

TECHNOLOGIJOS IR MENAS

TECHNOLOGY AND ART

2019 / 10

TYRIMAI IR AKTUALIJOS
RESEARCH AND TOPICALITIES



VILNIAUS TECHNOLOGIJŲ IR DIZAINO KOLEGIJA

VILNIUS COLLEGE OF TECHNOLOGIES AND DESIGN

VILNIUS 2019

REDAKCINĖ KOLEGIJA

Nariai:

- prof. dr. Jonas Butkevičius**
(Vilniaus Gedimino technikos universitetas),
- prof. dr. Rimantas Pranas Deksnys**
(Kauno technologijos universitetas),
- prof. habil. dr. Vladas Vekteris**
(Vilniaus Gedimino technikos universitetas),
- prof. habil. dr. Vilija Targamadžė**
(Vilniaus universitetas),
- prof. dr. Vaiva Zuzevičiūtė**
(Mykolo Romerio universitetas),
- doc. dr. Daiva Bukantaitė**
(Vytauto Didžiojo universitetas).

Sudarytojas dr. Andrius Gulbinas
(Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija)

EDITORIAL BOARD

Members:

- prof. dr. Jonas Butkevičius**
(Vilnius Gediminas Technical University),
- prof. dr. Rimantas Pranas Deksnys**
(Kaunas University of Technology),
- prof. habil. dr. Vladas Vekteris**
(Vilnius Gediminas Technical University),
- prof. habil. dr. Vilija Targamadžė**
(Vilnius University),
- prof. dr. Vaiva Zuzevičiūtė**
(Mykolas Romeris University),
- assoc. prof. dr. Daiva Bukantaitė**
(Vytautas Magnus University).

Composed by dr. Andrius Gulbinas
(Vilnius College of Technologies and Design)

TURINYS

<i>Andrius Gulbinas</i> Optimalios šildymo rūšies individualiam gyvenamajam namui nustatymas daugiavariantės analizės metodu	4
<i>Asta Anikėnienė, Natalija Augūnienė, Rūta Puzienė</i> Apleistų žemių tvarkymas bei kontrolė Lietuvos teritorijoje	8
<i>Janina Labutytė</i> Tarptautinių pervežimų geležinkelių transportų analizė	12
<i>Rolandas Vitkūnas, Aušra Špuraitė</i> Krovinių automobilių padangų ilgaamžiškumas ir jo įtaka transportavimo sąnaudoms	18
<i>Jevgenija Filonova</i> Programinio valdymo staklių HAAS MINI MILL patikimumo studija	23
<i>Alfredas Rimkus, Edvinas Bučinskas, Saulius Stravinskas, Jonas Matijošius</i> Dyzelinio variklio, veikiančio dvigubais degalais, indikatorinio slėgio variacijos tyrimas	28
<i>Jolita Grašienė</i> Bendravimo gimtąja kalba kompetencijos svarba karjerai: studentų požiūris	34
<i>Donatas Kriaučiūnas, Alfredas Rimkus, Rolandas Vitkūnas, Petras Kaikaris</i> Imties dydžio įtaka kibirkštinio uždegimo variklio, veikiančio biodujomis, vidutinio indikatorinio slėgio bei jo variacijos koeficiento tikslumui	38
<i>Roma Rinkevičienė, Bronė Mitkienė</i> Modelling of indirect field oriented control of six-phase motor with fuzzy controller	42
<i>Vytenis Surblis, Valdemaras Venckus, Donatas Kriaučiūnas</i> Automobilių stabdymo su veikiančia ir atjungta stabdžių antiblokavimo sistema tyrimas	48
<i>Svetlana Toropovienė, Rūta Kalytienė</i> Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos studentų požiūrio į anglų kalbos skolinių vartojimą tyrimas	52
<i>Jurijus Tretjakovas, Sanja Ožvat</i> Dviatramės sijos poslinkių skaičiavimo metodų apžvalga	57
<i>Virginija Urbonienė, Povilas Milius</i> Oro kondicionavimo sistemos darbo parametrų priklausomybė nuo vėsinamo oro temperatūros	60

OPTIMALIOS ŠILDYMO RŪŠIES INDIVIDUALIAM GYVENAMAJAM NAMUI NUSTATYMAS DAUGIAVARIANTĖS ANALIZĖS METODU

Dr. Andrius Gulbinas¹

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

Anotacija: Šiuo metu yra naudojama nemažai sprendimo priėmimo metodų, taikomu įvairiose žmogaus veiklos srityse. Įvairių šalių mokslininkai, savo darbuose nagrinėdami daugiavariantės analizės metodus, neanalizavo tokio tyrimo objekto kaip autorius: optimalaus šildymo būdo vienaukščiam individualiam A+ energetinės klasės gyvenamajam 150 m² namui. Šiame straipsnyje apžvelgiamos daugiavariantės analizės metodo taikymo šildymo rūšies individualiam gyvenamajam namui nustatymo galimybės.

Reikšminiai žodžiai: Daugiavariantė analizė, variantinis projektavimas, šildymo rūšis, statyba.

Įvadas

Šiuo metu yra naudojama nemažai sprendimo priėmimo metodų, taikomu įvairiose žmogaus veiklos srityse: lošimo teorijos kriterijus (Valdo, Sevidžo, Gurvico), apibendrintus kriterijus (adityviniai, vidutiniškai svertinės priimamo sprendimo sėkmės, multiplikatyviniai, kombinuotieji, naudingumo funkcijos, artumo idealiam taškui), nuoseklus optimizavimo metodus (sprendimo suderinamumo, prioritetų nustatymo, nedominuojančių variantų išrinkimo), sintezės metodai (1; 2).

Reikia pažymėti, jog kiekvienas toliau išvardintas daugiavariantinio sprendimo priėmimo moetas, faktiškai reprezentuoja grupę metodų, turinčių panašias arba net vienodas charakteristikas. Pavyzdžiui, reikšmingumo metodų grupę sudaro mažiausiai devyni skirtingi metodai.

Daugiakriterinę naudingumo teoriją nagrinėjo Dyer ir kiti mokslininkai. Siskos, Grigoroudis ir Matsasinis nagrinėjo UTA metodus. ELECTRE metodus aprašė Benayoun, Roy, Sussman, Figueira ir Mousseau (1). Metodologiją naudingumo funkcijom analizuoti ir AHP (Analytic Hierarchy Process) pristatė Saaty (3). Bana de Costa, Vansnick ir De Corte aprašė MACBET (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) metodologiją, paremtą papildomo reikšmingumo įvertinimo modeliu (4). Daugiakriterinių metodų taikymą esant neapibrėžtumui analizavo Grabish, Greco, Slowinski ir kiti mokslininkai (5). Be paminėtų metodų taip pat yra daug daugiavariantių sprendimų priėmimo metodų, tinkamų diskretinėms alternatyvioms problemoms spręsti: reikšmingumo metodai; nustatomos vertės teorija; analitinis hierarchinis metodas; daugiakriterinis metodas, kai informacija neišsami; alternatyvų lyginimas poromis, kai remiamasi įprastiniais kriterijais; supaprastintas daugiakriterinis naudingumo metodas ir kiti (1; 2).

Lietuvos individualių namų statybos sektoriui augant, statantiems naują individualų būstą yra sudėtinga pasirinkti iš rinkoje esančių daugybės technologinių pasiūlymų, ypač neturint specialaus išsilavinimo ir specifinių žinių. Pasirinktas individualaus namo šildymo būdas trumpalaikėje ir ilgalaikėje namo išlaikymo perspektyvoje ypač aktualus busimų suminių išlaidų, skir-

tų individualaus busto išlaikymui, atžvilgiu. Veiksniai įtakojantis šildymo rūšies pasirinkimą individualiam gyvenamajam namui sudaro visumą. Gerinant (bloginant) atskirų individualaus gyvenamojo namo šildymo variantų sprendimus, keičias ir likusių sprendimų racionalumas bei suinteresuotų grupių (savininkai, pardavėjai, tiekėjai ir pan.) tikslų patenkinimo lygis. Todėl labai svarbu tiksliai įvertinti ir apskaičiuoti visų pokyčių įtaką galutiniam vertinimo rezultatui. Tuo tikslu ir taikomas šildymo rūšies individualiam gyvenamajam namui daugiavariantės analizės metodas.

Šildymo rūšies daugiavariantinio kompleksinio proporcingo įvertinimo metodų nagrinėjimų šildymo variantų prioritetiškumas ir santykinis reikšmingumas tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo nagrinėjamas alternatyvas adekvačiai apibūdinančių rodiklių (kriterijų) sistemos (įrenginio kainos, atsiperkamumo, šildymo kainos, garantinio laikotarpio), jų reikšmių ir reikšmingumų dydžių. Rodiklių (kriterijų) sistemą nustato pačios suinteresuotos vartotojų grupės, jų reikšmės parenkamos pagal rinkoje galiojančių dydžių vidurkius, o pradiniai reikšmingumai nustatyti subjektyviai straipsnio autoriaus. Visą šią informaciją gali pakoreguoti suinteresuotos grupės, atsižvelgdamos į savo siekiamus tikslus ir esamas galimybes. Todėl lyginamų alternatyvų įvertinimo rezultatai išsamiai atspindi visų procese dalyvaujančių suinteresuotų grupių bendrai pateiktus pradinius duomenis (6).

1. Įvairių metodų, taikomų optimalaus šildymo būdo individualiam gyvenamajam namui nustatymui, apžvalga

Šiuo metu teorijoje ir praktikoje taikoma daug skirtingų metodikų siekiant nustatyti optimalų šildymo būdą statant ar modernizuojant gyvenamuosius namus. Tačiau beveik visi jie orientuoti į kainą ir efektyvumą. Tyrimuose yra pabrėžiama jog moderniam, individualiam gyvenamajam namui reikalinga kombinuota šildymo sistema, kuri leis lanksčiau reaguoti į kainų pokyčius rinkoje, sumažinti CO₂ gamtoje paliekamą pėdsaką. Namas taip pat turi atitikti kuo aukštesnę energinio efektyvumo klasę.

Janca teigia, jog mažiausios šiluminės energijos sąnaudos pastatui šildyti yra naudojant šilumos siurblių,

o didžiausios naudojant šilumos tinklus. Jo teigimu didžiausias atsipirkimo laikas bute su šilumos punktu prijungtu prie šilumos tinklais ir su saulės kolektoriais buitiniam vandeniui ruošti (52.5 metai), o į aplinką išmestas CO₂ kiekis yra mažiausias (12.75 kgCO₂/m²-metai). Janca savo tyrimu nustatė, kad mažiausios kasmetinės išlaidos (nevertinus sistemų aptarnavimo mokesčių) yra name naudojančiame šilumos gavybos sistemą su dujinio kuro katilu – 328 €/metams, o didžiausios naudojant tik elektrą – 473 €/metams (7). Šantarytė pritaikiusi TOPSIS metodą pagrindė antrinės saulės energijos sistemos pranašumą prieš granulinę šildymo sistemą ir šildymo sistemą oras-vanduo (8). Reikia paminėti, jog autorė taip pat nurodė kad geografiškai Lietuva nėra geoterminiam šildymui palankioje vietoje. Ji teigė, kad rytų ir vidurio Lietuvos teritorijų geoterminis gradientas yra apie 2–3 °C/100 m, o šilumos srautas siekia 45 mW/m². Tokiose vietovėse nepalanku plėtoti geoterminės energijos išgavimą dėl itin brangių technologijų. Tačiau Vakarų Lietuvoje plyti anomalija, kurios gradientas siekia 3,5–4,0 °C/100 m, o šilumos srauto intensyvumas 70–100 mW/m². Tuo tarpu saulės energijos efektyvumui, geografinė padėtis, lemiamos įtakos neturi (8). Lisauskas atlikęs ekonominį vertinimą įrodė, kad kombinuota energetinė sistema, naudojanti tik atsinaujinančius energijos išteklius, yra konkurencinga, o atsižvelgiant į tai, kad energetiniai ištekliai nuolatos brangsta, ši sistema ateityje taps neatsiejama šiuolaikinio, modernaus ir gamtą tausojančio pasaulio dalimi. Šis tyrimas yra svarbus tuo, kad aiškiai įrodo, jog technologijos, naudojančios atsinaujinančius energijos išteklius, yra priimtinos ir gali pilnai aprūpinti individualų gyvenamąjį namą energija (9). Džiugaitė-Tumėnienė savo daktaro disertacijoje taip pat akcentavo, jog siekiant energijos sąnaudų efektyvumo, būtina kad namas atitiktų pasyvaus namo apibrėžimą. Lietuvoje mažai energijos naudojančios pastatos turi atitikti reglamento STR 2.01.02:2012 „Pastatų energinis naudingumas. Energinio naudingumo sertifikavimas“ reikalavimus. Autorė nustatė, kad mažaenergio pastato, atitinkančio B energetinio naudingumo klasę, neatsinaujinančių išteklių pirminės energijos sąnaudos šildymui, vėsinimui ir apšvietimui yra 1–2 kartus mažesnės už C klasės pastatų, atitinkančių minimalius reikalavimus; A klasės pastatų sąnaudos yra 2–2,67 karto mažesnės; A+ klasės pastatų – 2,67–4 kartus mažesnės (10). Džiugaitė-Tumėnienės atliktas tyrimas parodė, pasirinkus kieto kuro katilą pirminės energijos poreikis yra 80,1 kWh/m², CO₂ emisijos kiekis yra 14,8 kgCO₂/m² (10).

2. Individualaus gyvenamojo namo šildymo rūšies reikšmingumo, naudingumo laipsnio ir prioritetiškumo nustatymas

Nagrinėjimų alternatyvų – individualaus gyvenamojo namo šildymo rūšies – reikšmingumas ir prioritetiškumas skaičiuojami penkiais etapais (13).

1 etapas. Sudaroma įvertinta normalizuota sprendimų priėmimo matrica D (2 lentelė). Šio etapo tikslas – iš lyginamų rodiklių gauti bedimensinius (normalizuotus) įvertintus dydžius. Žinant bedimensius įvertintus dydžius, galima palyginti visus skirtingų matavimo vienetų rodiklius. Tam taikoma tokia formulė:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_i}{\sum_{j=1}^n x_{ij}}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

čia: x_{ij} – i kriterijaus reikšmė j sprendimo variante; m – kriterijų skaičius; n – lyginamų variantų skaičius; q_i – i kriterijaus reikšmingumas.

Kiekvieno kriterijaus x_i gautų bedimensinių įvertintų reikšmių d_{ij} suma visada lygi šio kriterijaus reikšmingumui q_i :

$$q_i = \sum_{j=1}^n d_{ij}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}. \quad (2)$$

Kitaip sakant, nagrinėjamo kriterijaus reikšmingumo q_i reikšmė proporcingai paskirstoma visiems alternatyviems variantams a_j , atsižvelgiant į jų reikšmes x_{ij} .

2 etapas. Apskaičiuojamos j variantą apibūdinančių minimizuojančių (jų mažesnė reikšmė yra geresnė (jų mažesnė reikšmė yra geresnė, pvz. įrenginio kaina)) S_{-j} ir maksimizuojančių (jų didesnė reikšmė yra geresnė, pvz. garantinis periodas) S_{+j} įvertintų normalizuotų rodiklių sumos. Jos apskaičiuojamos pagal formulę:

$$S_{+j} = \sum_{i=1}^m d_{+ij}; \quad S_{-j} = \sum_{i=1}^m d_{-ij}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Šiuo atveju S_{+j} (juo didesnis šis dydis, tuo daugiau įgyvendintų suinteresuotų grupių tikslų) ir S_{-j} (juo mažesnis šis dydis, tuo labiau pasiekti suinteresuotų grupių tikslai) dydžiai išreiškia kiekvieno individualaus gyvenamojo namo šildymo būdo suinteresuotų grupių pasiektų tikslų laipsnį.

Bet kuriuo atveju visų objektų ‘pliusų’ S_{+j} ir ‘minusų’ S_{-j} sumos visada yra atitinkamai lygios visoms maksimizuojančių ir minimizuojančių kriterijų reikšmingumų sumoms:

$$S_{+} = \sum_{j=1}^n S_{+j} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{+ij},$$

$$S_{-} = \sum_{j=1}^n S_{-j} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{-ij}, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Taip dar kartą galima patikrinti atliktų skaičiavimų teisingumą.

3 etapas. Lyginamų variantų (individualaus gyvenamojo namo šildymo rūšies) santykinis reikšmingumas (efektyvumas) nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis (šildymo būdo ‘pliusais’) S_{+j} ir neigiamomis (šildymo būdo ‘minusais’) S_{-j} savybėmis. Kiekvieno šildymo būdo varianto a_j santykinis reikšmingumas Q_j nustatomas pagal formulę:

$$Q_j = S_{+j} + \frac{S_{-min} \cdot \sum_{j=1}^n S_{-j}}{S_{-j} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{S_{-min}}{S_{-j}}}, j = \overline{1, n}. \quad (5)$$

4 etapas. Nustatomas individualaus gyvenamojo namo šildymo rūšies prioritetiškumas. Juo didesnis Q_j , tuo lyginamo varianto efektyvumas (prioritetiškumas) yra didesnis. Šildymo būdo reikšmingumas Q_j rodo suinteresuotų grupių tikslų ir poreikių pasiekimo projekte lygį. Efektyviausio varianto reikšmingumas Q_{max} visada bus didžiausias. Visų kitų alternatyvų reikšmingumai yra mažesni už Q_{max} , t. y. visų suinteresuotų grupių suminiai tikslai ir poreikiai tenkinami blogiau negu geriausios alternatyvos atveju.

Tačiau praktiškai suinteresuotas grupes labiau domina ne nagrinėjamų šildymo rūšių reikšmingumas ir prioritetiškumas, bet tai, koks yra lyginamų alternatyvų naudingumo laipsnis ir kokia iš to išplaukianti jų vertė. Kitaip sakant, namo savininkus labiausiai domina alternatyvos, kurios geriausiai patenkins jo poreikius ir tikslus (11). Šio įvertinimo rezultatams išreikšti vartojamos projekto naudingumo laipsnio sąvoka.

Šildymo būdo alternatyvų naudingumo laipsnis tiesiogiai priklauso nuo alternatyvas apibūdinančios rodiklių sistemos, reikšmių ir reikšmingumų. Jei pagal vieną alternatyvą gauti geriausi šildymo kainos rodikliai, o pagal kitą – atsiperkamumo ir atlikus alternatyvų daugiavariantinį įvertinimą gautas vienodas jų reikšmingumas, tai ir nagrinėjamų alternatyvų naudingumo laipsniai yra vienodi. Didėjant (mažėjant) nagrinėjamos alternatyvos reikšmingumui, didėja (mažėja) ir jos naudingumo laipsnis. Nustatant alternatyvų naudingumo laipsnį, geriausia jas lyginti su racionaliausia alternatyva. Tokiu atveju visi gauti nagrinėjamų šildymo rūšių alternatyvų naudingumo laipsniai bus nuo 0 (blogiausias variantas) iki 100% (geriausias variantas). Taip bus lengviau vizualiai įvertinti alternatyvų efektyvumą.

5 etapas. Varianto a_j naudingumo laipsnis N_j nustatomas pagal tokią formulę:

$$N_j = (Q_j : Q_{max}) \cdot 100\%. \quad (6)$$

Alternatyvos a_j naudingumo laipsnis N_j išreiškia šia alternatyva suinteresuotų grupių tikslų pasiekimo lygį. Juo daugiau ir reikšmingesnių pasiekta tikslų, tuo didesnis naudingumo laipsnis. Kadangi suinteresuotas grupes labiausiai domina, kokiu laipsniu nagrinėjami variantai yra vieni už kitus efektyvesni (labiau tenkinantys jų poreikius ir tikslus), tai praktikoje, išrenkant racionaliausią sprendimą, geriau vartoti alternatyvos naudingumo, o ne reikšmingumo sąvoką.

Išanalizavus pateiktą metodą galima daryti išvadą, kad juo remiantis gana paprasta įvertinti ir po to išrinkti racionaliausią individualaus gyvenamojo namo šildymo būdo alternatyvą, aiškiai matant fizinę šio proceso prasmę. Be to, juo remiantis suformuotas apibendrintas rodiklis Q_j tiesiogiai ir proporcingai priklauso

nuo lyginamųjų rodiklių reikšmių x_{ij} ir reikšmingumų q_i santykinės įtakos galutiniam rezultatui.

3. Individualaus gyvenamojo namo šildymo rūšies daugiavariantinio alternatyvaus projektavimo metodas

Tyrimo metu buvo nagrinėjamas konkretus praktinis atvejis. Pasirinktas vienaaukštis individualus A+ energetinės klasės gyvenamasis 150 m² namas, esantis Vilniaus miesto ribose. Šilumos poreikis – 20W/m², metinis šilumos poreikis – 9817.2kWh (11). Tyrimui parinktos 7 individualaus gyvenamojo namo šildymo rūšys: geoterminis šildymas, elektros katilas, dujinis katilas, kieto kuro katilas (granulės), kieto kuro katilas (malkos), saulės kolektorius ir centrinis šildymas. Tyrimo metu buvo vertinami 4 kriterijai: įrenginio kaina, šildymo kaina, atsiperkamumas ir garantinis periodas. Pradiniai duomenis pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Nagrinėjamų šildymo rūšių variantai

Šildymo rūšis	Šildymo kaina per metus, Eur	Įrenginio kaina, Eur	Garantija, metais	Atsipirkimo laikas, metais
Geoterminis šildymas	196,03	6110	5	31
Elektros katilas	1276,24	1036,80	3	1,8
Dujinis katilas	589,03	1312,30	3	2,2
Kieto kuro katilas (granulės)	490,86	2796,30	3	5,7
Kieto kuro katilas (malkos)	294,52	638,30	3	2,3
Saulės kolektorius	1	11000	10	9
Centrinis šildymas	467,30	1	1	0.01

Šildymo išlaidos sudarytos remiantis Energijos poreikio ir kaštų skaičiuokle (12). Elektros ir dujų kainos paimtos iš Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos pateiktų duomenų (11).

5 etapų skaičiavimo rezultatai pateikiami 2 lentelėje.

Išanalizavus gautus duomenis (2 lentelė) nustatyta, kad efektyviausia šildymo sistema individualiam gyvenamajam namui miesto ribose yra saulės kolektorius. Šios alternatyvos reikšmingumas yra didžiausias ir lygus 0,3422. Šis šildymo būdas yra keturis kartus efektyvesnis už mažiausia naudingumo laipsnį turinčią alternatyvą – elektros katilą. Šios alternatyvos naudingumo laipsnis tesiekia 58,3 proc. Šią šildymo alternatyvą galima rekomenduoti įrengti kaip antrinį (rezervinį) šilumos šaltinį individualiam gyvenamajam namui.

Išvados

Įvairių šalių mokslininkai, savo darbuose nagrinėdami daugiavariantės analizės metodus, neanalizavo

2 lentelė. Individualaus gyvenamojo namo šildymo rūšies daugiavariantės alternatyvaus projektavimo rezultatai

Nagrinėjami kriterijai	Matavimo vienetai	*	Reiškmingumas	Geoterminis šildymas	Elektros katilas	Dujinis katilas	Kieto kuro katilas (granulės)	Kieto kuro katilas (malkos)	Saulės kolektorius	Centrinis šildymas
Įrenginio kaina	Eurai	-	0.4	0.11	0.02	0.02	0.05	0.01	0.19	0
Šildymo kaina	Eurai	-	0.3	0.02	0.12	0.05	0.04	0.03	0	0.04
Atsiperkamumas	Metai	+	0.2	0.12	0.007	0.009	0.022	0.009	0.031	0.001
Garantinis periodas	Metai	+	0.1	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0
Maksimalizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma (+) S+J				0.14	0.017	0.019	0.032	0.019	0.071	0.001
Minimalizuojančių normalizuotų įvertintų rodiklių suma (-) S-J				0.13	0.14	0.07	0.09	0.04	0.19	0.04
Alternatyvos reiškmingumas				0.1995	0.0722	0.1295	0.1179	0.2123	0.3422	0.1944
Alternatyvos naudingumo laipsnis				58.3	21.1	37.84	34.45	62.04	100	56.81
Alternatyvos prioritetiškumas				3		5	6	2	1	4

tokio tyrimo objekto kaip autorius: optimalaus šildymo būdo vienaukščiam individualiam A+ energetinės klasės gyvenamajam 150 m² namui. Šiuo metu teorijoje ir praktikoje taikomos skirtingos metodikos, siekiant nustatyti optimalų šildymo būdą statant ar modernizuojant gyvenamuosius namus, orientuotos į kainą ir efektyvumą. Tačiau jos nepilnai atspindi visų procese dalyvaujančių suinteresuotų grupių tikslus ir šių tikslų pasiekimo lygį.

Remiantis daugiavariantė alternatyvaus projektavimo metodu gana paprasta įvertinti ir po to išrinkti racionaliausią individualaus gyvenamojo namo šildymo būdo alternatyvą, aiškiai matant fizinę šio proceso prasmę. Be to, juo remiantis suformuotas apibendrintas rodiklis Q_j tiesiogiai ir proporcingai priklauso nuo lyginamųjų rodiklių reikšmių x_{ij} ir reikšmingumų q_i santykinės įtakos galutiniam rezultatui.

Atlikus konkretaus atvejo skaičiavimus nustatyta, kad efektyviausia šildymo būdas vienaukščiam individualiam A+ energetinės klasės gyvenamajam 150 m² namui Vilniaus miesto ribose yra saulės kolektorius. Šis šildymo būdas yra keturis kartus efektyvesnis už mažiausia naudingumo laipsnį turinčią alternatyvą – elektros katilą. Šios alternatyvos naudingumo laipsnis tesiekia 58,3 proc. Šią šildymo alternatyvą galima rekomenduoti įrengti kaip antrinį (rezervinį) šilumos šaltinį individualiam gyvenamajam namui.

Literatūra

- FIGUEIRA, J., GRECO, S. and EHRGOTT, M., [ed.]. *Multiple Criteria Decision analysis*. USA : Springer Science+Business Media, 2005. pp. 133-260.
- Mokymo procese naudojamų pasirenkamųjų modulių daugiavariantės analizės metodai*. KAKLAUSKAS, A., et al. 3, Vilnius : Technika, 2007, Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas, Vol. XIII. ISSN 1392-8619.
- SAATY, T. *The Analytical Hierarchy Process*. New York : McGraw-Hill, 1980.
- On the problem of wight in multiple criteria decision making (the noncompensatory approach)*. VANSNICK, J. 1986, European Journal of Operational Research, Vol. 24, pp. 288-294.
- Dealing with interaction between bipolar multiple criteria preferences in outranking methods*. GRECO, S. and FIGUEIRA, J. Coimbra : INESC-Coimbra, 2003, Research Reports.
- ŠARKA, V. *Sprendimų paramos sistema statyboje taikant daugiakriterinius sintezės metodus*. Vilnius : Technika, 2008.
- JANCA, T. *Mažai energijos vartojančio gyvenamojo pastato inžinerinės sistemos ir jų projektavimas*. Kaunas : KTU, 2016. Magistro darbas.
- ŠANTARYTĖ, D. *Antrinės saulės energijos kaip atsinaujinančio šaltinio panaudojimo mažaaukštei gyvenamajai statybai palyginamoji analizė*. Kaunas : KTU, 2019. Magistro darbas.
- LISAUSKAS, M. *Kombinuotos energetinio aprūpinimo sistemos įdiegimo individualiame name galimybių studija*. Kaunas : KTU, 2015. Magistro darbas.
- DŽIUGAITĖ-TUMĖNIENĖ, D. *Mažaaerčio viebučio namo aprūpinimo energija integruotas vertinimas*. Vilnius : VGTU, 2015. Daktaro disertacija.
- ZAVADSKAS, E.K., SIMANAUŠKAS, L. and KAKLAUSKAS, A. *Sprendimų paramos sistemos statyboje*. Vilnius : Technika, 1998. p. 235.
- Valstybinė kainų ir energetikos kontrolės komisija. [Interaktyvus] [Žiūrėta: 2019-11-04] Prieiga per: <https://www.regula.lt/Puslapiai/default.aspx>.
- Šildymo projektai. *Energijos poreikio ir kaštų skaičiuoklė*. [Interaktyvus] [Žiūrėta: 2019-11-04] Prieiga per: <https://www.sildymoprojektai.lt/skaiciuokles/sildymo-kastu-skaiciuokle/>.

APLEISTŲ ŽEMIŲ TVARKYMAS BEI KONTROLĖ LIETUVOS TERITORIJOJE

Asta Anikėnienė¹, Natalija Augūnienė², Rūta Puzienė³

^{1,2}Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

³Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius

Anotacija. Viena iš opiausių problemų žemėtvarkoje yra apleistos žemės ūkio paskirties žemės. Apleisti žemės plotai Lietuvoje yra neprižiūrimi, nenaudojami žemės ūkio veiklai. Šie plotai menkina šalies kraštovaizdį, o laikui bėgant apauga krūmynais arba menkaverčiais augalais. Straipsnyje analizuojama apleistos žemės ūkio paskirties žemės plotų kaita 2015-2019 metais, aptariama vykdoma valstybinė kontrolė, siekiant mažinti apleistus žemės plotus bei įstatyminę bazę, reglamentuojanti žemės apsaugą bei kontrolę. Duomenų vizualizacija atlikta ArcGIS programos pagalba.

Reikšminiai žodžiai: apleistos žemės, našumo balas, žemės plotai

Įvadas

Lietuvos Respublikos teritorijoje visa esanti žemė yra valstybės turtas, todėl ypatingai svarbu užtikrinti tinkamą bei racionalų žemės naudojimą. To pasekoje įteisintos nuostatos, metodiniai nurodymai, įstatymai bei Vyriausybės nutarimai, kurių pagrindu yra vykdoma žemės apsauga.

Vadovaujantis LR Vyriausybės 1994-12-12 nutarimu Nr. 1244 „Dėl žemės naudojimo valstybinės kontrolės nuostatų patvirtinimo“ valstybės pareiga yra užtikrinti tinkamą, racionalų žemės (kaip išteklių) naudojimą. Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos organizuoja bei atlieka valstybinę žemės naudojimo kontrolę (Lietuvos Respublikos vyriausybės..., 1994).

Remiantis naujausiais Registrų centro duomenimis, šiuo metu visoje šalyje užfiksuota beveik 60,6 tūkst. apleistų žemės ūkio paskirties žemės sklypų, kurie užima 34,8 tūkst. hektaro (ha) ploto, arba 0,6 proc. viso šalies ploto (www.delfi.lt, 2019).

Pagal LR Žemės mokesčio įstatymą 2 straipsnį „Apleistos žemės ūkio naudmenos – sumedėjusiais augalais (išskyrus želdinius) apaugę žemės sklype ar jo dalyje esančių žemės ūkio naudmenų plotai, nustatyti nuotoliniais kartografavimo metodais Lietuvos Respublikos Vyriausybės (toliau – Vyriausybė) ar jos įgaliotos institucijos nustatyta tvarka.“ (Lietuvos Respublikos žemės mokesčio įstatymas, 2011). V. Daugalienė teigia, kad „per pastaruosius trisdešimt metų daugelyje ES šalių sumažėjo dirbamos žemės plotas ir priešais yra apleista žemės ūkio paskirties žemė. Žemės apleidimas yra tik pasekmė socialinių ir ekonominių problemų kaimo vietovėse. Intensyviai dirbamoms žemėms neilgas apleidimo tarpas yra naudingas, nes sumažėja tarša žemės ūkio veiklos. Bet apleidus buvusias pievas, kurios dažnai turtingos botanine prasme padaroma didelė žala bioįvairovei. Dėl šių priešais žemės apleidimas vis labiau kelia sprendimus priimančių asmenų susirūpinimą tiek nacionaliniame, tiek ES lygmenyje“ (Daugalienė, 2019). Apleis-

tų žemių plotai dako kraštovaizdį, neigiamai veikia šalies žemės ūkio plėtrą, apsunkina išteklių valdymą (Kuliešis, Šalengaitė, 2010: 116).

Tikslas: išnagrinėti Lietuvos Respublikos apleistų žemės ūkio paskirties plotų kitimą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Ištirti apleistų žemės ūkio žemių išsidėstymą Lietuvos teritorijoje.

2. Įvertinti apleistų žemių kitimą 2015-2019 laikotarpiu.

3. Išanalizuoti šių žemės plotų kaitą apskrityse, priklausomai nuo regionuose esančio našumo balo.

Tyrimo objektas – Lietuvos valstybės apleisti žemės ūkio paskirties žemės plotai.

Tyrimo metodai – straipsnyje naudota mokslinės literatūros, teisės aktų ir kitų dokumentų analizė. Taip pat buvo taikoma lyginamoji bei grafinė analizė.

1. Apleistų žemės ūkio paskirties žemės plotų valstybinė kontrolė

Žemės naudojimo valstybinės kontrolės tikslas – užtikrinti, kad valdant ir naudojant žemę būtų laikomasi Lietuvos Respublikos žemės įstatymo ir kitų įstatymų, reglamentuojančių žemės naudojimo priežiūrą, reikalavimų. Šiais metais Nacionalinė žemės tarnyba (NŽT) planuoja atlikti 12 tūkst. žemės naudojimo valstybinės kontrolės patikrinimų. Numatyta, kad daugiau kaip 60 proc. patikrinimų bus planiniai, likę – neplaniniai: pagal gautus skundus, prašymus arba pakartotiniai patikrinimai, siekiant įsitikinti, ar prieš tai nustatyti pažeidimai yra pašalinti. (Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos^a, 2019). 2019 metais buvo siekiama: sustiprinti žemės naudojimo valstybinę kontrolę tose teritorijose, kur daugiausia nustatyta apleistos žemės (valstybinės ir privačios) plotų; sustiprinti žemės naudojimo valstybinę kontrolę dėl kitos paskirties išnuomotų valstybinės žemės sklypų naudojimo bei kontrolę dėl savivaldybėms perduotos neatlygintinai naudotis panaudos teise valdomos žė-

mės naudojimo. Ypač didelis dėmesys bus kreipiamas ir į valstybės sienos apsaugos zonos teritorijose esančių žemės sklypų naudojimą (Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos^a, 2019).

NŽT direktorius Laimonas Čiakas pabrėžė jog „Išnagrinėjus 2018 metų žemės naudojimo valstybinės kontrolės duomenis, matyti, kad daugiausia pažeidimų nustatoma, kai žemės sklypai yra apleisti, netvaromi ir nedirbami. Vis dėlto dar nemaža dalis žemės savininkų ir naudotojų netinkamai prižiūri bei naudoja turimą žemę. Laimonas Čiakas atkreipė dėmesį, kad 2018 metais atliktų žemės naudojimo valstybinės kontrolės patikrinimų skaičius viršijo numatytą skaičių, tai sudaro 105,79 proc. NŽT žemės tvarkymo darbų plane numatytų patikrinimų“ (Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos^a, 2019).

Apleistoms žemės ūkio naudmenoms mažinti buvo priimtas LR Žemės ūkio ministro įsakymas (dėl apleistos žemės programos patvirtinimo (2011m. gruodžio 11 d. Nr. 3D-925 Vilnius). Pagrindinis programos tikslas – skatinti apleistos žemės naudojimą, kad joje būtų vykdoma žemės ūkio ar kita veikla. Programos uždaviniai: įtraukti į žemės valstybinę apskaitą apleistą žemę; aktyvinti žemės ūkio paskirties žemės rinkos procesus; sudaryti prielaidas racionalesniam žemės naudojimui; sudaryti prielaidas alternatyviam žemės naudojimui; sudaryti geresnes sąlygas apleistose žemėse plėtoti gyvulininkystę; inicijuoti tyrimus dėl žemės būklės pokyčių atsižvelgiant į jos apleidimo mastą ir laikotarpį (Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministro įsakymas..., 2011).

Siekiant nustatyti ir įvertinti apleistų žemės ūkio naudmenų pokyčius, pagal 2017–2018 m. palydovines nuotraukas ir atsižvelgiant į žemės sklypų savininkų bei kitų asmenų pateiktas pastabas 2018 metais atnaujintas Lietuvos Respublikos teritorijos apleistų žemių erdvinį duomenų rinkinys AŽ_DRLT. AŽ_DRLT duomenys naudojami apskaičiuojant žemės mokestį už apleistas žemės ūkio naudmenas. AŽ_DRLT objekto grafinio tikslumo kritinė paklaida – ne daugiau kaip 8 m.

2018 m. liepos 1 dieną šalyje buvo nustatyta 57,1 tūkst. ha apleistų žemės ūkio naudmenų – tai sudaro apie 1,7 proc. bendro žemės ūkio naudmenų ploto. Palyginti 2017 m. liepos 1 dieną buvo nustatyta 63,2 tūkst. ha apleistų žemės ūkio naudmenų – tai sudaro apie 1,9 proc. bendro žemės ūkio naudmenų ploto (Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos^b, 2019).

2. Apleistų žemės ūkio paskirties žemės plotų kaita 2015 – 2019 m.

Analizuojant NŽT prie Žemės ūkio ministerijos Lietuvos Respublikos žemės fondo 2015 – 2019 metų duomenis bei Žemės informacinės sistemos (ŽIS) duomenis, buvo parengtas apleistų žemės ūkio naudmenų plotų išsidėstymo žemėlapis (1 pav.).

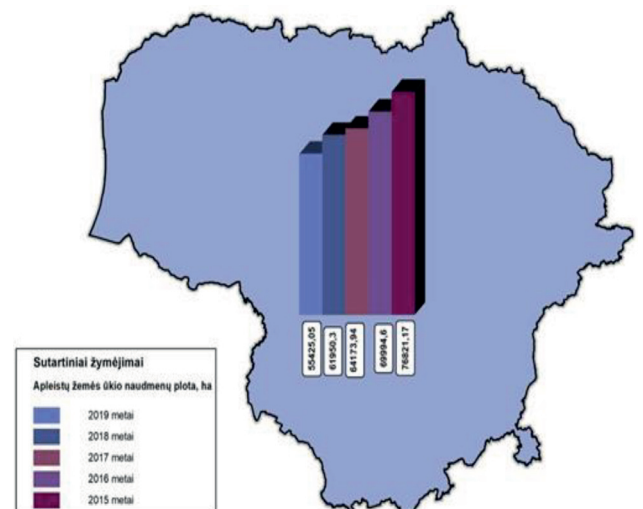


1 pav. Apleistų žemių išsidėstymas

Šaltinis: sudaryta autorių

Iš pateikto 1 paveikslas matome, kad didžiausia apleistų žemių sklaida yra Utenos, Vilniaus apskrityse, kur apleistų žemių plotai sudaro 0,025 % – 0,015 % viso teritorijos ploto.

Išnagrinėjus Lietuvoje apleistų žemės ūkio naudmenų penkerių metų duomenis (2 pav.) matome, ženklų apleistų žemės plotų sumažėjimą, kuris siekia 27,85 %.



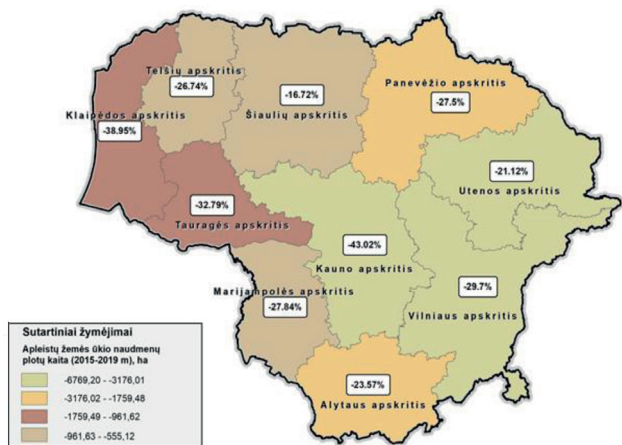
2 pav. Apleistų žemės ūkio naudmenų kaita 2015–2019 metais Lietuvoje

Šaltinis: sudaryta autorių

Nagrinėjant apleistų žemių paplitimą apskrityse (3 pav.), matome, kad daugiausiai apleistų žemės plotų nustatyta Vilniaus apskrityje 6769,2 ha, o mažiausiai 555,1 ha Telšių apskrityje.

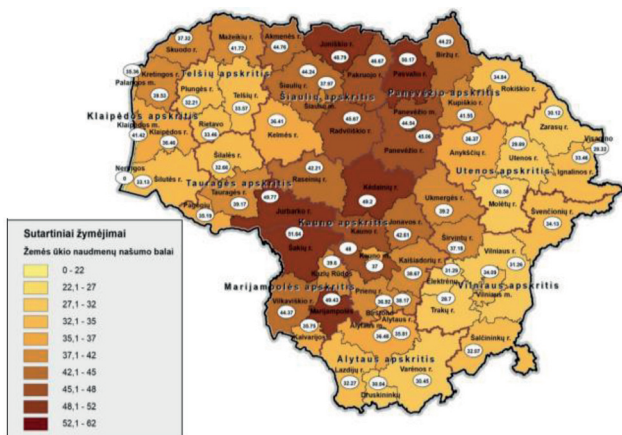
Apleistų žemių tankumą įtakoja žemės ūkio naudmenų našumo balas (Kuliešis, Šalengaitė, 2010: 116; Aleknavičius, 2007: 83-88). Našumo balą lemia žemės ūkio naudmenų dirvožemio tipologija, granulometri- nė sudėtis, žemių melioracinė būklė, užmirkimas, dirvožemių dangos įvairovė (margumo), akmenuotumas, agrocheminės savybės, klimato sąlygos bei bazinis balas.

Pagal atliktus žemės našumo rezultatus (Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministro įsakymas..., 2007) dirvožemis suskirstytas į 5 grupes (rūšis). I dirvožemių grupė – vyrauja



3 pav. Apleistų žemės ūkio naudmenų kaita apskrityse 2015–2019 metais

Šaltinis: sudaryta autorių



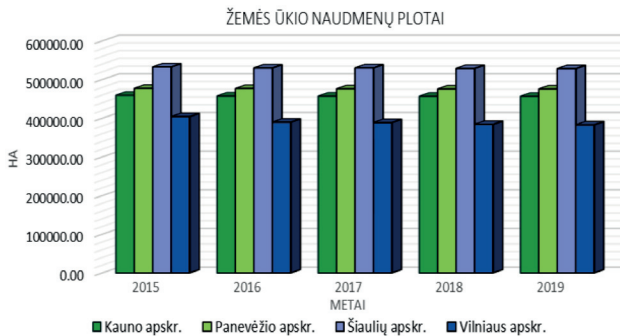
4 pav. Žemės ūkio naudmenų įvertinimas balais

Šaltinis: sudaryta autorių

labai geros ūkinės vertės (47,1-52,0 balai) dirvožemiai. II dirvožemių grupė – vyrauja geros ūkinės vertės (42,1-47,0 balai) dirvožemiai. III dirvožemių grupė – joje vyrauja vidutiniškos ūkinės vertės (37,0-42,0 balai). IV dirvožemių grupė – joje daugiausia prastokos ūkinės vertės (32,1-37,1 balo) dirvožemių. V dirvožemių grupėje – vyrauja prastos ūkinės vertės (27,1-32,0 balai) dirvožemiai (Mažvila, Lukšienė, Staugaitis, Mockevičius, 2015).

