

ISSN 2029-9303



KAUNO TECHNIKOS KOLEGIJA
KAUNAS UNIVERSITY OF APPLIED ENGINEERING SCIENCES

INŽINERINĖS IR EDUKACINĖS TECHNOLOGIJOS

Mokslinių straipsnių žurnalas

ENGINEERING AND EDUCATIONAL TECHNOLOGIES

Scientific journal

Kaunas, 2012

Vyriausioji redaktorė

Doc. Dr. Marija Jotautienė

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

Vyriausiosios redaktorės pavaduotoja

Socialiniai mokslai/
Social Sciences

Doc. Dr. Esmeralda Štyps

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

Atsakingoji sekretorė

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Eglė Kosiakaitė

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

Humanitariniai
mokslai/
Humanitarian Sciences

Redaktorių kolegija/ Editorial Board:

Prof. Habil. Dr. Algimantas Fedaravičius

Kauno technologijos universitetas/Kaunas University Of Technology (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Prof. Habil. Dr. Algirdas Vaclovas Valiulis

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

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Aldona Gaižauskienė

Vilniaus kolegija/University Of Applied Sciences (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Ernestas Ivanauskas

Kauno technologijos universitetas/Kaunas University Of Technology (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Jonas Krivickas

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

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Kęstutis Navickas

Aleksandro Stulginskio universitetas/Aleksandras Stulginskis University (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller

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

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Šarūnas Kilius

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

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Vytenis Naginevičius

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

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Pranas Smolskas

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

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

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

Redakcijos adresas:

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

Address:

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

Visos leidinio leidybos teisės saugomos. Šis leidinys arba kuri nors jo dalis negali būti dauginami, taisomi ar kitaip platinami be leidėjo sutikimo.

All rights of the publication are reserved. No reproduction, copy or transmission of this publication may be made without publisher's permission.

REDAKTORIAUS ŽODIS

Gerbiamiems skaitytojams pristatome naują periodinį mokslinių straipsnių žurnalą „Inžinerinės ir edukacinės technologijos“. Nuo 2012 m. leidinys įtrauktas į Lietuvos mokslinių periodinių leidinių sąrašą.

Žurnalo leidybos poreikį inspiravo intensyvus žinių ir informacinės visuomenės kokybių siekis, lydimas įvairių technologinių, politinių, socialinių bei kultūrinių pasikeitimų. Nuolatiniai pokyčiai turi įtakos spartėjančiai mokslo ir veiklos pasaulio integracijai, kuri tiesiogiai veikia specialistų, tenkinančių darbo rinkos formuojamą užsakymą bei jų rengimą.

Švietimo sistema glaudžiai sąveikauja su kitais visuomenės raidos procesais, todėl galima tikėtis dvejopų šios sąveikos būdų: socialinė ir ekonominė plėtotė turi įtakos edukacinių sistemų kaitai; pačios edukacinės sistemos, būdamos kaitos iniciatorės, gali inicijuoti pokyčius visuomenėje.

Šis žurnalas – tai Kauno technikos kolegijos ilgamečio bendradarbiavimo su darbo rinkos atstovais ir kitomis aukštosiomis mokyklomis specialistų rengimo kontekste, rezultatas.

Pirmajame numeryje skaitytojams pateikiame 8 publikacijas, kuriose pristatomi technologijų mokslo srities tyrimų rezultatai. Dviejuose straipsniuose analizuojami su studijomis aukštojoje mokykloje siejamos didaktinės naujovės.

Tikimės, kad publikacijos šiame žurnale padės atsakyti į darbo rinkai ir švietimo sistemai aktualius klausimus ir kviečiame bendradarbiauti skelbiant atliktų technologijų mokslų srities ir socialinių mokslų srities edukologijos krypties tyrimų rezultatus artimiausiame žurnalo numeryje.



Vyriausioji redaktorė soc. m. dr. Marija Jotautienė

TURINYS

<p>KAI KURIE AUKŠTOSIOS ĮTAMPOS KABELIŲ SU XLPE IZOLIACIJA DARBO YPATUMAI <i>Nerijus Baršiukaitis</i> Kauno technikos kolegija</p>	7
<p>BIODUJŲ NAUDOJIMO GALIMYBIŲ IR NAUDOS LIETUVOS TRANSPORTE TYRIMAS <i>Mantas Beniušis</i> Klaipėdos valstybinė kolegija.....</p>	13
<p>LAZERIU PJAUTŲ DETALIŲ KOKYBĖS TYRIMAS <i>Andrius Gečys¹, Vytautas Čapas²</i> ¹ UAB „Zers“, ² Kauno technikos kolegija.....</p>	18
<p>HIBRIDINIŲ AUTOMOBILIŲ ANALIZĖ <i>Darius Juodvalkis¹, Vitas Lendraitis¹, Rolandas Makaras²</i> ¹ Kauno technikos kolegija, ² Kauno technologijos universitetas</p>	27
<p>VIEŠBUČIŲ PASTATŲ ŪKIO VALDYMO MODELIS <i>Silvija Kapočienė¹, Nerijus Varnas², Rasa Apanavičienė¹</i> ¹ Kauno technologijos universitetas, ² Kauno technikos kolegija.....</p>	32
<p>ALTERNATYVIŲ KELIO ARIOGALA – PALIEPIAI - ILGIŽIAI REKONSTRUKCIJOS SPRENDIMŲ ANALIZĖ <i>Regina Motienė¹, Darius Pranciulis²</i> ¹ Kauno technikos kolegija, ² UAB „Ukmergės keliai“</p>	43
<p>VIBRACINIAI MECHANIZMAI AUTOTRANSPORTO PRIEMONĖSE <i>Vytenis Naginevičius, Skirmantas Adomavičius</i> Kauno technikos kolegija</p>	52
<p>EKONOMIŠKOS AUTOMATINĖS APŠVIETIMO SISTEMOS ĮDIEGIMAS KAUNO TECHNIKOS KOLEGIJOJE <i>Valdas Paulauskas, Nerijus Baršiukaitis, Martynas Novikas</i> Kauno technikos kolegija</p>	58
<p>EGZOSKELETINIO AUTOMOBILIO MODELIAVIMAS <i>Gediminas Rudys, Mindaugas Ingelevičius, Paulius Griškevičius</i> Kauno technologijos universitetas.....</p>	66
<p>HIDROTECHNIKOS STATINIŲ ATRAMINIŲ SIENŲ DEFORMACIJŲ ANALIZĖ <i>Raimondas Šadzevičius</i> Kauno technikos kolegija</p>	72
<p>LENGVŲJŲ AUTOMOBILIŲ KELTUVŲ TYRIMAS <i>Povilas Šaulys, Andrius Dargužis, Vitas Lendraitis</i> Kauno technikos kolegija</p>	77

SAVAVALIŠKŲ STATYBŲ ĮTEISINIMO PRAKTINIAI ASPEKTAI*Nelė Šimoliūnienė, Nerijus Varnas, Edmundas Šimoliūnas*

Kauno technikos kolegija 82

PAVIRŠINIO INDUKCIŠKŲ GRŪDINIMO TECHNOLOGIJA IR ĮRENGINIAI*Valdas Speičys*

Kauno technikos kolegija 88

AKUSTINIS VERTIKALIOS VĖJO JĖGAINĖS APLINKOS TYRIMAS*Saulius Tamokaitis*

Klaipėdos valstybinė kolegija..... 94

INOVATYVIOS TECHNOLOGIJOS MIŠRAUS IR E. MOKYMOSI ĮGYVENDINIMUI MOKYMO INSTITUCIJOSE*Danguolė Rutkauskienė¹, Daina Gudonienė¹, Vilma Rūta Mušankovienė¹, Rūta Petrauskienė²*¹Kauno technologijos universitetas, ²Alytaus kolegija 99**TARPDISCIPLINIŠKUMAS KAIP STUDIJŲ SĄLYGA IR KŪRYBINGUMO PRIELAIDA***Nijolė Petronėlė Večkienė¹, Sigita Saulėnienė²*¹ Vytauto Didžiojo universistetas, ² Kauno kolegija 107

KAI KURIE AUKŠTOSIOS ĮTAMPOS KABELIŲ SU XLPE IZOLIACIJA DARBO YPATUMAI

Nerijus Baršiukaitis

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Keičiant kabelius su popierine, alyvoje įmirkyta izoliacija į kabelius su plastmasine XLPE izoliacija susiduriama su kabelių ekranų žeminimo problema, bei jo įtaka kabelio parametrams. Šiame straipsnyje apžvelgiami kabelių su XLPE izoliacija privalumai bei trūkumai, tokių kabelių elektrinių charakteristikų skaičiavimo metodika. Nagrinėjami kabelių ekranų žeminimo būdai bei jų įtaka kabelių darbui.

Reikšminiai žodžiai: kabelių ekranas, viršįtampiai, kabelių intarpai, XLPE izoliacija, transpozicija.

Įvadas

Lietuvos elektros energetinėje sistemoje ir elektros vartotojų virš 1000 V įtampos tiekimo sistemose dar daugiausia naudojami kabeliai su popierine, alyvoje įmirkyta izoliacija. Pagal alyvos slėgį tokie kabeliai skirstomi į tris grupes: žemo slėgio kabeliai – iki 0,1 MPa; vidutinio slėgio – iki 0,3–0,4 MPa ir aukšto slėgio – nuo 0,7 iki 1,5 MPa. Tačiau pradėti naudoti ir kabeliai su plastmasine izoliacija, kuriais keičiami kabeliai su popieriaus alyvos izoliacija. Iki 10 kV įtampoje naudojami viengysliai ir trigysliai kabeliai su XLPE izoliacija, aukštesnėje įtampoje dažniausiai naudojami viengysliai kabeliai. Šiuo atveju trifazė kabelių linija – sistema, sudaryta iš trijų viengyslių kabelių, išdėstytų vienoje plokštumoje arba lygiašonio trikampio viršūnėse. Kabelio tiesimo tipas (trikampiu arba vienoje plokštumoje) nustatomas projektine dokumentacija. Tiesiant tokius kabelius žemėje, kabelis turi turėti hermetinį sluoksnį, kolektoriuose jų apvalkalas turi būti iš savaimė gėstančio polietileno arba PVC apvalkalo su mažu dūmų išsiskyrimu.

Tyrimo objektas – aukštosios įtampos kabelių su XLPE izoliacija darbo ypatumų tyrimas.

Darbo tikslas – išanalizuoti aukštosios įtampos kabelių su XLPE izoliacija kai kuriuos darbo, bei šių kabelių ekranų žeminimo ypatumus.

Tiksliui pasiekti išskelti šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti kabelius veikiančius veiksnius turinčius įtaką jų darbui eksploatavimo metu.
2. Atlikti pagal pateiktą atviruose šaltiniuose medžiagą ekranų žeminimo būdo įtaką kabelių darbui.
3. Pateikti pagrindines ekranų žeminimo koncepcijas ir prielaidas.

Tyrimo metodai – sisteminė literatūros analizė bei techninių skaičiavimų metodika.

1. Kabelių su XLPE izoliacija trūkumai ir privalumai

Projektuojant kabelius su XLPE izoliacija būtina labai tiksliai apskaičiuoti jų leistinas srovines apkrovas. Lietuvoje naudojami Europos gamintojų kabeliai, tačiau dažnai buvo tiekama nekondicinė produkcija, kurios fizikiniai ir elektriniai parametrai ženkliai skiriasi nuo IEC standartų.

Pagrindinis tokių kabelių trūkumas - daliniai išlydziai, kurie atsiranda XLPE izoliacijos sluoksnyje dėl priemaišų ir sluoksnio netolygumo veikiant didelio stiprio elektromagnetiniam laukui ir vykstant izoliacijos dipolių poliarizacijai bei orientavimui. Alyva užpildytiems kabeliams dalinių išlydžių galima nevertinti, nes vyksta jų savaiminis išnykimas dėl impregnavimo skysčio popieriuje pasiskirstymo. Kitas trūkumas yra, kad kabelio apvalkalas iš didelio tankio polietileno yra neatsparus kai kurioms medžiagoms (azotui, chlorui, druskos rūgščiai, sieros rūgščiai, acetoniui). Prie trūkumų galima priskirti ir tam tikrą montavimo darbų sudėtingumą, kai vienu metu reikia montuoti tris kabelius nuo trijų būgnų. Taip pat kyla varinių 6 – 500 kV įtampos kabelių ekranų žeminimo problema. Reikalas tas, kad šiuose ekranuose indukuojamos srovės ir įtampos, kurių dydis priklauso nuo ekranų sujungimo ir žeminimo schemos. Neteisingas ekranų žeminimas gali pažeisti kabelius dėl šilumos balanso sutrikimo. Tačiau norminiuose dokumentuose apie tai nekalbama. Taip pat nėra apibendrinta tokių kabelių eksploatavimo patirtis.



1 pav. Kabelių su XLPE pažeidimai

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Viengysliai kabeliai su XLPE izoliacija lyginant su alyva užpildytais kabeliais turi tokius privalumus:

didesnis statybinis ilgis;

išplėstas vardinių skerspjūvių nominalas iki 800 mm²;

mažesnis svoris, skersmuo, lenkimo spindulys (vienos fazės)

priklausomai nuo tiesimo sąlygų leistinos apkrovos srovės 15-30% didesnės nei alyva užpildytų kabelių.

2. Kabelio elektrinių charakteristikų skaičiavimas

Yra taikomos gana tikslios kabelių ilginių parametru kurių sandara pateikta 1. paveiksle skaičiavimo formulės, tarp jų įvertinant savitarpio fazinę įtaką trijų vienfazių kabelių, o taip pat šių parametru priklausomybę nuo dažnio. Tikslios formulės pateiktos [1], jos sudėtingos ir be specialių kompiuterinių programų taikant šias formules neapsieinama. Žemiau pateikiamos supaprastintos formulės. Jų pagalba irgi gaunami gana geri rezultatai sutampantys su tiksliais skaičiavimais.

Kabelio gyslos varža nuolatinei srovei esant temperatūrai, kuri skiriasi nuo 20°C, nustatoma pagal formulę:

$$R_g = R_{20} [1 + \alpha_{20}(t - 20^\circ \text{C})], \quad (1)$$

čia R_g – gyslos varža esant t temperatūrai $^\circ\text{C}$; t – gyslos temperatūra; α_{20} – savitasis temperatūrinis koeficientas ($\alpha_{\text{Cu}} = 0,0039$; $\alpha_{\text{Al}} = 0,00403$).

Gyslos varža kintamajai srovei gaunama iš varžos nuolatinei srovei ir papildomos varžos, sukurtos artumo ir skin-efektais. Eksploatacijos metu suremontavus kabelį, jo varžos padidėjimas leidžiamas iki 3 %.

Aktyvioji ekrano varža apskaičiuojama pagal formulę:

$$R_e = \rho_e \frac{1}{F_e}; \quad (2)$$

čia ρ_e – savitoji ekrano varža.

Viengyslio kabelio induktyvumas skaičiuojamas esant tokioms sąlygoms:

tiesiant kabelius trikampių kabeliai liečiasi vienas į kitą;

klojant vienoje plokštumoje tarp kabelių yra vieno kabelio skersmens atstumas.

Viengyslio kabelio gyslos induktyvumas apskaičiuojamas pagal formulę:

$$L_g = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \left(\frac{D_e}{r_1} \right) \quad (3)$$

čia D_e – ekvivalentinis gylis $D_e = 2,24 \sqrt{\frac{\rho_z}{\mu_0 \cdot \omega}}$; ρ_z – žemės savitoji varža.

Kabelių linijos induktyvumo skaičiavimas atliekamas kaip tiesialinijiniam laidininkui, jei kabelis užvyniotas ant gyslos, induktyvumas skaičiuojamas kaip daugiasluoksnei ritei. Kabelio darbo talpų reikšmės yra pagrįstos matavimais ir skaičiavimais.

Talpa tarp gyslos ir ekrano:

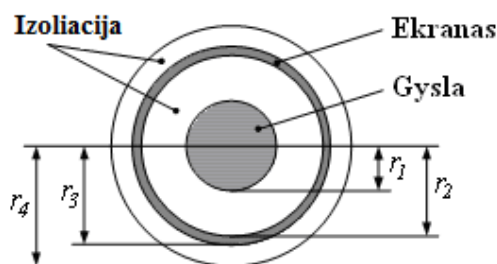
$$C_{ge} = \frac{2\pi\epsilon_1\epsilon_0}{\ln \frac{r_2}{r_1}}; \quad (4)$$

Talpa tarp ekrano ir žemės

$$C_e = \frac{2\pi\epsilon_2\epsilon_0}{\ln \frac{r_4}{r_3}}; \quad (5)$$

čia ϵ_1 – santykinė dielektrinė XLPE skvarba; ϵ_2 – santykinė dielektrinė žemės skvarba.

Kabelio talpos įkrovimo ir trumpojo jungimo srovių reikšmės nekinta didėjant temperatūrai nuo 20°C iki didžiausios vertės.



2 pav. Vienfazio kabelio su XLPE izoliacija eskizas

*Šaltinis: Дмитриев М.В (ЗАО «Завод энергозащитных устройств») Евдокунин Г.А
заземление экранов однофазных кабелей 6-10 кв с изоляцией из сшитого полиэтилена. Журнал
Новости Электротехники No5, 2007*

Savitarpis induktyvumas tarp gyslos (ekrano) ir kito kabelio:

$$M_K = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{D_e}{S}\right); \quad (6)$$

čia S – atstumas tarp kabelių centrų.

Savitarpis induktyvumas tarp to paties kabelio gyslos ir ekrano:

$$M_{ge} = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln\left(\frac{D_e}{r_2}\right); \quad (7)$$

Tuomet gyslos pilnutinė varža:

$$\underline{Z}_g = R_e + R_g + j\omega L_g; \quad (8)$$

Ekrano pilnutinė varža:

$$\underline{Z}_e = R_e + R_g + j\omega L_e; \quad (9)$$

Savitarpė varža gyslos (ekrano) ir kito kabelio:

$$\underline{Z}_K = R_e + j\omega M_K; \quad (10)$$

Savitarpė varža tarp gyslos ir ekrano:

$$\underline{Z}_{ge} = R_e + j\omega M_{ge} \quad (11)$$

3. Apie kabelių intarpus

Svarbus yra kabelio izoliacijos apsaugos nuo atmosferinių ir vidinių viršįtampių klausimas. Lietuvoje šiuo metu 110 kV įtampos oro linijose pradėti įrenginėti kabelių intarpai. Tokių pertvarkymų priežastimi dažniausiai būna noras pašalinti grioždiškas aukštųjų įtampų oro linijas ir vietovę pritaikyti poilsio zonų sukūrimui arba gyvenamųjų rajonų bei pramoninių objektų statybai. Oro linijų pakeitimas kabeliais sumažina neigiamą išorinių veiksnių įtaką elektros tiekimo patikimumui. Tačiau į oro linijas įterpus kabelius, tokių linijų remontas trunka ilgiau, jos brangesnės ir atsiranda problemų dėl sunkesnių viršįtampių ribotuvų darbo sąlygų, automatinės gedimo vietos paieškos ir pan.

Oro linijose su kabelių intarpais padidėja žaibo išlydžio į oro liniją ar atramą sukeltų viršįtampių pavojus kabelių izoliacijai. Kabelinių intarpų atveju susidaranti situacija, nėra palanki kabelio izoliacijai. Elektromagnetinės bangos nuo įterpto kabelio galo atsispindi tuo pačiu poliškumu. Oro linijos banginė varža daugiau nei 10 kartų didesnė už kabelio, todėl bangos atspindžio neriboja atplitusios bangos. Grįžtanti

atsispindėjusi banga viduryje kabelio sumuojasi su atsklidusia ir didina izoliacijos įtampą. Izoliacijos įtampa gali viršyti ribotuvų liekamąją įtampą iki 12 procentų, t. y. padidėja ženkliai.

Atlikti kabelinių intarpų, iš abiejų kabelio galų apsaugotų ribotuvais, elektrinio pramušimo tikimybių tyrimai [3] parodė, kad visumoje 110 kV linijos patikimumas ženkliai sumažėja. Tyrimams buvo paimti ribotuvai su dviem skirtingomis didžiausiomis leistinosiomis ilgalaikėmis įtampomis.

Modeliuojant viršįtampius 110 kV oro linijoje su kabeliniais intarpais buvo priimta, kad viršįtampių ribotuvų U_c yra lygi 84–92 kV.

Ribotuvai viršįtampių lygį sumažina apie 20–35 % ir tuo pačiu, padidina apsaugos efektyvumą. Tačiau ribotuvų apsaugos zona susiaurėja, palyginus su iškroviklių apsaugos zona.

Įvertinus viršįtampių lygius ir reikiamą viršįtampių ribotuvų energetinę gebą galima pastebėti, kad oro linijų su kabeliniais intarpais eksploatacija be apsaugos priemonių nuo viršįtampių yra neleistina. Kabelinių intarpų apsaugai nuo komutacinių ir atmosferinių viršįtampių iš abiejų, intarpo perėjimo iš oro linijos į kabelį,usių būtina įrengti viršįtampių ribotuvus. Kabelio izoliacijos „gysla-ekranas“ apsaugai naudojami tipiniai tai įtampai skirti viršįtampių ribotuvai, izoliacijos „ekranas-žemė“ naudojami specialūs ribotuvai, įrengti transpozicijos mazguose arba kituose taškuose. Jų charakteristikos parenkamos apskaičiavus įtampą ant kabelio ekrano.

4. Kabelių su plastmasine izoliacija ekranai

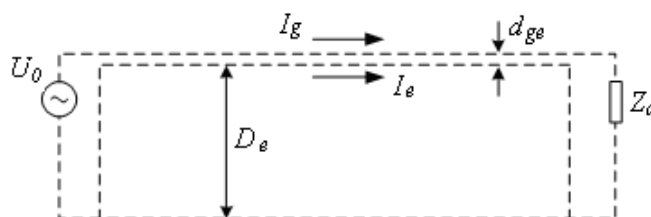
Pagrindinė metalinio ekrano kabelyje paskirtis – sumažinti elektrinio lauko stiprį kabelio paviršiuje. Kabeliuose su plastmasine izoliacija ekranas iš varinių vielų turi užtikrinti indukuotų srovių tekėjimą darbo ir avariniuose režimuose, taip pat vienfazį trumpojo jungimo su žeme srovių pratekėjimą izoliuotos neutralės tinkle arba vienfazio trumpojo jungimo srovės tinkluose su aklinau įžeminta neutrале. Šias funkcijas ekranas turi vykdyti tiek įvykus gedimui pačiame kabelyje, tiek įvykus gedimui elektros tinkle.

Tekant kabelio gysla kintamajai srovei jame indukuojama elektrovara. Įvertinant indukuotąją įtampą ir elektros tinklo darbo režimą vienfazio trumpojo jungimo metu praktinę reikšmę turi ekranų darbo režimas nusakomas jų sujungimo schema ir įžeminimu.

Ekranų įžeminimo būdas (vieniame gale arba abiejuose galuose) turi įtakos:

- 1) srovės dydžiui normaliam ir avariniuose režimuose;
- 2) elektros nuostoliams ekrane, tuo pačiu ir jo šiluminiam režimui bei pralaidumui;
- 3) įtampos kritimui ant ekrano, t.y. kabelio patikimumam darbui ir jo priežiūros saugai;
- 4) pagrindiniams elektriniams kabelio parametrams (aktyvioji ir induktyvioji varžos).

Kaip teigiama įvairiuose šaltiniuose pasitaiko jau eksploatuojamų vienfazių grupių kabelių su neteisingai įžemintu ekranu. Laikoma, kad nuo pažaidos gelbsti tik palyginus maža paties kabelio apkrova. Nagrinėjant ekranų įžeminimo schemas daug autorių naudojami srovės tekėjimo ekvivalentinio gylio ideologija D_e , t.y. srovės ir įtampos kabelyje nepriklauso ar kabelis yra išdėstytas virš žemės arba paklotas žemėje. Tuomet galima skaičiavimams taikyti dvilaidės linijos teorija (3 paveikslas) ir kabelį vaizduoti iš dviejų kontūrų.



3 pav. Vienfazio kabelio ekvivalentinė schema

Šaltinis: Дмитриев М.В (ЗАО «Завод энергозащитных устройств») Евдокунин Г.А заземление экранов однофазных кабелей 6-10 кв с изоляцией из сшитого полиэтилена. Журнал Новости Электротехники No5, 2007

Tuomet kontūrų sąveiką galima aprašyti tokiomis lygtimis:

$$\Delta U_g = Z_g I_g + Z_{ge} I_e;$$

$$\Delta U_e = Z_e I_e + Z_{ge} I_g;$$

(12)

čia $\Delta U_g = U_0 - Z_a I_g$ ir ΔU_e išilginės įtampos kritimo gysloje ir ekrane dedamosios. Jeigu ekranas bus įžemintas iš abiejų pusių $\Delta U_e = 0$ ir santykis I_e/I_g variniam ekranui apytiksliai lygus 1, t. y. srovė ekrane prilįgsta srovei gysloje. Jeigu ekranas įžemintas viename gale $I_e = 0$ ir įtampos kritimas ekrane bus lygus: $\Delta U_e = Z_e I_g$ ir proporcingas kabelio ilgiui ir srovei gysloje kuri gali būti normalaus režimo metu iki šimtų amperų, trumpojo jungimo metu keli arba keliolika kA.

Todėl srovės ir įtampas būtina nagrinėti:

- 1) kabelio normalaus darbo režimo metu;
- 2) avariniam režimui (vienfazė, trifazė tinklo izoliacijos pažeidimas neįskaitant kabelio).

Pereinant nuo vienfazio kabelio į trifazį, sudarytą iš trijų vienfazių kabelių, būtina įvertinti kad srovės ir įtampos ekranuose priklausys nuo atstumo tarp kabelių: mažėjant šiam atstumui, mažės ir srovės bei įtampas. Tačiau visiškai sumažinti atstumą dėl aušinimo sąlygų negalima.

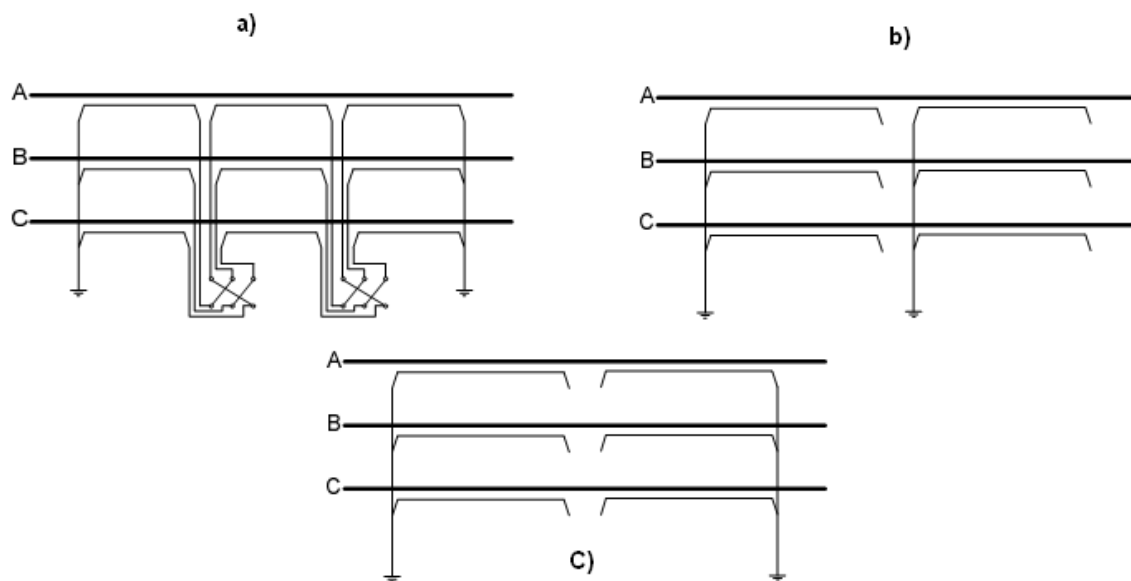
Nustatant skaičiuojamąjį režimą būtina vertinti ir tinklo neutralės režimą. Efektyviai arba aklinau įžemintos neutralės režimo atvejais. Skaičiuojamasis režimas lementis ekranų įžeminimo būdą bus vienfazio trumpojo jungimo režimas, izoliuotos neutralės tinkle – trifazio trumpojo jungimo režimas. Jeigu tinkle yra daug 6–10 kV įtampos kabelių ir įvyko vienfazis įžemėjimas už kurio nors kabelio tai jis taip pat gali būti pavojingas kabeliui, nes gedimo paieškos laikas yra gana didelis, o kabelių skerspjūviai šioje įtampoje yra santykinai maži.

Efektyviais srovių sumažinimo būdais kabelių ekranuose laikoma:

- 1) ekrano įžeminimas tik viename gale;
- 2) ekrano įžeminimas transpozicijos būdu;
- 3) ekrano dalijimas į nesujungtas sekcijas, kurios įžeminamos tik vieną kartą.

Galutinis būdas priklauso nuo leistinosios įtampos ekrano izoliacijoje skaičiuojamuoju atveju.

Galimos ekranų įžeminimo schemas pateiktos 3 paveiksle.



3 pav. Ekranų įžeminimo schemas: a) ekrano įžeminimas transpozicijos būdu; b) ir c) ekrano dalijimas į nesujungtas sekcijas, kurios įžeminamos tik vieną kartą

Šaltinis: Дмитриев М.В (ЗАО «Завод энергозащитных устройств») Евдокунин Г.А заземление экранов однофазных кабелей 6-10 кв с изоляцией из сшитого полиэтилена. Журнал Новости Электротехники No5, 2007

110 kV kebeliuose transpozicija yra labiausiai priimtinas sprendimas, tačiau jis yra brangesnis ir reikalauja sudėtingesnių montavimo bei eksploatacijos darbų.

Išvados

1. Priklausomai nuo parinktų viengyslių kabelių tiesimo būdų galima užtikrinti arba padidinti leistinąją kabelio apkrovą gerą elektromagnetinį suderinamumą bei elektros saugos sąlygas.
2. Reikia skirti pakankamą dėmesį parenkant kabelio ekrano įžeminimo būdą ir atlikti atitinkamus skaičiavimus.

3. Transpozicija yra labiausiai kabelius apsaugantis įžeminimo būdas, nes transpozicijos atveju visuose kabeliuose suvienodinami elektromagnetiniai laukai, taip daroma mažiausia neigiama įtaka kabelio parametrams.

Literatūra

1. Wedepohl L.M., Welcox D.J. Transient analysis of underground power transmission systems. Proc. Inst. El. Eng., 1973, vol.120, N2, p. 253-260.
2. A. Tziouvaras, Protection of High-Voltage AC Cables, *Schweitzer Engineering Laboratories, Inc.* 2006.
3. S. Gudžius, L.A. Markevičius, A. Morkvėnas, A. Navickas, R. Stanionienė. 110 kV Kabelinių intarpų apsaugos priemonių nuo viršįtampių darbo sąlygų tyrimas, 2-oji tarptautinė konferencija Elektros ir valdymo technologijos, Konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas, Lietuva, 2007.
4. Дмитриев М.В (ЗАО «Завод энергозащитных устройств») Евдокунин Г.А заземление экранов однофазных кабелей 6-10 кв с изоляцией из сшитого полиэтилена. Журнал Новости Электротехники No5, 2007.

SOME PECULARITIES OF HIGH-VOLTAGE CABLE WITH XLPE INSULATION

Summary

Replacing cables with paper oil-soaked insulation into cables with XLPE insulation shields cable grounding problem arises and its effects on cable parameters.

In this paper were presented advantages and disadvantages of cables with XLPE insulation and the calculation methodology of such cable electrical characteristics. Cable shielding grounding techniques and their influence on the cable work were analyzed.

Keywords: cable screen, over-voltage, cable inserts, XLPE insulation, transposition.

AUTORIAUS LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Nerijus Baršiukaitis

Mokslo laipsnis ir vardas: asistentas

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Elektromechanikos fakulteto, Energetikos ir elektronikos katedros asistentas

Autoriaus mokslinių interesų sritys: inžinerinių tyrimų metodologija

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 67182643, nerijus0717@gmail.com

A COVER LETTER OF AUTHOR

Author name, surname: Nerijus Baršiukaitis

Science degree and name: assistant

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty, Energy and electronics department assistant

Author's research interests: methodology of engineering sciences

Telephone and e-mail address: 8 67182643, nerijus0717@gmail.com

BIODUJŲ NAUDOJIMO GALIMYBIŲ IR NAUDOS LIETUVOS TRANSPORTE TYRIMAS

Mantas Beniušis

Klaipėdos valstybinė kolegija

Anotacija

Plintant vis didesniai ekologijos susidomėjimui ir siekiant įtvirtinti atsinaujinančių išteklių vartojimą, mažai kalbama apie alternatyvas transporte ir kitą biodujų panaudojimą. Viena iš mažiausiai aptarinėjamų, bet pakankamai ekologiška alternatyva yra biodujomis varomas transportas. Biodujos gaunamos iš natūralių šaltinių, bet nepakankamai yra išnagrinėta, kaip tai būtų galima panaudoti Lietuvos transporte ir kitoje technikoje. Biodujų gavybos ir panaudojimo galimybes palyginti su jau naudojamomis jėgainėmis ir transporto rūšimis Europoje ir pasaulyje. Bandyti įvertinti ekologiškumą, ekonomiją, gavybą bei poreikį transporte.

Riekšminiai žodžiai: atsinaujinantys ištekliai, biodujomis varomas transportas, organinės medžiagos, biodujų gavybos procesas.

Įvadas

Lietuvos žemės ūkyje yra didelis žaliavų potencialas biodujų gamybai. Biodujų gamyba iš žemės ūkyje susidarantių žaliavų gali žymiai prisidėti prie aplinkos taršos mažinimo, o patiems žemės ūkio subjektams sudaro sąlygas patenkinti ūkio poreikius ir (ar) užsidirbti alternatyvių, ne iš žemės ūkio gaunamų pajamų.

Žemės ūkio viceministras Aušrys Macijauskas pažymi, jog bioenergijos gavimui Lietuvoje skiriamas per mažas dėmesys. „Norėtume bioenergetiką per vieną pakopą kilstelėti aukštyne – kad jos dalis būtų šiek tiek didesnė ir sąlygos geresnės. Gaminant bioenergetiką, tausojama Lietuvos gamta, o gamybos procesu išsiskiriančia šiluma galima džiovinti grūdus, šildyti namus“, – akcentuoja viceministras. Literatūroje nemažai yra visokių biodujų panaudojimo galimybių ir būdų aprašymų.

Taigi išgaunamas biodujas galima naudoti netik šildymui, elektros energijai išgauti, bet ir transportui.

Tyrimo **tikslas** – kokios yra galimybės panaudoti Lietuvoje esančiomis organines medžiagas biodujų gamybai ir jų panaudojimui transporte.

Tikslui pasiekti išskirti šie **uždaviniai**:

- 1) įvertinti biodujų gamybai tinkamos terpės ūkio žaliavos energetinį potencialą Lietuvos žemės ūkio įmonėse;
- 2) palyginti Lietuvos ir Europos miestų naudojamą biodujomis.

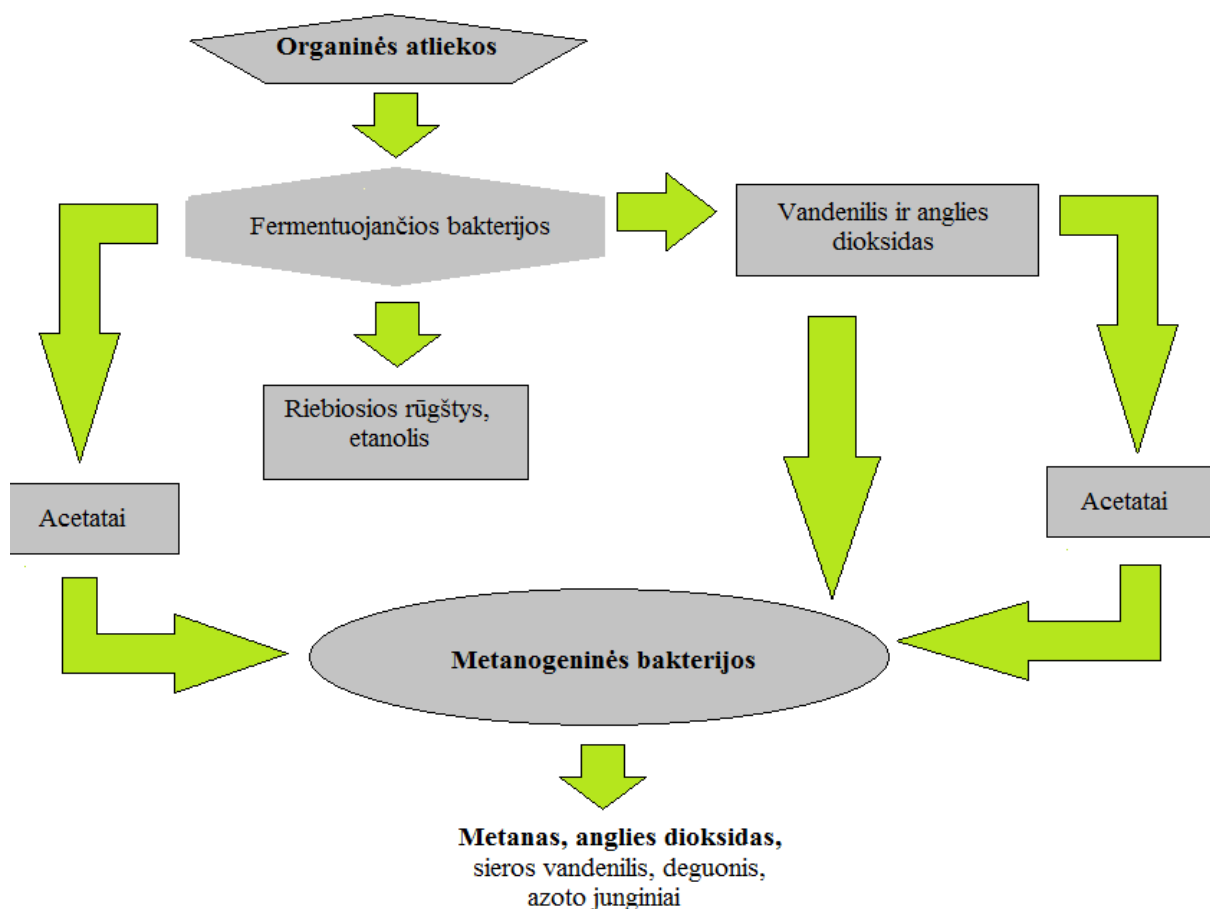
1. Biodujų panaudojimas

Biodujos yra patraukios dėl jų naudojimo įvairovės. Jos naudojamos elektros energijos gamybai, šildymui, aušinimui, automobilių degalams ir kt. Biodujų gamybai naudojama daug žaliavų, susidarantių iš atliekų, todėl šios gamybos skatinimas ir plėtra nesukelia konflikto ir kainų kilimo maisto produktų ar pašarų rinkose. Europos Parlamentas akcentuoja biodujų gamybos naudą stiprinant Europos Sąjungos (toliau – ES) energetinę nepriklausomybę, taip pat mažinant dujų išskyrimą, kuris sukelia klimato kaitą. Yra daug būdų, kaip žymiai padidinti biodujų gamybos apimtį. Vienas iš jų – svarbiausių biodujoms gaminti žaliavų, tokių kaip gyvulių mėšlas, dumblas, atliekos ir netinkami maisto bei pašarų gamybai augalai, panaudojimas. Biodujos yra patrauklus energijos šaltinis, kuris prisideda prie tvarios ekonomikos, žemės ūkio ir kaimo plėtros bei aplinkos apsaugos iniciatyvų skatinimo. Biodujų gamyba iš gyvulių mėšlo, dumblo ir komunalinių, gyvūninių ir organinių atliekų sudaro galimybes įvairinti energijos šaltinius ir taip padidina energijos tiekimo saugumą, konkurencingumą ir tvarumą, bei suteikia ūkininkams galimybę pajūvinti iš žemės ūkio veiklos gaunamų pajamų šaltinius alternatyviomis veicklomis.

Pagrindiniu biodujų gamybai skirtos žaliavos šaltiniu Lietuvoje yra gyvulių ir paukščių mėšlas. Didžiausią biodujų gamybos potencialą turintys kiaulių kompleksai pastaruosiu metu modernizuojami ir plečiami. Todėl didžiausią perspektyvą statyti biodujų jėgaines turi stambūs ūkiai, naudojantys bekraikes gyvulių ir paukščių laikymo technologijas bei turintys didelius šiluminės energijos poreikius.

2. Biodujų gavybos procesas

Biodujų jėgainės sandara ir technologinė schema priklauso nuo įvairių veiksnių (1 pav.) žaliavos rūšies ir sudėties, jos pristatymo būdo, bioreaktorių tipo ir dydžio, proceso parametrų, perdirbto substrato panaudojimo, pagamintų biodujų kiekio ir sudėties, energetinės konversijos įrenginių tipo ir kiekio, pagamintos energijos vartotojų. Gavybos procesas susideda iš hidrolizės, fermentacijos ir metanogenezės



1 pav. Biodujų gavybos procesas

2.1. Biodujų gavybos kiekiai Lietuvoje

Biodujų jėgainėse perdirbus apie 30 proc. gyvulių ir paukščių mėšlo, galima pagaminti apie 50 mln. kubinių metrų biodujų, kurių energetinė vertė – apie 300 mln. kWh. Iš tokiose jėgainėse perdirbtų atliekų galima auginti energetinius augalus, kurių biomasė tinka biokuro, biodegalų ar biodujų gamybai.

Tikslinga plėtoti biodujų gamybą iš gyvūninės kilmės šalutinių produktų, susidarantių skerdyklose, mėsinėse, odų perdirbimo įmonėse. Gyvulių ir paukščių skerdyklose bei mėsos perdirbimo įmonėse, esant dabartinei gamybos apimčiai, susidaro apie 60 tūkst. tonų gyvūninės kilmės atliekų, kurias galima perdirbti biodujų jėgainėse. Iš jų galima gauti apie 12 mln. m³ biodujų, kurių energetinė vertė siekia 70 mln. kWh.

2.2. Biodujų panaudojimas transporte

„Daimler“ duomenimis, „Magna Steyr“ koncernas daugumą transporto priemonių netrukus pakeis ekologiškais „Mercedes-Benz Econic“ sunkvežimiais, naudojančiais gamtines ir biodujas. Vieną iš stambiausių transporto ir logistikos koncerno parką Austrijoje jau papildė pirmieji 30 „Mercedes-Benz Econic“ vilkikų. Štutgarto sunkvežimių gamintojo duomenimis, vežėjams aktualu ir naudinga tai, kad „Econic“ sunkvežimiai be techninių pakeitimų gali naudoti biodujas (metaną) iš biologinių atliekų. Tam, pavyzdžiui, tinka ir nupjautos žolės masė, kurios Austrijoje, kaip ir daugelyje kitų Europos valstybių, yra labai dideli ir iki šiol nenaudoti resursai. Gamtinėmis ar biodujomis varomas „Mercedes-Benz Econic“ variklis M 906 LAG turi 6,9 l darbo tūrio kamerą ir pasiekia 279 AG. Dujomis varomo variklio emisija, pasak „Daimler“ gamintojo, neturi jokių suodžių dalelių ir dulkių. „Econic“ sunkvežimio triukšmingumas – tik 77 decibelai. Tai panašu į benzininį variklį, bet jis dirba žymiai tyliau nei sunkvežimio dyzelinė jėgainė, kurios triukšmingumas vidutiniškai siekia nuo 85 iki 97 decibelų.

Užsienio valstybėse alternatyvaus kuro panaudojimas įgauna vis didesnę pagreitį. Biodujų panaudojimo autobusuose plėtrai skatinti ir aplinkai daromai išmetamųjų deginių žalai mažinti 2009-2012 m. Baltijos jūros regione vykdomas Baltijos biodujinių autobusų (angl. Baltic Biogas Bus) projektas. Jame dalyvauja 12 partnerių iš 8 šalių (Švedijos, Suomijos, Estijos, Latvijos, Lenkijos, Vokietijos, Suomijos ir Lietuvos).

„Pagrindinis projekto tikslas - didinti biodujų naudojimą viešajame transporte ir taip mažinti miestų užterštumą, skleisti informaciją ir rengti alternatyvaus kuro naudojimo plėtros strategiją“, - sakė Kaune surengtame regioniniame seminare apie biodujų gamybos ir naudojimo perspektyvas projekto vadovas Lenartas Halgrenas (Lennart Hallgren), atstovaujantis Stokholmo viešajam transportui.

ES regioninės plėtros fondo lėšomis iš dalies finansuojamo projekto biudžetas siekia 4,2 mln. eurų (14,49 mln. Lt). Lietuvai projekte atstovauja bendrovė „Kauno autobusai“, kuriai patikėta informacijos sklaidos užduotis.

Stokholme beveik visas viešasis transportas važiuoja degalais, gautais iš atsinaujinančių energijos šaltinių. „Elektra metro traukiniams gaunama iš vėjo jėgainių arba hidroelektrinių, o daugumoje autobusų naudojamas bioetanolis, biodyzelinas arba biodujos“, - pasakojo L. Halgrenas. Pasak jo, Stokholme biodujomis pildomi 150 autobusų bakai. Osle tokių transporto priemonių 12, Bergene - 70. Šie alternatyvūs degalai turi svarbiausius pranašumus: gaunami iš atsinaujinančių energijos šaltinių, yra efektyvūs, jais varomų autobusų išmetamose dujose gerokai mažiau kenksmingų medžiagų.



2 pav. Europos miestuose daugėja biodujomis varomų autobusų

Artimiausiu metu biodujomis varomų autobusų parką Stokholme ketinama padidinti iki 500, o iki 2025 m. visi autobusai mieste bus varomi tik biodegalais. „Naudoti biodujas - vienas iš būdų spręsti miesto užterštumo problemas. Dėl jų efektyvumo, ekologiškumo ir didelių panaudojimo galimybių, biodujų

paklausa Stokholme viršija pasiūlą. Autobusams jos tiekiamos iš miesto atliekų perdirbimo, vandenvilos įmonių. Ketinama statyti dar vieną pramoninę biodujų jėgainę, kurioje be komunalinių atliekų biodujoms gauti bus naudojami ir energetiniai augalai", - miesto planus pristato L. Halgrenas.

Pradėjus naudoti biodujas ir kitus biodegalus Stokholmo viešajame transporte, tradicinio dyzelino sąnaudos sumažėjo 18 mln., o CO₂ išmetimas - 60 tūkst. tonų.

Nors kol kas naudoti biodujas nėra pigiau, mat jų kaina, priklausomai nuo biojėgainės našumo, viršija dyzelino, tačiau prognozuojama, kad iškastinio kuro kainos, senkant jo šaltiniams, neišvengiamai kops į viršų.

Planus švarinti miestą autobusuose deginant biodujas kuria Vilniaus valdžia. Sostinėje važinėja apie 100 (iš 330) gamtinėmis dujomis varomų autobusų. Pasak Vilniaus vicemero Romo Adomavičiaus, prieš kelis mėnesius apsispręsta ieškoti galimybių vietoj gamtinių dujų naudoti biodujas.

Viename iš sąvartynų jau gaminamos biodujos, tačiau jos naudojamas elektrai gauti. „Svarstome galimybę ir Kazokiškių, ir Kariotiškių sąvartyne įrengti biodujų valymo įrenginius, kad jas būtų galima pateikti viešajam transportui", - teigė R. Adomavičius. Jo nuomone, visas sunkusis po miestą važinėjantis transportas, taksi automobiliai, savivaldybės darbuotojų transportas taip pat turėtų naudoti tik ekologiškus degalus, nes miesto užterštumo problema kiekvienais metais vis aštresnė. Automobilių skaičius sostinėje auga geometrine progresija - tūkstančiui gyventojų tenka 40 automobilių. Pagal šį rodiklį sostinė jau lenkia kai kuriuos stambius Europos miestus.

2.3. Galimi sprendimai problemai spręsti

Konkrečiai reikėtų skatinti miesto autobusų įmones keisti transportą iš dyzelinių į vartojančius biodujas. Tuomet išaugus poreikiui būtų aktualu verslininkams investuoti į biodujų gavybą, tai, manau, sumažintų biodujų kainą, ko pasekoje įsisiūbuotų biodujų vartojimas, tuomet būtų galima naudoti ir sunkiajam transporte, kaip priedą prie dyzelinio kuro arba pakaitalą.

Išvados

1. Lietuvoje yra pakankamai daug organinių atliekų, kurios yra nepanaudotos. Todėl reikalingos tik biodujų gavybos jėgainės, kurios yra ganėtinai brangios, bet Lietuvos verslas ir vyriausybė gali pasinaudoti ES parama. Lietuvoje jau yra pagaminama apie 22 mln. kūb. m. biodujų. Todėl naudojantis parama būtina statyti jėgaines ir didinti transporto kiekį varomą biodujomis.

2. Lietuvoje biodujomis varomo transporto yra apie 30% miesto autobusų, kai Stokholme naudojama apie 75%. Lietuvos sąlygomis išgaunamų biodujų pakaktų visus miesto autobusus aprūpinti degalais, taip pat pakaktų ir sunkiajam – kroviniam transportui naudojamam miestuose ar priemiesčiuose. Taigi plėstis yra kur reikia palaipti keisti transportą į ekologiškesnį.

3. Ekonominiu atžvilgiu - tai nėra itin perspektyvu dėl mažo kiekio perdirbimo jėgainių, todėl dujos yra brangokos, bet esant galimybei panaudoti ir žmogaus nesuvaržytas organines atliekas, būtų pasiekta ir žymeį pigesnių biodujų. Taigi ekonominė nauda yra mažoka, bet brangstant naftos produktams tai būtų tikrai perspektyvu. Bei padidinus poreikį būtų aktualu ir didinti gamybą.

Literatūra

1. Atsinaujinančių išteklių energijos naudojimo 2010–2020 metų prognozių dokumentas. (2009). Lietuvos Respublikos energetikos ministerija.
2. Holm–Nielsen, J. B. (1997). The future of biogas in Europe // Bio Press (Denmark).
3. Khan, K. A., Khan, A. (2009). Improved biogas plant an environmental friendly renewable energy // Proceedings of international conference on energy and environment, India.
4. Kryževičienė, A., Navickas, K., ūperka, V. (2005). Daugiamečių ūlių panaudojimas biodujoms gaminti // Vagos. Nr. 69 (22).

5. Lantz, M., Svensson, M., Bjornsson, L., Borjesson, P. (2007). The prospects for an expansion of biogas systems in Sweden. Incentives, barriers and potentials // Energy Policy. No. 35.
6. Navickas, K. (2006). Biodujų gamybos Lietuvoje galimybių studija, Kaunas-Akademija.
7. Taleghani, G., S. Kia, A. (2005). Technical-economical analysis of the Saveh biogas power plant // Renewable energy. No. 30.
8. <http://www.bernardinai.lt/straipsnis/2010-07-29-ukininkai-domisi-parama-bioduju-gamybai/48205>
9. <http://www.komtrans.lt/vej-inios/aktualijos/1960-alieji-mercedes-benz-econic.html>

FEASIBILITY AND BENEFITS STUDY OF USING BIOGAS IN LITHUANIA TRANSPORT

Summary

Spread of increasing ecological interest and in pursuance of the usage of renewable resources, very little are talked about the alternatives in transport and other ways to the use of biogas. One of the least discussed and yet enough green alternatives are biogas-powered vehicles. Biogas is produced from natural sources, but not enough is analyzed how it could be used for Lithuanian transport and other techniques. To compare biogas production and opportunities of usage to those already used in power plants and modes of transport in Europe and the world. Try to assess the environmental sustainability, economy, production and the need for transport.

Keywords: renewable sources, biogas-powered transport, organic matter, biogas production process.

AUTORIAUS LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Mantas Beniušis

Mokslo laipsnis ir vardas: asistentas

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Klaipėdos valstybinės kolegijos, Technologijų fakulteto transporto inžinerijos katedros asistentas

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

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 650 29981, mantasb027@yahoo.de

A COVER LETTER OF AUTHOR

Author name, surname: Mantas Beniušis

Science degree and name: assistant

Workplace and position: Klaipėda State College, technology faculty transport department associated assistant

Author's research interests: manufacturing technologies, material technologies, methodology of engineering sciences

Telephone and e-mail address: 8 650 29981, mantasb027@yahoo.de

LAZERIU PJAUTŲ DETALIŲ KOKYBĖS TYRIMAS

Andrius Gečys¹, Vytautas Čapas²
¹ UAB „Zers“, ² Kauno technikos kolegija

Anotacija

Nagrinėjamas skirtingo kontūro, storio, medžiagos ir paviršiaus bandinių lazerio pjūvio kokybės užtikrinimas. Pjaunamas skirtingo storio ir turintis skirtingas dangas skirtingų savybių plieno lakštas, atliekama skirtingų kontūro elementų pjūvio kokybės ir terminio poveikio analizė. Nagrinėjama lazerio spinduliuotė ir metalo sąveika, šviesos sugertis kietajame kūne. Atliktų eksperimentų rezultatai aiškiai rodo ryšį tarp ruošinio paviršiaus kokybės (savybių) ir lazerio spindulių temperatūrinio poveikio.

Reikšminiai žodžiai: kokybė, plienai, lazerinis pjovimas, paviršių šiurkštumas, šilumos nuvedimas.

Įvadas

Siekiami kuo mažiau išnaudoti medžiagų ir pasiekti didesnę įrenginių efektyvumą, kuriami nauji įrankių panaudojimo būdai, naujos medžiagos, iš kurių gaminamos darbinės detalės. Projektuojant kiekvieną mechanizmą ar įrengimą, atsižvelgiama į kelias sąlygas: įrenginio ar detalės paskirtį, eksploatacijos sąlygas ir trukmę, koks pageidaujamas jo detalių ilgaamžiškumas. Pjaunamas skirtingo storio ir turintis skirtingas dangas skirtingų savybių plieno lakštas, atliekama skirtingų kontūro elementų pjūvio kokybės ir terminio poveikio analizė. Detalė turi keturių tipų kampus – stačius ir smailius, trijų skirtingų smailumų. Probleminės pjūvio vietos yra kampai, didesnio smailumo kampai apdirbami sunkiau, dėl blogesnio šilumos nuvedimo didėja terminis poveikis. Siekiant ištirti ir palyginti paviršiaus įtaką pjūvio kokybei, pjaunami skirtingo paviršiaus lakštai – švarus paviršius, surūdijęs, grafito danga, šlifuotas, poliruotas, valytas smėliarove paviršius.

Tyrimo **objektas** – lazeriu pjautų detalių kokybės tyrimas.

Tyrimo tikslas – nustatyti, kaip įtakoja detalę terminis poveikis pjaunant karštuoju būdu lazeriu, priklausomybę nuo detalės paviršiaus blizgumo, kuri sąlygoja paviršiaus danga, papildomai įvertinant priklausomybę nuo detalės storio ir pjaunamo kontūro ypatybių.

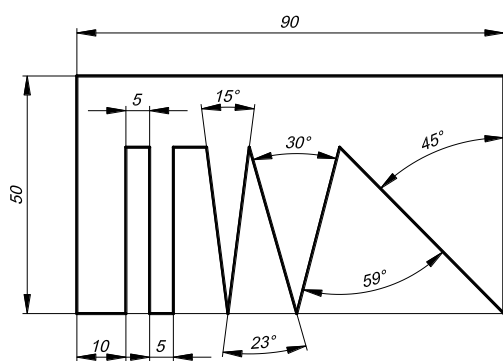
Siekiant numatyto tikslo, darbui keliami **uždaviniai**:

1. Išanalizuoti lazerinio pjovimo ir pjūvio kokybę įtakančius parametrus,
2. Išanalizuoti specialaus ruošinio pjūvio paviršiaus kokybę – statmenumą, banguotumą, šiurkštumą, šlakų ir kitokių defektų atsiradimą,
3. Nustatyti ruošinio pjovimo kokybės priklausomybę nuo paviršiaus savybių,
4. Nustatyti terminio poveikio gylį, metalo struktūros pokyčius.

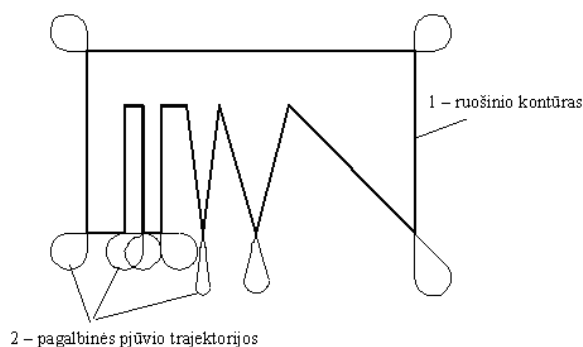
Tyrimo **metodai**: literatūros šaltinių analizė, bandinių eksperimentinis tyrimas.

