požiūris akcentuojamas ir Europos Kokybės vadybos fondo tobulumo modelio EFQM (angl. European Foundation for Quality Management) kriterijuose, kaip vienas iš galimybių bloko kriterijų. Procesinio požiūrio akcentavimas yra Visuotinės kokybės vadybos koncepcijos vienas iš pagrindinių principų. Verslo praktikoje taikomas įvairios kokybės vadybos sistemos, tokios, kaip ISO 9000, EFQM, LEAN ir kt.. Kiekvienos sistemos pagrindinis tikslas užtikrinti organizacijos veiklos kokybę siekiant užsibrėžtų tikslų.

Kiekviena įmonė pagal savo galimybes ir poreikio lygį pasirenka, kokią kokybės vadybos sistemą taikyti. Bendruoju požiūriu LEAN kokybės vadybos sistemą dažniausiai taiko gamyklinės įmonės, jose lengviau pritaikomas Six Sigma metodas, tuomet lengviau galima skaičiuoti procese įvykusias klaidas, eliminuoti sugadintos produkcijos priežastis. Nors vis plačiau LEAN sistema taikoma ir paslaugas teikiančiose įmonėse.

ISO 9000 kokybės vadybos sistema tai nemažai biurokratijos reikalaujanti sistema, kurios pritaikymas įmoneje taip pat reikalauja didelių laiko ir materialinių išlaidų, todėl šią kokybės vadybos sistemą diegti labiau linkusios didelės įmonės.

EFQM kokybės vertinimo sistema, tai viena paprasčiausių ir mažiausiai išteklių reikalaujanti sistema, skirta organizacijoms siekiančioms įsivertinti organizacijos veiklą ir iš gautų rezultatų numatyti tobulinimo gaires.

Nors visos kokybės vadybos sistemos įgyvendina visuotinės kokybės vadybos principus, tačiau sistemos yra skirtingos, reikalaujančios skirtingų išteklių bei orientuotos į skirtingus įmonių segmentus. Kiekvienai įmonei, TĮ taip pat neišimais, reikia nuspręsti kuri kokybės vadybos sistema labiausiai tinka jų veiklos optimizavimui ir ją adaptuoti į vidinius įmonės procesus bei elementus.

2. Kokybės vadybos sistemų naudojimas Lietuvos TĮ veikloje

Kokybės sertifikavimas pasaulyje ir Lietuvoje skirstomas į privalomąjį (reglamentuojamą) ir savanorišką (Ruževičius 2006). Lietuvoje kokybės reglamentavimo sistema transporto sektoriuje apima pagrindines taisykles ir reikalavimus, vežant krovinius, kurie yra privalomi visoms Europos Sąjungos šalims. Kokybės vadybos standartai yra bendrieji, plačiai naudojami užsienio įmonėse ir Lietuvoje. Kokybės vadybos sistemų taikymas yra savanoriška iniciatyva ir nėra reglamentuojama nacionaliniu ar Europiniu lygiu. Tačiau net ir savanoriška iniciatyva tampa vis labiau populiariesnė dėl įvairių, tiek vidinių, tiek išorinių motyvatorių.

Norint išsiaiškinti, kiek TĮ naudoja kokybės vadybos sistemas ar kitaip akcentuoja kokybę savo veikloje, atlikta TĮ internetinių puslapių turinio analizė (*angl. content analysis*). Analizės objektas – Lietuvos TĮ, turinčios licencijas vežti krovinius. Vadovaujantis Valstybinės kelių transporto inspekcijos prie Susisiekimo ministerijos duomenimis Lietuvoje iš viso yra 3409 įmonės, turinčios teisę verstis krovininių vežimu. Skaičiuojant imtį, kiek objektų turi būti įtraukiama į analizę, pasirinkta 95 % tikimybė ir 0,05 paklaidą. Nustatyta, kad reprezentatyvaus tyrimo imties dydis 358 TĮ. Iš atsitiktine tvarka atrinktų TĮ buvo sudarytas sąrašas, atrinktos interneto puslapius turinčios įmonės, darant prielaidą, jog įmonei, turinčiai internetinį puslapį yra svarbu, kad ją pastebėtų potencialūs klientai. Kita vertus įmonės, kurios neturi interneto puslapių tikėtina, kad nėra linkusios investuoti į rinkodarą, naujų klientų ieškojimą, atitinkamai nelabai yra suinteresuotos ir į kokybės vadybos sistemų naudojimą įmonės veikloje. Analizuota informacija skelbiama TĮ tinklapiuose, orientuojantis į klausimus kaip organizacija nurodo kokybės vadybos sistemų naudojimą veikloje bei kitus sertifikatus, kuriais pripažįstama, kad įmonė yra patikima ir savo veiklą vykdo kokybiškai.

Turinio analizė atlikta 84 įmonėms jas atrinkus pagal du kriterijus: TĮ turi licenciją vežti krovinius, TĮ turi interneto puslapį. Analizuojamos įmonės kokybės vadybos srityje nurodė tokias pagrindines kategorijas: įdiegtas kokybės vadybos sistemos, priklausymas asociacijoms ir kiti sertifikatai.