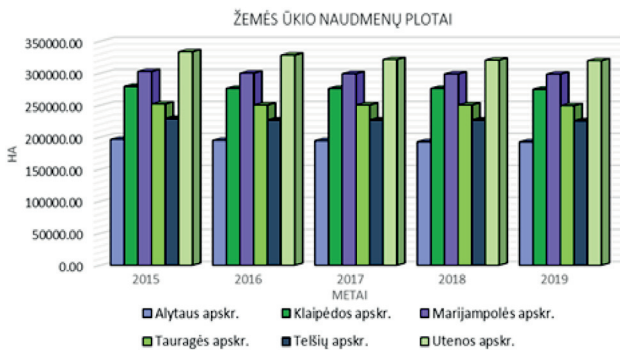
Pagal atvaizduotus duomenis (4 pav.) išskirti galime didesniu našumu pasižyminčią vidurio Lietuvą, kurioje našumo balas kinta nuo 42 iki 52 balų ir šiaurės vakarinę Lietuvos dalį, kur našumo balų rodikliai kinta nuo 35 iki 42 balų. Iš 4 pav. matyti, jog galime išskirti ir regionus, kuriuose našumo balas žemesnis – tai rytinė Lietuvos dalis bei Žemaičių aukštumoje, pajūryje esantys žemės plotai. Minėtose teritorijose nustatytas glaudus ryšys tarp našumo balo ir apleistų žemės plotų. Atlikus grafinę analizę matome, kad kuo teritorijos našumo balas yra aukštesnis, tuo mažiau nustatoma apleistų žemės plotų (5, 6 pav.).

Aukščiau pateiktose diagramose (5 ir 6 pav.) matome kaip kito žemės ūkio naudmenų plotai (ha) nuo 2015 iki 2019 metų. Visose apskrityse žemės ūkio naudmenų plotai mažėjo. Sparčiausiai žemės ūkio naudmenų plotai mažėjo Vilniaus ir Utenos apskrityse – 21411,17 ha ir 13822,68 ha.



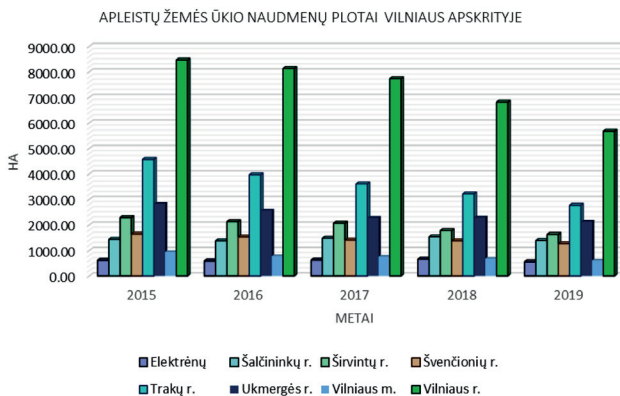
5 pav. Žemės ūkio naudmenų kaita apskrityse 2015–2019 metais

Šaltinis: sudaryta autorių



6 pav. Žemės ūkio naudmenų kaita apskrityse 2015–2019 metais

Šaltinis: sudaryta autorių



7 pav. Apleistų žemės ūkio naudmenų plotų kaita Vilniaus apskrityje 2015-2019 metais

Šaltinis: sudaryta autorių

Žemiau esančiame 7 paveiksle pateikiama apleistų žemės ūkio naudmenų plotų analizė Vilniaus apskrityje.

Iš 7 paveikslo matome, kad didžiausias apleistų žemių plotų mažėjimas Vilniaus apskrityje yra Vilniaus rajono savivaldybėje 2793,41 ha per penkerius metus, o lėčiausias mažėjimas Šalčininkų rajono savivaldybėje 47,35 ha./5 m. Nors Vilniaus rajono savivaldybėje apleistų žemių plotas yra didžiausias 2019 m. (buvo 5674,54 ha.), tačiau plečiantis priemiestinėms teritorijoms bei vykstant vidinei migracijai, dalis apleistų žemės plotų patenkančių į priemiestines teritorijas yra įtraukiamos į urbanizuotų teritorijų plėtrą.

Išvados

1. Išnagrinėjus Lietuvoje apleistų žemės ūkio naudmenų penkerių metų (2015-2019) duomenis ma-

- tome ženklų apleistų žemės plotų sumažėjimą, kuris siekia 27,85 %. Viena iš svarių priežasčių, lėmusių apleistų žemių mažėjimą – 2013 metais patvirtintas Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro įsakymas „Dėl Apleistų žemės ūkio naudmenų plotų nustatymo tvarkos aprašo patvirtinimo“ – nutarta apmokestinti jų savininkus bei nuomininkus (naudotojus) Savivaldybės tarybos nustatytais žemės ir žemės nuomos mokesčio tarifais.
- Nagrinėjant apleistų žemių paplitimą apskrityse nustatyta, kad daugiausiai apleistų žemės plotų yra Vilniaus apskrityje 6769,2 ha, o mažiausiai 555,1 ha Telšių apskrityje.
 - Žemės ūkio naudmenų plotai (ha) nuo 2015 iki 2019 metų visose apskrityse mažėjo. Sparčiausiai žemės ūkio naudmenų plotai mažėjo Vilniaus ir Utenos apskrityse – 21411,17 ha ir 13822,68 ha.
 - Didžiausias apleistų žemių mažėjimas Vilniaus apskrityje yra Vilniaus rajono savivaldybėje 2793,41 ha per penkerius metus, o lėčiausias mažėjimas Šalčininkų rajono savivaldybėje 47,35 ha./ 5 m. Nors Vilniaus rajono savivaldybėje apleistų žemių plotas yra didžiausias 2019 m. buvo 5674,54 ha., tačiau plečiantis priemiestinėms teritorijoms bei vykstant vidinei migracijai, dalis apleistų žemės plotų patenkančių į priemiestines teritorijas yra įtraukiamos į urbanizuotų teritorijų plėtrą.
 - Apleistų žemių tankumą lemia žemės ūkio naudmenų našumo balas. Išskirti galime Vidurio Lietuvą, kurioje našumo balas kinta nuo 42 iki 52 balų ir šiaurės vakarinę Lietuvos dalį, kur našumo balų rodikliai kinta nuo 35 iki 42 balų. Atlikus grafinę analizę matome, kad kuo teritorijos našumo balas yra aukštesnis, tuo mažiau nustatoma apleistų žemės plotų.
 - Atlikus grafinę analizę nustatyta, kad didžiausias apleistų žemės plotų mastas yra Baltijos aukštumų ruože bei Žemaitijos aukštumų ruože. Tokiam apleistų žemių išsidėstymui įtakoja ir kalvotas reljefas.
 - Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministro įsakymas *Dėl apleistos žemės naudojimo programos patvirtinimo*, 2011 m. gruodžio 16 d. Nr. 3D-925. [Žiūrėta 2019-11-10]. Prieiga per internetą <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.416006?jfwid=rivwzvvpvg>
 - Lietuvos Respublikos Žemės ūkio ministro įsakymas *Dėl žemės našumo vertinimo atnaujinimo*, 2007 m. liepos 31 d. Nr. 3D-359. [Žiūrėta 2019-11-10]. Prieiga per internetą <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.302576?jfwid=191fum803q>
 - Mažvila, J., Lukšienė L., Staugaitis G., Mockevičius, R. (2015). Lietuvos žemių našumas, *Mano ūkis*, 4, [Žiūrėta 2019-11-19]. Prieiga per internetą <https://www.manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/2015/04/lietuvos-zemiu-nasumas/>
 - Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos^a. (2019 m., kovo 6 d.). *NŽT stiprins žemės naudojimo valstybinę kontrolę – apleistos žemės plotų patikrą*, [Žiūrėta 2019-11-01]. Prieiga per internetą <http://www.nzt.lt/go.php/lit/Nzt-stiprins-zemes-naudojimo-valstybine-kontrolė--apleistos-zemes-plotu-patikra>
 - Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos^b. (2019 m., vasario 28 d.). *Lietuvoje mažėja apleistų žemių*, [Žiūrėta 2019-11-01]. Prieiga per internetą <https://zis.lt/lietuvoje-mazeja-apleistu-zemiu/>
 - Lietuvos Respublikos vyriausybės *Nutarimas dėl žemės naudojimo valstybinės kontrolės nuostatų patvirtinimo*, 1994 m. gruodžio 12 d. Nr. 1244. [Žiūrėta 2019-11-19]. Prieiga per internetą <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.15562/asr>
 - www.delfi.lt. (2019 m. birželio 6 d.). Nustatė, kurioje savivaldybėje apleistų žemės sklypų daugiausia, kurioje mažiausia. *Delfi*. [Žiūrėta 2019-11-04]. Prieiga per internetą <https://www.delfi.lt/agro/agroverslo-naujienos/nustate-kurioje-savivaldybeje-apleistu-zemes-sklypu-daugiausia-kurioje-maziausia.d?id=81385825>.

Management and Control of Abandoned Land in the Territory of Lithuania

Asta Anikėnienė¹, Natalija Augūnienė², Rūta Puzienė³

^{1,2}Vilnius kolege of Technologies and Design, Antakalnio str. 54, LT-10303 Vilnius

³Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius

Abstract. One of the most significant problems in land management is abandoned agricultural land. Abandoned land in Lithuania is unattended and not used for agricultural purposes. These abandoned areas undermine the country's landscape, grows up with the shrubs or low-value plants. The article analyses the change of abandoned agricultural land in 2015-2019, discusses the state control of land management in order to reduce the amount of abandoned land and the legal framework regulating land protection and control. Data visualization was performed using ArcGIS software.

Key words: Abandoned Land, Land Value, Areas of Land.

Literatūra

- Aleknavičius, P. (2007). Kaimiškųjų teritorijų žemės naudojimo problemos, *Žemės ūkio mokslai*, 1, 2424-4120.
- Daugalienė, V. (2019m., lapkričio 13d.). Europietiškas požiūris į apleistas žemes ir jų tvarkymo perspektyvas. [Žiūrėta 2019-11-18]. Prieiga per internetą <https://zum.lrv.lt/lt/naujienos/europietiskas-pozurius-i-apleistas-zemes-ir-ju-tvarkymo-perspektyvas>
- Kuliešis, G., Šalengaitė, D. (2010). Apleista žemė Lietuvoje: problemos, galimi sprendimo būdai, *Management theory and studies for rural business and infrastructure development*, 5 (24), 1822-6760.
- Lietuvos Respublikos žemės mokesčio įstatymas*, 2011, suvestinė redakcija nuo 2016-01-01 iki 2019-12-31, Nr. 163-7743. [Žiūrėta 2019-11-22]. Prieiga per internetą <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.D267FBDC094B/asr>

TARPTAUTINIŲ PERVEŽIMŲ GELEŽINKELIŲ TRANSPORTŲ ANALIZĖ

Janina Labutytė

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

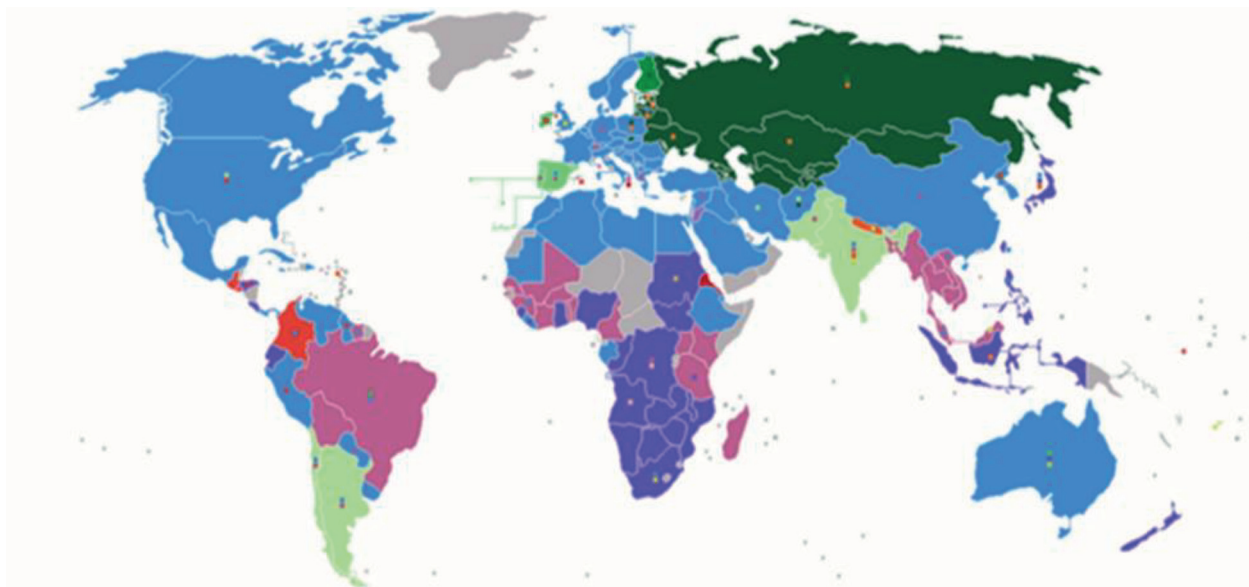
Anotacija. Atlikta tarptautinių geležinkelio vežimų technologijų analizė. Analizuojant buvo taikomi analitiniai ir praktiniai metodai bei asmeninė patirtis. Nustatyta, kad planuojant, organizuojant ir atliekant tarptautinius geležinkelio vežimus susiduriama su daugelių problemų, kurias galima išspręsti įvairiais būdais. Tarptautinių geležinkelio vežimo problemos kiekvienam geležinkeliui ir valstybei yra skirtingos, todėl ir sprendimo būdai yra skirtingi, nevienareikšmiški ir įvairūs. Dažniausiai tarptautinių vežimų problemos sprendžiamos kompleksiskai, naudojant įvairius krovinių ir keleivių vežimo būdus, pagrįstus ekonominiais apskaičiavimais ir suderintus atitinkamais tarptautiniais susitarimais ir sutartimis. Nuo tarptautinių geležinkelio vežimų tinkamų sprendimų priklauso sklandus ir efektyvus geležinkelių infrastruktūros valdytojų bei geležinkelio vežėjų darbas, saugus keleivių ir krovinių vežimas, optimalus transporto priemonių naudojimas, kokybiškas keleivių ir krovinių siuntėjų / gavėjų poreikių tenkinimas. Tinkami tarptautinių geležinkelio vežimų sprendimai įtakoja ne tik geležinkelių darbo efektyvumą bet ir valstybių ekonomiką bei tarptautinius santykius.

Reikšminiai žodžiai. Geležinkelis, valstybė, vežimai, vagonas, vėžės plotis, aširatis, geležinkelio stotis, nacionalinė teisė, tarptautinės organizacijos, tarptautinės sutartys, susitarimai.

Įvadas

„Tarptautiniai vežimai – tai tokie vežimai, kai vežimo procese dalyvauja dviejų ir daugiau šalių geležinkelių infrastruktūros valdytojai, o krovinių iškrovimo ir pakrovimo vietos yra skirtingose valstybėse“ (1). Pasaulyje yra virš 200 valstybių ir daugelyje iš jų yra geležinkeliai, kuriais atliekami ne tik vidaus bet ir tarptautiniai keleivių ir krovinių vežimai. Planuojant, organizuojant ir atliekant tarptautinius geležinkelio vežimus susiduriama su daugelių problemų, kurias spręsti galima įvairiais būdais. Šios problemos kie-

kvienam geležinkeliui ir valstybei yra skirtingos, todėl ir sprendimo būdai yra įvairūs. Dažniausiai tarptautinių vežimų problemos sprendžiamos kompleksiskai, naudojant įvairius krovinių ir keleivių vežimo būdus, pagrįstus ekonominiais apskaičiavimais ir suderintus atitinkamais tarptautiniais susitarimais ir sutartimis. Nuo tarptautinių geležinkelio vežimų tinkamo organizavimo ir tinkamo problemų sprendimo priklauso ne tik geležinkelių bet ir valstybių ekonomika bei tarptautiniai santykiai. Taip pat nuo tinkamo tarptautinių geležinkelio vežimų problemų sprendimo priklauso sklandus ir efektyvus geležinkelių ir vežėjų darbas,



mm	1676	1668	1600	1524	1520	1435	1372	1067	1050	1000	950	914	762	750	610	600
ft in	5'6"	5'5.67"	5'3"	5'	4'11.8"	4'8.5"	4'6"	3'6"	3'5.3"	3'3.4"	3'1.4"	3'	2'6"	2'5.5"	2'	1'11.6"

1 pav. Pasaulio valstybės ir geležinkelių vėžės plotis

saugus keleivių ir krovinių vežimas, optimalus transporto priemonių panaudojimas, kokybiškas keleivių ir krovinių siuntėjų / gavėjų poreikių tenkinimas.

1. Tarptautinių geležinkelio vežimų problemos

Atlikus tarptautinių geležinkelio vežimų technologijų analizę nustatyta, kad planuojant, organizuojant ir atliekant tarptautinius geležinkelio vežimus susiduriama su įvairiomis problemomis, pavyzdžiui dėl:

- valstybių geografinės padėties;
- geležinkelių skirtingo vėžės pločio;
- skirtingos kalbos ir nacionalinės teisės.

Norint vežti keleivius ir krovinius į / iš kitas valstybes, pavyzdžiui į / iš Didžiąją Britaniją, JAV, Suomiją, Kiniją ar kitas valstybes susiduriama su problemomis dėl valstybių geografinės padėties nes:

- valstybės būna nutolusios viena nuo kitos;
- kad pasiekti kitas valstybes būtina įveikti vandens kliūtis;
- trumpesnis ir greitesnis maršrutas tęsiasi per mares ar vandenynus.

Taip pat valstybėse į / iš kurių važiuojama gali būti skirtingas vėžės plotis, pavyzdžiui, norint vežti krovinius geležinkeliais iš Lietuvos į Kiniją, kurios vėžės plotis 1435 mm, būtina važiuoti per valstybes, kurių vėžės plotis yra 1520 mm. Be to, atliekant tokius vežimus susiduriama su šių valstybių skirtinga nacionaline teise ir skirtingomis kalbomis.

Įvardytoms ir kitoms tarptautinių geležinkelio vežimų problemoms spręsti taikomi įvairūs būdai, sutartis ir susitarimai.

2. Problemų dėl geografinės padėties sprendimas

Norint vežti keleivius ir krovinius į / iš valstybes, kurios yra nutolusios nuo Lietuvos Respublikos, anali-



2 pav. Lietuvos Respublikos geografinė padėtis

zuojama šių valstybių geografinė padėtis, vežimo į jas mastai bei galimi vežimo variantai. Vienu iš tokių variantu yra oro transporto naudojimas. Tačiau vežimai oro transportu nors ir yra greičiausi, bet yra brangiausi ir ekonomiškai apsimoka tik tais atvejais, kai vežami vienetiniai kroviniai ir nedideliais kiekiais (3 pav.). Todėl didelių srautų kroviniams vežti naudojami įvairiarūšiai transportavimo būdai, konteineriai, pusprėkabės, keltai.

„Įvairiarūšis yra toks transportavimo būdas (ITB), kai kroviniai iš siuntimo vietos į paskirties vietą gabunami nuosekliai keliomis transporto rūšimis, pačių krovinių neiškrovus panaudojant fizinę perkrovimo infrastruktūrą – įvairiarūšio transporto terminalą (ITT). Tokiu būdu vežami kroviniai vežami tokiu būdu yra supakuojami į įvairiarūšius krovos vienetus (ĮKV) – konteinerius arba pusprėkabes. Kartais, ypač kalbant apie Europos transportą įvairiarūšis transportas dar vadinamas mišriuoju transportu.“ (1).

Dažnai tokie vežimai vadinami intermodaliniais, o traukiniai, kuriais vežami ĮKV – intermodaliniais traukiniais.



3 pav. Krovinių vežimas oro transportu



4 pav. Vežimas įvairiomis transporto rūšimis



5 pav. Lietuvos geležinkelių intermodaliniai traukiniai



6 pav. Konteinerinis traukinys Kenos geležinkelio stotyje

„Mišrieji vežimai – tai tokie vežimai, kai krovinius gabenamas dviejų ar trijų skirtingų rūšių transportu“ (1).

Atliekant mišriuosius vežimus kroviniai iš siuntimo vietos į paskirties vietą vežami keliomis transporto rūšimis, perkraunant juos iš vienos transporto rūšies į kitą. Pavyzdžiui, tokiu būdu tikslinga vežti biriuosius ir skystus krovinius, perkraunant juos į / iš geležinkelio vagonų į specialių laivų bunkerius ar talpas.



7 pav. Grūdų perkrovimas iš vagonų į laivą

Taip pat geografinės padėties problemoms spręsti ir kroviniams vandeniu vežti plačiai naudojami specialūs geležinkelio keltai, gabenantis ne tik atskirus vagonus, bet ir keleivinius traukinius ir net po kelis šimtus prekiinių vagonų vienu metu (8 pav.).



8 pav. Geležinkelio keltai

Vežimai keltais tikslingi, kai, kad pasiekti kitas valstybes, būtina įveikti vandens kliūtis arba kai trumpesnis ir greitesnis maršrutas tęsiasi per mares ar van-

denynus. Be to, vežant keltais ar laivais dažnai išvengiama tranzitinių vežimų per trečiąsias šalis, dėl ko išvengiama papildomų teisinių ir organizacinių klausimų, sumažėja vežimų rizika, kaina ir laikas.

Kroviniams keltais iš Klaipėdos į Mukraną (Zasnicas, Vokietija) vežti Lietuvoje buvo pastatyta Draugystės geležinkelio stotis, iš kurios prieš 30 metų kursavo dviaukščiai keltai gabenantys po 4 traukinių sąstatus kasdien (9 pav.). Tačiau po Lietuvos nepriklausomybės atkūrimo ir Rusijai organizavus keltų kursavimą iš Ust-Lugos į Zastnicą, krovinių srautas per Lietuvos teritoriją sumažėjo ir keltų kursavimą iš Klaipėdos uosto į Vokietiją teko nutraukti.



9 pav. Draugystės geležinkelio stoties kelto prieplauka

Tačiau Rumunija, Bulgarija, Ukraina, Gruzija, Azerbaidžanas, Turkija ir kitos valstybės intensyviai naudoja keltus tarpusavyje kroviniams ir keleiviams vežti (10 pav.).



10 pav. Keltų maršrutai Juodojoje jūroje

3. Problemų dėl skirtingo geležkelių vėžės pločio sprendimas

Vežant į / iš / per kitas valstybes ir net į / iš / per kaimynines valstybes dažnai susiduriama su problemomis dėl geležkelių vėžės skirtingo pločio (pasaulio valstybių geležkelių vėžės plotis pavaizduotas 1 paveiksle).

Kaip matoma, net vežant į / iš / per kaimyninę Lenkiją ar į Kiniją būtina spręsti skirtingo geležkelių vėžės pločio klausimus, nes Lietuvos geležkelių plotis pagrįdė yra 1520 mm, o išvardytų valstybių – 1435 mm.

Skirtingo vėžės pločio problemoms spręsti, priklausomai nuo aplinkybių, taikomi įvairūs būdai:

- tesiami kito pločio vėžės keliai;
- kroviniai perkraunami iš vienos vėžės vagonų į kito pločio vėžės vagonus;
- keičiami vagonų vėžimėliai;
- naudojami vagonų vėžimėlių pločio keitimo įrenginiai ir specialūs vagonai su besikeičiančiu aširačių pločiu;
- įrengiamos specialios rampos savaeigiai technikai iš vieno pločio vėžės vagonų pervažiuoti į kito vėžės pločio vagonus.

Mums geriausiai žinomas kito pločio vėžės tiesimo pavyzdys – tai Rail Baltica kelias, kuris jau sujungė Kauno geležinkelio stotį su Lenkijos geležinkeliais ir ateityje tęsis per Vokietijos, Latvijos, Estijos ir Suomijos geležinkelius (11, 12 pav.).



11 pav. Rail Baltica geležinkelio projektas



12 pav. Rail Baltica kelių tiesimo variantai

Šiuo metu kleiviams vežti nuo / iki Lenkijos geležinkelių Balstogė (Bialystok) stoties iki / nuo Kauno kursuoja 1435 mm pločio vėžės keleivinis traukinys (13 pav.) bei tęsiamas kelias iki Palemono stoties prekiniams traukiniams vežti. Ateityje planuojama, kad keleiviai bus vežami iki /

nuo Vilniaus stoties, o dalis krovinių perkraunama Palemono stotyje.



13 pav. Traukinys Kaunas-Balstogė (Bialystok)

Šiuo metu kroviniai iš 1435 mm pločio vagonų į 1520 mm vagonus ir atvirkščiai perkraunami Mockavos ir Šeštokų geležinkelio stotyse (14, 15 pav.).



14 pav. Šeštokų geležinkelio stotis

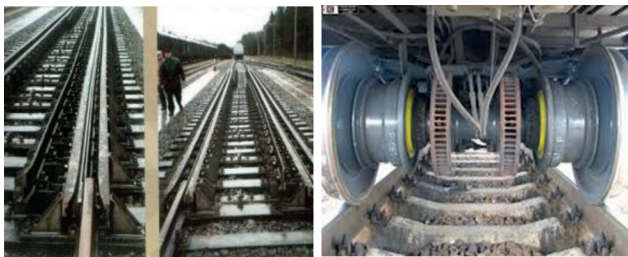


15 pav. Mockavos geležinkelio stotis

Igyvendinus visą Rail Baltica projektą galima bus geležinkeliais vežti keleivius be persėdimo ir krovinius be perkrovimo iš / į vakarų Europos valstybių ne tik į Lietuvą bet ir į Latviją, Estiją, Suomiją.

Skirtingo vėžės pločio problemoms spręsti taip pat naudojami vagonų vėžimėlių pločio keitimo įrenginiai ir specialūs vagonai su besikeičiančiu aširačių pločiu (16 pav.).

Vagonų vėžimėlių pločio keitimo įrenginys yra Mockavos geležinkelio stotyje, per kurį prieš keletą



16 pav. Vagonų aširačių pločio keitimo įrenginys ir specialus vagonas su besikeičiančiu aširačių pločiu

metų važiuojami kelviniai traukiniai ir buvo vežami specialūs prekiniai vagonai, kurių Lietuvoje buvo tik 8. Šiuo metu šis įrenginys naudojamas kaip mobilų rampa savarakiškai pervažiuoti iš 1435 mm vėžės pločio vagonų į 1520 mm ir atvirkščiai (17 pav.).



17 pav. Mobilus rampa Mockavos stotyje

Taip pat skirtingo vėžės pločio problemoms spręsti naudojamas vagonų vėžimėlių keitimas, pvz. Ukrainos-Lenkijos, Baltarusijos-Lenkijos, Kazachstanas-Kinijos pasienyje (18 pav.).



18 pav. Vėžimėlių keitimas pasienio stotyje

Vėžimėlių keitimas naudojamas daugelyje geležinkelių, nes nereikalingas krovinių perkrovimas ir keivių persėdimas į kitos vėžės vagonus. Tačiau šiai procedūrai atlikti reikalingi atitinkami įrenginiai, vėžimėlių apskaita, darbuotojai ir papildomas laikas vėžimėliams pakeisti, todėl kai kur lygiagrečiai atliekamas ir krovių / konteinerių / konteinerių perkrovimas.

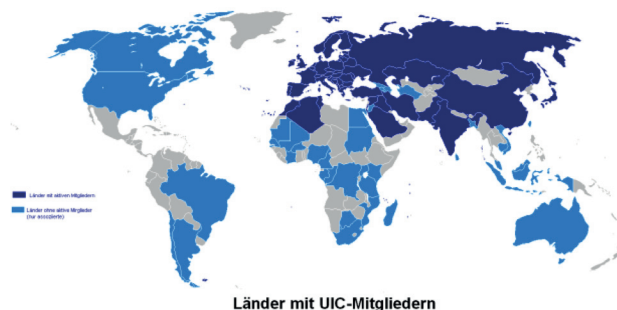
4. Problemų dėl skirtingų kalbų ir nacionalinės teisės sprendimas

Kad įvykdyti tarptautinius geležinkelio vežimus, įveikti skirtingo vėžės pločio problemas ir įgyvendinti intermodalinius, multimodalinius ir kitokius vežimus bei vežimus tarptautiniais geležinkelio keltais būtina išspręsti skirtingų kalbų ir įvairių valstybių nacionalinės teisės klausimus.

„Nacionalinė teisė – konkrečios valstybės teisė, teisės sistema, sankcionuota kompetentingų valstybės institucijų, viešai paskelbtos, visuotinai privalomos teisės normos, galiojančios atitinkamoje valstybėje arba jų asmenų – piliečių ir nacionalinės priklausomybės juridinių asmenų – atžvilgiu.“ (2).

Problemos ir klausimai, susiję su skirtinga įvairių valstybių kalba ir nacionalinės teisės reikalavimais, sprendžiami įvairiose geležinkelio, transporto ir kituose tarptautinėse organizacijose, bendrų taisyklių, susitarimų, sutarčių ir konvencijų pagrindais, priimtinais visoms vežime dalyvaujančioms šalims. Be to, tarptautiniams vežimams tarp konkrečių valstybių organizuoti ir vykdyti pasirašomi atitinkami dvišaliai ar daugiašaliai susitarimai ir sutartys.

Valstybių ir geležinkelių dalyvavimo tarptautinėse organizacijose pavyzdžiai pateikti 19-21 paveiksluose.

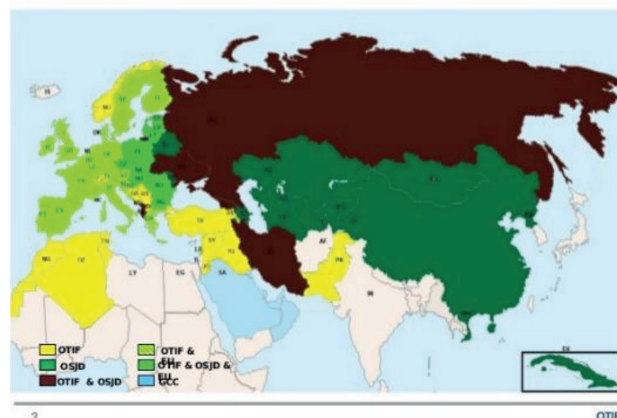


19 pav. Tarptautinės geležinkelių sąjungos (UIC) nariai



20 pav. Geležinkelių bendradarbiavimo organizacijos (OSŽD) nariai

The Organisation's mission: Unified railway law to connect Europe, Asia and Africa

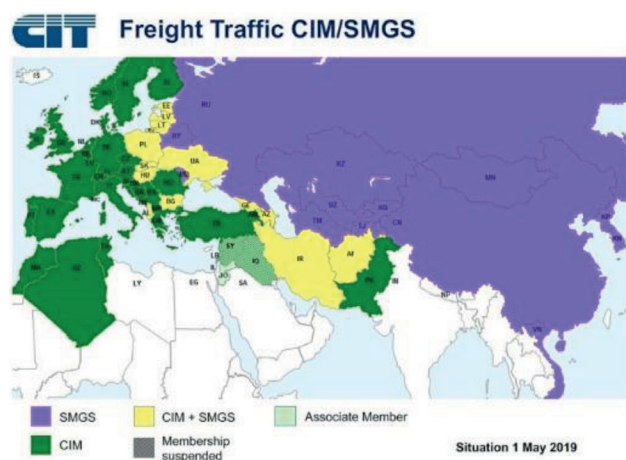


21 pav. Tarpvyriausybinių tarptautinių vežimų geležinkeliais organizacijos (OTIF) ir OSŽD nariai

Lietuvos geležinkeliai dalyvauja šių tarptautinių organizacijų veikloje:

- Tarptautinis atsiskaitymų centras (BCC)
- Europos geležinkelių inžinierių asociacijų sąjunga (UEEIV)
- Europos intermodalinio transporto asociacija (EIA)
- Geležinkelių įmonių policijos saugos organizacijų bendradarbiavimo organizacija (COLPOFER)
- Tarptautinė Transsibiro pervežimų koordinacinė taryba (KSTP)
- Tarptautinis geležinkelių transporto komitetas (CIT)
- Europos Geležinkelio įmonių ir infrastruktūros valdytojų bendrija (CER)
- Geležinkelių bendradarbiavimo organizacija (OSŽD)
- Europos geležinkelių agentūra (ERA)
- Tarptautinė geležinkelių sąjunga (UIC)
- 1520 Strateginė partnerystė
- Tarpvyriausybė tarptautinių vežimų geležinkeliais organizacija (OTIF)
- NVS šalių, Estijos, Latvijos, Lietuvos ir Bulgarijos geležinkelių transporto taryba (GTT)
- RailNetEurope (RNE) Europos Geležinkelių infrastruktūros valdytojų ir pajėgumų skirstytojų asociacija.

Remdamiesi kartu parengtais teisės aktais, Lietuvos ir kitų valstybių geležinkeliai ir vežėjai planuodami, organizuodami ir vykdydami krovinių ir keleivių vežimus tarptautiniais maršrutais vadovaujasi tarptautiniais krovinių ir keleivių vežimo geležinkeliais susitarimais (SMGS, SMPS, RID), Tarptautinio vežimo geležinkeliais sutartimi (COTIF), prekinė ir keleivinių vagonų naudojimo taisyklėmis (PGV, PPV, AVV), kitais tarptautiniais susitarimais, sutartimis, teisės aktais ir norminiais dokumentais, naudojami vieningi keleivių bilietai ir krovinių važtos dokumentai (22 pav.)



22 pav. CIM/SMGS važtos dokumentų naudojimas

Tačiau, planuojant, organizuojant ir vykdydant tarptautinius keleivių ir krovinių vežimus problemos ir

įvairūs klausimai sprendžiami nevienareikšmiškai, o kompleksiskai ir kūrybiškai glaudaus bendradarbiavimo, dvišalių ir daugiašalių susitarimų pagrindais.

Išvados

Tarptautinių geležinkelio vežimų technologijų ir problemų sprendimo analizė parodė, kad tarptautinių vežimo būdai ir problemų sprendimai gali būti skirtingi ir negali būti sprendžiami visur vienareikšmiškai ir vienodai, nes net dviejų kaimyninių valstybių vienoje pasienio perėjoje gali būti naudojamas keletas įvairių keleivių ir krovinių vežimo būdų ir taikomi įvairūs problemų sprendimo variantai, pvz., tarp Lietuvos ir Lenkijos. Todėl dažniausiai tarptautinių vežimų organizavimo būdai sprendžiami kompleksiskai, naudojant įvairius krovinių ir keleivių vežimo variantus, pagrįstus ekonominiais apskaičiavimais ir suderintus atitinkamais tarptautiniais susitarimais ir sutartimis.

Nuo tarptautinių geležinkelio vežimų tinkamo organizavimo priklauso sklandus ir efektyvus geležinkelių infrastruktūros valdytojų bei geležinkelio vežėjų darbas, saugus keleivių ir krovinių vežimas, optimalus transporto priemonių panaudojimas bei kokybiškas keleivių ir krovinių siuntėjų / gavėjų poreikių tenkinimas. Tinkami tarptautinių geležinkelio vežimų sprendimai įtakoja ne tik geležinkelių darbo efektyvumą bet ir valstybių ekonomiką bei tarptautinius santykius.

Literatūra ir informacijos šaltiniai

1. VAIČIŪNAS, Gediminas ir kt. *Geležinkeliai. Bendrasis kursas: vadovėlis*. Vilnius, Technika: 2018. ISBN: 9786094760938.
2. https://lt.wikipedia.org/wiki/Nacionalinė_teisė
3. <http://cargo.litrail.lt/en/konteineriniai-vezimai>
4. <https://www.litrail.lt/rail-baltica>
5. http://www.revistamiscarea.ro/wp-content/uploads/2013/01/VarnaWorkshop_Session3_Alexander_Gevrek.pdf
6. https://www.transru.ru/services/sea_and_river_transport/articles/klaipeda_ferry_complex.php
7. <https://naparome.ru/maps.html>
8. <https://www.litrail.lt/dalyvavimas-organizacijose>
9. <http://www.osjd.org>
10. <https://uic.org/>
11. <https://otif.org/en/>
12. <https://www.railwaypro.com/wp/otif-and-chinese-national-rail-administration-sign-agreement/>
13. <https://www.globalrailwayreview.com/article/80492/new-legal-regime-rail-freight/>
14. <https://www.sva.nl/weg-en-wagen/digitalisation-transport-documents-rail>
15. <https://www.sovetgt.org/>
16. https://lt.wikipedia.org/wiki/Vaizdas:Lithuania_in_Europe.svg
17. <https://lt.wikipedia.org/wiki/Valstyb%C4%97>
18. <https://lt.wikipedia.org/wiki/%C5%A0alis>

KROVININIŲ AUTOMOBILIŲ PADANGŲ ILGAAMŽIŠKUMAS IR JO ĮTAKA TRANSPORTAVIMO SĄNAUDOMS

Rolandas Vitkūnas, Aušra Špuraitė

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

Anotacija. Straipsnyje nagrinėjama krovininių automobilių padangų ilgaamžiškumo svarba ekologiniais ir ekonomiais aspektais. Aprašoma galimybė paskaičiuoti padangų eksploatacijos savikainai bei nagrinėjami skirtingi skaičiavimo metodai. Pateikiama padangų dėvėjimosi skirtumai, jas eksploatuojant automobiliuose, skirtuose krovininiams vežti. Iškiriama vairuojamosios, varančiosios ir priekabos ašys. Pateikiami statistiniai padangų dėvėjimosi duomenys, gauti eksperimento matavimų metu. Analizuojama padangų eksploataavimo kaštai, įvertinant eksploatacijos sąlygas. Aptariama padangų protektoriaus restauravimo – atnaujinimo galimybės ir nauda. Gauta padangų ant vairuojamosios ašies eksploatacijos kaina kilometrui yra nuo 0,097 iki 0,217 Euro cento. Apskaičiuota padangų ant varančiosios ašies eksploatacijos kaina kilometrui yra nuo 0,075 iki 0,247 Euro cento, o restauruotos padangos – 0,067 Euro cento. Apskaičiuota priekabos padangų eksploatacijos kaina kilometrui yra nuo 0,081 iki 0,156 Euro cento, o restauruotos padangos – 0,079 Euro cento. Restauruotų padangų naudojimas teikia įmonei ekonominę naudą: naudojant ant varančiosios ašies 11 proc., o ant priekabų ir puspriekabių – 2,5 proc. Padangų su sudilusiu protektoriumi restauravimas ir restauruotų padangų naudojimas prisideda prie aplinkos taršos padangų atliekomis mažinimo.

Reikšminiai žodžiai: krovininių automobiliai, padangos, padangų eksploataavimo ilgaamžiškumas, savaikaina.

Įvadas

Transportuojant krovininius kelių transportu įmonės kelia vieną pagrindinių tikslų – sumažinti transportavimo sąnaudas, tokiu būdu likti konkurencingais rinkoje ir veikti pelningai. Analizuojant sąnaudas, išskiriama kelios jų grupės (Jacyna M., Wasiak M., 2015): išlaidos, susijusios su transporto priemone; kelių mokesčiai; vairuotojo darbo sąnaudos. Žinoma nereiktų dar paminėti administracinių sąnaudų dalies (Janic M., 2007). Analizuojant išlaidas, susijusias su transporto priemone, išskiriama: transporto priemonių kaina/ nusidėvėjimas; periodinės techninės apžiūros; transporto priemonių draudimas; transporto priemonių mokestis; degalų sąnaudos; padangų nusidėvėjimas; techninės paslaugos ir remontas; ekologiniai mokesčiai; eksploatacinės medžiagos (Hanssen at al., 2012; Kot S, 2015). Didžiausia sąnaudų, susijusių su transporto priemone, dalis tenka kurui (40–60 proc.), tuo tarpu padangų nusidėvėjimas sudaro apie 5 proc. tačiau net ir palyginti nedidelė sąnaudų dalis yra svarbi, siekiant ją sumažinti dėl bendrųjų sąnaudų minimizavimo.

Svarbus tikslas, keliamas transportui, yra keliamos krovininių transportavimo metu taršos mažinimas (McKinnon A. et al, 2018). Suvartotos energijos efektyvumas skaičiuojamas kaip nuvažiuoto atstumo ir suvartotos energijos santykis. Atitinkamai suvartotos energijos vienetas turi taršą, kuri pasireiškia CO₂ ir kitų kenksmingų dujų atitinkamu kiekiu. Nereikia pamiršti ir kitų neigiamų transportavimo padarinių nuvažiuotam atstumui ar važiavimo trukmei, ne viską lemia suvartotos energijos vienetas. Reikia vertinti ir triukšmo poveikį aplinkai, vibracijas, avarijas ir kt. Pagal Myrsini Gianouli *et al* (2007) pasiūlytą modelį transporto priemonių atliekoms vertinti paskaičiuota, kad Vokietijos, Jungtinės Karalystės, Prancūzijos ir Italijos eksploatuojamų kelių transporto priemonių du didžiausi atliekų šaltiniai

yra padangos ir eksploataciniai skysčiai. Padangos sudaro 43 proc., o eksploataciniai skysčiai – 35 proc. Tarpautinės organizacijos ir šalių vyriausybės nustatė taršos šiltnamio efektą sukeliančiomis dujomis (ŠESD) mažinimo tikslus (McKinnon A. et al, 2018). Kelių transporto tarša ŠESD priklauso nuo transporto priemonių savybių (tipas, amžius, padangos, degalai, kėbulo tipas, priežiūra) ir jos išnaudojimo (krova, darbo sąlygos, eismo sąlygos, vairuotojo elgsena). Siekiant sumažinti kelių transporto taršą reikia derinti abu veiksnius. Kai kurių šalių vyriausybė jau yra išdėsčiusios aiškius tvaraus krovininių transportavimo tikslus. Vienas jų: iki minimumo sumažinti taršą ir mažinti ŠESD išlakas (McKinnon A. et al, 2018). Kaip sudėtinė dalis taršos mažinimo priemonių, nagrinėjama padangų naudojimo ilgaamžiškumas. Padangų eksploatacijos eigoje atsiranda padangų dilimo teršalai bei nebetinkamų naudoti padangų.

Darbo tikslas – nustatyti krovininių automobilių padangų dėvėjimosi kaštus atliekant krovininių transportavimą.

Uždaviniai:

1. Atlikti teorinę krovininių automobilių padangų savikainos skaičiavimo analizę.
2. Atlikti autotransporto įmonių darbuotojų apklausą dėl padangų eksploataavimo ilgaamžiškumo krovininiame transporte.
3. Atlikti padangų dėvėjimosi krovininiame transporte praktiniais matavimus.
4. Pateikti apibendrintas išvadas.

1. Padangų ridos savikainos teoriniai skaičiavimai

Kiekviena įmonė stengiasi sumažinti sąnaudas, todėl kiekvieną sąnaudų rūšį būtina kiek įmanoma tiks-

liau apskaičiuoti. Automobilių padangų naudojimas yra viena transporto priemonės sąnaudų dalių, kurią taip pat reikia apskaičiuoti, analizuoti ir minimizuoti.

Kartais transportavimo paslaugos užsakovas nori matyti tikslias transportavimo sąnaudas. Taip pat transporto įmonės vadovams, atliekantiems veiklos analizę, svarbu matyti bendras kiekvieno atskiro vežimo sąnaudas bei jų struktūrą. Todėl šalia kitų sąnaudų svarbu apskaičiuoti kiek konkrečiam krovinio pristatymui tenka padangų naudojimo sąnaudų. Tikslias sąnaudas padangoms galėtume nustatyti apskaičiavę padangų nudylimo procentą atskiram vežimui. Tam reiktų tiksliai pamatuoti kiekvienos padangos protektoriaus gylį prieš ir po reiso ir paskaičiavus kokia procentinė protektoriaus dalis sudilo, gautą reikšmę padauginę iš padangos kainos (1 f-lė, sudaryta autorių). Tačiau yra pakankamai imlu ir sudėtinga tiksliai pamatuoti padangos po kiekvieno reiso nusidėvėjimą, nes važiuojant trumpais atstumais, protektoriaus gylio pokytis yra neženklus.

$$Q_s = \sum_{i=1}^n \left(\frac{(k_1^i - k_2^i)}{(k_0^i - k_{\min}^i)} P_i \right), \quad (1)$$

čia Q_s – kelių transporto priemonės sąnaudos padangoms, Eur; k_1^i – i-osios padangos protektoriaus gylis prieš reisą, mm; k_2^i – i-osios padangos protektoriaus gylis po reiso, mm; k_0^i – i-osios naujos padangos protektoriaus gylis, mm; k_{\min}^i – i-osios padangos protektoriaus minimalus leistinas gylis (maksimaliai susidėvėjęs), mm; P_i – i-osios padangos kaina, Eur; n – padangų skaičius transporto priemonės (automobilio ir priekabos/puspriekabės).