1. Pjaunamų bandinių geometrijos, medžiagos ir paviršiaus apibūdinimas

Pjovimo kokybės tyrimui suprojektuojame bandinį, kurios atskirų vietų išpjovimo sudėtingumas skiriasi. Tai smailūs išoriniai ir vidiniai kampai, kurie dėl terminio poveikio gali būti išpjauti nekokybiškai. Siekiant nustatyti kokybiško pjovimo galimybes, pasirenkama detalė, kurioje suformuoti skirtingo smailumo kampai – tai 90°, 45°, 30° ir 15° kampai. Siekiant mažesnio smailių kampų perkaitinimo, naudojama pagalbinės pjūvio trajektorijos siekiant išgauti ruošinio kampų kokybę, (2 pav.).



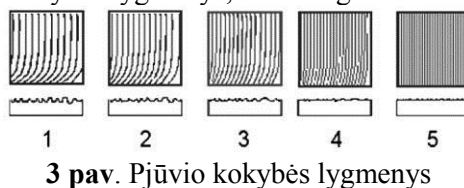
1 pav. Pjaunamos detalės eskizas



2 pav. Pjaunamo kontūro vaizdas

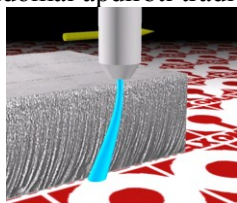
2. Pjovimo kokybinis apibūdinimas

Pjovimo kokybė yra atvirkščiai proporcinga pjovimo greičiui, t.y. kuo lėčiau pjaunama, tuo pasiekama geresnė kokybė. Yra 5 kokybės lygmenys, kuriuos galima vaizdžiai įvertinti 3 paveiksle.



3 pav. Pjūvio kokybės lygmenys

Siekiant aukštesnio kokybės lygmens, lėtinamas pjovimo greitis. Kadangi kaina tiesiogiai priklauso nuo pjūvio laiko, ji kyla. Yra situacijų, kada būtina reikalinga pjūvio kokybė, o būna situacijų, kada pigiau paviršių papildomai apdirbti tradicinėmis priemonėmis, nei iš karto siekti idealios pjūvio kokybės.



4 pav. Pjūvio formavimo schema



5 pav. Pjūvio bendras vaizdas

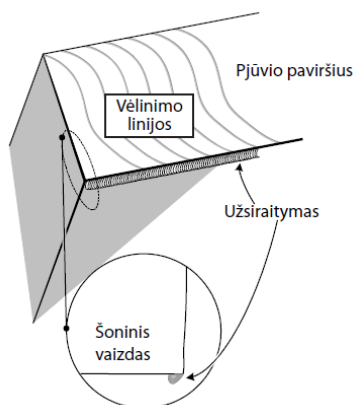
4 paveiksle matyti, kaip pjaunant didžiausiu greičiu, storesnėse medžiagose atsiranda specifiniai pjūvio nelygumai. Taip atsiranda dėl tam tikro srovės „vėlavimo“ pjūvio metu. Jei reikalinga preciziška pjūvio kokybė, ji pasiekama mažinant pjovimo greitį. 5 paveiksle parodytas tiriamojo darbo metu atlikto pjūvio vaizdas, pjaunant 8 mm storio plieną. Matyti pjūvio linijų netiesumas.

Pjaunant plienus ir kitus metalus lazeriu, gali susidaryti ir kiti pjūvio defektai. Vienas paplitusių yra šlako susidarymas apatiniame paviršiuje.

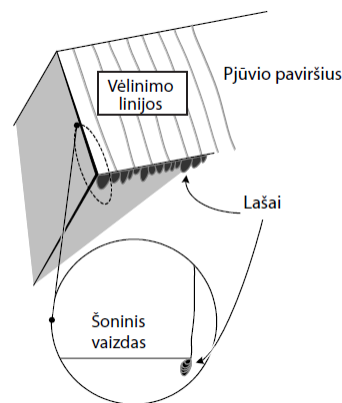
Šlakas – tai pjovimo proceso metu susidarantis šalutinis produktas. Tai nepageidaujama medžiaga, kuri lieka prikibusi prie apdirbamosios detalės. Daugeliu atveju šlako susidarymą galima sumažinti ar jo visiškai išvengti naudojant tinkamus pjoviklio ir pjovimo parametrus. [13].

Šlakas, susidaręs dėl didelio greičio – tai išsilydžiusi medžiaga ar medžiagos užsiraitymas apatiniame paviršiuje išilgai pjūvos. Sunku pašalinti. Gali tekti nušlifuoti ar nulupti. Taip pat stebimos „S“ formos vėlinimo linijos. Šlako susidarymo schema pateikta 6 paveiksle. Šlako susidarymo priežastys:

- didelis atstumas tarp pjovimo galvutės ir lakšto,
- didelis pjovimo greitis,
- nepakankamas technologinių dujų slėgis (debitas) .



6 pav. Šlako susidarymo schema dėl didelio pjovimo greičio



7 pav. Šlako susidarymo schema dėl mažo pjovimo greičio

Dėl lėto greičio – šis šlakas susiformuoja lašų pavidalu apačioje išilgai pjūvos. Lengvai pašalinamas. Šlako susidarymo schema pateikta 7 paveiksle, o 8 paveiksle pateiktas penktojo bandinio pjūvimo kokybės vaizdas, matoma apatinė bandinio pusė. Šlako susidarymo priežastys: mažas pjūvimo greitis.



8 pav. Šlakas ant apatinės pjauto ruošinio pusės

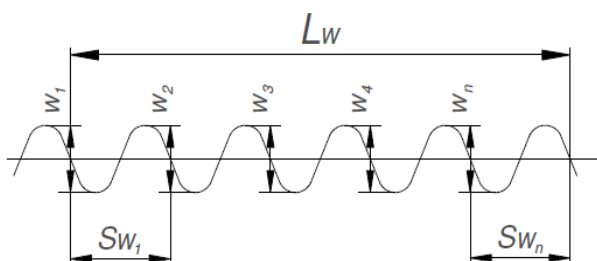
Paviršių ir formų tikslumas. Pagal šių dydžių santykį nustatomos trys paviršių tikslumo normos: šiurkštumas, banguotumas ir formos nuokrypos. Banguotumas – tai periodiškai pasikartojančių iškilimų ir įdubimų visuma, kurių bangos žingsnio S santykis su aukščiu R yra 50...1000. Banguotumas susidaro, kai yra netolygi pastūma apdirbant detalę, esant vibracijoms apdirbimo proceso metu (mechaninis pjūvimas). Banguotumas tam tikru laipsniu persiduoda nuo ruošinio iki užbaigtos detalės. Jį apibūdina du pagrindiniai parametrai: banguotumo aukštis W_z ir vidutinis banguotumo žingsnis S_w .

Banguotumas apskaičiuojamas pagal lygtis:

$$W_z = (W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5) / 5$$

$$S_w = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{w_i}$$

(1)



9 pav. Paviršiaus banguotumo parametrai



10 pav. Lazerių pjauto ruošinio banguotumas

3. Bandinių mikrostruktūros analizė

Pagal bandinių mikrostruktūrą galima spręsti apie metalo terminio poveikio pokyčius arti pjūvio krašto. Mikrostruktūros analizei buvo paruošti mikrošlifai išsėdinti 3% azoto rūgšties spiritiniu tirpalu. Bandinių mikrostruktūros analizė atlikta mikroskopu ZEISS axis Scope A1. Šiuo mikroskopu padarytos nuotraukos, pateiktos paveiksluose 11–12.

Pjūvio krašto smulki kristalinė struktūra rodo bandinio metalo perkaitinimą. Perkaitinimas stebimas visuose bandiniuose, skiriasi perkaitinto sluoksnio plotis ir struktūros smulkumas, lyginant su toliau esančiu metalu. Pirmo bandinio mikrostruktūroje aiškiai matomas struktūros smulkėjimas prie bandinio smailiojo kampo, siekiantis arti 1 mm pločio, paveikslas 11. Paveiksle 12 matyti trečiojo bandinio mikrošlifas arti viršūnės, matomas kristalinės struktūros susmulkėjimas, siekiantis 0,1...0,2 mm plotį.



11 pav. Pirmo bandinio mikrostruktūra x50



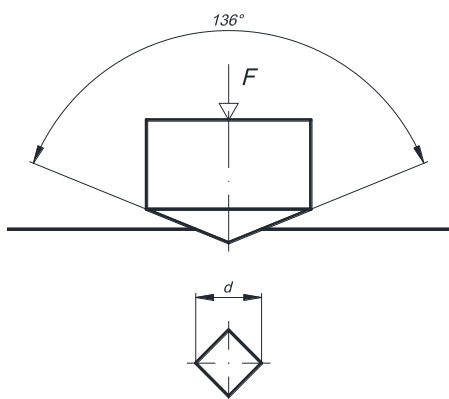
12 pav. Trečio bandinio mikrostruktūra x50

4. Mikrokietumo matavimas Vickerso metodu

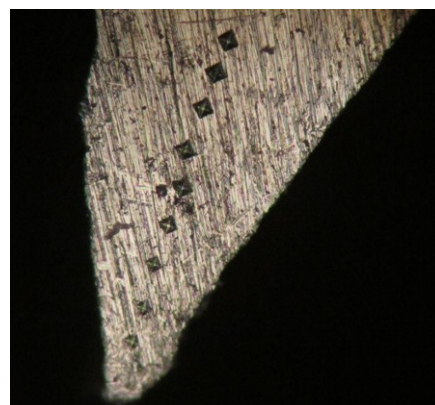
Taikant Vickerso metodą išmatuotas mikrokietumas žymimas H_{μ} , arba H_{50} – mikrokietumas gautas matuojant 50 N apkrova.

Dažniausiai mikrokietumo matavimo būdas naudojamas labai plonomis dangoms ar net metalo grūdelių (atskirų fazių) kietumui nustatyti. Bendroju atveju kietumo skaičiai išreiškiami įtempimų dimensija – MPa .

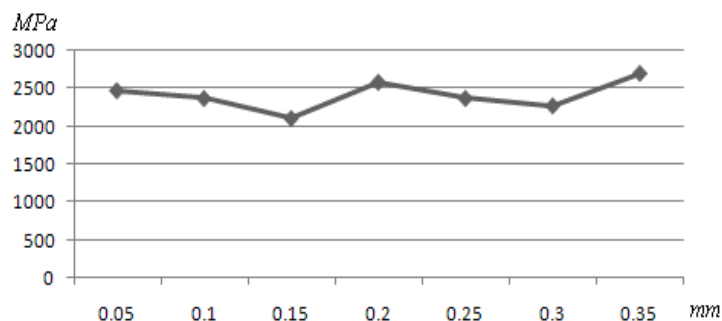
Nustatant metalų ir jų lydinių kietumą Vickerso metodu į paviršių įspaudžiama keturbriaunė deimantinė piramidė (viršūnės kampas – 136°). Žinant apkrovos dydį apskaičiuojamas kietumas HV :



13 pav. Įspaudos formavimo schema



14 pav. Ketvirtojo bandinio iš grafitu dengto nerūdijančio plieno mikrokietumo matavimo žymės

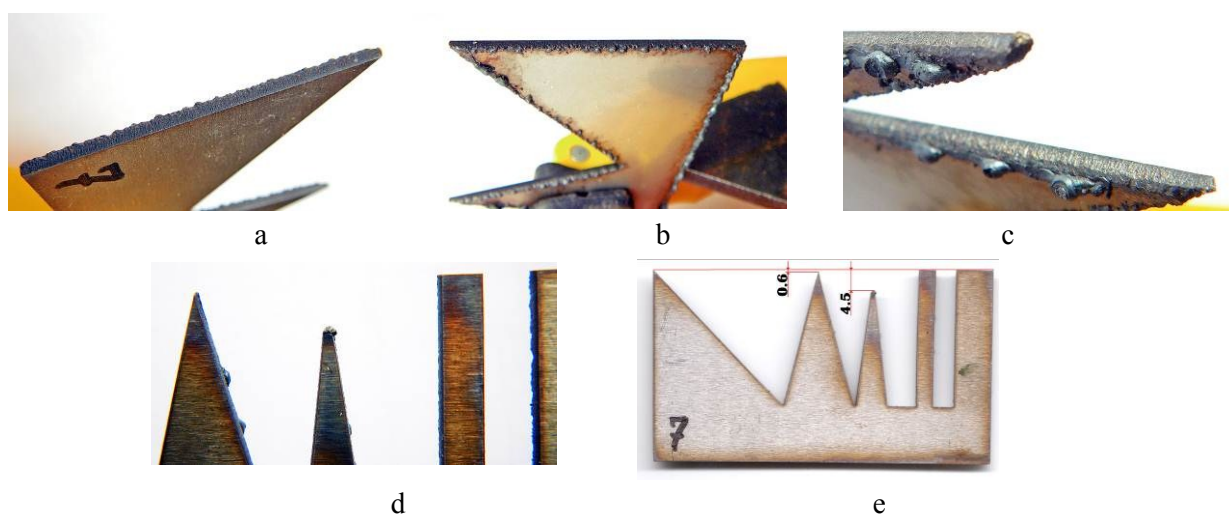


15 pav. Ketvirtojo bandinio iš grafitu dengto nerūdijančio plieno pakraščio mikrokietumas

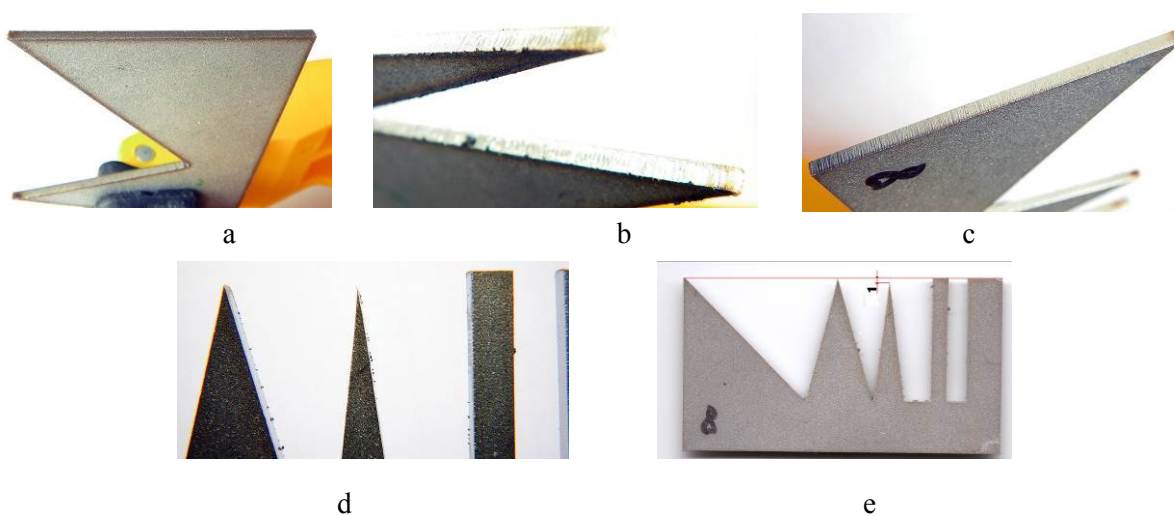
5. Bandinių pjovimo kokybės įvertinimas

Septintojo bandinio iš 2 mm storio šlifuoto nerūdijančio plieno lakšto pjūvių kokybė patenkinama pagal kontūrą ir apie stačius kampus (16 pav, a, b, c, d), smailių kampų 15° ir 30° nudegimai pastebimi (16 pav, c, d, e), kampas 15° nudegė 4,5 mm. Matyti susidariusios didelės priedegos (16 pav, a, c), kurios sunkiai pašalinamos, reikia abrazyvinio apdirbimo. Matyti plati terminio poveikio zona, (siekianti iki 2 mm per visą plotį) siauruose elementuose (16 pav, d) Detalės pjovimo kokybė nepatenkinama, neišlaikytas reikiamas kontūras, pjūvių paviršiaus kokybė patenkinama.

Aštuntojo bandinio iš 2 mm smėliarove valyto nerūdijančio plieno lakšto pjūvių kokybė gera pagal kontūrą ir apie stačius kampus (17 paveikslas, a, b, c, d, e), smailių kampų 15° ir 30° nudegimai nereikšmingi (17 paveikslas, a, b). Matyti susidariusios priedegos (17 paveikslas, c, d), kurios lengvai pašalinamos. Terminio poveikio zona nedidelė, (siekia iki 0,3 mm pagal kontūrą), (17 pav, a). Detalės pjovimo kokybė patenkinama, išlaikytas reikiamas kontūras, pjūvių paviršiaus kokybė gera.



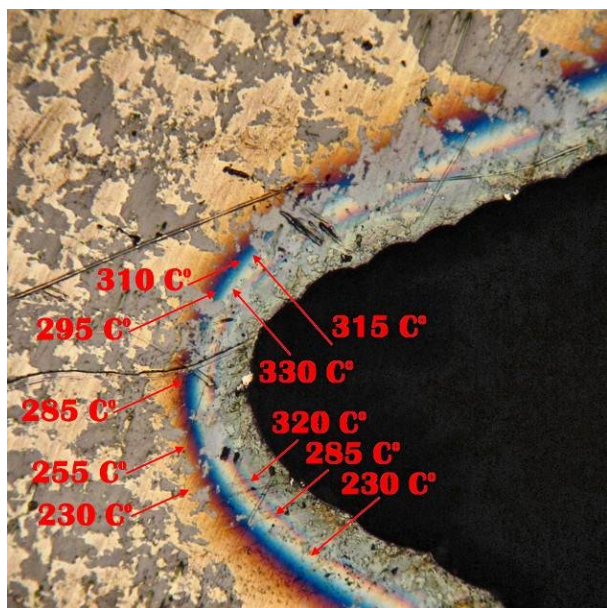
16 pav. Ruošinio išpjauto iš šlifuoto nerūdijančiojo plieno (septintasis bandinys)



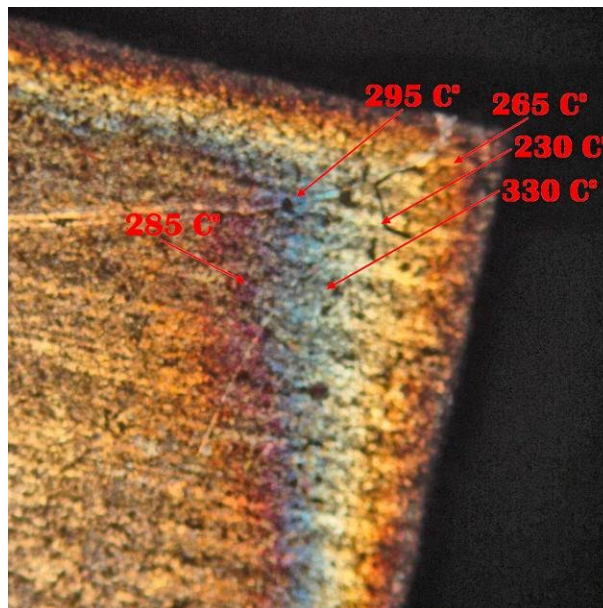
17 pav. Ruošinio išpjauto iš smėliarove valyto nerūdijančiojo plieno (aštuntasis bandinys)

6. Bandinių terminio poveikio zonos analizė

Nesant galimybės tiesiogiai išmatuoti plieno įkaitimo temperatūrą atskirose bandinio vietose, galima naudoti netiesioginį buvusios įkaitimo temperatūros nustatymą pagal nykstančias spalvas, kurias lemia oksido susidarymas. 18 ir 19 paveiksluose. Paveiksle 18 matyti, kad apie 0,2 mm nuo pjūvio krašto bandinio įkaitimas siekė 320...330 °C, atstumu apie 0,3 mm įkaitimas siekė 255...285 °C. Paveiksle 19 matyti, kad ties bandinio kampu apie 0,5 mm nuo pjūvio krašto bandinio įkaitimas siekė apie 330 °C, atstumu apie 0,7 mm įkaitimas siekė apie 285 °C. Tokios temperatūros daro nedidelę įtaką pjaunamo bandinio metalo struktūrai.



18 pav. Penktojo bandinio iš valcuoto nerūdijančio plieno pjūvio zonos temperatūrinio poveikio žymės



19 pav. Septintojo bandinio iš šlifluoto nerūdijančio plieno pjūvio zonos temperatūrinio poveikio žymės

7. Bandinių pjovimo kokybės analizės apibendrinimas

Patenkinama bandinių kontūro kokybė gauta šiems bandiniams: ketvirtajam iš nerūdijančio plieno, padengto grafitu, šeštajam valytam iš nerūdijančio plieno, aštuntajam valytam smėliasrove iš nerūdijančio plieno, devintajam iš poliruoto nerūdijančio plieno, kontūro banguotumą laikant netinkamai parinktais pjovimo režimais. Visi kokybiškai išpjauti ruošiniai yra iš 2 mm storio nerūdijančio plieno lakšto; bandiniams iš 8 mm anglinio plieno lakšto smailus išorinis kampas 15° nudegė nuo 3 iki 5 mm. Pjaunant kontūrą be smailių kampų, kai kontūrą sudaro statūs kampai arba galimi suapvalinimai, visų bandinių kokybė patenkinama, skirtumai yra pjūvio šiurkštume ir perkaitinto sluoksnio storįje.

Pjūvio šiurkštumas mažai skiriasi nuo paviršiaus dangos, šiurkštesnis pjūvis gautas pjaunant storesnį lakštą 8 mm iš anglinio plieno, tai galima paaiškinti nevienodomis pjovimo sąlygomis per pjūvio gylį.

Pjūvio pakraščio perkaitimas didžiausias surudijusiam anglinio plieno lakštui 8 mm, taip pat valytam ir poliruotam nerūdijančio plieno lakštui 2 mm. Lentelėje 1 pateikiama bandinių kokybinių rodiklių suvestinė.

Bandinių kokybinių rodiklių suvestinė

Bandinys	Kontūro parametrai	Pjūvio šiurkštumas $Ra, \mu m$	Pakraščio iki $0,15 mm$ mikrokietumas HV, MPa
1. Surūdijęs plienas $8 mm$	Kontūro nudegimas iki $3 mm$ ties viršūne 15°	6,77...12,74	2577...2820
2. Oksiduotas plienas $8 mm$	Kontūro nudegimas iki $3 mm$ ties viršūne 15°	6,88...11,55	4616...2415
3. Poliruotas plienas $8 mm$	Kontūro nudegimas iki $1 mm$ ties viršūne 15°	6,02...9,57	2268...1773
4. Padengtas grafitu plienas $2 mm$	Kontūro nudegimas nežymus, šlako priedegos	4,83...9,17	2467...2694
5. Valcuotas plienas $2 mm$	Kontūro nudegimas iki $5 mm$ ties viršūne 15°	1,31...5,67	–
6. Valytas plienas $2 mm$	Kontūro nudegimas nežymus, perkaitimo žymės	3,28...8,45	3694...2092
7. Šlifluotas plienas $2 mm$	Kontūro nudegimas iki $5 mm$ ties viršūne 15° , šlako priedegos, perkaitimo žymės	4,49...7,90	3294...2721
8. Valytas smėliarove plienas $2 mm$	Kontūro nudegimas nežymus, nedidelės šlako priedegos	1,83...4,44	3335...2467
9. Poliruotas plienas $2 mm$	Kontūro nudegimas nežymus	1,80...6,00	4005...2365

Išvados ir pasiūlymai

Atlikus devynių bandinių pjovimą, buvo nustatyta:

1. Visiems bandiniams pjauto kontūro, išskyrus išorinius smailius kampus, pjūvio kokybė patenkinama arba gera.
2. Visiems trims bandiniams iš juodojo plieno storiu $8 mm$ nepatenkinamai išpjautas kontūras – žymūs smailaus išorinio kampo 15° nudegimai, ir mažiau žymūs kampo 30° , susidarantys dėl nepakankamo šilumos nuvedimo.
3. Pjaunant didžiausiu greičiu, siekiant mažiausios pjūvio kainos, storesnėse medžiagose atsiranda tam tikri pjūvio nelygumai. Taip atsiranda dėl tam tikro srovės „vėlavimo“ pjūvio metu. Jei reikalinga preciziška pjūvio kokybė, ji pasiekama mažinant pjovimo greitį.
4. Pjaunant smailesnius kaip 45° kampus, laikyti juos probleminiais ir naudoti nestandartinius režimus, didinti apėjimo lanko ilgį, keisti dujų debitą.
5. Banguotumas susidaro, kai yra netolygi pastūma apdirbant detalę, esant vibracijoms apdirbimo proceso metu (mechaninis pjovimas). Banguotumas tam tikru laipsniu persiduoda nuo ruošinio iki užbaigtos detalės. Todėl svarbu jo išvengti jau pjaunant pirminius ruošinius.
6. Ruošinio išpjauto iš smėliarove valyto nerūdijančiojo plieno (aštuntasis bandinys), iš valcuoto nerūdijančiojo plieno (penktasis bandinys), ir išpjauto iš poliruoto nerūdijančiojo plieno (devintasis bandinys) pjūvio paviršiaus šiurkštumas mažiausias.
7. Šlako susidarymo priežastys: didelis atstumas tarp pjovimo galvutės ir lakšto, didelis pjovimo greitis, nepakankamas technologinių dujų slėgis (debitas).
8. Geriausia apibendrinta pjūvio kokybė pasiekta grafitu padengtam ir smėliarove valytam nerūdijančio plieno bandiniams.
9. Pagal bandinių mikrostruktūrą galima spręsti apie metalo terminio poveikio pokyčius arti pjūvio krašto. Pjūvio krašto smulki kristalinė struktūra rodo bandinio metalo perkaitinimą. Perkaitinimas stebimas visuose bandiniuose, skiriasi perkaitinto sluoksnio plotis ir struktūros smulkumas, lyginant su toliau esančiu metalu.

10. Esant skirtingoms temperatūroms susidaro skirtingas oksido sluoksnio storis, kuris nulemia paviršiaus spalvą. Paveiksle 2.18 matyti, kad apie 0,2 mm nuo pjūvio krašto bandinio įkaitimas siekė 320...330 °C, atstumu apie 0,3 mm įkaitimas siekė 255...285 °C. Tokios temperatūros daro nedidelę įtaką pjaunamo bandinio metalo struktūrai, nerūdijančio plieno 08X17H13M2T atleidimo temperatūra siekia 500 °C, reiškia atleidimo temperatūra nebuvo pasiekta atstumu didesniu nei 0,2...0,3 mm nuo bandinio pjūvio krašto.

11. Iš mikrokietumo analizės matyti, kad pjaunant konstrukcinio plieno C45, 8 mm storio lakštą, terminis poveikis apima 2–4 kontrolinius taškus, o pjaunant nerūdijantį plieną, 2 mm storio lakštą storiu terminis poveikis apima 3–5 kontrolinius taškus. Gauti terminio poveikio zonos pločio rezultatai kiek didesni už nurodomus literatūroje (0,1 mm plienams).

Literatūra

1. Balachinaitė, O., Bargelis, A. ir kiti. Lazerinė technologija. Vilnius: Vilniaus universiteto biblioteka, 2008,– ISBN 978–9955–33–456–9
2. Ketting, H.O. High pressure CO₂ laser cutting of stainless steel (AISI 304) and aluminium alloy. Lappeenranta, 1991.
3. Kulikauskas L. Metalotyra ir terminis apdirbimas: vadovėlis.- Vilnius: Mintis, 1972.
4. Kalpokėnas, R. Lazerinė technologija pramonėje. Vilnius: Mokslas, 1988,– ISBN 5–420–00231–0
5. Механические свойства и структура наплавленного износостойкого металла. Металловедение и термическая обработка металлов / Скотникова М.А., Белов Ю.М., Сокирянский Л.Ф., Цветкова Г.В., Сидорова В.Ю. , 1994. - No 8, С. 21-22.
6. Garbar I.I. Correlation of microstructure with the wear resistance and fracture toughness of hardfacing alloys rein// Tribology letters, 1998. Vol. 5, P.223-229.
7. Givenrer, Brinksmun E. Hard gear finishing viewed as a process of abrasive wear //Wear , 2005, January, Volume 258, Issues 1 – 4, P.62 – 96.
8. *Katalogas*: Nippei toyama , supplement to the operator's manual, TLV–408J15F, 2011 03 29 9 http://en.wikipedia.org/wiki/Steel_grades (žiūrėta 2010–02–18)
9. http://www.s-metall.com.ua/stal_45.html (žiūrėta 2010–04–01)
10. <http://www.metalurgija.lt/lt/pages/index/index/id/51/> (žiūrėta 2010–09–12)
11. http://s-metall.com.ua/stal_08h17n13m2t.html (žiūrėta 2010–09–12)
12. <http://www.vpsjet.com/technologija/> (žiūrėta 2011–02–20)

INVESTIGATION OF THE QUALITY OF LASER-CUT PARTS

Summary

The quality of laser cut parts and laser cutting technology are investigated in this study. The aim of this investigation is to carry out the dependence of primary material surface quality on laser cut parts quality. Steel sheets with different thicknesses, coatings, and properties were used for analyse. The complex specimen shape was created for material cutting. Results of investigation showed the relationship between primary material surface quality and laser cut parts quality.

Keywords: quality, quality, steels, laser cutting, surface roughness, heat sinking.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Andrius Gečys

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vietą ir pozicija: UAB „Zers“

Autoriaus mokslinių interesų sritys: gamybos technologijos

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 69339788, andrius@zers.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Vytautas Čapas

Mokslo laipsnis ir vardas: lektorius

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Elektromechanikos fakulteto, Mechatronikos katedros lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: gamybos technologijos

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 64816009, vytautas.capas@gmail.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Andrius Gečys

Science degree and name:

Workplace and position: Joint-stock company „Zers“

Author's research interests: manufacturing technologies

Telephone and e-mail address: 8 69339788, andrius@zers.lt

Author name, surname: Vytautas Čapas

Science degree and name:

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty, Mechatronics department lecturer

Author's research interests: manufacturing technologies

Telephone and e-mail address: 8 64816009, vytautas.capas@gmail.com

HIBRIDINIŲ AUTOMOBILIŲ ANALIZĖ

Darius Juodvalkis¹, Vitas Lendraitis¹, Rolandas Makaras²

¹ *Kauno technikos kolegija*, ² *Kauno technologijos universitetas*

Anotacija

Naftos išteklių planetoje senka ir nafta nuolat brangsta. To pasekoje brangsta ir automobilių degalai. Vienas iš pagrindinių automobilių tobulinimo tikslų yra siekimas ekonomiškėsių ir mažiau aplinką teršiančių automobilių. Vienas iš būdų, kaip galima žymiai pagerinti šias automobilio charakteristikas, tai hibridinių ar elektrinių jėgainių panaudojimas.

Šiame straipsnyje išnagrinėta TOYOTA hibridinės jėgainės sandara ir analizuoti šios jėgainės darbo režimai. TOYOTA HSD jėgainę sudaro vidaus degimo variklis, du elektros varikliai-generatoriai ir baterija. Visi trys varikliai tarpusavyje jungiami sankabos ir planetinės pavaros pagalba. Dėka sudėtingo valdymo algoritmo, ši jėgainė pasiekia labai aukštus dinaminis ir kuro ekonomijos rodiklius.

Reikšminiai žodžiai: hibridinis automobilis, variklis-generatorius, planetinė pvara.

Įvadas

Naftos išteklių žemės planetoje senka, nafta, dėl įvairių priežasčių, nuolat brangsta. To pasekoje nuolat brangsta ir automobilių degalai, kurie gaminami iš naftos – benzinas, dyzelinas ir suskystintos naftos dujos. Automobilių gamintojai savo gaminius nuolat tobulina. Vienas iš pagrindinių automobilių tobulinimo tikslų yra pasiekti, kad automobiliai būtų ekonomiškėsi ir mažiau terštų aplinką. Minėti automobilių parametrai priklauso nuo variklio charakteristikų. Nepaisant technologijų pažangos, šiuolaikinių automobilių jėgainę dažniausiai sudaro klasikinis vidaus degimo variklis. Vidaus degimo varikliai tobulinami ir šiuolaikinio benzininio ar dyzelinio variklio traukos, ekonomiškumo ir ekologiškumo charakteristikos nesulyginamai geresnės nei pirmųjų variklių. Nepaisant didelių konstruktorių pastangų, variklių ekonomiškumas ir draugiškumas aplinkai gerėja ne taip sparčiai, kaip norisi. Vienas iš būdų, kaip galima žymiai pagerinti šias automobilio charakteristikas, tai hibridinių ar elektrinių jėgainių panaudojimas. Pastaruoju metu vis daugiau žymiausių pasaulio automobilių gamintojų atlieka tyrimus ir pradeda hibridinių automobilių serijinę gamybą su šiluminėmis-elektromechaninėmis jėgainėmis. Šios jėgainės sudarytos iš tipinio vidaus degimo variklio (VDV), elektros variklio-generatoriaus ir didelės talpos akumuliatorių baterijos. Hibridinių ir elektrinių automobilių srityje tyrimai atliekami ir Lietuvoje, nes Lietuva turi potencialą, kuris leistų išvystyti hibridinių ar elektrinių automobilių jėgainių gamybą. Kauno technologijos universitete, Transporto inžinerijos katedroje sukurtas ir išbandytas hibridinis automobilis, turintis benzininį ir elektrinį variklius (Starevičius, 2007:7-11). Su šiuo automobiliu atliekami tyrimai ir jis nuolat tobulinamas. Lietuvos kompanija UAB “Elinta” yra sukūrusi elektromobilį ir elektrinį motorolerį.

Šiame straipsnyje apžvelgsime TOYOTA HYBRID SYNERGY DRIVE (HSD) ir kitų markių hibridinių automobilių sandarą, nagrinėsime darbo režimus ir valdymo algoritmus.

Tyrimo objektas – lengvųjų automobilių hibridinės jėgainės.

Darbo tikslas – išanalizuoti hibridinių jėgainių sandarą ir darbo režimus.

Tikslui pasiekti iškelti šie **uždaviniai**:

- TOYOTA HSD ir HONDA IMA hibridinių jėgainių sandaros analizė ir palyginimas;
- TOYOTA HSD hibridinės jėgainės techninių charakteristikų analizė;
- TOYOTA HSD hibridinės jėgainės darbo režimų analizė.

Tyimo metodas – literatūros šaltinių analizė.

1. Hibridinių automobilių jėgainių analizė

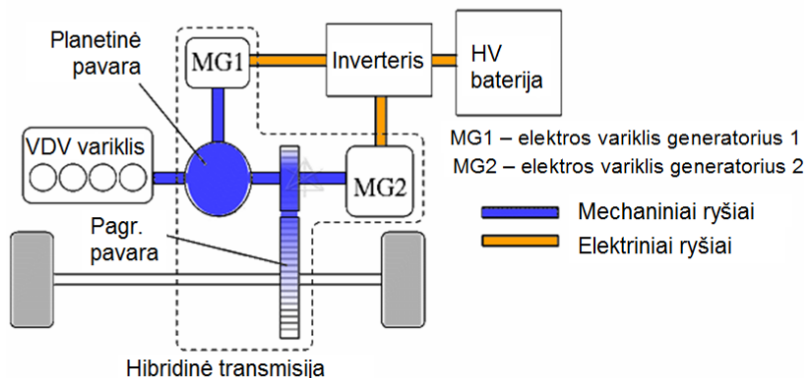
Šiuolaikinių hibridinių automobilių jėgainės sudarytos iš klasikinio, dažniausiai benzinu varomo, vidaus degimo variklio, elektros variklio-generatoriaus ir didelės talpos akumuliatorių baterijos (Westbrook, 2001:150-154). Vieni iš seniausiai hibridinius automobilius masiškai gaminančių ir šiuo metu rinkoje lyderiaujančių yra japonų gamintojai TOYOTA ir HONDA. TOYOTA jau nuo 1997 m. gamina hibridinį automobilį PRIUS XV10. Nuo 2003 metų gaminamas antros kartos PRIUS XV20, o nuo 2010 m. pradėtas gaminti trečios kartos PRIUS XV30. Pirmosios kartos PRIUS hibridinė jėgainė buvo komplektuojama su 1,3 litro darbinio tūrio benzininiu varikliu. XV20 modelio hibridinė jėgainė komplektuojama su 1,5 litro varikliu, o XV30 su 1,8 litro. Nuo 2012 m. Pradėtas gaminti PRIUS Plug-in modelis. Ši versija komplektuojama su galingesne (4,4 kWh) ličio jonų baterija, gali nuvažiuoti iki 23 km vien tik elektriniu režimu ir turi galimybę bateriją įkrauti iš išorinio šaltinio.

HONDA taip pat jau nuo 1999 metų gamina hibridinį modelį INSIGHT, o nuo 2001 m. gaminama CIVIC HYBRID versija. HONDA hibridinė jėgainė IMA (Integrated Motor Assist) iš esmės skiriasi nuo TOYOTA HSD jėgainės. IMA jėgainę sudaro benzininis 1,3 litro darbinio tūrio benzininis variklis ir nuosekliai pastoviai prijungtas 10 kW elektros variklis. IMA jėgainė neturi galimybės važiuoti tik elektriniu režimu. Elektros variklis prisijungia akseleruojant, o stabdant regeneruoja kinetinę energiją ir ją kaupia baterijose.

2. TOYOTA HSD jėgainės analizė

Nagrinesime XV20 modelio hibridinę jėgainę. Ši jėgainė sudaryta iš benzininio variklio ir dviejų elektros variklių-generatorių (MG1 ir MG2).

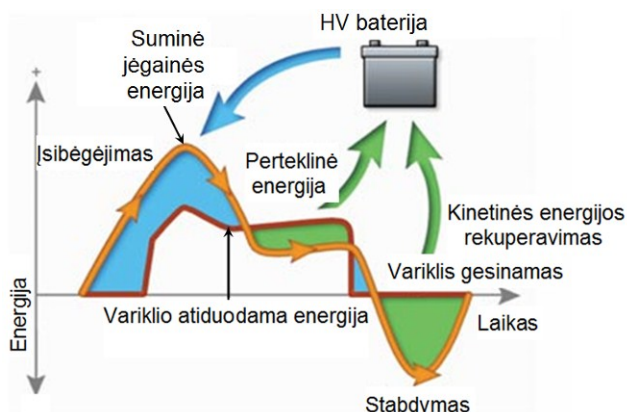
TOYOTA HSD jėgainės principinė schema pateikta pav.1.



1 pav. TOYOTA HSD jėgainės principinė schema

Šaltinis: sudaryta autorių

Toyota HSD jėgainėje elektros variklis-generatorius MG1 sujungtas su planetinės pavaros centriniu krumpliaračiu ir atlieka starterio, traukos jėgos kontrolės ir HV baterijos įkrovimo funkcijas. MG1 variklis kontroliuoja traukos jėgą ir planetinės pavaros perdavimo santykį. Dėka to, šioje jėgainėje perdavimo santykis keičiamas be laipsniškai. Perdavimo santykį keičiant be laipsniškai, VDV dirba optimaliu režimu, t.y. ekonomiškiausiai. Variklis-generatorius MG2 sujungtas su planetinės pavaros išoriniu krumpliaračiu ir sukuria traukos jėgą bei rekuperuoja kinetinę energiją lėtėjimo ir stabdymo metu. TOYOTA HSD jėgainės principinis veikimo algoritmas pateiktas pav.2.



2 pav. TOYOTA HSD jėgainės veikimo algoritmas

Šaltinis: sudaryta autorių

Toliau analizuosime HSD jėgainės kai kuriuos darbo režimus. Pirmasis režimas – *HSD jėgainės paleidimas*. TOYOTA hibridiniai automobiliai paleidžiami du kartus paspaudus START/STOP mygtuką. Paleidimo metu būtina laikyti nuspaustą stabdžių pedalą. Sistemai sėkmingai startavus, prietaisų skydelyje užsidega užrašas READY. Šiame režime VDV nėra paleidžiamas – sistemos veikimui reikalinga energija naudojama iš HV baterijos. Tam tikrais atvejais (nepakankamai įkrauta HV baterija, žema lauko temperatūra) iškart paleidžiamas ir VDV.

Antrasis darbo režimas *švelnus startas*. Automobilui pradėdant važiuoti traukos jėgą užtikrina MG2 elektros variklis, o variklis MG1 koreguoja planetinės pavaros perdavimo santykį.

Vidaus degimo variklio paleidimas. VDV visada užkuriamas kai pasiekiamas 50 km/h greitis, intensyviai startuojant iš vietos bei pirmajame darbo režime aptartais atvejais.

Neintensyvus greitėjimas su varikliu. Važiuojant šiuo režimu traukos jėgą užtikrina vidaus degimo variklis ir MG2 elektros variklis-generatorius, o MG1 sukamas kaip generatorius ir krauna bateriją.

Važiavimas užmiestyje (3 pav.a). traukos jėgą užtikrina vidaus degimo variklis ir MG2, o MG1, jei to reikia, krauna bateriją.

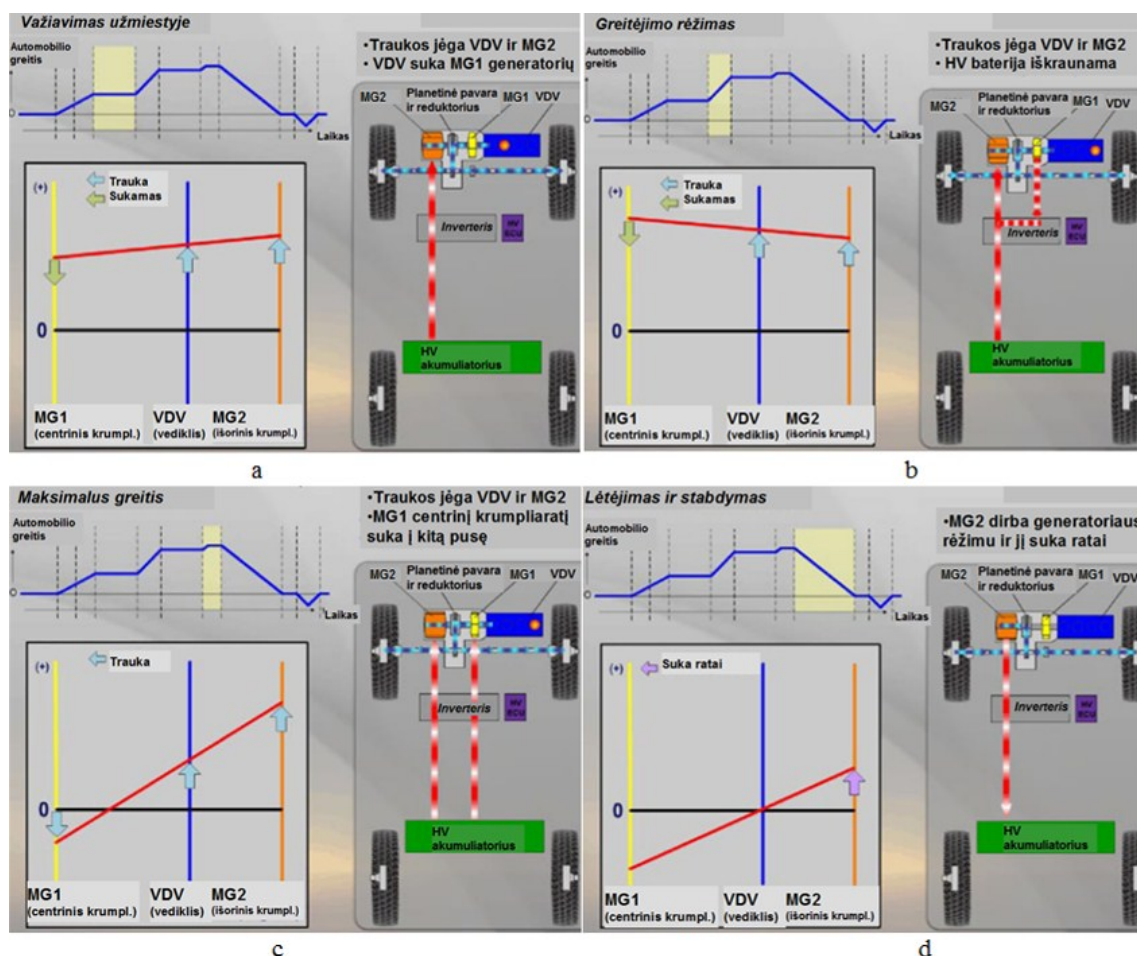
Intensyvus greitėjimas (3 pav.b). Traukos jėgą užtikrina vidaus degimo variklis ir MG2. MG1 sukamas kaip generatorius, o jo generuota elektros energiją naudoja MG2. Taip pat naudojama energija iš baterijos, kuri šiame režime nekraunama.

Važiavimas dideliu greičiu (>140 km/h). Traukos jėgą užtikrina VDV ir MG2. MG1 stabdomas ir baterija nekraunama.

Važiavimas maksimaliu greičiu (3 pav.c). Traukos jėgą užtikrina VDV ir MG2. MG1 sukasi į kitą pusę ir taip keičia transmisijos perdavimo santykį. Baterija nekraunama. Intensyviai greitėti, važiuoti dideliu ar maksimaliu greičiu galima tik ribotą laiko tarpą.

Lėtėjimas ir stabdymas (3pav.d). Automobilui lėtėjant ar stabdant, MG2 dirba generatoriaus režimu, jį suka automobilio ratai ir taip kraunama baterija. MG1, priklausomai nuo lėtėjimo intensyvumo, koreguoja perdavimo santykį.

Važiavimas atgal. Važiuojant atgal, VDV išjungiamas ir traukos jėgą užtikrina tik MG2 variklis. Baterija iškraunama ir jos niekas nekrauna. Elektros variklis-generatorius MG2 gali sukis į bet kurią pusę, dėl šios priežasties transmisijoje nereikalinga reversinė pavarą.



3 pav. TOYOTA HSD jėgainės darbo režimai: a – užmiestio režimas; b – greitėjimo režimas; c – maksimalaus greičio režimas; d – lėtėjimo ir stabdymo režimas

Šaltinis: <http://techno-fandom.org/~hobbit/cars/training/prius02.html>

HSD jėgainės elektros variklių MG1 ir MG2 suminė galia siekia 65 kW. Vidaus degimo variklis 1497 cm³, suspaudimo laipsnis 13, išvystoma didžiausia galia 43 kW. Vidaus degimo variklis dirba Atkinsono ciklu – suspaudimo ciklas yra trumpesnis už suspaudimo ciklą. 1 lentelėje pateiktos PRIUS XV20 hibridinės jėgainės atskirų komponentų techninės charakteristikos.

1 lentelė

TOYOTA HSD jėgainės charakteristikos

<i>Vidaus degimo variklis</i>	
Darbinis tūris	1497 cm ³
Variklio tipas	4 cilindrai, VVTi, 16 vožtuvų, DOCH, Atkinsono ciklo
Variklio veleno apsisukimai	1000-6500 aps/min
<i>Elektriniai varikliai</i>	
MG1 apsisukimai	-10.000 iki 10.000 aps/min
MG1 galia	15 kW
MG1 tipas	Trijų fazių, sinchroninis
MG2 apsisukimai	-1.500 iki 6.500 aps.min
MG2 galia	50 kW
<i>Aukštos įtampos (HV) baterija</i>	
Baterijos tipas	NiMH, nuolatinės srovės
Baterijos įtampa	201 V
Baterijos talpa	6,5 Ah
Maksimali srovė įkrovimo/iškrovimo	100A/100A

Šaltinis: <http://www.electrifyingtimes.com/priustechsspecs.html>

Iš šiuo metu masiškai gaminamų ir keliuose eksploatuojamų automobilių, TOYOTA modeliai su HSD jėgaine pasižymi ypatingu ekonomiškumu ir yra pakankamai dinamiški, tai pasiekama dėka jėgaineje naudojamų elektros variklių, kurie reikiamu momentu gali užtikrinti traukos jėgą arba regeneruoti energiją.

Išvados

1. Automobiliuose, panaudojant hibridines jėgaines, galima pasiekti gerų ekonomiškumo ir aplinkos taršos rezultatų.
2. TOYOTA HSD jėgainės principinė schema pranašesnė nei HONDA IMA, nes gali dirbti tik elektriniu režimu ir todėl pasiekiami geresni degalų ekonomiškumo rodikliai.
3. TOYOTA HSD jėgainė sudaryta iš vidaus degimo variklio, dviejų elektros variklių, aukštos įtampos baterijos ir planetinės pavaros.
4. Dėka planetinės pavaros ir trijų variklių derinio, TOYOTA HSD jėgainė turi elektroniškai kontroliuojamą belaispę pavarų dėžę, kuri leidžia ypatingai efektyviai išnaudoti degalų energiją ir regeneruoti kinetinę energiją lėtėjant bei stabdant.

Literatūra

1. Starevičius M., Investigation of dynamics of hybrid electric vehicle acceleration. Summary of Doctoral Dissertation. Kaunas 2007. 27p.
2. Westbrook M. H. The Electric Car. 2001. 198 p.
3. TOYOTA hybrid system. [žiūrėta 2012.05.07]. Prieiga per internetą <<http://www.electrifyingtimes.com/priustechsspecs.html>>.
4. All about TOYOTA PRIUS. [Žiūrėta 2012.05.12]. Prieiga per internetą <<http://technofandom.org/~hobbit/cars/training/prius02.html>>.

ANALYSE VON HYBRID-FAHRZEUGEN**Zusammenfassung**

Vorräte an Erdöl werden im Planet immer knapper, das Erdöl wird wegen verschiedenen Ursachen teuer. Infolgedessen steigt ständig der Preis vom Kraftfahrzeugtreibstoff, der aus Erdölprodukten – Benzin, Diesel und Flüssiggas – erzeugt wird. Eines der Hauptziele von Kraftfahrzeugentwicklung ist es die Suche nach einem mehr wirtschaftlichen und umweltschonenden Kraftfahrzeug. Einer der Wege zur Verbesserung dieser Kraftfahrzeugdaten ist es Einsatz von Hybrid- oder Elektroantrieb.

Zur Zeit beschäftigen sich viele Hersteller mit dem Hybrid- oder Elektrofahrzeugbau. Die ältesten Hybridkraftfahrzeuge serienmässig produzierenden und auf diesem Markt führenden Hersteller sind japanische Marken TOYOTA und HONDA.

In diesem Artikel werden Hybridkraftfahrzeuge von Marken TOYOTA und HONDA und deren Aufbau kurz besprochen. Detaillierte Analyse vom Aufbau und technischen Daten des TOYOTA HYBRID SYNERGY DRIVE (HSD) wurde gemacht. Arbeitsweisen von dieser Anlage wurden analysiert.

Die TOYOTA HSD – Anlage besteht aus einem Verbrennungsmotor, zwei Elektromotoren – Generatoren (MG1 und MG2), einer Hochspannungsbatterie. Alle drei Motoren werden untereinander mit Hilfe von Kupplung und Planetengetriebe verbunden. Je nach dem Fahrmodus kann der Schub nur vom MG2 Elektromotor, von MG2 Elektromotor und Verbrennungsmotor und von allen drei Motoren zusammen erzeugt werden. Mit einer Kombination von Multi-Motor und Planetengetriebe hat diese Anlage ein stufenloses, elektronisch gesteuertes Getriebegehäuse. Aufgrund der komplexen Regelalgorithmus erreicht Toyota HSD-Anlage eine sehr hohe dynamische Leistung und wirtschaftlichen Kraftstoffverbrauch.

Schlüsselwörter: Hybrid-Auto, der Motor-Generator, Planetengetriebe.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Darius Juodvalkis

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegija, Elektromechanikos fakulteto Mechatronikos katedros lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: automobilių pasyvi sauga, automobilių kėbulų technologijos, automobilių jėgainės

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 682 14365, djuodvalkis@yahoo.com

Autoriaus vardas, pavardė: Vitas Lendraitis

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras, docentas

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegija, Elektromechanikos fakulteto Mechatronikos katedros docentas

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

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 612 20330, vitas_l@hotmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Rolandas Makaras

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technologijos universiteto, Mechanikos ir mechatronikos fakulteto, Transporto inžinerijos katedros lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: hibridiniai ir elektriniai automobiliai, automobilių pakabos, automobilių jėgainės

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 600 37533, rolandas.makaras@ktu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Darius Juodvalkis

Science degree and name: doctor of technological sciences

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty Mechatronics department lecturer

Author's research interests: Passive automotive safety, car body technologies, vehicle powertrain

Telephone and e-mail address: 8 682 14365, djuodvalkis@yahoo.com

Author name, surname: Vitas Lendraitis

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

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty Mechatronics department associated professor

Author's research interests: manufacturing technologies, material technologies, methodology of engineering sciences

Telephone and e-mail address: 8 612 20330, vitas_l@hotmail.com

Author name, surname: Rolandas Makaras

Science degree and name: doctor of technological sciences

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Mechanical engineering and mechatronics faculty, Transport engineering department lecturer

Author's research interests: Hybrid and electric vehicles, vehicle suspension, vehicle powertrain

Telephone and e-mail address: 8 600 37533, rolandas.makaras@ktu.lt

VIEŠBUČIŲ PASTATŲ ŪKIO VALDYMO MODELIS

Silvija Kapočienė¹, Nerijus Varnas², Rasa Apanavičienė¹

¹ Kauno technologijos universitetas, ² Kauno technikos kolegija

Anotacija. Viešbučių pastatų ūkio valdymo tikslas yra užtikrinti ilgalaikę pastato konstrukcijų, infrastruktūros ir kitų sistemų veiklą, racionaliai panaudojant pastato priežiūrai skiriamas lėšas. Surasti tinkamą pastatų ūkio valdymo strategiją ir priimti reikalingus sprendimus yra sunkiausia užduotis su kuria susiduria priežiūros valdymo specialistai ir mokslininkai.

Reikšminiai žodžiai: viešbutis, pastatų ūkio valdymas, priežiūra.

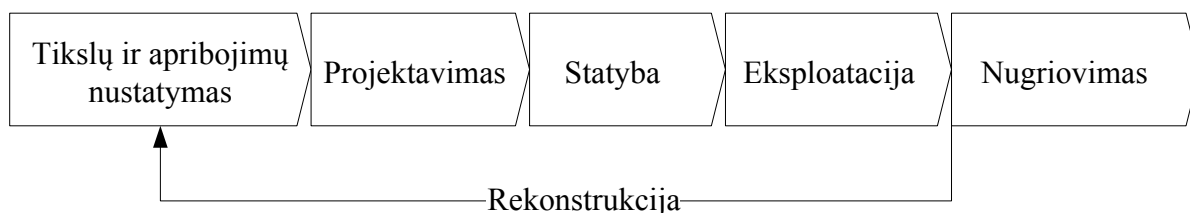
Įvadas

Pastatai sudaro žymią dalį Lietuvos nacionalinio turto. Per paskutinius dešimt metų Lietuvoje iš esmės pasikeitė statybos investicijų struktūra. Statybos verslui iškilo daugiau uždavinių, susijusių su statinių rekonstrukcija, remontu, priežiūra ir atnaujinimu. Tai lemia naują požiūrį ir uždavinius susijusius su minėtomis veiklomis.

Kiekvienos šalies ekonominė, teisinė, politinė ir kitokia aplinka bei jos kitimas daro didelę įtaką įmonių ir organizacijų veiklai. Nuolatos besikeičiančioje, nestabilioje aplinkoje, svarbu užtikrinti veiklos efektyvumą, tinkamai pasirinkti naujas strategijas bei jų įgyvendinimo būdus. Konkurencinėje aplinkoje visos suinteresuotos grupės siekia gauti iš investicijų didžiausią pelną. Tam reikalingas modelis apimantis alternatyvų variantų pasirinkimą, resursų paskirstymą, tinkamą pajamų ir išlaidų apskaičiavimą bei efektyvios pastatų priežiūros veiklos sukūrimą.

Viešbučių veiklos efektyvumą lemia pagrindinės ir pridėtinės išlaidos. Pridėtinių išlaidų mažinimą sukuria efektyvi pastato priežiūra. Kadangi įmonės dirba vis didėjančios konkurencijos sąlygomis, tai mažinant pastatų eksploatacijos, priežiūros ir remonto išlaidas, galima sumažinti teikiamų paslaugų savikainą, padidinti veiklos grąžą savininkui.

Tyrimo aktualumas. Keičiantis žmonių įpročiams, darbo specifikai ir finansinei padėčiai – didėja poreikis keliauti. Pastaruoju dešimtmečiu kelionės tapo įvairesnės: kinta ne tik jų pobūdis, bet ir reikalavimai komfortui. Šie pokyčiai padarė įtaką apgyvendinimo įstaigų, daugiausia viešbučių, veiklai. Reikalavimai keliami ne vien aptarnavimo kokybei, bet ir aplinkai, t.y. ir pačiam statiniui – jis turi būti suprojektuotas ir pastatytas taip, kad būtų tinkamas naudoti reglamentuose nustatytą statinio gyvavimo trukmę (naudojant statinį normaliomis sąlygomis ir atliekant statinio priežiūrą bei remonto darbus). Tuo pačiu turi būti minimizuojama moralinio statinio nusidėvėjimo tikimybė, o siekiant, kad pastatas tarnautų visą jo gyvavimo ciklą (1 pav.), reikalinga pastatų priežiūra (angl. *facilities management*).