Kokybės vadybos sistemos:

- ISO 9001 – kokybės valdymo sistemų standartų šeima.
- ISO 14000 – aplinkos vadybos sistemos standartų šeima.
- ISO 22000 – maisto saugos vadybos sistemos standartų šeima.
- OHSAS 18001:2007 – darbuotojų saugos ir sveikatos vadybos sistemos standartų šeima.

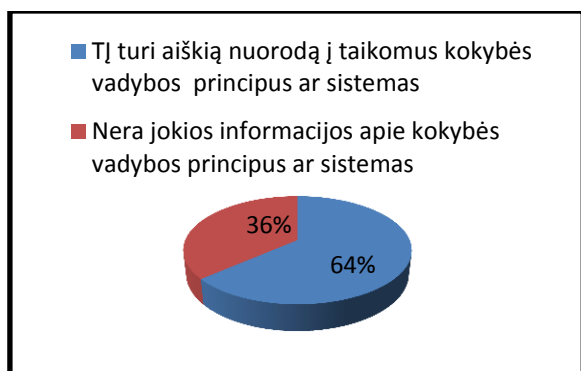
Asociacijos:

- LINAVA – Lietuvos nacionalinė vežėjų automobiliais asociacija.
- LINEKA – Lietuvos nacionalinė ekspeditorių ir logistų asociacija.
- ECG (The Association of Europe Vehicle Logistics) – Europos vežėjų asociacija.

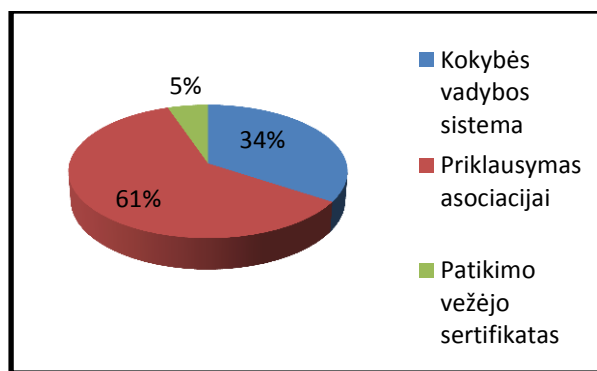
Kita:

- AEO (Įgaliotojo ekonominių operacijų vykdytojo statusas) – sertifikatas, pripažįstantis, kad vežėjas yra patikimas ir laikosi visų muitinės operacijų, ir leidžiantis muitinės operacijas atlikti greičiau.
- Patikimo vežėjo sertifikatas – sertifikatą suteikia Birža TRANS ir jis pažymi, kad įmonė garantuoja aukštą paslaugų kokybę ir atitinka nustatytus kriterijus.

Atlikus turinio analizę nustatyta, kad 64 % įmonių naudoja kokybės vadybos sistemas ar kitaip yra pripažintos kaip kokybiškas paslaugas teikiančios įmonės (žr. 1 pav.).

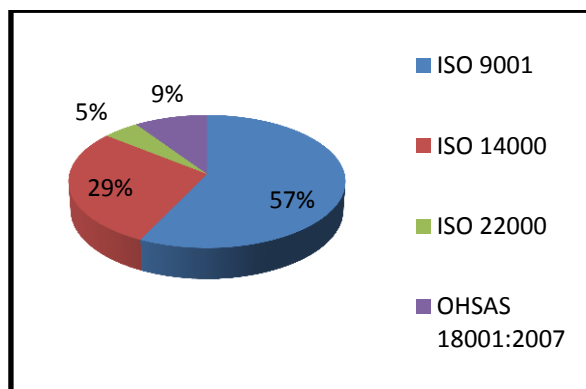


1 pav. Kokybės vadybos taikymas TĮ



2 pav. Kokybės vadybos taikymas TĮ pagal kategorijas

Daugiausia analizuojamų įmonių dalyvių priklauso įvairioms asociacijoms (61 %), 34 % TĮ savo veiklą vykdo naudodamos kokybės vadybos sistemas (žr. 2 pav.). Šią tendenciją būtų galima paaiškinti taip, kad tapimui tam tikros asociacijos nariu yra mažiau reikalavimų, negu savarankiškai diegiant kokybės vadybos sistemas.