Kitas, techniškai paprastesnis duomenų gavimo ir savikainos apskaičiavimo būdas būtų fiksuoti padangų ridą kiekviename reise. Konkretaus reiso ir padangos maksimalios ridos dydžių proporciją padauginę iš padangos kainos, apskaičiuotume to reiso padangos naudojimo savikainą. Transporto priemonės visų padangų naudojimo savikainą apskaičiuotume sudėję visų tame reise naudotų padangų savikainos rodiklius.

$$Q_s = \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_i}{S_{\max}} P_i \right), \quad (2)$$

čia Q_s – kelių transporto priemonės sąnaudos padangoms, Eur; S_i – i-osios padangos rida reiso metu, km; S_{\max} – i-osios padangos galima maksimali rida iki protektoriaus leistino susidėvėjimo, km; P_i – i-osios padangos kaina, Eur; n – padangų skaičius transporto priemonės (automobilio ir priekabos/puspriekabės).

2. Padangų krovininiams automobiliams tipai ir kainos

Padangų krovininiams automobiliams gamintojai išskiria kelių tipų padangas pagal jų skirtingas apkrovas ant skirtingos paskirties automobilių ašių. Padangos išskiriamos varančiąjai ašiai, priekinei ašiai, prieka-

bos ašims ir universalios. Toks padangų krovininiams automobiliams skirstymas pateiktas 1 pav.

Padangų restauravimas krovininių automobilių padangoms atliekamas tam tikra technologija. Prieš restauraciją senasis padangos protektorius yra nuskutamas iki karkaso. Po to viskas kruopščiai apžiūrima, tikrinama ar padangos karkasas nebuvo pažeistas. Jei padangos karkasas plonas ir nepatvarus (priklausomai nuo gamintojo), tokių padangų restauruoti nepatariama.



1 pav. Krovininių automobilių padangų tipai

Šaltinis: sudaryta autorių

Restauruoti galima dviem būdais: šaltuoju ir karštuoju. Karštasis restauravimas – naujas protektorius yra uždedamas kartu su naujais padangos šonais. Manoma, kad toks būdas geresnis, tačiau jis turi vieną trūkumą. Pirkėjas nežino, kokio gamintojo padanga, ar ji turi kokybišką karkasą (kuris yra restauravimo pagrindas). Šaltasis restauravimas pasižymi tuo, kad ant viršaus uždedamas tik naujas protektorius, o padangos šonai nekeičiami. Pirkėjas mato, ant kokio gamintojo padangos buvo uždėtas naujas protektorius. Vežėjai restauruotas padangas linkę naudoti priekaboms.

Pagal Lietuvos Respublikoje galiojančias kelių eismo taisyklę N2, N3, O3 ir O4 klasių transporto priemonėms leistinas minimalus padangų protektoriaus gylis yra 1 mm. Atlikus interviu su transporto įmonių darbuotojais paaiškėjo, kad dažniausiai ant vilkiko ašių padangos naudojamos, kol protektoriaus gylis pasiekia 3 mm gylį. Tai yra pagirtina saugumo požiūriu. Tuo tarpu ant priekabų kartais pasitaiko ir visiškas protektoriaus sudylimas.

Daugelio šalių reglamentai numato, kad galima gylinti sunkvežimių padangų protektorių, jei ant šoninių sienelių yra užrašas „Regroovable“ arba simbolis U.

Krovininių automobilių padangų kainos pasižymi didele įvairove. Žinoma, jos priklauso nuo padangos gamintojo. 1 lentelėje pateiktos krovininių automobilių gamintojų padangų, kurios buvo testuotos ridai, kainos. Lentelėje taip pat galima matyti restauruotos padangos kainą.



2 pav. Krovininių automobilių padangų pavyzdžiai: a) priekinės ašies; b) varančiosios ašies; c) priekabos; d) universalios

Galime trumpai aptarti restauruotos padangos kainos struktūrą. Padanga tinkanti restauruoti kainuoja 30 Eur/vnt., padangos restauravimas nuo 110 iki 150 plius PVM Eur/vnt. Kainų analizė atlikta apklausus transporto įmonių vadovčius ir apibendrinus bei išanalizavus iš transporto bei padangas restauruojančių įmonių gautus duomenis.

1 lentelė. Padangų kainos (Šaltiniai: www.autokamera.lt, www.padanguparduotuve.lt, beriva.lt)

Eil. Nr.	Ašis*	Padangos	Kaina (su PVM), Eur
1	1	Dunlop SP246	589,88
2	1	Falken RI151	421,81
3	1	Firestone FS422+	415,95
4	1	Good Year FMaxS	748,83
5	1	Hankook AH31	465,25
6	1	Matador	401,02
7	1	Michelin	399,30
8	2	Continental HS3	569,14
9	2	Falken BI851	344,00
10	2	Good Year FMaxD	564,54
11	2	Michelin X Multiw HD XZE	931,00
12	2	Michelin X Multiway 3D XDE	625,00
13	2	Winforce China	343,00
14	2	Restauruota	157,30
15	3	Bridgestone	315,00
16	3	Dayton D400T	307,00
17	3	Dayton D600	325,00
18	3	Good Year FMaxD	559,02
19	3	Michelin + Remix	464,82
20	3	Restauruota	157,30

*Pastabos. 1 - priekinė ašis, 2 - varančioji ašis, 3 - priekabos ašys

Kaip matome iš pirmosios lentelės analizuotų ant vairuojamosios ašies naudojamų padangų kaina gali būti svyruoja nuo 399,30 iki 748,83 Eur., ant varomosios, įskaitant restauruotas, – nuo 157,30 iki 931,00 Eur, o ant priekabos ašių – nuo 157,30 iki 559,02 Eur.

Atlikus krovinių automobilių padangų montavimo ir tvirtinimo ant automobilio kainų analizę, buvo nustatyta minimali padangos montavimo kaina su PVM 9,00 Eur, o padangos tvirtinimo ant transporto priemonės kaina 4,50 Eur (www.autotrekas.lt, 2019). Montavimo ir tvirtinimo darbų kainos pateikiamos atskirai, nes kartais reikalingas padangos perdėjimas ant kitos ašies be padangos permontavimo.

3. Padangų dėvėjimosi priklausomybė nuo ašies paskirties

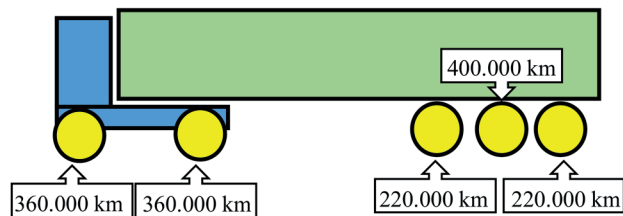
Analizuojant padangų ant skirtingų automobilių ašių dilimą, buvo apklausti trijų transporto įmonių vadovai, penki vairuotojai. Pagrindinis interviu tikslas buvo nustatyti pagrindines eksploatacines sąlygas, nuo kurių priklauso padangų dilimo ant skirtingų ašių skirtumai.

Apibendrinus apklausos rezultatus paaiškėjo, kad krovinių automobilių eksploatuojant mieste priekinių

vairuojamųjų ašių padangų dilimas yra 10 proc. didesnis nei varančiųjų ašių padangų dilimas. Tačiau eksploatuojant užmiestyje, važiuojant dideliais tarpmiesčiais atstumais priekinių vairuojamųjų ir varančiųjų ašių padangų dilimas yra vienodas.

Trijų ašių puspriekabių padangos ant skirtingų ašių dyla skirtingai. Apklausos rezultatai parodė, kad ant vidurinės puspriekabės ašies padangos dyla lėčiau, o ant kraštinių ašių padangos dyla greičiau ir tarnauja tik apie 60 – 70 procentų vidurinės puspriekabės ašies padangų tarnavimo trukmės. Todėl siekiant tolygaus padangų ant puspriekabės ašių dilimo, periodiškai ratai sukeičiami, uždedant ant kitos ašies.

Transporto įmonių vadovai linkę ant vairuojamosios ašies montuoti aukštesnės kokybės padangas. Jei naudoja restauruotas padangas, dažniau naudoja ant puspriekabės ar priekabos ašių. Ant varančiųjų ašių restauruotų padangų naudojimo vengia vasarą. Apklausos rezultatai rodo, kad restauruotos padangos tarnauja apie 40 proc. trumpiau nei naujos padangos. Apklausos rezultatai dėl padangų tarnavimo trukmės pateikti 3 pav.



3 pav. Krovinių automobilių padangų eksploatacijos ilgumą priklausomai nuo montavimo ašių

Šaltinis: parengta autorių pagal transporto įmonių darbuotojų interviu duomenis

4. Padangų eksploataciniai matavimai

Atliekant padangų ridos eksploatacinius matavimus, buvo renkama 18 įmonių automobilių padangų matavimo duomenys. Buvo atlikta apie 100 transporto priemonių padangų matavimų. Automobilių odometrų rodmenys ir padangų protektoriaus gylis buvo fiksuojamas. Dalis duomenų buvo netinkami, kai vilkikas ir puspriekabė buvo perkabinami, jie atmesti.

2 lentelė. Padangų ridos ilgumą matavimų metu fiksuoti didžiausi, mažiausi dydžiai vairuojamoji ašis, Šaltinis atlikti matavimai tyrimo metu

Eil. Nr.	Padangos	Padangų ridos matavimų rezultatai, km		
		Minimalus	Maksimalus	Vidutinis
Vairuojamoji ašis				
1	Dunlop SP246	341500	341500	341500
2	Falken RI151	286592	359186	315847
3	Firestone FS422+	268362	585783	427072
4	Good Year FMaxS	408672	491238	426586
5	Hankook AH31	199952	224637	214286
6	Matador	323000	387600	355300
7	Michelin	358237	358237	358237

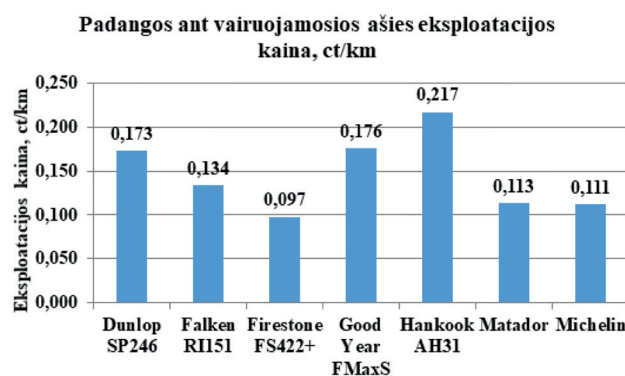
3 lentelė. Padangų ridos ilgaamžiškumo matavimų metu fiksuoti didžiausi, mažiausi dydžiai varančioji ir puspriekabės ašys, Šaltinis atlikti matavimai tyrimo metu

Eil. Nr.	Padangos	Padangų ridos matavimų rezultatai, km		
		Minimalus	Maksimalus	Vidutinis
Varančioji ašis				
8	Continental	240481	270541	255511
9	Falken BI851	456084	456084	456084
10	Good Year FMaxD	352313	381673	374333
11	Michelin X Multiw HD XZE	332943	410372	380328
12	Michelin X Multiway 3D XDE	440609	499097	461796
13	Winforce	186254	248889	232000
14	Resturuota	176956	310639	235838
Puspriekabių ašys				
15	Bridgestone	300000	340000	310000
16	Dayton D400T	344562	423133	380277
17	Dayton D600	315819	367593	341706
18	Good Year FMaxD	286255	413479	358890
19	Michelin + Remix	311215	393842	351705
20	Restauruota	160000	225159	200000

5. Padangų ridos savikainos skaičiavimai

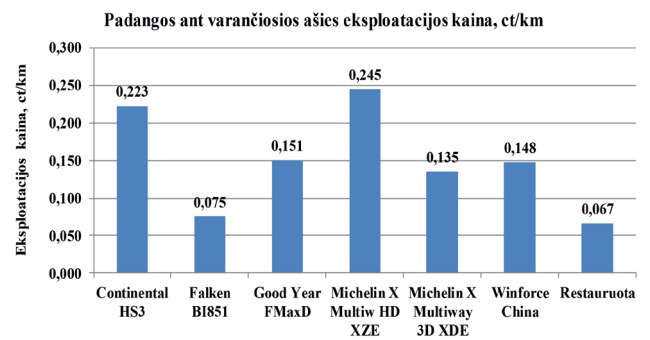
Atlikus padangų ridos ilgaamžiškumo tyrimus ir padangų kainų analizę, galima paskaičiuoti ir palyginti padangų ridos savikainos skaičiavimų rezultatus.

Padangos ant vairuojamosios ašies yra naudojamos tik naujos, restauruotų nenaudojama. Kaina kilometrui svyruoja nuo 0,097 iki 0,217 euro centų kilometrui (4 pav.). Skirtumas tarp padangos naudojimo didžiausios ir mažiausios eksploatacinės savikainos – 2,25 karto.



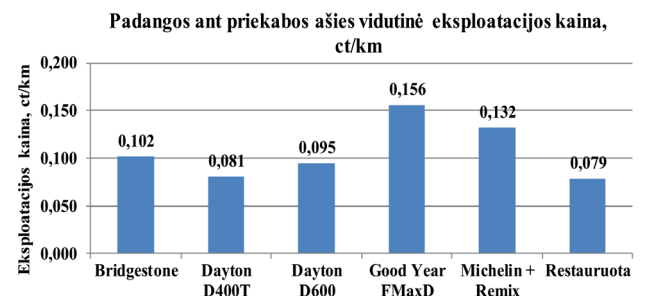
4 pav. Padangų ant vairuojamosios ašies eksploatacijos kaina
Šaltinis: sudaryta autorių pagal tyrimų duomenis

Statistika rodo, kad brangesnės padangos (Good Year, Hankook, Dunlop (1 lentelė)) ridos matavimuose nedemonstruoja tinkamo rezultato ir jų eksploataavimo savikaina yra didesnė. Tačiau atliekant ridos duomenų analizę pastebima ir to paties padangų gamintojo padangų ženklus ridos skirtumas. Todėl ridos savikainos rezultatų priklausomybės nereikėtų sieti vien tik su prekės ženklu. Padangų eksploatacijos laikas priklauso dar nuo vairuotojų vairavimo, kelio (maršruto), krovinių savybių.



5 pav. Padangų ant varančiosios ašies eksploatacijos kaina
Šaltinis: sudaryta autorių pagal tyrimų duomenis

Analizuojant padangų ant varančiosios ašies duomenis (5 pav.), taip pat vertinamos ant šios ašies naudotos restauruotos padangos. Kaina kilometrui sudaro nuo 0,067 euro centų restauruotos padangos iki 0,245 euro centų ridos kilometrui. Skirtumas tarp didžiausios (nerestauruotos) ir mažiausios (restauruotos) padangos eksploatacinės savikainos 3,66 karto. Imant skirtumą tarp restauruotos ir nerestauruotos pigiausios padangos – 12 proc. Restauruotos padangos naudojimas yra pigesnis. Norėjęsi pasakyti, kad brangesnės padangos neužtikrina ilgesnės ridos efektyvumo, bet Michelin X Multiway 3D XDE padangų ridos matavimai to nepatvirtintų. Tačiau nereikia pamiršti, kad panaudojus padangas, nusidėvėjus protektoriui, padangas galima restauruoti ir panaudoti jas dar kartą, sumažinus išlaidas padangoms.



6 pav. Padangų ant puspriekabės ašies eksploatacijos kaina
Šaltinis: sudaryta autorių pagal tyrimų duomenis

Analizuojant priekabų ir puspriekabių padangas (6 pav.), vertinamos ir naudojamos restauruotos padangos. Nereikia pamiršti, kad ant puspriekabių ašių esančios padangos dyla skirtingai: vidurinės ašies padangos tarnauja ilgiau daugiau kaip du kartus. Kai kurios transporto įmonės kaitalioja padangas tarp puspriekabės ašių, kad sudiltų visos padangos vienu metu. Kitos įmonės keičia padangas joms sudilus, nekaitalioja, siekdamas vienodo dilimo.

Tyrimo metu nustatyta, kad kaina kilometrui sudaro nuo 0,079 restauruotos padangos iki 0,156 euro centų kilometrui. Skirtumas tarp didžiausios ir mažiausios (restauruotos) padangos eksploatacinės savikainos 1,97 karto. Aukštesnę savikainą turi brangesnės padangos. Lyginant restauruotos ir mažiausią nerestauruotos padangos savikainą, skirtumas yra tik 2,5 proc. Vėl gi matomas restauruotų padangų panaudojimo ekonominis pranašumas.

Restauruotų padangų ekonominis pranašumas teikia įmonėms restauruotų padangų panaudojimo ekonominę naudą, mažina sąnaudas. Yra ir kitas naudingumas: panaudotų padangų restauravimas mažina aplinkos taršą, nes padanga pakartotinai gali būti panaudota. Iš interviu su įmonių darbuotojais paaiškėjo, kad padangos restauruojamos pakartotinai iki 3 kartų. Taip atitarnavusių padangų skaičius ir aplinkos tarša ženkliai mažinama.

Išvados

1. Atlikus sąnaudų kelių transporto padangoms nustatymo teorinę analizę, nustatyta, kad padangų eksploatacines sąnaudas skaičiuoti yra tiksliau ir paprasčiau, kai vertinama padangų galima maksimali rida iki susidėvėjimo, atskiro reiso rida bei padangų kaina.
2. Išanalizavus krovinio kelių transporto padangų naudojimo tyrimo, duomenis, nustatyta, kad padangų susidėvėjimas priklauso ne tik nuo padangų prekės ženklo, ašių, ant kurių sumontuotos padangos (vairuojamosios, varančiosios ir priekabos / puspriekabės), bet ir kitų eksploatacinių sąlygų: krovinio tipo, maršruto ir kelio sąlygų, vairuotojų vairavimo ypatumų.
3. Matavimų ir skaičiavimų rezultatai parodė, kad mažiausia rida su vairuojamosios ašies padangomis yra 199952 km. Gauta padangų ant vairuojamosios ašies eksploatacijos kaina kilometrui yra nuo 0,097 iki 0,217 Euro cento.
4. Mažiausia rida ant varančiosios ašies naudojant naujas padangas yra 186254 km, restauruotas – 176956 km. Apskaičiuota padangų ant varančiosios ašies eksploatacijos kaina kilometrui yra nuo 0,075 iki 0,247 Euro cento, o restauruotos padangos – 0,067 Euro cento.
5. Mažiausia rida ant priekabų/puspriekabių naudojant naujas padangas (ant puspriekabės jas kaitaliojant) yra 286255 km, restauruotas – 160000 km. Apskaičiuota šių padangų eksploatacijos kaina kilometrui yra nuo 0,081 iki 0,156 Euro cento, o restauruotos padangos – 0,079 Euro cento.
6. Restauruotų padangų naudojimas teikia įmonei ekonominę naudą: naudojant ant varančiosios ašies 11 proc., o ant priekabų ir puspriekabių – 2,5 proc.
7. Padangų su sudilusiu protektoriumi restauravimas ir restauruotų padangų naudojimas neabejotinai prisideda prie aplinkos taršos padangų atliekomis mažinimo. Tokių padangų eksploatacinių modelių pasirinkusi įmonė gerina ekonominius verslo rodiklius, mažina aplinkos taršą bei demonstruoja aukštą socialinės atsakomybės lygį.

Literatūros šaltinių sąrašas

- Jacyna M., Wasiak M. (2015) Costs of road transport depending on the type of vehicles. *Combustion Engines*. 162(3), 85-90. ISSN 2300-9896.
- Janic M. (2007) Modelling the full costs of an intermodal and road freight transport network. *Transportation Research*, Part D, Elsevier, 12, 33-44.

- Hanssen TES, Mathisen TA, Jørgensen F. (2012) Generalized transport costs in intermodal freight transport. *Procedia Social and Behavioural Sciences*. 54:189-200.
- Kot S. (2015) Cost Structure in Relation to the Size of Road Transport Enterprises, *Promet – Traffic & Transportation*, Vol. 27, No. 5, 387-394.
- McKinnon A., Browne M., Whiteing A., Piecyk M. (2018) Žalioji logistika: kaip sumažinti žalą aplinkai. Vilnius, Technika, ISBN 978-6609-457-901-3.
- Giannouli M., de Haan P., Keller M ir Samaras Z. (2007) Waste from road transport: Development of a model to predict waste from end-of-life and operation phases of road vehicles in Europe, *Journal of Cleaner Production*, 15, 1169 – 1182.
- Padangų montavimas [žiūrėta 2019-11-02], prieiga per internetą: <http://www.autotrekas.lt/sunkvezimiu-19-5-22-5-pakrautu-vu-bobcat-montavimas/>.

LONGEVITY OF TRUCK TIRES AND ITS IMPACT ON TRANSPORT COSTS

Rolandas Vitkūnas, Aušra Špuraitė

Vilnius College of Technologies and Design,
Antakalnis str. 54, LT-10303 Vilnius

Abstract. The paper examines the importance of truck tire durability from an ecological and economic point of view. Differences in tire wear when used in trucks designed for freight transport are given. The tire wear statistics obtained during the experimental measurements are presented. Tire operating costs are analyzed, taking into account operating conditions. The possibilities and benefits of re-treading – retreading the tire tread are discussed.

Tire wear depends not only on the tire brand, the axles on which the tires are mounted (steering, driving, and trailer / semi-trailer), but also on other operating conditions: load type, route and road conditions, and driving characteristics. Measurements and calculations show that the minimum mileage with steered axle tires is 199952 km. The resulting running cost of the steering axle tire is between 0.097 and 0.217 Euro cents. The minimum mileage on the drive axle with new tires is 186254 km and retreaded 176956 km. The estimated running cost of the drive axle tire is between 0.075 and 0.247 Euro cents and the retreaded tire is 0.067 Euro cents. Minimum mileage on trailers / semi-trailers with new tires (alternating on semi-trailer) is 286,255 km, retreading 160000 km. The estimated running cost per kilometer for these tires is between 0.081 and 0.156 Euro cents and for retreaded tires 0.079 Euro cents. The use of retreaded tires gives the company economic benefits: 11% on the driving axle and 2.5% on the trailers and semi-trailers. Retreading of retreaded tires and the use of retreaded tires undoubtedly contribute to the reduction of environmental pollution by tire waste. By choosing such a tire operation model, the company improves its economic performance, reduces environmental pollution and demonstrates a high level of social responsibility.

Key words: truck, tires, tire lifetime, cost price.

PROGRAMINIO VALDYMO STAKLIŲ HAAS MINI MILL PATIKIMUMO STUDIJA

Jevgenija Filonova

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

Anotacija. Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos HTEC (HAAS – *Technical Education Center*) centre įrengtas programinio valdymo frezavimo centras HAAS MINI MILL. Šis centras – tai šiuolaikinis realios gamybos technikos objektas. Šiuolaikinė gamybinė aplinka turi būti orientuojama į gaminių kokybės didinimą ir gamybos išlaidų mažinimą. Tokių uždavinių įgyvendinimas siejamas ir su naujų žinių poreikiu. Inžinerinė studija (analizė, vertinimas ir prevencija) yra gaminio, šiuo atveju – programinio valdymo frezavimo centro HAAS MINI MILL, įrengto VTDK HTEC mokymo centre, kokybės sudedamoji dalis. Straipsnyje pristatomos pagrindinės patikimumo teorijos sąvokos, aprašoma įrenginio priežiūra, suskaičiuotas PV frezavimo centro HAAS MINI MILL tarpinio remonto periodo ir remonto ciklo laikas; apdirbant skirtingas medžiagas (plieną, ketų ir aliuminį), numatytas įrenginio remonto kiekis, parinkta remonto ciklo struktūra; įvertinus efektyviojo eksploatavimo iki kapitalinio remonto terminus, nustatytos kapitalinio remonto datos. Rekomenduojama programinio valdymo frezavimo centro HAAS MINI MILL, įrengto HTEC mokymo centre, patikimumo prevencijos rezultatus panaudoti praktinėje inžinerinėje veikloje.

Pagrindiniai žodžiai: patikimumas, darbas be kliūčių, taisomi ir netaisomi objektai, pataisymas, ilgaamžiškumas, techninės priežiūros sistema, HAAS MINI MILL, HTEC, tarpinis remonto periodas, remonto ciklas, kapitalinis remontas.

Įvadas

Mokymo institucijos, kurios vadovaujasi žinių plėtros strategija, turi aktyviai prisidėti prie mokslo ir verslo vienovės kūrimo.

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos Technikos fakultetas, vykdydamas studijų ir verslo integraciją, 2009 m. sausio mėnesį įsigijo šiuolaikinį HAAS įmonės programinio valdymo frezavimo centrą HAAS MINI MILL. Įkurta programinio valdymo laboratorija, kurioje yra nauja mechatroninė įranga: programinio valdymo tekinimo staklės HAAS ST-10 ir HAAS staklių valdymo simulatoriai. Įgyvendinus HAAS techninio mokymo centro sąlygas 2016 m. kovo 3 d. VTDK Technikos fakultete buvo atidarytas HTEC (HAAS techninio mokymo centras). Šio centro paskirtis – VTDK studentų studijos, „Jaunojo technologo dirbtuvių“ veikla, pramonės specialistų perkvalifikavimas, staklių operatorių ir programuotojų mokymai. Studentai, vidurinių mokyklų ir gimnazijų moksleiviai, kursų klausytojai patenka į naują šiuolaikinę gamybinę aplinką.

Svarbu žinoti, ar patikimi VTDK HTEC įrenginiai, kai juos eksploatuoja ir profesionalūs operatoriai, programuotojai, ir asmenys, dar tik studijuojantys technologijos įrenginių programinį valdymą. Gali atsirasti klaidų derinant stakles arba ruošiant valdymo programą, todėl sumažėja įrenginio technologinės sistemos (staklės, įtaisas, įrankis, detalė) standumas, nes atsiranda klaidų derinant stakles arba tvarkant valdymo programą. Standumas daro įtaką eksploatuojamo įrenginio kokybei, apibūdinamai patikimumo rodikliu. Patikimumo rodikliais nusakoma gaminio savybė tam tikrą laiką išlaikyti visus nustatytus parametrus transportavimo, naudojimo, priežiūros bei savalaikio remonto sąlygomis.

Straipsnio tikslas – įvertinti programinio valdymo frezavimo centro HAAS MINI MILL, eksploatuojamo VTDK HTEC mokymo centre, patikimumą.

Uždaviniai:

- apibūdinti pagrindines patikimumo teorijos sąvokas: patikimumas, darbas be kliūčių, pataisymas, ilgaamžiškumas;
- pristatyti pagrindines patikimumo teorijos sąvokas: darbas be kliūčių, galimybė taisyti (taisomi, netaisomi objektai), ilgaamžiškumas;
- apibūdinti planinę techninę priežiūrą: mažą, vidutinį ir kapitalinį remontus;
- apskaičiuoti PV frezavimo centro HAAS MINI MILL tarpinio remonto periodo (T_p), remonto ciklo (R_c) laiką ir remontų (R) kiekį iki kapitalinio remonto apdirbant skirtingas medžiagas: plieną, ketų ir aliuminį;
- parinkti analizuojamo įrenginio remonto ciklo struktūrą;
- nustatyti PV frezavimo centro HAAS MINI MILL efektyviojo eksploatavimo iki kapitalinio remonto (M) terminus apdirbant skirtingas medžiagas: plieną, ketų ir aliuminį;
- nustatyti PV frezavimo centro HAAS MINI MILL kapitalinio remonto (K) datą apdirbant skirtingas medžiagas: plieną, ketų ir aliuminį.

Temos aktualumas. VTDK HTEC centre įkurtas programinio valdymo frezavimo centras HAAS MINI MILL – tai šiuolaikinis realios gamybinės aplinkos technikos objektas. Kadangi įrenginį naudoja profesionalai ir būsimieji mechatronikos srities specialistai, šio įrenginio eksploatacijos sąlygos yra nepastovios. Šiuo atveju frezavimo centro HAAS MINI MILL darbo sąlygų vertinimo ir prevencijos studijos yra svarbus veiksnys, nusakantis įrenginio patikimumą.

Praktinė darbo reikšmė. Analizės, vertinimo ir prevencijos studijos rezultatai gali būti pritaikomi praktinėje veikloje planuojant eksploatuojamo programinio valdymo frezavimo centro HAAS MINI MILL techninę priežiūrą ir savalaikį remontą.

Taikomi metodai: literatūros analizė; patirties darbe pritaikymas.

1. Pagrindinės patikimumo teorijos sąvokos

Technologiniai įrenginiai yra patikimi, jeigu išvengiama broko. Šiuolaikiniai įrenginiai yra labai sudėtingi. Kuo sudėtingesnis įrenginys, tuo labiau mažėja jo patikimumas, eksploatacijos laikas. Sukurti patikimas sistemas galima tik pasitelkus inžinerinius skaičiavimus, integruojamus į mokslinius patikimumo valdymo metodus.

Patikimumas įvertinamas kompleksine savybe, kuri (atsižvelgiant į gaminio paskirties ir eksploatacijos sąlygas) apibūdinama darbu be kliūčių, pataisymu, ilgaamžiškumu.

Darbas be kliūčių – tai gaminio gebėjimas nepertraukiamai tam tikrą laiką išlaikyti darbingumą. Darbingumas – tai gaminio būklė, kai jis atitinka visus nustatytus reikalavimus. Darbingumo praradimas vadinamas gedimu. Vienų objektų darbingumas gali būti atkuriamas, pataisant gedimą, kitų – ne. Pagal šią savybę technikos objektai skirstomi į taisomus ir netaisomus. Taisomi objektai – tai objektai, kurių darbingumą galima atkurti, juos pataisyti (varikliai, staklės ir pan.) Netaisomi objektai yra tokie, kurių nenumatoma arba neįmanoma pataisyti. Pavyzdžiui, išsidėvėjus guoliams, varžtams ir veržlėms, perdegus elektros lemputėms, darbingumas neatkuriamas. Šiuo atveju sugedęs gaminys pakeičiamas nauju.

Pataisymas – tai gaminio savybė, kai galima numatyti, aptikti ir pašalinti gedimus, palaikyti ir atkurti darbingumą, atliekant remontą arba techninę priežiūrą.

Ilgaamžiškumas – tai gaminio savybė išlikti darbingam iki susidėvėjimo (ribinės būsenos) su pertraukomis remontams ir techninei priežiūrai. Technologijos įrenginio ilgaamžiškumą gali apibūdinti gama procentinis išteklius, kuris pasiekiamas su nurodyta tikimybe. Pavyzdžiui, kai $\gamma = 97,3\%$, yra tikimybė, kad staklės negesdamos išdirbs 2700 val.

Taigi, vieniems gaminiams didžiausią reikšmę turi darbas be kliūčių (negedimas), kitiems – ilgaamžiškumas arba ilgaamžiškumas ir pataisymas.

Technologijos įrenginių gedimai yra neišvengiami. Neįmanoma pagaminti absoliučiai patikimų įrenginių. Visi technologijos įrenginio komponentai projektuojami ribotam laikui, todėl daugeliui technikos objektų eksploatacijoje svarbios dalys yra planinė priežiūra ir remontas. Remontas nenumatomas, kai jis labai brangus.

Pataisymas – tai tikimybė, kad įrenginys bus pataisytas per tam tikrą laiką. Inžineriniuose skaičiavimuose naudojamas vidutinis remonto laikas, kuris dažnai vadinamas įrenginio darbingumo atkūrimo laiku arba prastova vienam gedimui aptikti ir jį pašalinti.

Įvertinant gaminio (technologijos įrenginio) pataisymą, reikia atrinkti galinčius sugesti surinkimo vienetus

arba dažniau gendančias detales. Tačiau yra elementų, kurie negenda visą eksploatacavimo laikotarpį. Norint pataisyti arba pakeisti elementus atliekama planinė techninė priežiūra. Planinės techninės priežiūros sistemą sudaro periodinės veiklos darbai: tarpremontinė priežiūra, plovimas, tepalo keitimas ir papildymas, tikslumo patikra, apžiūra (A), mažasis (M), vidutinis (V) ir kapitalinis (K) remontai. Atliekant vidutinį ir kapitalinį remontą keičiami technologijos įrenginių surinkimo vienetai ir dideli agregatai. Automatizuotoje gamybinėje aplinkoje dirbant remoncininkams vieną pamainą atliekami remontai užima tokią paros dalį: mažasis remontas – 0,2 paros, vidutinis – 0,5 paros, kapitalinis – nuo 0,9 iki 1 paros.

2. Programinio valdymo frezavimo centro HAAS MINI MILL tarpinio remonto periodo, remonto ciklo laiko ir remontų kiekio skaičiavimas

Planuojant remonto darbus, nustatomi tarpiniai remonto ir apžiūrų laiko periodai mėnesiais, o kapitalinio remonto – metais. Pvz., normalaus tikslumo staklėms, veikusioms ne daugiau kaip 10 metų dviejų pamainų režimu, tarpremontinis periodas – 5,5–16 mėnesių, apžiūros periodas – 2–6 mėnesiai; remonto ciklo laikas – 5,5 metai masinėje ir stambių serijų gamyboje, 7 – vidutinių serijų gamyboje, 8 – smulkių serijų gamyboje.

Programinio valdymo (PV) frezavimo centro HAAS Mini MILL (1 pav.) tarpremontinis periodas T_p ir remonto ciklo laikas R_c nuo eksploatacavimo pradžios nustatomas pagal tikrąsias reikšmes T_t ir R_t ir šių reikšmių koeficientus K_{ss} , K_{gt} , K_{am} ir K_{ab} .



1 pav. PV centras HAAS MINI MILL

Šaltinis: fotografuota autoriaus

2.1. Tarpinio remonto periodo skaičiavimas

Technologinio įrenginio tarpinis remonto periodas T_p skaičiuojamas pagal formulę:

$$T_p = T_t \cdot K_{ss} \cdot K_{gt} \cdot K_{am} \cdot K_{ab}, \text{ val.} \quad (1)$$

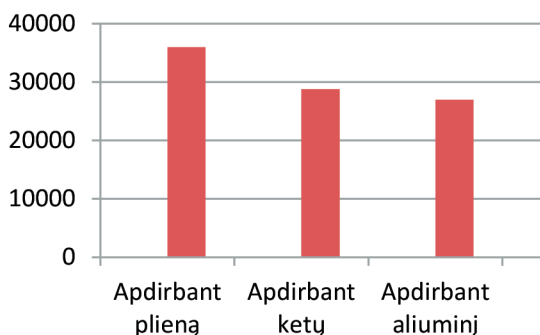
čia: T_t – staklių tikroji eksploatacavimo laiko trukmė, val.; K_{ss} – staklių svorio koeficientas. Staklių tikrasis eksploatacavimo laikas T_t pateikiamas staklių techniniame pase arba, atsižvelgiant į staklių svorį ir eksploatacavimo metus, šio laiko reikšmė yra standartinė. Technologijos įrenginio HAAS MINI MILL eksploatacavimo pradžia – 2009 m. sausio 19 d., t. y. eksploatacavimo laikas iki 10 metų, todėl $T_t = 2700$ val., o $K_{ss} = 1,0$ (HAAS MINI MILL svoris – 3,5t, t. y. iki 10t). K_{gt} – gamybos tipo koeficientas. HTEC mokymo centras skirtas mokymams, su HAAS MINI MILL gaminamos tik vieninės detalės, todėl $K_{gt} = 1,5$. K_{am} – apdirbamosios medžiagos koeficientas. HTEC mokymo centre detalės gaminamos iš konstrukcinio plieno ($K_{am} = 1,0$), ketaus ($K_{am} = 0,8$), aliuminio ($K_{am} = 0,75$).

Kiekvienai medžiagai būdingos unikalios savybės, kurios priklauso nuo legiravimo elementų, terminio apdorojimo, kietumo ir kt. Visos apdirbamos medžiagos yra sugrupuotos. Pagal grupę pasirenkama pjovimo įrankio geometrija, lydinio rūšis ir pjovimo režimas.

Apdirbamos medžiagos pagal ISO standartą skirstomos į šešias pagrindines grupes. Kiekvienos grupės medžiagoms būdingos unikalios pjovimo savybės.

Pristatomos trys grupės, t. y. tik tos medžiagos, kurios naudojamos HTEC mokymo centre. ISO P – plienas. Šios grupės medžiagos yra gerai apdorojamos, tačiau tai priklauso nuo plieno kietumo ir anglies procentinės dalies. ISO K – ketaus. Skirtingai nuo plieno, apdirbant ketų, susidaro trumpa gabalinė drožlė, kuri apsunkina medžiagos apdirbamumą. Ketaus sudėtyje yra silicio karbido (SiC), kuris lemia abrazyvinį pjovimo briaunos nusidėvėjimą, todėl, palyginti su plienu, ketaus apdirbamumo koeficientas mažesnis. ISO N – spalvotieji metalai. Aliuminis su 13% silicio dar labiau padidina pjovimo briaunos nusidėvėjimą. Šiuo atveju aliuminio apdirbamumo koeficientas dar labiau sumažėja. Spalvotieji metalai yra apdirbami įrankiais su aštriomis pjovimo briaunomis ir dideliais greičiais. K_{ab} – abrazyvo naudojimo koeficientas, taikomas tik abrazyvinėms staklėms. Jeigu detalė apdirbama kito tipo staklėmis (šiuo atveju analizuojamos frezavimo staklės), tai $K_{ab} = 1$.

Atlikus tarpinio remonto periodo skaičiavimus pagal 1 formulę, gaunami tokie rezultatai: apdirbant



2 pav. Tarpinio remonto periodo T_p laiko skaičiavimo rezultatai
Šaltinis: sudaryta autoriaus

plieną $T_p = 4050$ val., apdirbant ketų $T_p = 3240$ val., apdirbant aliuminį $T_p = 3037,5$ val.

Staklių HAAS MINI MILL tarpinio remonto periodo T_p laiko skaičiavimo rezultatai parodomi grafinėje iliustracijoje (2 pav.).

1.2. Remonto ciklo laiko skaičiavimas

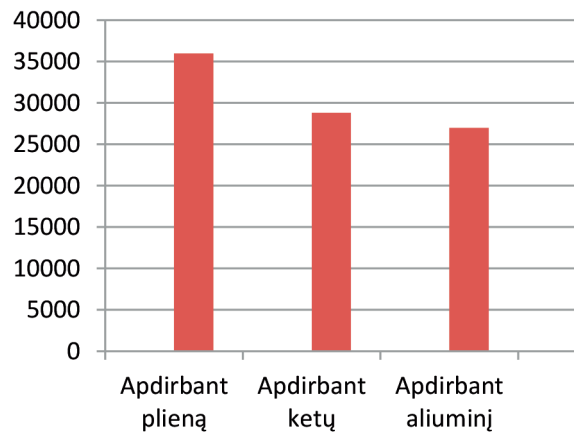
Technologinio įrenginio remonto ciklo R_c laikas skaičiuojamas:

$$R_c = R_t \cdot K_{ss} \cdot K_{gt} \cdot K_{am} \cdot K_{ab}, \text{ val.} \quad (2)$$

čia: R_t – tikrasis remonto ciklo laikas, val.; $R_t = 24000$ val. Skaičiuojant remonto ciklo laiką R_c galioja duomenų analizė ir reikšmės nustatant tarpinį remonto periodą T_p (1 formulė).

Atlikus remonto ciklo laiko R_c skaičiavimus pagal 2 formulę, gaunami tokie rezultatai: apdirbant plieną $R_c = 36000$ val., apdirbant ketų $R_c = 28800$ val., apdirbant aliuminį $R_c = 27000$ val.

Staklių HAAS MINI MILL remonto ciklo laiko R_c skaičiavimo rezultatai pateikti grafinėje iliustracijoje (3 pav.).



3 pav. Remonto ciklo R_c laiko skaičiavimo rezultatai
Šaltinis: sudaryta autoriaus

1.3. Remontų kiekio skaičiavimas

Technologinio įrenginio remontų skaičius nustatomas:

$$R = R_c / T_p \quad (3)$$

čia: R_c – apskaičiuotas remonto ciklo laikas, val., T_p – apskaičiuotas tarpremontinis periodas, val.

Apdirbant skirtingas medžiagas (analizuojamu atveju plieną, ketų ir aliuminį) staklių HAAS MINI MILL remontų skaičius yra vienodas. $R = 9$.

Atsižvelgiant į programinio valdymo frezavimo centro HAAS MINI MILL amžių nuo eksploatacavimo (E) pradžios, t. y. nuo 2009 m. sausio 19 d., darbo ypatumus ir sąlygas bei svorį iki 10 t, parenkama tipinė remonto ciklo struktūra: E-A-M-A-M-A-V-A-M-A-M-A-V-A-M-A-M-A-K.

čia: E – eksploatavimo pradžia; A – techninės apžiūros, A= 9; M – mažieji remontai, M = 6; V – vidutiniai remontai, V= 2; K – kapitalinis remontas, K=1.

2. Efektyviojo eksploatavimo iki kapitalinio remonto termino nustatymas

Apskaičiuojami efektyviojo eksploatavimo iki kapitalinio remonto metai:

$$M = R_c / F_{ef} \quad (4)$$

čia: $F_{ef.st}$ – efektyvinis staklių darbo laiko fondas. Vertinant technologijos įrenginio ilgaamžiškumo tikimybę apibūdinantį gama procentinį išteklių $\gamma = 97,3\%$ pasirenkama, kad staklės negesdamos išdirbs 2700 val., t. y. $F_{ef} = 2700$ val.

Taikant 4 formulę skirtingoms medžiagoms apdirbti apskaičiuojami staklių HAAS MINI MILL efektyviojo eksploatavimo iki kapitalinio remonto metai: apdirbant plieną $M = 13$ m. 3 mėn., apdirbant ketų $M = 10$ m. 6 mėn., apdirbant aliuminį $M = 10$ m.

3. Kapitalinio remonto datos nustatymas

Technologijos įrenginio kapitalinio remonto data nustatoma:

$$K = E + M \quad (5)$$

čia: E – technologijos įrenginio eksploatavimo pradžios data (staklių HAAS MINI MILL eksploatavimo pradžia – 2009 m. sausis); M – efektyviojo eksploatavimo iki kapitalinio remonto metai.

Apdirbant skirtingas medžiagas pagal 5 formulę nustatomos programinio valdymo frezavimo centro HAAS MINi MILL kapitalinio remonto (K) datos:

- apdirbant plieną: $K = 2009$ m. sausis + 13 m. 3 mėn. = 2022 m. balandis.
- apdirbant ketų: $K = 2009$ m. sausis + 10 m. 6 mėn. = 2019 m. birželis.
- apdirbant aliuminį: $K = 2009$ m. sausis + 10m. = 2019 m. sausis.

Datos yra tikslinės tik tuo atveju, jeigu naudojama vienoda apdirbama medžiaga. HTEC mokymo centre naudojamos skirtingos medžiagos, todėl reikia orientuotis į HAAS MINI MILL kapitalinio remonto datas „nuo iki“ t. y. nuo 2019 m. sausio iki 2022 m. balandžio. Be to, būtina įvertinti staklių naudojimo laiką, kuris priklauso nuo VTDK studijuojamo dalyko valandų skaičiaus, „Jaunojo technologo dirbtuvių“ veiklos, pramonės specialistų perkvalifikavimo, staklių operatorių ir programuotojų mokymų planų.