1 pav. Pastato gyvavimo ciklas

Šaltinis: sudaryta autorių

Mažesnių eksploatacijos sąnaudų prielaida yra tinkamai parengtas pastato projektas, racionaliai parinktos medžiagos ir konstrukcijos, efektyviai organizuota statyba. Įvertinus tai, kad eksploatacijos etape pastato naudotojas išleidžia net tris kartus daugiau lėšų, nei investavo į pastato statybą, efektyvių pastatų priežiūros sprendimų reikšmingumas ženkliai išauga.

Vystantis ekonomikai, nuolat auga keliautojų verslo reikalais skaičius. Pastebima tendencija – tokių keliautojų reikalavimai gauti kuo geresnes apgyvendinimo sąlygas už kuo mažesnę kainą.

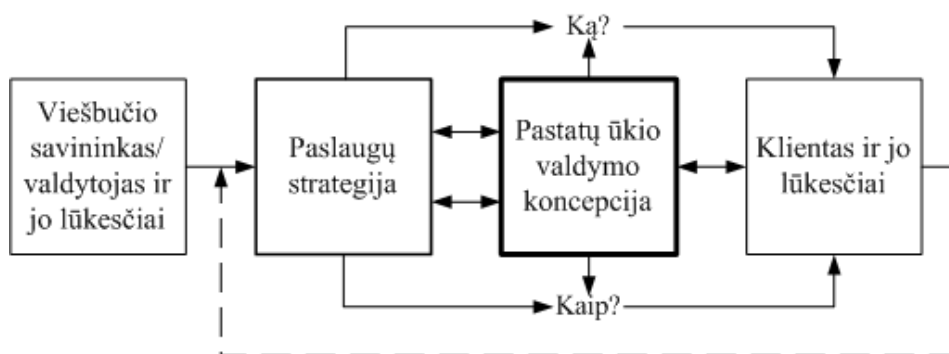
Didėjant viešbučių lankytojų skaičiui, didėja ir pačių apgyvendinimo įstaigų skaičius. Pastarajame dešimtmetyje, šiame sektoriuje ženkliai išaugo konkurencija. M. Jonikienės ir A. Mikulskienės (2007) teigimu, viešbučių verslo pagrindą sudaro dvi sudėtinės dalys – apgyvendinimo ir maitinimo paslaugų suteikimo. P. A Phillips (1999) apibrėžia viešbučių verslą kaip sistemą, kurioje, be pagrindinės veiklos (verslo pagrindo), pateiktos visos sistemos dedamosios: sąnaudos, procesai, produkcija, rinka, rezultatai,

strategijos, bei aplinkos charakteristikos. Analizuojant viešbučių verslo sąnaudas, galima teigti, kad didžiausia dalis išlaidų – viešbučių pastatų ūkio valdymui skiriamos lėšos. Siekiant sumažinti šias išlaidas, būtina taikyti racionalius pastatų ūkio valdymo sprendimus. Šiam tikslui pasiekti būtina sudaryti racionalų priežiūros modelį.

Apgyvendinant vis daugiau žmonių ir jiems besikeičiant, pastatas dėvėsi fiziškai ir funkciškai, o bėgant laikui – ir morališkai. Esant šioms sąlygoms būtina reguliariai tikrinti ir tobulinti viešbučių infrastruktūrą, įrangą, bei patį paslaugas. Dažnai pastatų ūkio priežiūra ir kylančios jos problemos yra sprendžiamos „gaisrų gesinimo“ būdu, t.y. nėra numatyto jokio metodo kaip teisingai prižiūrėti pastatų ūkį, o problemos yra sprendžiamos tik joms iškilus (Varnas N., 2010). To pasekoje iššaukiamos nenumatytos papildomos išlaidos, klientų ir kitų žmonių nepasitenkinimas dėl staiga iškilusių nepatogumų. Tai gali gerokai pakenkti verslui.

Tyrimų objektas – viešbučių pastatų ūkio valdymo (PŪV) procesas. Tyrimo metu analizuotas viešbučių pastatų ūkio valdymo subjektų veiklos efektyvumas, pastatų ūkio valdymą veikiantys veiksniai, turintys įtakos pastatų ūkio valdymo kokybės lygiui, pastatų ūkio valdymo proceso suinteresuotos grupės ir jų siejami tikslai bei jų įgyvendinimo galimybės.

Tyrimo tikslas – sukurti kompleksinį viešbučių pastatų ūkio valdymo sprendimų modelį, įvertinant jų įtaką viešbučio veiklos efektyvumui (2 pav.).



2 pav. Darbo tikslas

Šaltinis: sudaryta autorių

Siekiant sukurti kompleksinį viešbučių pastatų ūkio valdymo sprendimų modelį, tyrimo metu iškelti šie **uždaviniai**:

1. Išanalizuoti viešbučių pastatų ūkio valdymo situaciją Lietuvoje bei užsienio šalyse, atlikti PŪV proceso sudėtinių dalių analizę, išanalizuoti pastatų ūkio valdymo subjektų veiklą.
2. Sudaryti teorinį viešbučių pastatų ūkio valdymo sprendimų modelį, įvertinant tokių sprendimų įtaką viešbučio veiklos efektyvumui.

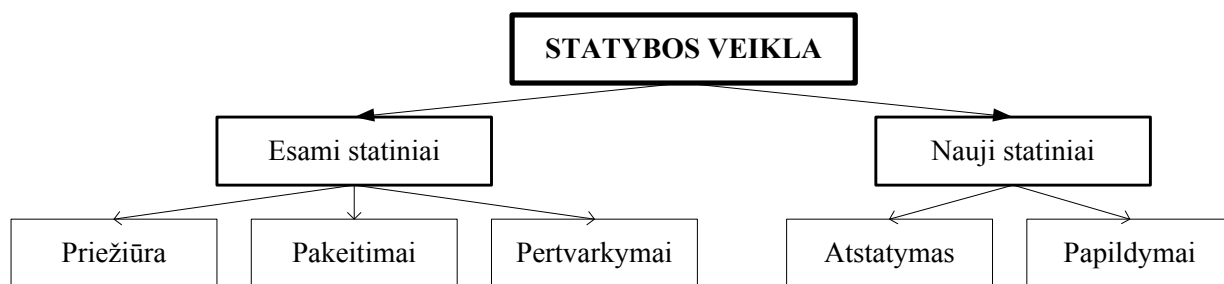
2. Viešbučių pastatų ūkio valdymo teorijos ir praktikos analizė

Daugelio šalių ekonomikoje turizmas sudaro nemažą dalį bendro vidaus produkto. Didelė dalis keliaujančių naudojami viešbučių paslaugomis. Vikipedijos Laisvoji enciklopedija [4] teigia, kad „*Viešbutis* – įmonė, kuri užsiima nakvynės paslaugų teikimu nevietiniams gyventojams, pvz., turistams, už tam tikrą mokesį ribotą laiko tarpą“. Analizuojant viešbučių pastatų ūkio valdymą būtina suprasti, kas su tuo susiję. Tyrime analizuojami pastatai, kurie pagal STR 1.01.06:2010 4 skyriaus, 5.4 punktą [5] bei LR Statybos Įstatymo, pirmo skirsnio, 2 straipsnio, 3 punktą [6] dėl jo naudojimo visuomenės poreikiams ir dėl to, kad vienu metu gali būti daugiau nei 100 žmonių, priskiriamas *ypatingųjų statinių* grupei. Viešbutis ar kitas trumpalaikio apgyvendinimo pastatas laikomas *viešojo naudojimo pastatu*.

Projektavimas, statyba ir pastato eksploatavimas yra glaudžiai susiję. Projektuojant pastatą būtina atsižvelgti, kokia bus jo paskirtis, todėl reikia parinkti tinkamą išplanavimą, konstrukcijas, medžiagas ir viską, kas būtina kokybiškai statybai ir patogiam eksploatavimui bei keliamų reikalavimų tenkinimui.

Eksploatavimo metu geriausiai pastebimos projektavimo ir statybos metu padarytos klaidos. O pastato kokybei didžiausią įtaką turi jo eksploatavimas – jeigu jo metu atsiradusios problemos nebus sprendžiamos, o defektai slepiami, pastatas gali sukelti pavojų jame esantiems žmonėms.

Pastatų ūkio valdymo veikla apima tiek naujų, tiek esamų pastatų funkcinės paskirties palaikymo ir gerinimo techninių, organizacinių ir ekonominių uždavinių optimalius sprendimus ir efektyvų įvykdymą (3 pav.).



3 pav. Pastatų priežiūros vieta praktinėje statybos veikloje

Šaltinis: sudaryta autorių

Esamų pastatų priežiūra (pastatų ūkio valdymas) – darbai, reikalingi išlaikyti ir atnaujinti pastatus, kad būtų užtikrintas jų atitikimas nustatytiems standartams. Pakeitimai apima įrangos ir konstrukcijų tobulinimą, kad būtų patenkinti vartotojų poreikiai. Pertvarkymai gali būti atliekami pastato viduje aprūpinant nauja įranga ir patalpas pritaikant naudojimui.

Lietuvoje Pastatų ūkio valdymo samprata pradėta analizuoti 2000 metais VGTU mokslininkų E.K.Zavadsko, A.Kaklauskos, M.Lepkovos moksliniuose tyrimuose. Tiesioginio angliško termino Facilities Management (toliau FM) lietuvių kalboje nėra. Naudojamas VGTU mokslininkų suformuluotas apibrėžimas – Pastatų ūkio valdymas (toliau PŪV).

Įvairiuose literatūros šaltiniuose tyrimai pagrįsta, kad pastato eksploatacija išlaidos sudaro 75% visų pastato gyvavimo ciklo metu reikalingų išlaidų, todėl labai svarbūs racionalūs ir efektyvus sprendimai šioje veikloje.

Pastatų ūkio valdymas pasak N. Lepkovos ir T.Vilutienės (2008) apima visą pastato gyvavimo ciklą – „pastato kūrimo idėją, projektavimą, statybą, eksploatavimą ir nugriovimą bei visų su nekilnojamuoju turtu susijusių operacijų – investavimo, nuomos, tarpininkavimo perkant ir parduodant, užstatymo ir t.t. – vykdymą“.

Pastatų ūkio valdymo sąvoka pirmą kartą buvo panaudota Anglijoje, vėliau plačiai vystyta Olandijoje, Vokietijoje ir kitose šalyse.

Zavadskas E.K. ir Kaklauskas A. (2002) teigia, kad Lietuvoje pastatų ūkis valdomas neefektyviai. Viena iš populiariausių išsivysčiusių šalių pastatų ūkio valdymo koncepcija yra nagrinėjimas keturiais požiūriais: erdvės (patalpų), administracinis, techninis ir kitų paslaugų valdymas. N. Lepkova ir T.Vilutienė (2008) apibrėžia, kad „pastatų ūkio valdymo tikslai – tai nekilnojamojo turto planavimas, statyba, priežiūra ir eksploatavimas. Visa tai neatsiejama nuo pastato naudos didinimo ir išlaikymo išlaidų mažinimo“. Esminis pastatų ūkio valdymo tikslas – minimizuoti priežiūros išlaidas per ekonomiškai pagrįstą pastato eksploatacijos trukmę, išlaikant reikiamą priežiūros kokybės lygį. Pastatų ūkio valdymo veikla apima viso pastato ir jo sudedamųjų dalių priežiūrą, įskaitant komunalines sistemas ir einamą remontą, taip pat ūkio, vykdomųjų paslaugų priežiūrą bei komunalines paslaugas.

Įvairiose užsienio šalyse sąvoka *facilities management* suprantama skirtingai. Italijoje ši sąvoka reiškia „atsakingas už integruoto valdymo savybes, reikalingas pastatų funkcionavimui. Tai daugiausia susiję su priežiūra ir atnaujinimo planavimu ir valdymo santykiais su tiekėjais“ [9]. Angliškai kalbančių šalių erdvėje dažniausiai sutinkamas aiškinimas jungiantis žmones, procesus ir aplinką bei nusakantis jų valdymą (Douglas, 1996), (Atkin B., Brooks A., 2000). Be to pastatų ūkio valdymas turi platesnį apibrėžimą nei tiesiog pastatų ir paslaugų valdymas. PŪV apibrėžimas, pateiktas Europos Standartizacijos Komiteto ir patvirtintas BSI Britanijos Standartų: *pastatų ūkio valdymas* yra organizacijos procesų junginys, atitinkamų paslaugų, kurios palaiko ir gerina pagrindinį veiklos efektyvumą palaikymas ir plėtojimas“.

M.I.Okoroh, C.H.Jones ir kiti (2003) teigia, kad „*facilities management* taikomas svetingumo sektoriuje yra apibrėžiamas kaip gaminamųjų paslaugų ir organizacinio turto aktyvus valdymas siekiant pagerinti jų veiksmingumą ir pridėti veiklos ir paslaugų vertę. Viešbučiuose paslaugos apima pastatus ir aplinką ir išplėčia komforto paslaugas, tokias kaip šildymą, vėdinimą ir estetiką“.

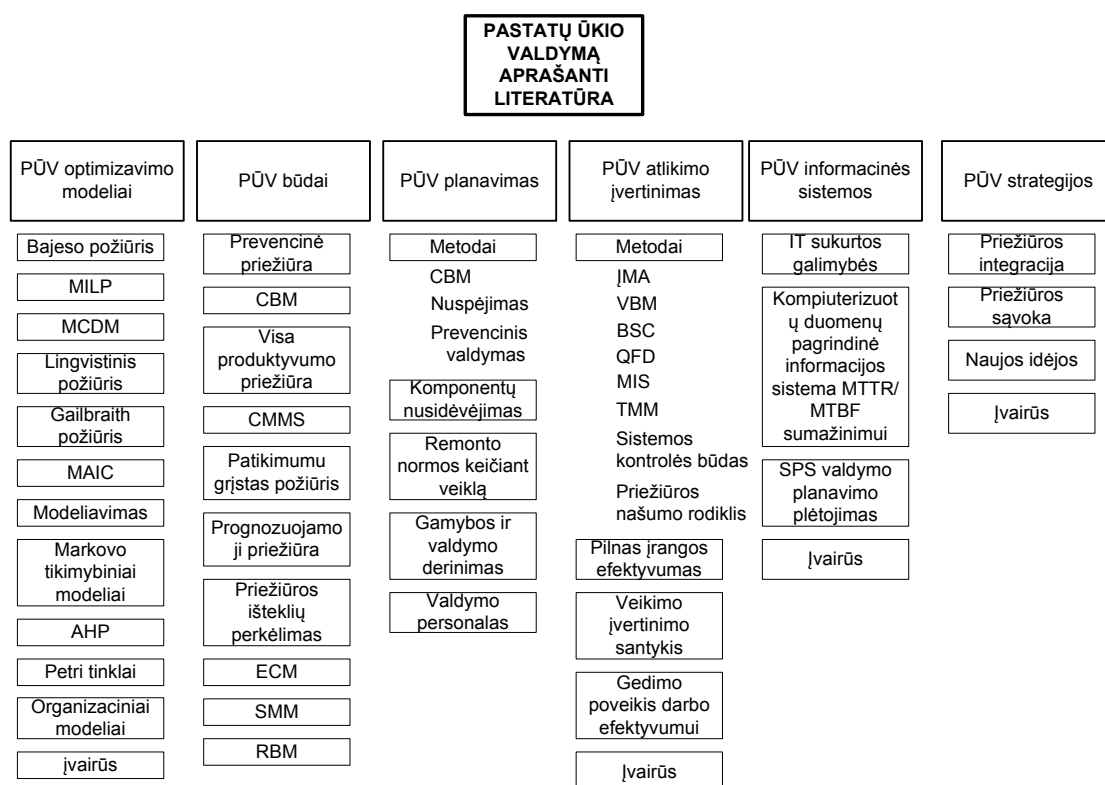
Vokietijoje naudojama tiek sąvoka *facility management*, tiek ir *gebäudemanagement*: „pastatų ūkio valdymas yra verslo procesas, apimantis pastatų, įrangos, įstaigų planavimą, kontrolę ir tvarkymą ir

peržiūrint darbo vietas, darbo aplinkos pagerinimo, naudojimo lankstumo, darbo produktyvumo ir turto pelno tikslus“ (S. Balay, 2006). Pasak J.Nāvų (2006) pastatų ūkio valdymas yra pastatų tvarkymas, apimantis infrastruktūros bei komercines paslaugas.

Francis T. Edum-Fotwe, C.Egbu; ir kiti (2003) susistemina apibrėžimą nusakydami, kad tai yra pastatytų pastatų, jų aplinkos ir turto valdymas, o Turkijos atstovai F.Yetgin, T. Sinan [16], tai supranta kaip pastatų, konstrukcijų ir darbo vietas rezultatų junginį. V.Somorova (2007), priduria, kad tai turi didelę įtaką darbo kainai.

Straipsnio autorių nuomone, pastatų ūkio valdymas, tai efektyvi kompleksinė ir daugiafunkcinė veikla, užtikrinanti kokybišką ir racionalią pastatų (statinių), jiems priklausančios inžinerinės, technologinės ir kitos įrangos bei teritorijos priežiūrą per visą ekonomiškai pagrįstą statinių naudojimo trukmę, pritaikymą prie besikeičiančių poreikių, pastatų ūkiui skiriamų išlaidų sumažinimą, pakankamos turto vertės išsaugojimą bei galimybę nekilnojamojo turto savininkui koncentruotis tik ties pagrindine, jo vykdoma veikla.

Amik Garg ir S.G. Deshmukh (2006) išanalizavo 142 literatūros šaltinius ir suskirstė tyrimus, atliekamus šioje srityje į šešias kryptis (4 pav.).



MILP - Maišytos visumos teisinė programavimo formuluoatė; MCDM - sudėtinių kriterijų sprendimų priėmimas; MAIC – Materially per Apparacchiature de Imparity Chemie; AHP – analitinis hierarchijos procesas; CBM - priežiūra, priklausanti nuo būklės; CMMS – kompiuterizuotos priežiūros valdymo sistemos; ECM – Efektyvumu pagrįsta priežiūra; SMM – strateginis priežiūros valdymas; RBM – rizika grįsta priežiūra; CBM – valdymas, remiantis būkle; JMA - įvairių modelių apžvalga; VBM – balansuota kortelė; BSC – atlikimo įvertinimas; QFD - kokybės funkcijos išdėstymo būdas; MIS - priežiūros informacinės sistemos; TMM – pilnas priežiūros valdymas; NRL – numatomas gedimų remonto laikas; MTTR – numatomas laikas tarp nesekmių; MTBF - sprendimų palaikymo sistema.

4 pav. Pastatų ūkio valdymo srityje atliekamų tyrimų grupės

Šaltinis: Amik Garg ir S.G. Deshmukh, 2006

2002 ir 2003 metais išanalizavus daugiau nei devynis šimtus JAV viešbučių buvo nustatyta, kad viešbučių grynosios pajamos labiausiai yra susijusios su jo užimtumu, nekilnojamojo turto rinka. Viešbučio dydis (kambarių skaičius) ir vieta (miestas ar užmiestis) taip pat daro įtaką grynosios veiklos pajamoms, tačiau viešbučio regionas neturi didelės įtakos. 2002 metų duomenys ypač parodo vadovų svarbą (W.J. O'Neill, S.A. Mattila, 2006).

G. Torkildsen (1992) teigia, kad „viešbučio naudojimo pranašumas yra viskas, kas yra daroma, kad būtų patenkinti klientų reikalavimai ir pasiekti organizacijos uždaviniai bei tikslai“. Tam reikalingas pastatų ūkio valdymas, kuris apima tiek pastato priežiūrą, tiek ir paslaugų tiekimą bei palaikymą, kuris pagal Owen (1995) apima pašto paslaugas, automobilių parką, aprūpinimą maistu ir gėrimais, aptarnavimą, ūkio tvarkymą ir įstaigos administravimą; šiukšlių išvežimą, kopijavimą, automobilių stovėjimo vietų valdymą,

sodininkystę ir багаžo nešimą. Žinoma, viešbučių aptarnavimas neapribotas vien šiomis paslaugomis, yra daugybė čia nepaminėtų papildomų darbų, kuriuos būtina įgyvendinti, kad būtų pasiektas tiek klientų, tiek darbuotojų poreikiai bei pačio savininko pasitenkinimas.

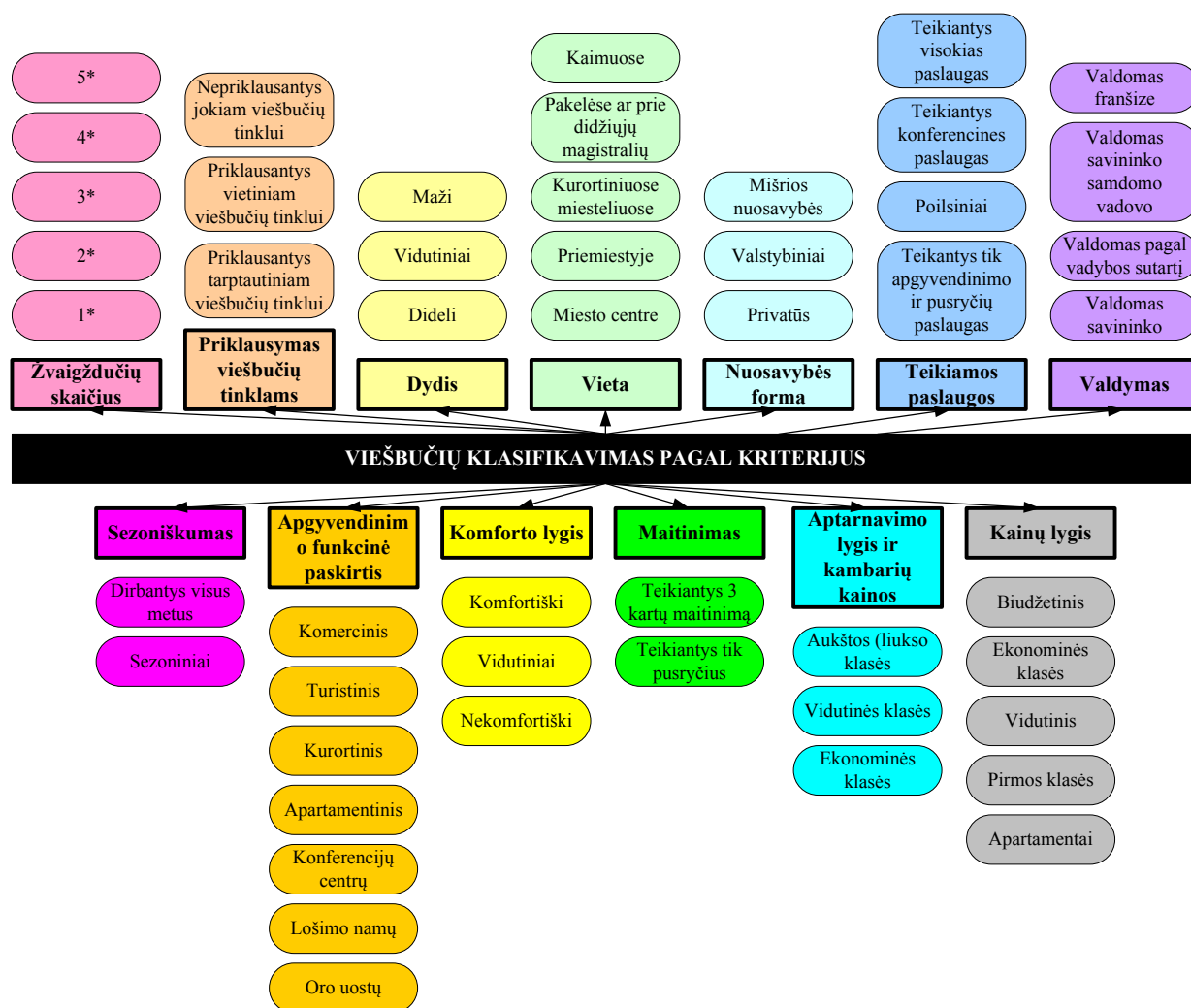
Tiek Lietuvos, tiek ir kitų šalių viešbučiai turi daugybę reikalavimų ir yra reglamentuojami įvairiausiai teisiniais ir norminiai dokumentais.

Lietuvos Respublikos Statybos įstatymas [6] apibrėžia viešbutį, kaip statinį, turintį laikančiąsias konstrukcijas, kurios sumontuotos statybos vietoje, atliekant statybos darbus, ir kuris yra nekilnojamas daiktas. Remiantis šiuo įstatymu viešbučiai priskiriami ypatingų statinių grupei dėl jo naudojimo visuomenės poreikiams ir dėl vienu metu esančių daugiau kaip 100 žmonių. Įstatymas apibrėžia viešbutį, kaip pastatą – apdengtą stogu statinį, kurio didžiausią dalį sudaro patalpos. Taip pat apibrėžiama, kad viešbutis ar kitas trumpalaikio apgyvendinimo pastatas yra viešojo naudojimo pastatas. Remiantis šiuo įstatymu nustatoma, kad viešbučių paskirtis yra trumpalaikis žmonių apgyvendinimas

Pagal LR Statybos įstatymą [6], statinys (šiuo atveju viešbutis) turi būti suprojektuotas ir pastatytas iš tokių statybos produktų, kurių savybės per ekonomiškai pagrįstą statinio naudojimo trukmę užtikrintų mechaninio atsparumo ir pastovumo, gaisrinės saugos, higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos, saugaus naudojimo, apsaugos nuo triukšmo, energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo reikalavimus.

Viešbučio techninę priežiūrą sudaro nuolatinis statinio būklės stebėjimas, statinio periodinės ir specializuotos apžiūros, pastebėtų statinio būklės defektų šalinimas, remonto organizavimas.

Remdamiesi analizuotais literatūros šaltiniais, straipsnio autoriai sudarė viešbučių klasifikavimo žemėlapi (5 pav.).



5 pav. Viešbučių klasifikavimo žemėlapis
Šaltinis: sudaryta autorių

Viešbučių skirstymas pagal priklausymą tinklui yra toks pat svarbus kaip ir skirstymas pagal žvaigždučių skaičių. Šiuo atveju kaip jau minėta klasifikuojant viešbučius pagal įvairius kriterijus galima išskirti tris grupes: viešbučiai, priklausantys tarptautiniam viešbučių tinklui; viešbučiai, priklausantys vietiniam viešbučių tinklui ir viešbučiai, nepriklausantys jokiame viešbučių tinklui.

Visi viešbučiai vienas nuo kito skiriasi savo architektūra, stiliumi, paslaugomis ir kita. Tačiau viešbučiai, priklausantys viešbučių tinklams, yra panašūs ir vadovaujasi tam tikro viešbučių tinklo standartais. Remiantis pasauline praktika ir statistika daroma išvada, kad viešbučiams, kurie jungiasi į tinklus, lengviau išgyventi konkurencijos sąlygomis, o tinklo vardas kelia daugiau pasitikėjimo viešbučio svečiams. Maži ir nepriklausomi viešbučiai jungiasi į konsorciumus, kurių tikslas yra bendrai plėtoti rinkodarą, o narystė juose yra griežtai reglamentuota ir kontroliuojama.

Iš užsienio atvykstančių turistų viešbučių pasirinkimą dažnai lemia tarptautiniai viešbučių pasirinkimai, todėl vietiniai viešbučiai dažnai sulaukia mažesnio turistų skaičiaus. Jis gali padidėti tuo atveju, kai turistai pirmenybę teikia mažesnio biudžeto kelionėms – tokiu atveju jie ieško paprastesnių, mažiau populiarių viešbučių.

Vietiniai viešbučių tinklai kuriami siekiant didinti pardavimus bei viešbučių užimamą rinkos dalį Vilniuje, Kaune, Klaipėdoje ir kituose Lietuvos miestuose.

Tarptautinių tinklų pavadinimai daro didelę įtaką į Lietuvą atvykstančių turistų viešbučių pasirinkimui. Didieji pasaulio viešbučių tinklai dažnai valdomi franšizės būdu.

Išanalizavus viešbučius ir juose teikiamas paslaugas, apibendrinus interviu su visų trijų kategorijų (pagal priklausymą viešbučių tinklui) viešbučių vadovais, sudaryta alternatyvų palyginimo lentelė (1 lentelė).

1 lentelė

Skirtumai tarp viešbučių priklausomai nuo valdymo tipo

Tarptautinis viešbučių tinklas		Vietinis viešbučių tinklas		Be tinklo	
Pagrindinė veikla					
1	Informacija apie viešbutį teikiama visame pasaulyje	1	Informacija apie viešbutį teikiama visoje šalyje	1	Informacijos apie viešbutį stoka
2	Visame pasaulyje žinomas prekės ženklas	2	Daugiausiai savo šalyje paplitęs prekės ženklas	2	Vienu pavadinimu, tik vienas viešbutis - mažesnis paplitimas šalyje, ypač pasaulyje
3	Suderinta verslo sistema	3	Nėra verslo sistemos	3	Nėra verslo sistemos
4	Ilgus metus tobulinta know-how	4	Nesinaudojama žinoma patirtimi	4	Nesinaudojama žinoma patirtimi
5	Nuolatinė pagalba ir palaikymas iš viso pasaulio viešbučių esančių tinkle	5	Pagalba ir palaikymas iš šalies tinklo viešbučių	5	Pagalba tik viešbučio viduje
6	Grupinė reklama pasaulyje	6	Grupinė reklama šalyje	6	Reklama
7	Dalijimasis idėjomis ir patirtimi, bendras problemų sprendimas tarp įvairiose pasaulio šalyje esančių viešbučių darbuotojų	7	Dalijimasis idėjomis ir patirtimi, bendras problemų sprendimas tarp vienoje šalyje esančių viešbučių darbuotojų	7	Idėjos ir patirtis tik viešbutyje dirbančių darbuotojų
8	Mokamas stojimo mokestis	8	Mokamas stojimo mokestis	8	Nėra stojimo mokesčių
9	Periodinis mokestis, kurį sudaro nustatytas mokestis nuo apyvartos	9	Periodinis mokestis, kurį sudaro nustatytas mokestis nuo apyvartos	9	Nėra periodinio mokesčio
10	Nuolat teikiamos tinklo nariams konsultacijos ir mokymai aptarnavimo, atsargų valdymo, personalo srityse taip pat nuolat tobulinami esami produktai/paslaugos, diegiami nauji verslo metodai ir technologijos, rūpinamąsi tinklo įvaizdžiu, rinkodara	10	Nuolat teikiamos tinklo nariams konsultacijos ir mokymai aptarnavimo, atsargų valdymo, personalo srityse taip pat nuolat tobulinami esami produktai/paslaugos, diegiami nauji verslo metodai ir technologijos, rūpinamąsi tinklo įvaizdžiu, rinkodara	10	Konsultacijos tarp viešbučių neteikiamos dėl konkurencijos

Tarptautinis viešbučių tinklas		Vietinis viešbučių tinklas		Be tinklo	
11	Tinklo nariai gali naudotis viso tinklo perkamąja galia ir taip sumažinti prekių ar paslaugų savikainą visame pasaulyje	11	Tinklo nariai gali naudotis viso tinklo perkamąja galia ir taip sumažinti prekių ar paslaugų savikainą šalyje	11	Pirkimai atliekami individualiai
12	Ribota laisvė, nes turi būti vykdomos nustatytos sąlygos	12	Ribota laisvė, nes turi būti vykdomos nustatytos sąlygos	12	Kūrybinė laisvė
13	Ribotos galimybės plėstis geografiškai	13	Ribotos galimybės plėstis geografiškai	13	Galimybė plėstis geografiškai
Tarptautinis viešbučių tinklas		Vietinis viešbučių tinklas		Be tinklo	
14	Tarptautiniai pardavimo ir tiekimo kanalai, tinklalapis, spausdinamos brošiūros ir kita medžiaga, pardavimo skatinimas sudarant sutartis tiek verslo, tiek poilsinių kelionių segmentuose.	14	Vietiniai pardavimo ir tiekimo kanalai, tinklalapis, spausdinamos brošiūros ir kita medžiaga, pardavimo skatinimas sudarant sutartis tiek verslo, tiek poilsinių kelionių segmentuose.	14	Vietiniai vieno viešbučio pardavimo ir tiekimo kanalai, tinklalapis, spausdinamos brošiūros ir kita medžiaga, pardavimo skatinimas sudarant sutartis tiek verslo, tiek poilsinių kelionių segmentuose.
15	Didinti tinklui priklausančių viešbučių užimtumą padeda bendradarbiavimas su kelionių organizatoriais ir verslo kompanijomis visame pasaulyje	15	Didinti tinklui priklausančių viešbučių užimtumą padeda bendradarbiavimas su kelionių organizatoriais ir verslo kompanijomis daugiausiai savo šalyje	15	Viešbučių užimtumas nepriklauso nuo tinklo
16	Lengviau prieinamos tinklo plėtros galimybės į kitus miestus ar keliautojų segmentus įvairiose šalyse	16	Tinklo plėtros galimybės į kitus miestus ar keliautojų segmentus daugiausiai vienoje šalyje	16	Viešbutis vienas be galimybės plėstis
Nepagrindinė veikla					
17	Daug programų, kurios padeda viešbučiams efektyviai dirbti, parduoti, plėstis (Naudojama pasaulyje paplitusi viešbučių valdymo sistema (Fidelio Front Office - Micros-Fidelio, GmbH (Vokietija), taip pat speedicon.)	17	Naudojama viešbučių valdymo sistema skirta tiek individualių viešbučių, tiek jų tinklų veiklos valdymui bei administravimui. (Porte HMS - UAB "Labbis")	17	Dažniausiai nenaudojama programa, arba naudojamasi vietine (pvz. Porte HMS).
18	Pradedamas verslas jau sukurtame sėkmingame sektoriuje, su nustatyta sistema	18	Pradedamas verslas jau sukurtame sėkmingame sektoriuje, su nustatyta sistema	18	Nėra sukurtos valdymo sistemos
19	Suteikiami ryšiai su priežiūrą vykdančiomis kompanijomis, pateikiami priežiūros veiklos modeliai	19	Ryšiai su paslaugų tiekėjais	19	Darbai dažniausiai atliekami savo jėgomis
20	Priežiūra atliekama pagal itin aukštus reikalavimus, pritaikytus viso tinklo viešbučiams	20	Priežiūra atliekama pagal aukštus reikalavimus	20	Priežiūros atlikimas tiesiog turi tenkinti privalomus kokybės reikalavimus
Tarptautinis viešbučių tinklas		Vietinis viešbučių tinklas		Be tinklo	
21	Vykdoma pasaulinė kokybės programa, skirta tobulinti viešbučių pasiūlymams ir paslaugų kokybei.	21	Kokybės programa vykdoma analizuojant vietos tinklui priklausančius viešbučius	21	Kokybės programa nevykdoma
22	Yra priežiūros strategija ir prevencija	22	Viešbučio ribose yra minimali strategija	22	Strategijos nėra. Problemos sprendžiamos joms iškilus staiga.

3. Viešbučių pastatų ūkio valdymo modelis

Atlikę tyrimą, autoriai sudarė pastatų ūkio valdymo modelį. Pirmoji modelio dalis – tikslų ir ribojančių sąlygų nustatymas. Savininko aspektu, investavimo į nekilnojamąjį turtą pagrindinis tikslas yra pelnas. Nagrinėjant viešbučius kliento aspektu, pagrindinis tikslas turėtų būti tinkamas klientų poreikių patenkinimas. Kuo viešbučių aplinka jiems bus priimtinesnė, tuo labiau jie norės grįžti. Dar viena iš svarbių ribojančių sąlygų yra lėšos, reikalingos įgyvendinti sprendimus.

Antroji modelio dalis – aplinkos analizė. Viešbučius veikia išoriniai bei vidiniai veiksniai. Statiniai, jų priežiūra ir teikiamos paslaugos turi atitinkti teisinių dokumentų reikalavimus, todėl būtina nagrinėti viešbučius reglamentuojančią teisinę bazę. Apgyvendinimo paslaugas teikiančių įmonių darbai įtakos turi jų klientai. Kiekvienas svečias turi savo lūkesčius, daugelis skirtingai supranta poilsį ir reikalauja atitinkamo aptarnavimo, taip pat nori, kad aplinka jam būtų priimtina, nevirgintų išskylančios problemos.

Pastatą veikiančys vidiniai veiksniai taip pat labai įtakoja pastatų priežiūrą. Svarbiausiai yra teisingas darbų planavimas, jei jie nebus struktūrizuoti, o jų apimtys ir sudėtingumas bus nenustatyti, priežiūra nebus visapusiška. Sprendžiant tik tas problemas, kurios iškyla esamu momentu, susikaupus jų daugiau, sutrikdomas viešbučio darbas ir gali atsirasti nuostoliai. Pastatas savo gyvavimo laiku dėvėsi ir nuolatinais jo neprižiūrint gali pablogėti jo būklė, kas mažina klientų susižavėjimą ir gali sukelti tiek jiems, tiek dirbančiajam personalui grėsmę. Statinių ir konstrukcijų būklė priklauso nuo klimatinių poveikių, agresyvių gruntinių poveikių, vidaus aplinkos bei mechaninių poveikių. Žinoma, priežiūra ir jos kokybė labai priklauso nuo savininko lūkesčių ir finansinės padėties.

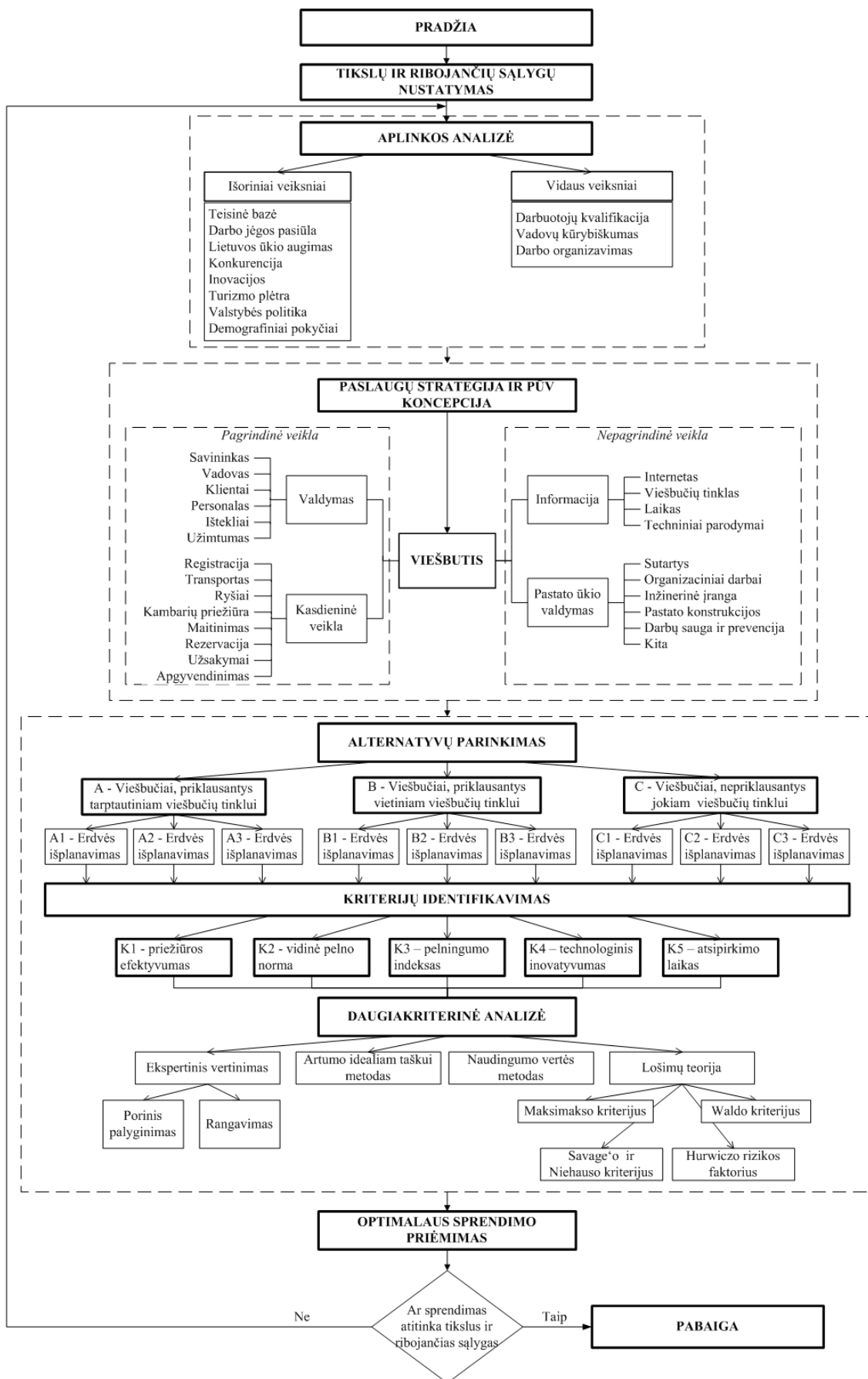
Trečioji modelio dalis – paslaugų strategiją ir priežiūros koncepcija. Tam, visa viešbučio veikla skirstoma į pagrindinę ir nepagrindinę.

Pagrindinė veikla apima viešbučio valdymą, kuriame dalyvauja savininkai, vadovai, siekiantys didžiausio galimo pelno, gaunamo iš viešbučių verslo. Tam pasiekti būtina išanalizuoti klientų poreikius, nes nuo jų pasitenkinimo priklauso viešbučio užimtumas. Labai svarbus yra personalo darbas ir išteklių kontroliavimas. Taip pat pagrindinei veikla priskiriama viešbutyje vykdoma kasdieninė veikla ir visos paslaugos susijusios su registracija, transportu, ryšiais, kambarių paruošimu, maitinimu, rezervacija, užsakymais bei apgyvendinimu.

Nepagrindinė veikla susideda iš informacijos ir pastato ūkio priežiūros. Nuo tinkamo informacijos apdorojimo ir panaudojimo labai priklauso viešbučio veikla. Būtina sekti techninius parodymus ir stengtis juos kuo labiau sumažinti. Informacija apie patį viešbutį, t.y. ar priklauso jis kokiam nors tinklui, turi būti apdorota ir pritaikyta atitinkamais reikalavimais standartizuotam viešbučio eksploatavimui.

Nuo pastatų ūkio priežiūros priklauso patiriamos išlaidos, kuo efektyviau bus vykdoma priežiūros veikla, tuo mažiau bus patiriama nuostolių ir greičiau pasiekiamas norimas tikslas. Išanalizavus pastatų ūkio valdymo įmones, pastatų priežiūros darbus galima suskirstyti į 6 dalis: 1) sutarčių administravimas; 2) organizaciniai darbai; 3) inžinerinės įrangos techninė priežiūra ir gedimų šalinimas; 4) pastato konstrukcijų priežiūra; 5) darbų saugos ir prevencinių priemonių užtikrinimas; 6. kitos paslaugos.

Ketvirta modelio dalis – alternatyvų parinkimas, kriterijų įvertinimas ir analizė. Tyrimo metu pasirinktos trys alternatyvos: investavimas į viešbučius priklausančius tarptautiniam viešbučių tinklui, viešbučius priklausančius vietiniam viešbučių tinklui ir viešbučius nepriklausančius jokiai viešbučių tinklui. Kiekviena iš alternatyvų dar skirstoma į tris erdvės planavimo alternatyvas, t.y. įrengti viešbutį daugiausia teikiantį apgyvendinimo paslaugas, viešbutį daugiau orientuotą į pramogas ir konferencines paslaugas bei komfortišką viešbutį. Kiekvienai iš alternatyvų apskaičiuoti pasirinkti 5 kriterijai, nusakantys investicinio projekto efektyvumą ir priežiūros veiklos įtaką. Skaičiavimams tikslinga naudoti daugiakriterinio vertinimo metodus, kurie leidžia priimti racionalius sprendimus. Atlikus skaičiavimus, gaunamas racionalus sprendimas. Jeigu jis neatitinka nusistatytų tikslų, tuomet turi būti iš naujo analizuojama aplinka ir apribojimai, bei atliekami skaičiavimai.



6 pav. Viešbučių pastatų ūkio valdymo sprendimų modelis

Šaltinis: sudaryta autorių

Išvados

1. Išanalizavus pastatų ūkio valdymo situaciją Lietuvoje bei užsienio šalyse nustatyta, kad pastatų ūkio valdymas daro įtaką viešbučio veiklos efektyvumui – didėjant klientų pasitenkinimui, didėja ir užimtumas – svarbiausias pajamų dydžio kriterijus, taip pat tinkamai atliekant PŪV darbus, mažinamos eksploatavimo išlaidos.
2. Analizuojant skirtingus viešbučių tinklus nustatyta, kad viešbučiai priklausantys tarptautiniam viešbučių tinklui patiria didžiausias išlaidas, bet sulaukia daugiausiai klientų ir pasižymi efektyviausia veikla dėl jau sukurtų verslo modelių, patirties dalijimosi tarp visame pasaulyje esančių viešbučių atstovų.
3. Sudarytas viešbučių pastatų ūkio valdymo sprendimų modelis, kurio pagalba galime planuoti viešbučių PŪV veiklą. Modelis apima aplinkos analizę, paslaugų strategiją ir PŪV koncepciją bei pastatų ūkio valdymo efektyvumo nustatymo priemones.

Literatūra

1. Jonikienė, M., Mikulskienė, A. Viešbučių verslo pagrindai. Vilnius: Homo liber, 2007, 144 p.
2. Phillips, P. A. Performance measurement systems and hotels: a new conceptual framework. Pergamon. Hospitality Management, Vol, 18, 1999, 171-182p.
3. Varnas, N. Pastatų priežiūros sprendimai: praktinės veiklos uždaviniai ir inovatyvių metodų panaudojimo galimybės. Respublikinė mokslinė praktinė konferencija “Statybos ir kelių tiesimo sektoriaus pokyčiai ir studijų plėtra 2010”: konferencijos pranešimų medžiaga, Kaunas, 2010, p. 83-87.
4. Vikipedija. Laisvoji enciklopedija, Prieiga per internetą (žiūrėta 2012-02-21): <<http://lt.wikipedia.org/wiki/Statinys>>.
5. Statybos techninis reglamentas 1.01.06:2002. Ypatingi statiniai. 2002 m. balandžio 16 d. Nr. 184 [interaktyvus]. Aktuali reglamento redakcija nuo 2010 m. rugsėjo 30 d. [žiūrėta 2012-02-21]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_l?p_id=165063>.
6. Lietuvos Respublikos Statybos įstatymas. 1996m. kovo 19d. Nr. I-1240 [interaktyvus]. Aktuali įstatymo redakcija nuo 2011 m. gruodžio 1 d. [žiūrėta 2012-02-21d.]. Prieiga per internetą: <http://www3.lrs.lt/pls/inter2/dokpaieska.showdoc_l?p_id=415042>.
7. Lepkova, N., Vilutienė, T. Pastatų ūkio valdymas: teorija ir praktika. Vadovėlis. Vilnius: Technika, 2008, 328 p.
8. Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A. Statybos sektoriaus plėtotės strategija. 2002 m.
9. Facility Management. [žiūrėta 2012-02-22]. Prieiga per internetą: <http://www.fimit.it/_sef/Glossario.php?section=56>.
10. Douglas, J. Building performance and its relevance to facilities management. The facilities management context, Vol. 14, 1996, 23-32p. (anglų kalba).
11. Atkin, B., Brooks, A. Total Facilities Management. Hong Kong: Wiley-Blackwell, 2000, 233 p. (anglų kalba).
12. Okoroh, M.I. Jones, C.H., Ilozor, B.D., Adding Value to Constructed Facilities: Facilities Management Hospitality Case Study. Journal of Performance of Constructed Facilities, Vol 17, 2003. (anglų kalba).
13. Balay, S. Gebäudemanagement in Kommunen: Bedeutung für Energiemanagement und erneuerbare Energien. Potsdam: KWI, 2006, 16 p.
14. Nävy, J. Facility Management. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2006, 531 p.
15. Francis, T., Edum-Fotwe, T., Egbu, C., Gibb, A.G.F., Designing Facilities Management Needs into Infrastructure Projects: Case from a Major Hospital. Journal of Performance of Constructed Facilities, Vol 17, 2003. (anglų kalba).
16. Facility Management in Turkey. – [žiūrėta 2012-02-22]. Prieiga per internetą: <http://www.vgtu.lt/leidiniai/leidykla/MBM_2007/2pdf/Yetgin.pdf>.
17. Somorova, V. The task of the facility management in real estate development. Management, Vol. 3-4, 2007, 95-96p. (anglų kalba).
18. O’Neill W.J, Mattila S.A. Strategic Hotel Development and Positioning. The Effects of Revenue Drivers on Profitability. Cornell Hotel and Restaurant administration Quarterly, Vol 47, 2006, 146-154 p. (anglų kalba).
19. Torkildsen, G. Leisure Recreation Management 3rd Ed. London: E & FN Spon. 1992 (anglų kalba).
20. Owen, D. FM is not Just a Radio Station. Chartered Surveyor Monthly. 1995. (anglų kalba).

FACILITIES MANAGEMENT MODEL OF HOTELS

Summary

The goal of the facility management approach is to carry out as little maintenance as possible as infrequently as possible while at the same time preserving the availability of the services facilities, the building elements and the whole building. Finding an appropriate maintenance strategy is the most difficult task facing maintenance management in determining an optimal approach to reducing the financial expenditure and total life cycle costs.

Keywords: Hotels, facilities management, supporting activities.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Silvija Kapočienė

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vietą ir pozicija: Kauno technologijos universiteto Statybos ir architektūros fakulteto magistrantė

Autoriaus mokslinių interesų sritys: viešbučių pastatų ūkio valdymas, pastatų priežiūros procesai

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 676 78714, silvija@sportorumi.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Nerijus Varnas

Mokslo laipsnis ir vardas: lektorius

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegija Statybos fakulteto dekanas

Autoriaus mokslinių interesų sritys: pastatų ūkio valdymas, pastatų priežiūros procesų tyrimai

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 686 82948, nerijus.varnas@ktk.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Rasa Apanavičienė

Mokslo laipsnis ir vardas: technikos mokslų daktarė, docentė

Darbo vietą ir pozicija: Kauno technologijos universiteto Statybos ir architektūros fakulteto prodekanė

Autoriaus mokslinių interesų sritys: statybos investicinių projektų efektyvumo tyrimai

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 650 75888, rasa.apanaviciene@ktu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Silvija Kapočienė

Science degree and name: -

Workplace and position: Master of Kaunas University of Technology Faculty of Architecture and Construction

Author's research interests: hotels facilities management, building maintenance

Telephone and e-mail address: 8 676 78714, silvija@sportorumi.lt

Author name, surname: Nerijus Varnas

Science degree and name: Lecturer

Workplace and position: Dean of Kaunas Technical University of Applied Sciences Faculty of Construction

Author's research interests: facilities management, building maintenance

Telephone and e-mail address: 8 686 82948, nerijus.varnas@ktk.lt

Author name, surname: Rasa Apanavičienė.

Science degree and name: doctor of technical sciences, associated professor.

Workplace and position: Vicedean of Kaunas University of Technology Faculty of Architecture and Construction.

Author's research interests: effectiveness of construction investment projects.

Telephone and e-mail address: 8 650 75888, rasa.apanaviciene@ktu.lt

ALTERNATYVIŲ KELIO ARIOGALA – PALIEPIAI - ILGIŽIAI REKONSTRUKCIJOS SPRENDIMŲ ANALIZĖ

Regina Motienė¹, Darius Pranciulis²

¹ Kauno technikos kolegija, ² UAB „Ukmergės keliai“

Anotacija

Neasfaltuoti keliai teršia aplinką, kelia didelį triukšmą bei sunkina eismo sąlygas. Esamo kelio Ariogala – Paliepiei - Ilgižiai žvyro danga sukelia dulketumą šalia kelio esančioms sodyboms ir gyvenvietėm. Straipsnyje pateikiama alternatyvių kelio rekonstrukcijos sprendimų analizė.

Reikšminiai žodžiai: juoda kelio danga, sodrintas žvyras, šalčiui atsparus smėlis, dolomitinė skalda.

Įvadas

Lietuvos valstybinių kelių tinklas visiškai susiformavęs ir šiuo metu pagal kelių tankį atitinka vartotojų poreikius. Tačiau gana didelė automobilių kelių dalis (daugiau kaip 30 %) yra žvyrkeliai, kuriuose automobilių važiavimo greitis 0,55–0,80 karto mažesnis, o transporto eksploatacinės išlaidos būna 1,35–1,90 karto didesnės, negu važiuojant keliais su asfaltbetonio danga. Vien dėl automobilių greičio sumažėjimo nuvažiavus 100 km žvyrkeliais, transporto darbo laiko nuostoliai siekia 0,25–0,82 val.

Šiuo metu eismo intensyvumas žvyrkeliuose svyruoja nuo 50 iki 250 aut./parą. Daugiau kaip 70 % žvyrkelių eismo intensyvumas neviršija 200 aut./parą. Eisme vyrauja lengvasis transportas, kuris vidutiniškai sudaro 70 %. Pagal bendrą žvyrkelių ilgį, vidutinį transporto eismo intensyvumą ir sudėtį, žvyrkelių techninę ir eksploatacinę būklę apskaičiuota, kad vien darbo laiko nuostoliai dėl greičio sumažėjimo sudaro iki 13 mln. Lt per metus. Vertinant nuostolius dėl transporto priemonių dėvėjimosi, aplinkos užteršimo dulėmis, automobilių variklių išmetamosiomis dujomis, eismo nelaimės, skaičiuojamieji nuostoliai padidėtų keletą kartų.

Kelias Ariogala – Paliepiei - Ilgižiai yra rajoninės reikšmės su žvyro danga, sukelia dulketumą šalia esančioms sodyboms. Šio kelio rekonstrukcija būtina tam, kad kelio Ariogala – Paliepiei - Ilgižiai įrengti juodą dangą. Todėl nagrinėjami **probleminiai klausimai** - kokius priimti sprendimus, kad jie užtikrintų saugų eismą? Kaip racionaliau parinkti projektuojamo kelio esamas ir būsimas sąlygas, patogiausią ir ekonomiškiausią eismo režimą, didžiausią kelio laidumą ir eismo saugumą?

Tyrimo objektas – kelio Ariogala – Paliepiei - Ilgižiai rekonstrukcija.

Tyrimo tikslas – atlikti kelio Ariogala – Paliepiei – Ilgižiai alternatyvių rekonstrukcijos inžinerinių sprendimų analizę.

Tikslui pasiekti išsikelti šie **uždaviniai**:

- Išanalizuoti inžinerinių sprendimų pagrindines vertinimo grupes ir vertinimo kriterijų sistemas;
- Atlikti vertinimo kriterijų sistemų reikšmių skaičiavimus;
- Nustatyti kriterijų reikšmingumą, taikant entropijos metodą, ekspertinį porinio palyginimo ir daugiakriterinį naudingumo vertės metodą;
- Pagrįsti racionaliausio kelio rekonstrukcijos varianto parinkimą.

Tyrimo metodai:

1. Daugiakriterinis naudingumo vertės metodas taikomas nustatyti racionaliausią dangų technologinio įrengimo projektinį sprendimą pagal kriterijus (kainą, ilgaamžiškumą, darbų trukmę).

2. Kelio projektinių duomenų analizė atliekama, tam kad teisingai būtų nustatomi kelio kategorijos pagrindiniai rodikliai, vidutinis metinis paros intensyvumas.

1. Alternatyvių kelio rekonstrukcijos sprendimų analizė

Pasirinkti trys galimi kelio rekonstrukcijos variantai: 1. Kelio rekonstrukcija su nedideliais kelio elementų pataisymais, prisilaikant senojo kelio; 2. Kelio rekonstrukcija dabartinio kelio vietoje; 3. Tiesaus kelio tiesimas nuo trasos pradžios iki pabaigos.

Kelio rekonstrukcija su nedideliais kelio elementų pataisymais, prisilaikant senojo kelio (1 variantas). Sutvarkomas vandens nuleidimas keičiant tik vieną esamą 0,6 m Ø gelžbetonine pralaida o kitas dvi 1 m Ø palikti į jas injektuoti metalines 0,8 m Ø pralaidas. Tai padėtų laimėti truputi laiko. Kad rekonstruotas ruožas atitiktų V kategorijos kelių techninius bei norminius reikalavimus, o rekonstrukcija būtų atliekama panaudojant kuo mažesnes sąnaudas, tuo pačiu pagerinant eismo sąlygas, saugumą ir žmonių gyvenančių kelio apsaugos zonoje kokybę.