3 pav. Kokybės vadybos sistemos, naudojamos TĮ

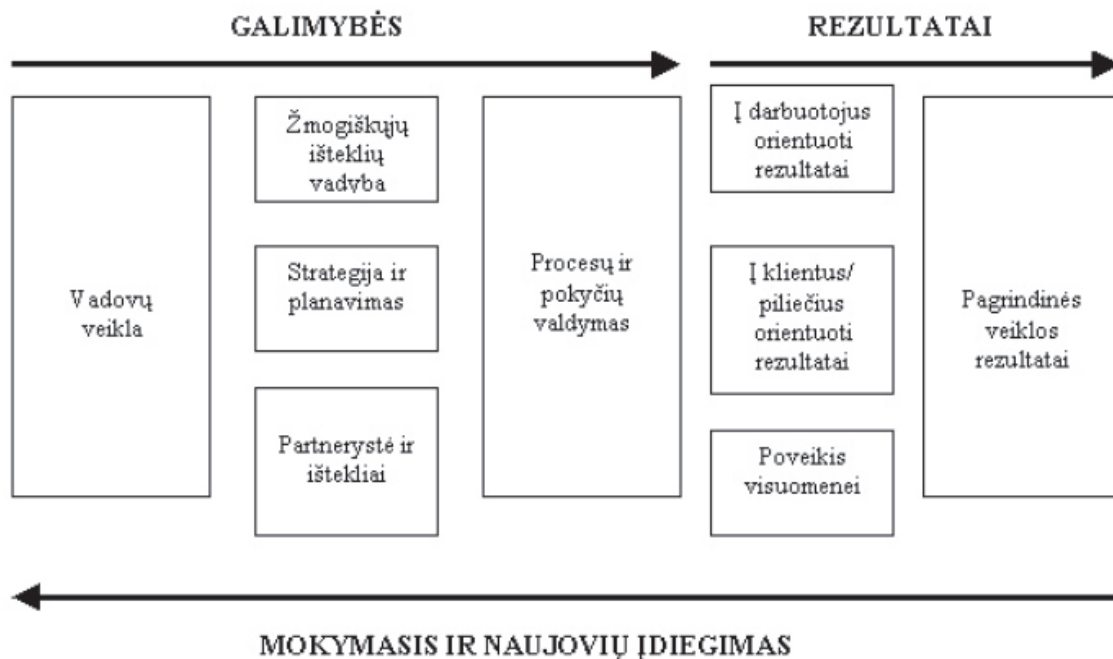
Populiariausia kokybės vadybos sistema Lietuvos transporto sektoriuje yra ISO 9001 (žr. 3 pav.). Daugiau negu pusė (61 %) stebėjime dalyvavusių Lietuvos TĮ savo veiklą tobulina naudodamos minėtą kokybės vadybos sistemą.

Apibendrinant atliktą TĮ internetinių puslapių turinio analizę galima daryti išvadą, kad iš 34 % įmonių, kurios savo veiklą vykdo naudodamos kokybės vadybos sistemas, daugiausia įsidiegusios yra ISO 9001 standartą. Akivaizdu, kad TĮ Lietuvoje neišnaudoja EFQM sistemos galimybių, todėl tolimesniam tyrimui ir taikymui pasirinkta būtent EFQM sistema, atsižvelgiant į labai praktinius argumentus: šiame modelyje sukaupia geriausių įmonių patirtis, kaip turi veikti tobula organizacija, modelis sukurtas EFQM fondo, kuris įsteigtas 1989, steigėjai – 14 Europos pirmaujančių organizacijų. Tyrimais patvirtinti geresni EFQM taikančių įmonių rezultatai. EFQM – modeliu naudojasi 60 proc. įmonių tarp 25 didžiausių Europoje, EFQM naudoja daugiau kaip 30 000 organizacijų Europoje, Daugiau kaip 18 Europos šalių vadybos kokybės prizų paremtų EFQM modeliu, EFQM remia Europos Komisija.

4. EFQM modelis siekiant organizacijos veiklos kokybės gerinimo

EFQM fondo tikslas – sukurti Europoje sistemą, kuri padėtų europietiškomis organizacijoms didinti konkurencines galimybes, efektyviai taikant bendruosius produktų gamybos procesų ir paslaugų kokybės valdymo ir gerinimo metodus (www.efqm.org). Vizija – pasaulis, kuriame europietiškos organizacijos pasiekia tobulumo. Misija – būti varomąja jėga Europos organizacijoms siekiant tobulumo (Maslov, 2008).

EFQM teigia, kad tobulumas ir kokybė turi daug panašumų, tačiau tobulumo sąvoka yra platesnė. Kokybės sąvoka daugiau nusakomi rezultatai ir pasekmės (pvz., vartotojo pasitenkinimas), o į tobulumą įeina proceso veiksniai ir papildomos pasekmės, tokios kaip finansiniai ir socialiniai rezultatai (Gontaitė, Klimas 2007). Lietuvoje nuo 1998 metų pagal EFQM tobulumo modelį (žr. 4 pav.) rengiamas Nacionalinio kokybės prizo konkursas. Tobulumo rezultatai veiklos, vartotojų, personalo ir visuomenės požiūriu yra pasiekiami per organizacijos politikos ir strategijos valdymą, kuris savo ruožtu yra realizuojamas per žmones, partnerystę, išteklius bei procesus (Čiutienė *et al.* 2009).



4 pav. EFQM modelis ir jo kriterijų blokai

EFQM tobulumo modelis remiasi visuotinės kokybės vadybos principais: vadovavimas, orientacija į klientą, nuolatinis tobulinimas, į faktus sutelktas dėmesys, visuotinis dalyvavimas. Įdėmiau pažvelgus į modelį matyti, kad jis grindžiamas sąvokomis – orientavimasis į rezultatus, orientavimasis į klientą, lyderystė ir nuoseklus tikslų siekimas, procesais ir faktais grindžiama vadyba, darbuotojų kvalifikacijos kėlimas ir įtraukimas į organizacijos valdymą, nuolatinis mokymasis, novatoriškumas ir veiklos gerinimas, partnerystės plėtojimas, socialinė atsakomybė (Arjomandi, Kestell, Grimshaw 2009).