Išvados

1. Apibūdintos pagrindinės patikimumo teorijos sąvokos: patikimumas, darbas be kliūčių, pataisymas, ilgaamžiškumas.

2. Apibūdinta įrenginiui pataisyti būtina planinė techninė priežiūra, t.y. mažasis, vidutinis ir kapitalinis remontai.

3. Apskaičiuotas PV frezavimo centro HAAS MINI MILL tarpinio remonto periodo (T_p), remonto ciklo (R_c) laikai ir remontų kiekis (R) iki kapitalinio remonto (K) apdirbant skirtingas medžiagas:

- plieną – $T_p = 3240$ val., $R_c = 36000$ val.;
- ketų – $T_p = 3240$ val., $R_c = 28800$ val.;
- aliuminį – $T_p = 3037,5$ val., $R_c = 27000$ val.;

Apdirbant skirtingas medžiagas (analizuojamu atveju plieną, ketų ir aliuminį) remontų skaičius (R) yra vienodas: $R = 9$.

4. Parinkta analizuojamo įrenginio HAAS MINI MILL remonto ciklo struktūra: E-A-M-A-M-A-V-A-M-A-M-A-V-A-M-A-M-A-K., parodanti apžiūrų (A), remontų tipų: mažųjų (M), vidutinių (V) ir kapitalinių (K) skaičių nuo eksploatacijos pradžios. Šiuo atveju $A = 9$, $M = 6$, $V = 2$ ir $K = 1$.

5. Nustatyti PV frezavimo centro HAAS MINI MILL efektyviojo eksploatavimo iki kapitalinio remonto (K) terminai (M) apdirbant skirtingas medžiagas:

- plieną – $M = 13$ m. 3 mėn.
- ketų – $M = 10$ m. 6 mėn.;
- aliuminį – $M = 10$ m.

6. Nustatytos PV frezavimo centro HAAS MINI MILL efektyviojo eksploatavimo iki kapitalinio remonto datos:

- apdirbant plieną – 2022 m. balandis;
- apdirbant ketų – 2019 m. birželis;
- apdirbant aliuminį – 2019 m. sausis;

Rekomendacija

Vertinant VTDK HTEC mokymo centro programinio valdymo frezavimo centro HAAS MINI MILL eksploatavimo sąlygų nepastovumą straipsnyje pateiktos studijos: analizės, vertinimo ir prevencijos rezultatus rekomenduoju taikyti praktinėje inžinerijos srityje.

Literatūra

- Filonova, J., Daugėla, V. (2011). Mechaninių technologijų inžinerija. VI, Įmonių padalinių organizavimas. Praktinių darbų metodiniai nurodymai. Klaipėda: leidykla „UAB Klaipėdos banga“. 40 p. ISBN 978-9955-926-55-9. (Mokomoji knyga).
- Jonušas, R., Kalpokas J. ir Lazaravičius. P. (2002). Pagrindinės mašinų Remonto technologija. Kaunas: leidykla „Technologija“. 258 p. ISBN 9955-09-062-6. (Vadovėlis).
- Kačerauskas, J. (2006). Kad metalai ilgiau tarnautų. Vilnius: leidykla „UAB Kronta“. 143 p. ISBN 9955-59-5-99-X. (Knyga).
- Medekšas, H. Gaminių kokybė ir patikimumas. (2003) Kaunas: leidykla „Technologija“. 279 p. ISBN 9955-09-091-X. (Vadovėlis).

HAAS Operator and Service Manuals. (2011). HAAS Automation Inc. [CD – ROM].
Sandvik Coromant, Группы обрабатываемых материалов.
Prieiga per internetą: <<https://www.sandvik.coromant.com/ru>> .
(Internetinis tinklalapis).

CNC HAAS MINI MILL RELIABILITY STUDY

Jevgenija Filonova

*Vilnius College of Technologies and Design,
Antakalnio str. 54, LT-10303, Vilnius*

Abstract. CNC HAAS Mini MILL is operating at the center of the HAAS Technical Education Center of Vilnius College of Technologies and Design. This device is a modern equipment of the real production environment. The modern production environment must be oriented towards increasing of product quality and reducing production costs. The implementation of such tasks is also related to the need for new

knowledge. An engineering study (analysis, assessment and prevention) is a quality component of the product, in this case the CNC HAAS Mini MILL operated by the HTEC Training Center at the VTDK. The article presents the main concepts of reliability theory, the scheduled technical service for the repair of the equipment is characterized, the times of the intermediate repair period and repair cycle of HAAS Mini MILL are calculated; also calculations of the equipment repair amount, while processing different materials (steel, cast iron, and aluminum) are being presented, the structure of the repair cycle is selected; overhaul dates are established on the basis of the dates of the effective operation up to major repairs. It is recommended to use the results of the Reliability Test Prevention Study of CNC HAAS Mini MILL, operated at the HTEC Training Center, in engineering field in practice.

Key words: reliability, unobstructed work, corrigible and intrusive objects, repair, longevity, scheduled maintenance, HAAS Mini MILL, HTEC, intermediate repair period, repair cycle, overhaul.

DYZELINIO VARIKLIO, VEIKIANČIO DVGUBAIS DEGALAIS, INDIKATORINIO SLĖGIO VARIACIJOS TYRIMAS

Alfredas Rimkus¹, Edvinas Bučinskas¹, Saulius Stravinskas^{1,2}, Jonas Matijošius¹

¹Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, Vilnius

²Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, Vilnius

Anotacija. Straipsnyje, apžvelgiant kitų tyrėjų gautus rezultatus ir atliktus eksperimentinius tyrimus, analizuojama dvi-gubais degalais veikiančio slėginio uždegimo variklio degimo savybės, vidutinis indikatorinis slėgis kaip variklio veikimo stabilumo indikatorius. Degimas yra vertinamas analizuojant indikatorinio slėgio pokyčius degimo metu bei vidutinio indi-katorinio slėgio variacijos koeficientą COV_{pi} (Coefficient of variation of indicated mean effective pressure). Straipsnyje pateik-ta vidutinio indikatorinio slėgio nustatymo metodika. Atlikus slėginio uždegimo variklio, veikiančio įvairiais dvigubais de-galais (dyzelinu ir gamtinėmis dujomis, dyzelinu ir biodujomis), standiniai tyrimai ir išmatuotas variklio indikatorinis slėgis bei apskaičiuotas vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficientas. Įvertinta, kaip didėjanti dujinių degalų koncentracija ir išmetamųjų dujų recirkuliacija įtakoja variklio veikimo stabilumą.

Reikšminiai žodžiai: slėginio uždegimo variklis, dvigubi degalai, biodujos, vidutinis indikatorinis slėgis.

Įvadas

Slėginio uždegimo varikliai automobiliuose plačiai naudojami dėl aukšto šiluminio naudingumo koefici-ento ir ekonomiško, taip pat nesudegusių angliavandenilių (HC), anglies monoksido (CO) ir anglies dioksido (CO₂) emisijos yra mažesnės už kibirkštinio uždegimo variklių. Tačiau slėginio uždegimo varikliai išmeta daugiau kietųjų dalelių (PM) ir azoto oksidų (NO_x) už kibirkštinio uždegimo variklius (Yoon and Lee, 2011).

Pastaraisiais metais iškastiniai degalai sparčiai brangsta dėl vis mažėjančių atsargų, tiekimo sunkumų ir didelio poreikio pramonėje. Be to, kietųjų dalelių, azoto oksidų ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų CO₂ leistinų emisijų normos ypač sugriežtintos ir vis griež-tės ateityje (Yilmaz and Gumus, 2017). Dėl šių priežas-čių, biodegalai (skysti ir dujiniai) yra itin patrauklūs alternatyvūs energijos šaltiniai slėginio uždegimo vari-kliais, kai galima sumažinti kenksmingų išmetamųjų deginių koncentraciją išmetamosiose dujose bei iškas-tinių degalų naudojimą.

Slėginio uždegimo varikliui veikiant alternatyviai-siais dvigubais degalais svarbu išanalizuoti degimo savybes, kurios daro didžiausią įtaką variklio energe-tiniams ir ekologiniams rodikliams bei variklio veiki-mo stabilumui (Carlucci et al., 2014). Degimo procesą tiesiogiai veikia slėgis vidaus degimo variklio cilindre, o norint įvertinti variklio veikimo stabilumą, tikslinga nustatyti vidutinį indikatorinį slėgį, indikatorinę ga-lią, sukuriama variklio cilindro darbinio tūrio vienetu (Gao et al., 2017).

1. Literatūros šaltinių apžvalga

Manoma, kad dujiniai degalai yra tinkami slėginio uždegimo varikliams dėl gerų maišymosi savybių su oru. Aukšta biodujų savaiminio užsiliepsnojimo tempe-

ratūra leidžia varikliui veikti liesais mišiniais ir naudoti aukštesnį suslėgimo laipsnį. Tai lemia aukštesnį variklio naudingumo koeficientą ir kenksmingų emisijų mažėji-mą išmetamosiose dujose. Biodujos gali būti gaunamos iš gyvūnų ir augalų atliekų, žemdirbystės produktų, są-vartynų ir pan. (Barik and Murugan, 2014).

Analizuojant dvigubų degalų (ang. *dual fuel*) – dy-zelino ir gamtinių dujų, dyzelino ir biodujų – tiekimo į slėginio uždegimo variklio sistemų darbą, svarbu at-sižvelgti ne tik į pačią procesų analizę, bet ir įvertinti darbo tolygumą, kurio identifikavimas analizuojant vidutinio indikatorinio slėgio priklausomybę nuo du-jinių degalų koncentracijos ir išmetamųjų dujų recir-kuliacijos yra vienas iš vertinimo būdų.

Naudojant gamtines dujas kartu su dyzelinu (dvi-gubi degalai) galima pasiekti daug mažesnę suodžių išmetimą, priešingai nei įprastą dyzelino degimą. Tai-gi žemo slėgio tiesioginio įpurškimo sistemų naudoji-mas galėtų būti alternatyva dabartinėms aukšto slėgio bendrojo slėgio įpurškimo sistemoms, o tai sumažintų sistemos sąnaudas, bet tiesiogiai darytų įtaką variklio darbo tolygumui (Song et al., 2018).

Dyzelinio variklio aukšto slėgio maitinimo siste-moje CR (ang. *common rail*) greitai pakėlus ir nulei-dus purkštuko adatą, reikia didelės degalų slėgio svy-ravimo amplitudės, dėl ko įvyksta degimo energijos pulsacija, tiesiogiai veikianti degimo slėgio variacijas (Krogerus et al., 2018).

Žemo slėgio dvigubų degalų tiesioginio įpurškimo technologija yra ekonomiškai sprendimas, leidžian-tis pasiekti tiesioginį dviejų degalų (skysčio ar dujų) įpurškimą ir suteikia daugiau galimybių valdyti dvi-gubo degalų įpurškimo procesą cilindre. Be to, tai yra labai perspektyvi technologija, leidžianti pasiekti kon-troliuojamo reaktyvumo kompresinio degimo režimą ir optimizuoti degimo procesą (Yang et al., 2020).

Padidėjęs įpurškimo slėgis padidina cilindro turbu-lentinę kinetinę energiją ir liepsnos sklaidimo greitį, tai padeda pakartotinai uždegti nesudegusį metaną cilindr-

re ir sunaudoti didžiąją dalį nesudegusio metano, kas lemia tolygesnį variklio veikimą (Chen et al., 2020).

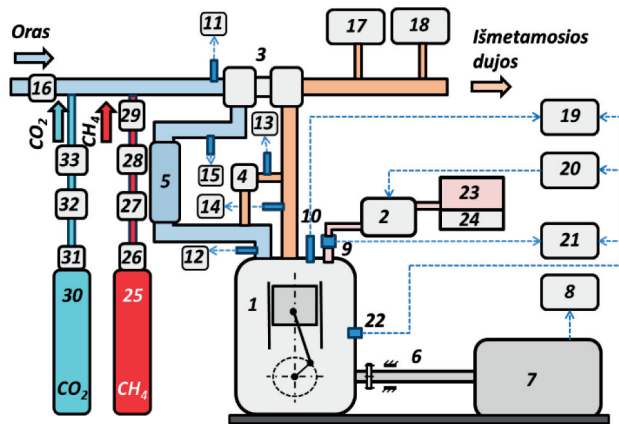
Optimizuotas vandenilio ir dyzelino darbo režimas rodo, kad, palyginti su dyzeliniu varikliu, padidėja didžiausias cilindro slėgis, temperatūra cilindre, šilumos išsiskyrimo greitis, slėgio priaugis greitis ir NO_x emisija. Tačiau, stebint šių dvigubų degalų darbo režimą, pastebima sumažėjusi CO_2 emisija (Menaar et al., 2019).

Dyzelino daugkartinis įpurškimas sumažina gamtinių dujų ar dyzelino (dvigubų degalų) variklio slėgio priaugį, palyginus su vienkartinio įpurškimo, ypač kai didesni degalų padalijimo santykiai. Didžiausias užregistruotas slėgio priaugis yra mažesnis už $13 \text{ bar}/^\circ\text{AV}$ ribą visais tirtais atvejais (Yousefi et al., 2019). Keičiant įpurškiamų degalų santykį (dyzelinas ar propanas), buvo pastebėta galimybė padidinti degimo stabilumą ($\text{COV}_{\text{IMEP}} < 5\%$), taikant naują dyzelino įpurškimą (Chu et al., 2018).

Atlikto tyrimo pagrindinis tikslas – nustatyti variklio indikacinio slėgio variacijų pokytį dyzelinius degalus iš dalies pakeičiant gamtinėmis dujomis ir biodujomis.

2. Tyrimų metodika

Bandymai atlikti naudojant slėginio uždegimo variklį 1.9 TDI (1Z), kuriame sumontuotas elektronikos valdomas BOSCH VP37 skirstomojo tipo degalų siurblys ir turbokompresorius (1 pav.). Šitam varikliui buvo sumontuota dujų maitinimo sistema *Dual fuel* (*Elpigaz – Degamix*). Variklio parametrai pateikti 1-oje lentelėje.



1 pav. Variklio bandymo įranga: 1 – variklis; 2 – aukšto slėgio degalų siurblys; 3 – turbokompresorius; 4 – deginių recirkuliacijos vožtuvas; 5 – oro aušintuvas; 6 – jungiamasis velenas; 7 – variklio apkrovos įrenginys; 8 – variklio sūkių ir apkrovos įrašymo įranga; 9 – degalų įpurškimo momento matavimo įranga; 10 – slėgio cilindre jutiklis; 11 – išsiurbiamo oro temperatūros jutiklis; 12 – išsiurbiamo oro temperatūros jutiklis už turbokompresoriaus; 13 – temperatūros jutiklis; 14 – išmetamųjų deginių temperatūros jutiklis; 15 – išsiurbiamo oro slėgio jutiklis; 16 – oro masės matuoklė; 17 – išmetamųjų dujų analizatorius; 18 – dūmomatis; 19 – cilindro slėgio reikšmių įrašymo įranga; 20 – degalų įpurškimo kampo reguliavimo įranga TMW-1; 21 – degalų įpurškimo momento nustatymo įranga VAG-COM v11.2; 22 – alkūninio veleno padėties jutiklis; 23 – degalų talpa; 24 – svarstyklės; 25 – CH_4 dujų balionas; 26 – slėgio reduktorius; 27 – CH_4 dujų masės matuoklis; 28 – slėgio reguliatorius; 29 – dujų purkštuvai; 30 – CO_2 dujų balionas; 31 – reduktorius; 32 – CO_2 dujų masės matuoklis; 33 – slėgio reguliatorius.

Šaltinis: sudaryta autorių

1 lentelė. Slėginio uždegimo variklio 1Z pagrindiniai parametrai

Parametras	Vertė
Variklio darbinis tūris (cm^3)	1986
Cilindrų skaičius	4
Suslėgimo laipsnis	19,5
Stūmoklio skersmuo (mm)	79,5
Stūmoklio eiga (mm)	95,5
Galia (kW)	66 (4000 min^{-1})
Sukimo momentas (Nm)	182 ($2000 - 2500 \text{ min}^{-1}$)
Degalų purkštuvu atsidarymo slėgis (bar)	190

Šaltinis: Elektroninė duomenų bazė Tolerance 2009.2

Variklio efektyvus sukimo momentas M_e ir veleno sūčiai n nustatyti apkrovos stendu KI-5543, M_e matavimo paklaida $\pm 1,23 \text{ Nm}$. Dyzelino valandinėms sąnaudoms matuoti naudotos elektroninės svarstyklės SK-5000 ir chronometras, degalų sąnaudų matavimo paklaida 0,5 %. CH_4 ir CO_2 sąnaudos matuotos dujų masės matuokliu *Massflowmeter Type RHM 015*, tikslumas $\pm 0,1 \%$. Išsiurbiamo oro masė matuota matuokle BOSCH HFM 5, kurios tikslumas 2 %. Slėgis cilindre fiksuotas kaitinimo žvakėje integruotu piezoelektriniu jutikliu AVL GH13P, kurio jautrumas $15,84 \pm 0,09 \text{ pC/bar}$. Slėgio reikšmės per 100 ciklų įrašytos naudojant AVL DiTEST DPM 800 osciloskopą ir *LabView Real* programinę įrangą. Slėgio matavimo tikslumas 1 %. Slėgis variklio išsiurbimo kolektoriuje matuotas slėgio matuokliu *Delta OHM HD 2304.0*, matavimo paklaida $\pm 0,0002 \text{ MPa}$. Temperatūra nustatoma K tipo termopromis, kurių tikslumas $\pm 1.5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Variklio sūčiai bandymo metu $n = 2000 \text{ min}^{-1}$, nes šiais sūčiais variklis dažnai veikia važiuojant miesto sąlygomis ir užmiestyje. Apkrova $M_e = 45 \text{ Nm}$, dažnai tenka varikliui eksploatacijoje važiuojant miesto sąlygomis. Bandymai atlikti su standartiškai veikiančia EGR sistema ir su atjungtu EGR vožtuvu.

Eksperimentiniam tyrimui naudoti skysti degalai ir dvigubi (skysti ir dujiniai) degalai. Skysti degalai:

- dyzelinas D (žieminis, D klasės), žymima D;

Dujiniai degalai:

- gamtinės dujos (metanas $\sim 98 \%$ tūrio), žymima M;
- biodujos (sudarytos pagal tūrį maišant 60 % gamtinių dujų (metano) ir 40 % CO_2 dujų), žymimos BM.

Grynų degalų ir dvigubų degalų sudėtis vertinama pagal juos sudarančių komponentų masės dalį:

- | | |
|---------------|----------------|
| • D100 | • D60/BM40 |
| • D60/M40 | • D40/BM60 |
| • D40/M60 | • D20/BM80 |
| • D20/M80 | |
| • D100/EGR | |
| • D60/M40/EGR | • D60/BM40/EGR |

Skirtingų variklių indikacinį darbą galima palyginti tarpusavyje, remiantis lyginamuoju rodikliu – vidutiniu indikaciniu slėgiu p_i . Šis rodiklis parodo, koks indikacinis (cilindre sukurtas) darbas L_i tenka cilindro darbinio tūrio vienetai V_i :

$$p = \frac{L}{V} \quad (1)$$

Ciklo metu cilindre atliekamas naudingas indikatorinis darbas (Heywood, 1988):

$$L_i = \int_0^{720} p_x \cdot dV, \quad (2)$$

čia: p_x – slėgis cilindre, MPa; dV – cilindro tūrio pokytis, m^3 .

Stendinių bandymų metu išmatuotas slėgis cilindre p_x , kai alkūninio veleno pasisukimo kampai įvairūs (nuo 0° alkūninio veleno (AV) iki 720° AV. Matavimo žingsnis $0,176^\circ$ AV. Kiekvienam variklio veikimo režimui p_x matavimai atlikti 100 ciklų.

Nuo vidutinio indikatorinio slėgio cilindre priklausomo variklio cilindre sukuriama indikatorinė galia, kW:

$$P_i = \frac{L_i \cdot n}{30 \cdot \tau \cdot 1000} = \frac{p_i \cdot V_h \cdot n}{30 \cdot \tau} \quad (3)$$

čia: τ – variklio taktų skaičius.

Varikliui veikiant visais tiriamais degalais dujų slėgis cilindre p_x išmatuotas kiekvienu pasikartojančiu ciklu. Remiantis klasikinėmis kinematikos ir dinamikos formulėmis apskaičiuotas vieno variklio cilindro sukurtas indikatorinis sukimo momentas M_i per kiekvieną ciklą ir nustatytas šio ciklo vidutinis indikatorinis slėgis:

$$p_i = \frac{M_i \cdot 30 \cdot \tau}{9549} \quad (4)$$

Variklio indikatorinio slėgio stabilumas vertinamas variklio vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficientu COV_{p_i} (Selim, 2004; Wang et al., 2008):

$$COV_{p_i} = \frac{\sigma_{p_i}}{\bar{p}_i} \quad (5)$$

$$\sigma_{p_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (\bar{p}_i - p_{(i)})^2}{m - 1}} \quad (6)$$

$$\bar{p}_i = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m p_{(i)}, \quad (7)$$

Iš formulių (2), (3) ir (4) matyti, kad nuo slėgio cilindre p_x ir nuo vidutinio indikatorinio slėgio p_i tiesiogiai priklauso variklio sukimo momentas ir galia, nuo variklio vidutinio indikatorinio slėgio variacijos – pagrindinių variklio rodiklių (M_i ir p_i) stabilumas, variklio vibracija.

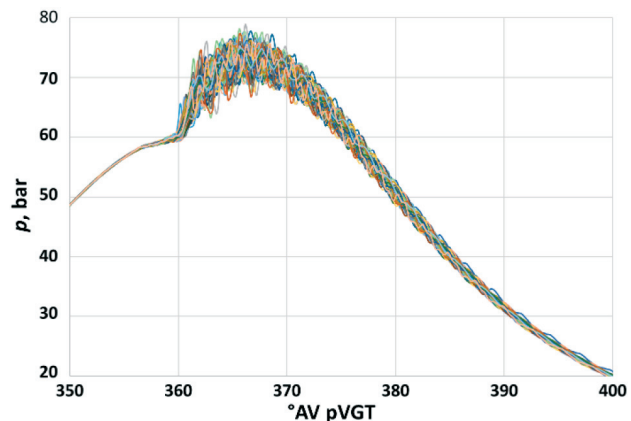
3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Eksperimentinio tyrimo metu išmatuotas slėgis cilindre (100 ciklų) varikliui veikiant įvairiais degalais. Variklio alkūninio veleno sukimosi greitis $n = 2000 \text{ min}^{-1}$, apkrova $M_e = 45 \text{ Nm}$, dyzelino įpurškimo pradžia 6° , alkūninio veleno pasisukimo kampo prieš viršutinį galinį tašką ($^\circ\text{AV pVGT}$). 2, 3, 4 ir 5 paveiksluose pateikti grafikai, vaizduojantys indikatorinį slėgį cilindre (100 ciklų) suslėgimo takto pabaigoje ir degimo metu.

Vizualiai palyginę degimo procesus D100 ir D100/EGR matome, kad deginių recirkuliacija didina slėgio variaciją ir suspaudimo pabaigoje (tai paaiškinama nestabiliai veikiančiu EGR vožtuvu) ir degimo metu (2 ir 3 pav.). Dėl EGR sumažėja ir kompresijos slėgis, nes į cilindrą papildomai tiekiami įkaitę deginiai, kurie padidina išsiurbiamo oro temperatūrą ir sumažina tankį, o kartu ir cilindrų pripildymo koeficientą.

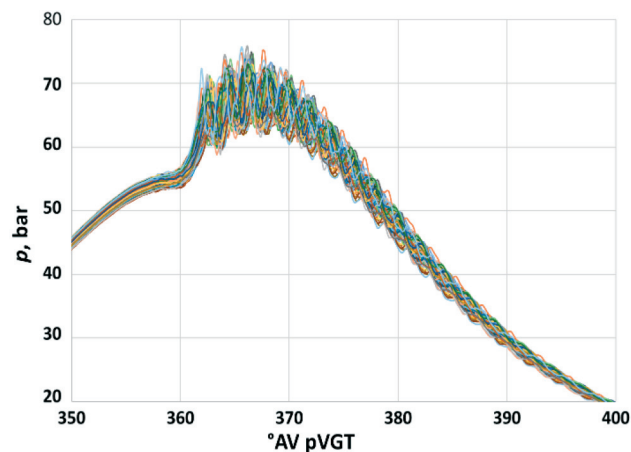
Vizualiai palyginus D100 ir D20/M80 degalų degimą matyti, kad, naudojant 80 % metano priedą, pradinėje (kinetinėje) intensyvaus degimo fazėje slėgio prieaugis yra ne toks intensyvus, baigiamoji (difuzinė) degimo fazė ir slėgio variacija trunka ilgiau (2 ir 4 pav.). Tą veikia mažesnis metano degimo greitis. Tačiau, stebint vieno ciklo slėgio kreivę, matyti, kad, naudojant D20/M80 degalus, slėgis mažiau pulsuoja, detonaciniai reiškiniai nėra pastebimi.

Vizualiai palyginus D20/M80 ir D20/BM80 degalų degimą matyti, kad, naudojant 80 % biometano priedą, kinetinėje intensyvaus degimo fazėje slėgio prieaugis dar labiau sumažėja, difuzinė degimo fazė ir slėgio variacija trunka dar ilgiau (4 ir 5 pav.). Tam įtaką daro mažesnis biometano degimo greitis palyginti su metanu. Stebint vieno ciklo slėgio kreivę matyti, kad slėgio pulsacija degimo metu pastebima, bet tai nėra detona-



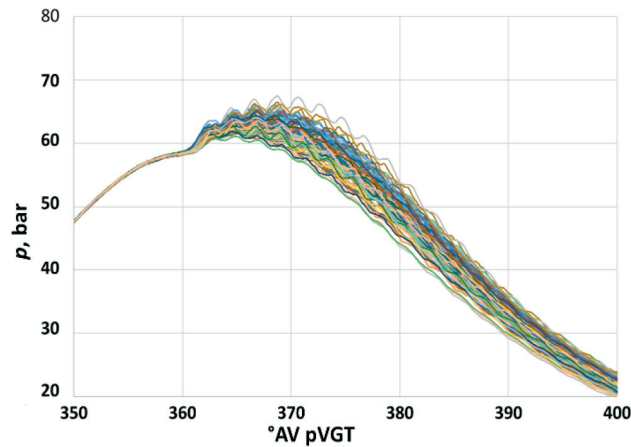
2 pav. Indikatorinio slėgio variacija variklyje, veikiančiame dyzelinu (D100)

Šaltinis: sudaryta autorių



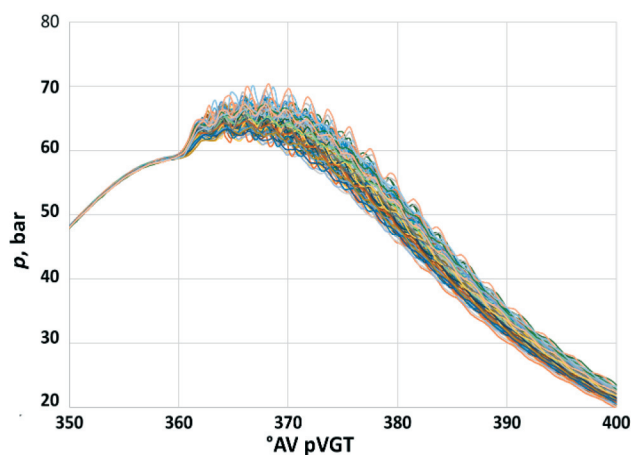
3 pav. Indikatorinio slėgio variacija variklyje, veikiančiame dyzelinu, kai įjungtas EGR (D100/EGR)

Šaltinis: sudaryta autorių



4 pav. Indikatorinio slėgio variacija variklyje, veikiančiame dvigubais degalais: dyzelinu ir gamtinėmis dujomis (metanu) (D20/M80)

Šaltinis: sudaryta autorių

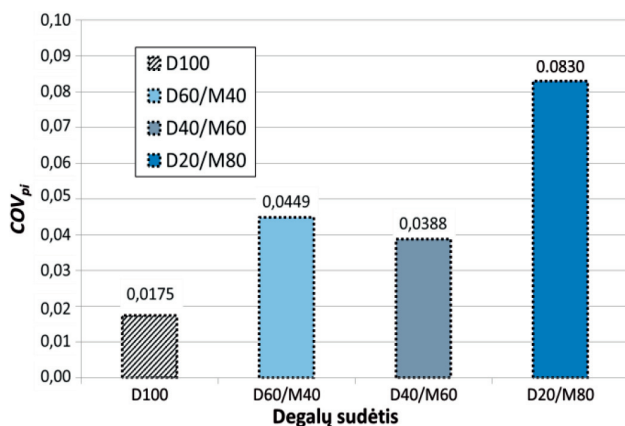


5 pav. Indikatorinio slėgio variacija variklyje, veikiančiame dvigubais degalais: dyzelinu ir biodujomis dujomis (biometanu) (D20/BM80)

Šaltinis: sudaryta autorių

ciniai reiškiniai, nes šią pulsaciją sukelia specifinis dyzelino degimas.

Didinant metano koncentraciją degaluose iki 40 %, 60 % ir 80 % (D60/M40, D40/M60, D20/M80) vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficientas COV_{pi} kinta ir yra atitinkamai 1,57, 1,22 ir 3,76 karto didesnis palyginus su grynu dyzelinu (D100) (6 pav.).

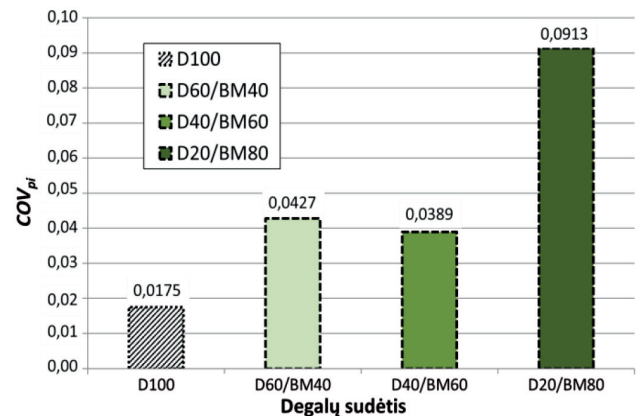


6 pav. Variklio vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficiento pokytis dyzeliną pakeičiant metanu

Šaltinis: sudaryta autorių

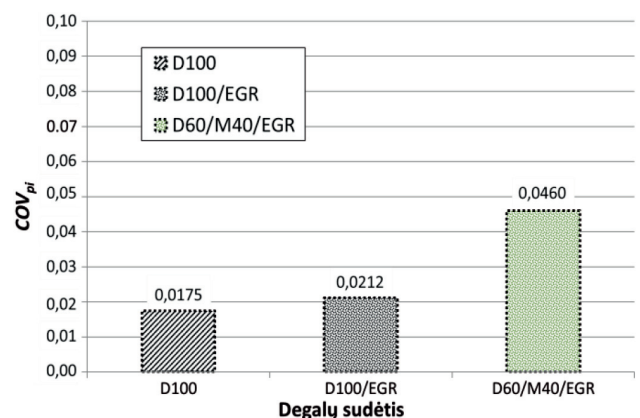
Naudojant biometano priedą (D60/BM40, D40/BM60, D20/BM80) ir didinant jo koncentraciją COV_{pi} yra atitinkamai 1,45, 1,23 ir 4,23 karto didesnis palyginus su D100 (7 pav.). Tai rodo, kad ir metanas, ir biometanas didina vidutinio indikatorinio slėgio variaciją. Didesnę įtaką vidutinio indikatorinio slėgio nestabilumui turi biometanas. Tačiau naudojant ir metano, ir biometano priedą pastebima, kad esant 60 % M arba BM dujų koncentracijai koeficientas COV_{pi} sumažėja palyginus su 40 %, o daugiau didinant dujų koncentraciją (iki 80 %) slėgio variacija staigiai pradeda didėti. Vadinasi, galima teigti, kad viršijus 60 % M arba BM dujų koncentraciją degimas tampa nestabilus ir esant tokioms sąlygoms degimo procesą reikia koreguoti – keisti dyzelino įpurškimo algoritmą.

Apskaičiuota, kad išmetamųjų dujų recirkuliacija (D100/EGR) 21 % padidina indikatorinio slėgio variacijos koeficientą (8 pav.). Naudojant dvigubus degalus ir veikiant deginių recirkuliacijai (D60/M40/EGR) COV_{pi} išauga 1,6 karto palyginus su D100. Dvigubi degalai D60/M40 be EGR koeficientą COV_{pi} padidina 1,22 karto.



7 pav. Variklio vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficiento pokytis dyzeliną pakeitus biometanu

Šaltinis: sudaryta autorių



8 pav. Variklio vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficiento pokytis naudojant išmetamųjų dujų recirkuliaciją (EGR)

Šaltinis: sudaryta autorių

Gražintos išmetamosios dujos papildomai sustiprina neigiamą metano (ar biometano) priedo įtaką degimo stabilumui. EGR dujos turi mažą deguonies koncentraciją ir tai slopina degimo procesą, kuris jau būna pakitęs dėl papildomo dujų tiekimo. Tokiu atveju vari-

klio valdymo algoritmą būtų racionalu koreguoti mažinant EGR grąžinimą, ypač kai naudojamos biodujos, turinčios ~40 % CO₂.

Išvados

Atlikę eksperimentinio tyrimo rezultatų analizę ir indikatorinio slėgio variacijos skaičiavimus pateikiame apibendrintas išvadas apie metano/biometano ir grąžinamų išmetamųjų dujų įtaką dvigubais degalais (dyzelinu ir dujomis) veikiančio variklio degimo stabilumui:

1. Variklio vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficientas COV_{pi} nustatytas vertinant 100 ciklų indikatorinį slėgį, kurio matavimo žingsnis 0,176° AV. Remiantis indikatoriniu slėgiu apskaičiuotas per ciklą cilindre atliekamas darbas ir sukurtas sukimo momentas.
2. Vizualiai analizuojant indikatorinio slėgio diagramas ir nagrinėjant metano įtaką degimo procesui užfiksuota, kad naudojant 80 % dujų priedą sumažėja degimo intensyvumas kinetinėje degimo fazėje, o difuzinė degimo fazė trunka ilgiau. Slėgis degimo metu mažiau pulsuoja.
3. Naudojant 80 % biometano dujų priedą dėl dar mažesnio degimo greičio, palyginti su metanu, daugiau sumažėja degimo intensyvumas kinetinėje degimo fazėje o difuzinė degimo fazė prailgėja, slėgio pulsacija slopsta.
4. Vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficientas COV_{pi} rodo, kad metano ar biometano koncentraciją sumažinus nuo 80 % iki 60 % degimo procesas variklyje tampa stabilesnis, o daugiau mažinant dujų koncentraciją (iki 40 %) COV_{pi} vėl išauga.
5. Deginių recirkuliacija taip pat didina COV_{pi} , todėl varikliui veikiant dvigubais degalais EGR rekomenduojama atsisakyti, ypač kai naudojamos biodujos, turinčios ~40 % CO₂.
6. Metano ir biometano degimo procesas vyksta kitaip nei dyzelino, todėl siekiant sumažinti dvigubais degalais veikiančio variklio COV_{pi} būtina koreguoti variklio valdymo algoritmą.

Literatūra

Barik, D., Murugan, S. (2014). Investigation on combustion performance and emission characteristics of a DI (direct injection) diesel engine fueled with biogas–diesel in dual fuel mode, *Energy* 72, 760–771. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.05.106>.

Carlucci, A.P., Laforgia, D., Motz, S., Saracino, R., Wenzel, S.P. (2014). Advanced closed loop combustion control of a LTC diesel engine based on in-cylinder pressure signals, *Ener-*

gy Convers. Manag. 77, 193–207. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.08.054>.

Chen, Yingjie, Zhu, Zan, Chen, Yajuan, Huang, H., Zhu, Zhaojun, Lv, D., Pan, M., Guo, X. (2020). Study of injection pressure couple with EGR on combustion performance and emissions of natural gas–diesel dual-fuel engine, *Fuel* 261, 116409. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116409>.

Chu, S., Lee, J., Kang, J., Lee, Y., Min, K. (2018). High load expansion with low emissions and the pressure rise rate by dual-fuel combustion, *Appl. Therm. Eng.* 144, 437–443. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.08.027>.

Gao, J., Wu, Y., Shen, T. (2017). A statistical combustion phase control approach of SI engines, *Mech. Syst. Signal Process.* 85, 218–235. <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2016.08.007>.

Heywood, J.B. (1988). *Internal combustion engine fundamentals*. McGraw-Hill series in mechanical engineering. McGraw-Hill, New York. 930 p. ISBN 007028637X.

Krogerus, T., Hyvönen, M., Huhtala, K. (2018). Analysis of common rail pressure signal of dual-fuel large industrial engine for identification of injection duration of pilot diesel injectors, *Fuel* 216, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.11.152>.

Mena, A., Lounici, M.S., Amrouche, F., Loubar, K., Kessal, M. (2019). CFD analysis of hydrogen injection pressure and valve profile law effects on backfire and pre-ignition phenomena in hydrogen–diesel dual fuel engine, *Int. J. Hydrog. Energy* 44, 9408–9422. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.02.123>.

Selim, M.Y.E. (2004). Sensitivity of dual fuel engine combustion and knocking limits to gaseous fuel composition, *Energy Convers. Manag.* 45, 411–425. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(03\)00150-X](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(03)00150-X).

Song, H., Liu, C., Li, Y., Wang, Z., Chen, L., He, X., Wang, J. (2018). An exploration of utilizing low-pressure diesel injection for natural gas dual-fuel low-temperature combustion, *Energy* 153, 248–255. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.04.041>.

Wang, J., Chen, H., Liu, B., Huang, Z. (2008). Study of cycle-by-cycle variations of a spark ignition engine fueled with natural gas–hydrogen blends, *Int. J. Hydrog. Energy* 33, 4876–4883. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2008.06.062>.

Yang, B., Duan, Q., Liu, B., Zeng, K. (2020). Parametric investigation of low pressure dual-fuel direct injection on the combustion performance and emissions characteristics in a RCCI engine fueled with diesel and CH₄, *Fuel* 260, 116408. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116408>.

Yilmaz, I.T., Gumus, M. (2017). Investigation of the effect of biogas on combustion and emissions of TBC diesel engine, *Fuel* 188, 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.10.034>.

Yoon, S.H., Lee, C.S. (2011). Experimental investigation on the combustion and exhaust emission characteristics of biogas–biodiesel dual-fuel combustion in a CI engine, *Fuel Process. Technol.* 92, 992–1000. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2010.12.021>.

Yousefi, A., Guo, H., Birouk, M., Liko, B. (2019). On greenhouse gas emissions and thermal efficiency of natural gas/diesel dual-fuel engine at low load conditions: Coupled effect of injector rail pressure and split injection, *Appl. Energy* 242, 216–231. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.03.093>.

INVESTIGATION OF INDICATED MEAN EFFECTIVE PRESSURE VARIATION OF A DUAL-FUEL DIESEL ENGINE

Alfredas Rimkus¹, Edvinas Bučinskas¹, Saulius Stravinskas^{1,2}, Jonas Matijošius¹

¹ *Vilnius College of Technologies and Design,
Antakalnis st. 54, LT-10303, Vilnius*

² *Vilnius Gediminas Technical University,
J. Basanavičius str. 28, LT-03224 Vilnius*

Abstract. The article analyzes the combustion properties of a dual-fuel compression ignition engine

by reviewing results obtained by other researchers and conducting experimental studies. Combustion is evaluated by analyzing changes in the indicator pressure during combustion and the coefficient of variation of the indicated mean effective pressure. The paper presents the methodology for determining the indicated mean effective pressure. After bench testing of a compression ignition engine operating on various dual fuels (diesel and natural gas, diesel and biogas), the engine indicator pressure was measured and the COV_{pi} index was calculated. The effect of increasing gaseous fuel concentration and exhaust gas recirculation on engine stability was evaluated.

Key words: compression ignition engine, dual fuel, biogas, average indicator pressure.

BENDRAVIMO GIMTĄJA KALBA KOMPETENCIJOS SVARBA KARJERAI: STUDENTŲ POŽIŪRIS

Jolita Grašienė

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

Anotacija. Straipsnyje aptarta bendravimo gimtąja kalba kompetencijos svarba karjerai, nes besikeičiančios rinkos sąlygomis ši kompetencija tampa tokia pat svarbi kaip dalykinės žinios ir įgūdžiai. Siekiant išsiaiškinti Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos (toliau – VTDK) Technikos fakulteto automobilių techninio eksploatavimo specialybės studentų požiūrį į bendravimo gimtąja kalba kompetencijos svarbą karjerai atliktas tyrimas. Tyrimo rezultatai atskleidė, kad, daugumos studentų manymu, bendravimo gimtąja kalba kompetencija svarbi oficialioje aplinkoje bendraujant su darbdaviais, darbo pokalbio metu, ieškant darbo, pildant dokumentus. Taigi, galima teigti, kad tarp bendravimo gimtąja kalba kompetencijos ir įsidarbinimo galimybių yra glaudi sąsaja.

Reikšminiai žodžiai: karjera, studentas, dėstytojas, bendravimo gimtąja kalba kompetencija.

Įvadas

Nuolatinės kaitos sąlygomis karjeros sėkmė priklauso ne tik nuo žmogaus išsilavinimo, įgytų žinių ir gebėjimų. Dinamiškame pasaulyje net šie dalykai negali garantuoti darbo visam gyvenimui. Būtina įgyti bendrųjų kompetencijų, tarp jų ir bendravimo gimtąja kalba kompetencijos, kad būtų lengviau konkuruoti darbo rinkoje, prisitaikyti prie kintančių sąlygų. Anot Laužacko (Laužackas, 2005), sėkmingas aukštųjų mokyklų absolventų įsitvirtinimas darbo rinkoje priklauso ne tik nuo specialiųjų, bet ir bendrųjų gebėjimų arba kompetencijų. Kompetencijos turi būti ugdomos visą gyvenimą, nes sudėtingame, dinamiškame ir dažnai nenusėjamame gyvenime nuolat atsiranda situacijų, kurios reikalauja mokytis toliau, būti aktyviam ir savarankiškam. „Darbo rinkai vis labiau remiantis aukštesne kvalifikacija ir bendrosiomis kompetencijomis, aukštasis mokslas turi suteikti studentams žinių, įgūdžių ir kompetencijų, kurių jiems prireiks profesinėje veikloje“ (Bolonijos procesas 2020 – Europos aukštojo mokslo erdvė naujajame dešimtmetyje, 2010, 65). Viena iš daugybės profesionaliam darbuotojui būtinų kompetencijų yra gebėjimas bendrauti tiek raštu, tiek žodžiu. Svarbu, jog darbuotojai gebėtų tinkamai bendrauti su klientais, kolegomis ar verslo partneriais. Jie turėtų būti pasiruošę bendrauti su žmonėmis. Poreikį įgyti bendravimo gimtąja kalba kompetenciją, tikėtina, jaučia ir patys studentai. Siekiant išsiaiškinti Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos Technikos fakulteto automobilių techninio eksploatavimo specialybės studentų požiūrį į bendravimo gimtąja kalba kompetencijos svarbą atliktas tyrimas. Tikėtina, kad yra glaudi sąsaja tarp bendravimo gimtąja kalba kompetencijos ir įsidarbinimo galimybių

Straipsnio tikslas – ištirti bendravimo gimtąja kalba kompetencijos svarbą karjerai.