Kelio rekonstrukcija dabartinio kelio vietoje (2 variantas). Sutvarkomas vandens nuleidimą keičiant visas vandens pralaidas naujomis 1 m Ø . Esama kelio konstrukcija neatitinka eismo intensyvumo reikalavimų. Kelio dangos konstrukcija stipriai nusidėvėjo. Todėl esamą kelią būtina rekonstruoti.

Rekonstruojamo ruožo ilgis 3,0 km. Kelio plotis 8,0 m. Pagal V techninės kelio kategorijos parametrus, kelią reikia vietomis platinti. Be to, reikia sutvarkyti nuovažas, autobusų stoteles. Įrengus asfaltbetonio dangą, kelias apstatomas reguliuojančiais eismą ir informaciniais ženklais. Kelio ruožuose pastatomi signaliniai stulpeliai.

Tiesaus kelio tiesimas nuo trasos pradžios iki pabaigos (3 variantas). Tiesiant tiesų kelia nuo pradžios iki pabaigos tekstu atlikti daug žemės darbų. Įrengti nauja žemės sankasa. Iškirsti apie 10 hektarų miško. Projektuojamas kelio ruožas V kelio kategorijos, dangos plotis yra 6,0 m, o kelkraščių – po 1,0 m.

Rengiamas dvišlaitis kelio dangos nuolydis yra 2,5 %.

Transporto eismas reguliuojamas esamais ir naujais įrengiamais kelio ženklais. gyvenviečių ženklai, krypčių rodyklės bei kiti standartiniai ženklai įrengiami su šviesą atspindinčia plėvele. Naujai įrengiamos pralaidos pažymimos atitvarais ir signaliniais stulpeliais.

2. Alternatyvių kelio rekonstrukcijos sprendimų vertinimas

Inžinerinių sprendimų vertinimui dažniausiai naudojamos trys pagrindinės sprendimų vertinimo metodų grupės: 1. Daugiakriteriniai vertinimo metodai; 2. Vienkriteriniai vertinimo metodai; 3. Ekonominiai vertinimo metodai.

Kelio rekonstrukciniams sprendimams įvertinti pasirinktas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas, siekiant įvertinti galimus variantus pagal kokybinių ir techninių ekonominių kriterijų sistemą. Vertinimo kriterijai yra išreiškiami skaičiais, turi matavimo vienetus ir reikšmingumą. Kriterijų reikšmingumas nustatomas, taikant teorinį entropijos ir ekspertinį porinio palyginimo metodus.

Vertinimo kriterijų sistemos parinkimas ir jų reikšmių skaičiavimas. Kelio rekonstrukcijos sprendimams įvertinti sudaryta tokia vertinimo kriterijų sistema: kelio rekonstrukcijos kaina (K1), darbų trukmė (K2), ilgaamžiškumas (K3) ir darbininkų kvalifikacijos lygis (K4).

Kelio rekonstrukcijos kaina (K1), tūkst. Lt - yra vienas iš svarbiausių kriterijų užsakovui pasirenkant rekonstrukcijos variantą. Šio kriterijaus skaitinės reikšmės paimtos pagal sudarytas sąmatas.

Darbų trukmė (K2), žm. val.- tai kriterijus, kuris parodo variantų rekonstrukcijos trukmę. Skaitinės reikšmės priimtos, remiantis sąmatiniais skaičiavimais.

Ilgaamžiškumas (K3), metais- tai kriterijus, parodantis rekonstruoto kelio ruožo tinkamą eksploatacijos trukmę. Jo skaitinės reikšmės paimtos remiantis pagal KTR 1.01:2008 nustatant kelio kategoriją ir projektuojant planą, išilginio ir skersinio profilių elementus bei dangą, reikia atsižvelgti į 20 metų projektinį kelio naudojimo laikotarpį. Ekonominiu ir techniniu požiūriais pagrindus, dangos projektavimui gali būti nustatomi 10, 15 ar 30 metų projektiniai naudojimo laikotarpiai.

Darbininkų kvalifikacijos lygis (K4), kategorija - tai kriterijus, kuris parodo reikalingą darbininkų kvalifikaciją, reikalingą rekonstrukcijos darbams atlikti. Jo skaitinės reikšmės paimtos pagal darbo kategoriją iš gamybinių normatyvų. Gautos kriterijų skaitinės reikšmės pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė

Kriterijų skaitinės reikšmės					
Alternatyvūs sprendimai	Kriterijai	K1 Kaina, tūkst. Lt.	K2 Darbų trukmė, žm. val.	K3 Ilgaamžiškumas, (metai)	K4 Darbininkų kvalifikacijos lygis, (vidutinė kategorija)
	Kelio rekonstrukcija su nedideliais kelio elementų pataisymais, prisilaikant senojo kelio (a ₁)	2994538	8208.49	15	4,01
	Kelio rekonstrukcija dabartinio kelio vietoje (a ₂)	3432734	8506,49	20	3,15
	Tiesaus kelio tiesimas nuo trasos pradžios iki pabaigos (a ₃)	4173732	8909,69	30	3,80
	Optimalumas	min	min	max	max

Šaltinis: sudaryta autorių

Kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą. Pirmiausiai nustatomas kelio rekonstrukcijos alternatyvių projektinių sprendimų vertinimo kriterijų teorinis reikšmingumas, taikant Entropijos metodą. Žemiau pateikiu taikomo metodo algoritmą, skaičiavimo formules ir jų paaiškinimus. Pradiniai duomenys pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė

Pradinių duomenų matrica

		Matrica P			
Kriterijai		K1	K2	K3	K4
Alternatyvūs sprendimai					
	A1	2994538	8208.49	15	4,01
	A2	3432734	8506,49	20	3,15
	A3	4173732	8909,69	30	3,80
	Optimalumas	min	min	max	max

Šaltinis: sudaryta autorių

Pradinių duomenų matricą P reikia normalizuoti į matricą \bar{P} . Matricos normalizavimui naudojama formulė:

$$\bar{P}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}; \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n} \quad (1)$$

čia \bar{P}_{ij} – elemento, kurio eilutė yra i o stulpelis j, normalizuotas pavidas; x_{ij} - elementas kurio eilutė i, o stulpelis j; i – matricos eilutė; j – matricos stulpelis

$$\begin{aligned} \bar{P}_{11} &= \frac{2994538}{10601004} = 0,282 & \bar{P}_{12} &= \frac{8208,49}{2562367} = 0,320 & \bar{P}_{13} &= \frac{15}{65} = 0,231 & \bar{P}_{14} &= \frac{4,01}{10,96} = 0,366 \\ \bar{P}_{21} &= \frac{3432734}{10601004} = 0,323 & \bar{P}_{22} &= \frac{8506,49}{2562353} = 0,332 & \bar{P}_{23} &= \frac{20}{65} = 0,308 & \bar{P}_{24} &= \frac{3,15}{10,96} = 0,287 \\ \bar{P}_{31} &= \frac{4173732}{10601004} = 0,394 & \bar{P}_{32} &= \frac{8908,69}{2562353} = 0,348 & \bar{P}_{33} &= \frac{30}{65} = 0,462 & \bar{P}_{34} &= \frac{3,80}{10,96} = 0,347 \end{aligned}$$

Normalizuotos reikšmės surašomos į normalizuotą matricą \bar{P} (žr. 3 lentelę)

3 lentelė

Normalizuota matrica

		Matrica \bar{P}			
Kriterijai		K1	K2	K3	K4
Alternatyvūs sprendimai					
	A1	0,277	0,320	0,231	0,366
	A2	0,323	0,332	0,308	0,287
	A3	0,394	0,348	0,462	0,347

Šaltinis: sudaryta autorių

Nustatau visų kriterijų entropijos lygį E_j . Entropijos lygiui nustatyti naudosiu formulę:

$$E_j = -k \times \sum_{i=1}^m \bar{P}_{ij} \times \ln \bar{P}_{ij} \quad (2)$$

$$k = \frac{1}{\ln m} = \frac{1}{\ln 3} = 0,91$$

čia E_j – entropijos lygis; k – koeficientas, kuris priklauso nuo eilučių skaičiaus (m); \bar{P}_{ij} – elemento, kurio eilutė yra i o stulpelis j, normalizuotas pavidas

$$E_1 = -0,91 \times (0,282 \cdot \ln 0,282 + 0,323 \cdot \ln 0,323 + 0,394 \cdot \ln 0,394) = 1,089 \times 0,91 = 0,990$$

$$E_2 = -0,91 \times (0,320 \cdot \ln 0,320 + 0,332 \cdot \ln 0,332 + 0,348 \cdot \ln 0,348) = 1,098 \times 0,91 = 0,999$$

$$E_3 = -0,91 \times (0,231 \cdot \ln 0,231 + 0,308 \cdot \ln 0,308 + 0,462 \cdot \ln 0,462) = 1,108 \times 0,91 = 1,00$$

$$E_4 = -0,91 \times (0,366 \cdot \ln 0,366 + 0,287 \cdot \ln 0,287 + 0,347 \cdot \ln 0,347) = 1,093 \times 0,91 = 0,995$$

Pagal entropijos lygį, nustatau visų kriterijų kitimo lygį d_j . Šis lygis nustatomas pagal formulę:

$$d_j = 1 - E_j \quad (3)$$

čia d_j – kriterijų kitimo lygis; E_j – entropijos lygis.

$$d_1 = 1 - 0,990 = 0,01$$

$$d_2 = 1 - 0,999 = 0,001$$

$$d_3 = 1 - 1,00 = 0,00$$

$$d_4 = 1 - 0,995 = 0,005$$

$$\Sigma = 0,016$$

Teorinio kriterijų reikšmingumo nustatymas. Teorinis kriterijų reikšmingumas nustatomas pagal formulę:

$$q_j^{(t)} = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (4)$$

čia $q_j^{(t)}$ – teorinis kriterijų reikšmingumas; d_j – kriterijų kitimo lygis.

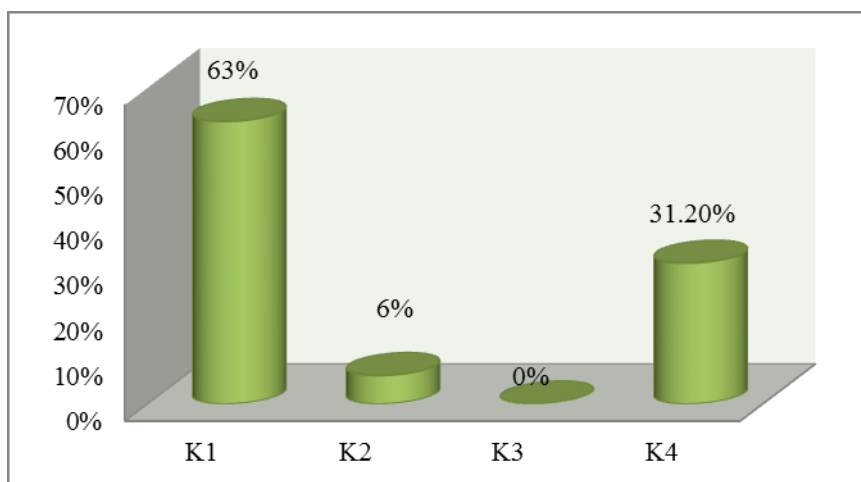
$$q_1^{(t)} = \frac{0,01}{0,016} = 0,625 \quad (62,58\%)$$

$$q_2^{(t)} = \frac{0,001}{0,016} = 0,063 \quad (6,3\%)$$

$$q_3^{(t)} = \frac{0,0}{0,016} = 0,00 \quad (0,00\%)$$

$$q_4^{(t)} = \frac{0,005}{0,016} = 0,312 \quad (31,2\%)$$

$q_1 > q_4 > q_2 > q_3$;
Kriterijų prioritetų eilutė: $K_1 > K_4 > K_2 > K_3$;



1 pav. Teorinis kriterijų reikšmingumas, %

Šaltinis: sudaryta autorių

Apskaičiavus kelių rekonstrukcijos alternatyvių projektinių sprendimų teorinį kriterijų reikšmingumą, taikant entropijos metodą, galiu spręsti jog nagrinėtų kelių rekonstrukcijų pagrindinis ir svarbiausias kriterijus yra kaina (62,58%), sekantis pagal svarbumą kriterijus – darbų kvalifikacijos lygis (31,2%), toliau – darbų trukmė (6,3%), mažiausias pagal svarbumą – ilgaamžiškumas (0%).

Subjektyvaus kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą. Sekančiame etape nustatysiu kelio rekonstrukcijų alternatyvių projektinių sprendimų vertinimo kriterijų subjektyvų reikšmingumą, taikant porinio palyginimo metodą.

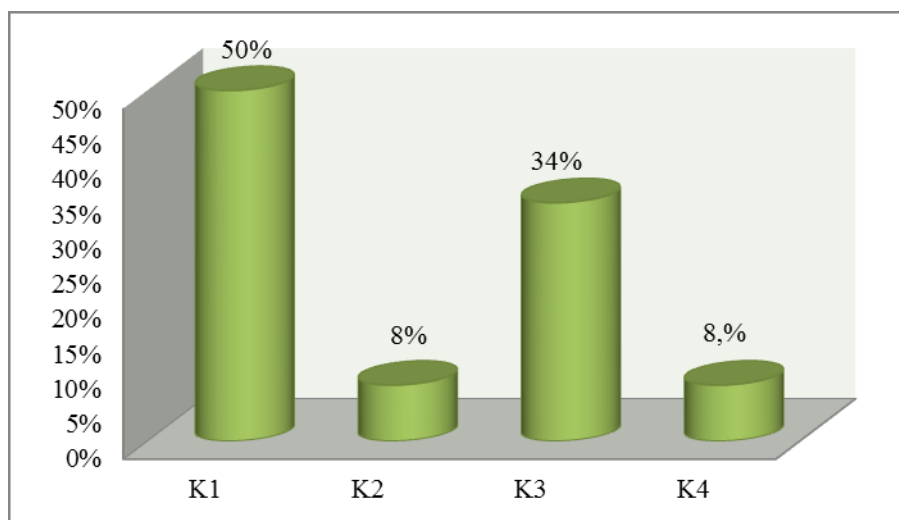
Nustatau rekonstrukcijos alternatyvių projektinių sprendimų vertinimo kriterijų subjektyvų reikšmingumą, taikydamas porinio palyginimo metodą, pagal užsakovo pateiktą kriterijų prioritetų eilutę: $K_1 > K_3 > K_2 = K_4$. Kriterijai yra surašomi į matricą, kiekvienam kriterijui yra priskiriamas balas iš intervalo (0;2) skaičius. Pildant matricą svarbiausiam kriterijui yra priskiriama skaičius 2 lyginant jį su kitu kriterijum, o kitam kriterijui priskiriama skaičius 0. Jeigu abu kriterijai yra vienodai svarbūs jiems abiem skiriama po 1 balą. Gauti rezultatai pateikti 4 lentelėje, grafiškai rezultatai pavaizduoti 2 paveiksle.

4 lentelė

Vertinimo kriterijų subjektyvus reikšmingumas

Kriterijai	K_1	K_2	K_3	K_4	Σ	q_j	%
K_1	-	2	2	2	6	0.5	50
K_2	0	-	0	1	1	0.08	8
K_3	0	2	-	2	4	0.34	34
K_4	0	1	0	-	1	0.08	8
					12	1	100

Šaltinis: sudaryta autorių



2 pav. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas, %

Šaltinis: sudaryta autorių

Nustačius kelių rekonstrukcijos alternatyvių projektinių sprendimų subjektyvų reikšmingumą, galiu spręsti jog nagrinėtų kelių rekonstrukcijų svarbiausias kriterijus kaina, kurios reikšmingumas 50%, antroje vietoje – ilgaamžiškumas - 34%, o vienodai svarbūs kriterijai - įrengimo trukmė ir darbininkų kvalifikacija, kurių reikšmingumas 8%.

Racionalaus sprendimo nustatymas, taikant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą. Taikant šį metodą racionalus inžinerinis sprendimas nustatomas, tokia seka:

Parengiama pradinių duomenų matrica į kurią surašomi nustatyti kriterijų duomenys (5 lentelė).

Panaikinamos matavimo dimensijos ir suvienodinamas duomenų intervalas. Normalizavimas atliekamas, taikant tiesinį normalizavimą naudojant šias formules:

- Kai kriterijus maksimizuojamas naudojama ši formulė
$$P_{ij} = \frac{X_{ij}}{\max_j} \quad (5)$$

- Kai kriterijus minimizuojamas naudojama ši formulė $P_{ij} = \frac{min_{ij}}{X_{ij}}$ (6)

čia P_{ij} -normalizuojamos matricos narys; X_{ij} -Pradinės duomenų matricos narys kuris normalizuojamas; max_{ij}, min_{ij} - maksimali arba minimali normalizuojamo kriterijaus reikšmė.

Nustatant kiekvieno kriterijaus naudingumo vertę, pasirenkama skalė [0:10], pagal kurią didžiausiai kriterijaus skaitinei reikšmei normalizuotoje skalėje skiriama maksimali balų suma 10. Atitinkamai kitos reikšmės apskaičiuojamos pagal proporciją. Skaičiavimo rezultatai pateikiami 5 lentelėje.

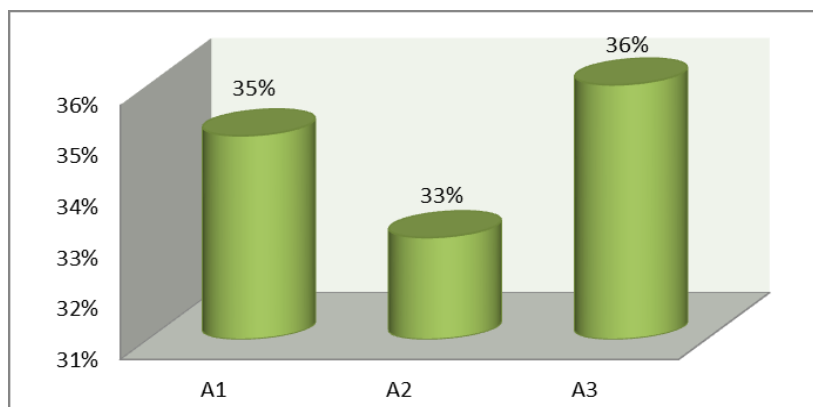
5 lentelė

Sprendimų naudingumas, neįvertinus kriterijų reikšmingumo

Matrica P						Matrica \bar{P}			Naudingumo vertė C (0;10)		
	A ₁	A ₂	A ₃	Kriterijų optimalumas	Geriausia reikšmė	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃
K ₁	2994538	3432734	4173732	min	2994538	1	0,872	0,717	10	8,72	7,17
K ₂	8208.49	8506,49	8908,69	min	8208.49	1	0,965	0,921	10	9,65	9,21
K ₃	15	20	30	max	30	0,5	0,666	1	5	6,66	10
K ₄	4,01	3,15	3,80	max	4,01	1	0,786	0,948	10	7,86	9,48
Σ									35,00	32,89	35,86

Šaltinis: sudaryta autorių

Visi rezultatai pavaizduojami grafiškai (žr. 3 pav.).



3 pav. Sprendimų naudingumas, kai neįvertintas kriterijų reikšmingumas

Šaltinis: sudaryta autorių

Taikant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą nustatyta, kad racionalus kelio rekonstrukcijos projektinis sprendimas kai neįvertintas kriterijų reikšmingumas, yra trečiasis variantas - tiesaus kelio tiesimas nuo trasos pradžios iki pabaigos.

Norint įvertinti nustatytą teorinį kriterijų reikšmingumą, sudaroma matrica $Cxq_{(t)}$ (žr. 6 lentelė).

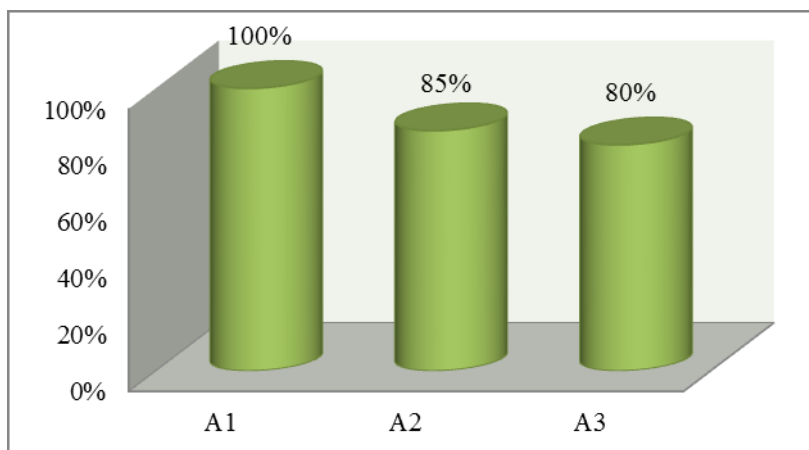
6 lentelė

Kelio rekonstrukcijos sprendimų naudingumas, kai įvertinamas teorinis kriterijų reikšmingumas

q _(t) , %	Matrica $Cxq_{(t)}$		
	A ₁	A ₂	A ₃
62,5	625	545	447,13
6,3	63	60,80	58,02
0,00	0	0	0
31,2	312	245,23	295,78
Σ	1000	851,03	800,93

Šaltinis: sudaryta autorių

Taikant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą ir kriterijų teorinį reikšmingumą, kai svarbiausi kriterijai buvo kaina ir darbininkų kvalifikacija, nustatyta, jog racionaliausias kelio rekonstrukcijos projektinis sprendimas yra pirmasis variantas - kelio rekonstrukcija su nedideliais kelio elementų pataisymais. Sekantis pagal reikšmingumą buvo trečiasis variantas - tiesaus kelio tiesimas nuo trasos pradžios iki pabaigos ir mažiausiai reikšmingas buvo antrasis sprendimas - kelio rekonstrukcija dabartinio kelio vietoje.



4 pav. Kelio rekonstrukcijos sprendimų naudingumas, kai įvertintas teorinis kriterijų reikšmingumas
Šaltinis: sudaryta autorių

Norint įvertinti nustatytą subjektyvų kriterijų reikšmingumą, sudaroma matrica C_{xq} (žr. 7 lentelę).

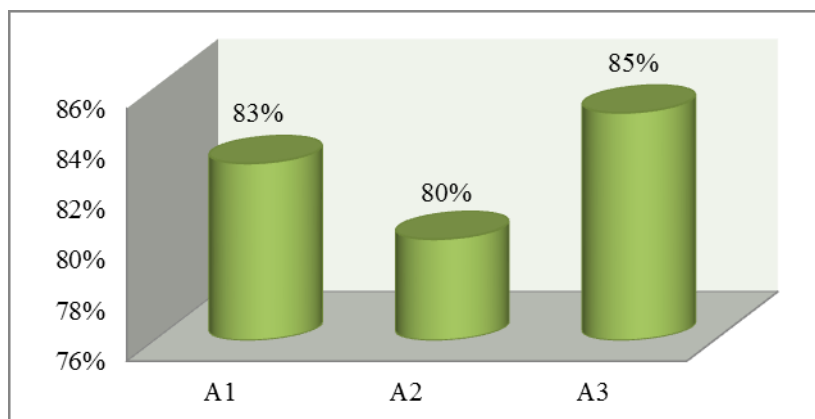
7 lentelė

Kelio rekonstrukcijos sprendimų naudingumas, kai įvertinamas subjektyvus kriterijų reikšmingumas

q, %	Matrica C_{xq}		
	A ₁	A ₂	A ₃
50	500	436	358,50
8	80	77,20	73,68
34	170	226,44	340
8	80	62,88	75,84
Σ	830	802,52	848

Šaltinis: sudaryta autorių

Pagal gautus skaičiavimo rezultatus, galima užrašyti tokią kelio rekonstrukcinių sprendimų prioritetų eilutę: $A_3 > A_1 > A_2$. Grafiškai rezultatai pavaizduoti 5 pav.



5 pav. Kelio rekonstrukcijos sprendimų naudingumas, kai įvertinamas subjektyvus kriterijų reikšmingumas
Šaltinis: sudaryta autorių

Atlikus daugiakriterinį kelio rekonstrukcijos sprendimų vertinimą, kai įvertintas subjektyvus kriterijų

reikšmingumas, kur svarbiausi kriterijai - kaina ir ilgaamžiškumas nustatyta, kad racionaliausias kelio rekonstrukcijos projektinis sprendimas yra trečias variantas - tiesaus kelio tiesimas nuo tramos pradžios iki pabaigos jis surinko 848 balus. Tik truputi mažiau - 830 balų surinko pirmas variantas - kelio rekonstrukcija su nedideliais kelio elementų pataisymais, prisilaikant senojo kelio. Trečioje vietoje liko kelio rekonstrukcija dabartinio kelio vietoje (antras variantas). Jis surinko 802,52 balus. Nors dviem atvejais gautas racionalus rekonstrukcijos sprendimas yra tiesaus kelio tiesimas nuo tramos pradžios iki pabaigos (A₃), tačiau galima svarstyti ir pirmo varianto - kelio rekonstrukcija su nedideliais kelio elementų pataisymais, prisilaikant senojo kelio, pasirinkimo galimybę, nes jis nuo trečiojo varianto labai mažai skiriasi. Todėl įvertinus šiuo metu esančią ekonominę padėtį, projekte pasirenkamas pigesnis pirmasis variantas - kelio rekonstrukcija su nedideliais kelio elementų pataisymais, prisilaikant senojo kelio.

Išvados

1. Kelio rekonstrukcijos sprendimams įvertinti sudaryta vertinimo kriterijų sistema: kelio rekonstrukcijos kaina (K1), darbų trukmė (K2), ilgaamžiškumas (K3) ir darbininkų kvalifikacijos lygis (K4).

2. Atlikus vertinimo kriterijų sistemų reikšmių skaičiavimus gauta: kelio rekonstrukcijos kaina (K1) – 2994538 tūkst. Lt, darbų trukmė (K2) – 8208.49 žm. val., ilgaamžiškumas (K3) – 15 m., darbininkų kvalifikacijos lygis (K4) – 4,01 vidutinė kategorija.

3. Apskaičiavus kelių rekonstrukcijos alternatyvių projektinių sprendimų teorinį kriterijų reikšmingumą, taikant entropijos metodą, pastebėta, kad nagrinėtų kelių rekonstrukcijų pagrindinis ir svarbiausias kriterijus yra kaina (62,58%), sekantis pagal svarbumą kriterijus – darbų kvalifikacijos lygis (31,2%), toliau – darbų trukmė (6,3%), mažiausias pagal svarbumą – ilgaamžiškumas (0%). Nustačius kelių rekonstrukcijos alternatyvių projektinių sprendimų subjektyvų reikšmingumą, gauta jog nagrinėtų kelių rekonstrukcijų svarbiausias kriterijus kaina, kurios reikšmingumas 50%, antroje vietoje – ilgaamžiškumas – 34%, o vienodai svarbūs kriterijai - įrengimo trukmė ir darbininkų kvalifikacija, kurių reikšmingumas 8%.

Taikant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą ir kriterijų teorinį reikšmingumą, kai svarbiausi kriterijai buvo kaina ir darbininkų kvalifikacija, nustatyta, jog racionaliausias kelio rekonstrukcijos projektinis sprendimas yra pirmasis variantas - kelio rekonstrukcija su nedideliais kelio elementų pataisymais.

4. Įvertinus šiuo metu esančią ekonominę padėtį, projekte pasirenkamas pigesnis kelio rekonstrukcija su nedideliais kelio elementų pataisymais, prisilaikant senojo kelio variantas.

Literatūra

1. Čygas D., D.Žilionienė. Automobilių kelių inžinerija. Vilnius: 2005. 146 p.
2. Čyras P., G. Umbrasas. Ekologija ir kelių tiesimo aplinkosauga. Vilnius: 1994. 209 p.
3. Lukošūnas S., Palšaitis E., Rokas S., Pranaitis V., Tamaševičius A., Vidurgis L. Kelių tiesimas. Vilnius: 1995. 395 p.
4. Medelienė V. Taikomųjų tyrimų metodologijos konspektas. Kaunas, 2006.
5. Palšaitis E., Vidugiris L. Automobiliu kelių projektavimas. Vilnius: 1999. 437 p.
6. Valaitis V. Kelių grunto ruošimo ir asfaltavimo darbų mokomoji knyga. Kaunas, 2008. 344 p.
7. Statybos taisyklės = Bendrieji susisiekimo komunikacijų (automobilių kelių, gatvių) tiesimo darbai: 2003. Vilnius.
8. KTR 2007 m. vasario 21 d. Nr. 224: ST 8871063.03: 2003. Automobilių kelių inžineriniai geodeziniai tyrinėjimai. 2003, 16 p. ST 188710638.06:2004. Automobilių kelių Žemės sankasos įrengimas, 2004, 104 p. ST 8871063.09: 2004. Automobilių kelių techninė priežiūra. 2004, 37 p.
9. Laikinosios kelio specialiojo planavimo dokumentų rengimo, derinimo ir tvirtinimo taisyklės. LAKD 2003, 11 p.
10. STR.2,06,03 = Automobilių keliai: 2001-2002 Vilnius.
11. Lietuvos susisiekimo ministerija. 2008- 2013 metų strateginis veiklos planas [interaktyvus]. 2009, [žiūrėta 2012-04 01]. P. 1. Prieiga per Internetą: <www.lra.lt>.
12. Gaminių techniniai parametrai [interaktyvus]. 2008, [žiūrėta 2012-04-12]. P. 1. Prieiga per Internetą: <www.viacon.lt.php/vamzdžiai.metaliniai>.
13. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Naujienos [interaktyvus]. [žiūrėta 2012-05-02]. P.1. Prieiga per Internetą: <www.am.lt>.

ANALYSIS OF THE ALTERNATIVE ROAD ARIOGALA - PALIEPIAI - ILGIZIAI RECONSTRUCTION SOLUTIONS

Summary

Unpaved roads pollute the environment, poses a significant noise and aggravates traffic conditions. Existing gravel coating on of the road Ariogala - Paliepai - Ilgiziai leads dust on the farmsteads and villages located near this road. The article presents an analysis of the alternative road reconstruction solutions.

Keywords: the black road surface, enriched gravel, frost-resistant sand, dolomite rubble.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Regina Motienė

Mokslo laipsnis ir vardas: lektorė

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Elektromechanikos fakulteto socialinių ir humanitarinių mokslų katedros lektorė

Autoriaus mokslinių interesų sritys: inžinerinių tyrimų metodologija, kelių inžinerinių konstrukcijos

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 69944575, ktc@ktk.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Darius Pranciulis

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vietą ir pozicija: UAB „Ukmergės keliai“ darbų vadovas

Autoriaus mokslinių interesų sritys: kelių inžinerinių konstrukcijų projektavimo ir gamybos technologijos

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 61577909

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Regina Motienė

Science degree and name: lecturer

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty, Department of Social and Humanitarian Sciences, lecturer

Author's research interests: methodology of engineering sciences, road engineering constructions

Telephone and e-mail address: 8 69944575, ktc@ktk.lt

Author name, surname: Darius Pranciulis

Science degree and name: -

Workplace and position: Joint-stock company “Ukmergės keliai” works manager

Author's research interests: design and manufacturing technologies of engineering road constructions

Telephone and e-mail address: 8 61577909

VIBRACINIAI MECHANIZMAI AUTOTRANSPORTO PRIEMONĖSE

Vytenis Naginevičius, Skirmantas Adomavičius

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Atliktų įvairių konstrukcijų vibracinių mechanizmų, skirtų autotransporto priemonių mechanizmų funkcionalumui užtikrinti, tyrimų metu atsiskleidė keletas su virpesiais žadinančių įrenginių darbo režimo stabilumo užtikrinimo problemų. Darbe pateikiama keleto vibracinių mechanizmų konstrukcijų ir veikimo principų apžvalga bei virpesių dažnio stabilumo užtikrinimo problemų sprendimo būdai.

Reikšminiai žodžiai: vibracinis mechanizmas, skysčio srauto reguliavimas, dozavimas, pjekokeraminis daviklis, autosensorinė sistema.

Įvadas

Tyrimo objektas – autotransporto priemonėse naudojami vibracijomis valdomi įtaisai ir įrengimai. Darbo **tikslas** – suformuoti ir dalinai spręsti vibracinių mechanizmų valdymo problemas. Tikslui pasiekti keliamais **uždaviniais** yra:

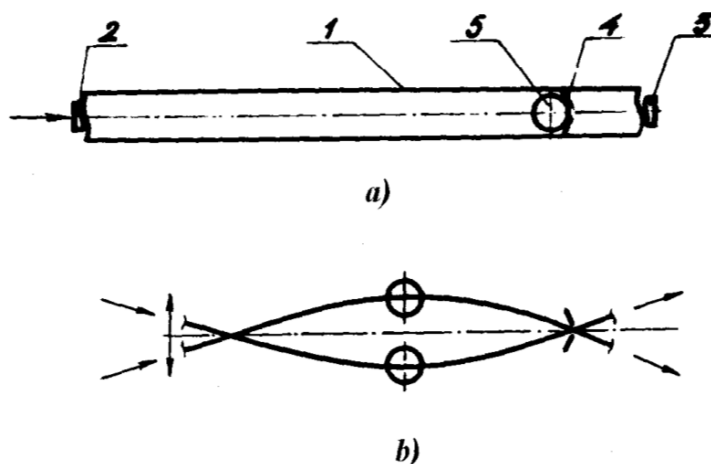
1. Vibracinių mechanizmų konstrukcijų ir veikimo principų analizė;
2. Specifinių reikalavimų mechanizmų valdymui įvedimas, vibratoriais panaudojant pjekokeraminius elementus;
3. Valdymo schemų gamybos analizė;
4. Rekomendacijos.

1. Vibracinių vožtuvų šeima

Kalba eina apie vibracinius vožtuvinius mechanizmus, kurie naudojami autotransporto priemonėse kuro įpurškimo dozavimui, kuro srauto valdymui ir reguliavimui. Pateiksime keleto charakteringų konstrukcijų analizę.

1.1. Vibracinis vožtuvas

Vibracinio vožtuvo schema pateikiama 1 pav. Veikimo principas detaliai išnagrinėtas darbe [1] ir [2]. 2 pav. parodyta holografinė interferograma, kuri charakterizuoja vamzdžio konstrukcijos deformacijas skersine kryptimi, t.y. skersinių virpesių amplitudės pasiskirstymą ilgio atžvilgiu.



1 pav. Vibracinis vožtuvas:

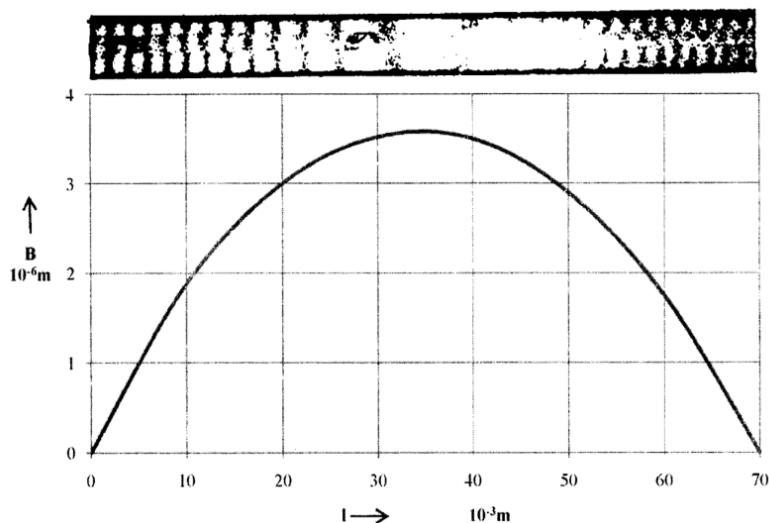
a – vibracinio vožtuvo schema: 1 – vamzdis; 2, 3 – įėjimo ir išėjimo kanalai; 4 – lizdas; 5 – uždarančiasis elementas; b – lenkimo virpesių vamzdyje 1 forma ir uždarančiojo elemento padėtis

Darbe [3] holografinės interferometrijos pagalba nustatomi skersinių vamzdžio virpesių mazginiai taškai, kurie svarbūs dislokuojant vožtuvo sandarinimo lizdus.

Analitinių dinaminųjų procesų vožtuve tyrimo išvada byloja, jog vožtuvo atsidarymo sąlyga išreiškiama lygtimi (1):

$$P < 0,25\omega^2 \cdot M \cdot k \cdot B^2, \quad (1)$$

čia P – slėgio jėga, veikianti uždarančią elementą; ω – vamzdžio 1 virpesių dažnis; B – vamzdžio 1 virpesių amplitudė; k – banginis skaičius, rodantis vamzdžio tamprumo ir skerspjūvio charakteristikas; M – uždarančiojo elemento masė.



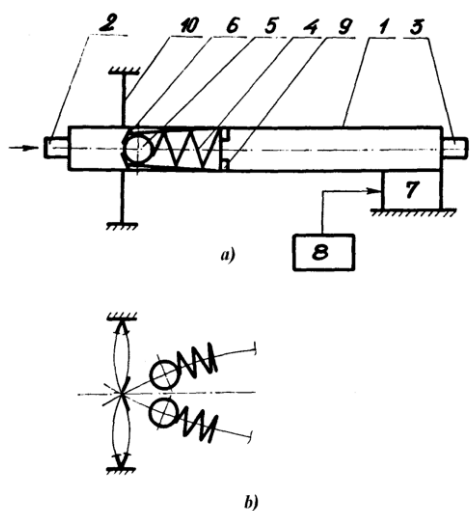
2 pav. Vamzdžio holografinė interferograma ir amplitudės pasiskirstymas ilgio atžvilgiu

Akivaizdu, kad sąlygos tenkinimui reikia didžiausios vamzdžio virpesių B amplitudės, kas palyginti lengvai užtikrinama žadinant vamzdyje skersinius virpesius rezonansiniame dažnyje. Šis, dėl to, kad vamzdyje būna skirtingas kuro kiekis, keičia jo virpesių charakteristikas (rezonansinį dažnį ir amplitudę).

Todėl reikalingas adaptyvus vibratorius ir jį valdančios elektroninės schemos sistema, gebanti reaguoti į minėtus pokyčius.

1.2. Skysčio srauto reguliatorius

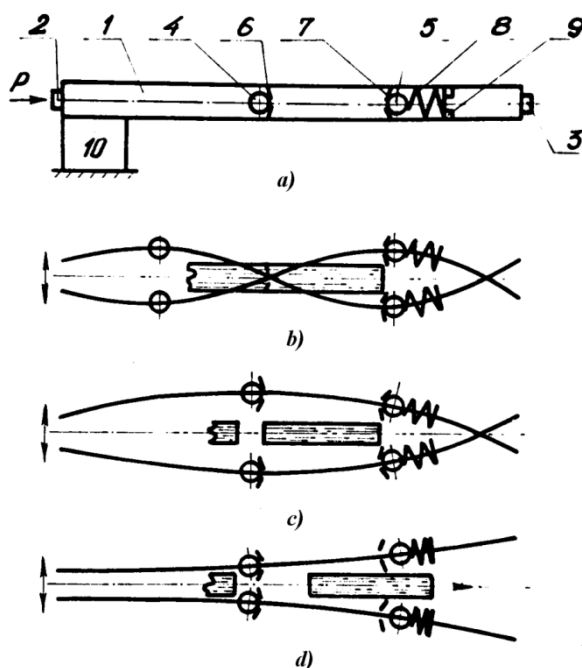
Jo schema pateikiama 3 pav., o veikimo principas ir ypatumai atskleisti darbe [4]. Charakterizuojant šį įrenginį, vėlgi svarbu pabrėžti, kad jo sėkmingam funkcionavimui svarbus yra rezonansinis sistemos darbo režimas, t.y. kai vamzdžio 1 membranos 10 ir vibratoriaus 7 virpesių nuosavi dažniai sutampa. Tai turi būti padaryta adaptyvios sistemos generatoriaus – vibratoriaus pagalba.



3 pav. Skysčio srauto reguliatorius: a – reguliatoriaus schema: 1 – vamzdis; 2,3 – įėjimo ir išėjimo kanalai; 4 – spyruoklė; 5 – uždarančysis elementas; 6 – lizdas; 7 – vibratorius; 8 – generatorius; 9 – atrama; 10 – membrana; b – lenkimo virpesių stovinti banga ir uždarančiojo elemento padėtis

1.3. Vibracinis skysčio dozatorius

Jo schema pateikiama 4 pav., o veikimo principas ir ypatumai atskleisti darbe [5]. Šio įrenginio tikslaus skysčio dozavimo užtikrinimui reikalingas greitas dažnio pakeitimo ir fiksavimo procesas, išlaikant virpesius rezonansiniuose režimuose vamzdžiui 1 virpant pirma, antra bei trečia nuosava lenkimo virpesių forma.



4 pav. Vibracinis skysčio dozatorius: a – dozatoriaus schema: 1 – vamzdis; 2,3 – įėjimo ir išėjimo kanalai; 4,5 – uždariantys elementai; 6,7 – lizdai; 8 – spyruoklė; 9 – atrama; 10 – vibratorius; b – trečia nuosava lenkimo virpesių vamzdyje 1 forma; c – antra nuosava lenkimo virpesių vamzdyje 1 forma; d – pirmą nuosava lenkimo virpesių vamzdyje 1 forma

Vibracinių vožtuvų mechanizmų šeimą tiriančiuose darbuose dėl įvairių priežasčių susiduriama su dažnio greito keitimo, adaptyvaus fiksavimo (nuolat rezonanse) ir stabilizavimo priemonėmis, taip pat su vibratoriais, kuriais dažniausiai tarnauja pjezokeramika (dėl santykinai mažų gabaritų ir todėl aukštesnių dažnių) ypatumais.

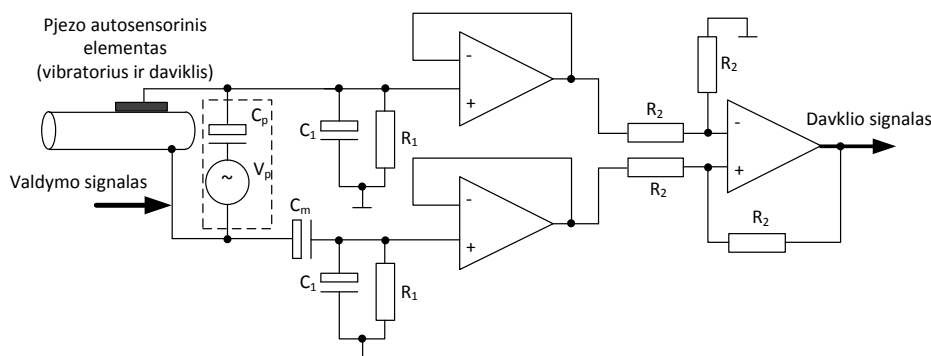
Siūlome sprendimus šioms problemoms spręsti.

2. Elektroninė dažnio matavimo sistema

2.1. Auto sensorinių vibratorių veikimo principas

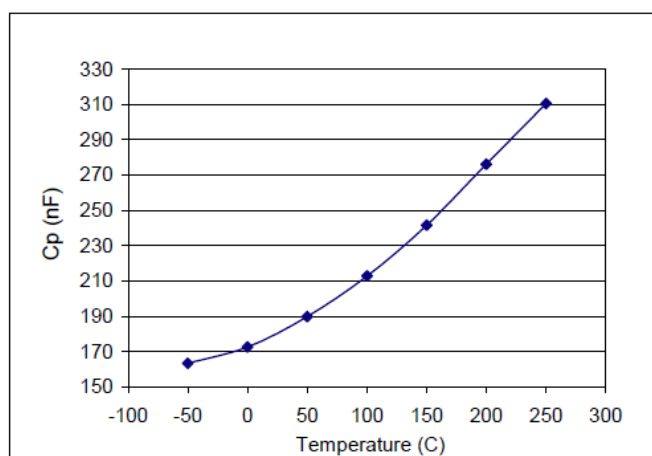
Auto sensorinių (self-sensing) vibratorių veikimo principas pagrįstas vieno pjezo elemento panaudojimu davikliui ir vibratoriumi. Pasislinkęs mechaninės sistemos rezonansas iš karto fiksuojamas pagal pasikeičiantį daviklio išėjimo signalą. Tai elektriškai realizuojama specialios elektrinės grandinės pagalba. Tačiau, dėl kintančių aplinkos poveikio (temperatūros, santykinės drėgmės ir t.t.) užtikrinti šios grandinės stabilumą, o ir daviklio matuojamą mechaninės sistemos virpesių dažnį yra sudėtinga, kadangi daviklio talpa labai priklauso nuo temperatūros. Sistemos stabilumą gerina talpuminis sistemos subalansavimas, kadangi pjezo daviklis pasireiškia santykinai dideliu elektrinės talpos pokyčiu dėl temperatūros pokyčio (paprastai 100nF eilės).

Vibracijų valdymo ir daviklio signalas paduodamas ir gaunamas per tą pačią liniją, tačiau jų amplitudės skiriasi keletą kartų, todėl daviklio signalui atskirti reikalinga atskyrimo grandis, dar literatūroje [6] sutinkama „tilto“ terminu (5 pav.). Tai stiprintuvai su neigiamuoju grįžtamoju ryšiu ir komparatorius, lyginantis daviklio įtampą V_p tiesioginiame įėjime (priklausančia nuo suderinimo kondensatoriaus C_m) su įtampa invertuotame įėjime (priklausančia nuo daviklio kondensatoriaus C_p), taip formuodamas daviklio signalo atskyrimo grandies išėjimo signalą.



5 pav. Daviklio signalo atskyrimo grandis

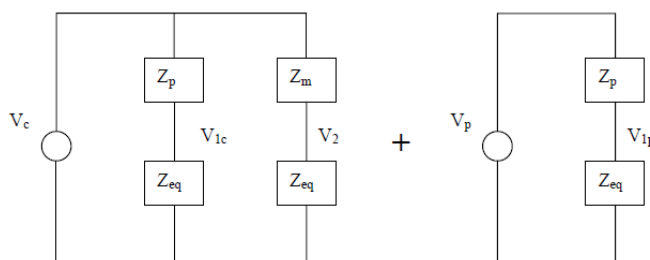
Autosensorinį pjezo elementą galima modeliuoti kaip įtampos šaltinį V_p (daviklį) ir kondensatorių C_p (vibratorių) sujungtus nuosekliai. Įtampos šaltinyje V_p įtampa atsiranda pjezo elemento deformacijos pasekoje, kondensatoriaus talpumas C_p – dėl elektrinių pjezo elemento savybių. Daviklio signalo atskyrimo grandinės subalansavimui naudojamas kondensatorius C_m , kurio tikslus parinkimas smarkiai įtakoja daviklio signalo tikslumą. Schemoje R_1 ir C_1 yra signalo formavimo grandys. Pjezo elemento temperatūrinis talpumo kitimas pavaizduotas 6 pav. [6]. Kadangi dėl temperatūros kitimo pjezo elemento talpumas kinta ženkliai, grandinės įėjimo suderinimui naudojamo kondensatorius C_m parinkimas tampa sudėtingas.



6 pav. Tipinė pjezo elemento talpumo priklausomybė nuo temperatūros (pavaizduota 5A medžiagos tipo 70x10x0,1 mm) [6]

2.2. Auto sensorinių vibratorių analitinis modelis

Pirma analitinio modelio dalis susideda iš pjezo elemento daviklio įtampos (V_p) kitimo priklausomai nuo pjezo elemento deformacijos, kuri yra proporcinga įtampai paduotai į pjezo elementą. Antra modelio dalis apibrėžia dinamines daviklio signalo atskyrimo grandinės savybes. Ši grandinė superpozicijos principu gali būti padalinta į dvi dalis, kur dinamines daviklio signalo atskyrimo grandinės savybės pakeičiamos ekvivalentiniais impedansais (7 pav.).



7 pav. Supaprastinta ekvivalentinė schema: Z_p – pjezo daviklio impedansas; Z_m – pjezo vibratoriaus impedansas; z_{eq} – ekvivalentinis signalo atskyrimo grandinės impedansas

Tokią ekvivalentinę schemą galima analizuoti kaip įtampos daliklį. Valdymo įtampa V_c ir daviklio įtampa V_p yra nežinomų dažnių kintamos įtampos šaltiniai. Pjezo autosensoriaus įtampą V_s galima išreikšti kaip įtampos skirtumą tarp V_1 ir V_2 (2) lygtyje, kur V_1 yra išreikšta kaip suma V_{1c} ir V_{1p} .

$$V_s = V_1 - V_2 = V_{1c} - V_2 + V_{1p}, \quad (2)$$

kurią galima išreikšti sekančiai (3):

$$V_s = \frac{Z_{eq}}{Z_{eq} + Z_p} V_c - \frac{Z_{eq}}{Z_{eq} + Z_m} V_c + \frac{Z_{eq}}{Z_{eq} + Z_p} V_p \quad (3)$$

Atilikus (3) Laplace transformaciją s plokštumoje galima (2) išreikšti sekančiai (4):

$$V_s = \frac{C_p \cdot R_1 \cdot s}{R_1 \cdot s \cdot (C_1 + C_p) + 1} V_c - \frac{C_m \cdot R_1 \cdot s}{R_1 \cdot s \cdot (C_1 + C_m) + 1} V_c + \frac{C_p \cdot R_1 \cdot s}{R_1 \cdot s \cdot (C_1 + C_p) + 1} V_p \quad (4)$$

Iš (4) galima daryti išvadą, kad jeigu C_p yra lygu C_m , daviklio signalo atskyrimo grandis yra subalansuota, ir daviklio įtampa (V_p) yra tiesiogiai proporcinga valdymo įtampai (V_c) bet kuriuo laiko momentu, t.y. jų dažniai sutampa. Jei daviklio signalo atskyrimo grandis yra nesubalansuota, sistema potencialiai gali būti nestabili, ir sunkiai valdoma, t.y. rezonansinis dažnis bus nustatytas neteisingai ir pasislinkęs mechaninės sistemos rezonansas nesuteiks norimos vibracinės sistemos valdymo charakteristikos.

Išvados

1. Pateikta vibracinių vamzdinių mechanizmų konstrukcijų apžvalga ir funkcinių ypatumų analizė;
2. Suformuoti apibrėžti su dažnio fiksavimu susiję reikalavimai vibratorių valdymui;
3. Atlikta valdymo schemos analizė leidžianti vieną pjezo elementą panaudoti davikliui ir vibratoriui;
4. Pateiktas analitinis modelis įrodantis būtinumą subalansuoti daviklio signalo atskyrimo grandį.

Literatūra

1. Ragulskis K. M.; Naginevičius V. V. Mališauskas M. A. Vibroklaipanas skysčio srauto reguliavimui. (Виброклапан для управления потоком жидкости. Авторское свидетельство СССР. № 1247605, Опытл. в БИ 28, 1986)
2. Naginevičius V. The aspects of possibility to apply alternative fuel injection systems / Vytenis Naginevičius, Vitas Lendraitis // TRANSPORT. ISSN 168-4142. 2004 Vol XIX, No 4, p. 180
3. Naginevičius V. Speičys V. Avotins J. Vibratory distribution Nozzle. Transport Means, 2009: tarptautinės konferencijos pranešimų medžiaga. Kaunas, 2009
4. Ragulskis K. M.; Naginevičius V. V. Skysčio srauto reguliatorius. (Регулятор потока жидкости. Авторское свидетельство СССР. № 3920225/25-06, 1986)
5. Ragulskis K. M.; Naginevičius V. V. ir kt. Vibracinis skysčio dozatorius. (Вибрационный дозатор жидкости. Авторское свидетельство СССР. № 4002598/24-10, 1986)
6. Journal of Intelligent Material Systems and Structures [interaktyvus]. Improved Piezoelectric Self-Sensing Actuation. Engineering Sciences & Application Division Weapon Response Group Los Alamos [žiūrėta 2012-05-01] NM 87545. LA-UR-03-8314. Prieiga per internetą: <http://institute.lanl.gov/ei/pdf_files/JIMSS2004.pdf>

VIBRATIONAL MECHANISMS IN MOTOR VEHICLES

Summary

During implementation of the studies of various construction of vibrational mechanisms for motor vehicles to ensure the functionality of the machines a number of problems with the vibration exciting device operating mode stability were uncovered.

In this paper a number of vibrational mechanisms structures, operation principles and oscillation frequency stability problem-solving techniques are presented.

Keywords: vibratory mechanism, fluid flow control, dosage, piezoceramic sensor, autosensory system.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Vytenis Naginevičius

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras, docentas

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Elektromechanikos fakulteto dekanas

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

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

Autoriaus vardas, pavardė: Skirmantas Adomavičius

Mokslo laipsnis ir vardas:

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Elektromechanikos fakulteto, Energetikos ir elektronikos katedros asistentas

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

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

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Vytenis Naginevičius

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

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Dean of Electro Mechanical faculty

Author's research interests: mechanical engineering, hydraulic, vacuum technology, vibration and acoustic engineering, micromechanics

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

Author name, surname: Skirmantas Adomavičius

Science degree and name:

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electro Mechanical faculty Energetics and Electronics department, assistant

Author's research interests: control engineering, electronics, informational technologies

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

EKONOMIŠKOS AUTOMATINĖS APŠVIETIMO SISTEMOS ĮDIEGIMAS KAUNO TECHNIKOS KOLEGIJOJE

Valdas Paulauskas, Nerijus Baršiukaitis, Martynas Novikas
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Greitai tobulėjančios technologijos daro didžiulę įtaką šiandieninei, mus supančiai aplinkai ir naujų technologijų diegimas tampa būtinybe. Siekiant gerinti studentų mokymo kokybę, Kauno technikos kolegijoje nuolat atnaujinamos studijų programos, plečiamos mokomųjų laboratorijų galimybės. Vykdamas kolegijos elektros tinklo renovaciją, būtina tinkamai suprojektuoti elektrines sistemas, kurios užtikrintų pastato saugumą, būtų komfortiškos ir taupios. Šiame straipsnyje pateikiama, jau rengiamo, baigiamajam projektui surinkta projekcinė informacija, pateikiami siūlymai, kaip suprojektuoti Kauno technikos kolegijoje renovuojamo senojo pastato elektros apšvietimo valdymo sistemą. Projekto tikslas – pasiūlyti apšvietimo sistemą kolegijos bendrojo naudojimo patalpoms. Pagrindinė projekte sprendžiama problema – išsiaiškinti koks inžinerinis sprendimas patobulintų jau esančią patalpų apšvietimo sistemą? Projekte bus analizuojami apšvietimo sistemų analogai, sistemos valdymui bus siūlomas valdiklis. Valdiklio programai patikrinti, projektuojamas ir gaminamas laboratorinis standas, imituojantis apšvietimo sistemą.

Reikšminiai žodžiai: apšvietimas, valdymas, protingas namas, standas.

Įvadas

Vykdamas kolegijos elektros tinklo renovaciją, pagrindinis dėmesys yra skiriamas saugios, komfortiškos ir taupios elektrinės apšvietimo sistemos suprojektavimui, tam pasitelkiant protingo namo koncepciją. Protingas pastatas – tai būstas, kuriame visos inžinerinės sistemos: šildymo, vėdinimo, oro kondicionavimo, apšvietimo, apsaugos ir kitos – sujungtos į vieną, kuri prisitaiko pagal žmogaus poreikius. Protingo pastato apšvietimo sistemos leidžia vieno mygtuko paspaudimu įjungti – išjungti bei automatiškai reguliuoti skirtingas apšvietimo grupes. Automatinis valdymas – šviesa įsijungia, įeinant į patalpas ir išsijungia išeinant iš jų. Ši funkcija dažniausiai naudojama praeinamose patalpose: prieškambariuose, koridoriuose, sandėliuose, laiptinėse ir šalia pastatų esančiuose takuose. Apšvietimo trukmė nustatoma individualiai kiekvienai zonai arba valdoma įprastu jungikliu. Automatinio šviestuvų valdymo zonose galima keisti apšvietimo ryškumą ir trukmę priklausomai nuo pasirinktos paros laiko – protingi namai „jaučia“ tamsųjį paros laiką ir patys įjungia šviesą ten, kur jiems nurodyta.

Straipsnyje gvildenamas pagrindinis **probleminis klausimas** – koks inžinerinis sprendimas leistų patobulinti esančią patalpų apšvietimo sistemą, pagal nustatytus techninius reikalavimus?

Tyrimo objektu pasirinktas Kolegijos koridorių apšvietimo sistemos projektavimas.

Tyrimo tikslas – pasiūlyti apšvietimo sistemą kolegijos koridoriams.