EFQM remiasi holistiniu požiūriu į organizaciją, yra orientuotas į vartotojus ir nuolatinį visų organizacijos procesų tobulinimą bei veiklos gerinimą įtraukiant visus darbuotojus. Šiuo modeliu pripažįstama, kad žmogiškieji ištekliai yra tos galimybės, kurios leidžia siekti rezultatų, o procesai yra naudojami kaip priemonės, kurios leidžia išlaisvinti ir panaudoti darbuotojų talentus (Carrillo, Fernandez-Ortiz 2005).

EFQM vertinamas kaip instrumentas, suteikiantis organizacijoms galimybę įvertinti savo išsivystymo laipsnį lyginant su etalonu, išsiaiškinti stipriuosius savo valdymo sistemų momentus, taip pat nustatyti sritis, kuriose tikslinga vykdyti pakeitimus (Maslov 2008).

EFQM modelio kriterijams yra priskiriamas tam tikras galimų surinkti balų skaičius, kuris vėliau yra naudojamas brėžiant RADAR diagramą. RADAR diagrama yra parodoma, kiek įmonė įsivertinusi savo veiklą surinko balų iš galimų ir lyginama su praėjusiais metais turētu rezultatu.

Apibendrinant EFQM modelį, jo rezultatai suteikia organizacijai daugiamačių vertinimą – devynis kriterijus ir išsamią priežastingumo struktūrą, kuri aprašoma naudojant priežasties ir poveikio grandinę. EFQM modelis yra kokybės vadybos sistema, skirta įsivertinti savo veiklą, gautus rezultatus lyginti su praėjusiais metais bei nustatyti tobulinimo galimybes. Modelis yra orientuotas tiek į įmonės galimybes, tiek į gaunamus rezultatus, todėl įmonei leidžia įgyvendinti visapusišką kokybės vadybos politiką, atitinkančią pagrindinius kokybės vadybos principus.

5. TĮ veiklos kokybės gerinimo priemonės

Kokybė transporto sistemoje apima klientų aptarnavimą, krovinių ar keleivių vežimą palankiausiomis kainomis, pristatymą laiku ir į reikiamą vietą, saugumą, mandagų personalą ir tinkamas transporto priemonės. Atlikta mokslinės literatūros analizė parodė kokybės vadybos sistemų spektrą, tačiau konkrečiai skirtų TĮ nėra, tai yra natūralu dėl sistemų universalumo. Kiekviena organizacija, o neišimtis ir TĮ, turi kokybės vadybos sistemą adaptuoti savo veiklos procesams. Turinio analizė parodė, kad Lietuvoje nedaug TĮ diegia kokybės vadybos sistemas, o populiariausi yra ISO šeimos standartai. Matomas EFQM sistemos neišnaudojimas.

Kaip teigia Palšaitis (2011) šiuo metu daugelis TĮ, nors ir stengiasi, negali užtikrinti aukštos transportavimo kokybės. Ateityje dėl transporto paslaugų rinkos užpildymo ir didelių rezervinių pervežimo pajėgumų, esant didelei konkurencijai ir žemoms kainoms, geriausios TĮ privalės kelti teikiamų paslaugų

kokybę. Organizacijos turi suprasti, kad šiandieninė pelninga veikla nėra svarbiausia. Pagrindinis principas valdant įmonę tampa iš atskirų procesų susidedantis paslaugų teikimo kokybės gerinimas. Taigi, norint pereiti į aukštesnį kokybės lygį, reikia vykdyti nuoseklią gerinimo programą (Kaziliūnas, 2006). Kokybės vadybos sistemų diegimas įmonėse padeda ne tik kelti teikiamų paslaugų kokybės lygį, tenkinti kliento poreikį, bet ir efektyviai valdyti įmonę, optimaliai išnaudoti turimus resursus ir siekti maksimalaus pelno.

Išanalizavus TĮ poreikį tobulinti veiklos kokybę sukurtas TĮ veiklos vertinimo ir tobulinimo įrankis (pagal EFQM) įgalinantis įmonę gerinti veiklos kokybę. Įrankis siūlomas naudoti TĮ ne rečiau kaip kartą per metus, siekiant nustatyti savo teikiamų paslaugų kokybės lygį, bei tobulintinas sritis. Modelio kriterijai sudaryti klausimų pagrindu (1 lentelėje) ir dauguma yra kokybiniai, vertinami naudojant skalę nuo 1 iki 5 (2 ir 3 lentelė). Kriterijų klausimyno sudarymui remtasi bazinio EFQM modelio kriterijais bei ekspertiniu būdu juos derinant su transporto įmonių ekspertais.