Uždaviniai:

1. Pateikti bendravimo gimtąja kalba kompetencijos sampratą.
2. Išsiaiškinti Vilniaus technologijų ir dizaino kolegi-

jos Technikos fakulteto automobilių techninio eksploatavimo specialybės studentų požiūrį į bendravimo gimtąja kalba kompetencijos svarbą.

3. Atskleisti sąsają tarp bendravimo gimtąja kalba kompetencijos ir įsidarbinimo galimybių.

Tyrimo metodai: kiekybinis tyrimas, duomenų sisteminimas ir apibendrinimas.

1. Bendravimo žodžiu ir raštu kompetencijos samprata

Bendrąsias kompetencijas aptarė daug mokslininkų, yra nemažai klasifikacijų. Šiame straipsnyje pasirinkta *Europos Parlamento ir Tarybos rekomendacijoje dėl bendrųjų visą gyvenimą trunkančio mokymosi gebėjimų* (Europos Parlamento ir Tarybos rekomendacija dėl bendrųjų visą gyvenimą trunkančio mokymosi kompetencijų, 2006) kompetencijų samprata. Minėtame dokumente nurodomos ir apibrėžiamos tokios bendrosios kompetencijos: 1. **Bendravimas gimtąja kalba**. 2. Bendravimas užsienio kalbomis. 3. Matematiniai gebėjimai ir pagrindiniai gebėjimai mokslo ir technologijų srityse. 4. Skaitmeninis raštingumas. 5. Mokymasis mokytis. 6. Socialiniai ir pilietiniai gebėjimai. 7. Iniciatyva ir verslumas. 8. Kultūrinis sąmoningumas ir raiška.

2018 m. gegužės 22 d. *Tarybos rekomendacijoje dėl bendrųjų mokymosi visą gyvenimą gebėjimų* (Tarybos rekomendacija dėl bendrųjų mokymosi visą gyvenimą gebėjimų, 2018) kompetencijos patikslintos, išskirtos šios: 1. **Raštingumo kompetencija**. 2. Daugiakalbystės kompetencija, matematinė kompetencija ir gamtos mokslų. 3. Technologijų ir inžinerijos kompetencija, 4. Skaitmeninė kompetencija. 5. Asmeninė, socialinė ir mokymosi mokytis kompetencija. 6. Pilietiškumo. 7. Verslumo. 8. Kultūrinio sąmoningumo ir raiškos kompetencija.

Straipsnyje bus aptarta viena svarbiausių kompetencijų – **bendravimo gimtąja kalba arba raštingumo kompetencija**.

Europos Parlamento ir Tarybos rekomendacijoje (Europos Parlamento ir Tarybos rekomendacija dėl bendrųjų visą gyvenimą trunkančio mokymosi kompetencijų, 2006) bendravimas gimtąja kalba apibrėžiamas kaip sugebėjimas žodžiu ir raštu reikšti ir aiškinti sąvokas, mintis, jausmus, faktus ir nuomones (klausymas, kalbėjimas, skaitymas ir rašymas) ir tinkamai bei kūrybiškai bendrauti įvairioje socialinėje ir kultūrinėje aplinkoje: švietimo ir mokymosi, darbo, namų ir laisvalaikio.

2018 m. gegužės 22 d. Tarybos rekomendacijoje dėl bendrųjų mokymosi visą gyvenimą gebėjimų (Tarybos rekomendacija dėl bendrųjų mokymosi visą gyvenimą gebėjimų, 2018) raštingumas apibrėžiamas kaip gebėjimas nustatyti, suprasti, reikšti, kurti ir aiškinti sąvokas, jausmus, faktus ir nuomones tiek žodine, tiek rašto forma, naudojantis įvairių dalykų ir kontekstų vaizdo, garso ir skaitmenine medžiaga. Tai gebėjimas veiksmingai, tinkamai ir kūrybiškai bendrauti ir užmegzti ryšį su kitais.

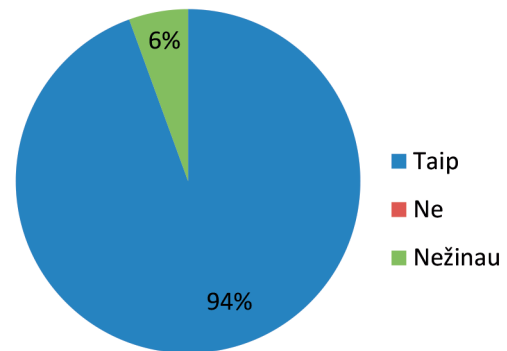
Bendravimo gimtąja kalba kompetencija ugdoma mokantis specialybės kalbos. Studijuojant šį dalyką daug dėmesio skiriama rengiamųjų specialistų raštingumo, gebėjimo bendrauti kompetencijai. Geras specialistas turi mokėti perteikti mintis žodžiu, prisistatyti darbo pokalbio metu, gebėti parengti dokumentus (gyvenimo aprašymą, motyvacinį laišką ir kitus). Vėliau darbuotojams taip pat reikia kurti savo bei įmonės įvaizdį bendraujant taisyklinga kalba. Kuo aukštesnės pareigos, tuo didesnė ir atsakomybė, todėl derėtų nuolat tobulinti komunikavimo įgūdžius. Būsimam specialistui svarbu taisyklinga kalba bendrauti oficialioje ir neoficialioje aplinkoje – su darbdaviais, kolegomis, klientais. Oficialioje aplinkoje, kurioje darbuotojus saisto tik oficialūs santykiai, bendraujama oficialiąja kalba. Šios kalbos pagrindas – tinkamas žodynas, etiketo normos. Darbuotojas turi išmanyti savo specialybės žodyną, gebėti tinkamai juo naudotis bei nuolat jį tobulinti ir atnaujinti. Gimtoji kalba neabejotinai svarbi ir kaip bendravimo, prasmės modeliavimo ir perdavimo priemonė.

2. Studentų požiūrio į bendravimo gimtąja kalba kompetencijos svarbą karjerai tyrimas

Tyrimas atliktas Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos Technikos fakultete. Apklausoje dalyvavo 36 VTDK Technikos fakulteto nuolatinųjų studijų automobilių techninio eksploatavimo specialybės pirmo kurso studentai. Respondentai – 19–25 metų amžiaus vyrai ir viena moteris. Tyrimo anketą sudaro penki klausimai, pateikti ir atsakymų variantai.

Pirmame paveiksle (1 pav.) pateikti atsakymo į klausimą „Ar pritariate teiginiui „Kalba – žmogaus įvaizdžio dalis“ duomenys. 94 proc. respondentų į šį klausimą atsakė teigiamai, likusieji 6 proc. teigė nežinantys arba neturintys nuomonės. Neigiamų atsakymų nebuvo, todėl galima teigti, kad beveik visi apklaustieji

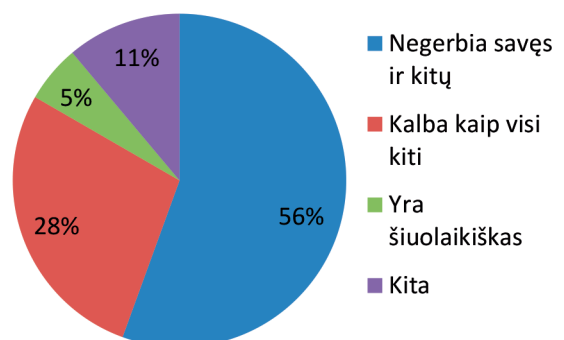
su šiuo teiginiu sutinka. Vadinasi, nepaisant socialinės padėties ar statuso, kalba yra žmogaus įvaizdžio dalis. Gero specialisto įvaizdį kuria jo kalba, taisyklingai vartojami specialybės terminai, kultūringas ir etiškias bendravimas. Specialisto įvaizdžiui kenkia vartojami barbarizmai, žargonas. Nekultūringo asmens įspūdį kelia ir netinkamai pasirinktas kalbėjimo tonas.



1 pav. Atsakymo į klausimą „Ar pritariate teiginiui „Kalba – žmogaus įvaizdžio dalis“ duomenys

Šaltinis: sudaryta autorės

Antrame paveiksle (2 pav.) pateikti atsakymo į klausimą apie netaisyklingai kalbančių studentų įvaizdį duomenys. Šiuo klausimu respondentų nuomonė išsiskyrė. Dauguma studentų (56 proc.) nurodė, jog netaisyklingai kalbantys asmenys negerbia savęs ir kitų. 28 proc. teigė, kad tokie studentai kalba kaip visi kiti. Tik 5 proc. manymu, netaisyklingai kalbantys studentai yra šiuolaikiški. Kiti respondentai (11 proc.) pateikė atsakymų variantus, tarp kurių vyrauja nuomonė, kad galbūt ne visi studentai geba kalbėti taisyklingai. Respondentai teigė, kad į šį tyrimo klausimą atsakyti buvo sunku. Kadangi apklaustieji yra 19–25 metų amžiaus pirmo kurso studentai, jie turi nedaug bendravimo patirties. Dauguma jų nurodė, kad dažniau bendrauja su kitais studentais neoficialioje aplinkoje, todėl netaisyklinga kalba jų asmeniniam įvaizdžiui didelės įtakos nedaro.

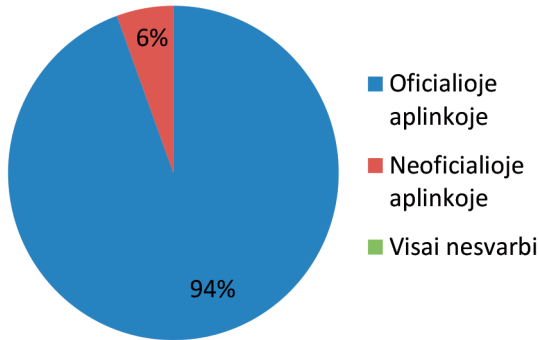


2 pav. Atsakymo į klausimą apie netaisyklingai kalbančio studento įvaizdį duomenys

Šaltinis: sudaryta autorės

Trečiame paveiksle (3 pav.) pateikti atsakymo į klausimą „Ar gebėjimo bendrauti taisyklinga kalba kompetencija būtina“ duomenys. 94 proc. studentų teigė, kad bendravimas taisyklinga kalba yra būtinas oficialioje aplinkoje, kuomet bendraujama darbe, pas-

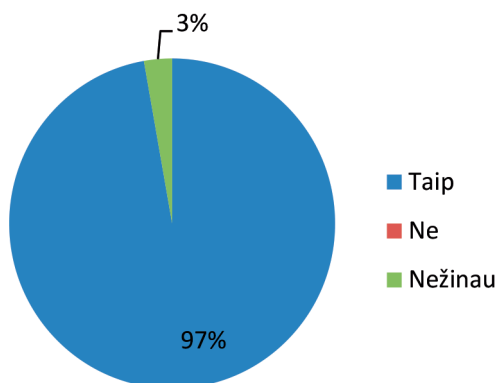
kaitų metu, rašant dalykinius laiškus, kalbant su dėstytojais, darbdaviais. Kiti studentai (6 proc.) nurodė, jog ši kompetencija yra būtina ir neoficialioje aplinkoje, t. y. bendraujant šeimoje, su draugais, pažįstamais žmonėmis. Nei vienas iš apklaustųjų nenurodė, kad bendravimo taisyklinga kalba kompetencija yra nesvarbi. Toks nuomonių pasiskirstymas rodo, jog bendravimo kompetencija yra itin svarbi oficialioje aplinkoje. Studentai teigė, kad stengiasi taisyklingai bendrauti oficialioje aplinkoje, stropiai laikosi kalbos taisyklių. Jų manymu, oficialiai bendrauti netaisyklinga kalba būtų nemandagu, tai rodytų nepagarbą pašnekovui.



3 pav. Atsakymo į klausimą „Ar gebėjimo bendrauti taisyklinga kalba kompetencija būtina?“ duomenys

Šaltinis: sudaryta autorės

Susumavus atsakymų į klausimą „Ar gebėjimo bendrauti žodžiu ir raštu kompetencija gali padidinti įsidarbinimo galimybes?“ rezultatus (4 pav.), matyti studentų nuomonių pasiskirstymas. Net 97 proc. apklaustųjų studentų sutiko, jog bendravimo kompetencija daro teigiamą įtaką įsidarbinant, t. y. padidina įsidarbinimo galimybes. 3 proc. respondentų manymu, nežinia, ar bendravimas kaip kompetencija gali padidinti įsidarbinimo galimybes. Galima daryti išvadą, kad bendravimo žodžiu ir raštu kompetencija padidina galimybes įsidarbinti. Taip pat respondantai nurodė, jog būtinas gebėjimas taisyklingai parengti dokumentus. Respondentų teigimu, jie kaip darbdaviai įdarbintų tik kultūringus ir raštingus darbuotojus, gebančius tinkamai atstovauti įmonei, bendrauti su įmonės klientais bei verslo partneriais.



4 pav. Atsakymų į klausimą „Ar gebėjimo bendrauti žodžiu ir raštu kompetencija gali padidinti įsidarbinimo galimybes?“ rezultatai

Šaltinis: sudaryta autorės

Atsakymo į klausimą apie gebėjimo bendrauti kompetencijos ir karjeros sąsają duomenys pateikti lentelėje (1 lentelė). Dažniausiai (25 kartus) pasirinktas teiginys, kad bendravimo žodžiu ir raštu kompetencija padeda parengti reikiamus įsidarbinimo dokumentus. Antras pagal pasirinkimo dažnumą yra teiginys, kad ši kompetencija padeda bendrauti su darbdaviais ieškant darbo (22 kartus). Respondentų manymu, šios kompetencijos reikia pokalbio su darbdaviu metu (20 kartų), norint parašyti dalykinį laišką darbdaviui (18 kartų). Rečiau, studentų teigimu, įgijus šią kompetenciją, lengviau rasti informacijos apie laisvas darbo vietas (7 kartus). Nei vienas iš apklaustųjų nesutiko su teiginiu, kad šios kompetencijos nereikia. Studentų nuomone, išugdyta bendravimo žodžiu ir raštu kompetencija taip pat praverčia rengiant dokumentus.

1 lentelė Atsakymo į klausimą apie gebėjimo bendrauti kompetencijos ir karjeros sąsają duomenys

Ar gebėjimo bendrauti žodžiu ir raštu kompetencija padeda įsidarbinti?	
Teiginys	Atsakiusiųjų skaičius
Rasti informacijos apie laisvas darbo vietas	7
Parašyti dalykinį laišką darbdaviui	18
Parengti reikiamus dokumentus (CV, motyvacinį laišką ir kt.)	25
Bendrauti su darbdaviais ieškant darbo	22
Prisistatyti pokalbio metu	20
Šios kompetencijos nereikia	0
Kita	0

Šaltinis: sudaryta autorės

Išvados

1. Išanalizavus šaltinius galima teigti, kad viena svarbiausių kompetencijų – bendravimo gimtąja kalba arba raštingumo kompetencija. Ši kompetencija būtina siekiant ugdyti įvairiapuses asmenybes, gebančias konkuruoti darbo rinkoje, prisitaikyti prie nuolat kintančių sąlygų, nes karjeros sėkmė, įsidarbinimo galimybė priklauso ir nuo bendravimo gimtąja kalba kompetencijos, ypač oficialioje aplinkoje.

2. VTDK studentų nuomone, bendravimo gimtąja kalba kompetencija svarbi įsidarbinant, rengiant dokumentus, oficialioje aplinkoje bendraujant su darbdaviais, darbo pokalbio metu, ieškant darbo. Daugumos studentų manymu, kalba yra žmogaus įvaizdžio dalis. Darbuotojams taip pat reikia kurti savo bei įmonės įvaizdį bendraujant taisyklinga kalba.

3. Atliktas tyrimas atskleidė sąsają tarp gebėjimo bendrauti gimtąja kalba kompetencijos ir karjeros. Įgijus bendravimo gimtąja kalba kompetencijų atsiranda daugiau įsidarbinimo galimybių.

Literatūra

- Bolonijos procesas 2020 – Europos aukštojo mokslo erdvė naujajame dešimtmetyje. (2010). *Technologijos ir menas*. Vilnius: Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, 1, 64–67. ISSN 2029-400X.
- Europos Parlamento ir Tarybos rekomendacija dėl bendrųjų visą gyvenimą trunkančio mokymosi kompetencijų 2006 m. gruodis. (2006). *Europos Sąjungos oficialusis leidinys*, 962, 10–18.
- Laužackas, R. (2005). *Profesinio rengimo metodologija*. Kaunas: VDU. ISBN 9955120576.
- Tarybos rekomendacija dėl bendrųjų mokymosi visą gyvenimą gebėjimų 2018 m. gegužės 22 d. (2018). *Europos Sąjungos oficialusis leidinys*, C189, 1–13.

THE IMPORTANCE OF COMMUNICATION IN THE MOTHER TONGUE COMPETENCE FOR THE CAREER: STUDENTS' ATTITUDES

Jolita Grašienė

*Vilnius College of Technologies and Design,
Antakalnis st. 54, LT-10303, Vilnius*

Abstract. The Article discusses the importance of Communication in the mother tongue competence for the career. In the rapidly changing labour market, this

competence becomes as important as subject knowledge and skills. A study was undertaken in order to find out the views of Vilnius College of Technologies and Design students on the importance of this competence for the career. The results of the study showed that the majority of the students are of the opinion that Communication in the mother tongue competence is important in a formal context when communicating with employers, in a job interview, in finding employment, completing documents, etc. Therefore it can be stated, that there is a close link between the Communication in the mother tongue competence and employment opportunities.

Key words: career, student, lecturer, Communication in the mother tongue competence

The aim of the article is to examine the importance of Communication in the mother tongue competence for the career.

Objectives:

- Provide the definition of Communication in the mother tongue competence.
- Explore the attitudes of students of the Technical Maintenance of Automobiles program (Technical Faculty of Vilnius College of Technologies and Design) towards the importance of Communication in the mother tongue competence.
- Reveal the connection between the Communication in the mother tongue competence and employment opportunities.

IMTIES DYDŽIO ĮTAKA KIBIRKŠTINIO UŽDEGIMO VARIKLIO, VEIKIANČIO BIODUJOMIS, VIDUTINIO INDIKATORINIO SLĖGIO BEI JO VARIACIJOS KOEFICIENTO TIKSLUMUI

Donatas Kriauciūnas^{1,2}, Alfredas Rimkus¹, Rolandas Vitkūnas¹, Petras Kaikaris¹

¹Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

²Vilniaus Gedimino technikos universitetas, J. Basanavičiaus g. 28, LT-03224 Vilnius

Anotacija. Atliekant eksperimentinius bandymus rezultatų tikslumas yra vienas iš pagrindinių kriterijų. Nustatant ekologinius ir energetinius vidaus degimo variklio parametrus duomenų imčiai pasirenkamas tam tikras variklio ciklų skaičius, o stebimų parametrų reikšmės apskaičiuojamos išvedant aritmetinį vidurkį. Jei parinkta imtis yra nepakankama – sumažėja rezultatų tikslumas, o jei imtis perteklinė – padidėja duomenų apdorojimo laikas, surinkimo trukmė ir užimama vieta. Straipsnyje apžvelgiamos kitų tyrėjų naudojamos duomenų imtys ir nustatoma tiriamoji aibė, sudaryta iš 107 variklio ciklų. Bandymai atliekami pasirinkus kibirkštinio uždegimo vidaus degimo variklį HR 16DE, kuris buvo naudojamas *Nissan Qashqai* automobiliuose. Tiriami degalai – biodujos, kurių sudėtyje yra 60 % metano ir 40 % anglies dioksido, kaip atskaitos taškas naudojamas grynas metanas. Išmatavus variklio indikatorinį slėgį apskaičiuojamas vidutinis indikatorinis slėgis bei jo variacijos koeficientas ir procentinė paklaida, atsižvelgiant į imties dydį. Nustatomas minimalus imties dydis, kuris užtikrina ne didesnę nei 5 % vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficiento paklaidą.

Reikšminiai žodžiai: imties dydis, kibirkštinio uždegimo variklis, metanas, biodujos, vidutinis indikatorinis slėgis.

Įvadas

Vidaus degimo variklių kiekvieno ciklo ekologiniai ir energetiniai parametrai kinta, todėl tyrimų metu duomenų imčiai pasirenkamas tam tikras variklio ciklų skaičius, o stebimų parametrų reikšmės apskaičiuojamos išvedant aritmetinį vidurkį. Eksperimento metu apskaičiuoti ir išmatuoti parametrai turi atitikti, todėl svarbu tinkamai parinkti imties dydį. Moksliniai tyrimai parodė, kad parenkant pernelyg didelį ciklų skaičių apsunkinamas duomenų apdorojimas, duomenims surinkti reikia daugiau laiko, jie užima daugiau vietos, be to, didelis ciklų skaičius ne visais atvejais užtikrina didesnę tikslumą.

Ciklų skaičius priklauso nuo tiriamų degalų sudėties, degimo proceso stabilumo, variklio alkūninio veleno sūkių ir kitų parametrų. Todėl reikia nustatyti optimalų ciklų skaičių tiriant biodujų ekologines ir energetines savybes. Tiriamų biodujų sudėtyje yra 60 % metano (CH_4) ir 40 % anglies dioksido (CO_2), kuris padidina užsiliepsnojimo gaišties periodą ir daro įtaką degimo proceso stabilumui.

Nustatant imties dydžio poveikį matuojamų parametrų tikslumui bus vertinama vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficiento paklaida ($ECOV_{pi}$), atsižvelgiant į tiriamosios aibės (N) vidurkį, pasirinkus skirtingus imties dydžius (n).

Darbo tikslas – nustatyti minimalų imties dydį, kuris leistų ne didesnę nei 5 % vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficiento paklaidą.

Uždaviniai:

1. Atlikti eksperimentinius kibirkštinio uždegimo variklio, veikiančio naudojant biodujas, eksperimentus ir surinkti slėgio cilindre aibę iš 107 ciklų.

2. Nustatyti vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficiento paklaidą, atsižvelgiant į imties dydį.

1. Literatūros šaltinių apžvalga

Ciklinis kibirkštinio uždegimo variklio parametrų kaita yra neatskiriama tokio tipo variklių degimo proceso fenomeno dalis (Finney et al., 2015). Išskiriami keturi pagrindiniai veiksniai, darantys įtaką parametrų ciklinei kaitai: variacija dėl kintančio srauto, patenkančio į cilindrus, nehomogeniško degiojo mišinio, kibirkšties uždegimo charakteristikų ir turbulencijos lygio bei intensyvumo (Ozdor et al., 1994). Bandymams pasirinktas kibirkštinio uždegimo variklis, kai nehomogeniškas degusis mišinys turės mažiausią poveikį, kadangi dujiniai degalai maišosi su oru įsiurbimo ir suslėgimo taktų metu (Enaux et al., 2011).

Tyrėjai siekia nustatyti optimalų ciklų skaičių, kad gauti duomenys būtų patikimi, tačiau skirtingiems degalams ir variklio parametrams ciklų skaičius gali kisti. Bandydami kibirkštinio uždegimo variklį, veikiantį naudojant metaną, Kosmadakis ir kiti nustatė 300 ciklų aibę ir tikrino gautus duomenis mažindami atsitiktinę duomenų imtį. Jie nustatė, kad 73 ciklų duomenimis vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficientas atitiko rezultatus, gautus apskaičiavus COV_{pi} iš visos aibės duomenų (Kosmadakis et al. 2018).

Variklio alkūninio veleno sūkių taip pat daro įtaką ciklų skaičiaus atrankai. Karvountzis-Kontakiotis ir kiti bandymams pasirinko HONDA CBR600RR motociklo variklį, kuris bandymų metu veikė nustatytais 4000 min^{-1} sūkių keičiant droselinės sklendės atidarymo kampą 20 %, 50 % ir 80 %. Vidutinio indikatorinio slėgio ir COV_{pi} skaičiavimams buvo apdorojama 150 variklio ciklų (Karvountzis-Kontakiotis et al. 2017).

Atsižvelgiant į bandomų degalų rūšį ir pasirinkto variklio tipą optimalus ciklų skaičius kinta, pavyzdžiui, M.A. Ceviz ir F.Yuksel, tirdami etanolio ir bešvinio benzino mišinių įtaką kibirkštinio uždegimo variklio ciklinėms variacijoms ir emisijoms, pasirinko nedide-

lio galimumo – 62 kW, keturių cilindrų FIAT variklį, kurio suslėgimo laipsnis 9,2:1. Kadangi pasirinkti degalų mišiniai yra panašūs į standartinius degalus, naudojamus šiame variklyje, vidutiniam indikatoriniam slėgiui ir jo variacijai skaičiuoti buvo pasirinkta tik 50 ciklų (Ceviz & Yuksel 2005). Tačiau tiriant pasirinktą degimo proceso zoną, o ne bendrus energetinius variklio parametrus ciklų skaičius gali išaugti. Momir ir kiti tyrė vieno cilindro lėtaeigio variklio degimo proceso pradžios liepsnos branduolio formavimąsi. Tiriant pasirinktą degimo proceso zoną buvo naudojama duomenų aibė iš 300 ciklų (Sjeric et al. 2015). Tačiau kartais dėl tyrimų metodikos pakankamai didelio ciklų skaičiaus surinkti nėra galimybės. Taip nutinka, kai didelio kadru skaičiaus kamera yra fiksuojamas vaizdinis degimo proceso kitimas. Karvountzis-Kontakiotis ir kiti 6000 kadru per sekundę greičiu fikso degimo proceso kaitą, dėl techninių galimybių ir didelių surinkamų duomenų kiekio buvo įmanoma surinkti tik 16 nenutrūkstamų variklio ciklų (Karvountzis-Kontakiotis et al. 2018).

2. Tyrimų metodika

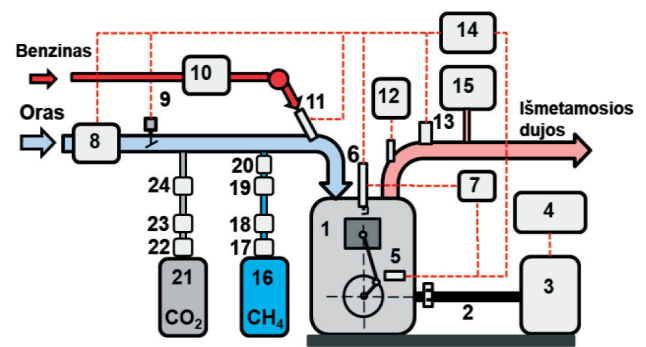
Atlikus literatūros apžvalgą ir išnaginėjus biodujų bei metano savybes buvo pasirinkta duomenų aibė bei naudoti 107 ciklus (Karvountzis-Kontakiotis et al. 2017, Sjeric et al. 2015, Karvountzis-Kontakiotis et al. 2018). Bandymai atlikti pasirinkus automobilio *Nissan Qashqai* HR 16DE kibirkštinio uždegimo variklį. Kadangi naudojami skirtingi degalai, variklio valdymo bloko programa yra modifikuojama pasirinkus programuojamą valdymo bloką *MoTeC M800*. Variklio pagrindiniai parametrai pateikti 1 lentelėje, tyrimo įrangos schema – 1 pav.

1 lentelė. Variklio *Nissan HR 16DE* pagrindiniai parametrai

Parametras	Reikšmė
Cilindrų skaičius	4
Cilindro diametras, mm	78
Stūmoklio eiga, mm	83,6
Darbinis tūris, cm ³	1598
Maksimali galia, kW (rpm)	84 (6000)
Maksimalus sukimo momentas, Nm (rpm)	156 (4400)
Suslėgimo laipsnis, ε	10,7

Variklio sukimo momentas ir alkūninio veleno sukiai nustatyti variklio apkrovos stendu *AMX200/100*, tikslumas 0,9 Nm. Imituojant biodujų sudėtį metano ir anglies dioksido masės sąnaudos matuotos dujų masės matuokliais *Massflowmeter Type RHM 015*, tikslumas ± 0,1 %. Įsiurbiamo oro masė matuota matuokle *BOSCH HFM 5*, kurios tikslumas 2 %. Naudojant įrenginį *AVL DiTEST DPM 800* ir pjezojutiklį, sumontuotą uždegimo žvakėje *AVL ZI31-Y7S*, matuotas slėgis cilindre (p). Slėgio jutiklio jautrumas 12 pC/bar, tikslumas ±0,01 MPa.

Tiriant kiekvieną degalų mišinį variklio valdymo



1 pav. Variklio bandymo įranga: 1 – variklis; 2 – jungiamasis velenas; 3 – variklio apkrovos stendas; 4 – apkrovos stendo valdymo blokas ir rodiklių įrašymo įranga; 5 – alkūninio veleno padėties jutiklis; 6 – uždegimo žvakė su cilindro slėgio jutikliu; 7 – indikatorinio slėgio registravimo įranga; 8 – oro masės matuoklė; 9 – droselinės sklendės valdymo mechanizmas; 10 – degalų sąnaudų matuoklė; 11 – degalų purkštuvus; 12 – išmetamųjų dujų temperatūros jutiklis; 13 – deguonies jutiklis; 14 – variklio valdymo blokas; 15 – išmetamųjų dujų analizatorius; 16 – CH₄ dujų balionas; 17 – slėgio reduktorius; 18 – CH₄ dujų masės matuoklis; 19 – slėgio reguliatorius; 20 – CH₄ dujų purkštuvus; 21 – CO₂ dujų balionas; 22 – reduktorius; 23 – CO₂ dujų masės matuoklis; 24 – slėgio reguliatorius

Šaltinis: sudaryta autorių

bloku *Motec M800* keisti valdymo parametrai. Parinktas degalų kiekis, kad būtų užtikrintas stochiometrinis degusis mišinys ($\lambda = 1$). Droselinė sklendė atidaryta 15 %, mišinio uždegimo paskubos kampas nustatytas pagal tiriamą degalų mišinį.

Matavimai atlikti varikliui veikiant:

- Metanu, kai uždegimo paskubos kampas 28 alkūninio veleno pasisukimo laipsniai prieš viršutinį galinį tašką (28°AV pVGT) (grafikuose žymima CH4);
- Biodujomis, kurių molinė sudėtis 60 % CH₄ ir 40 % CO₂, kai uždegimo paskubos kampas 28°AV pVGT, (grafikuose žymima BD28);
- Biodujomis, kurių molinė sudėtis 60 % CH₄ ir 40 % CO₂, kai uždegimo paskubos kampas 38°AV pVGT, (grafikuose žymima BD38);

Atlikus bandymus ir surinkus slėgio cilindre duomenis įvertinama vidutinio indikatorinio slėgio (p_i), vidutinio indikatorinio slėgio procentinio variacijos koeficiento (COV_{p_i}) nuokrypis nuo tiriamosios aibės vidurkio, kai šie parametrai apskaičiuoti iš atsitiktinai pasirinktų imčių, kurias sudaro 15, 30, 45, 60, 75, 90 ir 105 ciklai. Apskaičiuojama vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficiento paklaida ($ECOV_{p_i}$), atsižvelgiant į imties dydį. Vidutinio indikatorinio slėgio procentinis variacijos koeficientas apskaičiuojamas pagal (1) formulę.

$$COV_{p_i} = \frac{\sigma_{p_i}}{\bar{p}_i} \cdot 100, \quad (1)$$

$$\sigma_{p_i} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{p}_i - p_{(i)})^2}{n - 1}}, \quad (2)$$

$$\bar{p}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n p_{(i)}, \quad (3)$$

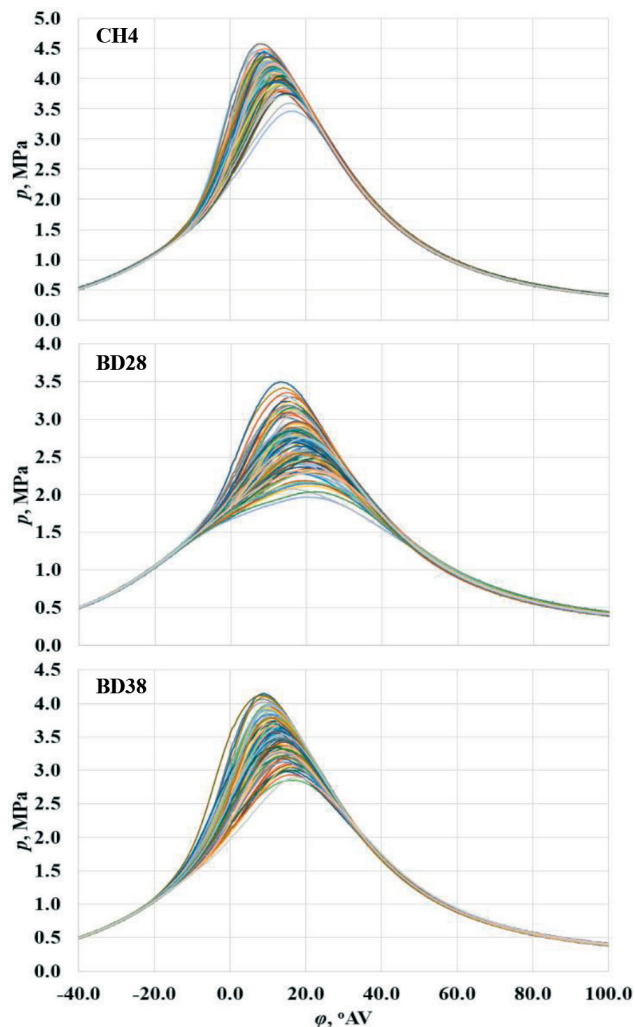
čia: p_i – kiekvienam atskiram variklio darbo ciklui nustatytas šio ciklo vidutinis indikatorinis slėgis:

Varikliui veikiant visais tiriamais degalais dujų slėgis cilindre p išmatuotas kiekvieno pasikartojančio ciklo ir remiantis klasikinėmis kinematikos ir dinamikos formulėmis apskaičiuotas kiekvieno variklio ciklo vidutinis indikatorinis slėgis.

3. Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

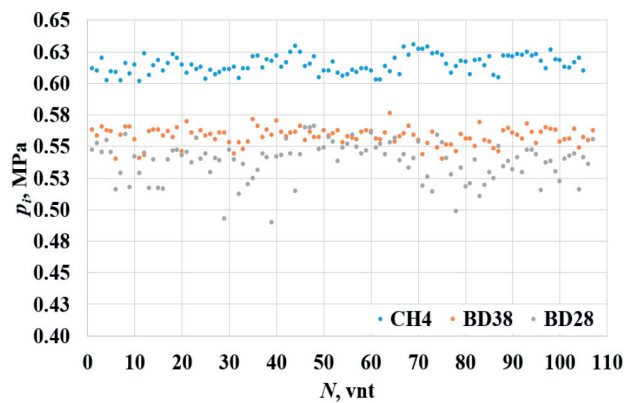
Rezultatų analizei surinkta 107 variklio ciklų indikatorinis slėgis, varikliui naudojant CH₄, BD28 ir BD38 (2 pav.). Kadangi svarbiausia yra suslėgimo takto pabaiga ir darbo taktas, rodomos tik dalinės indiktorinės diagramos.

Metaną pakeitus biodujomis ir nereguliuojant uždegimo paskubos kampo sumažėja maksimalus indikatorinis slėgis nuo 4,112 MPa iki 2,701 MPa. Fiksuojama platesnė ciklų sklaida, tačiau suregulius uždegimo paskubos kampą iki mišiniui optimalaus maksimalus indikatorinis slėgis padidėja iki 3,482 MPa ir ciklų duomenų sklaida sumažėja. Ciklų duomenų



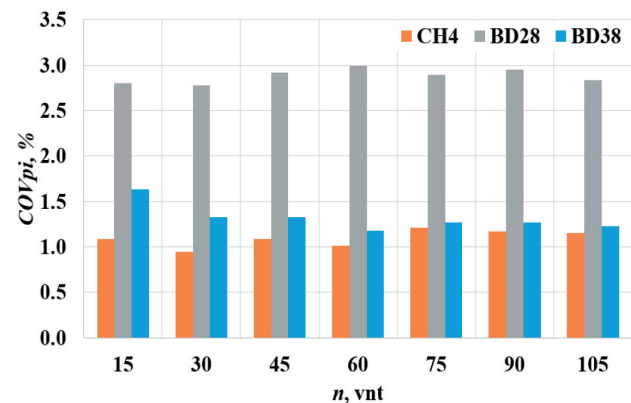
2 pav. Variklio indikatorinio slėgio 107 ciklų duomenys

Šaltinis: sudaryta autorių



3 pav. Variklio vidutinio indikatorinio slėgio duomenys per 107 ciklus

Šaltinis: sudaryta autorių



4 pav. Procentinis vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficientas

Šaltinis: sudaryta autorių

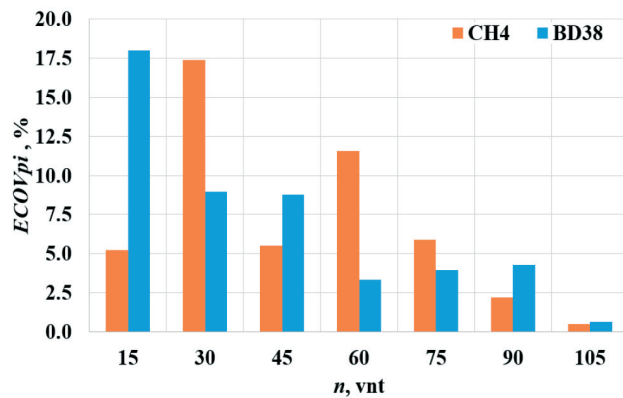
menų sklaida vaizduojama apskaičiuvus vidutinį indikatorinį slėgį varikliui veikiant skirtingais degalų mišiniais (3 pav.).

Iš surinktų duomenų matoma, kad varikliui naudojant metaną vidutinis indikatorinis slėgis svyruoja nuo 0,631 iki 0,602 MPa, tai yra 4,60 %. Pakeitus degalus biodujomis, bet nereguliuojant variklio valdymo bloko ir paliekant tokį patį uždegimo paskubos kampą, kaip buvo pasirinkus metaną, vidutinis indikatorinis slėgis svyruoja nuo 0,566 iki 0,490 MPa, tai yra 13,5 %. Optimizavus uždegimo paskubos kampą varikliui naudojant biodujas p_i svyruoja nuo 0,577 iki 0,540 MPa, tai yra 6,36 %.

Atsitiktine tvarka atrenkama vidutinio indikatorinio slėgio imtis 15, 30, 45, 60, 75, 90 ir 105 ciklų duomenys. Apskaičiuojamas procentinis vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficientas (4 pav.).

Matoma, kad naudojant biodujas, kai uždegimo paskubos kampas buvo 28°AV pVGT, degimo proceso stabilumas vidutiniškai 52 % mažesnis nei naudojant metaną ir biodujas su optimaliu uždegimo paskubos kampu. Todėl toliau lyginant imties dydžio įtaką variacijos koeficiento tikslumui bus apskaičiuojama variacijos koeficiento paklaida, atsižvelgiant į imties dydį tik CH₄ ir BD38 degalų mišiniams (5 pav.).

Naudojant 15 arba 30 ciklų duomenis $ECOV_{p_i}$ siekia 17 %, o didinant ciklų skaičių paklaida mažėja ir



5 pav. Vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficientas paklaida atsižvelgiant į imties dydį

Šaltinis: sudaryta autorių

naudojant 90 ciklų duomenis paklaida yra mažesnė nei 5 %. Taigi, norint gauti vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficiento tikslumą iki 5 %, reikia bent 90 ciklų arba 84 % duomenų aibės.

Išvados

Atlikus kibirkštinio uždegimo variklio *Nissan HR 16DE* eksperimentinius bandymus varikliui naudojant metaną ir biodujas su skirtingu uždegimo paskubos kampu nustatyta:

1. Indikatorinio slėgio cilindre maksimalios reikšmės pasiekiamos naudojant metaną dėl didžiausio degalų šilumingumo ir stabiliausio degimo proceso. Naudojant BD38 indikatorinio slėgio sklaidą per 107 variklio ciklus padidėjo tik 1,76 %, todėl galima teigti, kad degimo proceso stabilumas artimas metano degimo proceso stabilumui. Tai taip pat patvirtina variacijos koeficientas, kurio reikšmė skiriasi tik 0,073 %.
2. Norint užtikrinti vidutinio indikatorinio slėgio variacijos koeficiento paklaidą mažesnę nei 5 % reikia naudoti bent 84 % duomenų iš 107 ciklų aibės, jeigu imtis sumažėja iki 50 %, visų ciklų paklaida padidėja iki 8 %.

Literatūra

- Ceviz, A., Yuksel, F. (2005) Effects of ethanol–unleaded gasoline blends on cyclic variability and emissions in an SI engine. *Applied Thermal Engineering*. (25) 917–925
- Enaux, B., Granet, V., Vermorel, O., Lacour, C., Pera, C., Angelberger, C. (2011). LES study of cycle-to-cycle variations in a spark ignition engine. *Proc Combust Instit.* (33) 3115–3122. 3
- Finney, C., Kaul, B., Daw, C., Wagner, R., Edwards, K., Green, J. (2015). A review of deterministic effects in cyclic variability of internal combustion engines. *Int J Engine Res* (16) 366–78. 1
- Karvountzis-Kontakiotis, A., Dimaratos, A., Ntziachristos, L., Samaras, Z. (2017). Exploring the stochastic and deterministic

aspects of cyclic emission variability on a high speed spark-ignition engine. *Energy* (118) 68–76.

Karvountzis-Kontakiotis, A., Vafamehr, H., Cairns, A., Peckham, M. (2018). Study on pollutants formation under knocking combustion conditions using an optical single cylinder SI research engine. *Energy* (158) 899–910.

Kosmadakis, M., Rakopoulos, C., Arroyo, J., Moreno, F., Muñoz, M., Rakopoulos, D. (2018). CFD-based method with an improved ignition model for estimating cyclic variability in a spark-ignition engine fueled with methane. *Energy Conversion and Management* (174) 769–778. 4

Ozdor, N., Dulger, M., Sher, E. (1994) Cyclic variability in spark ignition engines a literature survey. *SAE Technical Paper SAE 940987. 2*

Sjeric, M., Kozarac, D., Tatschl, R. (2015) Modelling of early flame kernel growth towards a better understanding of cyclic combustion variability in SI engines. *Energy Conversion and Management* (103) 895–909.

SAMPLE SIZE EFFECT ON ACCURACY OF THE INDICATED MEAN EFFECTIVE PRESSURE VARIATION OF SPARK IGNITION ENGINE WORKING ON BIOGAS

Donatas Kriauciūnas^{1,2}, Alfredas Rimkus¹,
Rolandas Vitkūnas¹, Petras Kaikaris¹

¹Vilnius College of Technologies and Design,
Antakalnis str. 54, LT-10303 Vilnius

²Vilnius Gediminas Technical University,
J. Basanavičius str. 28, LT-03224 Vilnius

Abstract. When conducting experimental tests, the accuracy of the results is one of the basic criteria. When determining the ecological and energy parameters of an internal combustion engine, a number of engine cycles are selected for the data sample, and the values of the observed parameters are calculated by deriving an arithmetic mean. If the selected sample is inadequate, the accuracy of the results is insufficient, and if the sample is redundant, the processing time, collection time and space taken up are increased. The paper reviews the data samples used by other researchers and identifies the set of 107 engine cycles. The tests are conducted using the HR 16DE spark ignition engine used in Nissan Qashqai. The test fuel is biogas containing 60% methane and 40% carbon dioxide, using pure methane as a reference. For all fuel mixtures measured engine indicator pressure and calculated the average indicator pressure and its coefficient of variation. Also depending on sample size calculated percentage error of indicator pressure coefficient of variation.