Projektuojant apšvietimo sistemą iškelti tyrimo **uždaviniai**:

- 1) išanalizuoti rinkoje esančių apšvietimo sistemų valdymo analogus ir parinkti optimalų variantą;
- 2) pagal reikalavimus suprojektuoti prijungimo elektrinę principinę schemą, parinkti šviestuvus ir valdymo įrangą;
- 3) sprendimą pagrįsti ekonominiais skaičiavimais;
- 4) suprojektuoti laboratorinį standą valdiklio programos patikrinimui.

Pasirinkti šie projektuojamos apšvietimo sistemos **tyrimo metodai**:

- 1) projektuojamos sistemos komponentų, įrangos ir komponavimo būdų parinkimui naudojama techninės dokumentacijos analizės metodas;
- 2) atliekant sistemos testavimą bei derinimą naudojamas techninės įrangos analizės metodas;
- 3) inžinerinių skaičiavimų metodas taikomas pagrindžiant techninius sprendimus.

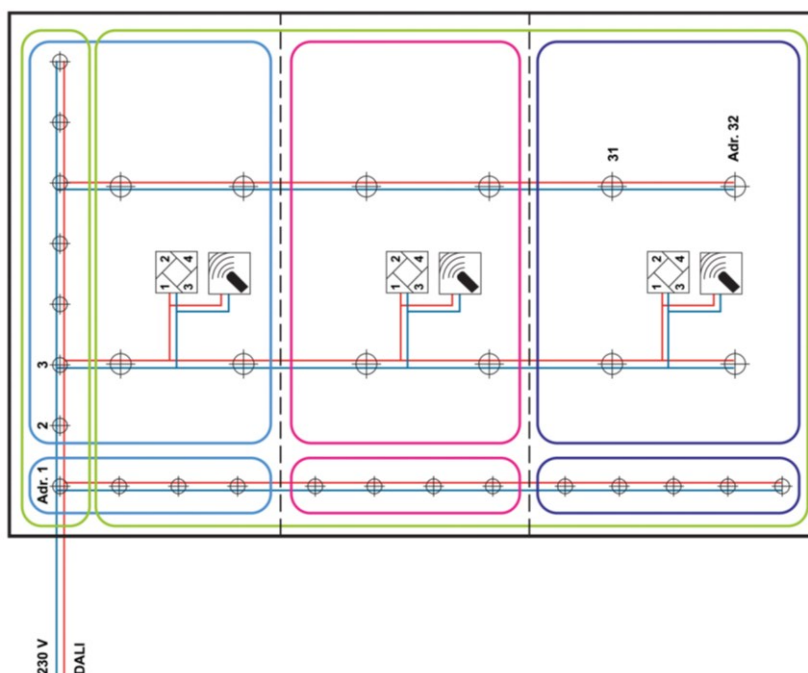
1. Analogiškų prietaisų, esančių rinkoje apžvalga

Projektuojant sistemą, vienas svarbiausių uždavinių yra sistemos realizavimo būdų apžvalga. Todėl prieš pradėdamas projektuoti apšvietimo sistemą, reikia parinkti tinkamą sistemą ir valdiklį, subalansuoti tinkamus ARS (automatinio reguliavimo sistemos) ryšius ir sukomplektuoti tinkamą įrangą ir prijungimus.

Rinkoje yra didelis automatinų apšvietimo sistemų pasirinkimas. Sparčiai augant komforto mėgėjų skaičiui, atsiranda plati panaudos rinka, bet daugumas šių sistemų yra sunkiai sumontuojamos, labai brangios ir dažnai neprieinami plačiam vartotojų ratui. Apžvelgiant apšvietimo sistemų analogus, pagrindinis dėmesys skiriamas, rinkoje esančioms populiariausioms sistemoms. Sistemų paplitimas ir populiarumas rinkoje yra

tiesiogiai susijęs su jų panaudojimo paskirtimi, komforto teikiamomis galimybėmis, instaliavimo paprastumu, nesudėtinga sistemos tobulinimo galimybe, todėl dauguma sistemų yra vienaip ar kitaip unikalios savo charakteristikomis ir paskirtimi. Analizuosime DALI, EIB, „Smart house X-10“ sistemas.

DALI - (angl. k. Digital Adresable Lighting Interfacel) – tai decentralizuota sistema, kuriai nereikia atskirų, daug vietos užimančių centrinių skydelių, blokų. Kiekvienas sistemos elementas (šviestuvo valdymo modulis, jungiklio modulis) turi integruotą programuojamąjį mikrokompiuterį, atliekantį ryšio kanalo formavimo funkciją. Sistemos elementai priskiriami, funkcijos nustatomos programiškai, šios sistemos vienas iš galimų variantų pavaizduotas 1 pav.



1 pav. DALI sistemos struktūrinė schema.

Šaltinis: <http://glamox.com/dk/dali-daempning>

Sistemos charakteristikos: visi sistemos elementai sujungiami dviejų gyslų 1,5 mm² skersmens kabeliu; maitinimo įtampos blokas, jungiklių ir šviestuvų valdymo moduliai, jutikliai jungiami lygiagrečiai; DALI linijos įtampa 9,5 – 22,4 V; didžiausia srovė – 250 mA; duomenys perduodami 1200 bodų greičiu (bodas – per vieną sekundę perduotų duomenų bitų skaičius); vientisos linijos ilgis iki 300 m; maitinimo ir valdymo linijos sujungiamos į bendrą liniją ar perdavimo kanalą; sistemos elementai jungiami neatsižvelgiant į poliškumą; DALI elementai prie EIB, LON, DSI, DMX sistemų prijungiami specialiais adapteriais; ~230 V kabeliai nutiesiami tik iki šviestuvų valdymo modulių, esančių prie šviestuvų arba elektros skydelyje. (<http://www.gaudre.lt/lt/technine-dali-linijos-specifikacija.html>)

EIB. (angl. k. European Installation Bus) – ši pastatų apšvietimo ir šildymo bei vėdinimo valdymo sistema leidžia patogiai ir paprastai valdyti šiuolaikinio pastato, individualaus namo ar buto vidaus ir lauko apšvietimą, šildytuvus, vėdinimo prietaisus. Daugybė kitų galimų funkcijų sistemą priartina prie vartotojo valdymo poreikių. (<http://www.diepold-kiefer.de/eib.htm>)

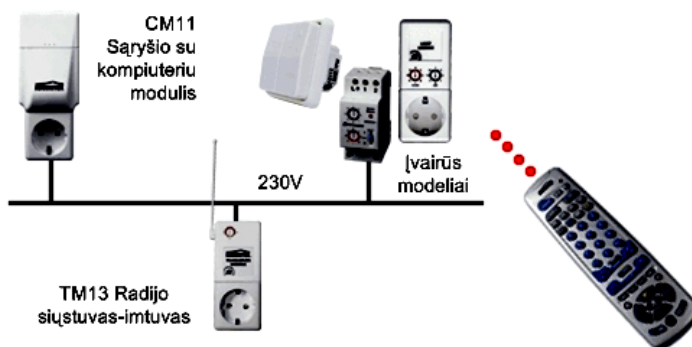
Apšvietimo scenarijų pagalba vienu mygtuko paspaudimu, susikuriamas poreikius atitinkantis apšvietimas. Centrinių valdymo funkcijų dėka galima nesirūpinti, jei palikti įjungti šviestuvai, vienu mygtuko paspaudimu galima išjungti visą apšvietimą, o jei reikia – dar ir užtraukti užuolaidas. Prie sistemos prijungus kištukinių lizdų valdymą, galima valdyti ir kitus prietaisus. Saugumui užtikrinti programuojamos laiko funkcijos junginėja šviestuvus taip, tarsi namie kažkas yra. Vienu mygtuko paspaudimu galima įjungti vidaus bei lauko apšvietimą, namo apšildymo valdymui yra galimybė keisti temperatūrinius režimus. Ekrane nustatomas atskirų šildymo zonų temperatūros bei matoma esama temperatūra. Šiame ekrane taip pat galima sužinoti visų namo šviestuvų ar kitų prietaisų būsenas bei jas keisti. Radijo pultelio ir telefoninio ryšio dėka galima pakeisti valdymo parametrus.



2 pav. EIB sistemos struktūrinė schema.
Šaltinis: <http://www.diepold-kieffer.de/eib.htm>

Yra galimybė sistemos valdymą prijungti prie asmeninio kompiuterio ir visas funkcijas valdyti tiesiogiai iš kompiuterio ekrano. Sistemoje galima sumontuoti judesio bei šviesos jutiklius. Sistemos valdymo parametrai yra laisvai programuojami, todėl pasikeitus poreikiams, galima bet kada juos pakeisti. Į sistemą gali būti įvedami nauji prietaisai ir funkcijos, šitaip praplečiant jos galimybes. EIB sistemos apimtis ir kaina priklauso tik nuo Jūsų pageidaujimų funkcijų ir galimybių. Šiuo metu Vakarų Europoje EIB sistemos įdiegimas individualiuose namuose yra įprastas ir labai populiarus, tačiau brangus sprendimas.

„Smart House X-10“ sistema. Šviesoms ir įrangai valdyti ši sistema naudoja komandas, siunčiamas maitinimo tinklais. Yra paskaičiuota, kad vien JAV yra apie 10 mln. namų, kuriuose įdiegti „X-10“ sistemos valdikliai. (<http://www.smarthouse.lt/Technologijos/X-10/>) Kiekvienas jungiklio taškas, norėdamas gauti ir vykdyti komandą, pasitelkia gavėją. Čia gavėjai vadinami „moduliais“. Komandas valdikliai siunčia maitinimo tinklais, kad „X-10“ signalus būtų galima perduoti tarp skirtingų namo fazių reikalingi specialūs moduliai: fazių apjungiklis, filtri. Kadangi visi moduliai turi adresą, juos galima valdyti atskirai. Valdyti modulius, valdikliai maitinimo tinklais išsiunčia adresą ir komandas tai pavaizduota 3 pav.. Yra valdiklių, veikiančių kaip laikmačiai, PC sąsaja, telefono atsakikliai, universalūs siųstuvai ir „Smart House“ saugos sistemos. Bevieliai valdikliai perduoda signalą centriniam gavėjui, kuris signalus pakeičia į „X-10“ signalus maitinimo tinklams. Bevieliai gavėjai veikia kaip nuotolinio valdymo pulteliai, bevieliai jungikliai, jutikliai, ir t.t. Kaip centrinį gavėją galima naudoti TM13 siųstuvą-įmtuvą arba „Smart House“ saugos sistemos skirstomąjį skydą. Moduliai valdo šviesas ir įrangą, yra 4 skirtingi jų tipai: įjungiami kištuku, įmontuoti perjungikliai, mikro moduliai ir moduliai, skirti montavimui ant DIN bėgelio. Šie moduliai komandas iš valdiklių gauna maitinimo tinklais 230V. Naudojant du kodų rinkiklius, galima nustatyti iki 256 skirtingų adresų. Juos galima suskirstyti į vadinamuosius „House Code“ (A-P) ir „Unit Code“ (1-16). „House Code“ galima nustatyti ir valdikliuose, tai reiškia, kad valdikliai ir moduliai yra tos pačios sistemos dalis. Sistema „Smart House X-10“ naudoja standartines komandas, kurios visus to paties „House Code“ vienetus valdo vienu metu (pvz.: visos šviesos įjungtos, visos išjungtos, ir t. t.).



3 pav. „Smart House X-10“ sistemos galimybės.
Šaltinis: <http://www.smarthouse.lt/Technologijos/X-10/>

Atlikus rinkoje esančių ir plačiausiai naudojamų sistemų apžvalgą, galima nustatyti reikalavimus automatinei KTK apšvietimo sistemai. Apžvelgiant automatines apšvietimo sistemas ir jų technines charakteristikas, pagrindinis dėmesys turėtų būti kreipiamas į prietaiso funkcionalumą, įrengimo sudėtingumą ir kainą. Automatinė apšvietimo sistema turėtų pasižymėti tokiomis funkcijomis: galimybė ją valdyti rankiniu ir automatinio būdu, sistemą būtų galima valdyti tiek rankiniu (paspaudus mygtuką), tiek automatinio (įėjus į patalpas apšvietimas įsijungia automatiškai); suderinamumas su kitomis sistemomis (sugedus ar atsiradus būtinybei patobulinti sistemą, kurią nesunkiai būtų galima suderinti su atskirais komponentais), perprogramuoti valdiklį, pakeisti jį kitu; galimybė perkrauti valdiklio programą: turint naują, patobulintą, programą įdiegti ją į valdiklį ir pakeisti senąją.

2. Apšvietimo parinkimo skaičiavimo metodika

Norint projektuoti valdymo sistemą pirmiausiai parenkami šviestuvai patalpoms. Pagal pradines sąlygas atliekami skaičiavimai kiek šviestuvų reikės kaip juos išdėstyti, kokią galią jie naudos.

Apšvietimo skaičiavimą atliekame šviesos srauto panaudojimo koeficiento metodu. (Šatas, 2006: 135)

Patalpos matmenys: $A \times B \times H$ Darbinio paviršiaus aukštis nuo grindų $h_d=0,9$ m, A – ilgis, B – plotis, H – aukštis.

Rekomenduojamas grupės patalpų minimalus apšviestumas parenkamas pagal Lietuvoje galiojančioje higienines normas HN 98: 2000 koridorių apšvietimo rekomendacijas. $E_n = 200$ lx.

Rekomenduojami lubų, sienų ir darbo stalų atspindžio koeficientai:

$$\rho_l = 70\%, \rho_s = 50\%, \rho_d = 20\%.$$

Šviestuvai tvirtinami prie lubų. Jame įmontuota dvi liuminescencinės T8 tipo lempos 2x36W. Parenkame šviestuvą su apsaugos laipsniu IP – 11. (<http://www.manoenergija.lt/index.php/apsaugos-klase-ip.html>)

Skaičiuojamasis šviestuvo, pakabinimo nuo darbinio paviršiaus, aukštis:

$$h = H - h_s - h_d \quad (1)$$

čia H – patalpos aukštis; h_s – atstumas nuo lubų iki šviestuvų; h_d – darbinio paviršiaus aukštis nuo grindų.

Patalpos indeksas randamas pagal formulę:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (2)$$

čia A – patalpos ilgis; B – patalpos plotis; h – skaičiuojamasis aukštis.

Pagal atspindžio koeficientus, patalpos indeksą ir šviestuvo tipą iš šviestuvų katalogo reikia parinkti šviesos srauto panaudojimo koeficientą: $\eta = 54\%$. Parenkamas apšviestumo atsargos koeficientas k , įvertinant lempų keitimo ir valymo periodiškumą: $k = 0,9$

Nustatomas didžiausias leistinas atstumas tarp šviestuvų eilių, m,

$$L = \lambda \cdot h, \quad (3)$$

čia λ – šviestuvo šviesos srauto kreivės koeficientas, $\lambda = 0,8$; h – skaičiuojamasis aukštis.

Nustatomas šviestuvų eilių skaičius:

$$n = \frac{B}{L} \quad (4)$$

čia B – patalpos plotis; L – atstumas tarp šviestuvų eilių; n – šviestuvų eilių skaičius.

Nustatomas bendras šviestuvų skaičius iš šios formulės:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot z \cdot k}{n_l \cdot F_1 \cdot \eta}, \quad (5)$$

čia E_n – minimalus apšvietumas, lx; S – apšvietimo paviršiaus plotas m^2 ; z – nominalus apšvietumo netolygumo koeficientas (liuminescencinėms lempoms $z = 1,1$); k – atsargos koeficientas; F_l – vienos lempos šviesos srautas; n_l – lempų skaičius šviestuve; η – šviesos šaltinio, šviesos srauto panaudojimo koeficientas.

Nustatomas vienos šviestuvų eilės ilgis, m:

$$L_{eil} = \frac{N \cdot L_{sv}}{n}, \quad (6)$$

čia N – šviestuvų skaičius; L_{sv} – šviestuvo ilgis; n – šviestuvų eilių skaičius.

Nustatoma apšvietimo įrenginio galia, kW:

$$P_b = \frac{P_l \cdot N}{\eta \cdot 1000}, \quad (7)$$

čia P_l – vieno šviestuvo galia; N – šviestuvų skaičius; η – apšvietimo sistemos našumo koeficientas.

Kauno technikos kolegijos koridoriuose, atsižvelgiant į patalpų dydį pakanka vienos šviestuvų eilės todėl skaičiavimus tikslingiau būtų atlikti ir parinkus šviestuvus patikrinti skaičiavimus kompiuterinėmis DIALux, RELUX, Optiwin programomis. Projektuojant apšvietimo valdymą, pasirinkus šviestuvus patikrinimui pasirinkta DIALux programa. Ši programa lengvai prieinama ir nėra mokama ja galima atsisiusti iš gamintojo tinklapiu (<http://www.dial.de/DIAL/en/dialux/dialux-4/download.html>).

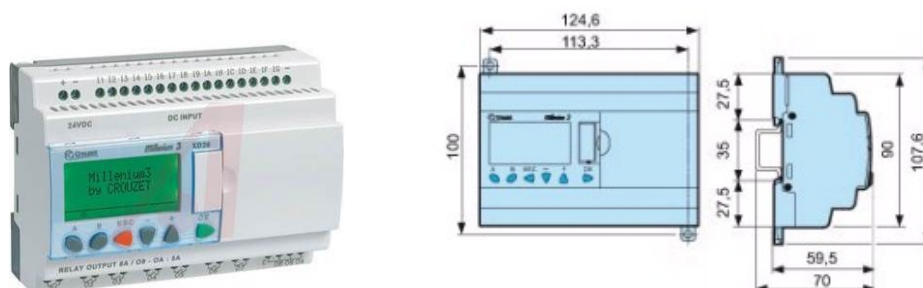
3. Valdikliai

Apžvelgsime valdikius kurie tiktų mūsų projektuojamai sistemai. Valdikliai – tai prietaisai, turintys savyje visus įrenginius, būtinus valdymo schemai sukurti: procesorių duomenų atmintį, komandų atmintį, taktinių impulsų generatorių, programuojamas įvedimo ir išvedimo schemas ir t.t.

Kiekviename valdiklyje be maitinimo šaltinio, yra centrinis procesorius ir atmintis. Priklausomai nuo taikomojo uždavinio, valdiklio atmintį gali sudaryti operatyvioji atmintis bei pastovioji atmintis. Šalia centrinio procesoriaus dar gali būti naudojami specialios paskirties procesoriai, pvz., pozicionavimui, reguliavimui arba vizualizavimui. Centriniam procesoriuje esanti realaus laiko operacinė sistema valdo taikomųjų programų vykdymą. Norint vykdyti duomenų mainus tarp valdiklių, operacinė sistema dažnai papildoma specialiais programiniais funkciniais blokais. Konkretesnę valdiklių konfigūraciją sunku pateikti, nes skirtingų firmų valdiklių vidinė struktūra labai įvairi.

Projektuojamai sistemai pasirinkome Millenium-3 CD 20 loginį valdiklį pavaizduotą 4 pav.

Ši valdiklių šeima naudojama mažoms sistemoms valdyti, kurios reikalauja nuo 10 iki 50 įėjimų/išėjimų. Valdiklio loginės funkcijos naudojamos daugelyje programų, tokių kaip: pakavimo, prieigos kontrolės, mikroklimato palaikymui, siurblinei ir pneumatikos sistemoms, apšvietimui valdyti.



4 pav. Millenium 3 loginis valdiklis CD 20

Šaltinis: <http://www.crouzet.com/english/home.htm>

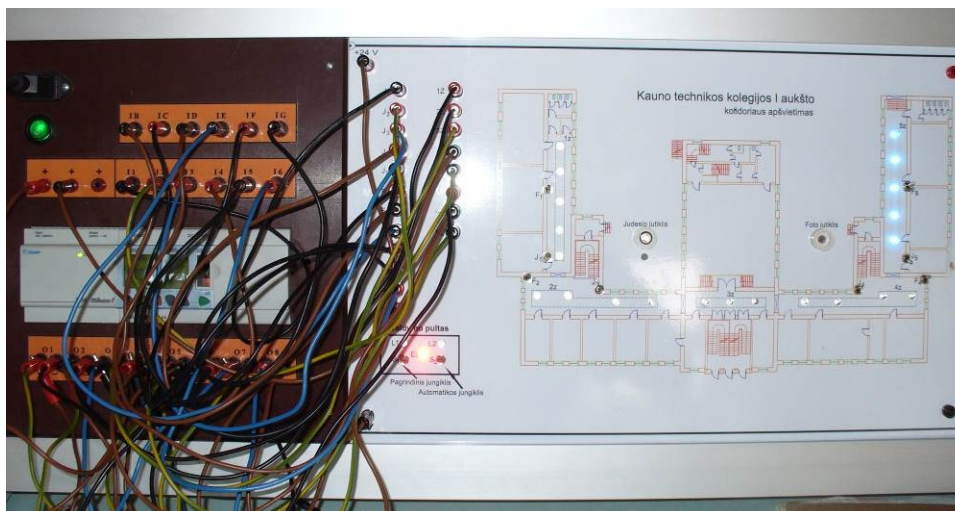
Valdiklis pasižymi 120 eilučių LD kalbos ir 350 FBD blokų atmintimi, turi LCD ekraną su valdikliu, todėl lengva stebėti vykstančius procesus ir jų parametrus. Millenium 3 loginio valdiklio CD 20 techninės charakteristikos: Įėjimai – 6 skaitmeniniai, 6 analoginiai; Išėjimai – 8 reliniai; Atmintis – EEPROM; Maitinimas – 24 V DC

4. Laboratorinis maketas

Pasirinkus valdiklį ir sudarius valdymo programą, nors valdiklio programavimo pakete yra testavimo funkcija, bet atskirais atvejais neįmanoma patikrinti ar programa veikia.

Pagrindinis tikslas yra suprojektuoti laboratorinį maketą, kurio pagalba bus galima testuoti valdiklio programą ir atlikti jos derinimą. Vėliau šis standas bus panaudotas ir mokymo procese, sudarant studentui praktinę užduotį ar atliekant laboratorinius darbus.

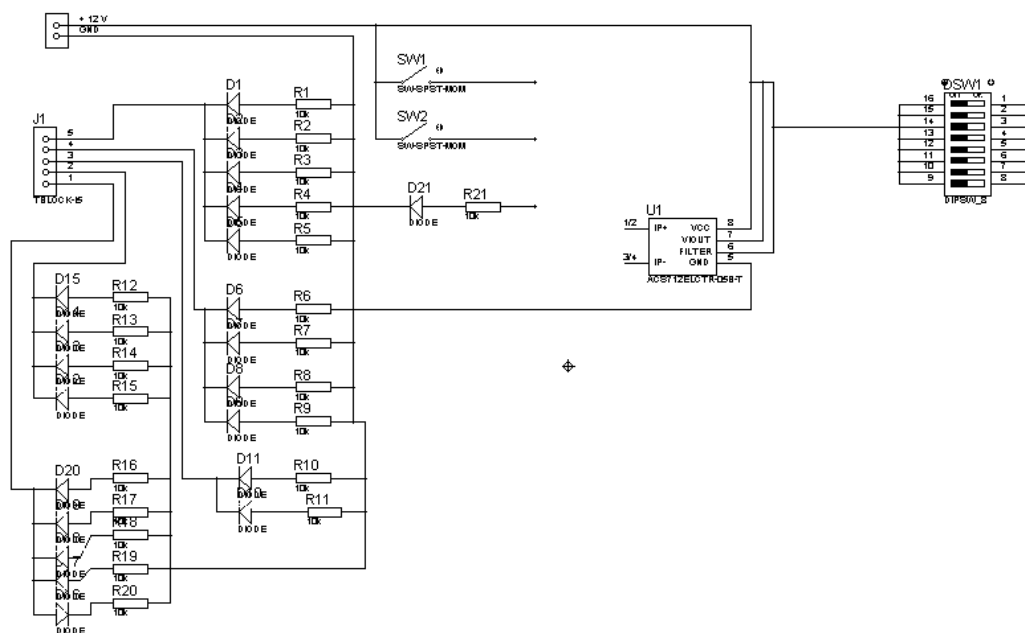
Standas imituos pirmo aukšto koridoriaus apšvietimą, kuriame numatyti jutiklių imitatoriai ir 2 realus jutikliai taip pat valdymo perjungimas iš automatinio į rankinį. Apšvietimo lempas imituos šviesos diodai. Stendo išdėstymas pavaizduotas 5 pav.



5 pav. Stendo vaizdas prijungus valdiklį

Šaltinis: sudaryta autorių

Stendo elektrinė principinė schema sudaryta ir pritaikyta mokymo tikslams, skirta prijungti prie laboratorijoje esančių valdiklių. Standas maitinamas 24 V nuolatine įtampa. Išvadai reikalingi pajungti standą prie valdiklio. Mygtuko SW1 pagalba bus galima imituoti KTK pirmojo aukšto koridorių apšvietimo zonos rankinį įjungimą, veikiantis šviesos-judėsio jutiklis U1 valdys vieną iš numatytų zonų. 6 pav. pateikta stendo elektrinė principinė schema.



6 pav. Elektrinė- principinė schema

Šaltinis: sudaryta autorių

Stendas atitinka realų atvejį. Ateityje atliekant visų aukštų renovaciją, valdiklio pagalba ir parinkus atitinkamus jutiklius, automatinio apšvietimo valdymo sistemą bus galima lengvai tobulinti ir plėsti, atlikti programos derinimą ir testavimą.

Išvados

1. Atlikus rinkoje esančių ir plačiausiai naudojamų sistemų apžvalgą, pagrindinis dėmesys turi būti kreipiamas į prietaisų funkcionalumą, įrenginių paprastumą ir mažą kainą, bei galimybę sistemą prijungti prie jau esančių apšvietimo įrenginių. Baigiamajame darbe pasiūlytą sistemą sumontavus kolegijoje išlaidos apšvietimui sumažėtų 35,4%.

2. Projektuojamai sistemai pasirinktas Millennium-3 CD 20 loginis valdiklis, kuris nėra brangus, dėl savo paprastumo lengvai perprogramuojamas, šį valdiklį lengva pakeisti kitu ar plėsti esamo galimybes, nenaudojant didelių resursų.

3. Pagamintas stendas, valdiklio programai patikrint, atitinka laboratorijoje esančių panašių įrenginių formatą, paprastas taikymas laboratoriniams darbams atlikti, padės plėsti laboratorijos galimybes ir studentams studijuojantiems automatinio valdymo sistemas leis tobulinti jų praktinius įgūdžius.

Literatūra

1. Šatas J., Įmonių elektros įrenginiai ir tinklai: teorija, projektavimas, pavyzdžiai. – Kaunas: KTU leidykla, 2003. - 130 p
2. Corridor function [žiūrėta 2012 05 10]. 2012. Prieiga per Internetą: <<http://www.corridorfunction.com/corridorFUNCTION/index.html>>
3. Linijos specifikacija. Techninė dalis [žiūrėta 2012 05 10]. 2012 Prieiga per Internetą: <http://www.gaudre.lt/lt/technine-dali-linijos-specifikacija.html>>
4. Pastatų valdymo sistemos. Prekių katalogas [žiūrėta 2012 05 10]. 2012. Prieiga per Internetą: <<http://www.gaudre.lt/lt/prekiu-katalogas-pastat-valdymo-sistema-eib/knx.html>>
5. Smart house X-10 protingas namas prieinamas kiekvienam [žiūrėta 2012 05 12]. 2012. Prieiga per Internetą: <<http://www.smarthouse.lt/Technologijos/X-10/>>
6. Crouzet prekių katalogas [žiūrėta 2012 05 12]. 2012. Prieiga per Internetą: <<http://www.crouzet.com/english/home.htm>>
7. X-10 smart house products [žiūrėta 2012 05 14]. 2012. Prieiga per Internetą: <http://www.alibaba.com/product-gs/327807372/x10_smart_home_product.html>
8. European installation bus (EIB) [žiūrėta 2012 05 14]. 2012. Prieiga per Internetą: <<http://www.elwe.com/gb/produkte/gebaeude/eib.php>>

INSTALLATION OF THRIFLY AUTOMATIC LIGHTING SYSTEM IN KAUNAS UNIVERSITY OF APPLIED ENGINEERING SCIENCES

Summary

Nowadays technologies are rapidly evolving and do a huge impact on today's surrounding environment, so installation of new technologies is becoming a necessity. In order to improve the quality of students' learning, Kaunas Technical College continually updates educational programs, expands facilities of laboratories. This article provides collected information of the final project. The article gives suggestions how to reconstruct the electric lighting control system of Kaunas Technical College old building. Goal of this project is to offer the lighting control system of the college corridors. The main problem has been solved in the project – to find out which engineering solution will improve the existing lighting system? The project analyses lighting systems analogues and the controller for the control system is selected. A laboratory case has been designed and produced in order to run a simulative test for the lighting system controller's program. Conclusions: after the review of mostly and widely used systems in the market it has been found that the main attention should be paid to the device functionality, simplicity, low cost and possibility to connect the system to the existing lighting installations; for the designed system a logic controller Millennium-3 CD20 is selected, which is not expensive and due to its simplicity – easily reprogrammed; the produced case will expand facilities of laboratories and allow students to develop practical skills in automation control systems.

Keywords: Lighting, control, smart home, stand.

AUTORIAUS LYDRAŠTIS**Autoriaus vardas, pavardė:** Valdas Paulauskas**Mokslo laipsnis ir vardas:** magistras**Darbo vietą ir pozicija:** VšĮ Kauno technikos kolegijos, Elektromechanikos fakulteto, Energetikos ir elektronikos katedros lektorius**Autoriaus mokslinių interesų sritys:** gamybos technologijos, valdymo inžinerija, elektronikos technika, informacinės technologijos**Telefonas ir el. pašto adresas:** 8 611 66204, pvaldas69@gmail.com**Autoriaus vardas, pavardė:** Nerijus Baršiukaitis**Mokslo laipsnis ir vardas:****Darbo vietą ir pozicija:** VšĮ Kauno technikos kolegijos, Elektromechanikos fakulteto, Energetikos ir elektronikos katedros asistentas**Autoriaus mokslinių interesų sritys:** inžinerinių tyrimų metodologija**Telefonas ir el. pašto adresas:** 8 67182643, nerijus0717@gmail.com**Autoriaus vardas, pavardė:** Martynas Novikas**Autoriaus atstovaujama institucija:** VšĮ Kauno technikos kolegija, Elektromechanikos fakultetas, Energetikos ir elektronikos katedra**Studijų pakopa, kursas:** profesijos bakalauro, III**Autoriaus mokslinių interesų sritys:** elektronikos inžinerija**Telefonas ir el. pašto adresas:****A COVER LETTER OF AUTHOR****Author name, surname:** Valdas Paulauskas**Science degree and name:****Workplace and position:** Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty, Energy and electronics department lecturer**Author's research interests:** manufacturing technologies, control engineering, electronics, informational technologies**Telephone and e-mail address:** 8 611 66204, pvaldas69@gmail.com**Author name, surname:** Nerijus Baršiukaitis**Science degree and name:****Workplace and position:** Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty, Energy and electronics department assistant**Author's research interests:** methodology of engineering sciences**Telephone and e-mail address:** 8 67182643, nerijus0717@gmail.com**Author name, surname:** Martynas Novikas**Institution represented by the author:** Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty, Energy and electronics department**Level of studies, course:** Professional Bachelor, III**Author's research interests:** Electronic Engineering**Telephone and e-mail address:** 8 64894682 mnovikas2@gmail.com

EGZOSKELETINIO AUTOMOBILIO MODELIAVIMAS

Gediminas Rudys, Mindaugas Ingelevičius, Paulius Griškevičius

Kauno technologijos universitetas

Anotacija

Egzoskeletiniai automobiliai – tai atskirą nišą rinkoje turintys automobiliai, kurių esminiai bruožai yra akivaizdžiai pastebima laikančioji konstrukcija ir didelis galios ir masės santykis. Šiame darbe apžvelgtos pagrindinės programos „SolidWorks“ funkcijos, panaudotos egzoskeletinio automobilio koncepcijos geometrinio modelio sudarymui. Kaip geometrinio modelio panaudojimo pavyzdys pateikta laikančiosios konstrukcijos baigtinių elementų analizė. Analizei panaudota sistema „LS-DYNA“, jos pagalba sumodeliuotas IIHS sąlygas atitinkantis dinaminis šoninio susidūrimo bandymas, įvertinti gauti rezultatai.

Reikšminiai žodžiai: Egzoskeletinis automobilis, saugumas, SolidWorks, LS-DYNA.

Įvadas

Šio darbo **tikslas** – sudaryti egzoskeletinio automobilio koncepcijos geometrinį modelį ir sėkmingai jį panaudoti baigtinių elementų analizėje. Tikslu pasiekimui numatyti šie **uždaviniai**:

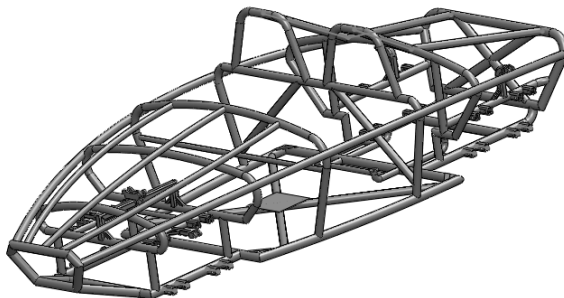
- 1) sudaryti geometrinį modelį, panaudojant inžinerinio projektavimo programą „SolidWorks“;
- 2) sukūri praktikoje taikoma metodika pagrįsto šoninio susidūrimo bandymo modelį, panaudojant skaitinės inžinerinės analizės sistemą „LS-DYNA“.

Egzoskeletinis automobilis – tai toks automobilis, kurio erdvinio rėmo laikančioji konstrukcija nėra visiškai uždengta išorinių aerodinaminių elementų, todėl akivaizdžiai pastebima. Šie automobiliai užima atskirą nišą automobilių rinkoje, kuri sietina su mėgėjų autosportu ir pramoga. Dėl nedidelės bendros automobilio masės, egzoskeletai pasižymi dideliu galios ir masės santykiu. Atlikta rinkoje esamų modelių apžvalga parodė, kad šio santykio vidurkis apie 321 kW/t [1].

Egzoskeletinio automobilio koncepcijos modelio kūrimui panaudota universali inžinerinio projektavimo programa „SolidWorks“. Visą modelį sudarančių dalių projektavimui panaudoti pagrindiniai modelių tipai ir atitinkami įrankiai jiems kurti. Modelis sudarytas iš 835 detalių, iš jų 148 yra unikalios. Preliminariam laikančiosios konstrukcijos saugumo vertinimui sudarytas baigtinių elementų modelis. Tam, panaudojus skaitinės inžinerinės analizės sistemą „LS-DYNA“, atliktas dinaminis šoninio susidūrimo bandymas.

1. Geometrinio modelio kūrimas „SolidWorks“ aplinkoje

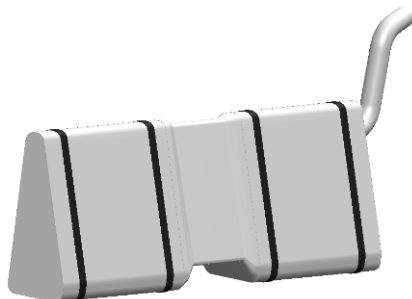
Panaudojant universalią inžinerinio projektavimo programą „Solidworks“ [6] ir parametrinį modeliavimą sukurtas egzoskeletinio automobilio koncepcijos geometrinis modelis. Automobilio pagrindas – laikančioji konstrukcija – sukurtas naudojant *Weldments* komandų rinkinį, kuris leidžia modeliuoti suvirinamą konstrukciją iš standartinių ir pačio vartotojo sukurtų profilių bibliotekos. Panaudojant dvimačius ir trimačius eskizus apibrėžiama pagrindinė konstrukcijos struktūra, kuri *Structural Member* komandos pagalba paverčiama erdviniu karkasu. Modelio atskirų segmentų sujungimai koreguojami komanda *Trim/Extend*, įgalinančia sukurti tinkamą konstrukcijos profilių sujungimą bet kokiame konstrukcijos elementų susikirtimo taške. 1 paveiksle pateikiama *Weldments* komandų rinkinio pagalba sukurta laikančioji konstrukcija.



1 pav. Laikančioji konstrukcija (*Weldments*)

Šaltinis: sudaryta autorių

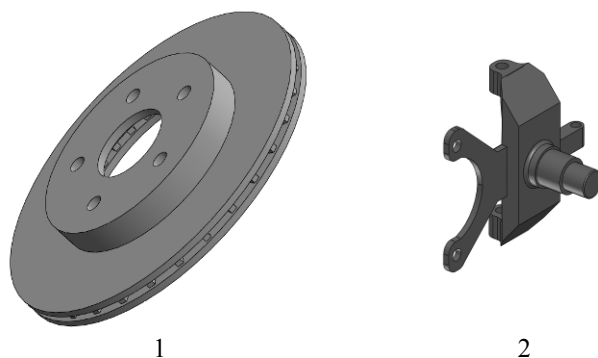
Tokioms dalims kaip degalų bakas (2 pav.), dugnas ir radiatorius panaudotos pagrindinės paviršių (*surface*) modeliavimo komandos. Šios komandos skirtos modeliuoti laisvos formos paviršius bei kevalinius, tuščiavidurius tūrinius objektus. *Surface* komandos labai palengvina ir supaprastina paviršinių kūnų projektavimą, nes užtenka vos kelių eskizų, apibrėžiančių norimo sumodeliuoti paviršinio kūno formą. Paviršiai taip pat naudojami kuriant kieto tipo (*solid*) kūnus, suteikiant reikiamą sienelės storį.



2 pav. Degalų bakas (*Surfaces*)

Šaltinis: sudaryta autorių

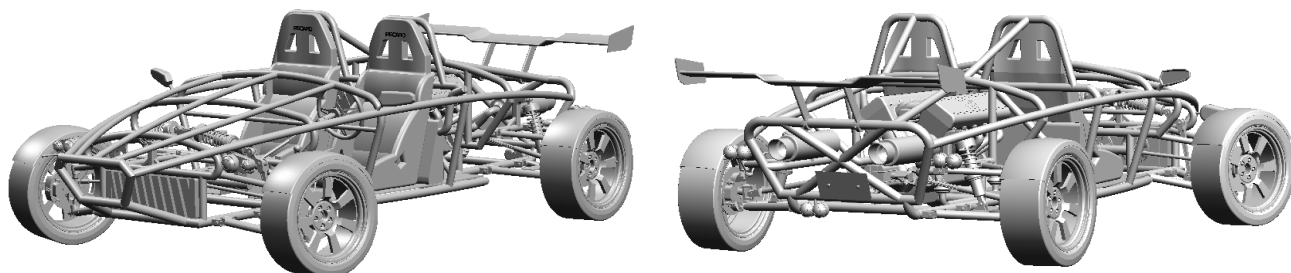
Likusios automobilio sudedamosios dalys – kieto kūno (*solid*) tipo elementai. Jų modeliavimui panaudotos *Features* funkcijos, veikiančios *Boolean* tipo jungimo ir atskyrimo operacijų pagrindu. Panaudojant šias komandas ir dvimačius bei trimačius eskizus galima erdvėje išgauti norimą pilnavidurio kūno formą. 3 paveiksle pateikiami šių komandų pagalba sumodeliuotų dalių pavyzdžiai.



3 pav. Kieto kūno tipo dalys: 1 – stabdžių diskas, 2 – ašis

Šaltinis: sudaryta autorių

Visos sumodeliuotos dalys yra surenkamos į tam tikrus mazgus (pvz., stabdžių suportas, vairo kolonėlė, paminų blokas ir t.t.). Surinkimas atliekamas *SolidWorks Assembly* aplinkoje, pasinaudojant ryšių rinkiniu *Mate*. Šio rinkinio pagalba galima nurodyti detalių tarpusavio padėtis ir kontaktuojančius paviršius, kurie užtikrintų reikiamą surinkimo vienetų virtualų funkcionavimą. Taip pat labai svarbus *Assembly* aplinkos privalumas – surinkimo vienetų jungimas į didesnės apimties junginius (*assembly from subassemblies*). 4 paveiksle pateikiamas surinktas egzoskeletinio automobilio modelis.



4 pav. Egzoskeletinio automobilio koncepcija

Šaltinis: sudaryta autorių

2. Baigtinių elementų modelio sudarymas

Preliminariam automobilio lankančiosios konstrukcijos saugumo vertinimui panaudota skaitinės inžinerinės analizės sistema „LS-DYNA“ [4]. Sistema veikia baigtinių elementų metodo pagrindu, kurio esmė yra tiriamosios konstrukcijos skaidymas į baigtinius elementus, tarpusavyje surištus mazgais, ir matricinių lygčių sprendimas. Baigtinių elementų savybės apibrėžiamos jų mazgų numeriais, matmenimis, medžiagomis, deformacijų ir įtempių būviu, apkrovomis ir t.t. Mazgai – tai taškai, kuriuose susijungia baigtiniai elementai, sutelkiamos veikiančios apkrovos ir apskaičiuojami poslinkiai. Kiekvieno mazgo laisvės laipsnių skaičius priklauso nuo pasirinktos bendros koordinatinių sistemos ir elementų tipo. Mazgų savybės apibrėžiamos jų koordinatėmis, pradinėmis ir įtvirtinimo sąlygomis, apkrovomis, temperatūra ir t.t. Ryšys tarp elementų ir jų ribojančių taškų išreiškiamas lygtimi:

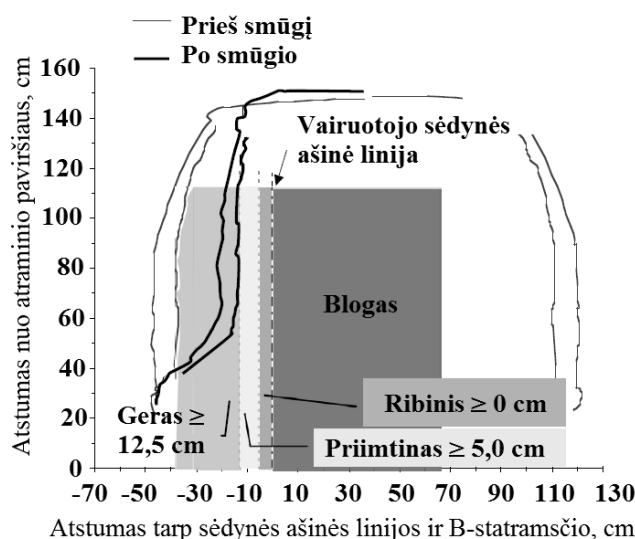
$$[k]_e \cdot \{u\}_e = \{F\}_e, \quad (1)$$

čia $[k]_e$ – elemento standumo matrica, suformuojama iš geometrijos, medžiagos ir elemento savybių, $\{F\}_e$ – elemento apkrovų vektorius, aprašantis elementą veikiančias jėgas, $\{u\}_e$ – poslinkių vektorius, aprašantis mazginių taškų judėjimą, apkrovus elementą išorinėmis jėgomis, tai lygties nežinomas.

Visos elementų standumo ir apkrovų vektorių matricos surenkamos į globalinę elementų matricą. Aprašius kraštines modelio sąlygas (įtvirtinus konstrukciją), randamas sprendinys – globalus poslinkių vektorius, pagal kurį nustatomi įtempiai ir deformacijos.

Programoje „SolidWorks“ kieto kūno tipo rėmas pakeičiamas į paviršių tipo modelį ir importuojamas į sistemos „LS-DYNA“ įvesties failo generavimo programą „LS-PrePost“ [5]. Šioje programoje laikančiajai konstrukcijai sudarytas baigtinių elementų tinklas, nurodytas vamzdžių sienelių storis $t = 3$ mm, aprašytos medžiagos konstrukcinis plienas S235 savybės bei kontaktuojančių kūnų kontaktų algoritmai. Taip pat įvertintos trinties bei gravitacijos jėgos, standžiomis jungtimis su rėmu sujungti pagrindiniai masių centrai: ratai (po 15 kg), variklio skyriaus elementai (350 kg). Vamzdžių jungimo vietose suvirinimo siūlių stiprumas nevertinamas.

Šoninio susidūrimo bandymui pasirinkta IIHS (Insurance Institute for Highway Safety) metodika, kuri leidžia vertinti saugumą pagal šoninių elementų įsiskverbimą į vairuotojo erdvę. Po smūgio atliekami atstumo matavimai tarp artimiausio šoninio elemento (dažniausiai B-statramsčio) ir vairuotojo sėdynės ašinės linijos [3]. Vertinimo skalė pateikta 5 paveiksle.



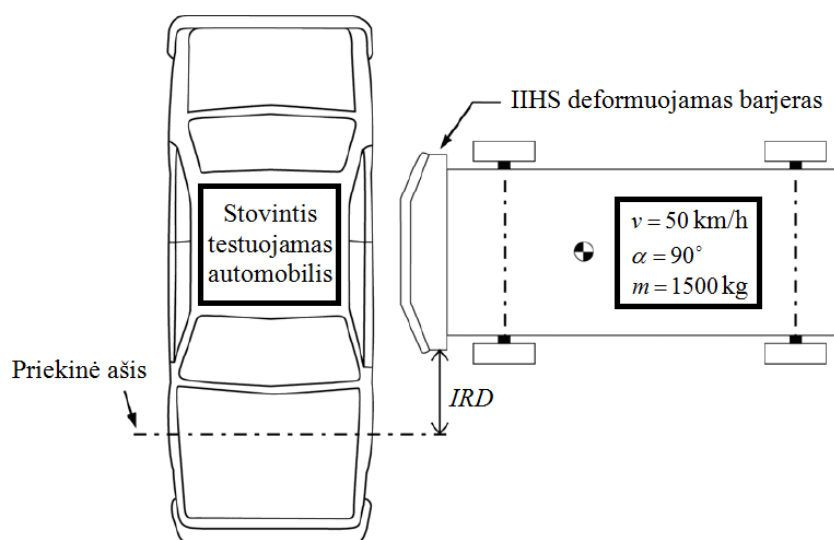
5 pav. Saugumo vertinimo skalė

Šaltinis: [3]

Bandymo metu naudojamas specialus IIHS judantis deformuojamas barjeras. Smūgio metu 1500 kg sveriantis barjeras juda 50 km/h greičiu, judėjimo trajektorija yra statmena stovinčio automobilio išilginei

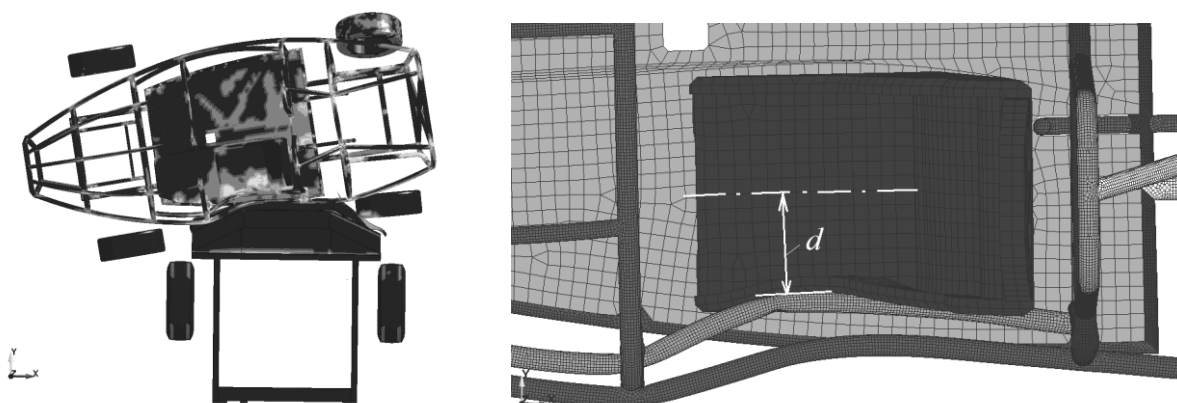
ašiai (6 pav.). Automobilio atžvilgiu barjeras pozicionuojamas pagal atstumą *IRD* (*Impact Reference Distance*), esantį tarp automobilio priekinių ratų sukimosi ašies ir artimiausio barjero šoninio taško. Šis atstumas priklauso nuo testuojamo automobilio ratų bazės r_b ir yra nustatomas pagal tokias sąlygas:

- jei $r_b < 250\text{cm}$, $IRD = 61\text{cm}$;
- jei, $250\text{cm} \leq r_b \leq 290\text{cm}$, $IRD = \frac{r_b}{2} - 64\text{cm}$;
- jei $r_b > 290\text{cm}$, $IRD = 81\text{cm}$.



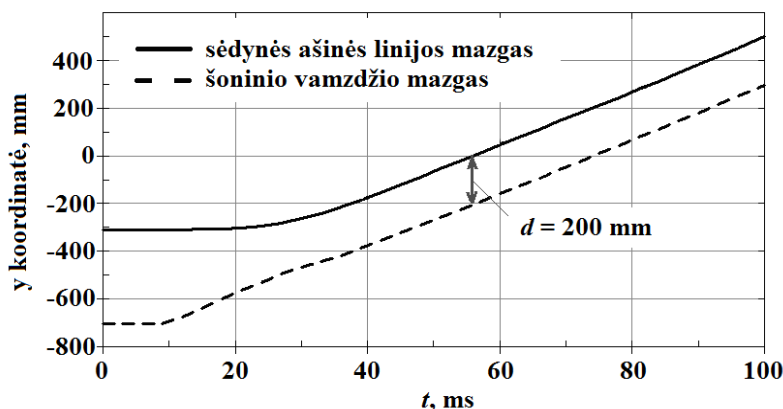
6 pav. Šoninio susidūrimo bandymo schema pagal IIHS
Šaltinis: [2]

Modeliuojant šoninį susidūrimą sistemoje „LS-DYNA“ panaudotas „LSTC“ sukurtas ir validuotas IIHS judančio deformuojamo barjero baigtinių elementų modelis. Pozicionavus kontaktuojančius objektus pagal pirmąją sąlygą ($r_b = 235 < 250\text{cm}$, $IRD = 61\text{cm}$), atliktas šoninio smūgio bandymas, po kurio identifikuoti artimiausi sėdynės ašinės linijos ir rėmo konstrukcijos mazgai (7 pav.).



7 pav. Vaizdas po smūgio ir atstumo d matavimas
Šaltinis: sudaryta autorių

Neesant tiesioginei galimybei išmatuoti reikiamą atstumą, sudaryta grafinė mazgų y koordinatčių ir laiko priklausomybė. Priimant, kad po laiko momento $t_1 = 40\text{ms}$ atstumas tarp mazgų nebekinta, grafiškai nustatoma d reikšmė (8 pav.).



8 pav. Atstumo d nustatymas pagal mazgų y koordinatėjų priklausomybę nuo laiko
Šaltinis: sudaryta autorių

Šoninio susidūrimo bandymo metu nustatyta, kad po smūgio mažiausias atstumas d tarp sėdynės ašinės linijos ir artimiausio rėmo konstrukcijos taško yra lygus 20 cm. Pagal vertinimo skalę, toks atstumas laikomas saugiu ($d = 20 \text{ cm} > 12,5 \text{ cm}$).

Išvados

1. Universalia inžinerinio projektavimo programa „SolidWorks“ sudarytas egzoskeletinio automobilio koncepcijos modelis. Nustatyta, kad siekiant įvertinti projektinio automobilio atitikimą stiprumo, standumo ar saugumo reikalavimams pirminiame etape racionalu į baigtinių elementų analizės sistemą konvertuoti laikančiosios konstrukcijos paviršinį geometrinį modelį, kitus automobilio mazgus modeliuojant koncentruotos masės centrais ir sujungtais standžiomis jungtimis (*Rigid links*) su jų tvirtinimo prie laikančiosios konstrukcijos taškais.

2. Laikančiajai konstrukcijai baigtinių elementų metodu atliktas šoninio susidūrimo bandymas parodė, kad šoninių konstrukcijos elementų įsiveržimas į vairuotojo erdvę pagal IIHS vertinimo metodiką yra saugus ($d = 20 \text{ cm} > 12,5 \text{ cm}$).

Literatūra

1. G. Rudys, M. Ingelevičius, P. Griškevičius Egzoskeletinio automobilio rėmo saugumo tyrimas, 11-oji Jaunųjų mokslininkų konferencija „Mechanikos inžinerija – 2012. Pranešimų medžiaga, e-ISBN 978-609-02-0413-9, 2012 m., 256 p.
2. IIHS Side impact crashworthiness evaluation | Crash test protocol (Version V), Arlington, Virginia, 2008. 21 p. [žiūrėta 2012-05-08]. Prieiga per internetą: <http://www.iihs.org/ratings/protocols/pdf/test_protocol_side.pdf>.
3. IIHS Side Impact Test Program Rating Guidelines, 2006. 20 p. [žiūrėta 2012-05-08]. Prieiga per internetą: <http://www.iihs.org/ratings/protocols/pdf/iihs_side_impact_guide.pdf>.
4. John O. Hallquist LS-DYNA Theory Manual, Livermore, California. 2006, 608 p. [žiūrėta 2012-04-15]. Prieiga per internetą: <http://ftp.lstc.com/anonymous/outgoing/trent001/manuals/ls-dyna_theory_manual_2006.pdf>.
5. LS-PrePost online documentation [žiūrėta 2012-04-15]. Prieiga per internetą: <<http://www.lstc.com/lsp/>>.
6. SolidWorks Online Help [žiūrėta 2012-05-22]. Prieiga per internetą: <<http://help.solidworks.com/>>.

EXOSKELETON VEHICLE SIMULATION

Summary

Exoskeleton is a type of a vehicle with naked or semi-naked body construction (usually space frame) and high power-to-weight ratio. Geometrical model of a concept was built in “SolidWorks” software. In order to perform finite element analysis of a space frame in “LS-DYNA” software, a finite element model was created on basis of a geometrical model. With reference to regulations and procedure protocol of IIHS, side impact test with movable deformable barrier was simulated. Test results showed, that intrusion of space frame side elements is rated as safe.

Keywords: Exoskeleton vehicle, safety, SolidWorks, LS-DYNA.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Gediminas Rudys

Autoriaus atstovaujama institucija: Kauno technologijos universitetas, Mechanikos ir mechatronikos fakultetas

Studijų pakopa, kursas: bakalauro, IV

Autoriaus mokslinių interesų sritys: inžinerinių tyrimų metodologija

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 645 95612, ged.rudys@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Mindaugas Ingelevičius

Autoriaus atstovaujama institucija: Kauno technologijos universitetas, Mechanikos ir mechatronikos fakultetas

Studijų pakopa, kursas: bakalauro, IV

Autoriaus mokslinių interesų sritys: inžinerinių tyrimų metodologija

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 696 54114, ingeleviciusm@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Paulius Griškevičius

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras, docentas

Darbo vietą ir pozicija: Kauno technologijos universiteto, Mechanikos ir mechatronikos fakulteto, Deformuojamų kūnų mechanikos katedros docentas

Autoriaus mokslinių interesų sritys: konstrukcijų stiprumas ir stabilumas; skaitinė mechanika; smūginė mechanika

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 656 56592, paulius.griskevicius@ktu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Gediminas Rudys

Institution represented by the author: Kaunas University of Technology, Faculty Mechanical Engineering and Mechatronics

Level of studies, course: Bachelor, IV

Author's research interests: methodology of engineering sciences

Telephone and e-mail address: 8 645 95612, ged.rudys@gmail.com

Author name, surname: Mindaugas Ingelevičius

Institution represented by the author: Kaunas University of Technology, Faculty Mechanical Engineering and Mechatronics

Level of studies, course: Bachelor, IV

Author's research interests: methodology of engineering sciences

Telephone and e-mail address: 8 645 95612, ged.rudys@gmail.com

Author name, surname: Paulius Griškevičius

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

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Mechanical engineering and mechatronics faculty, Department of Solid Mechanics, associated professor

Author's research interests: strength and stability of structures; computational mechanics; impact mechanics and crashworthiness

Telephone and e-mail address: 8 656 56592, paulius.griskevicius@ktu.lt

HIDROTECHNIKOS STATINIŲ ATRAMINIŲ SIENŲ DEFORMACIJŲ ANALIZĖ

Raimondas Šadzevičius
Kauno technikos kolegija

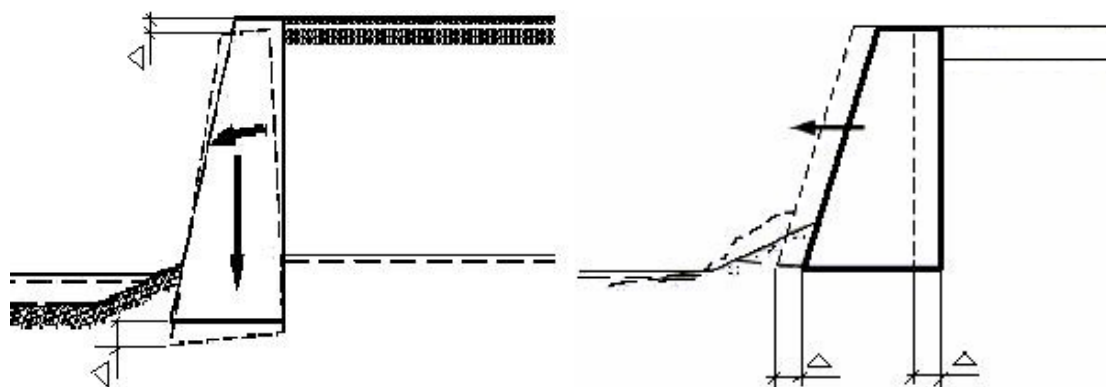
Anotacija

Hidrotechnikos statinių visas deformacijas pagal statybos techninį reglamentą STR 2.05.04:2003 galima suskirstyti į dvi grupes: 1) bendrąsias – apskritai viso objekto ir jo konstrukcijų poslinkius ir deformacijas ir 2) vietines – atskirų konstrukcijų, sujungimo mazgų, atramų deformacijas ir kt. Šiame reglamente nenurodyta, kokie ribiniai dydžiai apibrėžia atraminių sienų deformacijas. 2007–2012 metais mokslinių ekspedicijų metu įvertinta 13 hidromazgų atraminių sienų būklė. Apžiūrėtos Kauno, Marijampolės, Kėdainių, Panevėžio, Šilutės rajonų hidrotechnikos statinių atraminės sienos, užfiksuotos svarbiausios deformacijos, nustatytos priklausomybės tarp atraminių sienų deformacijų ir geometrinių rodiklių.