1 lentelė

TĮ veiklos vertinimo kriterijai

	Elementai	Vertinimo kriterijai
GALIMYBĖS	1. Vadovo veikla	a) Ar vadovas vysto viziją, misiją vertybes atitinkančias transporto sektoriaus poreikį? b) Ar vadovas domisi naujausiomis logistikos ir transporto naujovėmis? c) Ar vadovas kelia savo kvalifikaciją dalyvaudamas logistikos ir transporto konferencijose? d) Ar yra sukurta TĮ organizacinė struktūra su pavaldumo ryšiais? e) Ar vadovas geba įžvelgti galimybes įmonei plėstis esamoje transporto paslaugų rinkoje? f) Ar TĮ vadovas stengiasi įsitraukti į asociacijų veiklą, dalyvauti diskusijose transporto sektoriui aktualia tematika?
	2. Strategija ir planavimas	a) Ar vadovas įvertina TĮ plėtrą pagal naujausias logistikos galimybes? b) Ar TĮ plėtra planuojama atsižvelgiant į kaimyninių šalių teisinę bazę? c) Ar TĮ plėtra planuojama atsižvelgiant į kaimyninių šalių politinę situaciją? d) Ar TĮ politika planuojama atsižvelgiant į partnerių kompetencijas? e) Ar TĮ strategija kuriama įvertinat šalies strateginius planus?
	3. Žmogiškieji ištekliai	a) Ar TĮ darbuotojai turi nustatytus siektinus tikslus prisidedant prie bendros įmonės veiklos rezultatų? b) Ar TĮ veikloje eliminuojamos žmogiškosios klaidos? c) Ar TĮ darbuotojams sudarytos sąlygos kelti kvalifikaciją logistikos ir transporto srityje? d) Ar TĮ darbuotojai turi reikiamą kiekį žinių, reikalingų įgyvendinant krovinio vežimą / organizavimą? e) Ar TĮ sukurta darbuotojų motyvacinė sistema?
	4. Partneriai	a) Ar stengiamasi TĮ sukurti tvarius santykius su partneriais? b) Ar analizuojama rinka ir ieškoma naujų galimų TĮ partnerių? c) Ar TĮ renkama informacija apie partnerių patikimumą? d) Ar TĮ partneriai segmentuojami pagal teikiamų paslaugų spektrą?
	5. Materialiniai ištekliai	a) Ar TĮ analizuojamas turimų išteklių naudojimas prieš galimybę samdyti? b) Ar TĮ naudojami ištekliai suderinti su TĮ darbuotojų poreikiais ir žiniomis? c) Ar pilnai išnaudojamas transporto priemonės tūris? d) Ar pilnai išnaudojamas transporto priemonės įkrovimas?
	6. Procesas	a) Ar apibrėžtos darbuotojų atsakomybės organizuojant krovinio vežimą? b) Ar procesas orientuotas į TĮ veiklos rezultatą? c) Ar TĮ procesas yra orientuotas į klientų poreikių tenkinimą? d) Ar nustatyta, kokie dokumentai vykdant krovinio vežimą / organizavimą reikalingi kiekviename etape? e) Ar nustatyta, kuriame proceso etape ar esant kokioms sąlygoms įsitraukiami partneriai? f) Ar įmonėje apibrėžtas krovinio vežimo / vežimo organizavimo procesas?
REZULTATAI	7. Klientų rezultatai	a) Ar TĮ veikla orientuota į ilgalaikių sutarčių sudarymą? b) Ar renkama ir analizuojama iš klientų informacija apie teikiamas paslaugas? c) Ar TĮ teikiamos paslaugos atitinka klientų lūkesčius: krovinys pristatytas laiku, į reikiamą vietą, nesugadintas? d) Ar kontroliuojami krovinio vėlavimai? e) Ar kontroliuojamas krovinio nubyėjimas / praradimas transportavimo metu? f) Ar analizuojamas ir vertinamas krovinio sugadinimas vežimo metu? g) Ar analizuojamos avarijų priežastys?
	8. Darbuotojų rezultatai	a) Ar TĮ darbuotojų veiklos rezultatai nukreipti į klientų poreikių tenkinimą? b) Ar TĮ darbuotojų veiklos rezultatai nukreipti į pridėtinės vertės kūrimą? c) Ar atliekama TĮ darbuotojų veiklos rezultatų analizė? d) Ar TĮ darbuotojų veiklos rezultatai pasiekiami optimaliu būdu?

	Elementai	Vertinimo kriterijai
		e) Ar TĮ darbuotojų veiklos rezultatams pasiekti naudojami inovatyvūs sprendimai? f) Ar analizuojamas vidutinis pristatymo laikas? Ar analizuojamas vidutinis transporto priemonės pakrovimo / iškrovimo laikas? g) Ar analizuojamas transporto priemonės apsisukimo laikas?
	9. Visuomenės rezultatai	a) Ar TĮ veiklos rezultatai orientuoti į socialiai atsakingą verslą? b) Ar TĮ veiklos rezultatai orientuoti į „žaliąją politiką“?
	10. Veiklos rezultatai	a) Ar TĮ analizuojama sukuriamą pridėtinę vertę klientui? b) Ar analizuojama visa transportavimo kaina? c) Ar analizuojamos vidutinės transportavimo išlaidos pagal atstumą, tūrį, svorį? d) Ar analizuojamas transportavimo kainos ir sukurtos vertės santykis?

Veiklos vertinimui naudojama balų sistema, kurios dėka TĮ yra aišku, kaip vertinti vieną ar kitą kriterijų. Veiklos vertinimo balų sistema susideda iš dviejų vertinimo blokų: blokas, skirtas vertinti TĮ galimybes, ir blokas, skirtas vertinti TĮ rezultatus.