Key words: sample size, spark ignition, methane, biogas, average indicator pressure

MODELLING OF INDIRECT FIELD ORIENTED CONTROL OF SIX-PHASE MOTOR WITH FUZZY CONTROLLER

Roma Rinkevičienė¹, Bronė Mitkienė¹

¹ Vilnius College of Technologies and Design, Antakalnio str. 54, LT-10303 Vilnius

The paper presents MATLAB Simulink model of symmetrical six phase motor and analyses its performance at indirect rotor flux field oriented control mode. The new control blocks not entering the Simulink library, were elaborated for control six-phase motor. Simulink model of the motor was elaborated with the actual parameters of real six-phase motor having displacement of phase windings sets 60 electrical degrees. The model of the indirect field oriented control for six-phase motor with Fuzzy controllers is elaborated and simulation results are presented and analyzed. Blocks for transform of reference frame are proposed. Fuzzy controllers are considered and elaborated. Modelling proves, that six-phase motor operates with great accuracy and follows reference input. Response of controlled system to ramp input and complex reference input including acceleration, steady state and deceleration indicates a small speed delay at beginning of process and accurate following the response input.

Key words: six-phase motor, field oriented control, fuzzy controllers, model, simulation, transients.

Introduction

Interest in design and application of multiphase motors began with fast development of power electronics and design multiphase converters. In 1990's perfection and upgrading of electronic devices raised new wave of interest in multiphase motors. Mostly they were used in high power applications. The multiphase motors divide the controlled power on more converter legs and reduce the current of power electronic switches as well as on the larger number of electric motor phase windings. State of the art of multiphase drives is analyzed in (Jones & Levi, 2002, Levi et al., 2007, Singh, 2002, Ashley, 2006). Development of multiphase motors lead to solve the main problem of minimization and miniaturization of actuators and electric drives.

The multiphase motors and drives were distinguished for improved reliability: they were able operate under fault conditions in loss one or more converter legs.

Steady-state or dynamic characteristics of six-phase motor drive can be analyzed by solving of the motor state-space equations describing dynamic performance. They can be expressed in matrix form and be solved by elaborated computer program. Otherwise the Simulink model, made from typical Simulink blocks can be used and simulation results can be analyzed. Both methods are used to consider dynamics of the multiphase drives. The first method is used (Levi et al., 2007, Nabi et al., 2011, and Sumit, 2015). Applications of these transforms depend on problem to be solved.

Due to motor state-space equations containing variable coefficients and non-linearity of the controlled system, application of numerical methods to solve these equations becomes complicated. Simulation models are more convenient and more universal (Gregor et al., Rinkeviciene et al.). Simulation models, elaborated in *Simulink* can be applied for real time control systems.

Elaboration of controlled six-phase electric drive demands to model the control system and the motor. Nevertheless, many researches in modelling of six phase electric

drives do not consider models of power electronic devices assuming supply of the motor by sine wave sources.

Simulink toolbox "SimPowerSystems" has typical frequency converter blocks for three phase motor control but it does not include similar blocks for multi-phase motor control. The paper presents elaboration of special Simulink blocks to transform the reference frame of six-phase motor and presents model of indirect rotor flux oriented control of six phase drive with designed fuzzy controllers Simulation results are discussed.

1. Mathematical model of six-phase motor

Dynamics of multiphase electric drive is described by nonlinear differential equations with time varying coefficients. Mathematical description of three phase motor in a stationary three phase reference frame $A - B - C$ due to varying mutual inductances because rotation is seldom used for modelling and analysis. Time varying inductances can be eliminated. Clarke proposed transformation (Bose, 2001) to transforms both stator and rotor variables to a synchronously rotating reference frame which moves with magnetic field eliminating time variables.

An equivalent circuit of symmetrical six-phase machine with an arbitrary displacement between two winding sets together with mathematical model of machine is given in (Renukadevi & Rajambal, 2011). Stator of equivalent circuit has two direct current supply voltages v_{qa1} and v_{qa2} in arbitrary reference frame with d and q axis. Rotor is supplied by voltages v_{ds1} and v_{ds2} . They are assumed equal to zero for cage type rotor.

We propose to split six-phase voltage system to two three phase reference frames: $A - B - C$ and $D - E - F$. The second one is shifted by 60 electrical degrees with respect to reference frame $A - B - C$.

The mathematical model of the motor in synchronously rotating reference frame is expressed as voltage drops v_{as1} and v_{as2} as well as v_{ds1} and v_{ds2} across two sets of stator windings and single common rotor winding

voltages v'_{ar} and v'_{dr} , referred to a stator (Bose, 2001). Six-phase motor model is designed in synchronously rotating reference frame. The block diagram in Fig. 1 shows steps to elaborate Simulink model six-phase indirect field oriented control with fuzzy controllers.

Three phase reference frame $A - B - C$ is transformed to two phase stationary reference frame using conventional Clarke transformation.

Three phase machine transformation from the stationary three phase reference frame $A - B - C$ to two-phase stationary reference frame $d^s - q^s$ and synchronously rotating reference frame $d - q$ is described in (Bose, 2001), where the stator voltage v_A axis is aligned with v_{as} axis.

The synchronously rotating $d - q$ axes rotate with synchronous speed ω_e with respect to stationary $d^s - q^s$ axes and form the angle $\theta_e = \omega_e t$.

According to reference frame transform theory we propose set of three phase voltages v_D, v_E and v_F shifted by 120° apart, starting with phase voltage v_D lagging the voltage v_A by 60 electrical degrees, transform to stationary reference frame in this way:

$$\frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos(\theta - 60^\circ) & \cos(\theta - 180^\circ) & \cos(\theta - 300^\circ) \\ \sin(\theta - 60^\circ) & \sin(\theta - 180^\circ) & \sin(\theta - 300^\circ) \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_D \\ v_E \\ v_F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{qs2}^s \\ v_{ds2}^s \\ v_{0s2}^s \end{bmatrix} \quad (1)$$

Equation (1) can be written like this:

$$\begin{bmatrix} v_{qs2}^s \\ v_{ds2}^s \\ v_{0s}^s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & -1 & \frac{1}{2} \\ -\frac{\sqrt{3}}{2} & 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ 0,5 & 0,5 & 0,5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_D \\ v_E \\ v_F \end{bmatrix} \quad (2)$$

Then the inverse transform becomes:

$$\begin{aligned} v_D &= \frac{1}{2} v_{qs2}^s - \frac{\sqrt{3}}{2} v_{ds2}^s; \\ v_E &= -v_{qs2}^s; \\ v_F &= \frac{1}{2} v_{qs2}^s + \frac{\sqrt{3}}{2} v_{ds2}^s. \end{aligned} \quad (3)$$

According to equation (2), sinusoidal variables in $D - E - F$ reference frame appear as sinusoidal quantities in rectangular reference frame v_{qs2}^s and v_{ds2}^s .

Voltages in two phase stationary reference frame v_{qs2}^s and v_{ds2}^s can be transformed to synchronously rotating reference frame like this:

$$\begin{aligned} v_{qs2} &= v_{qs2}^s \cos \theta_e - v_{ds2}^s \sin \theta_e; \\ v_{ds2} &= v_{qs2}^s \sin \theta_e + v_{ds2}^s \cos \theta_e. \end{aligned} \quad (4)$$

Thus, we have two transforms for two three phase voltage sets $v_A - v_B - v_C$ and $v_D - v_E - v_F$. The voltages are shifted by 120 electrical degrees in each set. These sets are transformed to stationary rectangular reference frame. The variables from rectangular stationary reference frame are transformed to synchronously rotating reference frame.

Simulink model of six phase motor elaborated in synchronously rotating reference frame is given in (Rinkeviciene et al., 2013).

2. Model of indirect rotor flux vector orientation control

In indirect field oriented control rotor flux vector is aligned with axis d of revolving $d - q$ reference frame. Two reference frames stationary $d^s - q^s$ and revolving at synchronous speed $d - q$ are shown in Fig. 2.

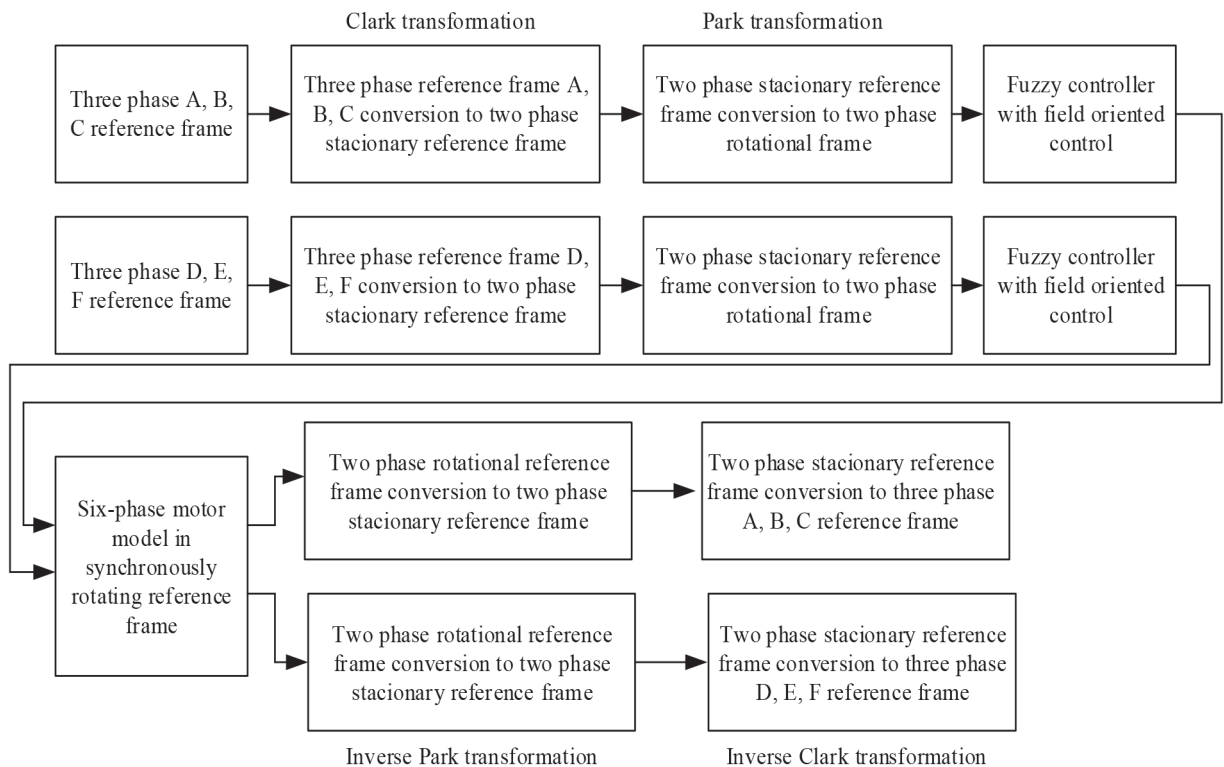


Fig. 1. Block diagram of FOC model with fuzzy controller

θ_e is angle between two reference frames. It changes with rotor rotation. Rotor flux $\bar{\Psi}_r$ is aligned with d axis and its projection to d axis $\Psi_{rd} = |\bar{\Psi}_r|$ and $\Psi_{rd} = 0$. Then torque, delivered by induction motor is calculated as:

$$T_e = \frac{3P}{2} \frac{L_m}{L_r'} (\Psi_{rd} i_{sq}), \quad (5)$$

where P is number of poles and i_{sq} is torque producing current.

Current i_{sq} is calculated in rotating reference frame from given speed reference ω_r^* and current i_{sd}^* from given flux reference Ψ_r^* , rotating at synchronous speed ω_0 .

The angular position of Ψ_r is reference frame orientation angle and is calculated as:

$$\theta = \int \omega_0 dt. \quad (6)$$

In vector control, flux orientation angle must be obtained at every instant of time and conversion formulas from rotating $d - q$ to stationary $d^s - q^s$ reference frame are used.

Motor synchronous speed ω_0 is sum of slip speed ω_{sl} and electrical rotor speed ω_r :

$$\omega_0 = \omega_{sl} + \omega_r \quad (7)$$

and angle

$$\theta_e = \int (\omega_{sl} + \omega_r) dt. \quad (8)$$

Slip speed is calculated from equation (Bose, 2002):

$$\omega_{sl} = \frac{L_m}{L_r'} \frac{R_r}{\Psi_{rd}} i_{sq} = \frac{L_m i_{sq}}{\tau_r \Psi_{rd}}, \quad (9)$$

where $\tau_r = \frac{L_r'}{R_r}$ is rotor time constant.

Closed loop implementation under constant flux condition requires to calculate reference current i_{sd}^* from reference flux Ψ_r^* :

$$i_{sd}^* = i_{mrd}^* = \frac{\Psi_{rd}^*}{L_m} \quad (10)$$

Current component i_{sq}^* in revolving reference frame is proportional to reference torque T_m^* and is calculated as:

$$i_{sq}^* = \frac{T_e^*}{k_1 i_{sd}^*} = \frac{T_e^*}{k_1 \Psi_{rd}^*} \quad (11)$$

where $k_1 = \frac{3P}{2} \frac{L_m}{L_r'}$ and i_{sd} is field producing current.

The angular position of flux vector is obtained on the base (7–9) equations:

$$\theta_e = \int \omega_0 dt = \int (\omega_{sl}^* + \omega_r) dt = \int \left(\frac{i_{sq}^*}{\tau_r i_{sd}^*} + \frac{P}{2} \omega_m \right) dt \quad (12)$$

where ω_m is measured mechanical speed of the motor.

Vector control Simulink model of six-phase motor is presented in Fig 2. Vector control block 1 is elaborated on the base of equations (5 – 12) and together with reference frame conversion equations produces transform of reference frame. Block “Vector control 2” correspondingly is based on the same equations (5 – 12). The model was simulated with fuzzy controller.

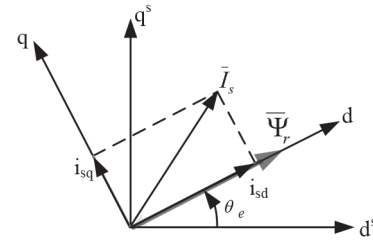


Fig. 2. Reference frames for indirect rotor flux orientation control

3. Fuzzy controller

Structure of fuzzy logic controller is shown in Fig. 3.

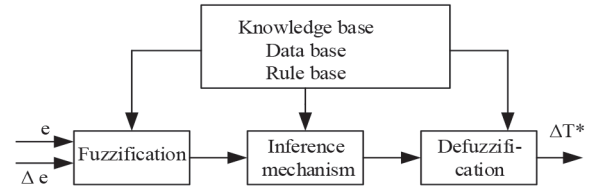


Fig. 3. Structure of Fuzzy logic controller

3.1. Fuzzification

The first block inside the fuzzy controller shown in Fig. 3 is fuzzification, which converts each piece of input data to degrees of membership by a lookup in one or several membership functions (Reznik, 1997). The fuzzification block thus matches the input data with the conditions of the rules to determine how well the condition of each rule matches that particular input instance.

The linguistic labels of the proposed controller are: NL (negative large), NS (negative small), ZE (zero), PS (positive small), and PL (positive large).

All these the inputs and output membership functions contain all these five linguistics (Table 1).

1 Table. Rule base for field oriented control of six-phase drive with fuzzy controller.

	Δe				
e	NL	NS	ZE	PS	PL
NL	ZE	NS	NS	ZE	ZE
NS	PL	ZE	NL	NL	NL
ZE	ZE	ZE	ZE	PL	PS
PS	PL	PL	PL	ZE	NL
PL	ZE	ZE	PS	PS	ZE

3.2. Rule base

The proposed system controller is based on the error, and the integral of error as inputs. The control objective is to regulate output of the system (motor speed) around a prescribed setpoint or reference.

3.3. Membership functions

All membership functions for the system input and output are assumed symmetrical triangles of the same width. The leftmost and the rightmost are chosen as

shouldered ramps. Error and error change membership functions are defined on already known input and error values. If the greatest respectable speed set point value varies between -120 to $+120$ rad/s, the error and error change membership functions looks like presented in Fig. 4. They have recommended overlap of 50%. Output signal membership functions are given in Fig. 5.

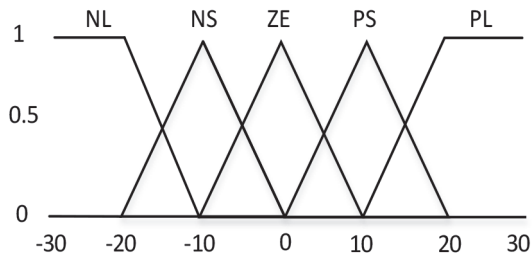


Fig.4. Error and error change membership functions

Output membership functions are also designed on the known values: we know, that the breakdown torque, developed by motor, did not exceed 20 Nm.

Table 1 gives possibility to write 25 rules in Matlab fuzzy control system.

3.4. Knowledge base and inference mechanism

Knowledge base defines the rules represented by IF-THEN rule base, relating the input and output variables.

The inference engine, which is based upon the input fuzzy sets, uses the IF-THEN rules in the knowledge base to make the decisions. According to relationships, given in Table 1, twenty five IF-THEN rules are developed for designing of the system.

3.5. Defuzzification

The output of the inference engine produces the output for the fuzzy set. The method of defuzzification used in this is the centroid or centre of gravity to calculate the final fuzzy value. In this way the final crisp value of reference for field oriented control system torque T^* is obtained.

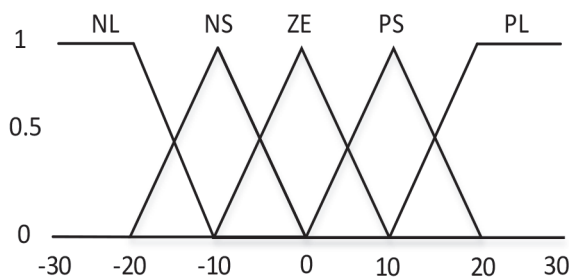


Fig. 5. Output membership functions

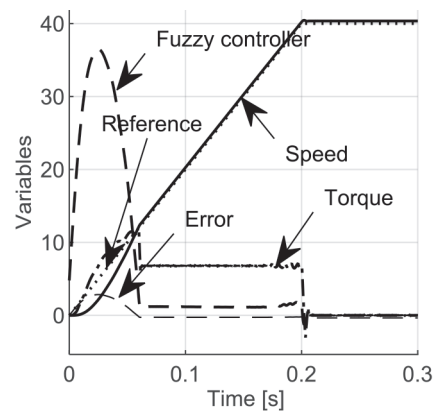


Fig. 6. Response to ramp input of torque and speed at no load

4. Simulation results

Response of torque and speed at no load to ramp input is shown in Fig. 6.

Fuzzy controller elaborates control signal (“Fuzzy controller” dash line in Fig. 6) to calculate reference torque T^* (variable “Torque”) of field oriented control system. Motor speed follows the reference input (dotted line) starting from 0.05 s approximately without error. Error (thin dash line) appears only at initial motor starting time.

Fig. 7 shows response to ramp input at load of 5 Nm applied at 0.5 s after starting. At this time motor rotates with constant speed therefore application of load causes a smaller increase of torque, produced by motor. The final value – speed of the motor has a negligible short time decrease at instant of load application.

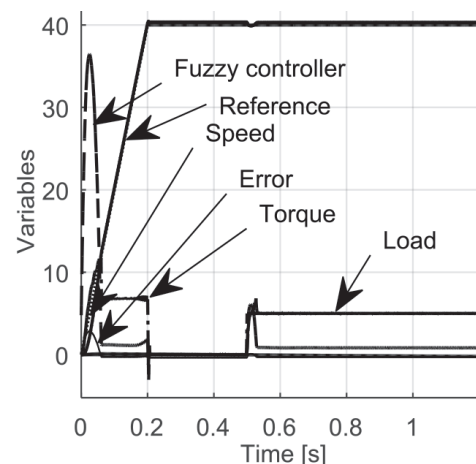


Fig. 7. Response to ramp input of torque and speed with load of 5 Nm

Figure 9 presents drive response to complex input signal with acceleration, steady state and deceleration of the motor.

Motor speed at initial starting time up to 0.6 s delays by negligible error but afterwards it exactly follows the reference input.

Fuzzy controller output is the same control signal as for ramp input. The model gives possibility to calculate all six currents of motor. Fig. 8 presents all cur-

rents of six-phase motor. The peak of starting current 3.2 A in Fig. 8 (a) is limited by great stator resistance while steady-state current is equal to 0.4 A.

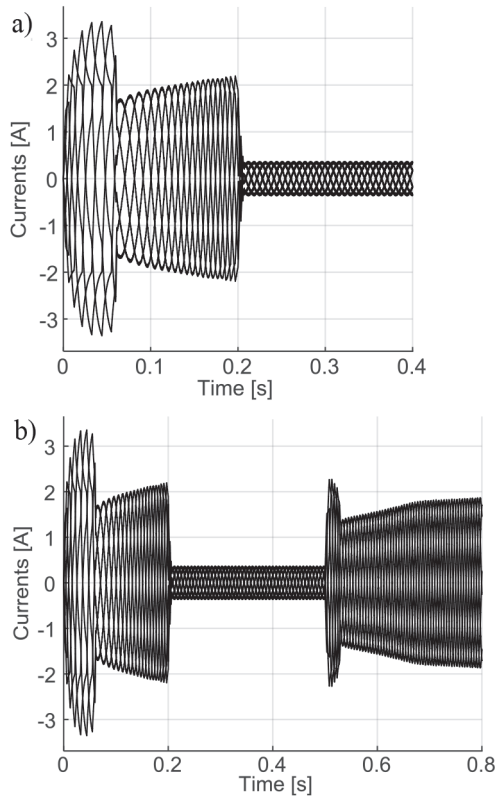


Fig. 8. Starting currents at ramp input at no load (a) and with load of 5 Nm (b)

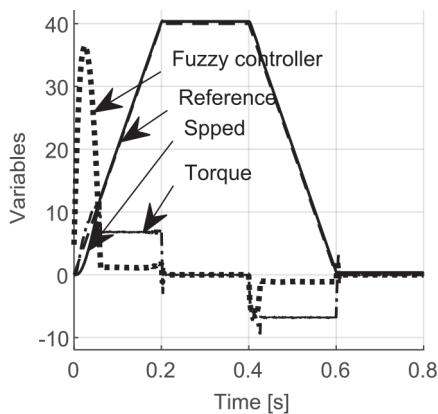


Fig. 9. Response to complex input at no load

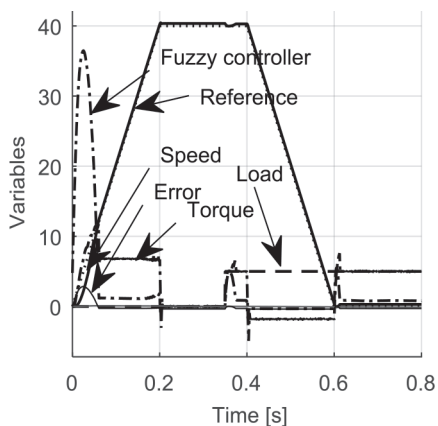


Fig. 10. Response to ramp input at load of 5 Nm

Load torque is applied to rotating with constant speed motor and that increases current up to 2.2 A (Fig. 8 (b)).

Torque produced by the motor at initial starting time reaches 12 Nm, afterward during all acceleration time it remains constant and equal to 7 Nm.

Response to complex input at load of 5 Nm applied during deceleration at time instant 0.5 s is given in Fig. 10.

If the load is applied during deceleration, it has no any impact to the motor speed. The speed continues to follow the reference input.

Conclusions

1. Elaborated model of indirect vector control of six-phase electric drive with fuzzy controllers allows examining electric drives.
2. Blocks for transform of reference frame are proposed. Fuzzy controllers with 25 linguistic rules are considered and elaborated.
3. Simulation results prove, that modelled six-phase electric drive is robust and exactly follows reference input. The greatest error at starting does not exceed 10 % and reduces to zero after 0.05 s.
4. Error at load lasts short time and do not exceed 0.5 %.

Reference list

- Ashley, J. et al. (2006). Induction motor performance as a function of phase number, *IEE Proceedings – Electric Power Applications*, 153 (6), 898 – 904. DOI: 10.1049/ip-epa:20060091. (Article in series publications)
- Bose B. K. (2002). *Modern power electronics and electric drives*. Prentice Hall PTR. ISBN 0-13-016743-6. (Book)
- Gregor, R. et al. (2008). *Model Based Predictive Current Control of Asynchronous Six-phase Motor Drive*. Acces via internet: < <http://www.icrepq.com/icrepq-08/230-gregor.pdf> >. Internet page.
- Jones, M. and Levi, E. (2002). A literature survey of state-of-the-art in multiphase AC drives, *International Universities Power Engineering Conference UPEC*, 505-510. ISBN: 190413307X. (Conference paper).
- Levi, E. et al. (2007). Multiphase induction drives – a technology status review, *IET Electrical and Power Applications*, 1 (4), 489-516. DOI:10.1049/iet-epa:20060342. (Article in series publications)
- Nabi, H. P., Dadashi, P. and Shoulaie, A. (2011). A novel structure for vector control of symmetrical six-phase induction machines with three current sensors, *Engineering, technology and applied science research*, 2 (1), 23-29. eISSN: 1792-8036.
- Renukadevi, G. and Rajambal K. (2011). Generalized Model of Multi-Phase Induction Motor Drive Using Matlab/Simulink, *Innovative Smart Grid Technologies*, 114–119. DOI: 10.1109/ISET-India.2011.6145366. (Conference paper).
- Reznik L. (1997). *Fuzzy controllers*. 240 p. Newness. ISBN 9780750634298. (Book)
- Rinkeviciene R., Kundrotas, B. and Lisauskas, S. (2013). Mo-

del of controlled six phase induction motor. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 1 (7), 217-221. DOI: doi.org/10.5281/zenodo.1060257. (Article in series publications)

- Singh, G. K. (2002). Multiphase induction drive research – a survey, *Electric Power Systems Research*, 61, 139 – 147. DOI: doi.org/10.1016/S0378-7796(02)00007-X.
- Sumit, M. (2015). Performance Analysis of Six-Phase Induction Motor, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 4 (02), 589 – 593. ISSN: 2278-0181. (Article in series publications)

ŠEŠIAFAZĖS PAVAROS NETIESIOGINIO ROTORIAUS SRAUTO VALDYMO SU NERAIŠKIOSIOS LOGIKOS REGULIATORIUMI MODELIAVIMAS

Roma Rinkevičienė¹, Bronė Mitkienė¹

¹ Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija,
Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

Anotacija. – Straipsnis nagrinėja šešiafazio variklio, valdomo vektoriniu būdu su neraiškiosios logikos reguliatoriais ir analizuoja pavaros pereinamuosius vyksmus. Variklio modelis yra sudarytas sinchroniškai besisukančioje koordinatų sistemoje. Šešiafazio variklio valdymui sudaryti du nauji Simulink blokai, skirti tiesioginei ir atvirkštinei koordinatų sistemos transformacijai, kurių nėra Simulink bibliotekoje. Reguluojamo greičio šešiafazės pavaros modelyje panaudoti galios elektronikos įtaisai, leidžiantys nagrinėti pavaros veikimą esant realioms valdymo sąlygoms. Sudarytas pavaros modelis su netiesioginiu variklio srauto reguliavimu, panaudojant neraiškiosios logikos reguliatorius su 25 taisyklėmis. Pateikti ir išnagrinėti šešiafazės pavaros, veikiančios tuščiosios veikos ir apkrovos režimais, momento, greičio ir srovės pereinamieji vyksmai, esant sudėtingiems nuostato signalams. Variklio greitis tiksliai seka nuostatą, paklaidos nėra arba ji maža ir trumpalaikė.

Key words: six-phase motor, field oriented control, fuzzy controllers, model, simulation, transients.

AUTOMOBILIŲ STABDYMO SU VEIKIANČIA IR ATJUNGTA STABDŽIŲ ANTIBLOKAVIMO SISTEMA TYRIMAS

Vytenis Surblys, Valdemaras Venckus, Donatas Kriauciūnas

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

Anotacija. Stabdžių antiblokavimo sistema (ABS) yra viena iš seniausiai naudojamų aktyvios saugos sistemų automobiliuose. Daugelis šiuolaikinių automobilių gamintojų ją diegia bazinėje automobilių komplektacijoje. Šiame darbe analizuojamos lengvųjų automobilių stabdžių antiblokavimo sistemos veikimas, tiriamas automobilio judėjimas stabdymo režimu su įjungta ir išjungta ABS sistema. Pateikiama literatūros apžvalga, aprašyti eksperimentiniai tyrimai bei juose naudota įranga. Publikacijos pabaigoje pateikiamos išvados ir pasiūlymai.

Reikšminiai žodžiai: stabdžių antiblokavimo sistema, ABS, lėtėjimo pagreitis, aktyvi sauga.

Įvadas

Technologijos sparčiai tobulėja, tad nenuostabu, kad ir transporto srityje naujovės pasiekia mus labai greitai. Lyginant automobilius, pagamintus prieš 20–25 metus, su šiuolaikiniais galima rasti labai daug skirtumų komforto, ekonomiškumo, funkcionalumo, patikimumo, o ypač saugumo srityse. Labai daug dėmesio skiriama automobilių pasyviosioms ir aktyviosioms saugos sistemoms. Aktyviosios saugos priemonės, įrengtos automobiliuose, padeda išvengti eismo įvykių, o pasyviosios saugo keleivius ir vairuotojus nuo sužeidimų eismo įvykio metu.

Viena svarbiausių aktyviųjų saugos priemonių automobiliuose – stabdžių sistema. Stabdžiai nuolat tobulinami, diegiamos elektroninės priemonės, kurios padeda valdyti stabdomą transporto priemonę. Dėl stabdžių sistemos gedimų įvyksta labai daug eismo įvykių, tad būtina ją tinkamai prižiūrėti ir tikrinti funkcionalumą. Lietuvoje stabdžių sistemos tikrinimas yra priverstinis – stabdžių sistema yra tikrinama techninės apžiūros metu. Įvairių transporto priemonių kategorijų tikrinimo metodai yra skirtingi. Lengvieji automobiliai tikrinami be krovinių, sunkvežimiai su pneumatine stabdžių sistema – taip pat be krovinių, tačiau matuojamas oro slėgis stabdžių sistemoje ir perskaičiuojamas stabdymo efektyvumas susidarius tam tikram slėgiui.

Darbo tikslas – išsiaiškinti, kokią įtaką transporto priemonės lėtėjimui turi stabdžių sistemos antiblokavimo sistema (ABS).

Užduotis – atlikti transporto priemonių stabdymo matavimus ir įvertinti gautus rezultatus.

1. Literatūros apžvalga

Stabdžių antiblokavimo sistema (angl. *Anti-lock braking system*) – motorinėse transporto priemonėse naudojama stabdžių sistema, neleidžianti ratams užsiblokuoti stabdymo metu. Ši sistema sugalvota ir panaudota 1929 m. lėktuvų važiuoklių sistemoje, 1958 m. – motocikluose, 1970 m. – automobiliuose. Pagal statistiką ABS sistema 18 proc. padėjo sumažinti avarijų skaičių keliuose ir 35 proc. galimybę nuslysti nuo

kelio ekstremalaus stabdymo sąlygomis (Kleinauskas, 2012).

Transporto priemonės yra susijusios su keleivių saugumu, jų gyvybe, tad didžiausias joms keliamas reikalavimas yra patikima stabdžių sistema bei galimybė suvaldyti automobilį slidžiame kelyje, avaringose situacijose (Modestavičius et al., 2012).

Daug mokslininkų tyrinėja stabdžių sistemas. Vienose publikacijose atliekami eksperimentiniai tyrimai (Parczewski ir Wnęk 2012), kituose pateikta analizė teoriniu aspektu. Publikacijoje (Van der Merwe et al., 2018) mokslininkai eksperimentinius tyrimus atliko naudodami priekaboje sumontuotą stabdžių sistemą, veikiančią su ABS valdomu gamintojo *Bosch* sukurtu algoritmu. Ši algoritmą sudaro 8 stabdymo ciklai. Kita atliekamų tyrimų grupė – eksperimentiniai tyrimai stabdant su ir be ABS sistemos (Sokolovskij, 2005). Tokio tipo tyrimuose dažniausiai pasirenkamas automobilis, jis pertvarkomas, tuomet atliekami eksperimentiniai tyrimai su ABS sistema ir be jos. Taip pat ABS sistemos tyrimai atliekami ir laboratorijose specialiais būgniniais stendais (Minh et al., 2016).

Straipsnio autoriai (Hartikainen et al., 2015) atliko ABS sistemos bandymus ant šlapios ir sausos kelio dangos, taip pat padengtos sniego ir ledo sluoksniu. Autoriai atlikdami tyrimus vertino ir padangų slėgį bandymo metu.

2. Stabdžių efektyvumo tikrinimo būdai

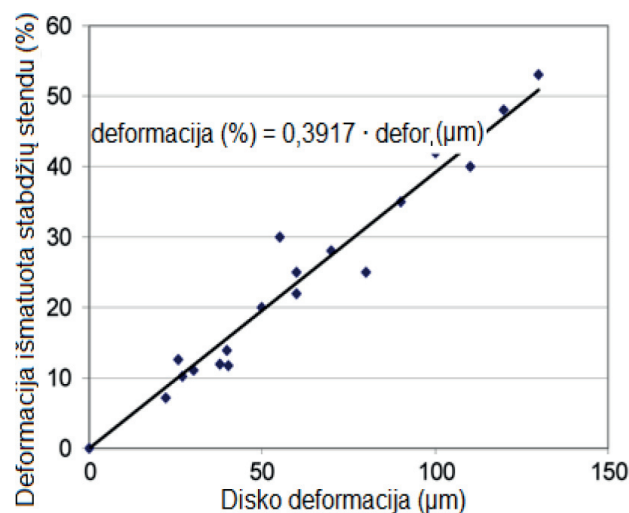
Kuriant kelių transporto priemones, siekiama suprojektuoti kiek galima efektyvesnę stabdžių sistemą, nes stabdžiai – svarbiausia aktyvi saugos priemonė. Bėgant metams stabdžiai tampa ne tokie efektyvūs, nes aplinkos sąlygos stipriai paveikia stabdžių sistemos dalis.

Lietuvos ir pasaulio mokslininkai daug dėmesio skiria stabdžių problemoms nagrinėti, taip pat stabdžių sistemoms tikrinti. Atliktas L. Segal tyrimas parodė, kad stabdžių sistemoje didelę įtaką turi temperatūros poveikis. Stabdymo metu stipriai įkaista stabdžių diskas, frikcinės trinkelės ir stabdžių suportas. Nusta-

tyta, kad, atliekant stabdžių bandymus, negalima ilgiau stabdyti ratų kaip 10–15 sekundžių, nes stabdymo elementai įkaista daugiau kaip 80 °C. Jei stabdžių sistemos temperatūra aukšta, trinkelį stabdymo savybės sumažėja (Segal, 1999).

E. Pakalnis darbe „Kelių transporto priemonių stabdymo efektyvumo patikros tobulinimas“ apžvelgė tarptautinėje praktikoje naudojamus stabdžių patikros metodus: neapkrauta transporto priemonė iš dalies apkraunama, taikomas imitacinis stabdžių sistemos patikros modelis ir naudojamas ekstrapoliacijos – perskaičiavimo metodas. Taip pat E. Pakalnis savo darbe aprašo naudojamą naujų transporto priemonių stabdžių patikros modelį, kai pagal JT EEK taisyklę Nr. 13 stabdžių sukuriama stabdymo jėgos turi neišeiti iš tam tikrų ribų, t. y. tilpti fiksuotame jėgų koridoriuje. Nubrėžtos kreivės privalo atitikti reikalavimus, matuojant visiškai apkrautas ir nepakrautas transporto priemonės. Taip pat nagrinėjama pneumatinių stabdžių sistemos slėgio svarba, kuri turi proporcingai kisti, keičiantis apkrovos, veikiančios transporto priemonę, dydžiui. Straipsnyje lyginami imitacinis modeliavimas ir ekstrapoliacijos metodas, kuris, pasak autoriaus, yra aktualus ir laikui bėgant bus plačiai naudojamas. Taip pat minimas dalinis ašies apkrovos metodas, tačiau jis laikomas nepatogiu atliekant techninę apžiūrą (Pakalnis, 2001).

Vienas iš neigiamų veiksnių stabdant automobilį su diskiniiais stabdžiais – deformuotas stabdžių diskas. Deformacija turi įtakos stabdymo efektyvumui. Atlikti tyrimai (Garcia – Pozuelo Ramos et al., 2010) parodė, kad deformacijos dydį galima pamatuoti ritininiu stabdžių stendu. Kai stabdžių disko netolygumas 125 μm, bandymų metu stabdžių stendas išmatuoja 50 % deformaciją (1 pav.).



1 pav. Santykis tarp disko deformacijos ir stabdžių stendo išmatuotų parametrų

Šaltinis: Garcia–Pozuelo Ramos et al., 2010

Išmatuotą disko deformaciją procentais galima apytiksliai išreikšti mikrometrais, padauginant iš konstantos 0,3917.

2. Tyrimų metodika

Stabdymo bandymai atlikti Klaipėdos mieste ir jo apylinkėse naudojant 2008 metais pagamintą automobilį *Opel Zafira* ir 2006 metais pagamintą automobilį *Mitsubishi Lancer Wagon*.

Lėtėjimo parametrai išmatuoti prietaisu *XL Meter™ Pro*. Prietaiso specifikacija pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė. Lėtėjimo pagreičio matavimo prietaiso specifikacija.

Parametras	Dydis
Matavimo ribos	±5 m/s ² iki ±20 m/s ²
Matavimo greitis	iki 200 Hz
Maitinimo įtampa	5,2 – 18 V
Veikimo temperatūra	0 – 50 °C
Įrenginio matmenys (aukštis × plotis × ilgis)	50 × 97 × 110 mm

Šaltinis: Inventure ...

Bandymams naudotuose automobiliuose darbinės stabdžių sistemos antiblokavimo sistemos (ABS) atjungtos išimant valdymo modulio maitinimo grandinės saugiklį.

Kad būtų galima palyginti gautus duomenis, automobilių stabdymo bandymai atlikti tose pačiose pasirinktų kelių vietose. Pasirinktos kelio dangos:

- sausas lygus asfaltas,
- sausas šiurkštus asfaltas,
- šlapias lygus asfaltas,
- šlapias šiurkštus asfaltas,
- sausas žvyrelis,
- sausa suplukta žvyro ir skaldos danga,
- sniegu padengtas asfaltas.

Iliustracijoje (žr. 1 pav.) pateiktas kelio sąlygų vaizdas, stabdant ant sniegu padengto asfalto.

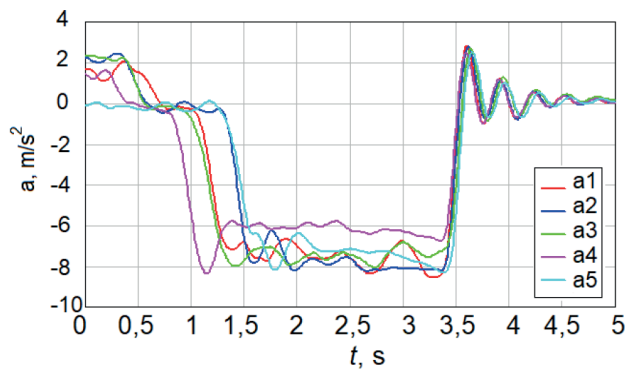


1 pav. Kelio sąlygos – sniegu padengtas asfaltas.

Šaltinis: sudaryta autorių

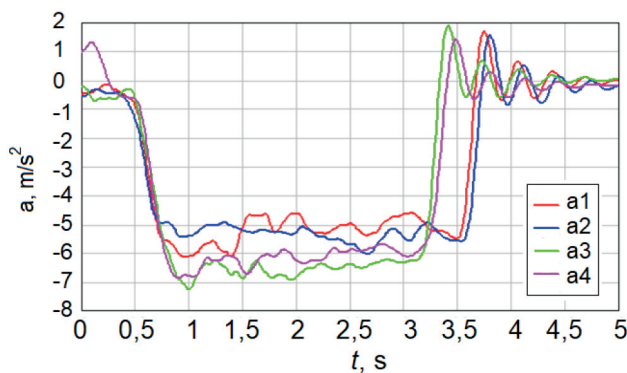
3. Eksperimentinių tyrimų rezultatai

Rezultatų analizei pateiktos stabdymo metu gautų lėtėjimo pagreičių kreivės bei prietaisu apskaičiuotos nusistovėjusio lėtėjimo pagreičio reikšmės a , kai greitis V (2, 3 pav.).



2 pav. Automobilis Opel Zafira, padangos vasarinės
Šaltinis: sudaryta autorių

2 pav. grafikuose pažymėta: a1 – su ABS ant šlapio smulkiai šiurkštaus asfalto, $a = 7,5 \text{ m/s}^2$, $V = 62,8 \text{ km/h}$; a2 – su ABS ant šlapio lygaus asfalto, $a = 8,0 \text{ m/s}^2$, $V = 58,7 \text{ km/h}$; a3 – su ABS ant šlapio smulkiai šiurkštaus asfalto, $a = 7,7 \text{ m/s}^2$, $V = 65,4 \text{ km/h}$; a4 – be ABS ant šlapio smulkiai šiurkštaus asfalto, $a = 6,2 \text{ m/s}^2$, $V = 59,0 \text{ km/h}$; a5 – be ABS ant šlapio lygaus asfalto, $a = 7,3 \text{ m/s}^2$, $V = 55,9 \text{ km/h}$.



3 pav. Automobilis Opel Zafira, padangos vasarinės
Šaltinis: sudaryta autorių

3 pav. grafikuose pateikta: a1 – su ABS ant sauso žvyrkelio, $a = 5,1 \text{ m/s}^2$, $V = 56,5 \text{ km/h}$; a2 – su ABS ant sauso žvyrkelio, $a = 5,1 \text{ m/s}^2$, $V = 57,1 \text{ km/h}$; a3 – be ABS ant sauso žvyrkelio, $a = 6,5 \text{ m/s}^2$, $V = 62,6 \text{ km/h}$; a4 – be ABS ant sauso žvyrkelio, $a = 6,0 \text{ m/s}^2$, $V = 57,5 \text{ km/h}$.

2 lentelė. Rezultatų suvestinė

Kelio sąlygos	su ABS, m/s^2	be ABS, m/s^2
sausas lygus asfaltas	9,0÷9,7	7,9÷ 8,4
sausas šiurkštus asfaltas	8,6÷8,9	8,1÷ 8,2
šlapias lygus asfaltas	8,0	7,3
šlapias šiurkštus asfaltas	7,5÷7,7	6,2
sausas žvyrkelis	4,8÷5,1	5,6÷ 6,5
sausas suplukta žvyro – skaldos danga	5,2÷5,9	5,3÷ 5,8
sniegu padengtas asfaltas	2,1÷2,5	2,7÷ 2,8

Šaltinis: sudaryta autorių

Stabdant ant sauso žvyrkelio bei sniegu padengtos kelio dangos, didesnis automobilio lėtėjimas gautas atjungus darbinės stabdžių sistemos antiblokavimo. Pastebėta, kad stabdant nesisukantis ratas prieš save sustumia gruntą ar sniegą, kas didina automobilio lėtėjimą. Ant sniegu padengtos dangos automobilis be

darbinės stabdžių antiblokavimo sistemos praranda judėjimo stabilumą, t. y. pradeda sukis apie vertikalią ašį bei neišlaiko tiesios judėjimo trajektorijos.