Reikšminiai žodžiai: atraminės sienos, deformacijos, hidrotechnikos statiniai.

Įvadas

Išanalizavus Lietuvoje įrengtų 155 tvenkinių hidrotechnikos įrenginių būklę (Patašius, 2009:15-27) nustatyta, kad vieni iš dažniausiai pasitaikančių defektų – sutrūkusios, pasvirusios, pastumtos, ištrupėjusios gelžbetoninės atraminės sienos (toliau – AS). Kadangi atraminės sienos priskiriamos prie pagrindinių hidrotechnikos statinių konstrukcijų (pagrindinės konstrukcijos – tos, kurios laiko grunto ir vandens slėgį). Šių konstrukcijų būklės ir patikimumo įvertinimo klausimai yra svarbūs tuom, kad laiku įvertinus atraminių sienų deformacijas ir atlikus remontą ar rekonstrukciją būtų užkirstas kelias ne tik AS griūčiai, bet ir apsisaugota nuo viso hidromazgo avarijos. Hidrotechnikos statinių (toliau – HTS) atraminių sienų ribinių deformacijų įvertinimui naudoti natūriniai tyrimai bei analitiniai metodai. HTS konstrukcijų visas deformacijas pagal statybos techninį reglamentą STR 2.05.04:2003 10 priedą galima suskirstyti į dvi grupes: 1) bendrąsias – apskritai viso objekto ir jo konstrukcijų poslinkius ir deformacijas ir 2) vietines – atskirų konstrukcijų, sujungimo mazgų, atramų deformacijas ir kt. Šiame reglamente nenurodyta, kokie ribiniai dydžiai apibrėžia atraminių sienų deformacijas. AS konstrukcinių irimų ribiniai atvejai yra pateikti STR 2.05.14:2005:30, bet nenurodyta, kokie vertikalių ir horizontalių deformacijų (1 pav.) ribiniai dydžiai taikomi vertinant atraminių sienų būklę.



1 pav. Atraminės sienos horizontalios ir vertikalios deformacijos iliustracija

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Statinių konstrukcijų vertikalios ir horizontalios deformacijos, jų ribiniai dydžiai yra apibrėžti STR 1.12.01:2004 1 priede, bet šiame reglamente neminima apie AS deformacijų ribinius dydžius. Apie atraminių sienų ribines deformacijas mokslinėje literatūroje rašė Lietuvos (Gurskis, 2006:16-19; Patašius, 2009:28; Jokūbaitis, 2007:37) ir užsienio (Witzany, 2007:10; US Army Corps of Engineers, 2002:25) mokslininkai. Remiantis apžvelgtos literatūros analize nustatyta, kad ne visais atvejais teisingai įvertinami medžiagų fizikinių ir mechaninių savybių ypatumai, trūksta duomenų apie AS deformacijų dydžius, skaičiavimo metodai sudėtingi ir neduoda pakankamai tikslių rezultatų, todėl reikalinga atlikti atraminių sienų deformacijų ribinių dydžių įvertinimo papildomus tyrimus.

Tyrimo objektas – Kauno, Marijampolės, Kėdainių, Panevėžio, Šilutės rajonuose esančių hidromazgų atraminės sienos.

Tyrimo tikslas – įvertinti hidrotechnikos statinių atraminių sienų ribinius deformacijų dydžius.

Tikslui pasiekti išsikelti šie uždaviniai:

Natūriniais tyrimais įvertinti Kauno, Marijampolės, Kėdainių, Panevėžio, Šilutės rajonuose atraminių sienų geometrines charakteristikas bei išmatuoti deformacijas.

Įvertinti atraminių sienų gniuždomojo betono stiprį.

Sudaryti atraminių sienų posvyrio priklausomybę nuo sienos aukščio.

1. Tyrimo metodai

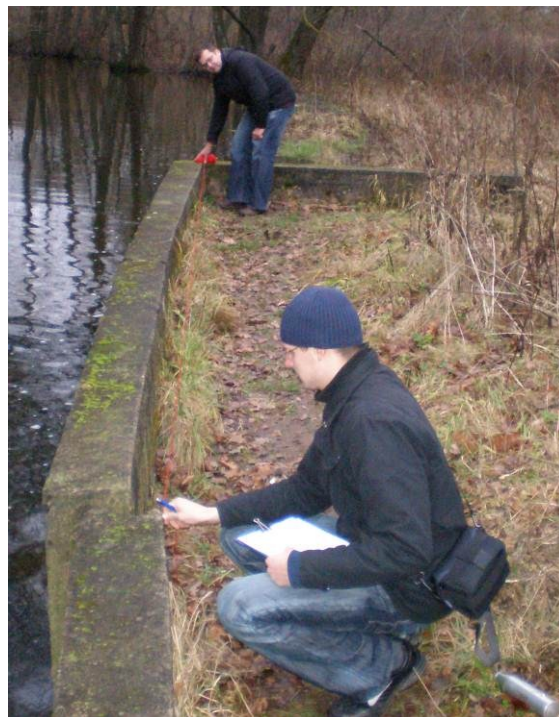
Pagal ankščiau (1998 – 2007 metais) Aleksandro Stulginskio universiteto Statybinių konstrukcijų katedros darbuotojų atliktus tyrimus, parinkti hidromazgai, kuriuose pastebėtos žymios atraminių sienų deformacijos. Kauno, Marijampolės, Kėdainių, Panevėžio, Šilutės rajonuose AS posvyriai pastebėti 13 hidromazgų atraminėse sienose. Detalesnei analizei, tiriant, kaip ribinės deformacijos priklauso AS geometrijos, sudarytos atraminės sienos deformacijų priklausomybės nuo sienos geometrinių parametru.

Tiriant atraminių sienų būklę naudoti tokie diagnostikos metodai: vizualinė apžiūra, deformacijų fotofiksacija, neardantieji metodai AS stipriui nustatyti, natūriniai tyrimai.

Vizualinė apžiūra – tai objekto apžiūra, kartu atliekant reikiamus paprasčiausius matavimus, naudojant nesudėtingas priemones, tokias kaip ruletę, liniuotę, slankmatį, fotoaparata, svambalą.

Natūrinių tyrimų metu išmatuota AS ilgiai, pločiai, aukščiai, posvyriai ir įlinkiai (2 pav.).

Fotofiksacijos metodas – viskas nuosekliai nufotografuota.



2 pav. Atraminės sienos deformacijų matavimo iliustracija

Šaltinis: sudaryta R.Šadzevičiaus, N.Užpurvio

Neardančiuoju metodu naudojant atšokantį betono plaktuką Cat.58–CO181/N (Šmidto sistemos) nustatytas faktinis betono stipris gniuždant. Bandant betoną atšokančiu plaktuku specialiai paruoštose konstrukcijos vietose pagal prietaiso naudojimo instrukciją buvo smūgiuota po 10 –12 kartų. Tyrimų rezultatai apdoroti statistiškai– vidutinis gniuždomojo betono stipris f_c , variacijos koeficientas v bei vidutinis kvadratinis nuokrypis σ apskaičiuoti su „Microsoft Excel“ makrokomandomis.

2. Rezultatai ir jų aptarimas

Tyrinėtų 13 hidromazgų statybos vieta, atraminių sienų minimalus gniuždomo betono stipris f_c , variacijos koeficientas v , kvadratinio nuokrypio vidurkis σ , atraminių sienų posvyris ir aukštis pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Tyrinėtų hidromazgų atraminių sienų betono gniuždomojo stiprio ir deformacijų tyrimo rezultatai

Nr.	Hidromazgo pavadinimas	Min. gniuždomojo betono stiprio reikšmės f_c , MPa	Variacijos koeficientas v , %	Kvadratinis nuokrypio vidurkis σ	AS posvyris, cm	AS aukštis, cm
Kauno raj.						
1.	Gailiušių	7,6	40,74	3,08	12	320
2.	Panevežiukas	5,6	21,74	1,22	7	237
Marijampolės raj.						
3.	Pilviškių	16,8	32,12	5,9	D 7,2 K 5,3	D 165 K 170
4.	Totorviečių	14,1	20,22	3,0	–	–
5.	Marijampolės marių	22,1	24,73	5,8	D 15 K 6,5	–
Panevėžio raj.						
6.	Jotainių	19,0	24,77	5,0	D 4,5 K 12	880 – 440
7.	Pažibų	11,2	32,97	3,9	D 8,5 K 13	280
8.	Žibartonių II	25,4	39,82	10,7	D 6 K 5	235
9.	Paviešiečių	4,4	42,54	2,0	–	–
10.	Žibartonių I	14,5	35,77	5,5	D 6	300
Kėdainių raj.						
11.	Kėdainių miesto	11,9	24,46	3,1	11,5 ir 5	780 – 260
12.	Dotnuvos	4,7	46,76	2,3	4	250
Šilutės raj.						
13.	Žemaičių Naumiestis	25,3	15,77	4,9	K3 D17	480

Pastaba: D– dešinė AS; K– kairė AS; – neatlikti matavimai.

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Pagal 1 lentelėje pateiktus tyrimų rezultatus nustatyta, kad mažiausias iš 13 hidromazgų gniuždomojo betono stipris yra Paviešiečių tvenkinio (4,4 MPa), o didžiausias – Žibartonių II hidromazgo (25,4 MPa) atraminėse sienose. Pagal anksčiau (projektavimo metu) galiojusią norminių dokumentų reikalavimus, t.y turėjo būti ne žemesnė, kaip B15 (pagal dabar galiojančias normas tai atitiktų C12/15 klasę). Šių normų reikalavimus tenkintų Marijampolės marių, Jotainių, Žibartonių II, Žemaičių Naumiesčio hidromazgų atraminių sienų betonas. Pagal šiuo metu galiojančią statybos techninį reglamentą STR 2.05.05:2005 konstrukcijos, naudojamos XC4 ir XF3 aplinkos poveikio klasių sąlygose, turi būti projektuojamos iš betono, kurio mažiausia stiprio klasė C30/37. Šio reikalavimo netenkina nei vieno iš tirtų hidromazgų AS betonas.

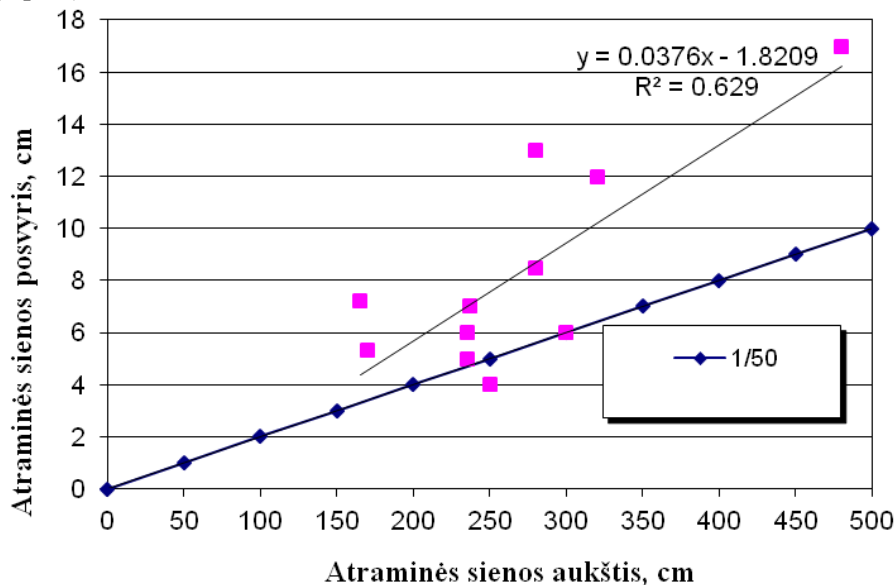
Mažiausias AS posvyris yra Dotnuvos hidromazge (4,0 cm), o didžiausias – Žemaičių Naumiesčio tvenkinyje (17,0 cm). Pagal pamatų avarinės būklės požymius, STR 1.12.01:2004 1 priedą priimama, kad sienų ribinės deformacijos yra laikomos, vertikalios arba horizontalios deformacijos, kurios yra didesnės negu 1/50 sienos aukščio. Žinant, kad Žemaičių Naumiesčio AS aukštis 4,8 m., tai ribinė deformacija yra 9,6 cm. Kadangi išmatuota sienos deformacija yra 17 cm, galima teigti, kad tokia deformacija viršija ribinę reikšmę beveik dvigubai (deformacijos didesnės negu 1/50 sienos aukščio). Atraminė siena yra avarinės būklės.

Analizuojant priežastis dėl ko susiformuoja naudojamų hidrotechnikos statinių AS deformacijos, nustatyta, kad atraminės sienos veikiant padidėjusioms apkrovoms (pvz. dėl ant šlaito užvažiuosio

automobilio svorio), padidėjus grunto ar gruntinio vandens slėgiui (Panevėžiuko ir Dotnuvos hidromazgai), paplovus pagrindą po pamatu (Pilviškių hidroelektrinės AS posvyriai galėjo susiformuoti dėl šios priežasties), dėl geofiltracijos reiškinių ir pan. sienose gali susiformuoti įvairios deformacijos.

2007 – 2012 metais tyrimų metu iš visų deformacijų tipų dažniausiai fiksuotas AS posvyris. Pagrindinė posvyrio galima priežastis yra padidėjęs grunto slėgis. Taip pat dažnai pastebimi atraminių sienų „išsipūtimai“, kuomet dėl neveikiančio дренаžo, ypač po gausnesnio lietaus, susikaupus vandeniui ties atraminės sienos konstrukcija, siena yra verčiama. Slėgis ypač padidėja žiemą, kuomet susikaupęs vanduo šaldamas didina savo tūrį (iki 9 %) ir verčia atraminę sieną (Kėdainių ir Pažibų hidromazgai).

Pagal 1 lentelėje pateiktus tyrimų rezultatus sudaryta atraminių sienų posvyrio priklausomybė nuo sienos aukščio (3 pav.).



3 pav. Atraminių sienų posvyrio – aukščio priklausomybė

Kaip nustatyta pagal (3 pav.) pateiktus atraminių sienų deformacijų tyrimo rezultatus, beveik visų tirtų konstrukcijų posvyriai viršija ribinę 1/50 sienos aukščio reikšmę, kurią žymi apatinė tiesė.

Tirtų hidromazgų deformuotos gelžbetoninės atraminės sienos gali būti stiprinamos tokiais būdais nurodytais literatūroje (Venckevičius, 2000:190-193; Hidrotechninė statyba, 2000:164-171):

- didinant skerspjūvį (betoniniu apvaskalu gniuždomoje zonoje; gelžbetoniniu apvaskalu gniuždomoje zonoje; gelžbetoniniu apvaskalu tempiamoje zonoje (kartu stiprinant ir sienos atramos plokštę); gelžbetonine šerdimi tempiamoje zonoje; dvipusiu gelžbetoniniu apvaskalu);
- didinant armavimą (vidine, išorine ar išorine įtemptąją armatūrą);
- keičiant skaičiuotinę schemą (papildomomis atramomis, gembėmis, templėmis iš armatūrinio plieno su įtempimo mova);
- keičiant įtemptąjį būvį (sumažinant apkrovą, įtemptąją armatūrą, nukrovimo blokais).

Išvados

1. Remiantis 13 hidromazgų natūrinių tyrimų rezultatais nustatyta, kad mažiausias atraminės sienos posvyris yra Dotnuvos hidromazge (4,0 cm), o didžiausias – Gailiušių (12,0 cm), Pažibų (13,0 cm), Žemaičių Naumiesčio (17,0 cm) tvenkiniuose.

2. Priėmus, kad ribinė deformacija lygi 1/50 sienos aukščio reikšmei, nustatyta, kad Pažibų hidromazge posvyris (13,0 cm) viršija ribinę reikšmę (4 cm) daugiau kaip 3 kartus, Žemaičių Naumiesčio hidromazge posvyris (17,0 cm) viršija ribinę reikšmę (9,6 cm) beveik dvigubai.

3. Atlikus atraminių sienų posvyrių analizę nustatyta, kad dažniausiai neleistinai pasvirę 150 – 300 cm aukščio atraminės sienos, jų posvyris siekia nuo 4 iki 13 cm.

Literatūra

1. Gurskis V. Pilviškių hidroelektrinės ant Šešupės upės gelžbetoninių konstrukcijų tyrimai ir rekomendacijos defektams šalinti. Kaunas – Akademija, 2006. 25 p.
2. Hidrotechninė statyba. Metodiniai patarimai / Sudarytojas Č.Ramonas. –K.–Akademija, LŽŪU leidybinis centras, 2000.
3. Jokūbaitis V. Statinių gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų techninės būklės tyrimai ir vertinimas. Vilnius, 2007. 85 p.
4. Patašius A. Natūrinių ir anketinių duomenų apie Lietuvos hidromazgų techninę būklę analizė ir rekomendacijų parengimas. Kaunas, 2009. 102 p.
5. STR 1.12.01:2004. Valstybei ir savivaldybėms nuosavybės teise priklausančių statinių pripažinimo avariniais tvarka. Vilnius, LSD, 2004.
6. STR 2.05.04:2003. Poveikiai ir apkrovos. Vilnius, LSD, 2003.
7. STR 2.05.14:2005. Hidrotechnikos statinių pagrindų ir pamatų projektavimas. Vilnius, LSD, 2005.
8. STR 2.05.05:2005. Betoninių, gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. Vilnius, LSD, 2005.
9. US Army Corps of Engineers. Structural Deformation Surveying. Washington, 2002. 292 p.
10. Venckevičius V., Žilinskas R. Statinių rekonstrukcija ir remontas. Kaunas, 2000.
11. Witzany J., Cejka T. Reliability and failure resistance of the stone bridge structure of Charles Bridge during floods. Prague, 2007. 10– 16 p.

THE ANALYSYS OF DEFORMATION OF RETAINING WALLS IN HYDRAULIC STRUCTURES

Summary

In accordance with Standard STR 2.05.04:2003 all deformations of hydraulic structures are divided in two groups: 1) main – doformations of whole structure and 2) local – deformations of joints, supports, etc. Retaining walls of the used hydraulic structures are under the influence of climatic conditions, water, soil pressure and other types of loads. Deformations appear because of the aggressive enviroment and the load influence. The aim of the work is to evaluate the limit deformation of retaining walls on hydraulic structures.

The state of 13 reinforced concrete retaining walls of hydroschemes was evaluated during the scientific expedition in the period 2007–2012. Survey and commit of mainly deformations of retaining walls in hydraulic structures in Kaunas, Marijampolė, Kėdainiai, Panevėžys, Šilutė districts.

Keywords: retaining walls, limit deformation, hydraulic structures.

AUTORIAUS LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Raimondas Šadzevičius

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, lektorius

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Statybos fakulteto Statybos katedros lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: hidrotechnikos statinių pažaidos, defektai

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 600 97176, raimondas.sadzevicius@asu.lt

A COVER LETTER OF AUTHOR

Author name, surname: Raimondas Šadzevičius

Science degree and name: doctor, lecturer

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty of Civil Engineering Department of Civil Engineering lecturer

Author's research interests: deteriorations and defects of hydraulic structures

Telephone and e-mail address: : 8 600 97176, raimondas.sadzevicius@asu.lt

LENGVŲJŲ AUTOMOBILIŲ KELTUVŲ TYRIMAS

Povilas Šaulys, Andrius Dargužis, Vitas Lendraitis

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Šiame straipsnyje nagrinėjami lengvųjų automobilių dviejų ir keturių kolonų keltuvai. Buvo pasiūlyta keturių kolonų keltuvo modernizavimo galimybė. Taip pat atlikti pasirinktų elektromechaninių keltuvų rėmo stipruminiai skaičiavimai, kai apkrova nesimetrinė. Elektromechaninio keltuvo rėmo stipruminiams skaičiavimams atlikti buvo panaudota programinė įranga SOLIDWORKS. Tyrimo metu buvo gauti rezultatai: įtempiai, poslinkiai ir atsargos koeficientas, kurie rodo, kad modernizuota konstrukcija atlaikys esamą užduotą nesimetrinę apkrovą.

Reikšminiai žodžiai: keltuvai, konstrukcija, apkrova.

Įvadas

Išsiplėtojus lengvųjų automobilių servisų tinklui visoje Lietuvoje tapo aktualu įdiegti patikimą automobiline keltuva, kuris galėtų palengvinti automobilių remontą ir operatorius galėtų turėti patogų priėjimą prie automobilio remontuojamo mazgo, esant pakeltam automobiliui į tam tikrą aukštį.

Šiuo metu rinkoje yra įvairių keltuvų pasiūla, kurie nevisada atitinka vartotojų poreikius. Todėl yra bandymų juos modifikuoti, siekiant praplėsti jų panaudojimo galimybes (Kavaliauskas ir kt., 2008).

Pagrindinė problema yra ta, kad Lietuvos lengvųjų automobilių servisuose esantys automobilinei keltuvai ne visada eksploatuojami pagal gamintojų reikalavimus. Dažnai nedideliuose servisuose yra įrengtas tik vienas ar du sąlyginai nedidelės keliamosios galios keltuvai, kurie naudojami visam serviso darbų spektrui.

Todėl reikia išanalizuoti keltuvo rėminės konstrukcijos stiprumą, maksimalų atramų poslinkį, priklausomai nuo kėlimo aukščio, siekiant užtikrinti saugų operatoriaus darbą. Taip pat nagrinėjama galimybė modernizuoti keturių kolonų keltuva.

Tyrimo objektas – dviejų ir keturių kolonų keltuvų tyrimas.

Straipsnio tikslas – pateikti automobilinei keturių kolonų keltuvo modernizavimo galimybes.

Tyrimo uždaviniai:

1. Patobulinti automobilinei keturių kolonų keltuva, kuris atliktų ir dviejų kolonų keltuvo funkciją;
2. Sudaryti automobilinei keltuvų skaitinius modelius;
3. Atlikti skaitinių modelių stiprumo skaičiavimus.

Tyrimo metodika. Darbe panaudoti skaitiniai tyrimai. Skaitiniams tyrimams panaudota kompiuteriniam projektavimui skirta programinė įranga SOLID WORKS.

1. Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

Mechaniniai keltuvai - būtinas įrenginys automobilių remonto darbuose, nes juo automobilis yra pakeliamas į tam tikrą aukštį ir žmogus gali patogiai prieiti prie to automobilio mazgo, kurį jis nori remontuoti (Spruogis, 1994). Dažniausiai atliekami šie remonto darbai:

1. Automobilio eksploatacinių skysčių keitimas;
2. Variklio remontas;
3. Transmisijos remontas;
4. Važiuklės remontas;
5. Stabdžių sistemos remontas;
6. Dujų išmetimo sistemos remontas;
7. Kiti darbai.

Plačiausiai naudojami dviejų ir keturių kolonų lengvųjų automobilių keltuvai, kurių pavara gali būti elektromechaninė arba elektrohidraulinė. Darbe nagrinėjami dviejų ir keturių kolonų elektrohidrauliniai keltuvai (1-2 pav.).

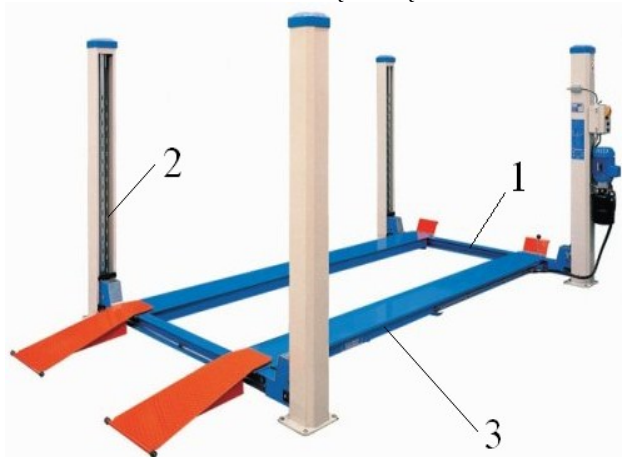
1. Dviejų kolonų elektrohidraulinis keltuvas;



Dviejų kolonų elektrohidraulinis keltuvas	
Techniniai duomenys	
Max keliamoji galia	4000 kg
Kėlimo aukštis	1900 mm
Atstumas tarp kolonų	2800 mm

1 pav. Asimetrinis dviejų kolonų keltuvas E 4000 HLC: 1 – pagrindas, 2 – kolonos, 3 – kojelės
Šaltinis: Dviejų kolonų elektrohidrauliniai keltuvai. Prieiga per internetą: <www.autokeltuvai.lt>

2. Keturių stovų elektrohidraulinis keltuvas;



Keturių kolonų elektrohidraulinis keltuvas	
Techniniai duomenys	
Max keliamoji galia	4000 kg
Kėlimo aukštis	1800 mm
Atstumas tarp platformų	720 - 1000 mm

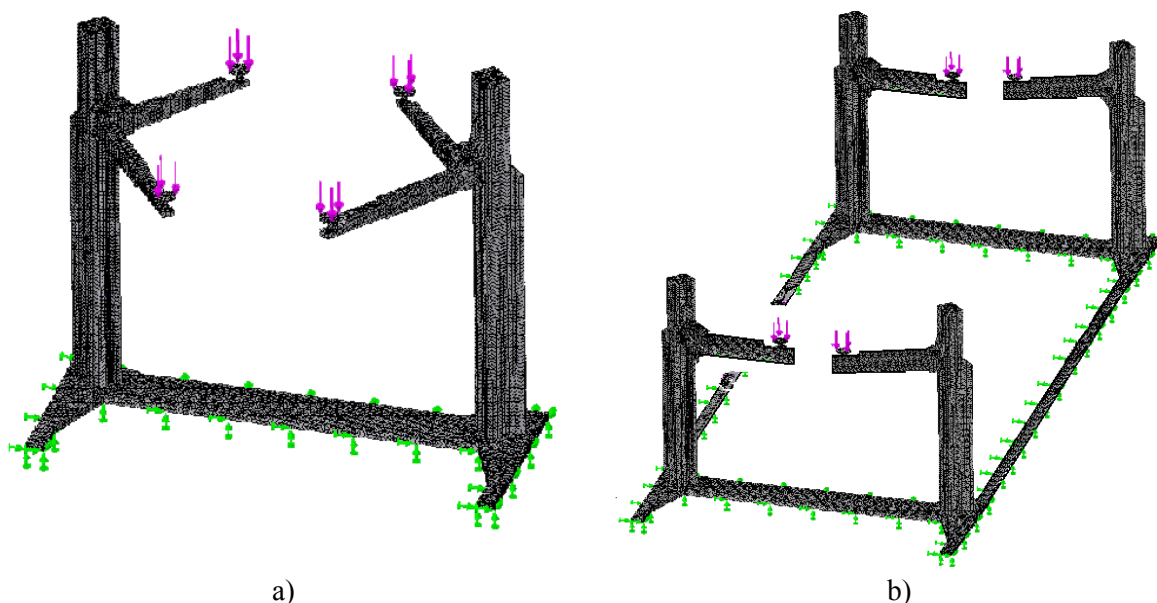
2 pav. Keturių kolonų keltuvas 401 L: 1 – pagrindas, 2 – kolonos, 3 – platformos
Šaltinis: Keturių kolonų elektrohidrauliniai keltuvai. Prieiga per internetą: <www.autokeltuvai.lt>

Darbe nagrinėjama keturių kolonų keltuvo modernizavimo galimybė, siekiant padidinti jo universalumą. Keturių kolonų keltuvui numatoma galimybė vietoj platformų 3 sumontuoti prie kiekvienos kolonos kojelę.

2. Modelio aprašymas

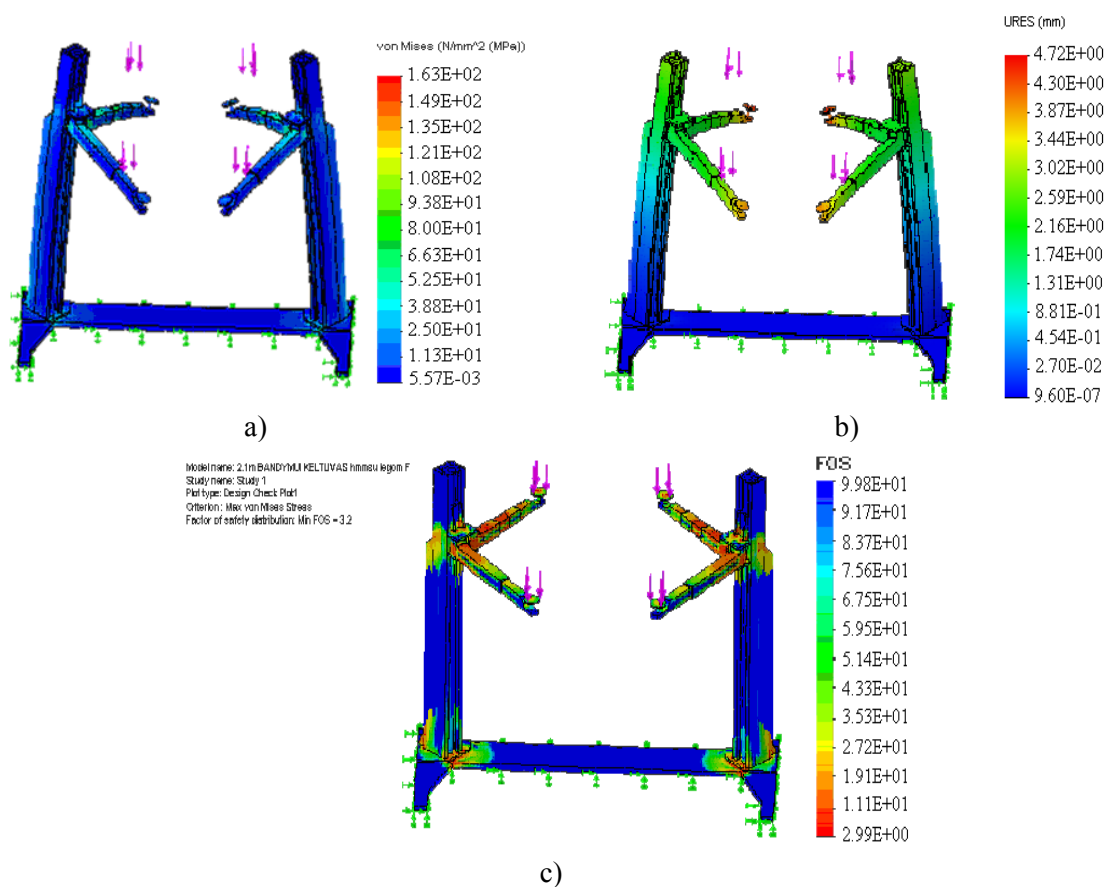
Abu keltuvai yra pagaminti iš anglinio konstrukcinio plieno AISI 1045. Šio plieno mechaninės savybės: tamprumo modulis $E=203000$ MPa, Puansono koeficientas $\nu=0,3$, takumo riba $\sigma_y=530$ MPa, stiprumo riba $\sigma_u=625$ MPa.

Modelių sudarymui ir analizei panaudota SOLID WORKS programinė įranga (Aliamovskij, 2004). Ši programinė įranga leidžia efektyviai spręsti dinامينius uždavinius, naudojant išreikštinio integravimo principą (Barauskas, 2006). Naudojant baigtinių elementų metodo programą, sudarytos dviejų ir keturių kolonų keltuvų skaičiuojamosios schemas (3 pav.)



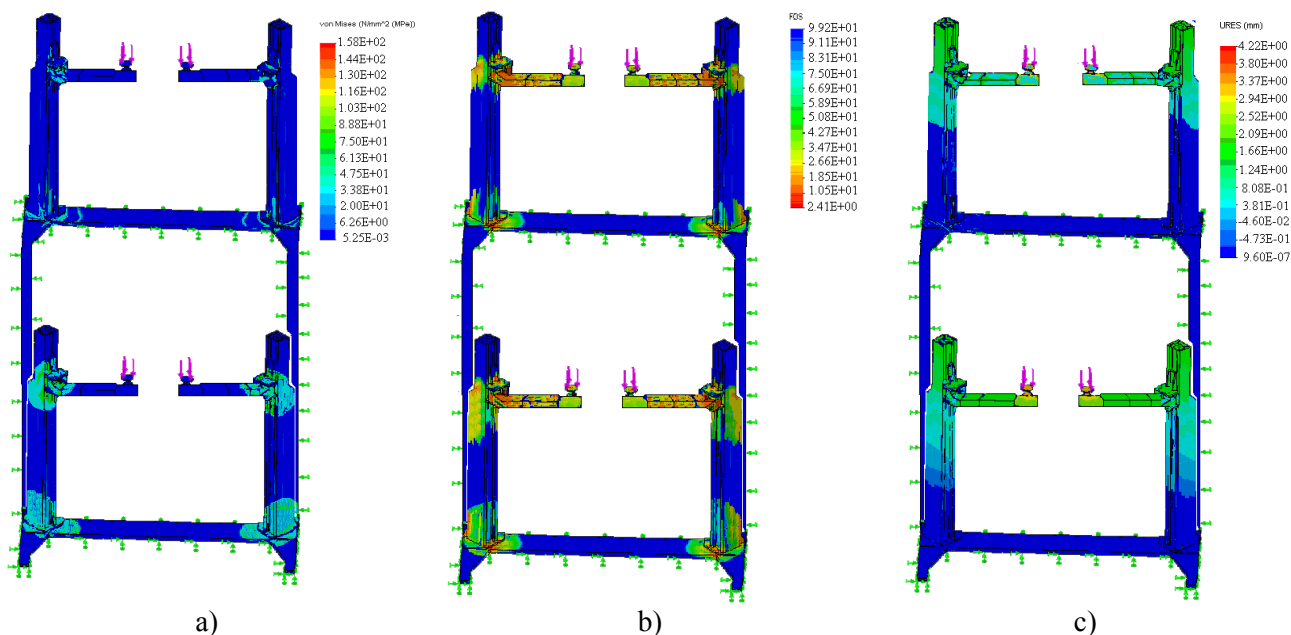
3 pav. Dviejų (a) ir keturių (b) kolonų keltuvų BEM skaičiuojamosios schemas
Šaltinis: sudarytas autorių

Dviejų kolonų keltuvo baigtinių elementų modelis ir skaičiavimo rezultatai parodyti (4 pav. a, b, c). Keltuvus buvo apkrautas nesimetrine apkrova $F=40000\text{N}$ (priekinei daliai $F=24000\text{N}$, galinei $F=16000\text{N}$)



4 pav. Dviejų kolonų keltuvo baigtinių elementų modelis: a – įtempiai; b – poslinkis; c – atsargos koeficientas
Šaltinis: sudarytas autorių

Keturių kolonų keltuvo baigtinių elementų modelis parodytas (5 pav. a, b, c). Keltuvus buvo apkrautas taip pat nesimetrine apkrova. $F=40000\text{N}$ (Priekinei daliai $F=24000\text{N}$, galinei $F=16000\text{N}$)



5 pav. Keturių kolonų keltuvo baigtinių elementų modelis: a – įtempiai, b – poslinkis, c – atsargos koeficientas

Šaltinis: sudarytas autorių

3. Rezultatų aptarimas

Atlikti skaičiavimai esant keltuvų maksimaliam darbiniam aukščiui. Nustatyta, kad dviejų kolonų keltuvo maksimalūs įtempiai 163 MPa neviršija leistinųjų įtempių reikšmės ($\sigma_u=625$ MPa), tai yra 3,83 karto mažesni už leistinuosius įtempius, o maksimalūs poslinkiai gauti 4,72 mm. Keturių kolonų keltuvo maksimalūs įtempiai 158 MPa neviršija leistinųjų įtempių reikšmės ($\sigma_u=625$ MPa), tai yra 3,96 karto mažesni už leistinuosius įtempius, o maksimalūs poslinkiai gauti 4,22 mm.

Išvados

1. Patobulintas automobilinis keturių kolonų keltuvas, kuris gali atlikti dviejų kolonų keltuvo funkcijas.
2. Sudaryti dviejų ir keturių kolonų keltuvų skaitiniai modeliai, kai apkrova nesimetrišė.
3. Atlikus skaičiavimus, nustatyta, kad dviejų kolonų keltuvo maksimalūs įtempiai yra 163 MPa, keturių kolonų keltuvų maksimalūs įtempiai yra 158 MPa, kurie neviršija leistinųjų įtempių reikšmės ($\sigma_u=625$ MPa). Gauti keturių kolonų maksimalūs poslinkiai (4,22 mm) yra mažesni negu dviejų kolonų keltuvo (4,72 mm).

Literatūra

1. Алямовский А.А. SolidWorks/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов. – Москва ДМК: Пресс, 2004 – 432с.
2. Barauskas R. Baigtinių elementų metodo pagrindai. Vilnius, Lietuva. 2006m.
3. Kavaliauskas V., Skvireckas R. Hidraulinis duobinis domkratas. Mechanikos inžinerija – 2008. Kaunas, Technologija. 2008, – 165p.
4. Spruogis B. Pakrovimo ir iškrovimo įrenginiai bei mašinos. – V.: Mokslas, 1994. – 207p.
5. Dviejų kolonų hidrauliniai keltuvai. 2012 [žiūrėta 2012 05 18] Prieiga per internetą: <<http://www.autokeltuvai.lt/produktai/autokeltuvai/dvieju-kolonu-elektrohidrauliniai-keltuvai.html>>
6. Keturių kolonų hidrauliniai keltuvai. 2012 [žiūrėta 2012 05 18] Prieiga per internetą: <<http://www.autokeltuvai.lt/produktai/autokeltuvai/keturiu-kolonu-hidrauliniai-keltuvai.html>>

INVESTIGATION OF PASSENGER CAR LIFT

Summary

In this paper were analyzed car two- and four-posts lifts. A possibility of modernizing a four- posts lift was proposed. As well, strength calculations of frame of the selected electromechanical lifts with asymmetric load were performed. For strength calculations of the frame of the electromechanical lift the software SOLIDWORKS was used. During investigation the results were obtained: stresses, displacements and safety factor, which show that modernized structure will withstand the existing given asymmetrical load.

Keywords: lift, construction, load.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Povilas Šaulys

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegija, Elektromechanikos fakulteto Mechatronikos katedros lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: transporto inžinerija, mechanikos inžinerija

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

Autoriaus vardas, pavardė: Andrius Dargužis

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegija, Elektromechanikos fakulteto Mechatronikos katedros lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: transporto inžinerija, medžiagų technologijos

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 614 77194, adarguzis@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Vitas Lendraitis

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktaras, docentas

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegija, Elektromechanikos fakulteto Mechatronikos katedros docentas

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

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 612 20330, vitas_l@hotmail.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Povilas Šaulys

Science degree and name: doctor of technological sciences

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty
Mechatronics department lecturer

Author's research interests: transport engineering, mechanical engineering

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

Author name, surname: Vitas Lendraitis

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

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty
Mechatronics department associated professor

Author's research interests: manufacturing technologies, material technologies, methodology of engineering sciences

Telephone and e-mail address: 8 612 20330, vitas_l@hotmail.com

Author name, surname: Andrius Dargužis

Science degree and name: doctor of technological sciences

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty
Mechatronics department lecturer

Author's research interests: transport engineering, material technologies

Telephone and e-mail address: 8 614 77194, adarguzis@gmail.com

SAVAVALIŠKŲ STATYBŲ ĮTEISINIMO PRAKTINIAI ASPEKTAI

Nelė Šimoliūnienė, Nerijus Varnas, Edmundas Šimoliūnas
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje nagrinėjama savavališkų statybų Lietuvoje apimtis, dinamika, įteisavimo aspektai. Ši problema mūsų šalyje aktuali ne vienerius metus. Autoriai mano, kad oficialiai pateikiama statistika neatspindi tikrojo savavališkų statybų masto šalyje, todėl svarbu analizuoti šių procesų tendencijas, įvertinti bendrojo vidaus produkto (BVP) dinamikos įtaką, leidimų statybai išdavimo apimčių bei pastatytų pastatų skaičiaus priklausomybes. Straipsnyje autoriai pateikia galimus šios problemos sprendimus.

Reikšminiai žodžiai: savavališka statyba, įteisinimas.

Įvadas

Atkūrus Lietuvos Nepriklausomybę, statybos sektoriuje buvo pavedlėta netinkama savavališkų statybų teisinio reguliavimo praktika. 1996 metais žengtas pirmas didelis žingsnis teisiškai reglamentuojant statybos procesus – patvirtinta pirmoji LR Statybos įstatymo redakcija. Iki 2010 m. spalio 1 d. LR Statybos įstatymo redakcijos, savavališkų statybų nustatymo, sustabdymo, padarinių šalinimo tvarką reglamentuojantys teisės aktai nesuteikė galimybės savavališkas statybas įteisinti ir numatė prievolę nugriauti savavališkai pastatytus statinius. Įsigaliojus Statybos įstatymo pakeitimams, Lietuvoje atsirado galimybė įteisinti savavališkas statybas.

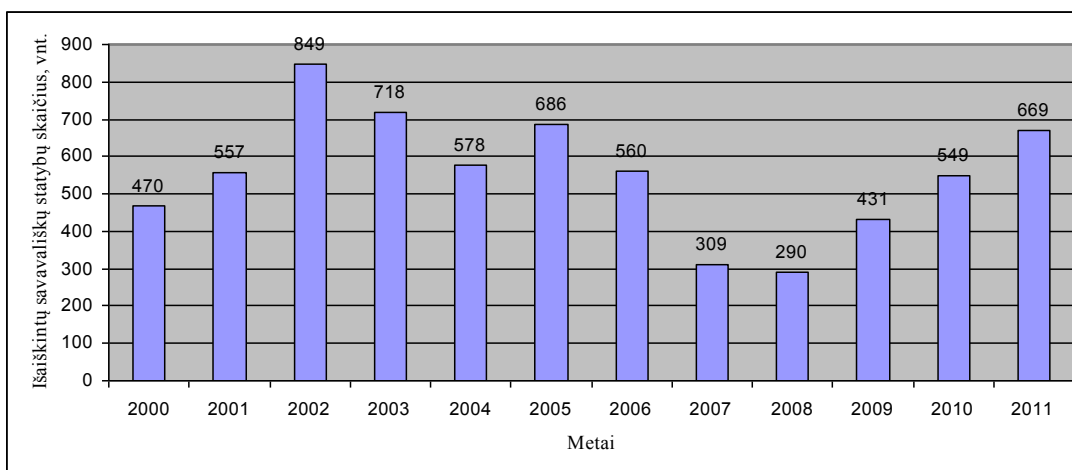
Tyrimo objektas: savavališkų statybų procesas.

Tyrimo tikslas: išanalizuoti savavališkų statybų priežastis, tendencijas ir praktinius įteisinimo aspektus.

Tyrimo metodai: statistinės analizės metodas, skaičiuojant Spirmano ranginės koreliacijos koeficientą (*Spearman Correlation*), naudojant *SPSS* bei *Excel* programas.

Tyrimo aktualumas. Dažnai sąmoningai arba nežinodami proceso esmės nekilnojamojo turto savininkai ir statytojai netinkamai supranta savavališkos statybos sąvoką, be to, dažnai ją prilygina nelegaliai statybai, todėl praktinėje veikloje susidaro sudėtingos situacijos sprendžiant atliktų remonto, rekonstrukcijos ar statybos darbų teisėtumo klausimus. Jeigu visas savavališkas statybas laikytume nelegaliomis, daugybę esamų statinių (ypač kaime) reiktų nugriauti. Savavališka statyba – statinio ar jo dalies statyba be galiojančio statybą leidžiančio dokumento arba turint galiojantį statybą leidžiantį dokumentą, tačiau pažeidžiant esminius statinio projekto sprendinius [1]. Jeigu statinys nepažeidžia esminių planavimo dokumentų, aplinkosauginių reikalavimų, įstatymais jam gali būti leista stovėti konkrečioje vietoje, jį įteisinti galima. Tuo tarpu nelegali statyba, vykdoma neleistinoje vietoje ir be reikalingų sprendimų negali būti įteisinta jokiū būdu. Kas gali būti įteisinta ir kas ne - nusako konkretūs kriterijai.

Savavališkų statybų išaiškinimo apimtys dinamika galime įvertinti analizuodami pastarojo dešimtmečio išaiškintų savavališkų statybų atvejų rezultatus (1 pav.).



1 pav. Išaiškintų savavališkų statybų atvejų Lietuvoje dinamika
Šaltinis: Valstybinė teritorijų planavimo ir statybos inspekcija prie AM

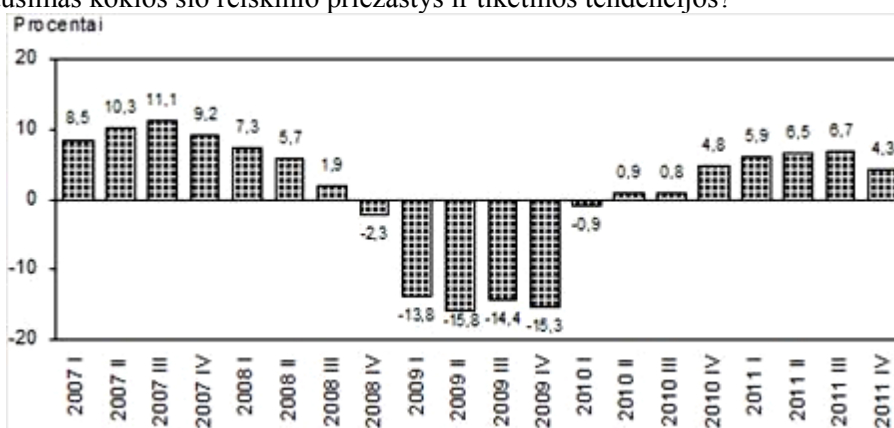
1. Savavališkų statybų apimčių ir priklausomybės analizė

Vadovaujantis LR Civilinio kodekso [2] 4.103 straipsnio 1 punktu, jei statinys (jo dalis) yra pastatytas ar statomas savavališkai arba ne savavališkai, tačiau pažeidžiant statinio projekto sprendinius ar teisės aktų reikalavimus, tai tokiu statiniu (jo dalimi) naudotis ar juo disponuoti (parduoti, padovanoti, išnuomoti ar pan.) draudžiama. Pagrindiniai dokumentai, nustatantys koks statinys (jo dalis) yra pastatytas ar statomas savavališkai yra LR Statybos įstatymas, statybos techninis reglamentas STR 1.09.06:2010 „Statybos sustabdymas. Savavališkos statybos padarinių šalinimas. Statybos pagal neteisėtai išduotą statybą leidžiantį dokumentą padarinių šalinimas“, LR Civilinis kodeksas.

Savavališkos statybos reikia nagrinėti daugeliu aspektų. Statybos techniniame reglamente STR 1.09.06:2010 detalizuojama kas laikoma savavališkomis statybomis – nuo statinio, kuriam nereikalingas projektas iki statybų saugomose teritorijose. Savavališka statinio statyba yra laikoma, kai vykdomi statybos darbai statinyje (jo dalyje) [3]:

- 1) neturint galiojančio statybos leidimo;
- 2) nesudėtingo statinio atveju – neturint nustatyta tvarka parengto supaprastinto statinio projekto su galiojančiais įgaliotų valstybės tarnautojų raštiškais pritarimais, o kai supaprastintas statinio projektas neprivalomas, – žemės sklypo nuosavybės ar kitą valdymo ir naudojimo teisę patvirtinančio dokumento ir/ar pažeidžiant normatyvinių statybos techninių dokumentų ar kitų teisės aktų reikalavimus;
- 3) teismui pripažinus statybos leidimą neteisėtu – įsiteisėjus teismo sprendimui;
- 4) turint galiojantį statybos leidimą ar supaprastintą statinio projektą su galiojančiais įgaliotų valstybės tarnautojų raštiškais pritarimais nesudėtingo statinio atveju, tačiau pažeidžiant esminius statinio projekto ar supaprastinto statinio projekto (toliau – Projektas) sprendinius:
 - 4.1) statant statinį ar jo dalį ne Projekte nurodytoje sklypo vietoje;
 - 4.2) statant kitos paskirties, negu nurodyta Projekte, statinį ar jo dalį;
 - 4.3) užstatant didesnę sklypo plotą, negu nurodyta Projekte;
 - 4.4) statant aukštesnę, negu nurodyta Projekte, statinį ar jo dalį;
 - 4.5) nesilaikant saugomos teritorijos apsaugos reglamento nustatytų reikalavimų;
 - 4.6) nesilaikant kultūros paveldo statinio laikinojo apsaugos reglamento nustatytų reikalavimų;
 - 4.7) nesilaikant paveldosaugos reikalavimų.

Lyginant praėjusių, t.y. 2011 metų ir 2010 metų rezultatus, išaiškintų savavališkų statybų atvejų padidėjo beveik 22 proc. Tuo tarpu 2011 metus lyginant su 2008 metais, kuomet buvo užfiksuotas žemiausias savavališkų statybų skaičius, išaiškintų savavališkų statybų atvejų skaičius padidėjo net 130 procentų. Esant tokiai situacijai, bei įvertinant galiojančio LR Statybos įstatymo nuostatas, įsigaliosiančias nuo 2013 metų sausio 1 dienos, kuomet norint įteisinti savavališkas statybas reikės mokėti nemažas pinigines įmokas kyla klausimas kokios šio reiškinio priežastys ir tikėtinos tendencijos?



2 pav. Bendrojo vidaus produkto pokyčiai, lyginant su ankstesnių metų atitinkamu laikotarpiu

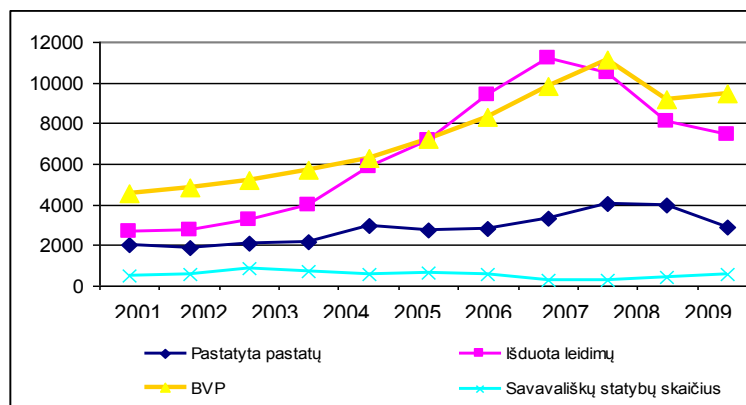
Šaltinis: statistikos departamentas prie LR Vyriausybės

Vienas iš pagrindinių rodiklių, rodančių šalies ekonomikos išsivystymo lygį – bendrasis vidaus produktas (BVP), kuris yra apibrėžiamas kaip galutinė prekių ir paslaugų sukurtų šalyje rinkos vertė per tam tikrą laiko tarpą.

2011 metais nustatytas teigiamas bendrosios pridėtinės vertės pokytis visose veiklos rūšių grupėse. Labiausiai bendroji pridėtinė vertė augo statybos (15%) ir prekybos, transporto ir ryšių paslaugų (7,3%)

veiklos įmonėse. 2011 m. ketvirtąjį ketvirtį bendrasis vidaus produktas siekė 27,093 mlrd. Lt galiojusiomis kainomis ir, palyginti su tuo pačiu 2010 m. ketvirčiu, padidėjo 4,3%. Lietuva 2011 m. buvo viena iš sparčiausiai augusių valstybių Europos Sąjungoje. „Eurostat“ duomenimis, sparčiau nei Lietuvoje BVP augo Estijoje (8%) ir Turkijoje (7,5%). Latvijoje fiksuojamas 4,5% BVP augimas. Bendras ES augimo vidurkis 2011 m. sudaro 1,5%. Remiantis analitikų prognozėmis, tikėtina, kad Lietuvos BVP 2012 m. padidės 2,5% [4].

Autoriai, analizuodami savavališkų statybų tendencijas, palygino atitinkamų metų BVP duomenis su išaiškintų savavališkų statybų, išduotų leidimų bei pastatytų pastatų skaičiumi (3 pav.).



3 pav. Išaiškintų savavališkų statybų, BVP, išduotų leidimų bei pastatytų pastatų palyginimas

Šaltinis: statistikos departamentas prie LR Vyriausybės

Galima daryti išvadą, kad kai ekonomikos lygis didėja, tuomet didėja išduodamų leidimų skaičius, pastatytų pastatų skaičius. Kalbant apie savavališkas statybas, tendencija priešinga – kai BVP didžiausias – išaiškintų savavališkų statybų skaičius mažiausias. Todėl, įvertinus ekonomistų prognozes, kad BVP augs, galima tikėtis, jog savavališkų statybų mastai mažės.

Tyrimui buvo panaudota statistinė informacija, kurią teikia Statistikos departamentas prie LR Vyriausybės, LR Valstybės kontrolės valstybinio audito ataskaitos duomenys apie nustatytų savavališkų statybų atvejus Lietuvoje bei Valstybinės teritorijų planavimo ir statybos inspekcijos ataskaitos duomenys. Kadangi duomenų ne itin daug, todėl buvo panaudotas statistinės analizės vienas iš metodų - skaičiuotas *Spirmano* ranginės koreliacijos koeficientas, įvertinant dviejų ranginių kintamųjų ryšį.

Išanalizavus Lietuvos statybos bei ekonomikos sektoriaus duomenis, buvo sudaryta matrica, kurioje pateikiama tyrimų parametru koreliacijos koeficientų ir p-reikšmių priklausomybė (1 lentelė). Pagal p-reikšmę sprendžiama, ar koreliacija statistiškai reikšminga. Koreliacija statistiškai reikšminga, jeigu p-reikšmė ≤ 0.01 .

1 lentelė

Koreliacijų matrica (Spearman's rho)

		BVP	Išaiškintų savavališkų statybų (nauja statyba)	Išduota leidimų (nauja statyba)	Pastatyta pastatų
BVP	Koreliacijos koeficientas	1,00	0,572	0,925	0,90
	p-reikšmė	-	0,60	0,00	0,00
Išaiškintų savavališkų statybų (nauja statyba)	Koreliacijos koeficientas	0,572	1,00	0,511	0,572
	p-reikšmė	0,60	-	0,89	0,60
Išduota leidimų (nauja statyba)	Koreliacijos koeficientas	0,925	0,511	1,00	0,834
	p-reikšmė	0,00	0,89	-	0,01
Pastatyta pastatų	Koreliacijos koeficientas	0,900	0,572	0,834	1,00
	p-reikšmė	0,00	0,60	0,01	-

Apskaičiavus Spirmano koreliacijos koeficientų bei p-reikšmes buvo nustatyta, kad statistiškai priklausomybė tarp savavališkų statybų skaičiaus ir BVP arba išduotų leidimų skaičiaus yra vidutinė, t.y. koreliacijos koeficientas yra tarp 0,5 ir 0,7 reikšmių. Tai rodo, kad tarp dviejų kintamųjų, šiuo atveju išaiškintų savavališkų statybų skaičiaus ir BVP bei išduotų leidimų skaičiaus ir savavališkų statybų skaičiaus egzistuoja statistinis ryšys. Tačiau koreliacija tiesiogiai neatspindi priežastingumo. Įvertinus p-reikšmių vertes galima pasakyti ar statistiškai priklausomybė reikšminga. Pagal gautus rezultatus – BVP statistiškai reikšmingai priklausomas nuo išduotas leidimų ir pastatytų pastatų skaičiaus (arba atvirkščiai). Deja, to negalima pasakyti apie išaiškintas savavališkas statybas.