2 lentelė

Galimybių vertinimo balų detalizavimas

Balas	Balo detalizavimas
0	Nėra įrodymų, ar tik epizodiniai veikimo būdo įrodymai
1	Veikimo būdas yra suplanuotas
2	Veikimo būdas yra suplanuotas ir įgyvendintas
3	Veikimo būdas yra suplanuotas, įgyvendintas ir peržiūrėtas
4	Veikimo būdas yra suplanuotas, įgyvendintas ir peržiūrėtas pagal sugretinimo duomenis bei atitinkamai pakoreguotas
5	Veikimo būdas yra suplanuotas, įgyvendintas ir peržiūrėtas pagal sugretinimo duomenis ir atitinkamai pakoreguotas bei visiškai pritaikytas organizacijoje

TĮ veiklos vertinimo ir tobulinimo įrankio rezultatai vaizduojami naudojant RADAR diagramą. RADAR diagrama geriausiai geba parodyti kiekvieno elemento išpildymą įmonėje atlikus vertinimą, taip pat vizualiai nesunkiai bus galima lyginti su ankstesniais metais gautais rezultatais.

3 lentelė

Rezultatų vertinimo balų detalizavimas

Balas	Balo detalizavimas
0	Rezultatai nevertinami
1	Vertinami pagrindiniai rezultatai. Neigiamos tendencijos arba stabilūs rezultatai
2	Kukli rezultatų pažanga
3	Ženkli rezultatų pažanga
4	Puikūs rezultatai, aukštesni už užsibrėžtus siekinius
5	Puikūs rezultatai, aukštesni už užsibrėžtus siekimus ir aukštesni už panašių organizacijų rezultatus

Iš surinktų balų skaičiaus paskaičiuojamas kriterijaus išpildymo koeficientas. Kiekvieno kriterijaus išpildymo koeficientai susumuojami į bendrą elemento išpildymo koeficientą, pagal kuriuos yra braižoma RADAR diagrama. Kriterijaus visiškas išpildymas yra prilyginamas vienetui, tačiau jį galima dauginti iš 100 ir gauti kriterijaus išpildymą procentine išraiška.

6. TĮ veiklos vertinimo ir tobulinimo įrankio aprobacija

Sukurtas TĮ veiklos vertinimo ir tobulinimo įrankis naudotas atliekant įmonės UAB „GC“ veiklos vertinimą. Pirmo etapo metu UAB „GC“ analizuota įmonės veikla, veiklos procesai ir teikti pasiūlymai, kaip juos sutvarkyti. Įmonėje 2012 metais (Vasilis Vasilaiuskas ir kt. 2013) buvo nustatytos šios tobulinimo sritys:

1. Iš naujo suprojektuoti proceso srauto diagramą, kad būtų panaikintas dubliavimasis, kuris atsiranda siunčiant klientui sąskaitas;
2. Etapą, kai išsiaiškinama su klientu, kas toliau bus daroma su kroviniu, perkelti anksčiau, kad būtų ne prieš paskutinę dieną iki krovinio atvykimo į uostą;
3. Į proceso srauto diagramą logiškais atstumais įtraukti vėlavimų ir prastovų aiškinimąsi bei informacijos teikimą klientui;

4. Suprojektuoti bendrą pagalbinių, vadybinių bei patobulinto pagrindinio proceso schemą.

Atlikus procesų optimizavimą paskaičiuota gaunama nauda.

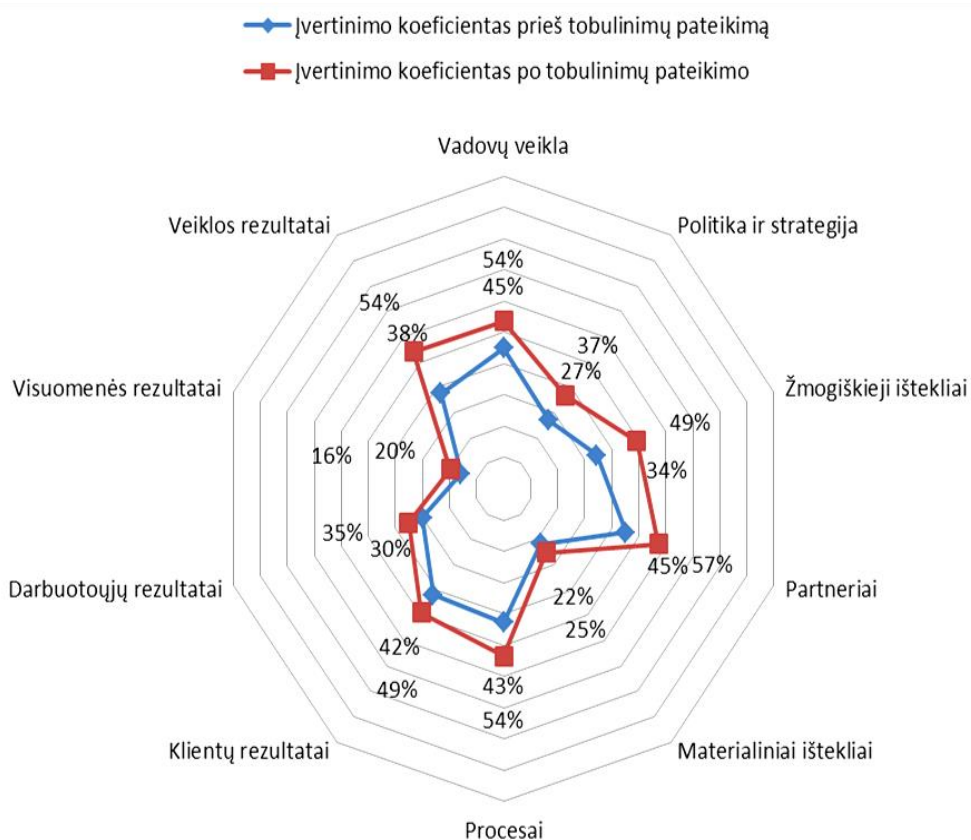
TĮ veiklos vertinimo ir tobulinimo įrankis pritaikytas, įvertinant UAB „GC“ veiklą prieš pateiktas tobulinimo galimybes. UAB „GC“ veiklos vertinimą po pateiktų procesų sutvarkymo siūlymų atliktas praėjus daugiau ne metams.