Automobilio su darbinėmis stabdžių antiblokavimo sistema lėtėjimo greičiui ant grindinio didelę įtaką turi dangos nelygumai.

Išvados

Stabdant ant sauso ir šlapio asfalto didesnę automobilio lėtėjimą užtikrina darbinėmis stabdžių antiblokavimo sistema, tačiau stabdant ant žvyrkelio ar kelio dangos padengtos sniegu, efektyvesnis stabdymas su atjungta stabdžių antiblokavimo sistema. Tikėtina, kad įtakos tam turi nesisukantis ratas prieš save sustumiantis gruntą ar sniegą, o tai didina automobilio lėtėjimą.

Atlikti matavimai rodo, kad šiuo metu atliekant techninę eismo įvykio aplinkybių analizę skaičiavimuose naudojamos transporto priemonių nusistovėjusio lėtėjimo pagreičio reikšmės gali būti mažesnės už faktines. Galimas įvairių veiksnių poveikis, o tai gali turėti įtakos atliekamų tyrimo rezultatų kokybei.

Literatūra

- Garcia – Pozuelo Ramos, D., Gauchia, A., Boada, B. L., Diaz, V. (2010). New procedure to estimate the brake warping in a roller teste, *International Journal of Automotive Technology* (1). 691–699.
- Hartikainen, L., Petry, F., Westermann, S. (2015). Longitudinal wheel slip during ABS braking, *Vehicle System Dynamics* 53(2), 237–255.
- Inventure Automotive Electronics. XL Meter. User's manual Prieiga per internetą: <<http://www.inventure.hu/>>.
- Kleinauskas, V. (2012). ABS sistema transporto istorijoje. *Cargo news*, Prieiga per internetą: <<https://www.cargonews.lt/transporto-istorija/abs-sistema-transporto-istorijoje/>>.
- Minh, V. T., Oamen, G., Vassiljeva, K., Teder, L. (2016). Development of anti-lock braking system (ABS) for vehicles braking, *Open Engineering* 2016 (6). 554–559.
- Modestavičius, I., Nagurnas, S., Gedzevičius, I. (2012). Aktyvių saugos sistemų įtaka automobilio dinamikai, *Mokslas – Lietuvos ateitis straipsnių rinkinys*. 161–164.
- Pakalnis, E. (2001). Kelių transporto priemonių stabdymo efektyvumo patikros tobulinimas. Teorija ir praktika, *Transportas – Transport Engineering* Vilnius: Technika, 55–60.
- Parczewski, K., Wnęk, H. (2012). Make use of the friction coefficient during braking the vehicle. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*. Lenkija, 14 (2): 176–180.
- Segal, L. (1999). Diagnostic method for vehicle brakes, *NDT&E International* 32. Israel: Israel Institute of Technology, 369–373.
- Sokolovskij, E. (2005). Experimental investigation of the braking process of automobiles. *Transport – 2005* (3). 91–95.
- Van der Merwe, N. A., Els, P. S., Žuraulis, V. (2018). ABS braking on rough terrain. *Journal of terramechanics* 80. 49–57.

RESEARCH OF VEHICLE BRAKING WITH OPERATING AND DISCONNECTED ANTI-LOCK BRAKING SYSTEM

Vytenis Surblys, Valdemaras Venckus,
Donatas Kriaučiūnas

*Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija,
Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius*

Abstract. Anti-lock Brake System (ABS) is one of the oldest active safety systems in cars. Most modern car manufacturers install it in the base car kit. This work analyzes the operation of the anti-lock braking system of passenger cars, investigates the movement of the car in braking mode with operating and disconnected ABS system. The literature review, experimental research and used equipment are presented. The publication concludes with conclusions and suggestions.

Key words: anti-lock braking system, ABS, deceleration, active safety.

VILNIAUS TECHNOLOGIJŲ IR DIZAINO KOLEGIJOS STUDENTŲ POŽIŪRIO Į ANGLŲ KALBOS SKOLINIŲ VARTOJIMĄ TYRIMAS

Svetlana Toropovienė, Rūta Kalytienė

Vilniaus Technologijų ir Dizaino Kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303, Vilnius

Anotacija. Straipsnyje nagrinėjami studentų kalboje, žiniasklaidoje ir internete vartojami anglų kalbos skoliniai (anglicizmai). Tyrimas grindžiamas klausimynu, kuris buvo pateiktas Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos Technikos fakulteto nuolatinių ir išstėstinių studijų skyrių studentams. Remiantis klausimyno rezultatais, galima teigti, kad skoliniai yra populiarūs tarp studentų ir dažnai vartojami internete, ir studentų šnekamojoje kalboje (buvo atlikta kai kurių laikraščių ir interneto tinklalapių analizė). Tyrimas atskleidė, kad anglų kalbos skolinių vartojimo pirmenybę, nei jų lietuviškų ekvivalentų galima paaiškinti aplinkos poveikiu, įprastine veikla, kuri yra susijusi su kai kuriomis naujomis gyvenimo realijomis, reiškiniiais ir sparčiu naujų technologijų vystymu, arba anglų kalbos populiarumo įtaka kasdieniam gyvenimui. Mokytojai, tyrėjai, sociologai, psichologai, politikai ir kiti specialistai turėtų atsižvelgti į skolinių vartojimą, kad ateityje būtų išvengta minėtų žodžių vartojimo ir išsaugota gimtosios kalbos tapatybė.

Pagrindinės sąvokos: skoliniai, internetas, žiniasklaida, šnekamoji kalba.

Įvadas

Kalbos pokyčiai – natūralus reiškinys. Keičiasi gyvenimo realijos, atsiranda joms įvardyti naujų žodžių. Vieni jų sukuriami, kiti pasiskolinami, tretį į vartoseną įeina neįteisinti. Taigi, gyvenimo realybė, kintanti verčių sistema turi įtakos kalbos raidos tendencijoms.

Svetimi žodžiai kalbose – įprastas dalykas. Tik reikia įvertinti, ar jie tikrai reikalingi, ar galima apsieiti be jų. Kaip pastebi A. Paulauskienė lietuvių kalbą užlieję naujieji skoliniai dar nėra reikiamai suklasifikuoti (Paulauskienė, 2004), nespėta sukurti lietuvių kalbai tinkamų naujadarų, nors darbai pradėti – išleista V. Rudaitienės ir V. Vitkausko knyga „Vakarų kalbų naujieji skoliniai“ (Miliunaitė, 2004).

Lingvistikoje skolinių atsiradimo procesą, jų vartojimą analizuoja leksikologija. Apie naujuosius svetimžodžius rašo, juos tyrinėja, daugelis lietuvių kalbos mokslininkų: J. Girčienė, R. Miliūnaitė, A. Rykliienė, L. Vaicekauskienė, A. Paulauskienė ir kt. Jie atkreipia dėmesį į neadaptuotų svetimžodžių rašybą, morfologiją, žodžių dėmenų nekaitymą ir kitus nenorminius dalykus. Todėl labai aktualus svetimžodžių norminimo strategijos kūrimo poreikis. „Visapusiškesnis svetimžodžių norminimo ir vartosenos vertinimas neįmanomas be sakytinės kalbos tyrimų, kurie galėtų atskleisti gerokai išsamesnį svetimžodžių santykių su lietuvių kalbos sistema vaizdą. Šiandien tokie tyrimai itin aktualūs“ (Rudaitienė ir Vitkauskas, 1998).

Šiuo metu tiriami įvairūs svetimžodžių vartojimo aspektai: visuomenės nuostatos (Rudaitienė ir Vitkauskas, 1998), aprašyta pakaitų vartoseną ir darybą (Girčienė, 2004), vartotojų pasirinkimo motyvai (Dobružinskienė, 2013), skolinimosi procesas ir priežastys, svetimžodžių santykis su lietuvių kalbos sistema (Rudaitienė ir Vitkauskas, 1998) natūrali kalbos naujovių atranka (Miliunaitė, 2004).

Anglų kalbos pripažinimas ir prestižas, natūralus poreikis mokytis šios kalbos, atveriančios Lietuvai ke-

lią į platesnį pasaulį, – tai istorinio mūsų valstybės posūkio į Vakarų realybę. Didėjantis anglų kalbos prestižas ir iš jo išplaukiantis visuomenės dvikalbiškumas, kalbinio išprusimo demonstravimas veikia kalbos vartotojų nuostatas: *imidžmeikeriai, makdonaldai, ofisai, šopai, parkingai* rodo grėsmingą kalbos kodų maišymą, svetimžodžiais pabrėžiamą socialinės grupės identitetą ir sąmoningesnių vartotojų neigiamą požiūrį į šiuos procesus. Dabartinė skolinių gausa yra paaiškinama dviem priežastimis: tai yra tikra iš esmės pasikeitusio gyvenimo *būtinybė* (politinių, ekonominių, ideologinių reiškinių kaita), kita vertus – *amerikonomanija*, kai patrauklios tampa ne tik techninės naujovės, bet ir gyvenimo lygio standartai, elgesio ir bendravimo normos, skonis. Dabar angliški žodžiai išstumia ne tik lietuviškus, bet ir iš kitų kalbų anksčiau pasiskolintus žodžius, kurie sėkmingai buvo pritaipę lietuvių kalboje (pavyzdžiui, *sendvičas* vietoje vok. *buterbrodas*; *hitas* vietoje vok. *šlageris*; *animatorius* vietoje pranc. *multiplikatorius*; *displėjus* vietoje pranc. *ekranas* ir t. t.).

Kai kurie svetimžodžiai, nesant atitinkamo lietuvių kalbos žodžio, tarytum užpildo žodyno spragą, todėl vartojami be išlygų: *steikas, paparacis, kastingas* ir kt. Vartotojai pabrėžia, kad esamas savas žodis neatspindi naujo reiškinio semantinės reikšmės, tad tai ir lemia jų pasirinkimą. Kai kurie svetimžodžiai vartojami sąmoningai ekspresyvumo tikslais, nors jie ir turi norminius lietuviškus atitikmenis (*nonstopas, o'kay, seksšopas, dance club*), arba vartojami siekiant sukurti autentišką diskursą (*step-by-step, formal dinner, srytas*), pabrėžiant grupės socialinę atskirtį ir identitetą.

Angliški terminai ir trumpiniai, kurie dažnai rašomi originalo kalba, užplūdo žurnalų puslapius ir specialistų kalbas. „Žiniasklaida, tarpininkė tarp kalbininkų ir visuomenės, atlieka didelį pakaitų platinimo, prigydomo darbą“ (Girčienė, 2004).

Straipsnyje analizuojamas skolinimosi procesas, kaip vienas anglų bei lietuvių kalbų sąveikos komponentų.

Tikslas – apžvelgti skolinių vartojimo priežastis, ištirti svetimžodžių vartojimą Vilniaus Technologijų ir Dizaino Kolegijoje studentų kalboje ir jiems aktualesiose visuomenės informavimo priemonėse (internete, televizijoje, radijo, Vilniaus miesto ir regiono spaudoje) ir studentų požiūrį į tai.

Uždaviniai:

1. Skolintos leksikos reikšmės ir vietos lietuvių kalbos sistemoje, svetimžodžių atsiradimo priežasčių apžvalga.
2. Studentams aktualių visuomenės informavimo priemonių (interneto, televizijos, radijo, Vilniaus miesto ir regiono spaudos) kalbos tyrimas.
3. Apklausa apie skolinių vartojimą Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos studentų kalboje rezultatų analizė.

Tyrimo metodai – empirinis, teorinės analizės, indukcijos, anketinė apklausa. Apklausoje dalyvavo 186 respondentai.

Skolintos leksikos atsiradimo kalboje teorinė apžvalga

Vienas iš žodyno papildymo būdų yra skoliniai. Jų gali būti įvairių rūšių. Paprastai skoliniai yra skirstomi pagal tai, iš kurios kalbos ar giminiškų kalbų grupės jie yra pasiskolinti, pavyzdžiui, anglizmai, galizmai, germanizmai, lotynizmai, polonizmai, slavizmai ir t. t. Tai pati bendriausia skolinių klasifikacija. Tačiau skoliniai gali būti skirstomi ir kitu pagrindu: pagal jų atsiradimo būdą, pritaikymo laipsnį kalboje skolininkėje, pagal paplitimą kalbose, pagal jų vartosenos tikslumą ir kt. Politiniams, prekybiniais, ekonominiams ir kultūriniais kontaktams plečiantis, vykdavo ir vyksta prekybiniai, kultūriniai, moksliniai mainai, tad atitinkamai ir skolinių kalboje daugėja.

Lietuvių gyvenimo „amerikonizacijos“ tendencija atsispindi gyvojoje kalboje: atsiranda daugybė anglicizmų ir amerikonizmų (iš anglų kalbos ir jos amerikietiškojo varianto pasiskolintų žodžių).

Lietuvių kalba ir anksčiau skolinosi žodžius iš anglų kalbos, pvz.: *mitingas, infliacija, importas, interviu, doleris, kombainas, magnetofonas, šampūnas, šortai, džinsai, keksas, krekeris* ir kt. Jie virto norminiais, įteisintais terminais.

Skolinių vartojimo priežastys nevienodos, kaip ir jų poveikis lietuvių kalbos sistemai, būtent:

1. Naujų daiktų, reiškinių, sąvokų pavadinimų poreikis: *kompiuteris, bleizeris* (ypatingo sukirpimo liemenuotas švarkas).
2. Būtinybė specializuoti sąvokas: *marketingas* (rinka), *menedžmentas* (valdymas), *lizingas* (nuoma su išpirkimo galimybe, gaunant pajamų), *prodiuseris* (įgaliotas filmo kompanijos asmuo).
3. Tarptautiniam vartojimui susiformavusių tos pačios kilmės terminų sistemos (pavyzdžiui, kompiuterinės, sporto, šiuolaikinės estrados), sukurtos anglų kalbos pagrindu.

4. Jaunimo siekis vartoti madingesnę, „šiuolaikišką“ žodį, kuris lyg ir prestižiškesnis, lyg ir skambantis „moksliškai“ – taigi, intelektualiai ir gražiai.

Kitų kalbų leksika skverbiasi į visas visuomenės gyvenimo sferas, įeina į kasdieninį gyvenimą, išstumia lietuviškus įprastus žodžius, keičia pavadinimus: kasdien išgirsi (*biznis, holdingas, monitoringas, sekondhendas, know how...*). Masinės informacijos priemonėse, radijo, televizijos laidose, gausu neleistino anglizmų vartojimo pavyzdžių.

Neteiktini žodžiai labai greitai paplinta kalboje, o kalbininkų pateikti atitikmenys kartais labai sunkiai juos išstumia iš vartosenos (Dobružinskienė, 2013). Nors slavų kilmės neteiktinų skolinių vis mažėja, jų vis dar pasitaiko automobilių pramonės specialistų kalboje, (pvz., *ruchnikas* – pavarų perjungimo svirtis; *bardachokas* – daiktadėžė; *zapaske* – atsarginis ratas; *šai-ba* – poveržlė ir kt.), tačiau itin daugėja svetimybų iš anglų kalbos visose srityse. Pastaroji veikia ne tik lietuvių kalbą, bet ir kitas, pavyzdžiui, rusų, ispanų, japonų (Grumadienė, 2004).

Studentams aktualių visuomenės informavimo priemonių (TV, radijo, interneto, Vilniaus miesto ir regiono spaudos) 2017–2018 m. apžvalga patvirtino, kad svetimžodžiai skverbiasi į žiniasklaidą ne tik pavieniui, bet ištisomis teminėmis grupėmis:

1. Visuomeninė ir politinė leksika (*brifingas, spikeris, impičmentas, sponsorius, legitimuoti...*).
2. Mokslinė techninė leksika (*apgreidas, atačmentas, barkodas, brauzeris, displėjus, failas, multimedija, saitas, bliumingas, trafikas, šėpingas, ofisas, imeilas...*).
3. Ekonomikos leksika, susijusi su verslo veikla (*akauntas, baneris, biznis, dedlainas, vaučeris, brokeris, dileris, kontraktorius, distributorius, dempingas, holdingas, invoisas, marketingas, monitoringas, lizingas, barteris, ofšoras, roumingas...*).
4. Sporto leksika (*boulingas, fitnesas, kerlingas, dopingas, kikkoksas, overtaimas, skeitbordas, šėpingas*).
5. Kasdieninė, buitinė leksika (*bleizeris, popkornas, bukletas, leiblas, mikseris, organaizeris, peidžeris, plejeris, tosteris, kempingas, dansingas, vykendas...*).
6. Šiuolaikinio popmeno leksika (*bendas, džiazas, bliuzas, nata-bliu, imidžas, rimeikas, diskas, singlas, hitas, topas, prodiusuoti, kantri, šou, retrošlageris...*).
7. Kosmetologijos, sveikatos sričių leksika (*imidžas, ingredientas, pilingas, spa centras...*).

„Žiniasklaida ne tik platina naująją lietuvių kalbos leksiką, bet ir atlieka pirminę vartosenos atranką – diktuoja tam tikras jos vartojimo taisykles“ (Girčienė, 2004).

Pateikti visuomenės informavimo priemonių vartojami skoliniai atspindi šiuolaikinės lietuvių kalbos būklę. Darybos požiūriu naujieji svetimžodžiai L. Vaičekauskienės (2007) monografijoje skirstomi:

- Žodžiai, sudaryti iš svetimų šakninių morfemų ar pradmenų: *alkotesteris, aromoterapija, bankomatas, multivitaminai, supervizija, interaktyvus* ir kt.
- Žodžiai, sudaryti iš žinomo ir naujesnio dėmens:

aiskrimas, kriomasazas, toplesas, eurooptimistas, to-pmodelis, taimautas ir kt.

- Pastovios reikšmės junginiai, kurių rašyba autentiška: *duty free, second hand, body art...*
- Išvestiniai žodžiai iš svetimos šaknies su lietuvišku priesagos dėmeniu: *internetininkas, reitinguotojas, sponsoystė, miksuoti ir kt.*
- Svetimos šaknies ir tarptautinio baigmens deriniai: *printeris, kileris, pulverizatorius, prezentas, visažistas, brifingas ir kt.* (vyrauja daiktavardžių su priesaga -ing- grupės, kurios yra anglų kalbos veiksmažodinių daiktavardžių formos: pavyzdžiui, *boulingas, roumingas, liftingas ir kt.*, taip pat ir su priesaga -er-, pvz., *baikeris, brokeris, stajeris, snai-peris ir kt.*).
- Jaunų žmonių žargone dažnai vartojami pasiskolinti žodžių dėmenys – lyg atskiri žodžiai: *pop-, techno-, super-, ultra- ir kt.*

Laikraščių, reklamų, skelbimų kalboje gausu anglicizmų, kurie gali ir turi būti pakeičiami lietuviškais ekvivalentais, pavyzdžiui: *mass media, sekond hendas, supermarketas ir kt.*

Anglų kilmės žodžiai, vartojami be jokios motyvacijos, dažnai tampa *agnonimais*, t. y. žodžiais, kurių reikšmė neaiški, ir nežinoma daugeliui šios kalbos vartotojų. Dažnai jie reikalauja specialaus kodo ir semantikos aiškinimo. Tokia leksika užteršia kalbą, daro ją nesuprantamą ir lengvai gali būti pakeista lietuviškais analogais. Pvz: *autobanas, boileris, lizingas, multipleksas, parkingas, tenderis, tiuningas, sensorius, sportas ir kt.*

Mūsų kalba teršiama ir barbarizmais t. y. žodžiais, kilusiais iš kitų kalbų ir vartojamais paliekant jų fonetinė ir grafinę formą (*cool, faina, lūzeris, autsaideris*).

Išsiskyrimas iš bendrojo visuomenės konteksto – universalus šiuolaikinio jaunimo bruožas. Anglizmai čia atlieka itin svarbią funkciją (*viskas cool, crazy laida, gimė baby*). Šį jaunimo bruožą, itin ryškų šnekamosios kalbos atmainoje, rodo elektroninė kalba (Ryklienė, 2001). Kartais barbarizmais mėgaujasi net korespondentai, televizijos ir radijo žurnalistai.

Remiantis skirtingų kalbų leksinių vienetų sutapatinimu, sukuriama įvairūs *interžargono* variantai – jaunimo, kompiuterinio, profesinio estrados-muzikinio, miesto ir kt. Žargonybės nuolat papildo vienos ar kitos srities leksiką. Iš esmės tai šnekamoji kalba, priklausanti kuriai nors veiklos sričiai (Girčienė, 2004). „Ypatinga kalba“ vartojama kaip slaptažodis tarpusavyje bendraujančių žmonių, priklausančių tai pačiai socialinei ar amžiaus grupei, kaip kalbinis signalas. „Lietuvių kalbos dvasiai žargonas yra svetimas. Neįmanoma net įsivaizduoti, kad žargonizmas galėtų virsti normaliu bendrinės kalbos žodžiu, o anglų kalba tokių žargoninės kilmės žodžių turi nemažai. Iš žargono kilę šie žodžiai: *donkey, fun, mob, odd, pinch, snob, trip, hitch-hiker ir kt.*“ (Paulauskienė, 2004).

Laikina vartojama, o paskui užmirštama viena kita žargonybės gimtosios kalbos nedarko. Patekęs į

kitą kalbą ir joje pradėtas plačiau vartoti, skolinys dažniausiai pritaikomas ir prie kalbos fonologinės, morfologinės sistemos (Celiešienė, 2003). Kalbos normos nepažeidžiamos, kai kalbėtojas jaučia, kad jis išeina iš bendrinės kalbos ribų, blogiau, kai nejaučia ir nežino lietuviško atitikmens (Paulauskienė, 2004). J. Girčienė, ištyrusi naujųjų skolinių vartosenos tendencijas sakytinėje kalboje, teigia, kad „skolinių ir lietuviškų variantų pasirinkimui turi įtakos bendravimo aplinka“ (Girčienė, 2004). Tai pasakytina apie barbarizmą ir žargonybės vartojimą. Žinoma, grožinėje literatūroje ir kai kuriais kitais atvejais (patarlėse, dainose ir kt.) neteiktinųjų skolinių, t. y. barbarizmų vartojimas gali būti pateisinamas stiliaus sumetimais, tačiau šiame straipsnyje apie tai nekalbama.

Svetimžodžių norminimas – tai dabartinės kalbos politikos rūpestis, strategija. Kalbos mokslininkai numato tokius etapus:

1. Teikti lietuviškus atitikmenis ir pakaitus.
2. Veikti kalbos vartotojų nuostatas, stiprinti savosios kalbos pozicijas, kelti jos prestižą. (Valstybinės Lietuvių kalbos komisija, 2007).
3. Užtikrinti lietuvių kalbos funkcionalumą visose viešojo gyvenimo srityse, keliant gimtosios kalbos prestižą, vertybinę reikšmę.

Tyrimo rezultatai

Aukštųjų mokyklų studentų raštingumas, specialybės kalbos išmanymas nagrinėtas ne kartą: analizuotos baigiamųjų projektų klaidos (Dumšienė, 2012) taip pat kaip ir anglų kalbos techninių terminų vartoseną (Civilkienė ir Toropovienė 2017).

Atliktu tyrimu aiškintasi skolinių vartojimo studentų kalboje situacija. Laikraščių „Lietuvos žinios“, „Respublika“, „Savaitė“, „Lietuvos rytas“ ir kt., elektroninių leidinių ir tinklalapių analizė Delfi.lt, Veidas.lt., Visosžinios.lt leido konstatuoti skolinių gausumą studentams aktualiose visuomenės informavimo priemonėse.

Apklausa atlikta 2017–2018 m. m. pavasario – rudens semestruose. Respondentai – Vilniaus technologijų ir dizaino kolegijos, Technikos fakulteto nuolatinių, iššestinių studijų formų studentai.

Apklausa parodė, kad studentų nuomonės apie skolinių vartojimą yra skirtingos, kad niekas iš dabartinių studentų nėra nusistatęs prieš skolinius, juos vartoja ir negalvoja, kad kalba teršiama. Duomenys pateikti lentelėje.

Respondentai sutinka, kad kai kurių politinių, ekonominių, techninių terminų vartojimas yra būtinybė, ypač informacinėse technologijose, kai su kompiuteriu į lietuvių kalbą atėjo daug terminų, reiškančių kompiuterinės technikos dalykus.

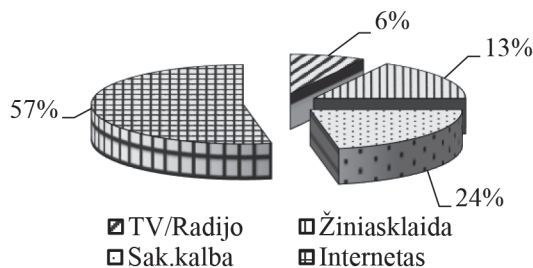
Apklausa metu nustatyta, kad respondentai, kurių amžius yra tarp 18-25m., 126 (67,8 %) dažniau renkasi skolinius (svetimžodžius) nei tie, kurių amžius yra virš

1 lentelė. Studentų nuomonė apie skolinių paplitimą kalboje, procentais

Teiginys	Respondentų skaičius (%)
Sutinku, kad svetimžodžiai pajavairina ir praplečia mūsų kalbą	180 (96,7 %)
Sutinku, kad kai kurių politinių, ekonominių, techninių terminų vartojimas yra būtinybė	142 (76,3 %)
Žinau pateiktų svetimžodžių lietuviškus atitikmenis	102 (54,8 %)
Sutinku, kad naujas svetimžodis nevertotinas, bet jis populiarus tarp bendraamžių	126 (67,7 %)

26m., 60 (32,2 %), kuriems parankesni svetimžodžių atitikmenys, o jaunimas nevengia šnekamojoje kalboje vartoti svetimžodžių, nes jie populiarūs tarp bendraamžių.

Svetimžodžių vartojimo visuomenės informavimo priemonėse analizė parodė (pav. 1), kad daugiausia jų esama interneto tinklalapiuose (57 %) ir studentų šnekamojoje kalboje (24 %). Mažiau svetimžodžių sutinkama radijuje/ televizijoje (6 %) ir spaudoje (13 %). Siekiant išsiaiškinti anglicizmų populiarumą studentų kalboje, respondentams buvo pateikti 80 realiųjų pavadinimai anglų kalba ir jų lietuviški atitikmenys. Anketų duomenys rodo, kad 6 realijos (8,4 %) buvo įvardytos tik skoliniais (*lizingas, multimedija, prodiuseris, saitas, topas, hitas*); 3 realijos (4,2%) – tik norminiais žodžiais (*mezgztinis, etiketė, žiniasklaida*); 71 realijos (87,4%) įvardytos ir kaip skoliniai, ir kaip lietuviški atitikmenys.



1. pav. Dažniausiai sutinkamų svetimžodžių šaltiniai

Pagal anketinės apklausos duomenis, lietuviški naujųjų realiųjų pavadinimai šnekamojoje studentų kalboje nėra tokie pat populiarūs kaip skolinieji anglicizmai: jų santykis sudaro $\approx 1:2$.

Akivaizdu, kad nepopuliarūs studentų kalboje yra šie svetimžodžiai: *invoisas, atačmentas, impičmentas, know-how, kateringas, kontraktorius, vaučeris*. Šių žodžių nepopuliarumą galima paaiškinti tų žodžių priklausymu kitai specifinei profesinei, o ne tiriamųjų grupei.

Remiantis apklausos rezultatais, galima daryti išvadą, kad dažniausiai vartojami šie skoliniai: *lizingas, ingredientas, saitas, failas, mikseris, multimedija, hitas, topas, prodiuseris, tiuningas, brauzeris*. Jų populiarumą galima paaiškinti šių žodžių paprastumu, patogumu ir dažnu vartojimu visuomenės informavimo priemonėse.

Remiantis apklausos duomenimis, tapo aišku, kad yra ekonominių, politinių, techninių ir sporto terminų, kurie nepopuliarūs studentų kalboje: *plėtotė (apgreidas), akmenslydis (kerlingas), kontroliuojanti kompanija (holdingas), apkalta (impičmentas), ieškas (peidžeris), dailymankštė (šeipingas), ekon. numetimas (dempingas), informacijos mainų srautas (trafikas)*. Šių žodžių vartojimo nepopuliarumą sakytinėje studentų kalboje galima paaiškinti anglų kalbos žinių stoka, nesuprantamomis žodžių reikšmėmis ir jų nepaplitimu kalboje.

Tyrimo rezultatai atskleidė, kad 60 (32,2 %) studentai, kurių amžius 26–43 m., vartoja ir svetimžodžius, ir jų lietuviškus atitikmenis, nes jiems tai įprasti žodžiai. Taip jie demonstruoja savo kompetenciją vienoje ar kitoje srityje. Likę respondentai 126 (67,8 %), kurių amžius 18–25 m., vartoja daugiau svetimžodžių nei lietuviškų atitikmenų. Tai sąlygoja jaunimo bendravimo aplinka.

Išanalizavus anketų duomenis, galima teigti, kad rašytinėje kalboje skolinius keičia jų lietuviški atitikmenys, pvz.: autobanas (*greitkelis*), biznesas (*verslas*), boileris (*katilas*), bukletas (*lankstinukas*), dileris (*pardavėjas*), fitnesas (*fizinis tinkamumas*), imeilas (*elektroninis paštas*), marketingas (*rinkodara*), bet skoliniai funkcionuoja studentų šnekamojoje kalboje. Naujosios svetimybės yra problemiškas reiškinys, nes ir lietuviškų atitikmenų vartojimas ne visada įteisintas, sunormintas. A. Paulauskienė yra rašiusi, kad „tais atvejais, kai svetimas žodis stumia iš kalbos savąjį, reikia paskelbti, kad jis nevertotinas, barbarizmas, ir griežtai taisyti, pvz.: baksas – doleris, hotelis – viešbutis ir kt. Jei skolinys yra kurios nors mokslo ar verslo srities terminas, būtina ieškoti jam tinkamų pakaitų, kurti kalbos dėsnius atitinkančius naujadarus, pvz.: dileris – prekybos agentas, taimeris – laikmatis ir kt. Jei nerandame vieno žodžio atitiktens, nereikia bijoti ir divižodžių terminų. Atsilaikyti prieš anglų kalbos įtaką tampa vis sunkiau. Ne bijoti naujųjų kalbos reiškinų, o įvertinti ir toliau tirti jų išsigalėjimo priežastis, padarinius, susidaryti lankstesnį požiūrį į keistinas svetimybės, kurti naujų svetimžodžių norminimo strategijas – toks dabar keliamas kalbininkų ir visų kalbos vartotojų uždavinys.

Išvados

1. Skoliniai skverbiasi į žiniasklaidą ne tik pavieniui, bet ir ištisomis tematinėmis grupėmis. Gausėja neadaptuotų, t. y. morfologiškai neįformintų, anglų kalbos kilmės žodžių. Svetimžodžių vartojimo visuomenės informavimo priemonėse analizė parodė, kad daugiausia jų esama interneto tinklalapiuose ir studentų šnekamojoje kalboje.
2. Anketų duomenys leidžia teigti, kad svetimžodžių lietuviški atitikmenys studentų kalboje nėra tiek pat populiarūs kaip vartojami anglicizmai.
3. Dauguma naujųjų skolinių turi rašytinėje vartose-

- noje užfiksuotų, studentams jau žinomų atitikmenų.
4. Kalbos vartosenos pasirinkimui įtakos gali turėti žiniasklaida, informacinės technologijos, iš dalies studentų turimi anglų kalbos įgūdžiai, bendravimo aplinka.

Literatūra ir šaltiniai:

- Celiešienė, V. (2003). Techninio profilio universitetų kalbinės veiklos savitumas. *Filologija*. Nr. 10. P. 10–20. Vilnius: Technika.
- Civilkienė, D., Toropovienė S. (2017). „The Research of Šiauliai State College Students' Attitude Towards the Adoption of the English Language Loanwords“. *Profesinės studijos: teorija ir praktika. Šiauliai State College and Tallin University of Applied Sciences*, p. 6–12. ISSN 2424-5321.
- Girčienė, J. (2004). Naujųjų skolinių ir jų atitikmenų konkurencija sakytinėje vartosenoje: Skoliniai ir bendrinė lietuvių kalba. Vilnius. ISBN 9986-668-67-0.
- Girčienė, J. (1997). Naujosios svetimybės spaudoje. *Kalbos kultūra*. Nr. 69.
- Grumadienė, L. (2004). Skolinimosi pobūdis pasaulio kalbose. *Skoliniai ir bendrinė lietuvių kalba*. Vilnius: Lietuvių kalbos instituto leidykla, p. 210–217.
- Dobružinskienė, R. (2013). Skolintos leksikos pinklės. *Mokslinių straipsnių rinkinys: Visuomenės saugumas ir viešoji tvarka*. Nr. (9). ISSN 2029–1701 (print), ISSN 2335–2035 (online).
- Dumšienė, E. (2012). Kompiuterijos terminai baigiamuosiuose projektuose. *Šiaulių valstybinė kolegija: Profesinės studijos: teorija ir praktika*, 7: 26–30.
- Miliunaitė, R. (2004). Skolinių vertės motyvacija. – *Skoliniai ir bendrinė kalba*, Vilnius: Lietuvių kalbos instituto leidykla, p. 30–54.
- Paulauskienė, A. (2004). *Lietuvių kalbos kultūra*. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 4-as leidimas, ISBN: 9789986137641.
- Paulauskienė, A. (2004). *Teisininkų kalba*. Vilnius, ISBN: 9789955616108.
- Ryklienė, A. (2001). *Elektroninis diskursas: kalbos ypatybės ir stilius*. Daktaro disertacija. Lietuvių kalbos institutas.
- Rudaitienė, V., Vitkauskas, V. (1998). *Vakarų kalbų naujieji skoliniai*. Vilnius.
- Tarptautinių žodžių kalbų žodynas. (2019). Prieiga per internetą: <http://www.zodynas2.lt/tarptautiniu-zodziu/> (interaktyvus).
- Tarptautinių žodžių žodynas. (2007). Vilnius: Alma littera, 4-as papildytas ir pataisytas leidimas.
- Vaičekauskienė, L. (2007). *Naujieji lietuvių kalbos svetimžodžiai*. Lietuvių kalbos institutas.

Vaitkevičiūtė, V. (2004). *Tarptautinių žodžių žodynas*. Vilnius. ISBN 9789986465751.

Valstybinės Lietuvių kalbos komisijos konsultacijų bankas. (2013). *Nauji skoliniai PK knygelėje*. Prieiga per internetą: <http://www.vlkk.lt/konsultacijos/11055-nauji-skoliniai-kp-knygeleje> (interaktyvus).

Valstybinės Lietuvių kalbos komisija. *Bendrieji naujųjų skolinių norminimo principai*. (2007). Prieiga per internetą: <http://www.vlkk.lt/vlkk-nutarimai/protokoliniai-nutarimai/bendrieji-naujuju-skoliniu-norminimo-principai>

RESEARCH OF VILNIUS COLLEGE OF TECHNOLOGIES AND DESIGN STUDENTS' ATTITUDE TOWARDS THE USE OF THE ENGLISH LANGUAGE LOANWORDS

Svetlana Toropovienė, Rūta Kalytienė

*Vilnius College of Technologies and Design,
Antakalnis st. 54, LT-10303, Vilnius*

Abstract. The paper analyses loanwords used in students' colloquial speech, mass media and Internet. The research is based on the questionnaire which was delivered to students of full-time, part-time departments of the Technical Faculty of Vilnius College of Technologies and Design. Respondents answered the following questions: “Do you use loanwords in your colloquial speech?”, “Do you know the equivalent of the given loanword?”, “How often do you use loanwords in your speech?”, “Where (in what resources) can you usually meet loanwords?”. According to the results of the questionnaire we can conclude that loanwords are popular among students and are very often used in the Internet and students' colloquial speech (analyses of some newspapers and Internet web pages was done in the paper). The research revealed that preference of the use of loanwords can be explained by the influence of the environment, routine activities, which are related to some new realia, phenomena and rapid development of new technologies or just fashion for the English language. The use of loanwords should be taken into consideration by teachers, researchers, sociologists, psychologists, politicians and other specialists in order to avoid the use of the above-mentioned words and save the identity of our native language.

Keywords: loanwords, Internet, mass media, colloquial speech.

DVIATRAMĖS SIJOS POSLINKIŲ SKAIČIAVIMO METODŲ APŽVALGA

Jurijus Tretjakovas¹, Sanja Ožvat²

¹Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

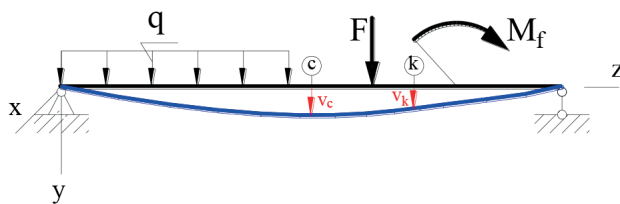
²University of Novi Sad, Dr Zorana Đinđića 1, Novi Sad

Anotacija. Dviatramės sijos ir dviejose atramose įtvirtinti lenkiami ir sukami strypai dažniausiai naudojami inžinerijoje. Jų poslinkiai gali būti skaičiuojami sprendžiant diferencialinę įlinkių kreivės lygtį, Moro intergralą, pritaikant grafoanalitinį metodą, pasitelkiant tipines formules arba modeliuojant skaičiuojamaisiais metodais. Kiekvienas šių metodų turi privalumų, ir trūkumų. Straipsnyje parodomas kai kurių būdų praktinis pritaikymas.

Pagrindinės sąvokos: dviatramė sija, sijų poslinkiai, įlinkis, skaitiniai metodai.

Įvadas

Sijos kreivis ir išilginių sluoksnių deformacija yra susiję su sijoje atsirandančiais normaliniais įtempiais. Linkstančioje sijoje atsiranda taškų poslinkiai – išilginės ašies taškai pasislenka statmenai ašiai (1 pav. ašies y kryptimi), o statmeni skerspjūviai pasisuka apie neutraliąją liniją. Statmenas ašiai taško pasislinkimas vadinamas įlinkiu, o skerspjūvio kampinis pasisukimas – deviacija (Atkočiūnas ir Nagevičius, 2004, Čižas, 2011, Hibbeler, 2011). Dviatramės sijos įlinkiai (1 pav. įlinkiai v_{c} ir v_k pavaizduoti raudonai) nagrinėjami koordinatinių xyz sistemoje.



1 pav. Dviatramės sijos įlinkiai v_{c} ir v_k

Sijų įlinkių ir deviacijų skaičiavimo būdų yra įvairių (1–4):

- įlinkių diferencialinės kreivės lygtis;
- grafoanalitinis metodas;
- tipinės formulės;
- skaičiuojamosios programos (tarp jų ir komercinės);
- modeliavimas skaitiniais metodais ir kt.

Temos aktualumas. Tema aktuali tuo, kad inžinieriui, atliekančiam konstrukcijų elementų skaičiavimus, būna keblu pasirinkti vieną ar kitą metodą. Darbe bus apžvelgti kai kurių metodų privalumai ir trūkumai.

Tyrimo objektas. Darbe nagrinėjami dviatramės sijos tarpatraminio centrinio skerspjūvio įlinkio skaičiavimo būdai.

Darbo tikslas – pritaikyti įvairius skaičiavimo metodologijas tiesiai dviatramei sijai ir atlikti šių metodų palyginimą.

Šiam tikslui pasiekti buvo iškelti tokie *uždaviniai*:

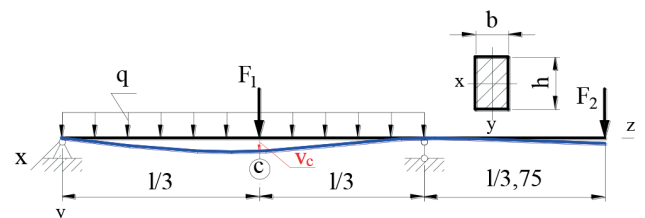
1. Sugeneruoti konkrečią dviatramę stačiakampio skerspjūvio siją su konsule.
2. Skačiuoti įlinkį naudojant grafoanalitinį Vereščia-gino metodą.

3. Gauti įlinkio išraišką naudojant tipines formules ir superpozicijos principą.
4. Pritaikyti skaičiuojamąją programą.

Tyrimo metodika. Dviatramės sijos poslinkių tyrimas atliekamas analitiniu, grafoanalitiniu ir skaitiniu metodais (Zienkiewicz, 2000).

Dviatramės sijos su konsule pradinė schema, apkrovos ir skaičiuojamoji schema

Pasirinkta analizei dviatramės sijos su konsule pradinė schema pavaizduota 2 pav. Ji yra stačiakampio skerspjūvio $b \times h$, visas ilgis l , apkrauta dviem koncentruotomis jėgomis F_1 ir F_2 ir tolygiai išskirstytu krūviu q tarp atramų.



2 pav. Dviatramės sijos su konsule pradinė schema ir skerspjūvis

Sprendžiamas geometriškai tiesinis uždavinys sijos įlinkiui v_c rasti. Sijos svoris nevertinamas.

Dviatramės sijos skaičiuojamoji schema generuojama pasirenkant konkrečias parametrų reikšmes: ilgis $l = 6,0$ m, jėgos $F_1 = 16$ kN ir $F_2 = 4,0$ kN, tolygiai išskirstytas linijinis krūvis $q = 4,0$ kN/m.

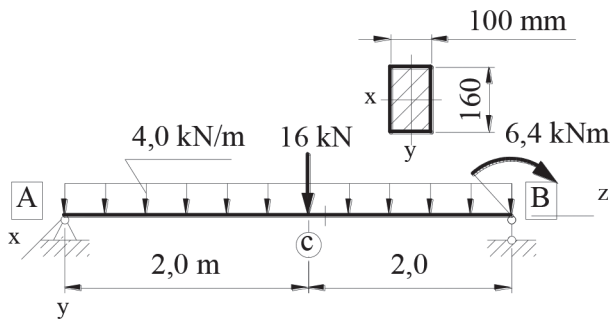
Nesunku pastebėti, kad galima tokią siją supaprastinti atsisakant konsolės ir pridėdant koncentruotą momentą M_f prie dešiniojo paslankaus lanksto B. Pridedamo koncentruoto momento skaičiuojamoji išraiška:

$$M_f = F_2 \cdot \frac{l}{3,75} = 4,0 \cdot \frac{6}{3,75} = 6,4 \text{ kNm}. \quad (1)$$

Sijos skaičiuojamoji schema parodyta 3 pav.

Sijos medžiaga yra plienas, kurio tamprumo modulis $E = 190$ GPa.

Sijos stačiakampio skerspjūvio parametrai $b = 100$ mm ir $h = 160$ mm naudojami skerspjūvio inercijos momentui rasti:



3 pav. Dviatramės sijos skaičiuojamoji schema

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,10 \cdot 0,16^3}{12} = 34,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4. \quad (2)$$

Tam tikrais sijų analizės atvejais (Atkočiūnas ir Nagevičius, 2004, Čižas, 2011) naudojama sandauga $E \cdot I_x$, kuri vadinama sijos standžiu.

Įlinkio skaičiavimas grafoanalitiniu būdu

Šio būdo naudojimas pagrįstas apkrautos sijos lenkimo momentų diagramos skaidymu į elementarius plotus (Čižas, 2011, Hibbeler, 2011). Naudojantis statikos pusiausvyros lygtimis ir pjūvio metodu sudaroma sijos lenkimo momentų diagrama (4 pav.).

Sija nukraunama ir ties centriniu pjūviu c pridedama vienatinė jėga $F = 1$. Taikant pusiausvyros lygtis ir pjūvio metodą nubraižoma lenkimo momentų diagrama \bar{M} nuo vienatinės apkrovos.