2. Savavališkų statybų priežastys

Viena iš pagrindinių priežasčių, lemiančių savavališkų statybų skaičių yra LR Teritorijų planavimo įstatymo netobulumas. Nusipirkęs žemės ir planuojantis statybas verslininkas šiandien Lietuvoje dažniau renkasi iš kelių variantų:

1) veikiant visiškai legaliai, tvarkyti reikiamus dokumentus ir projektą įvykdyti vėliau;

2) pradėti statybas (arba atlikti reikalingą remonto ar rekonstrukcijos darbus) ir tikėtis, kad jas pavyks legalizuoti proceso metu.

Pastarasis yra vienas labiausiai paplitusių būdų, kai statybos pradamos be reikiamų dokumentų, jie tvarkomi vykstant statybos darbams.

Kitas svarbus aspektas, lemiantis per pastaruosius penkerius metus išaugusį išaiškintų savavališkų statybų atvejų skaičių – LR Statybos įstatymo pakeitimai. Įstatyme įtvirtinta savavališkų statybų sąvoka praplėsta, pakeista procedūra ir atsakomybė, tačiau dar vis pakankamai sudėtinga bei ilga statybą leidžiančių dokumentų išdavimų tvarka. Statybą leidžiančių dokumentų išdavimo tvarka turi būti palengvinta naudojant informacinę sistemą „Infostatyba“, tačiau pastaroji veikia dar ne visoje Lietuvoje (nemažai savivaldybių naudojami senąja tvarka).

Dar viena Lietuvai aktuali problema, įtakojanti taip pat ir savavališkas statybas – ilgai trunkantis bylų nagrinėjimas. Dėl to užtrunka savavališkų statybų padarinių šalinimas tais atvejais, kai gyventojai atsisako tai padaryti patys. Vidutiniškai apie 19 proc. visų atvejų sudaro savavališkų padarinių šalinimas, kai kreipiamasi į teismą dėl savavališkų statinių nugriovimo. Nors dauguma bylų dėl savavališkų statybų yra nagrinėjamos administraciniuose teismuose, kuriose bylų nagrinėjimas užtrunka trumpiau nei bendrosios kompetencijos teismuose, tačiau procesas vis tiek užtrunka ne vieną mėnesį. Paminėtina, kad 2010 metais kai kurios bylos dėl savavališkų statybų buvo sustabdytos dėl grupės asmenų kreipimosi į LR Konstitucinį teismą, į kurį kreiptasi dėl LR Civilinio kodekso 4.103 straipsnio ir LR Statybos įstatymo 28 straipsnio tiek, kiek juose nėra numatyta galimybė teismui, atsižvelgus į teisės pažeidimo pobūdį, jo mastą, kitas reikšmingas bylai aplinkybes, nuspręsti, kad įpareigojimas asmeniui statinį nugriauti arba jį pertvarkyti (dalį statinio nugriauti, perstatyti ar pan.) neturi būti taikomas, nes dėl tam tikrų aplinkybių yra akivaizdžiai neproporcingas (neadekvatus) padarytam teisės pažeidimui ir dėl to neteisingas, atitiktis LR Konstitucijai.

Ne mažiau aktualūs yra ekonominiai bei socialiniai veiksniai: žmonių sąmoningumas, reikalingų teisės aktų žinojimas. Visa tai galima apibrėžti kaip statybos kultūrą.

3. Galimi sprendimo variantai

Vadovaujantis LR galiojančiais teisės aktais, iki 2012 metų pabaigos galioja pereinamasis laikotarpis, kuomet teisės aktų nustatyta tvarka savavališkas statybas galima įteisinti pasinaudojus tam tikromis lengvatomis. Tokios statybos gali būti įteisinamos tik laikantis principo „gali būti tik tai, kas gali būti“. T.y. savavališką statybą galima įteisinti tik tuo atveju, jei savavališkai pastatytas statinys apskritai gali būti toje vietoje pagal galiojančius teisės aktus (kai tokia statyba neprieštarauja galiojantiems teritorijų planavimo dokumentams ir imperatyviems aplinkos apsaugos, paveldosaugos, saugomų teritorijų apsaugos teisės aktų reikalavimams).

Iki 2012 m. gruodžio 31 d. taikomi du savavališkos statybos įteisinimo būdai.

Pirmasis – palankus statytojui. Sudaryta galimybė nelaukiant, kol bus surašytas savavališkos statybos aktas, pačiam kreiptis į savivaldybės administraciją, prašant išduoti atitinkamą statybą leidžiantį dokumentą ir pateikiant visus reikalingus dokumentus – projektą, bendraturčių sutikimus ir pan.

Savivaldybės administracija, nustačiusi, kad tokio statinio statyba yra galima, turi išduoti minėtą dokumentą. Šiuo atveju statytojas naudojami „švelniausiu“ savavališkos statybos įteisinimo būdu – jis tik gali

būti nubaustas administracine tvarka ir tik tuo atveju, jei nėra pasibaigęs tokios nuobaudos skyrimo senaties terminas. Tačiau net ir skiriant administracinę nuobaudą, šiuo atveju taikomos mažiausios baudos, kadangi savanoriškas kreipimasis dėl savavališkos statybos įteisinimo laikomas švelninančia aplinkybe. Šia itin palankia savavališkos statybos įteisinimo galimybe asmenys, savavališkai vykdę statybos darbus, gali pasinaudoti nelaukdami, kol savavališką statybą nustatys ir savavališkos statybos aktą surašys Valstybinės teritorijų planavimo ir statybos inspekcijos prie AM specialistai.

Antrasis būdas bus taikomas nuo 2013 m. sausio 1 d. Jei iki 2012 metų pabaigos nebus pasinaudota pirmuoju savavališkos statybos įteisinimo būdu ir bus surašytas savavališkos statybos aktas, statytojui dar gali būti taikomos lengvatos: jis per 6 ar net 9 mėnesius, jei esama ne nuo jo priklausančių trukdžių, turi teisę kreiptis su prašymu išduoti statybą leidžiantį dokumentą. Bet šiuo atveju, skiriant administracinę nuobaudą (jei nesuėjusi jos skyrimo senatis), jam nebus taikoma švelninanti aplinkybė.

Be to, po savavališkos statybos akto surašymo iš savavališkos statybos vykdytojo bus pareikalauta per 6 ar 9 mėnesius nugriauti statinį ar tą statinio dalį, kurią jis pastatė savavališkai. Jei, kaip minėta, toks statinys gali būti toje vietoje, statytojui gavus statybą leidžiantį dokumentą, reikalavimai nugriauti bus panaikinti ir savavališka statyba bus laikoma įteisinta.

Antruoju būdu įteisinti savavališką statybą galima, tačiau teks mokėti įmoką už tokios statybos įteisinimą. Įmokos dydis priklausys nuo savavališkai atliktų darbų masto. Pavyzdžiui, jei pagal Statybos įstatyme nurodytą formulę bus apskaičiuota, kad savavališkos statybos darbų ir panaudotų medžiagų vertė yra 20000Lt, teks mokėti 4000Lt įmoką. Mažiausios įmokos dydis – 300 Lt, o didžiausios – 500 000 Lt.

Išvados

1. Išanalizavus išaiškintų savavališkų statybų atvejų apimtį, matyti, kad veikiant galiojančioms teisės aktų išlygoms tokių atvejų skaičius išaugo, tačiau vertinant veikiančius išorės ir vidaus veiksnius tikėtina, kad ateityje mažės.

2. Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad nors vidutinis koreliacinis ryšys yra, tačiau nėra statistiškai reikšmingos priklausomybės tarp savavališkų statybų skaičiaus ir BVP, išduotų leidimų, pastatytų pastatų skaičiaus. Tai parodo, kad ateityje analizuojant savavališkų statybų priežastis reikia papildomai nagrinėti teisinę bazę, ekonominę ir socialinę aplinką šalyje, plėsti naujos sąvokos „statybos kultūra“ reikšmę.

Literatūra

1. LR Statybos įstatymas. Žin. 1996-04-10, Nr. 32-788 (aktuali redakcija).
2. LR Civilinis kodeksas. Žin. 2000-09-06, Nr. 74-2262.
3. STR 1.09.06:2010 Statybos sustabdymas. Savavališkos statybos padarinių šalinimas. Statybos pagal neteisėtai išduotą statybą leidžiantį dokumentą padarinių šalinimas.
4. Šerėnaitė A., 2011 m. bendrasis vidaus produktas padidėjo 5,8% (žiūrėta 2012-03-05). Prieiga per internetą: <<http://vz.lt/article/2012/1/30/2011-m-bendrasis-vidaus-produktas-padidejo-5-8>>.

PRACTICAL ASPECTS OF UNAUTHORIZED CONSTRUCTION VALIDATION

Summary

The problems of unauthorized construction in Lithuania are discussed in this article. Thought what statistics doesn't show us exact numbers of unauthorized construction in our country. So the main purpose of this article is to determine trend of unauthorized construction in Lithuania, to determine does it depends on the Gross domestic product (GDP) or the number of building permissions or the numbers of built houses. This dependence is checked by calculating Spearman's rank correlation coefficient. Also the causes of unauthorized construction are given as well.

Keywords: unauthorized construction, validation.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Nelė Šimoliūnienė

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos Statybos fakulteto prodekanė

Autoriaus mokslinių interesų sritys: statybos procesų teisė

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 616 87622, nele.simoliuniene@ktk.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Nerijus Varnas

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos Statybos fakulteto dekanas

Autoriaus mokslinių interesų sritys: pastatų ūkio valdymas, pastatų priežiūros procesų tyrimai

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 686 82948, nerijus.varnas@ktk.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Edmundas Šimoliūnas.

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos Statybos fakulteto lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: pastatų atnaujinimo ir renovacijos procesų tyrimai

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 611 12081, edmundas.simoliunas@ktk.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Nelė Šimoliūnienė

Science degree and name: -

Workplace and position: Vicedean of Kaunas University of Applied Engineering Sciences Faculty of Construction

Author's research interests: construction law

Telephone and e-mail address: 8 616 87622, nele.simoliuniene@ktk.lt

Author name, surname: Nerijus Varnas

Science degree and name: -

Workplace and position: Dean of Kaunas University of Applied Engineering Sciences Faculty of Construction

Author's research interests: facilities management, building maintenance

Telephone and e-mail address: 8 686 82948, nerijus.varnas@ktk.lt

Author name, surname: Edmundas Šimoliūnas

Science degree and name: -

Workplace and position: Lecturer of Kaunas University of Applied Engineering Sciences Faculty of Construction

Author's research interests: building refurbishment and renovation processes

Telephone and e-mail address: 8 611 12081, edmundas.simoliunas@ktk.lt

PAVIRŠINIO INDUKČINIO GRŪDINIMO TECHNOLOGIJA IR ĮRENGINIAI

Valdas Speičys

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje aptariama paviršinio indukcinio grūdinimo technologija, naudojami įrenginiai ir analizuojami taikomi režimai. Paviršinis indukcinis grūdinimas plačiai naudojamas mašinų ir automobilių gamyboje, todėl automatizuoto medžiagų apdirbimo ir automobilių techninio eksploatavimo studentai turi išmanyti šio detalių paviršiaus stiprinimo būdo technologiją ir taikomus režimus.

Reikšminiai žodžiai: paviršinis indukcinis grūdinimas, aukšto dažnio elektros srovė, generatorius, induktorius, aušinimo įrenginiai.

Įvadas

Metalų paviršiams grūdinti plačiai yra naudojamas greitas paviršių įkaitinimas aukšto dažnio elektros srove (ADES). Šis terminio apdorojimo būdas leidžia gauti geresnes mechanines paviršinių sluoksnių savybes, o tai yra ypač svarbu tam tikroms mašinų ir automobilių detalėms. Tekėdama induktoriumi, kintama aukštadažnė srovė sukuria kintamą elektromagnetinį lauką, kuris gaminio paviršiuje indukuoja sūkurines sroves, greitai įkaitinančias detalės paviršių iki austenitinės struktūros. Priklausomai nuo detalės geometrinių matmenų, tinkamai parenkant srovės dažnį ir kaitinant indukciniu būdu, galima gauti labai didelį detalių įkaitinimo greitį (galima pasiekti grūdinimo temperatūrą per kelias sekundes) ir reguliuoti grūdinimo gylį.

Tyrimo objektas: paviršinio indukcinio grūdinimo technologijos.

Tyrimo tikslas: atlikti paviršinio indukcinio grūdinimo technologijos ir naudojamų įrenginių apžvalgą bei taikomų režimų analizę.

Uždaviniai:

- Išanalizuoti paviršinio indukcinio grūdinimo technologiją ir naudojamus įrenginius;
- Išanalizuoti paviršinio indukcinio grūdinimo parametrus ir taikomus režimus;
- Pateikti rekomendacijas praktiniam indukcinio grūdinimo taikymui.

Tyrimo metodai: literatūros šaltinių analizė, internetinių šaltinių analizė.

1. Paviršinio indukcinio grūdinimo įrenginiai ir technologija

Visi indukcinio kaitinimo įrenginiai turi šias pagrindines sudėtines dalis: generatorių, induktorių, induktoriaus ir generatoriaus aušinimo įrenginius, proceso valdymo priemones, kaitinamo gaminio tvirtinimo ir padavimo į induktorių įrenginį. Generatoriaus paskirtis – sukurti užduoto dažnio ir galios sroves. Indukciniu būdu metaliniai gaminiai kaitinami specialiu įrenginiu, kuris vadinamas induktoriumi. Pats paprasčiausias induktorius – tai žiedu sulenktas varinis vamzdelis arba varinė plokštelė, kuri vadinama induktoriaus vija. Induktoriai būna kelių pagrindinių konstrukcinių tipų:

- induktoriai, skirti kaitinti išoriniams cilindriniams paviršiams (1 pav.),
- induktoriai, skirti kaitinti plokšties paviršiams (2 pav.),
- induktoriai, skirti kaitinti vidiniams cilindriniams paviršiams (3 pav.),
- induktoriai, skirti kaitinti sudėtingos formos paviršiams (4 pav.).



1 pav. Cilindro kaitinimas



2 pav. Plokščio paviršiaus kaitinimas



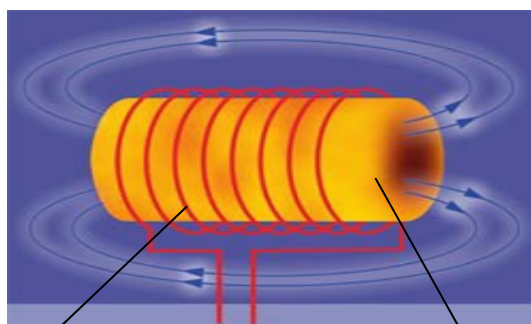
3 pav. Induktoriai vidinių paviršių kaitinimui



4 pav. Induktorius sudėtingos formos paviršiaus kaitinimui

*Šaltinis: Induction heating equipment. 2012 [žiūrėta 2012 04 05] Prieiga per internetą:
<<http://www.dw-inductionheating.com/induction-heater/induction-surface-hardening>>*

Tekant kintamai aukšto dažnio elektros srovei per induktoriaus viją, apie ją susidaro kintamas magnetinis laukas. Didžiausias magnetinio lauko tankis, kartu ir didžiausia indukcija, susidaro vijos viduryje prie induktoriaus žiedo vidinių sienelių. Jeigu induktoriaus žiedo viduryje patalpiname metalinę detalę, tai kintantis magnetinis srautas, kirsdamas ją, sukuria sūkurines sroves, kurios koncentruojasi detalėje arti induktoriaus vijų ir turi žiedinę tekėjimo kryptį (5 pav.). Tarp induktoriaus ir detalės paliekamas 2-5 mm. tarpelis. Kuo didesnis srovės dažnis, tuo plonesniame detalės paviršiaus sluoksnyje teka srovė, tuo plonesnis paviršiaus sluoksnis staigiai įkaista, o vidiniai sluoksniai įkaisti nespėja. Po to detalė aušinama vandens čiurkšlėmis arba kitu būdu ir įkaitintas paviršinis sluoksnis užsigrūdina.



Induktoriaus vija

Kaitinama detalė

5 pav. Indukcinis kaitinimas

Šaltinis: Speičys V. Pipcevičius A. Terminio apdorojimo technologijos. PMMC, 2006

Magnetiniai srautai susidaro induktoriaus vijos vidiniame skersmenyje, bet, jeigu vietoje metalinės detalės į induktoriaus vijų vidinę dalį įstatysime nemagnetinę medžiagą, magnetinis srautas tokiu atveju susidarys išorinėje induktoriaus vijos dalyje. Remiantis šiuo principu konstruojami induktoriai, skirti kaitinti vidinius cilindrinus paviršius.

Indukciniu būdu įkaitintų paviršių aušinimui grūdinimo metu daugiausia naudojamas aušinamo skysčio dušas. Skysčiai anglinių plienų aušinimui gaminami vandens pagrindu, legiruotų plienų aušinimui – alyvų pagrindu. Aušinant legiruotus plienus vandeniu, detalėse gali atsirasti įtrūkimų.

Detalės ir induktoriaus bazavimo įrenginiai paprastai montuojami ant talpos, kurioje laikomas grūdinimui naudojamas aušinimo skystis. Aušinimo skystis iš talpos siurbliais paduodamas į dušą sukuriantį įrenginį. Aušinimo skystis, apilpovęs detalės įkaitintus paviršius, savaime subėga atgal talpą. Šis skystis gali būti naudojamas ir generatoriui aušinti. Paprasto vandens naudoti aušinimui negalima. Aušinimo skystis yra specialiai paruošiamas ir turi nustatytas vandens kietumo ir elektrinio laidumo savybes. Aušinimo efektyvumas priklauso:

- nuo dušo parametrų (nuo dušo būdu paduodamo aušinamo skysčio kiekio, dušo srauto greičio ir aušinamo skysčio temperatūros),
- nuo dušą sukuriančio prietaiso konstrukcijos (nuo dušo išpurškimo kiaurymių kiekio, skersmens ir kampo pakrypimo aušinamo paviršiaus atžvilgiu, nuo tarpelio tarp dušo ir kaitinamo paviršiaus).

Labai svarbus induktoriaus ir dušo galvutės konstrukcijų parinkimas, nes nuo to priklauso grūdinimo rezultatai. Vienas iš pagrindinių dušo parametrų yra paduodamo per laiko tarpą aušinimo skysčio kiekis. Didinant paduodamo aušinimo skysčio kiekį didėja aušinimo greitis. Aušinimo greitis taip pat priklauso nuo dušo galvutės kiaurymių ilgio, optimalu, kai ilgis lygus dviem skersmenims. Kai kiaurymių ilgis mažas, atskiri srautai gali susilieti į vieną. Tarpelis tarp dušo galvutės ir kaitinimo paviršiaus neturi būti didelis, o dušo kanalų kampas aušinimo paviršiaus atžvilgiu turi būti nuo 75 iki 115 laipsnių (optimalus variantas - 90 laipsnių). Parenkant indukcinio grūdinimo režimus ir induktoriaus bei dušo galvutės konstrukciją, dažniausiai tenka atlikti ne vieną technologinį eksperimentą, kol gaunami priimtini rezultatai.

Induktorius ir generatoriaus transformatoriaus aušinimui gali būti naudojamos šaldymo mašinos arba paprasti ventiliatoriai su šilumokaičiu.

Paviršiniam grūdinimui aukšto dažnio srovėmis dažniausiai naudojami horizontalūs ir vertikalūs indukcinio grūdinimo įrenginiai. Pirmu atveju induktorius ir detalė vienas kito atžvilgiu juda horizontalioje plokštumoje, kitu atveju – vertikalioje plokštumoje. Horizontalios mašinos naudojamos plonų ir ilgų detalių kaitinimui, o vertikalios – kai detalės ilgis nėra daug kartų didesnis už plotį. Konstrukcijos tipo parinkimas priklauso nuo detalių gabaritų, reikalavimų grūdinimo paviršiams, ir grūdinimo įrenginių integracijos į bendrą technologinių įrenginių grandinę sąlygų. Paviršinio grūdinimo įrenginiai plačiai naudojami automobilių ir mašinų gamybos pramonėje.

Indukcinio grūdinimo įrenginys – tai tas pats indukcinio kaitinimo įrenginys, kuris turi papildomą funkciją, įgalinančią greitai ataušinti įkaitintą paviršių. Indukcinio grūdinimo įrengimuose indukcinio kaitinimo įrenginys montuojamas ant aušinimo skysčio talpos kartu su grūdinamos detalės bazavimo įrenginiu, kuris gali suteikti detalei judesį induktoriaus kaitinimo vijos atžvilgiu. Grūdinant cilindrinis paviršius, šiems paviršiams suteikiamas sukimosi judesys. Detalei arba induktoriui judesys gali būti suteiktas programiškai valdomomis elektrinėmis pavaromis arba pneumatiniiais cilindrais (valdomais galinių išjungėjų).

Mašinų detalių paviršiniam grūdinimui gali būti naudojami šie būdai:

- kai vienu metu vyksta grūdinamo paviršiaus įkaitinimas ir aušinimas (dažniausiai taikomas krumpliaračių krumpliams, kurių modulis neviršija 10 mm, grūdinti),
- kai įkaitintas paviršius iškart ataušinamas (taip grūdinami krumpliaračių, kurių modulis daugiau 8 mm, krumpliai),
- kai detalė induktoriaus ir aušinamo dušo atžvilgiu nuolat sukdamasi juda (šis būdas leidžia užgrūdinti didelius paviršius, turint palyginti nedidelio galingumo srovės dažnio generatorius).

2. Paviršinio indukcinio grūdinimo režimai

Įkaitinto paviršiaus temperatūra ir gylis priklauso nuo į induktorių paduodamo galingumo, srovės dažnio, kaitinimo laiko. Parenkant srovės dažnį metalinių detalių indukciniam kaitinimui, reikia įvertinti ir detalių geometrinius matmenis.

Įkaitintos juostos forma ir tolygumas priklauso nuo induktoriaus formos ir yra artima induktoriaus formai. Kada norima įkaitinti visą detalės skerspjūvį ar storesnį paviršiaus sluoksnį, naudojamos vidutinio dažnio srovės (1-10kHz), o norint įkaitinti tik detalių paviršinius sluoksnius, naudojamos aukšto dažnio srovės (didesnės negu 10kHz). Kuo aukštesnis srovės dažnis, tuo plonesnį įkaitintą sluoksnį gauname.

Srovės įsiskverbimo gylis į anglinį plieną su 0,45% C parodytas 1 lentelėje.

1 lentelė

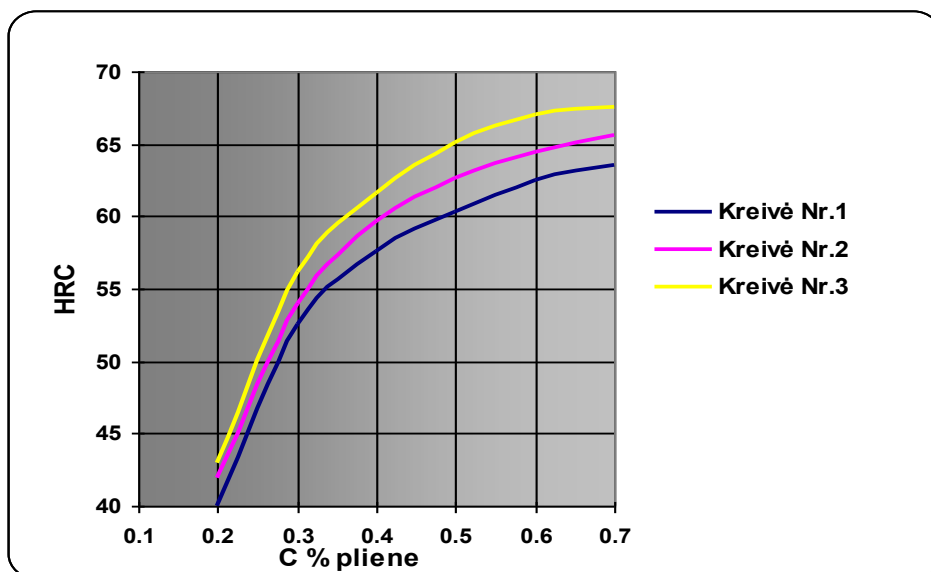
Srovės įsiskverbimo gylis pliene

Srovės dažnis, Hz	Srovės įsiskverbimo gylis (mm) pliene su 0,45%C	
	Prie 20°C	Prie 850°C
50	4,5	80
2 500	0,64	11
8 000	0,35	6,2
70 000	0,12	2,1
250 000	0,08	1,0

Šaltinis: Индукционная закалка 2012 [žiūrėta 2012 04 05] Prieiga per internetą:

<http://www.tehnoinfo.ru/tehnologijaobrobotki/20.html>

Paviršinio indukcinio grūdinimo metu pasiekiamas kietumas labai priklauso nuo plieno cheminės sudėties ir aušinimo būdo. 6 pav. parodyta kietumo, pasiekiamo plienuose grūdinimo metu, priklausomybė nuo anglies kiekio ir aušinimo būdo.



6 pav. Kietumo, pasiekiamo plienuose grūdinimo metu, priklausomybė nuo anglies kiekio ir aušinimo būdo
Šaltinis: Speičys V. Pipcevičius A. Terminio apdorojimo technologijos. PMMC, 2006

Kreivę Nr.1 gauname, kai įkaitinimas atliekamas kamerinėje krosnyje (įkaitinimo greitis 1°C/sec.), o aušinimas atliekamas panardinant į vandenį. Kreivė Nr.2 – kai įkaitinimas atliekamas kamerinėje krosnyje (įkaitinimo greitis 1°C/sec.), o aušinimas atliekamas išpurškiant vandenį dušu. Kreivė Nr.3 gaunama, kai įkaitinimas atliekamas indukciniu būdu, (įkaitinimo greitis 100°C/sec), o aušinimas atliekamas išpurškiant vandenį dušu. Matome, kad panaudojus aušinimą dušu, vien tik dėl aušinimo intensyvumo padidėjimo gaunamas kietumo padidėjimas 2-5 HRC vienetais. Taip pat kietumas padidėja todėl, kad įkaitinus iki grūdinimo temperatūros dėl didelio kaitinimo greičio susidaro smulkiagrūdis austenitas, o ataušinus gaunamas smulkiagrūdis martensitas. Grūdinant indukciniu būdu, didžiausias kietumas gaunamas detalės paviršiuje. Einat gilyn kietumas mažėja. Brėžiniuose dažniausiai nurodoma minimali kietumo reikšmė tam tikrame atstume nuo paviršiaus.

Įkaitinimo režimai nustatomi priklausomai nuo plieno markės ir reikalavimų, keliamų užgrūdintam sluoksniui. 2 lentelėje parodyta, kaip užgrūdinto sluoksnio gylis priklauso nuo srovės dažnio.

2 lentelė

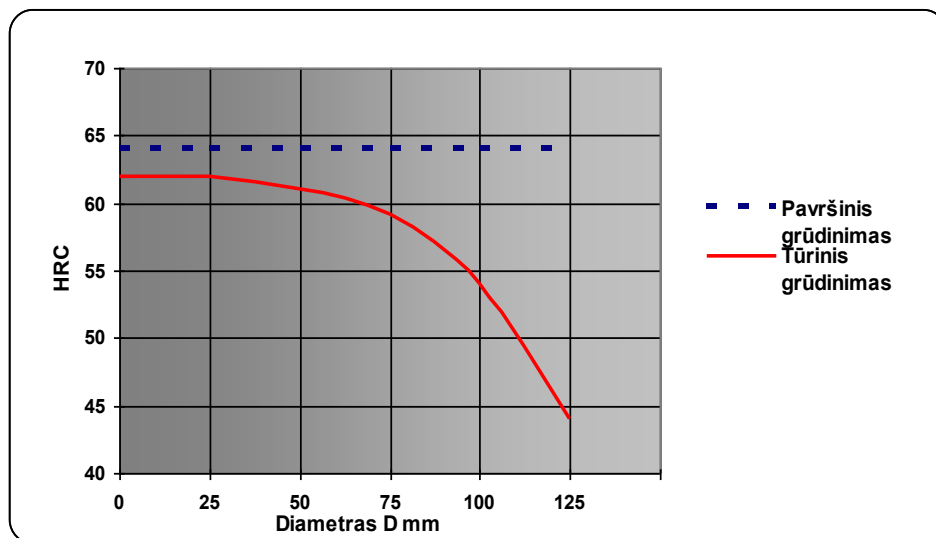
Užgrūdinto sluoksnio gylis priklausomybė nuo srovės dažnio

Užgrūdinto sluoksnio gylis	Srovės dažnis, Hz				
	250 000	8000	2500	1000	500
Minimalus	0,3	1,3	2,4	3,6	5,5
Maksimalus rekomenduojamas	2,5-3	5,5	10	15	22
Optimalus	0,5-1,5	2,7	5	8	11

Šaltinis: Индукционная закалка 2012 [žiūrėta 2012 04 05] Prieiga per internetą:

<<http://www.tehnoinfo.ru/tehnologijaobrobotki/20.html>>

7 pav. parodyta paviršiaus kietumo priklausomybė nuo detalės skersmens (detalė pagaminta iš plieno su 0,45 % anglies).



7 pav. Detalės paviršiaus kietumas priklausomai nuo grūdinimo būdo ir detalės skersmens
Šaltinis: Speičys V. Pipcevičius A. Terminio apdorojimo technologijos. PMMC, 2006

Iš grafiko matome, kad užgrūdinto paviršiaus kietumas praktiškai nepriklauso nuo detalės geometrinių matmenų. Grūdinat tūriniu būdu, didėjant detalės gabaritams mažėja paviršiaus kietumas. Tai atsitinka todėl, kad aušinant detalę aušinimo greičiui turi įtakos vidinių detalės sluoksnių temperatūra.

3. Paviršinio indukcinio grūdinimo privalumai ir trūkumai.

Analizuojant ilgametę gamybinių įmonių praktiką galima teigti, kad paviršinio indukcinio grūdinimo privalumai yra šie:

- didelis proceso našumas,
- galimybė tiksliai reguliuoti grūdinimo gylį,
- galimybė gauti detalės paviršiuje didelį kietumą ir atsparumą dilimui, išlaikant nepakitusių detalės vidinių sluoksnių plastiškumą ir kietumą,
- po įkaitinimo paviršius neišanglėja ir mažai oksiduojasi,
- galimybė montuoti įrengimą vienoje patalpoje su kitais mechaninio apdirbimo technologiniais įrengimais.

Paviršinio indukcinio grūdinimo trūkumai:

- didelė indukcinio kaitinimo įrenginio kaina, kuri atsiperka tik serijinėje gamyboje,
- šį grūdinimą sunku pritaikyti sudėtingos formos ir labai dideliems gaminiams,
- skirtingoms detalėms reikalingi skirtingi induktoriai.

Išvados

1. Paviršinis indukcinis grūdinimas yra kokybiškas bei našus procesas ir labai tinkamas velenų, ašių krumpliaračių, pjovimo įrankių bei kitų detalių gamyboje kietinant ir stiprinant jų paviršius.
2. Paviršinio grūdinimo gylis priklauso nuo plieno cheminės sudėties, srovės dažnio, įrenginio galingumo ir kaitinimo laiko. Paviršiaus kietumas priklauso nuo plieno cheminės sudėties ir aušinimo būdo ir praktiškai nepriklauso nuo detalės geometrinių matmenų.
3. Paviršinį indukcinį grūdinimą rekomenduojama taikyti serijinėje gamyboje. Pasirenkant šį terminio apdorojimo būdą reikia projektuoti induktorius konkrečioms detalėms ir atsižvelgti į grūdinimo technologijos bei pasirenkamų režimų ypatumus.

Literatūra

1. Joseph R. Davis. Surface hardening of steels. Understanding the basics. ASM International, 2002.
2. Speičys V. Pipcevičius A. Terminio apdorojimo technologijos. Profesinio mokymo metodikos centras, 2006.
3. Šniuolis R. Inžinerinės medžiagos. Sandara, savybės, panaudojimas. Š.: Lucilijus, 2009.

4. Induction heating equipment. 2012 [žiūrėta 2012 04 03] Prieiga per internetą: <<http://www.dw-inductionheating.com/induction-heater/induction-surface-hardening>>.
5. Hardening systems. 2012 [žiūrėta 2012 04 05] Prieiga per internetą: <<http://www.indiamart.com/hfpowertechologies/hardening-systems.html#induction-hardening>>.
6. Индукционная закалка 2012 [žiūrėta 2012 03 28] Prieiga per internetą: <<http://www.tehnoinfo.ru/tehnologijaobrobotki/20.html>>.
7. Научные исследования (индукционный нагрев). Поверхностная термообработка стали. 2012 [žiūrėta 2012 03 28] Prieiga per internetą: <http://www.interm.su/htm/science/poverchn_termoobr_1.htm>.
8. Поверхностный нагрев под закалку. 2012 [žiūrėta 2012 03 28] Prieiga per internetą: <http://www.ktovdome.ru/teoriya_termicheskoy_obrabotki_materialov/363/85/11039.html>.
9. Индукционная закалка сталей. 2012 [žiūrėta 2012 04 12] Prieiga per internetą: <http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000349294&dtype=F&etype=.pdf>.

SURFACE INDUCTION HARDENING TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT

Summary

In the article the induction surface hardening technology and equipment are discussed, applied modes are analyzed and advantages and disadvantages of the induction surface hardening are presented. Induction surface hardening is widely used in machinery and automobile manufacturing thus students studying automated materials processing and automotive technical maintenance must understand component's surface hardening technology and regimes.

Keywords: induction surface hardening, high-frequency electrical current, generator, inducer, cooling devices.

AUTORIAUS LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Valdas Speičys

Mokslo laipsnis ir vardas:

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegija, Elektromechanikos fakulteto Mechatronikos katedros lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: gamybos technologijos, medžiagotyra

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 653 25543, valdas.speicys@ktk.lt

A COVER LETTER OF AUTHOR

Author name, surname: Valdas Speičys

Science degree and name:

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty, Mechatronic department, lecturer

Author's research interests: manufacturing technologies, material technologies

Telephone and e-mail address: 8 653 25543, valdas.speicys@ktk.lt

AKUSTINIS VERTIKALIOS VĖJO JĖGAINĖS APLINKOS TYRIMAS

Saulius Tamokaitis

Klaipėdos valstybinė kolegija

Anotacija

Pastaruoju metu yra didelis susidomėjimas vėjo turbinomis (sparninės, rotorinės, modulinės mažos galios jėgainės), kurias galima tinkamai panaudoti ūkinių poreikių energetiniams ištekliams gausinti ne tik kaimiškose, bet miesto ir gyvenviečių teritorijose. Plačiausiai paplitusios vertikalios ašies vėjo jėgainės yra „Darrieus“ ir „Savonius“ tipo vėjo varikliai. Šios jėgainės tinkamai išnaudoja įvairių krypčių vėjus. Prieš diegiant naujas technologijas pirma reikia iširti ne tik jų patikimumą, bet ir skleidžiamos akustinės taršos problemas. Tokių inžinerinių įrenginių poveikio aplinkai vertinime pabrėžiama garso taršos problema, jos matas – akustinės taršos ribos. Jas galima numatyti žinant šaltinio triukšmines savybes (garsinę galią, skleidžiamų garsų amplitudės dažnines charakteristikas), akustinę emisiją (garsinio spinduliavimo kryptingumo rodiklis) ir ją sąlygojančias vietovės sąlygas. Atliktame tyrime, pasitelkiant matematinis analoginius šaltinių sukuriamų garso laukų tyrimo metodus, taškinio garso šaltinio matematinis lauko modelis pritaikytas vertikalios ašies vėjo jėgainės akustinei emisijai apibendrinti. Sudarytos matematinės priklausomybės tarp triukšmo šaltinio garsinės galios ir akustinės emisijos (L_p ir L_{pA}). Panaudojant gautas analitines akustinės emisijos intensyvumo kitimo išraiškas, galima numatyti vertikalios ašies vėjo jėgainės sukeltos akustinės taršos ar akustikai ekologiškoms teritorijos zonoms priskirtinos vietovės ribas.

Reikšminiai žodžiai: vertikalios ašies vėjo jėgainės, triukšmas, akustinės taršos ribos.

Įvadas

Mažos galios vėjo jėgainės įrengiamos buitiniams bei gamybiniais poreikiams tenkinti. Spartus vėjo jėgainių statymas kaip atsinaujinančios energijos šaltinio Lietuvos ūkyje kelia ir tam tikrų problemų. Lietuvos nacionalinėje energetikos strategijoje teigiama, kad Lietuva įgyvendins savo įsipareigojimus Europos Sąjungai (ES) dėl atsinaujinančių energijos išteklių panaudojimo elektros energijai gaminti. Priėmus Lietuvai atsinaujinančių išteklių energetikos įstatymą išsispirdė kai kurie klausimai susiję su vėjo jėgainių statymu. Įstatyme sakoma „2017–2018 m. vidutinė atsinaujinančių išteklių energijos dalis bendrame galutiniame energijos suvartojime turi sudaryti ne mažiau kaip 20,2 proc.“. Lietuvos Respublikos Prezidentė D. Grybauskaitė sakė, kad „Energetinė nepriklausomybė įmanoma tik pradėjus naudoti įvairius energijos šaltinius. Turime ambicingą tikslą – iki 2020 m. pasiekti, kad bent 23 proc. vartojamos energijos būtų gaminama iš atsinaujinančių energijos šaltinių, ir taip tapti mažiau priklausomais nuo vieno energijos šaltinio. Tai pasiekti galime tik plėtodami moderniausias, žmogui ir aplinkai saugias atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo technologijas“ [5]. Plėtodami moderniausias atsinaujinančių energijos išteklių naudojimo technologijas neturime pamiršti žmogaus, floros, faunos, kokį poveikį ir pasekmes gali tai sukelti. Atsinaujinančios energijos šaltiniai aplinkoje sukelia įvairaus pobūdžio trikdžius. Vertinant tokio energetinio šaltinio sukeltą akustinio triukšmo poveikį žmogaus sveikatai didelę reikšmę turi paros laikas, sukurtų trikdžių intensyvumas ir poveikio trukmė, veikimo periodiškumas. Nustatyta, kad triukšmo pakenčiamumas priklauso nuo garso intensyvumo bei dažnio. Ypač tai turi įtakos žmogaus miegui. Pagrindinės triukšmo apraiškos miego metu yra širdies dažnio ir pulso pakitimai, prabudimai ir miego stadijų eiliškumo pakitimai. Dėl prasto miego nakties metu padidėja nuovargis bei sumažėja darbingumas. Tyrimais nustatyta, kad naktį prabudimas yra dėl 45-50 dBA triukšmo. Visą naktį veikiantis 45 dBA lygio triukšmas sukelia padidėjusį nuovargį per sekančią dieną ir turi polinkį neigiamai veikti nuotaiką aktyvacijos ir ekstraversijos požiūriu ir kt. Įsirengiant tokius energijos šaltinius šalia gyvenamųjų namų ar ūkyje ir siekiant išvengti neigiamo triukšmo poveikio ir galimų pasekmių reikia atsižvelgti į akustinę jėgainės emisiją. Tai labai svarbu statant vėjo jėgaines šalia gyvenamųjų namų, pagal Lietuvos higienos normas HN 33:2011 nuostatas [6], triukšmo lygiai negali viršyti nustatytų leidžiamų verčių ir nekelti rizikos žmonių sveikatai ir poilsiui.

Žinant triukšmines vėjo jėgainės charakteristikas, sukulto triukšmo aplinkoje dėsnius, galima atlikti akustinės taršos modeliavimą.

Tyrimo objektas: pavienės vertikalios ašies vėjo jėgainės akustinės taršos aplinkos tyrimas.

Straipsnio tikslas: atskleisti pavienės vertikalios ašies vėjo jėgainės akustinės taršos aplinkai poveikį.

Uždaviniai:

1. Nustatyti vertikalios ašies vėjo jėgainės akustinės taršos ribas.
2. Nustatyti vertikalios ašies vėjo jėgainės akustikai ekologiškas zonas.

1. Triukšmo poveikis sveikatai

Triukšmo poveikį žmogaus organizmui galima suskirstyti į *specifinį* ir *nespecifinį*. *Specifiniam* poveikiui priklauso akustinė trauma, klausos nuovargis ir triukšmo įtakoje išsivystęs kurtumas. Dėl triukšmo *nespecifinio* poveikio organizmui labiausiai veikiama centrinė nervų sistema: galvos skausmai, svaigimai, blogėja dėmesys, atmintis, sutrinka miegas, vystosi neurozės. Šie pakitimai dažnai išsivysto anksčiau, nei sutrinka klausa. Triukšmas, kaip lėtinis stresas, sukelia patologinius pakitimus širdies ir kraujagyslių sistemoje. Įrodyta, kad ilgą laiką veikiant triukšmui, žmonės dažniau serga hipertonsine liga, ateroskleroze, išemine širdies liga, triukšmas slopina skrandžio sulčių sekreciją ir rūgštingumą, ilgainiui gali išsivystyti gastritas, opaligė.

Mažinant triukšmo žalingą įtaką sveikatai, taikomos priemonės turi būti nukreiptos į triukšmo lygio mažinimą. Tai - racionalus triukšmą keliančių vėjo jėgainių išdėstymas, techninių konstrukcijų tobulinimas, garsą izoliuojančių ir sugeriančių medžiagų panaudojimas, gera įrengimų techninė priežiūra ir remontas [7].

Judėdami, vėjo turbino sparnai kelia garsą, kuris pagal šaltinį gali būti mechaninis arba aerodinaminis. Greičių dėžė, generatorius ir guoliai kelia mechaninį triukšmą, kurio stiprumas priklauso nuo nominalios galios ir konstrukcijos. Kuo didesnė konversijos sistema, tuo didesnis ir triukšmas. Sklęsdamos per orą, rotoriaus mentės kelia aerodinaminį triukšmą, kurio garsumas priklauso nuo sukimosi greičio bei vėjo malūno sparnų formos ir savybių. Be to, svarbus ir oro srovės sukuriavimo stiprumas. Foninis triukšmas skiriasi, esant skirtingoms vietinėms sąlygomis, todėl jis įvertinamas, nustatant atstumą tarp sukuriavimo ir arčiausios gyvenamos vietos. Foninio triukšmo stiprumas yra susijęs su vėjo greičiu, jo poveikiu pastatams (srauto kryptimi), medžiais, gyvatvorėmis ir kitais veiksniais. Keleto kilometrų atstumu turbino keliamas triukšmas nėra toks stiprus, kad dienos metu būtų girdimas pastato viduje. Tačiau jį reikia matuoti naktį, kada nutyla aplinkinis triukšmas (laivų sirenų, reaktivinių variklių, automobilių, traukinių, namų apyvokos prietaisų ir kitų triukšmą keliančių daiktų) [8].

Pagal Lietuvos higienos normą HN33:2011 „Akustinis triukšmas. Triukšmo ribiniai dydžiai gyvenamuosiuose ir visuomeninės paskirties pastatuose bei jų aplinkoje“ yra nustatyti ribiniai triukšmo dydžiai.

2. Metodika ir jos taikymas

Psichologiniu aspektu žmogaus klausos sistemos reakcija į monochromatinių garsų suvokimą apibūdinus vienodo garsumo kreivėmis. Panašiai susiformuoja ir požiūris į aplinkos triukšmo „blogumą“, nes energetiškai lygiaverčiai, aukšto ir žemo dažnio triukšmas žmogaus psichologine prasme yra dar mažiau pakenčiamas. Ir kuo ženkliausia tokio triukšmo gavimo slėgio lygių dažnio spektro nuokrypis nuo neutraliojo (žmogaus girdos sistemai įprastai palankaus) [6], tuo šio triukšmo „nepakenčiamumas“ didesnis. Vienaskaitinių tokių triukšmingų charakteristikų rodikliu nurodomi įvairūs vertinimo kriterijai (matai). Jiems nustatyti (dažniau-apskaičiuoti) reikia turėti tiriamosios akustinės aplinkos (erdvės) garso lauko intensyvumo parametrų lygius – amplitudės dažnines charakteristikas, pvz.: išmatuotus garsinio slėgio lygius (L_p , dB) vidutinių geometrinių dažnių juostuose (f_{oct} , Hz), A, C, L_m svertinius garso lygius bei garso lygių statistinio pasiskirstymo T – trukmės laikotarpyje (% nuo T) lygius (L_{AN} , dB) ir kt., LST ISO 1996:2004 nusakytus tarp parametrinio suderinamumo rodiklius. Naudojamas ryšys tarp garso lauko charakteristikos ir tą lauką sukūrusio šaltinio garsinės galios (L_W , dB) priklausomybės nustatomos akustinės taršos ribas (ar akustikai ekologiškas zonas).

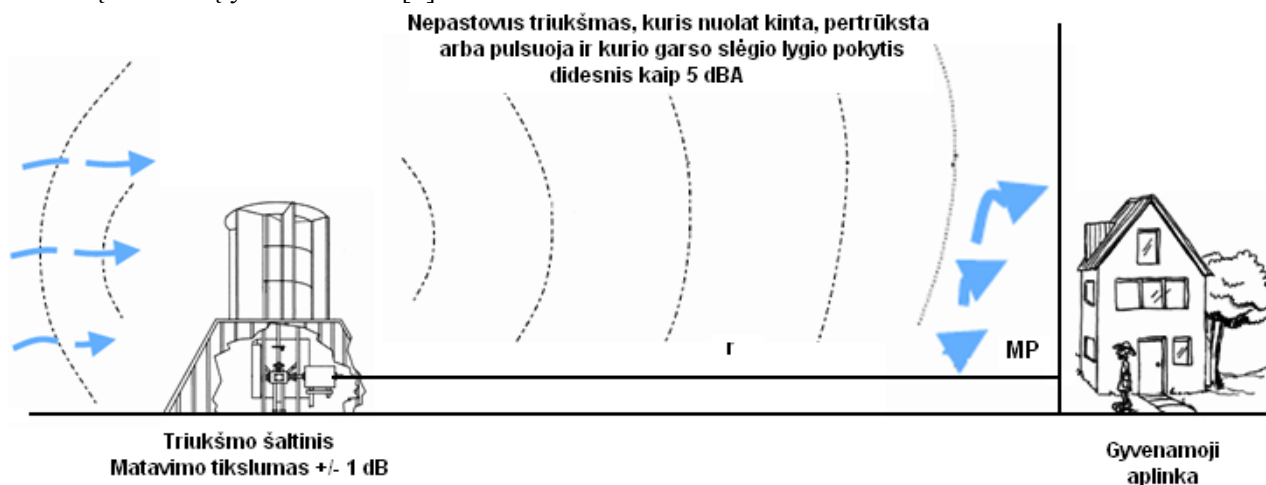
Pvz.: žr. 1 pav., taškinių ir/ar ilginio triukšmo šaltinio sukurtai aplinkai apibūdinti galima taip:

$$L_{pA} = L_W - 20 \lg(r) - 8, \text{ dB} \quad (1)$$

$$L_{pA} = L_W - 10 \lg(r) - 5, \text{ dB} \quad (2)$$

čia: r – atstumas nuo triukšmo šaltinio iki stebėtojo (matavimo taško) erdvėje virš žemės paviršiaus; L_W – šaltinio garso galios (W) lygis, dB; L_{pA} – garso galios r atstumu nutolusiame taške, dBA.

Jei triukšmo šaltinis aukštai pakeltas virš žemės paviršiaus tai lygtį (1) ir (2) reikia patikslinti pataisant geometrinės akustikos dėsnius. Šiuo atveju nagrinėjant vertikaliaios ašies vėjo jėgainės šaltinis, kuris skleidžią triukšmą yra arti žemės [9].



1 pav. Triukšmo šaltinio sukurtos aplinkos matavimas
Šaltinis: sudaryta autoriaus

3. Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

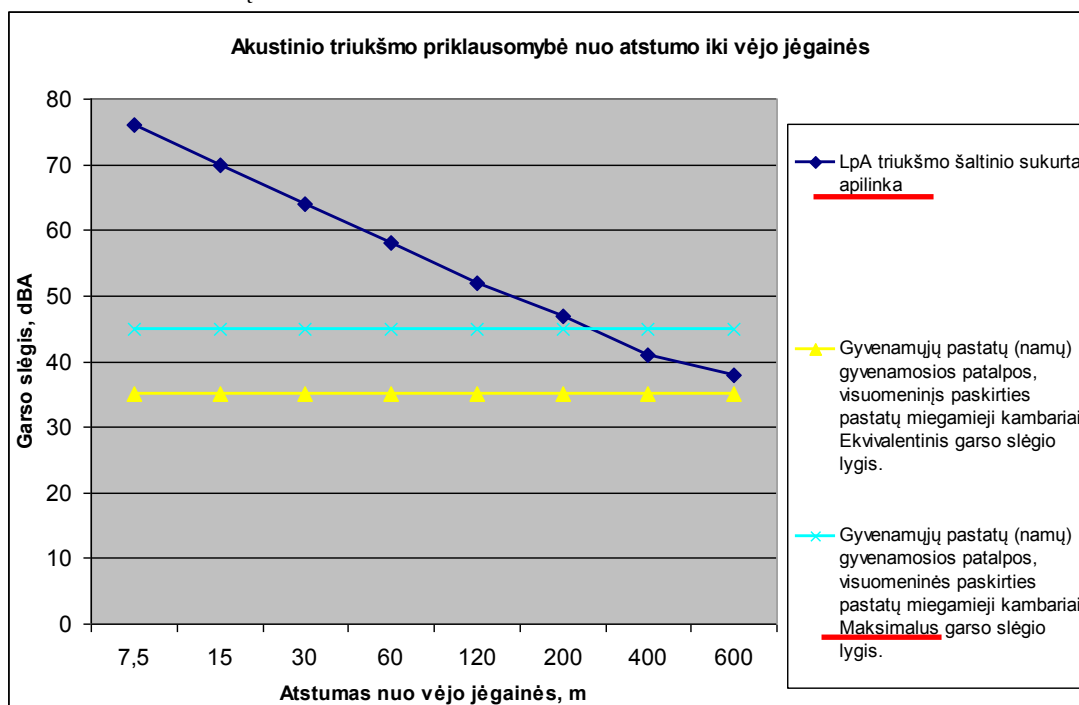
Parengtiniai akustiniai matavimai atlikti 25 kW vertikaliaios ašies vėjo jėgainės, kurios generatorius įrengtas 0,3 m. aukštyje nuo žemės paviršiaus aplinkoje siekiant gauti $L_{pA} = f(r)$, priklausomybės pagrįstumą, taikant teritorijos akustinei taršai prognozuoti.



2 pav. Kontrolės patalpos
Šaltinis: sudaryta autoriaus

Akustiniams garsinio slėgio matavimams atlikti panaudota Brüel&Kjaer firmos vibroakustinis matavimo prietaisas (preciziniai triukšmo matuokliai +1616 tipo oktaninių dažnių filtras).

Analizuojant (žr. 3 pav.) pateiktus duomenis galima teigti, kad ekvivalentinis garso slėgio lygis (L_{AeqT}) 35 dBA bus pasiektas viršijus 600 m atstumą nuo vėjo jėgainės. Tolstant nuo vėjo jėgainės garso slėgio reikšmė kas 100 metrų sumažėdavo vidutiniškai kas 5 dBA.



3 pav. Akustinio triukšmo L_{pA} rodiklių kitimas skirtingais atstumais nuo vėjo jėgainės

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Išvados

1. Esant vėjo greičiui 8 m/s vertikalios ašies vėjo jėgainės keliamo akustinio triukšmo tyrimai parodė, kad higienos normose numatyto maksimalaus leistino triukšmo ekvivalentinio lygio (45 dBA) nakties valandomis (22–6h) neviršija tik stovėdama ne arčiau, kaip 300 m.

2. Išanalizavus akustinio triukšmo stiprumo priklausomybę nuo atstumo iki vėjo jėgainės galima nustatyti, kad sukkelto akustinio triukšmo TMA Wind 25kW vėjo jėgainės, kai vėjo greitis 8 m/s mažėjimas nustatytas daugiau kaip už 600 m.

Literatūra

- Deikus J., Merkevičius S., Šarlauskas A. *Inžineriniai techniniai saugos metodai ir priemonės fizinei technologinei taršai mažinti. I dalis. Vibroakustin_ tarša*. Akademija: LŽUU leidybos centras, 2004. 73 p.
- Katinas V, Tumosa A, „*Vėjo energijos panaudojimo galimybės Lietuvoje*“. Vilnius, 1995 m
- Katinas V, Markevičius A, „*Vėjo energetika*“. Kaunas, Lietuvos energetikos institutas, 2001m.
- Jakštas A, „*Energijos transformavimo mašinos*“. Vilnius, Technika, 2000 m.
- Lietuvos Respublikos Prezidentės kalba. Prieiga per internetą: <<http://www.bernardinai.lt>>.
- Lietuvos higienos normos HN 33:2011, Akustinis triukšmas. Prieiga per internetą: <<http://www.lrs.lt>>.
- Kaip kenkia triukšmas. Prieiga per internetą: <<http://www.radviliskisvsb.lt>>.
- Vėjo jėgainės. Prieiga per internetą: <<http://www.vejojegaines.lt>>.
- Merkevičius S, Jotautienė E, Lithuanian University of Agriculture, Vaičaitis R, Columbia University, USA, Tamokaitis S, JSC Ntechnologijos, Lithuania, „Acoustic Environment of Low Power Wind Turbines“, Rural Development 2009, ISSN 1822-3230.
- Vėjo jėgainės. Prieiga per internetą: <<http://www.tmawind.com>>.

VERTICAL ACOUSTIC WIND ENVIRONMENTAL RESEARCH**Summary**

Prior to construction of new wind power is first necessary to examine not only their credibility but also the emitted noise pollution problems. Engineering equipment such environmental impact assessment highlights the problem of sound pollution, its measurement - noise pollution limits. A study conducted by means of mathematical analog sources sound field testing methods, a point source of the sound field of a mathematical model applied to the vertical axis wind turbine acoustic emissions summarized. Using the obtained analytical acoustic emission intensity variation of expressions may be made vertical axis wind turbine noise pollution caused by acoustic or clean areas within the scope of local area boundaries.

Keywords: vertical axis wind power plants, noise, limits of noise pollution.

AUTORIAUS LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Saulius Tamokaitis

Mokslo laipsnis ir vardas: lektorius

Darbo vietą ir pozicija: Klaipėdos valstybinė kolegijos Technologijų fakulteto Transporto inžinerijos katedros lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: gamybos technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija

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

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Saulius Tamokaitis

Science degree and name: lecturer

Workplace and position: Klaipėda State College, Faculty of Technology, Automotive engineering department lecturer

Author's research interests: manufacturing technologies, methodology of engineering sciences

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

INOVATYVIOS TECHNOLOGIJOS MIŠRAUS IR E. MOKYMOSI ĮGYVENDINIMUI MOKYMO INSTITUCIJOSE

Danguolė Rutkauskienė¹, Daina Gudonienė¹, Vilma Rūta Mušankovienė¹, Rūta Petrauskienė²

¹Kauno technologijos universitetas, ²Alytaus kolegija

Anotacija

Naujos informacijos ir komunikacijos technologijos (IKT) dėstytojams ir mokytojams kelia naujus reikalavimus gebėti taikyti e.mokymosi medžiagos kūrimo bei teikimo priemones, valdyti bendravimo ir bendradarbiavimo įrankius, naudoti žinių patikrinimo ir vertinimo priemones bei diegti naujas metodikas. Straipsnyje pristatomi 2011 ir 2012 metais atlikto tyrimo rezultatai apie IKT naudojimą Lietuvos mokyklose mokytojo požiūriu bei pateiktos išvados ir rekomendacijos dėl tolimesnio technologijų naudojimo mokyme ir mokymesi. Tyrimo metu interviu metodu apklausta 61 respondentas iš 8 Lietuvos mokymo institucijų. Tyrimo tikslas – ištirti, kiek naujos IKT priemonės taikomos Lietuvos mokymo institucijose, ir įvertinti IKT priemonių taikymą bendravime, bendradarbiavime ir mokymosi procese.

Reikšminiai žodžiai: informacinės komunikacinės technologijos, socialinė tinklaveika, kompetencijos, e. mokymasis.

Įvadas

Daugėja ugdymo ir lavinimo institucijų, taikančių e. mokymąsi (elektroninį mokymąsi). Atsiranda poreikis kurti bei plėtoti naujas metodikas, taikyti mišraus mokymosi (angl. *blended learning*) metodikas ir priemones, suteikiančias galimybę dėstytojams bei mokytojams praktikoje efektyviai taikyti e. mokymąsi.