Lentelėje 4 pateikti apibendrinti TĮ elementų išpildymas procentais. Pagal šiuos gautus įvertinimus UAB „GC“ veiklos rezultatai pateikti RADAR diagrama (5 pav.).

4 lentelė

UAB „GC“ veiklos vertinimo rezultatai

Bendrojo vertinimo modelio elementas	Įvertinimo koeficientas prieš	Įvertinimo koeficientas po	Pasikeitimas
Vadovų veikla	45,00 %	53,59 %	8,59
Politika ir strategija	26,97 %	36,87 %	9,90
Žmogiškieji ištekliai	34,38 %	49,38 %	15,00
Partneriai	45,25 %	57,25 %	12,00
Materialiniai ištekliai	22,00 %	25,30 %	3,30
Procesai	42,71 %	53,55 %	10,84
Klientų rezultatai	42,10 %	49,10 %	7,00
Darbuotojų rezultatai	30,00 %	35,12 %	5,12
Visuomenės rezultatai	15,83 %	19,75 %	3,92
Veiklos rezultatai	37,60 %	54,00 %	16,40



5 pav. UAB „GC“ RADAR diagrama prieš ir po veiklos procesų optimizavimo

Atlikus UAB „GC“ veiklos vertinimą, įmonės vadovų paprašyta įvertinti ar toks veiklos vertinimo būdas yra tinkama priemonė TĮ veiklai vertinti ir tobulinimo galimybėms nustatyti. Įmonės vadovai teigė, kad įrankis yra patogus vertinti veiklą, klausimai yra suprantami ir į juos nėra sudėtinga atsakyti. Vertinant šiuos kriterijus tuo pačiu buvo ir generuojamos idėjos, ką būtų galima veikloje patobulinti, norint pasiekti geresnių rezultatų. TĮ veiklos vertinimo ir tobulinimo įrankis buvo įvertintas teigiamai, žadama juo naudotis ir vėliau vertinant veiklą.

Išvados

Išanalizavus kokybės vadybos ir procesų sampratas suformuluota išvada, jog procesų analizavimas ir tobulinimas yra pagrindas diegiant kokybės vadybos sistemą bei siekiant veiklos gerinimo.

Atlikta TĮ internetinių puslapių turinio analizė leido nustatyti, kad tik nedidelė dalis Lietuvos TĮ savo veikloje ryžtasi diegti kokybės vadybos sistemas. Tačiau tos, kurios yra įsidedusios, dažniausiai veiklos tobulinimui naudoja ISO 9001.

Ekspertinės apklausos būdu įvertinti EFQM modelio pagrindu sukurti kriterijai, skirti TĮ veiklos vertinimui atlikti. Ekspertų bendra nuomone TĮ veiklos kokybė labiausiai priklauso nuo pagrindinės veiklos proceso ir žmogiškųjų bei materialinių išteklių. Pagrindinis rezultatas, į kurį turi orientuotis visa įmonės veikla yra kliento poreikių tenkinimas.

Siekiant įvertinti TĮ skirtą veiklos vertinimo ir tobulinimo įrankio naudą atlikta įrankio aprobacija UAB „GC“ veiklai vertinti. TĮ veiklos vertinimo ir tobulinimo įrankis buvo įvertintas teigiamai, vertintojų pastebėjimais jis yra nesunkiai suprantama ir lengvai taikomas.