Skaičiuojamas įlinkis:

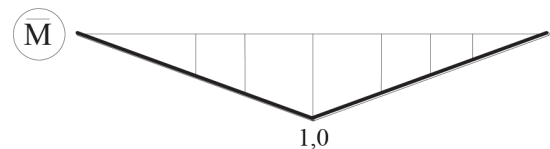
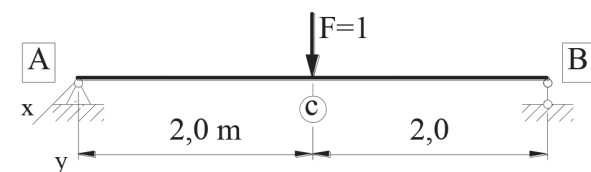
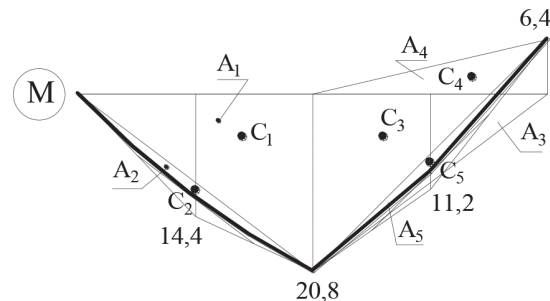
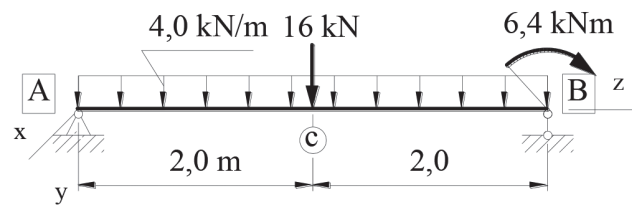
$$\begin{aligned} v_c &= \frac{1}{EI_x} \sum_{i=1}^5 A_i \cdot \bar{M}_{cvi} = \\ &= \frac{1 \cdot 10^3}{190 \cdot 10^9 \cdot 34,1 \cdot 10^{-6}} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 20,8 \cdot 2,0 \cdot \frac{2}{3} \cdot 1,0 + \right. \\ &+ \frac{4,0 \cdot 2,0^3}{12} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,0 + \frac{1}{2} \cdot 20,8 \cdot 2,0 \cdot \frac{2}{3} \cdot 1,0 + \\ &+ \left. \frac{1}{2} \cdot (-6,40) \cdot 2,0 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,0 + \frac{4,0 \cdot 2,0^3}{12} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,0 \right) \\ &= 4,358 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 4,358 \text{ mm} \end{aligned} \quad (3)$$

Naudojant šį metodą galima apskaičiuoti bet kurios sijos taško įlinkį, nes vienatinę apkrovą galima pridėti prie bet kurio taško.

Įlinkio skaičiavimas tipinėmis formulėmis

Kai sija yra tampri, galioja poslinkių mažumo prielaida ir superpozicijos principas, tuomet galima pritaikyti literatūroje (Čižas, 2011, Hibbeler, 2011, Vislavičius, 2008) pateikiamas tipines formules ir sudėtingais sijų apkrovų atvejais.

Gauta įlinkio išraiška



4 pav. Sijos tikroji ir vienatinės apkrovos lenkimo momentų diagramos

$$\begin{aligned} v_c &= \frac{1 \cdot 10^3}{190 \cdot 10^9 \cdot 34,1 \cdot 10^{-6}} \cdot \left(\frac{16 \cdot 4,0^3}{48} + \right. \\ &+ \left. \frac{5 \cdot 4,0 \cdot 4,0^4}{384} - \frac{6,4 \cdot 4,0^2}{16} \right) = 4,362 \text{ mm}. \end{aligned} \quad (4)$$

Atsakymas gautas greičiau nei skaičiuojant pirmu būdu, tačiau, jei apkrova sudėtingesnė, metodo taikymas darosi problemiškas.

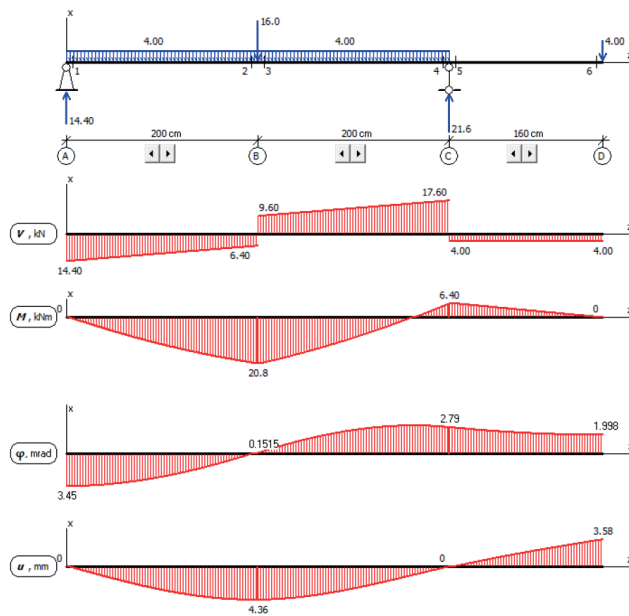
Įlinkio skaičiavimas skaičiuojamąja programa

Bet kokios skaičiuojamosios programos esmė yra konkrečios sijos geometrijos, skerspjūvio, medžiagos ir apkrovų apibūdinimas. Šiuo atveju naudojama skaičiuojamoji programa (Vislavičius, 2008), kuri parodyta 5 pav.

Šioje programoje sijos įlinkių asiskirstymo grafikas pavadintas raide u , tai yra žemiausias 5 pav. grafikas. Pjūvio 2–3 įlinkis sudaro 4,36 mm.

Rezultatai

Sijos tarpatraminio centrinio taško įlinkį apskaičiuvus grafoanalitiniu būdu, naudojant tipines formules ir modeliuojant skaičiuojamąja programa, gauti atsakymai pateikti 1 lentelėje.



5 pav. Sijos modeliavimas skaičiuojamąja programa

1 lentelė. Įlinkio reikšmės

Metodas	Įlinkis, mm	Paklaida, %
Grafoanalitinis	4,358	0
Tipinės formulės	4,362	0,4
Programa	4,36	0,2

Gautų rezultatų paklaidos skaičiuojamos lyginant reikšmes su grafoanalitinio metodo gautu atsakymu.

Apibendrinimai ir išvados

Darbe atlikus dviatramės sijos su konsole tarpatraminio centrinio taško įlinkio skaičiavimo būdų apžvalgą daromos tokios išvados:

1. Skaičiuoti įlinkį grafoanalitiniu būdu galima, kai apkrova yra sudėtinga. Šiuo metodu įmanoma apskaičiuoti bet kurio taško įlinkį, nes vienetinę jėgą galima pridėti prie bet kurio sijos pjūvio.
2. Tipines formules naudoti įmanoma tik pritaikius superpozicijos principą. Jei apkrova sudėtingesnė arba reikia ieškoti netarpatraminio centrinio pjūvio

(t. y. bet kurio kito pjūvio) įlinkio, šio metodo naudoti negalima.

3. Naudojant skaičiuojamąsias kompiuterines programas galima modeliuoti bet kokią siją.
4. Gautų rezultatų analizė parodė, kad paklaidos 0,4% ir 0,2% (lyginant su grafoanalitinio metodo sprendiniu) inžineriniuose skaičiavimuose leidžiamos ir sprendiniui įtakos neturi.

Literatūra

- Atkočiūnas, J., Nagevičius, J. *Tamprumo teorijos pagrindai*. Vilnius: Technika, 2004.
- Čižas, A. *Medžiagų atsparumas. Konstrukcijų elementų mechanika*. Vilnius: Technika, 1993.
- Hibbeler, R.C. *Mechanics of materials*. Prentice Hall, 2011.
- Vislavičius, K. et al. *Medžiagų atsparumo elektroninis vadovėlis*. Vilnius, 2008 m.
- Zienkiewicz O.C. ir R.L. Taylor *The Finite Element Method. The Basis. Vol. 1. Fifth edition*, Butterworth Heinemann, Oxford, 2000.

REVIEW OF METHODS FOR CALCULATING DISPLACEMENTS OF TWO-SUPPORT BEAM

Jurijus Tretjakovas¹, Sanja Ožvat²

¹Vilnius College of Technologies and Design, Antakalnis st. 54, LT-10303, Vilnius

²University of Novi Sad, Dr Zorana Đinđića 1, Novi Sad

Two-support beams, bending and rotating rods are the most common elements in engineering. Their displacements can be calculated by solving the differential equation of curvature, calculating the Moro integral, applying graph analytical method, using typical formulas or modeling by numerical methods. Each of these methods has its own advantages and disadvantages. The paper demonstrates the practical application of few methods.

ORO KONDICIONAVIMO SISTEMOS DARBO PARAMETRŲ PRIKLAUSOMYBĖ NUO VĖSINAMO ORO TEMPERATŪROS

Virginija Urbonienė, Povilas Milius

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija, Antakalnio g. 54, LT-10303 Vilnius

Oro kondicionavimas – tai oro drėgmės ir temperatūros reikiamų parametru palaikymas užtikrinant geresnį patalpų mikroklimatą.

Atmosferos oras yra sauso oro ir vandens garų mišinys, todėl vadinamas *drėgnu oru*.

Technikoje atmosferinis oras plačiai taikomas technoliniuose įrenginiuose kaip darbo kūnas: šaldymo įrenginiuose, džiovintuose ir kt. Viena svarbiausių drėgno oro savybių yra jo *drėgmingumas*.

Šiame straipsnyje analizuojamas patalpos oro parametru (drėgmės ir temperatūros) kitimas keičiant vėsinamo oro (šaldant), imamo iš patalpos, temperatūrą.

Svarbus oro kondicionavimo sistemos darbo rodiklis – jo efektyvumas, kuris keičiasi priklausomai nuo vėsinamo oro parametru.

Eksperimento metu gautos drėgno oro diagramos panaudotos realių procesų parametru nustatymui bei skaičiavimams.

Pagrindinės sąvokos: kompresorius, kondensatorius, histerezė, santykinis drėgnumas, šaltnešis, droseliavimas.

1. Tyrimų metodika ir eksperimentinis stendas

Eksperimentinio tyrimo tikslas – nustatyti patalpos oro parametru kitimą keičiant vėsinamo oro temperatūrą bei apskaičiuoti oro kondicionavimo sistemos darbo rodiklius.

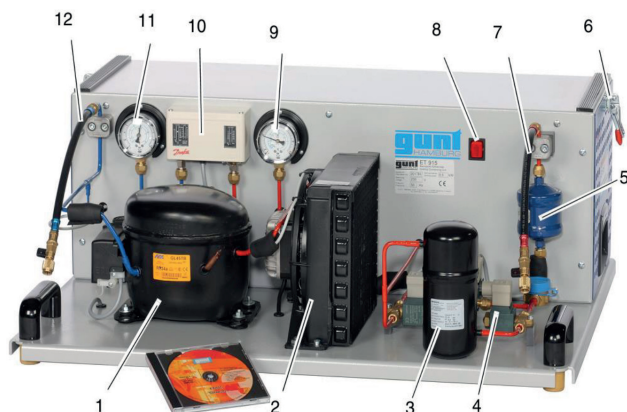
Tyrimui atlikti naudojami *šaldymo ir oro kondicionavimo* moduliai.

Eksperimentinio tyrimo aprašymas suskirstytas į skyrius:

1. Modulio aprašymas.
2. Teorinė dalis.
3. Eksperimento eiga ir skaičiavimai.

1.1. Eksperimentinio stendo aprašymas

Bazinio modulio pagrindiniai komponentai yra *kompresorius ir kondensatorius*. Ant bazinio stendo uždedamas oro kondicionavimo modulis, taip suku-



1 pav. Bazinio modulio komponentai. 1 – kompresorius, 2 – kondensatorius su ventiliatoriumi, 3 – šaltnešio surinktuvas (resiveris), 4 – viensluoksnė daugiavijė cilindrinė ritė (solenoidas), 5 – šaltnešio džiovintuvas, 6 – modulio tvirtinimo spaustuvai, 7 – šaltnešio tiekimo žarnelė, 8 – maitinimo jungtukas, 9 – aukšto slėgio manometras, 10 – slėgio jungiklis, 11 – žemo slėgio manometras, 12 – šaltnešio įsiurbimo žarnelė.

riant tyrimams reikalingą sistemą, ir pritvirtinamas spaustuvais.

Oro kondicionavimo modulis.

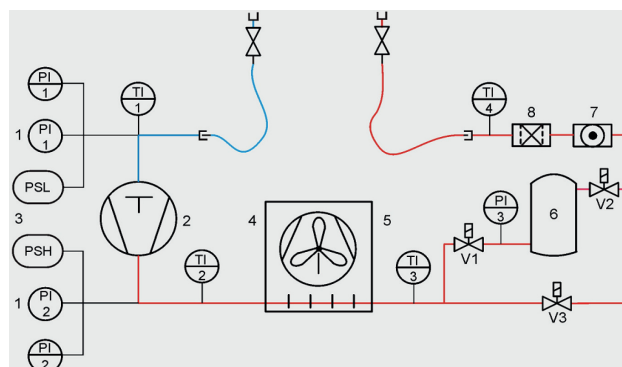
Modulyje naudojamas termostatinis plėtimosi vožtuvas, palaikantis šaltnešį perkaitintų garų būsenoje garintuvo išėjime. Tam prie garintuvo išėjimo vamzdelio tvirtinamas kapiliarinis vamzdelis, sujungtas su plėtimosi vožtuvu. Jei perkaitintų garų temperatūra pakyla virš nustatytosios vertės, slėgis vamzdyje padidėja ir vožtuvas atsidaro daugiau. Tokiu būdu, įpurškiamo šaltnešio kiekis priklauso nuo perkaitintų garų temperatūros, o tuo pačiu ir nuo šaldymo apkrovos.

2. TEORINĖ DALIS

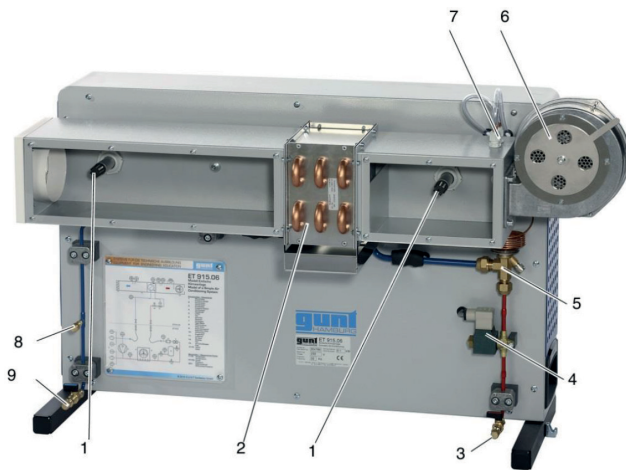
1.1. Parametru matavimai ir jų paklaidos.

Santykinės oro drėgmės matavimas

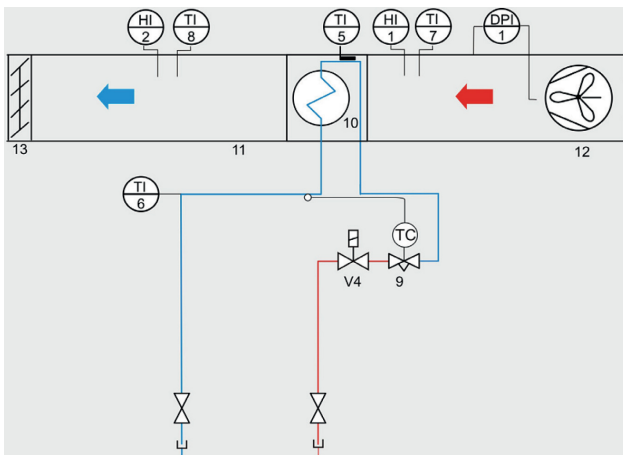
Santykinėi oro drėgmei matuoti naudojami talpiniai drėgmės jutikliai, tarp kurių elektrodų yra hi-



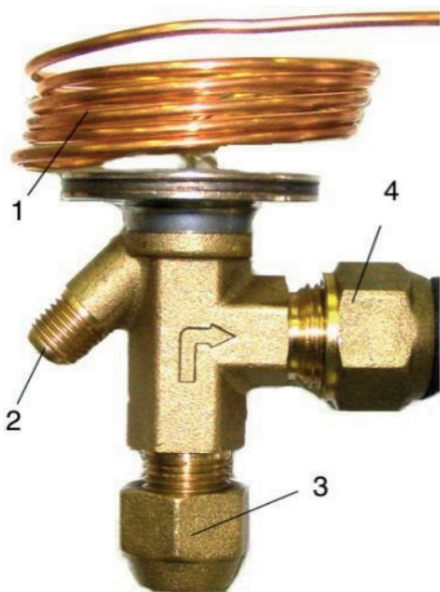
2 pav. Bazinio modulio schema. 1 – manometras, 2 – kompresorius, 3 – slėgio jungiklis, 4 – kondensatorius, 5 – kondensatoriaus ventiliatorius, 6 – šaltnešio surinktuvas (resiveris), 7 – stebėjimo langelis, 8 – filtras-džiovintuvas, V1-V3 – solenoidinis vožtuvas, p1-p3 – slėgio matavimo taškai, T1-T4 – temperatūros matavimo taškai, PCH – aukšto slėgio jungiklis, PCL – žemo slėgio jungiklis.



3 pav. Oro kondicionavimo modulio komponentai. 1 – santykinės oro drėgmės ir temperatūros jutikliai, 2 – garintuvas, 3 – tiekimo vožtuvas, 4 – solenoidinis vožtuvas, 5 – termostatinis plėtimosi vožtuvas, 6 – ventilatorius, 7 – diferencialinio slėgio jutiklis, 8 – užpildymo vožtuvas, 9 – išsiurbimo vožtuvas.



4 pav. Oro kondicionavimo modulio schema. 9 – termostatinis plėtimosi vožtuvas, 10 – garintuvas, 11 – ortakis, 12 – ventilatorius, 13 – ortakio sklendė, V4 – solenoidinis vožtuvas, T5-T8 – temperatūros matavimo taškai, H1-H2 – santykinės oro drėgmės matavimo taškai, DPI – diferencialinio slėgio matavimo taškas.



5 pav. Termostatinis plėtimosi vožtuvas. 1 – kapiliarinis vamzdelis, 2 – reguliavimo veržlė, 3 – įleidimas, 4 – išleidimas.

groskopinis sluoksnis (dielektrikas). Priklausomai nuo santykinės oro drėgmės kiekio, šis sluoksnis absorbuoja didesnę ar mažesnę vandens kiekį, esantį ore. Elektrinio lauko stipris yra pastovus, tad keičiasi kondensatoriaus talpa. Šis pokytis taikomas įvertinant oro santykinę drėgmę.

Temperatūros matavimas.

Temperatūros matavimui naudojami platininiai varžiniai termometrai PT100 bei calHT serijos matavimo elementai. Abiejų tipų temperatūros matavimo tikslumas ne mažiau $\pm 1K$.

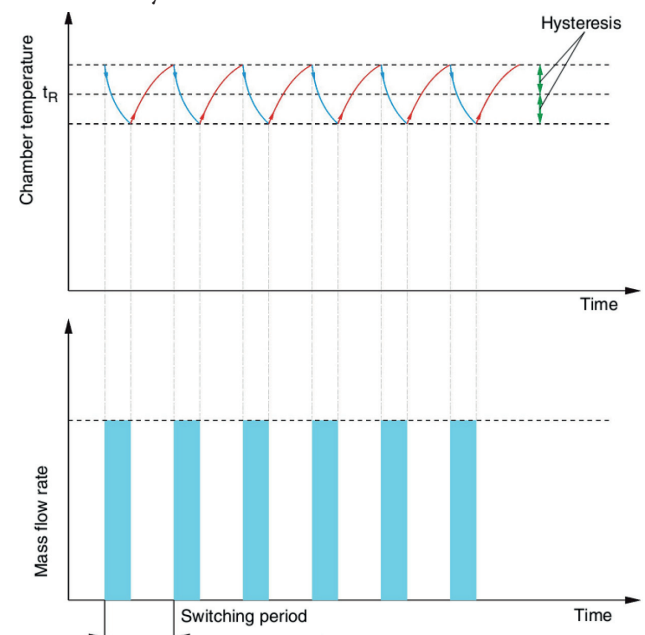
Oro diferencialinio slėgio matavimo tikslumas ne mažiau $\pm 1mbar$.

2.2. Kameros temperatūros kontrolė

Moduliui dirbant, kontroliuojama šaldomos kameros temperatūra. Tam naudojamas dviejų taškų temperatūros kontroleris, kurio veikimo principas pagrįstas tuo, kad šaltnešis tiekiamas netolygiai, su pertrūkiais. Tai reiškia, kad arba tiekiamas maksimalus šaltnešio kiekis, arba iš viso netiekiamas (6 paveikslas). Viršutinėje paveikslėlyje pavaizduota kameros temperatūros priklausomybė nuo laiko, kai kameroje nustatytoji temperatūros vertė yra t_R . Kai nustatytoji vertė viršija tam tikru dydžiu (vadinamu histerize), įjungiamas šaltnešio tiekimas. Temperatūra kameroje pradeda kristi ir kai pasiekia apatinę, histerize apibrėžtą vertę, nutraukiamas šaltnešio tiekimas. Išjungimo periodas bei temperatūrinė priklausomybė kameroje priklauso nuo šių faktorių:

- Nustatytosios temperatūros vertės;
- Šiluminės apkrovos;
- Kameros šiluminės izoliacijos;
- Garintuvo šaldymo galios.

Programinės įrangos pagalba fiksuojama užduotoji kameros temperatūros vertė (pvz. 15, 12 ir 10 °C) bei histerizės dydis.



6 pav. Dviejų taškų kontrolės principas (tiekiamas maksimalus šaltnešio kiekis arba iš viso netiekiamas)

2.3. Sistemos darbo procesų aprašymas.

Sistemos darbas susideda iš 4 procesų:

1. šaltnešio* suspaudimas kompresoriuje;
2. šaltnešio garų kondensavimasis;
3. droseliavimo procesas termostatiname plėtimosi vožtuve;
4. garavimo procesas garintuve (oro vėsinimas).

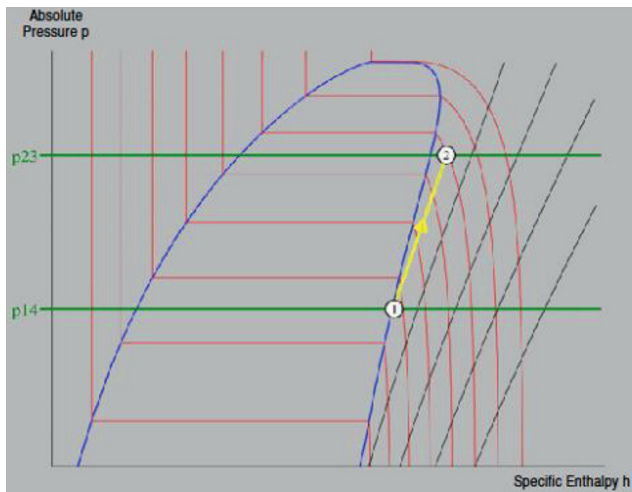
p-h diagramose procesai vaizduojami atkarpomis:

Procesas 1-2 – šaltnešio suspaudimas kompresoriuje;
 Procesas 2-3 – šaltnešio kondensavimasis, $p = \text{const}$;

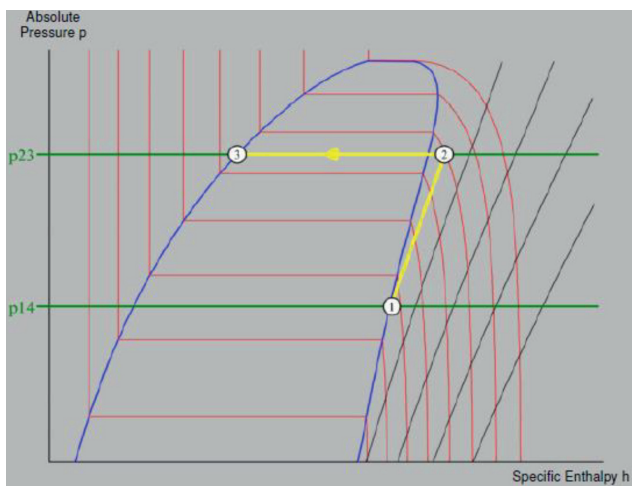
Procesas 3-4 – droseliavimo procesas termostatiname plėtimosi vožtuve (krenta šaltnešio slėgis ir temperatūra);

Procesas 4-1 – garavimo procesas garintuve (izotermis-izobarinis procesas).

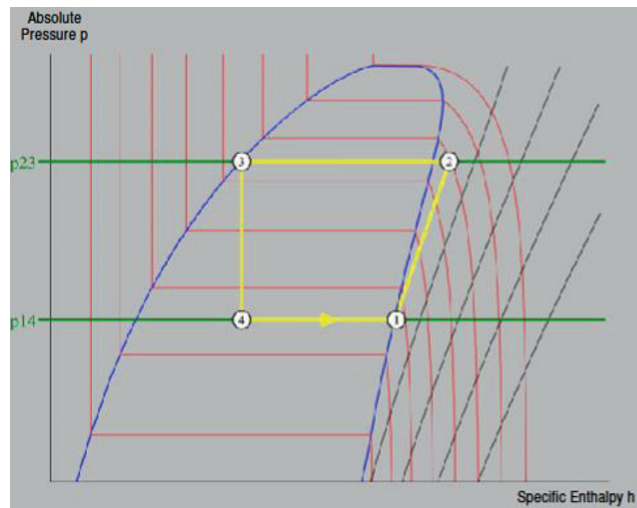
* Šaltnešis – tai kompresorinės garinės mašinos darbo agentas, kuris šaldymo ciklo metu keičia savo agregatinę būseną: išgarinimo metu iš skystio virsta garu, kondensacijos metu – iš garo virsta skystiu.



7 pav. 1-2 – kompresoriaus darbas (šaltnešio suspaudimas – slėgis padidėja nuo p_{14} iki p_{23})



8 pav. 2-3 – šaltnešio garų kondensacija (procesas vyksta prie pastovaus slėgio p_{23})



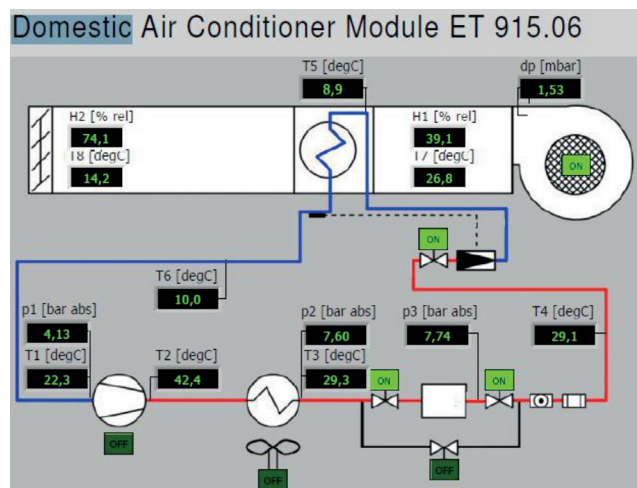
9 pav. 3-4 – droseliavimas (šaltnešio garų išsiplėtimas – slėgio kritimas nuo p_{23} iki p_{14}); 4-1 – garavimas (paimama šiluma iš oro esant pastoviam slėgiui, didėjant entalpijai)

3. EKSPERIMENTO EIGA IR SKAIČIAVIMAI

Oro kondicionavimo modulis yra valdomas ir kontroliuojamas interaktyviąja programine įranga. Matuojamų dydžių reikšmės pateikiamos realiu laiku sistemos, šaltnešio ir oro būsenos diagramose. Matavimų rezultatai išsaugomi kompiuterio laikmenoje, po to – persiunčiami į MS Excel programą.

Oro kondicionavimo modulio valdymas:

1. Įjungiamas automatinis temperatūros palaikymas kameroje (patalpoje) – „Temperature Control T8 – On“;
2. Įjungiamas oro tiekimas į kamara spragtelėjus ant ventiliatoriaus, įmontuoto ortakio pradžioje.
3. Įjungiamas kompresorius, kondensatoriaus ventiliatorius, solenoidinis vožtuvas.
4. Nustatoma kameros (patalpos) temperatūros vertė ir histerezė.
5. Temperatūros, santykinės oro drėgmės bei slėgio vertės išsaugojamos faile, spragtelėjus „recording of measured values“.
6. p-h ir h-d diagramas galima nubraižyti, spragtelėjus ant „pressure-enthalpy-chart“ arba ant „h-x graph“.



10 pav. Modulio valdymo schema

Programine įranga nustatoma pasirinktoji kameros (patalpos) temperatūros vertė – 15, 12 ir 10 °C bei histerezės dydis 0,1.

Šaltnešio ir oro temperatūrų žymėjimai pateikti lentelėje:

1 lentelė. Šaltnešio ir oro parametrai.

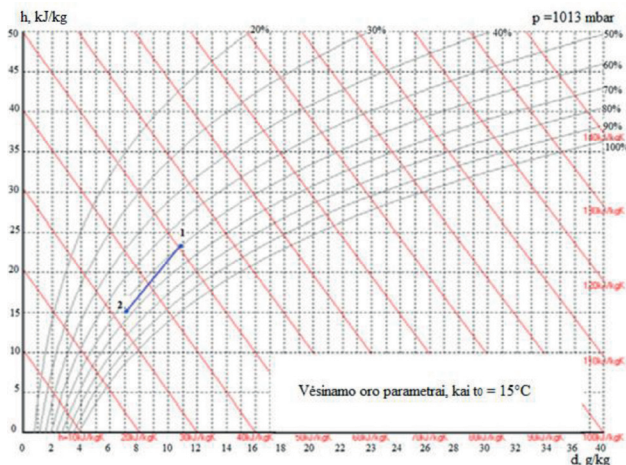
Šaltnešio temperatūra, °C	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆
Oro temperatūra, °C	t ₇	t ₈				

Pirmas atvejis, kai kondicionuojamos (vėsinaimos) patalpos užduotoji oro temperatūra t₈=15°C

2 lentelė. Vėsinaimo oro užduotoji temperatūra t₈¹⁵, °C

Oro parametrai				
Matavimo taškai	Temperatūra, t °C	Santykinė drėgmė, φ %	Drėgmingumas, d, g/kg	Entalpija, h kJ/kg
Diagramoje				
1	23,5	60	11,0	51,0
2	15,0	66	7,0	33,0
Modulyje				
t ₇	23,3	60,7	10,9	51,1
t ₈	15,1	67,2	7,2	33,2

Vėsinaimo oro (kai temperatūra 15 °C) parametrai pateikti h-d diagramoje (11 paveikslas):



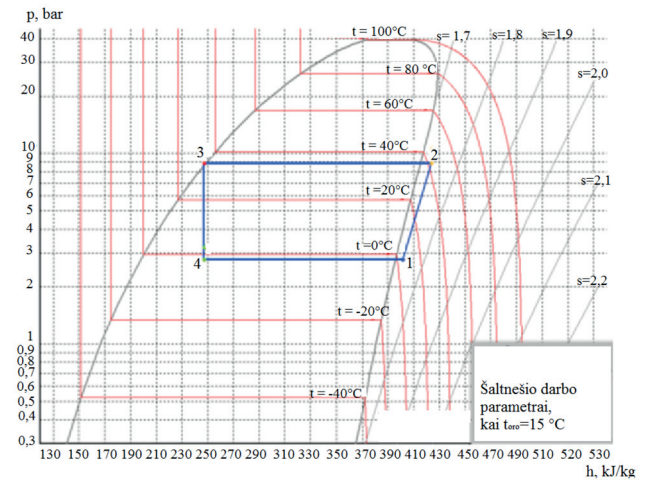
11 pav. Drėgno oro h-d diagrama (t_o =15°C). 1 taškas –ventiliatoriumi tiekiamo oro temperatūra, °C; 2 taškas – užduotoji vėsinaimo oro temperatūra, °C.

Ventiliatoriumi tiekiamo į patalpą (iki šaldymo kameros) oro pradinius parametrus – temperatūrą, santykinę drėgmę, drėgmingumą ir entalpiją – atitinka 1 taškas. Šis oras prapučiamas pro sistemos šaldymo kameras ir joje atvėsta iki užduotos temperatūros (2 taškas). Orui vėstant (nuo taško 1 iki taško 2), padidėja santykinė drėgmė, vandens garų kiekis ore sumažėja (Δd = 4,0 g/kg) ir sumažėja entalpija (Δh = 8,0 g/kg).

3 lentelė. Sistemos darbo parametrai, kai vėsinaimo oro užduotoji temperatūra t₈¹⁵, °C

Proceso taškai	Šaltnešio parametrai		
	Temperatūra, °C	Slėgis, bar	Entalpija, kJ/kg
1	3,7	2,8	403,3
2	41,7	9,0	422,4
3	32,6	9,0	245,5
4	4,2	2,8	245,5

Sistemos darbo, kai patalpos užduotoji oro temperatūra t₈=15°C, parametrai pateikti p-h diagramoje (12 paveikslas):



12 pav. Sistemos darbo procesų vaizdavimas p-h diagramoje

Skaičiuojami sistemos darbo rodikliai:

- nuvestos šilumos kiekis, kJ/kg, skaičiuojamas:

$$q_0 = (h_1 - h_{3-4})$$

čia:

h₁ –šaltnešio entalpija taške 1, kJ/kg

h₃₋₄ – šaltnešio entalpija taškuose 3-4, kJ/kg.

$$q_0 = 400,3 - 245,5 = 154,8$$

- kompresoriaus darbas, kJ/kg, skaičiuojamas:

$$W = h_2 - h_1$$

$$W = 422,4 - 400,3 = 22,1$$

- šaldymo naudingumo koeficientas skaičiuojamas:

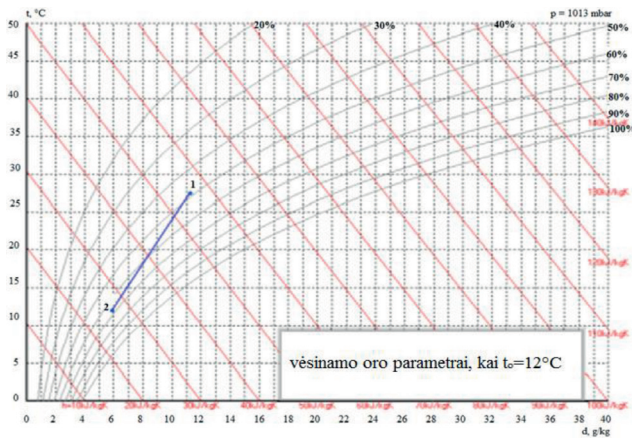
$$\epsilon = \frac{q_0}{W}$$

$$\epsilon = \frac{154,8}{22,1} = 7,0$$

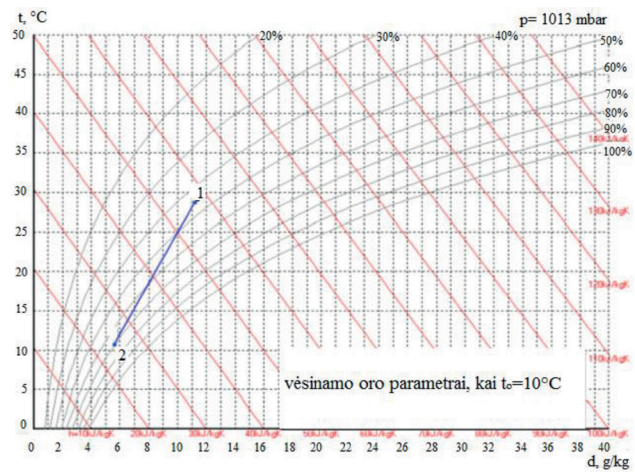
Antrasis atvejis, kai kondicionuojamos (vėsinaimos) patalpos užduotoji oro temperatūra t₈=12°C

3 lentelė. Vėsinaimo oro užduotoji temperatūra t₈¹², °C

Oro parametrai					
Matavimo taškai	Temperatūra, °C	Santykinė drėgmė, φ %	Drėgmingumas, d, g/kg	Entalpija, kJ/kg	
				modulyje	diagramoje
t ₇	1	27,5	48,9	11,3	56,5
t ₈	2	11,9	68,3	5,9	26,9



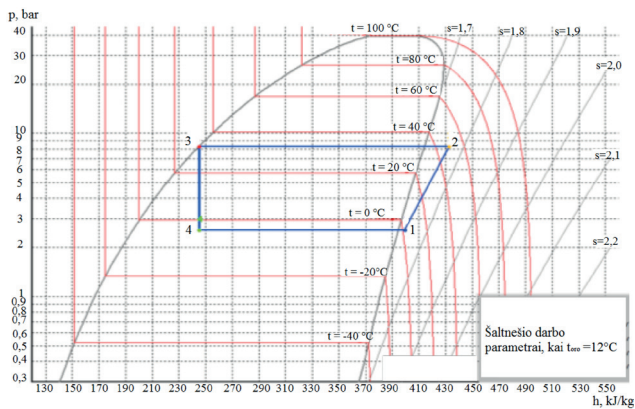
13 pav. Drėgno oro h-d diagrama ($t_0 = 12^\circ\text{C}$)



15 pav. Oro aušinimo procesas 1-2 ($t_0 = 10^\circ\text{C}$)

4 lentelė. Sistemos darbo parametrai, kai vēsinamo oro užduotoji temperatūra t_8^{12} , °C

Proceso taškai	Šaltnešio parametrai			Žymėjimas
	Temperatūra, °C	Slėgis, bar	Entalpija, kJ/kg	
1	1,0	2,6	398,5	T6
2	50,9	8,5	433,7	T2
3	31,5	8,5	244,1	T4
4	1,1	2,6	244,1	T5



14 pav. Sistemos darbo procesų vaizdavimas p-h diagramoje ($t_{oro} = 12^\circ\text{C}$)

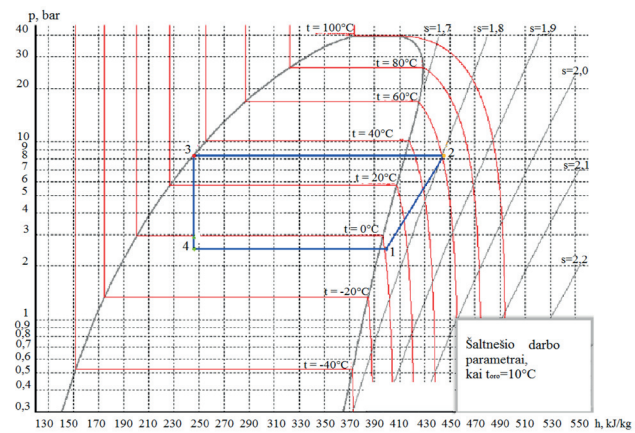
Sistemos darbo rodikliai:

- nuvestos šilumos kiekis, kJ/kg:
 $q_0 = 431,4 - 243,9 = 187,5$
- kompresoriaus darbas, kJ/kg:
 $W = 431,4 - 398,0 = 33,4$
- šaldymo naudingumo koeficientas:
 $\varepsilon = \frac{187,5}{33,4} = 5,61$

Trečiasis atvejis, kai kondicionuojamos (vēsinamos) patalpos užduotoji oro temperatūra $t_8 = 10^\circ\text{C}$

5 lentelė. Vēsinamo oro užduotoji temperatūra t_8^{10} , °C

Oro parametrai					
Matavimo taškai	Temperatūra, °C	Santykinė drėgmė, φ %	Drėgminumas, x, g/kg	Entalpija, kJ/kg	
t_7	1	28,8	45,5	11,2	57,7
t_8	2	10	70,0	5,6	24,9



16 pav. Sistemos darbo procesų vaizdavimas p-h diagramoje ($t_{oro} = 10^\circ\text{C}$)

6 lentelė. Sistemos darbo parametrai, kai vēsinamo oro užduotoji temperatūra t_8^{10} , °C

Proceso taškai	Šaltnešio parametrai		
	Temperatūra, °C	Slėgis, bar	Entalpija, kJ/kg
1	0,5	2,5	398,2
2	60,3	8,5	444,0
3	31,9	8,5	244,6
4	0,0	2,5	244,6

Sistemos darbo rodikliai:

- nuvestos šilumos kiekis, kJ/kg:
 $q_0 = 444,0 - 244,6 = 199,4$
- kompresoriaus darbas, kJ/kg:
 $W = 444,0 - 398,2 = 45,8$
- šaldymo naudingumo koeficientas:
 $\varepsilon = \frac{199,4}{45,8} = 4,35$

Išvados

Atlikus eksperimentinį tyrimą, suformuluotos išvados:

1. Mažėjant vēsinamos patalpos oro temperatūrai nuo

- 15 °C, 12°C iki 10 °C, santykinė oro drėgmė φ padidėja atitinkamai 10 %, 28,4 % ir 35 %.
2. Žemėjant oro temperatūrai, patalpoje mažėja vandens garų kiekis ore d, g/kg, t.y. sumažėja oro drėgmingumas atitinkamai 36,4 %, 47,8 % ir 50 %.
 3. Vėsinant patalpos orą, didėja nuvedamos į aplinką šilumos kiekis, oro kondicionavimo sistemos naudingumo koeficientas ϵ mažėja atitinkamai 7,0; 5,61 ir 4,35.
 4. Gauti rezultatai yra naudingi verslui įvertinant vėsiamų patalpų paskirtį ir energijos vartojimo efektyvumą: vėsiamose patalpose turi būti palaikoma optimali temperatūra, atitinkanti laikomos produkcijos kokybę, nes per daug mažinant oro temperatūrą, oro kondicionavimo sistemos naudingumo koeficientas ϵ mažėja, o elektros suvartojama nepaįgrįstai daug.

AIR CONDITIONING SYSTEM OPERATING PARAMETERS DEPENDENT ON COOLED AIR TEMPERATURE

Virginija Urbonienė, Povilas Milius

Vilnius College of Technologies and Design,
Antakalnio str. 54, LT-10303 Vilnius

Abstract. Air conditioning is about maintaining the required humidity and temperature parameters. Atmospheric air is a mixture of dry air and water vapor and is therefore called humid air.

Atmospheric air is widely used in technological equipment as a working agent: refrigerators, dryers etc. The most important feature of moist air is its *humidity*.

This article analyzes changes in indoor air parameters (humidity and temperature) by changing the temperature of the cooled air (chilled) taken from the room.

An important indicator of the performance of an air conditioning system is its efficiency, which varies with the parameters of the cooled air.

The wet air diagrams obtained during the experiment were used for determination of real process parameters and calculations.

Key words: compressor, condenser, hysteresis, relative humidity, refrigerant throttling.

TECHNOLOGIJOS IR MENAS

TECHNOLOGY AND ART

2019/10

Sudarytojas / Compiler **Andrius GULBINAS**
Kalbos redaktorė / Language Editor **Jolita GRAŠIENĖ**
Konsultantė / Consultant **Inga KRAKELIENĖ**

ISSN 2029-400X

2019-12-19. 60x90/8. 8,25 sąlyg. sp. l. Tiražas 100 egz.
Spausdino UAB „Baltijos kopija“ Kareivių g. 13B, Vilnius

Redakcijos adresas

Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija

Antakalnio g. 54; LT-10303 Vilnius, Lietuva
Tel. (8 5) 234 1524; Faksas (8 5) 234 3769; El.p. info@vtdko.lt

Address of the publisher

Vilnius College of Technologies and Design

Antakalnio g. 54; LT-10303 Vilnius, Lithuania
Phone: +370 5 234 1524; Fax: +370 5 234 3769;

E-mail info@vtdko.lt