Literatūra

1. Arjomandi, M.; Kestell, C.; Grimshaw, P. 2009. An EFQM Excellence Model for higher education quality assessment, 20th Australasian Association for Engineering Education Conference 1015–1020.
2. Bamford, R.; Greatbanks, R.W. 2005. The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations. *International Journal of Quality and Reliability Management* 22 (4): 376–392.
3. Carrillo, J.; Fernandez-Ortiz, R. 2005. Theoretical Foundation of the EFQM Model: The Resource-based View, *Total Quality Management* 16 (1): 31–55.
4. Čiutienė, R. ir kt. 2009. Žmogiškasis veiksnys siekiant projektų kokybės: teoriniai aspektai, *Ekonomika ir vadyba* 14: 1054–1059.
5. European quality promotion policy for improving European competitiveness, Bruxelles: DGIII/B/ 4, 2000, 21p.
6. Furstenau, D. 2008. Process performance measurement. Germany: Grin. p. 64.
7. Gontaitė S.; Klimas, D. 2007. Lietuvos valstybinių sveikatos priežiūros įstaigų veiklos atitikimo Europos kokybės vadybos fondo (EFQM) principams vertinimas, *Ekonomika ir vadyba* 12: 1009–1016.
8. Iden, J. 2012. Investigating process management in firms with quality systems: a multi-case study. *Business Process Management Journal* 18 (1): 104–121.
9. Kaziliūnas, A. 2006. Kokybės analizė, planavimas ir auditas. monografija. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas.
10. Klimas, D.; Rudževičius, J. 2009. Procesinio valdymo ir pokyčių diegimo organizacijoje metodologiniai aspektai, *Verslo ir teisės aktualijos* 72–87.
11. LST EN ISO 9000:2008. 2008. Kokybės vadybos sistemos. Pagrindai, terminai ir apibrėžimai. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas.
12. Mathews, B.P and et.al. European quality management practices. The impact of national culture, *International Journal of Quality and Reliability Management* 18 (7): 692–707.
13. Mellat-Parast, M. 2013. Supply chain quality management: An inter-organizational learning perspective. *International Journal of Quality and Reliability Management* 30 (5): 511–529.
14. Mikulis, J. 2007. Pažangūs vadybos principai, *Visuotinė kokybės vadyba*. Vilnius. 148 psl.
15. Palšaitis, R. 2010. Šiuolaikinė logistika. Vilnius: Technika.
16. Pociūtė, D.; Janušauskienė, V.; Vitkauskas, R. 2005. Kokybės vadyba. Vilnius.
17. Ruževičius, J. 2006. Kokybės vadybos metodai ir modeliai. Vilniaus universitetas. p. 316.
18. Serafinas, D. 2011. Kokybės vadybos teorijos praktinis taikymas. Vilnius.
19. Sousa, R. Voss, C.A. 2002. Quality management re-visited: a reflective review and agenda for future research, *Journal of Operations Management* 20 (1): 91–109.
20. Vasilis Vasiliauskas, A.; Zinkevičiūtė, V.; Kontautaitė, D. 2013. The impact of improved business processes of freight forwarding company to the transportation services in global // *TRANSBALTICA 2013 : the 8th International Conference May 9–10, 2013, Vilnius, Lithuania: selected papers* Vilnius: Technika, 260–264.
21. www.efqm.org
22. Маслов, Д. В. 2008. От качества к совершенству: полезная модель EFQM, Москва: Стандарты и качество. 150 p.

FEASIBILITY STUDY OF TRANSPORT COMPANIES QUALITY IMPROVEMENT

Summary

Transport companies seeking to win the competition must find ways how to determine the company's quality of activities and to improve it. The article examined the quality management concepts and processes, the main quality improvement methods and their application in transport companies. Transport company web page content analysis done helped to determine the most popular transport company quality management system used or other measures to ensure quality of the company's activities. The article dealt with the opportunities of transport companies' activities improvement and the tool for transport companies performance assessment and improvement developed based on the

EFQM model. This tool approved in transport services providing company through a number of iterations, that allows to determine the usefulness of the proposed method and the applicability in transport sector.

Keywords: quality management system, transport companies, EFQM, activities evaluation.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Aidas Vasilis Vasiliauskas

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Logistikos ir transporto vadybos katedros docentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Transporto sistemos, logistika, marketingas.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 612 53527, aidas.vasilis-vasiliauskas@vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Virgilija Vasilienė Vasiliauskienė

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentė

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Logistikos ir transporto vadybos katedros docentė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Strateginis valdymas, logistika, marketingas.

Telefonas ir el. pašto adresas: (8 5) 274 5030, virgilija.zinkeviciute@vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Jonas Matijošius

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto Automobilių transporto katedros docentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Rinkos specialistų ugdymas, transporto ekologija, alternatyvioji energetika.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 684 04169, jonas.matijosius@vgtu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Aidas Vasilis Vasiliauskas

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Associated Professor of Logistics and Transport Management Department.

Author's research interests: Transport Systems, Logistics, Marketing.

Telephone and e-mail address: +370 612 53527, aidas.vasilis-vasiliauskas@vgtu.lt

Author name, surname: Virgilija Vasilienė Vasiliauskienė

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Associated Professor of Logistics and Transport Management Department.

Author's research interests: Strategic Possession, Logistics, Marketing.

Telephone and e-mail address: (8 5) 274 5030, virgilija.zinkeviciute@vgtu.lt

Author name, surname: Jonas Matijošius

Science degree and name: Doctor, Associated Professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering Faculty, Associated Professor of Automobile Transport Department.

Author's research interests: Market Specialists Development, Transport Ecology, Alternative Energetics.

Telephone and e-mail address: +370 684 04169, jonas.matijosius@vgtu.lt

ISSN 2029-9303

INŽINERINĖS IR EDUKACINĖS TECHNOLOGIJOS
2015 Nr. 1

Lietuvių kalbos redaktorė **Sonata Paulauskienė**

Užsienio kalbos redaktorė **Judita Štreimikienė**

Meninė redaktorė **Lolita Dalbokaitė**

Techninis redaktorius **Valdas Paulauskas**

Tiražas 100 egz. 123 psl. Parengimo spaudai data 2015 – 01 - 30

Išleido Kauno technikos kolegija, Tvirtovės al. 35, LT-50155 Kaunas

www.ktk.lt

El.p. ktk@ktk.lt

Spausdino UAB “Dakra”, Jonavos g. 260, LT-44131 Kaunas

www.dakra.lt

El.p. info@dakra.lt