Naujosios mokymosi sistemos reikalauja ne tik išmokyti dėstytojus, mokytojus, kaip naudoti e. mokymosi priemones bei įrankius, bet taip pat, kaip kurti, tobulinti ir naudoti e. mokymosi mokomąją medžiagą ir vertinimo priemones, įvertinti medžiagą ir metodikas, naudoti bendravimo ir bendradarbiavimo priemones. Tradicinės pedagoginės priemonės turi būti iš naujo įvertintos ir parengtos bei pritaikytos taip, kad būtų sukurta lanksti ir funkcionali e.mokymosi medžiaga, paremta šiuolaikiniais standartais, praturtinta multimedijos priemonėmis ir pasiekama internetu. Ypač svarbų vaidmenį šiame procese vaidina žiniatinklio 2.0 (ang. *Web 2.0*) priemonės. Straipsnyje pristatomi 2011 ir 2012 metais atlikto tyrimo rezultatai apie IKT naudojimą Lietuvos mokyklose mokytojo požiūriu bei pateiktos išvados ir rekomendacijos dėl tolimesnio technologijų naudojimo mokymo procese. Tyrimo metu naudojant interviu metodą apklausta 61 mokytojas iš 8 Lietuvos mokyklų.

Tyrimo objektas – inovatyvių technologijų taikymo mišraus ir e.mokymosi įgyvendinimui tyrimas.

Tyrimo tikslas – ištirti, kiek naujos IKT priemonės taikomos Lietuvos mokymo įstaigose ir įvertinti IKT priemonių taikymą komunikavime, bendradarbiavime bei mokymosi procese mokytojų tarpe.

Tyrimo uždaviniai:

- 1) aptarti žiniatinklio 2.0 koncepciją, išskirti žiniatinklio 3.0 bruožus;
- 2) ištirti mokytojų patirtį ir požiūrį į IKT taikymą ugdyme.

1. Web 2.0 technologijomis grįstas mokymas

Anot Attwell ir kt. (2009), mokymų organizavimo kokybė tiek mokyklose, tiek universitetuose užtikrinama ne tik turima įranga, plačiajuosčiu interneto (intraneto) ryšiu ar palaikymo sistema, bet ir paslaugų, tenkinančių mokymų įstaigų bendruomenių poreikius, kokybe ir teikimu, t. y. labai svarbus tiek aukštos kokybės skaitmeninis ugdymo turinys, tiek naujų IKT priemonių taikymas, tiek vis didėjantis mobiliųjų technologijų naudojimas mokyme ir mokymesi. Gray ir kt. (2004) teigia, kad kitos lemiamos sąlygos, susijusios su sėkmingu novatoriškų, grindžiamų IKT mokymo ir mokymosi metodų naudojimu yra tai, kad mokytojai privalo turėti pakankamus IKT naudojimo įgūdžius, perduoti juos besimokantiesiems bei suteikti naujų žinių ir įgūdžių.

Žiniatinklio 2.0 technologijas, jų paskirtį ir galimybes nagrinėjame todėl, kad jomis naudojasi daugybė žmonių visame pasaulyje, jos tapo šių dienų realybe ir kasdiene veikla.

Analizuojant žiniatinklio sąvoką, akivaizdu, kad dauguma interneto vartotojų ir ne tik jų internetą ir žiniatinklį vertina, kaip sinonimus, tačiau interneto sąvoka talpina net tik žiniatinklį, bet ir elektroninį paštą, failų persiuntimą (angl. *ftp*) bei kitas paslaugas.

Žiniatinklio 2.0 apibrėžimų yra labai daug. Vartojama nemažai sinonimų žiniatinkliui 2.0 apibūdinti. Tai: skaitomas (rašomas) žiniatinklis (angl. *read/write web*), socialinis žiniatinklis (angl. *social web*). Šie pavadinimai ir atskleidžia jo esmę. Žiniatinklis 2.0 yra skaitomas (rašomas), interaktyvus, leidžiantis

peržiūrėti tinklapių informaciją, kurti tinklapius patiems, t.y. vartotojas tampa ne tik informacijos naudotoju, bet ir kūrėju. Bet kuris vartotojas gali pats rašyti tekstus, skelbti nuotraukas, vaizdo bei garso įrašus internete, kurti tinklaraščius (ang. *blog*) ir dar daugiau. Žiniatinklis tampa tam tikra interaktyvia saviraiškos terpe ir priemone. Žiniatinklis yra socialinis, nes pateikia daugelį priemonių, kurios leidžia kurti bendruomenes, bendrauti ir bendradarbiauti ar veikti kartu. Žiniatinklyje surandami partneriai, draugai, čia žaidžiami žaidimai, aptariamas krepšinis, laidos, laisvalaikis, pomėgiai, bendraujama su draugais, giminėmis.

2. Interneto ateitis. Žiniatinklis 3.0

Pirmą kartą terminas „Žiniatinklis 2.0“ oficialiai buvo pavartotas 2004 metais konferencijoje, skirtoje interneto ateičiai. Internetas yra kaip niekad svarbus ir greitai laiku pasikeis, atėjus į rinką naujajai internetinių programų kartai.

Nuolat vyksta daug diskusijų apie žiniatinklio ateitį ir apie tai, kas pakeis šiuolaikinį žiniatinklį ir kaip jis atrodys ateityje. Ateities žiniatinklis, kaip koncepcija, gavo pavadinimą „Žiniatinklis 3.0“ (*Web 3.0*). Apibrėžimo paieška atskleidė, jog skirtingi mokslininkai mato skirtingą interneto ateitį.

Semantinis žiniatinklis (ang. *Semantic Web*) – tai „konceptinė interneto vystymosi kryptis, kurios tikslas yra sukurti mašininę informacijos, prieinamos internete, apdorojimo bei panaudojimo realizaciją. Pagrindinis koncepcijos dėmesys yra skiriamas darbui su metaduomenimis, kurie vienareikšmiškai charakterizuoja išteklių, esančių internete, savybes ir turinį, kuris pakeistų šiuo metu naudojamą tekstinių dokumentų analizę“ [Vikipedija, Laisvoji enciklopedija. Paimta 2011 m. lapkričio 7 d.]. Štai, kaip klasikinis žiniatinklio Web 3.0 pavyzdys suprantamas dabar:

Žiniatinklis 3.0 – tai sistema, kuri galės duoti aiškų ir išsamų atsakymą į bet kokį klausimą, pvz., „Aš ieškau kurorto šiltuose kraštuose, kur galėčiau pailsėti savo atostogų metu: aš turiu 3000 litų ir su manim bus mano mažametis vaikas“. Šiandien tokios informacijos paieškos gali užtrukti ne vieną valandą: reikės ieškoti tinkamų kurortų, lėktuvų skrydžių, viešbučių, įmonių, nuomojančių automobilius. Žiniatinklis 3.0 vartotojui akimirksniu turėtų duoti išsamų pasiūlymų sąrašą, tokį pat, kaip dabar suformuotų turistinio biuro agentas.

Beveliai vartotojų tinklai – žiniatinklis 3.0 (ang. *User Generated Networks – Web 3.0*) – taip pavadino savo projektą Europos mokslininkai, kurie užsiima bevelių vartotojų tinklų kūrimu. Jų manymu, jeigu vartotojų generuojamas turinys yra žiniatinklis 2.0, tai žiniatinklis 3.0 yra vartotojų generuojami tinklai. Tokių tinklų vartotojai gali savarankiškai kurti tinklus, sujungdami savo ryšio kanalus, ir kurti naujus bevelius tinklus.

Poliarinės informacinės sistemos, sukurtos vadovaujantis principu paslauga pagal poreikį (ang. *commerce-on-demand*) – tai yra žiniatinklis 3.0, mano kai kurie verslininkai. Tai gali būti tiek tiesioginio pirkimo-pardavimo veiksmai, vykdomi internete, tiek ekspertinės nuomonės ar kitokios veiklos rūšies apmokestinamos sistemos, kur sistemos savininkas atlieka tik tarpininko vaidmenį. Kodėl tai žiniatinklis 3.0? Todėl, kad, kaip ir žiniatinklio 2.0 atveju, poliarinės sistemos yra savarankiškai augančios sistemos, priklausančios nuo vartotojų aktyvumo.

Pasaulinis žiniatinklis 3D formatu – štai žiniatinklis 3.0. Yra nuomonių, jog virtualūs pasauliai bus kitas žiniatinklio vystymosi etapas. Ir tai bus ne tiek žaidimai, panašūs į dabartinį „*Second Life*“, o trimatis interneto įgyvendinimas, kur 3D personažas galės nevaržomai keliauti trimatėje erdvėje. Jau šiandien 3D internete yra sukurtas miestas Astana, virtuali Kazachstano sostinės kopija, kuris yra pateikiamas, kaip gimstančio žiniatinklio 3.0 įsisavinimas.

Web 3.0 – programinių robotų valdos. Šiandien programiniai robotai analizuoja paieškos srautus tam, kad rastų reikiamą informaciją, siunčia kompiuterinį šlamštą ir virusus. Bet kas žino, kiek jie patobulės rytoj? Gal vietoj mūsų jie kurs turinį, bendraus forumuose ir rašys tinklaraščius?

3. Socialiniai tinklai

Socialinis tinklas – interaktyvi interneto struktūra (internetu svetainė), vienijanti tam tikrą bendrų interesų turinčių narių grupę, kuri ir kuria konkrečios svetainės turinį, ir virtualiai bendrauja tarpusavyje automatizuotomis konkrečios svetainės priemonėmis. Socialiniai tinklai – pastaruoju metu aktyviai besivystanti interneto dalis, kuriai galima priskirti tiek paprastus diskusijų forumus, tiek sudėtingus visuomeninius ir (ar) komercinius interneto projektus.

Socialinio bendravimo internete priemonės bei įrankiai priimtini ne tik teikiant e. mokymosi modulius ar kursus, bet ir taikant mišrų ar kontaktinį mokymosi metodus.

Socialinė tinklaveika yra individų grupavimas į tam tikras grupes, tokias, kaip mažos kaimo bendruomenės arba kaimynystės rajonas. Taip pat yra galima asmeninė socialinė tinklaveika, t.y. darbo vietoje, aukštosiose mokyklose; ji populiariausia internete. Temos ir interesai yra tokie pat įvairūs ir turtingi, kaip mūsų visuomenė ir žmonijos istorija. Pateikiame vieną iš populiariesnių socialinio bendradarbiavimo schemų, apimančią labai skirtingas temas bei potemes (1 pav.).

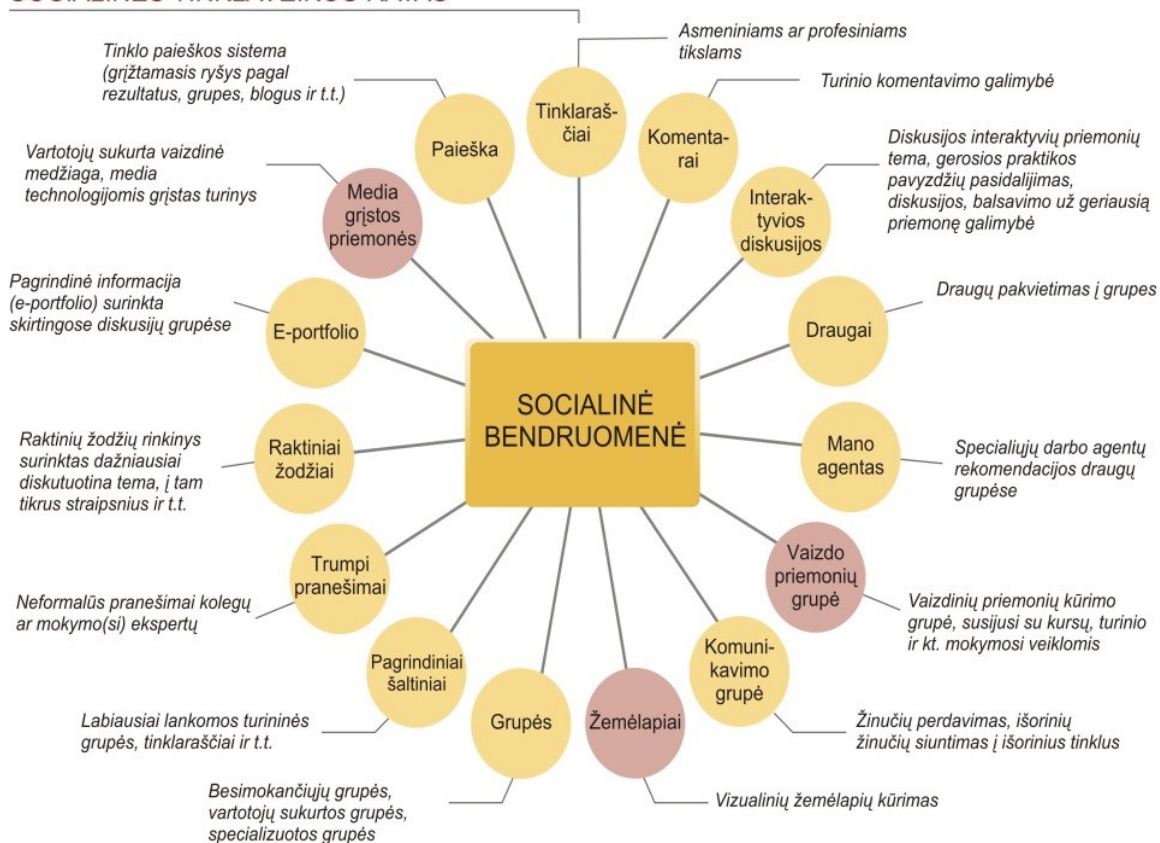
Kai kalbama apie socialinę tinklaveiką, dažnai kalbama ir apie interneto svetaines. Šios svetainės yra žinomos kaip socialinės svetainės. Socialinės svetainės funkcionuoja kaip interneto vartotojų internetinė bendruomenė. Priklausomai nuo atitinkamos svetainės, daugelis šių interneto bendruomenių narių dalinasi mokslo, bendrų pomėgių, religijos ar politikos interesais, kt. ištekliais. Kuomet yra suteikiama prieiga prie socialinės tinklaveikos svetainės, galima pradėti bendrauti ir bendradarbiauti būtent tame socialiniame tinkle. Ši socializacija gali apimti kitų narių profilio peržiūrėjimą ir galbūt net susisiekimą su jais, t. y. siekiant komunikuoti bendrų interesų klausimais.

Socialinis tinklas yra labai plataus spektro vartotojo generuojamos informacijos kaupinys. Jame sutelpa ir mikrotinklaraščio, paprasto tinklaraščio, nuotraukų ir vaizdo talpyklų, el. pašto, forumų, pomėgių, virtualių bendruomenių ir dar daug kitų funkcijų. Kas yra socialinio tinklo vartotojai? Praktiškai bet kuris iš mūsų. Pavyzdžiui, 2010 metais sukurtas bei pradėtas plėtoti socialinis tinklas *teachersnetwork.eu* (Elgg programinės įrangos pagrindu) yra specialiai skirtas mokytojams, dėstytojams, kt. akademinėi bendruomenei.

Pedagogų bendruomenė Lietuvoje yra tikrai labai didelė ir bendravimas socialiniuose tinkluose suteikia mokytojams galimybę keistis patirtimi, kartu sulaukiant paramos iš kitų mokytojų. Didelis dėmesys turėtų būti skiriamas mokytojui, kaip asmenybei, ir jo arba jos asmeniniams ir profesiniams poreikiams.

Nors mokytojų individualūs poreikiai yra skirtingi, specifinės jų darbo sąlygos kelia bendrus iššūkius, kuriuos nugalėti gali padėti socialinių tinklų priemonės. Vienas iš šių iššūkių – tai bendradarbiavimo su kolegomis, profesionalaus grįžtamojo ryšio ir mokymosi iš kolegų stoka. Kitas iššūkis – tai dažni ugdymo turinio ir mokymo gairių pokyčiai, kurie apskritai stokoja reikalingų mokymosi galimybių ir verčia mokytojus nuolat adaptuoti bei tobulinti savo mokymo gebėjimus.

SOCIALINĖS TINKLAVEIKOS RATAS



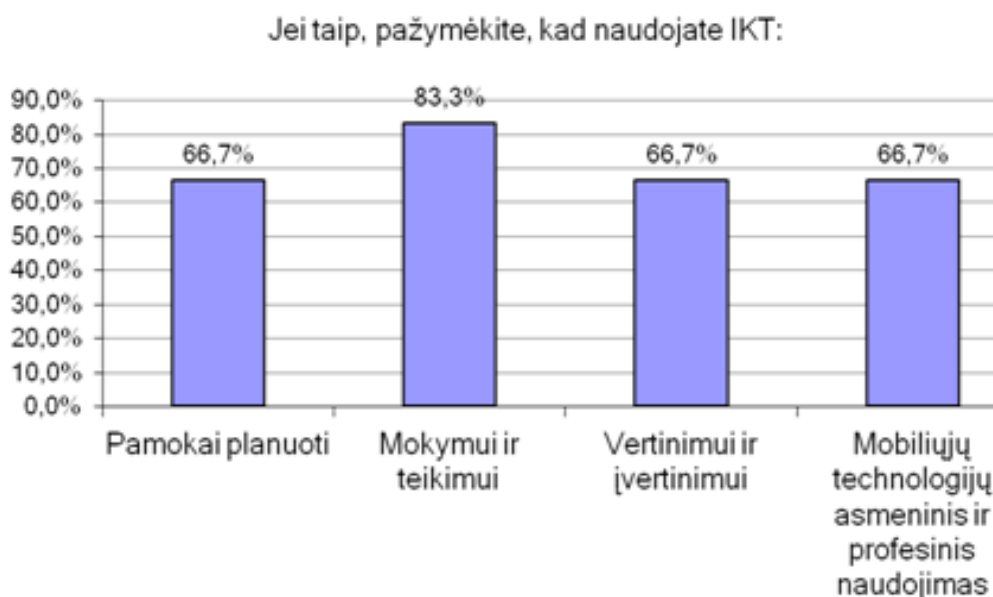
1 pav. Socialinės tinklaveikos ratas (vertimas D. Gudonienės)

4. Priemonės ugdymui organizuoti

Dėstytojai ir mokytojai turi ieškoti lanksčių būdų, kaip dirbti ir priimti naujus socialinius iššūkius, prisitaikyti prie naujo mokomojo dalyko turinio bei metodinių reikalavimų ir lavinti savo mokymo gebėjimus kartu su besikeičiančiomis švietimo paradigmomis, dažniausiai nesulaukdami reikalingos pagalbos bei mokymų.

IKT kompetencijos yra svarbios mokymo(si) procese, ypač mokantis savarankiškai ar ieškant informacijos ir pateikiant ją, bendradarbiaujant ar bendraujant, naudojant įvairias socialinio bendradarbiavimo priemones. IKT taikymas mokantis sudaro sąlygas pasirinkti norimą ar tinkamą mokymo(si) turinį ir tempą. Gera programine įranga aprūpintas kompiuteris iš dalies pakeičia mokytoją. Kompiuteris ir socialinio bendravimo ir bendradarbiavimo priemonės gali tinkamai parinkti mokymo(si) medžiagą ir užduotis, suteikti grįžtamosios informacijos, leisti pakartotinai atlikti užduotį, išsaugoti mokinio atsakymus mokytojui, vertinimą ir t.t.

Ugdymo proceso planavimui bei teikimui didelę reikšmę turi naujų technologijų taikymas kartu su įvairiomis individualizuoto, konstruktyvaus mokymosi strategijomis, o socialiniai gebėjimai įgyjami per nuolatinį bendravimą, aktyvų dalinimąsi savo žiniomis bei patirtimi, bendrą veiklą įvairiose grupėse, komandinį darbą tiek mokymo(si) aplinkose, tiek ir socialiniuose tinkluose, kartu kuriant bei vertinant savo kūrybos rezultatus. Atlikus interviu atsakymų kontekstinę analizę, pastebėta, kad daugelis respondentų paminėjo, kad sėkmingam ugdymo procesui užtikrinti jie naudoja IKT pamokos planavimui, teikimui, veiklų vertinimui bei asmeniniams poreikiams, susijusiems su profesine veikla (2 pav.).

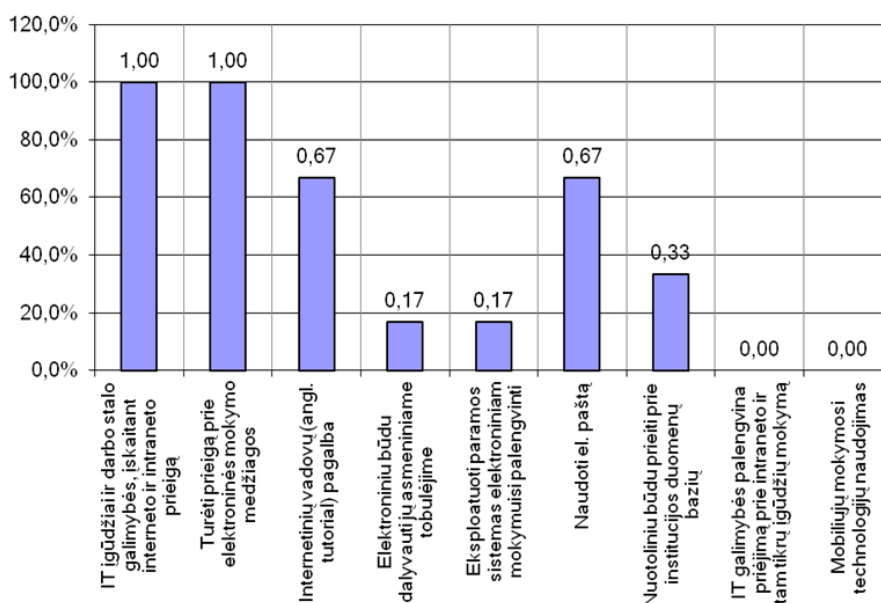


2 pav. IKT tikslingas naudojimas

IKT taikymas mokyme dažnai keičia tiesioginio komunikavimo kultūrą. Ugdymo procese ši kaita irgi neturėtų būti ignoruojama, juolab, kad ji atveria ir naujas galimybes bendrauti ir bendradarbiauti. 66,7 % respondentų teigia, kad naudoja IKT pamokai planuoti bei vertinimui ir įvertinimui. 83,3 % respondentų teigia, kad naudoja IKT mokymo organizavimui bei teikimui.

Mokymo(si) procese naudojant IKT labai svarbu, kad surandama informacija būtų tinkamai išmokta ir įvertinta, atsižvelgiant į mokymo(si) tikslą ir užduotis. Visi naudotini užduočiai atlikti informacijos šaltiniai turėtų būti konspektuojami ar išsaugomi mokymo(si) aplinkoje.

Kurie iš pateiktų teiginių yra būtini norint užtikrinti bendravimą ir bendradarbiavimą su mokiniais? Pažymėkite visus tinkamus



3 pav. Priemonės užtikrinti bendravimą ir bendradarbiavimą su mokiniais

Absoliučiai visi respondentai paminėjo, kad IKT įgūdžiai ir prieiga prie virtualios mokymosi aplinkos yra du pagrindiniai dalykai norint užtikrinti bendravimą ir bendradarbiavimą teikiant e. mokymosi kursą (3 pav.). 67 % respondentų teigia, kad internetiniai vadovai bei el. paštas yra taip pat svarbu, norint užtikrinti sėkmingą komunikavimą ir bendradarbiavimą su mokiniais, teikiant e. mokymosi kursą.

Kompiuterių tinklais bei virtualia mokymo(si) aplinka mokytojai ir mokiniai gali naudotis plėtodami IT gebėjimus bei bendraudami tarpusavyje ir su tėvais, pavyzdžiui, siųsdami vertinimo lapus su komentarais apie mokinio savęs vertinimą ar su mokytojų vertinimais. Tokiu atveju, vertinimas tampa efektyvus, nes yra perduodamas iš karto po pamokos ar renginio. Mokinys su tėvais turi galimybę aptarti vertinimo rezultatus ir kt. pastebėjimus ir perduoti mokytojui grįžtamąją informaciją. Virtualiojoje aplinkoje mokiniai gali bendrauti tarpusavyje, su mokytojais, mokytojai su tėvais gali aptarti mokomąsias ir mokymosi problemas.

IKT žinios, kurios suteikiamos mokyklose ir nuosekliai įgyjamos, gali būti integruojamos su įvairiais dalykais ir temomis bei kokybiškai pagerintų šiuolaikinių besimokančiųjų kompetencijų ugdymą. IKT gali būti labai veiksmingos, ugdant komunikacinius, pažintinius, darbo ir veiklos gebėjimus bei kompetencijas, padedančias mokiniams kaupti informaciją (žinias), lavinti mokėjimus bei įgūdžius ir kūrybiškai juos taikyti praktinėje veikloje bei pasiekti mokymo(si) tikslus.

Atliktas tyrimas parodė, kad Lietuvos mokyklų, kuriose buvo vykdoma apklausa, mokytojai turi galimybę naudotis internetu pamokų pasiruošimui. Visi respondentai pažymėjo, kad kurti mokymo turinį bei ruošti mokymo teikimui jie 100 proc. turi galimybę namuose bei darbe. Dalis respondentų (66,7 %) ruošiasi bibliotekose.

66,7 % respondentų teigia, kad turi patirties bei naudoja įvairią programinę įrangą bei internetą ugdymo proceso organizavimui ir teikimui, ir 33,3 % teigia, kad turi šiek tiek e. mokymosi patirties.

Dalyvavimas tam tikruose bendruomenės socialiniuose tinkluose suteikia galimybę dalintis veikla, pavyzdžiais, idėjomis ir patirtimi su visa bendruomene. Yra daug būdų, kaip tai nuolat daryti, įgyvendinant bet kokį projektą ar organizuojant tam tikrą mokymo(si) veiklą. Informacijos mainai taip pat nuolat vyksta tarp mokytojų. Priklausydami vienai ar kitai bendruomenei, mokytojai turi galimybę mokytis visą gyvenimą. Jie gali būti ne tik mokytojais klasėje, bet ir mokiniais, kurie nuolat tobulina savo profesinius gebėjimus. Jie taip pat gali tapti bendruomenės naujokais, kad rastų naujų idėjų bei pasisemtų įkvėpimo galimiams projektams ir kartu praturtintų savo kasdieninę veiklą naujovėmis. Praktinius iššūkius, susijusius su kasdienia veikla, galima nagrinėti kartu ir ieškoti bendrų sprendimų, naudojantis šių idėjų sąveika.

Dalindamiesi ir mokydami vieni iš kitų bendruomenėje, mokytojai taip pat lavina savo profesinius gebėjimus. Tarptautinės bendruomenės, skirtos mokytojams bei dėstytojams, taip pat skatina semtis

įkvėpimo iš savo kolegų europiečių ir prisideda prie profesinio tobulinimo. Tai ir ištekliai portale, ir bendruomenės grupės, ir konkrečios mokymosi galimybės, pavyzdžiui, internetiniai mokymo(si) renginiai arba įprasti nacionaliniai ar europiniai seminarai.

5. IKT priemonių taikymo plėtra

Efektyvus IKT naudojimas mokytojų socialinio tinklo aplinkoje didelį dėmesį skiria tokiai problemai, kaip IKT taikymo trūkumas daugelio mokytojų tiek mokykloje, tiek namuose. Tai ypač svarbu mokytojui, kuris dirba ne tik mokykloje, o dažnai ir namuose.

Dažnai trūksta techninės paramos tiek specialistų požiūriu, tiek internetinės ir telefoninės pagalbos požiūriu, todėl socialiniai tinklai dažnai padeda spręsti ir techninius bei technologinius klausimus. Kai kuriais atvejais mokyklose trūksta pagrindinių nuorodų ir rekomendacijų.

Šiuolaikinio mokytojo vaidmuo siejamas su didele atsakomybe, naujais reikalavimais kompetencijai (ypač didaktinei) ir profesionalumui. Viena vertus, mokytojas turi prisiderinti prie ugdytinių, gebėti akcentuoti tai, kas svarbiausia begaliniame informacijos sraute, padėti ieškoti, organizuoti ir tvarkyti žinias. Čiužas (2007) teigia, kad mokytojai turi mokytis iš pokių ir pačių mokinių. Be to, mokytojai turi pagrįsti pagrindines vertybes kintančiame pasaulyje.

Pečiuliauskienė (2008) pastebi, kad kompiuterio buvimas klasėje dar nelaiduoja veiksmingos edukacinės veiklos. Ją lemia mokytojo gebėjimas naują technologiją pritaikyti edukacinėje praktikoje. Kalbant apie ugdymo proceso kaitą mokytojo požiūriu, dažniausiai pabrėžiama pedagogo kompetencijų raida IKT diegimo stadijų kontekste.

Anot Paulionytės ir kt. (2010), ugdymo(si) su IKT veiksmingumą sąlygoja pakankamas aprūpinimas kokybiškais techninėmis priemonėmis, mokytojo technologinis raštingumas ir edukacinė kompetencija, parama naudojant IKT, orientacija į bendrųjų gebėjimų ugdymą, prieinamų kompiuterinių mokomųjų programų kokybė ir kiekybė bei į naujoves orientuota mokyklos aplinka.

IKT tapo galingu įrankiu ne tik dėstytojams, mokytojams, o taip pat ir mokiniams, tėvams. IKT naudojimas ne tik pagerina prieigą prie mokymosi, bet taip pat ir užtikrina gerosios patirties keitimąsi bei kaupimą.

Kauno technologijos universitete vykdomas Europos Sąjungos struktūrinių fondų finansuojamas projektas FFCC (angl. *Friends, Family, Colleagues Connect*), kurio metu mokslo darbuotojai tiria, išplečia ir nustato technologinius sprendimus, skirtus sustiprinti tarpasmeninę ir grupinę sąveiką, tuo pačiu pripažįstant asmens poreikių, pageidavimų ir interesų įvairovę naudojant socialines priemones.

Dažnai mokytojams ir kt. socialinių tinklų dalyviams sunku rasti tinkamą balansą tarp darbo, šeimos santykių bei draugystės ryšių. Jiems reikalingas kokybiškas laikas ir didesnės galimybės keistis informacija bei sąveikauti. Didžiąją laiko dalį mes esame apsupti technologinių priemonių, kurios leidžia bendrauti, tačiau jiems reikalinga galimybė valdyti bendravimą su savo draugais ar kolegomis, nesunkiai persijungiant tarp asmeninio ir profesinio kontekstų. FFCC projekto metu sukurtos priemonės padės automatiškai rūšiuoti, prioritetizuoti, derinti ar net numatyti bendravimo sąveikas bei keistis informacija tarp bendravimo paslaugų ir vartotojų turinio, o, prieš siunčiant informaciją ar kokias nors žinutes, pritaikyti tinkamus saugumo bei privatumo nustatymus. Vartotojams bus suteiktos galimybės apjungti bendraminčius, šeimos narius, draugus ar kolegas, kai jie yra skirtingose vietose, sukuriant bendrosios stebėsenos bei bendruomenės ir turinio valdymo priemones, technologinę platformą ir jos modulius. Projekto tikslas yra išplėsti socialinio bendravimo galimybes e. mokymo(si) kontekste, papildant naudojamas e. mokymo(si) sistemas naujais moduliais ir integruojant jas į bendrą socialinio bendravimo platformą.

Išvados

Dauguma interneto vartotojų ir ne tik jų internetą ir žiniatinklį 2.0. vertina, kaip sinonimus, tačiau interneto sąvoka apima ne tik žiniatinklį bet ir elektroninį paštą, failų persiuntimą (ftp) bei kitas paslaugas.

Žiniatinklis 3.0 – tai sistema, kuri galės duoti aiškų ir išsamų atsakymą į bet kokį klausimą. Tai: bevieliai vartotojų tinklai, poliarinės informacinės sistemos, sukurtos vadovaujantis principu paslauga pagal poreikį, pasaulinis žiniatinklis 3D formatu ir programinių robotų valdos.

Atlikus tyrimą paaiškėjo, jog IKT ir e. mokymasis gali būti veiksmingai taikomi mokymo praktikoje. Labai svarbu novatoriškų mokymosi ir mokymo metodų, pagrįstų IKT bei mobiliųjų technologijų naudojimu, taikymo skatinimas.

Pažangai stebėti ir vertinti galėtų būti vykdomos apklausos mokyklose bei naudojami kiekybiniai rodikliai įvertinti, kiek mokytojų išmoko naudotis IKT mokyklose, bei koks skaičius besimokančiųjų naudoja IKT studijų procese, ar kiek yra pamokų ir pratybų (procentais), kuriose naudojamos IKT.

Pedagoginiu požiūriu vienas iš pagrindinių sprendinių dalykų yra aprūpinimas tinkama įranga ir mokomosiomis kompiuterinėmis programomis bei mokymo(si) procesui tinkama socialine programine įranga, kadangi šiuolaikiniai besimokantieji auga bendraudami socialiniuose tinkluose *Facebook*, *MySpace*, *Twitter*, *Hi5* ir pan.

Net 54,5% apklaustųjų naršydami internete praleidžia daugiau nei 2 valandas per dieną. Mokymasis mentorystės būdu tampa realybe ir kasdienybe, o mokytis vieniems iš kitų ir yra socialinių tinklų stiprioji pusė.

Literatūra

1. Attwell, J. (2009). Mobile Learning: transforming teaching and learning in colleges, schools & workplaces. Paper presented at Learning and Technology World Forum, London, UK.
2. Brazdeikis V., Navickaitė J., Sederevičiūtė E. (2008). Kompiuteriai mokyklose: kiek ir kaip naudojami? Kaunas: AB „Aušra“. Burneikaitė N., Jarienė R., Jašinauskas L., Motiejūnienė E., Neseckienė I., Vingelienė S., (2005) Informacinių komunikacinių technologijų taikymo ugdymo procese galimybės, Vilnius, 231 p.
3. Čiužas R. (2007) Mokytojo ir mokinio vaidmenų kaita edukacinės paradigmos virsmo sąlygomis. *Pedagogika*. 87 (2007) Vilnius: Vilniaus pedagoginis universitetas. 64-70 p.
4. Glahn, C., Specht, M., & Wishart J. (2011). Towards Mobile Learning Support for the Transition from School to the Workplace. [žiūrėta 2012 05 10]. Prieiga per Internetą: <<http://dspace.ou.nl/handle/1820/3181>>.
5. Gray D. E., Ryan M. Coulon A. (2004). The Training of Teachers and Trainers: Innovative Practices, Skills and Competencies in the use of eLearning. *European Journal of Open, Distance and E-learning*. [žiūrėta 2012 05 10]. Prieiga per Internetą: <<http://www.eurodl.org/?p=archives&year=2004&halfyear=2&article=159>>.
6. Merkys G., Urbonaitė-Šlyžiuvienė D, Balčiūnas S., Mikutavičienė I. (2008). IKT taikymas ugdyme. Vilnius, 99p.
7. Paulionytė J. Grabauskienė V., Temgulienė A., Schoroškienė V., Makarskaitė-Petkevičienė R. (2010). IKT ir inovatyvių mokymo(si) metodų taikymo pradiniam ir specialiajam ugdyme pasiūla, taikymo praktika ir perspektyvos Lietuvoje ir užsienyje. Vilnius, 130 p.
8. Pečiuliauskienė P. (2008). Kompiuterizuoto mokymo metodai pradedančiųjų mokytojų edukacinėje praktikoje, Vilnius, 89 p.
9. Rutkauskienė D., Gudonienė D. (2010). E. švietimas: tendencijos ir iššūkiai. Konferencijos pranešimų medžiaga: Web 2.0 saitynas. Vilnius. 110 p.
10. Mokytojų socialinis tinklas. [žiūrėta 2012 02 10]. Prieiga per Internetą: <www.teachersnetwork.eu>.
11. Socialinės tinklaveikos ratas. [žiūrėta 2012 02 10]. Prieiga per Internetą: <http://wintecwebmedia08.files.wordpress.com/2008/09/social_networking_wheel.jpg>.
12. Vikipedija. [žiūrėta 2012 02 10]. Prieiga per Internetą: <<http://www.wikipedia.org>>.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR IMPLEMENTATION OF MIXED AND E.LEARNING IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Summary

The number of educational and training institutions that apply e-learning is growing. There is a need to create and develop new methodologies in order to prepare for adapting blended learning methodologies and tools for making it possible for teachers and teacher educators to apply the e-learning in practice.

The new learning system requires not only train academics and teachers to use e-learning tools, but also how to create, develop or use e-learning materials and assessment tools, evaluate the materials and techniques, use of communication and collaboration tools. Traditional pedagogical means should be re-evaluated and adapted to create flexible and feature-rich e-training materials, acceptable and accessible (online) the new technologies and standards. A particularly important role in this process is played by Web 2.0. The paper presents the 2011 and 2012 survey results on the use of ICT (information communication technology) in Lithuanian schools and teaching aspect of the findings and recommendations regarding the further use of technology in teaching. Study was made using the interview method; there were interviewed 61 teachers from eight schools in Lithuania.

The goal of this research is to investigate the new ICT tools used in schools of Lithuania and to evaluate how teachers apply ICT tools in cooperation and teaching. Objectives of the study: to discuss the Web 2.0 concept, distinguish Web 3.0 features to explore teachers' experiences and attitudes towards ICT in education.

Keywords: information and communication technologies, social networking, competence, e. learning.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Danguolė Rutkauskienė

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technologijos universitetas, Informatikos fakultetas, Multimedijos inžinerijos katedros docentas

Autoriaus mokslinių interesų sritys: nuotolinis ir e. mokymasis, atvirieji švietimo ištekliai, socialinė tinklaveika

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 682 39200, danguole.rutkauskieni@ktu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Daina Gudonienė

Mokslo laipsnis ir vardas:

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technologijos universitetas, Informatikos fakultetas, Nuotolinio mokymosi technologijų mokslo laboratorijos jaun. m. b.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: nuotolinis ir e. mokymasis, socialinė tinklaveika, mobiliųjų technologijų taikymas švietime

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 699 92600, daina.gudoniene@ktu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Vilma Rūta Mušankovienė

Mokslo laipsnis ir vardas:

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technologijos universitetas, Informatikos fakultetas, Nuotolinio mokymosi technologijų mokslo laboratorijos jaun. m. b.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: nuotolinis ir e. mokymasis, atvirieji švietimo ištekliai, e. studijų kokybė

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 687 26093, vilma.musankoviene@ktu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Rūta Petrauskienė

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vietą ir pozicija: Alytaus kolegija, Nuotolinių studijų centro vedėja

Autoriaus mokslinių interesų sritys: nuotolinis ir e. mokymasis, e. švietimo vadyba, e. švietimo kokybė

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 616 45103, ruta.petrauskiene@akolegija.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Danguole Rutkauskiene

Science degree and name: doctor, associated professor

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Informatics, associated professor at Department of Multimedia Engineering

Author's research interests: distance and e-learning, open educational resources, social networking

Telephone and e-mail address: +370 682 39200, danguole.rutkauskiene@ktu.lt

Author name, surname: Daina Gudoniene

Science degree and name:

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Informatics, junior researcher at Research Laboratory of Distance Learning Technologies

Author's research interests: distance and e-learning, social networking, mobile technologies for learning

Telephone and e-mail address: +370 699 92600, daina.gudoniene@ktu.lt

Author name, surname: Vilma Ruta Musankoviene

Science degree and name:

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Informatics, junior researcher at Research Laboratory of Distance Learning Technologies

Author's research interests: distance and e-learning, open educational resources, quality assurance of e-studies.

Telephone and e-mail address: +370 687 26093, vilma.musankoviene@ktu.lt

Author name, surname: Ruta Petrauskiene

Science degree and name: doctor, associated professor

Workplace and position: Alytus College, a Head of Distance Study Centre.

Author's research interests: distance and e-learning, management of e-education, quality assurance of e-studies.

Telephone and e-mail address: +370 616 45103, ruta.petrauskiene@akolegija.lt

TARPDISCIPLINIŠKUMAS KAIP STUDIJŲ SĄLYGA IR KŪRYBINGUMO PRIELAIDA

Nijolė Petronėlė Večkienė¹, Sigita Saulėnienė²

¹ Vytauto Didžiojo universitetas, ² Kauno kolegija

Anotacija

Straipsnyje aktualizuojama tarpdiscipliniškumo svarba profesinėse studijose plėtojant kūrybingumą. Remiantis tyrimų rezultatais aptariamas ugdymo konteksto, sąlygojamo socialinių transformacijų ir organizacijų kaitos, poveikis žmogui. Aptariamas konceptualių teorijų taikymas plėtojant tarpdiscipliniškumą studijų procese. Išryškintos galimos studijų kaitos kryptys, atsižvelgiant į kūrybingumo ugdymą aukštojoje mokykloje ir pabrėžiant aukštosios mokyklos, kaip besimokančios profesionalų organizacijos strategiją bei edukacinių novacijų, skatinančių tarpdisciplininį bendradarbiavimą, aktualumą.

Reikšminiai žodžiai: tarpdiscipliniškumas, kūrybingumas, studijos, besimokanti organizacija.

Įvadas

Straipsnyje siekiama pagrįsti tarpdiscipliniškumo aktualumą profesinėse studijose. Aptariant šią temą laikomasi nuostatos, kad studijos Lietuvoje yra kintantis socialinis reiškinys ir jo tapsmą sąlygoja trijų veiklos sričių – praktikos, studijų ir tyrimų sąveika. Todėl tarpdiscipliniškumas šiame straipsnyje suprantamas kaip praktikų profesionalų, skirtingų dalykų dėstytojų, tyrėjų bendradarbiavimo rezultatas. Tarpdiscipliniškumo reikšmingumą patvirtina studijų kokybės siekis, metodologinės mokymosi nuostatos ir darbo pasaulio pokyčiai. Pastarieji reikalauja atsakingo veikėjo pozicijos ir bendradarbiavimo. Tačiau teoriniuose darbuose ir praktikoje mažai diskutuojama apie aukštosios mokyklos dėstytojo (dalykininko, andragogo, tyrėjo) pasirengimą dirbti tarpdisciplininėje komandoje, dalyvaujant naujų žinių kūrybos procese.

Tuo tarpu, perėjimas iš ideologizuotos, kolektyviškumu grįstos visuomenės į liberaliosios, ekonomikos principais grįstos visuomenės formavimąsi, išgyvenama darbo pasaulio kaita reikalauja ypatingo žmogaus kūrybingumo. Jovaiša L. (2007: 127) teigia, kad visuomenės gyvenimą sąlygoja “kūryba – žmogaus veikla, kai sukuriama naujos materialinės ar dvasinės vertybės, turinčios visuomeninę reikšmę“. Todėl straipsnyje pristatomos analizės *objektas*: tarpdiscipliniškumo kaip kūrybingumo prielaidos raiška studijose.

Straipsnyje remiamasi teorinių bei empirinių edukologinių tyrimų, straipsnio autorių atliktų 1994–2009 metais, metaanalizės rezultatais. Metaanalizė straipsnyje suprantama kaip *tyrimo metodologija*, leidusi susisteminti kiekybinių ir kokybinių tyrimų duomenis bei interpretuoti juos remiantis humanizavimo nuostata ir konceptualiomis teorijomis pristatomomis straipsnyje. Kūrybingumo ugdymo aktualumą patvirtina prieštaravimai ir vystymosi tendencijos, kurios atsiskleidė tyrimo rezultatų analizės bei jų apibendrinimo procese: ugdymo universalumo ir specifiškumo santykio, tęstinumo ir atnaujinimo dermės problemiškas, esminė profesinio rengimo nuostata – ugdyti žmogų savo gyvenimui, profesionalą ir pilietį. Konceptuali idėja, kuria vadovautasi planuojant ir įgyvendinant tyrimus buvo ugdymo ir veiklos humanizavimas Lietuvoje.

Pagrindinis **straipsnio tikslas**: aktualizuoti tarpdiscipliniškumo raišką studijose, kaip esminę kūrybingumo prielaidą.

Siekiant tikslo sprendžiami šie **uždaviniai**:

- 1) aptariamos ugdymo konteksto sąlygojamos socialinės transformacijos ir organizacijų kaita bei jų poveikis žmogui;
- 2) teoriškai pagrindžiamas tarpdiscipliniškumo aktualumas studijų kaitai;
- 3) išryškintos galimos studijų kaitos kryptys, plėtojant kūrybingumo prielaidas profesionalų ugdyme.

Straipsnį sudaro trys dalys. Pirmojoje apžvelgiami socialiniai veiksniai, kultūros konteksto bruožai ir švietimo organizacijos pokyčiai, sąlygojantys reikalavimus žmogui bei jo ugdymui XXI a. Antroje dalyje analizuojamas konceptualių požiūrių taikymas ugdyme ir aukštosios mokyklos veikloje, siekiant atskleisti kūrybingumo ir tarpdiscipliniškumo sąsajų reikšmingumą studijose. Trečioje – analizuojamas pasirengimas darbui kintančioje aplinkoje, pabrėžiant studijų kaitos kryptis.

Rengiant straipsnį naudoti mokslinės literatūros, dokumentų, tyrimų analizės, jos rezultatų apibendrinimo, interpretavimo bei sisteminimo **metodai**.

1. Ugdymo kontekstas, aktualizuojantis žmogaus kūrybingumo ugdymą kaitoje

Šiuolaikinis laikotarpis apibūdinamas kaip žinių visuomenės ir žinių ekonomikos laikotarpis. Šiame kontekste išryškėja individualių interesų ir socialinės gerovės priešprieša, aktualizuojanti žmogaus ir socialinės aplinkos, darbuotojo ir organizacijos sąveikos temą (Hargreaves, 2003). Aukštoji mokykla, vykdydama švietimo misiją, turėtų atliepti šios priešpriešos sąlygojamus iššūkius ir prisiimti atsakomybę už socialinių santykių harmonizavimą. Tačiau mokykla pati patiria minėtus iššūkius.

Kaip minėti iššūkiai pasitinkami Lietuvoje, kurios XX a. istorija pasižymi radikaliais pokyčiais bei lūžiais? Kaip formalių taisyklių ir struktūrų kaita veikia žmogaus mentalinę struktūrą, kuri, pagal Bourdieu (1994), kinta nebūtinai paraleliai ir taip sparčiai, kaip socialinės struktūros? Kokias strategijas nacionaliniame ir vietiniame lygmenyje naudojame, atliepdami kaitos sąlygojamus reikalavimus žmogui ir organizacijai? Kokia vieta studijų programose skiriama tarpdiscipliniškumui, kaip būtinai naujų žinių kūrimo sąlygai? Tikėtina, kad atsakant į aukščiau minėtus klausimus galimos skirtingos interpretacijos: vieni remsimės perimta tradicija, kiti - moksliniai atradimai, dar kitų atsakymus įtakos subjektyvi patirtis (Payne, 1996). Svarbu tas, kad skirtingi atsakymai gali esminiai įtakoti dėstytojų veiklą bei studijas.

Tai patvirtino 2003-2009 metais mūsų atlikti tyrimai švietimo, sveikatos apsaugos ir socialinio darbo specialistų rengimo ir praktinės veiklos srityse. Tyrimai atskleidė skirtingų profesinių kultūrų, skirtingų požiūrių, skirtingų vaidmenų organizacijose ir tarp organizacijų kuriamus bendradarbiavimo barjerus (Večkienė, Saulėnienė ir kt., 2009). Tai leidžia teigti apie galimas susikalbėjimo ir veiklos kliūtis įvairiuose bendradarbiavimo lygmenyse. Santykių problema gali tapti pagrindine „nepalikdama“ laiko veiklai ir kūrybai.

Analizuodami švietimo paskirties, studijų tikslų ir organizavimo ypatumų suvokimo skirtumus, kurie atsiranda dėl skirtingų minėtų sąvokų interpretacijų, turėtume atsižvelgti į Berger, Luckmann (1999) teorinį požiūrį, kad tikrovė yra socialiai konstruojama, tad ji tampa reliatyviai subjektyvia. Vadinasi, konkrečiose aukštosiose mokyklose gali būti stebimos tik joms būdingos specifinės „tikrovės“ ir „žinojimo“ sancaupos, vienaip ar kitaip įtakojančios studijas konkrečioje mokykloje, mokymąsi konkrečioje grupėje.

Socialinės transformacijos ir jų poveikis žmogui. Kaita visada buvo žmonijos raidos palydovė, tačiau dabar ji įgijo ypatingą masą ir reikšmę. Dėstytojų ir aukštosios mokyklos patiriami iššūkiai susiję ne tik su ugdymu, bet ir su socialiniu istoriniu perėjimu iš moderniojo į postmodernųjį laikotarpį (Hargreaves, 2004; Kavolis, 1991). Pagal Kavolį (1991), perėjimas iš moderniojo į kitą – postmodernųjį laikotarpį susijęs su kitokio žmogaus mąstymo ir savęs suvokimo procesu. Sudėtingos technologijos, nauji gamybos ir vartojimo tarpusavio santykiai aktualizuoja žmogaus lankstumo, prisitaikymo gebėjimus. Dėl naujoviško geografinės erdvės naudojimo ypatingai svarbus yra žmogaus mobilumas, susijęs su užsienio kalbų mokėjimų bei kitų kultūrų pažinimu. Prarastas tikrumas sąlygoja nuolatinio mokymosi, kritinio mąstymo bei karjeros projektavimo būtinybę. Autentiškumo paieška, kaip nuolatinis psichologinis rūpestis pasaulyje, praradusiame patikimas moralines atramas, sąlygoja savęs, savojo potencialo pažinimo būtinybę.

Viena iš postmodernios visuomenės savybių yra technologijų sukurtų vaizdinių paplitimas, dėl kurio tampa įmanoma saugi imitacija, kaip galimybė ir kaip pavojus. Tariamasis bendradarbiavimas grupėje, tariamas kolegialumas tarp dėstytojų – taip pat saugios imitacijos pavyzdžiai. Gebėdamas veikti dirbtinėje tikrovėje studentas gali susikurti iliuziją, kad puikiai seksis ir realiame darbo pasaulyje. Tačiau praktikoje žmogus patiria „realybės šoką“, gali prarasti kūrybingumą ir motyvaciją veikti bei kurti.

Nepriklausomybės praradimas XX a. viduryje ir posovietinė Lietuvos patirtis, mūsų kultūros ypatumai sąlygoja žmogaus kūrybingumo raiškos specifiką. Sąlygos šiai raiškai Lietuvoje sudėtingesnės: ekonominė, vadybinė ir moralinė krizės apriboja išorines galimybes, o sovietinės ideologijos paveiktas mentalitetas mažina vidines žmogaus galimybes atliepti pokyčius. Šių reiškinų sudėtingumas atsiskleidžia, situacijos analizei taikant Bourdieu *habitus*, *lauko jėgų* ir *simbolinio kapitalo* teorinius požiūrius.

Bourdieu (1994) teigimu egzistuoja dialektinė sąveika tarp *lauko* (objektyvių struktūrų) ir *habitus* (mentalių, kognityvinių struktūrų, kurių pagalba individas veikia socialinėje erdvėje). Iš vienos pusės laukas apsprendžia *habitus*, iš kitos - *habitus* suteikia laukui prasmę bei padaro jį vertingą. Bourdieu teigia (1994: 55-56), kad socialinė erdvė ir grupės, esančios joje yra istorijos produktai. Tai pasekmė to, kad *habitus* yra aktyvus istorijos dalyvavimas mumyse. *Habitus* - tai charakteringų struktūrų, tokių kaip egzistavimo sąlygos, socializacijos eiga, namuose vyravusios tvarkos, moralės normų, vertybių produktas. Taigi, *habitus* gali būti edukacinių praktikų kūrimo, jų supratimo sistema, tiesiogiai įtakojanči kūrybingumo raišką studijų procese.

Jei šią teoriją perkelsime į praktiką, tai pastebėsime, kad pastarųjų metų pokyčiai buvo tokie greiti ir radikalūs, kad senasis *habitus* liko praktiškai nepakitęs ir vis dar egzistuoja naujoje socialinėje erdvėje. Šis *habitus* yra linkęs išsaugoti savo pastovumą ir “gintis” nuo pokyčių. Taip naujojoje socialinėje struktūroje senasis *habitus* tampa neadekvačiu ir neleidžia išnaudoti objektyvių galimybių (Bourdieu 1994, p. 62). Bourdieu taip pat teigia, kad yra ir kitos, ne tik ekonominės, giluminės struktūros bei kapitalo tipai, veikiantys žmogaus elgseną. Tai gali būti emocinis, žmogiškasis, kultūrinis ar simbolinis kapitalas. Besikeičiančios technologijos, modernizuojamos įmonės, darbo pobūdžio kaita, inovatyvios veiklos, įsijungimas į Europos Sąjungą reikalauja naujos kompetencijos, naujo požiūrio į darbą. Šiame kontekste svarbu įvertinti, kaip keitėsi simbolinės vertybės, kurių pagalba buvo grindžiama žmonių reikšmė ir prestižas, įtakoiantis mūsų gyvenimus.

Organizacijų kaitos sąlygoti reikalavimai žmogui. Organizacijų kaita reikalauja darbuotojų ir vadovų kompetencijos pokyčių bei kūrybingumo tam tikrose srityse (Večkienė, Veršinskienė, 2007). Akivaizdu, kad aukštųjų mokyklų dėstytojams, ugdantiems profesionalus, ši kompetencijų plėtra taip pat būtina. Visų pirma galima išskirti santykio su informacija sritį. Biurokratinėje organizacijoje žinios ir kompetencija sukonzentruotos organizacijos hierarchijos viršūnėje. Informacijos šaltiniai prieinami ne visiems. Naujo tipo organizacijose jos nariui keliamas reikalavimas kūrybingai taikyti gautą informaciją.

- Kūrybingumo reikalauja veiklos formalizavimo sritis. Biurokratinėje organizacijoje iš žmogaus reikalaujama vykdyti nustatytas taisykles bei formalizuotai atsiskaityti už atliktą darbą. Naujo tipo organizacijos ideologija akcentuoja savarankišką veiklą ir šios veiklos kokybę bei rezultatus. Kiekvienam darbuotojui būtini savikontrolės gebėjimai. Žmogaus ir organizacijos santykiai taip pat skirtingai suvokiami biurokratinio ir naujo tipo organizacijose. Biurokratinės organizacijos vertybė - darbuotojų paklusnumas ir pavaldumas. Kritinis mąstymas, kūrybingumas nepageidautinas, nes kelia grėsmę organizacijos stabilumui. Naujo tipo organizacijos efektyvumas siejamas su darbuotojo kūrybingumu, mobilumu.

- Valdymo srityje išryškėja skirtingas santykis su tikslais. Biurokratinėje organizacijoje žmogus veikia pagal taisykles. Lankstumas ir kūrybiškumas nepageidautini, nes gali pažeisti nusistovėjusią tvarką. Naujo tipo organizacijoje individualizuoti tikslai ir uždaviniai yra vystymo prielaida, skatina žmogaus kūrybiškumą bei lankstumą. Kinta ir tarpusavio santykiai. Naujo tipo organizacijose tarpusavio santykiai grindžiami pasitikėjimu bei abipuse pagarba, vertinant veiklą neatmetamas žmogaus individualumas, tačiau dėmesys koncentruojamas į grupės veiklą. Darbuotojui būtini savojo įvaizdžio plėtotės, bendravimo ir bendradarbiavimo gebėjimai. Taigi, naujo tipo švietimo organizacijoje kūrybingumo ugdymas tampa norma.

2. Konceptualių teorinių požiūrių taikymas plėtojant tarpdiscipliniškumą aukštojoje mokykloje

Konteksto analizė paskatino dar kartą atsakyti į klausimą: Kokie bruožai būdingi šiuolaikiniam požiūriui į ugdymą? Šis klausimas aptariamas, atsižvelgiant į “Žmogaus koncepciją”, grindžiamą Foucault (1994) epistemų modeliu ir į ugdymo strategijos įgyvendinimo teorinius principus – Šalkauskio ugdymo principų sistemą (1992).

Bell (2003), analizuodamas industrinį ir poindustrinį darbą, išryškina gyvenimo bei veiklos šiose skirtingose visuomenėse ypatumus. Jis pabrėžia, kad poindustrinėse visuomenėse visas dėmesys sutelkiamas į humanitarines, profesines ar technologines paslaugas, santykiai tarp individų tampa lemiantys veiklą (Bell, 2003: 223). Taip pabrėžiamas bendradarbiavimo ir savitarpiskumo prioritetas. Prioritetą įgauna ne individuali, bet komandos veikla. Profesionalumo klausimas tampa sudėtingesnis, o gebėjimas kūrybingai dirbti komandoje - aktualesnis. Naujo tipo organizacijų vystymo ideologija reikalauja tarpasmeninės ir tarpgrupinės komunikacijos bei kooperacijos gebėjimų ir žmogaus savarankiškumo.

Aukštąją mokyklą, kaip profesinio rengimo organizaciją, dvejopai paliečia globalinė kaita. Tai susiję su dviplotme profesinio ugdymo esme: ugdymo procese realizuojami individų siekiai išmokyti tam tikros veiklos, kuri sudarytų sąlygas savirealizacijai, užtikrintų pragyvenimą bei patenkinami visuomenės ekonominiai ir socialiniai poreikiai (Laužackas, 1999). Analizuojant profesionalus rengiančių švietimo organizacijų pokyčius išryškėja dėstytojų ir studentų aktyvumo svarba, sąlygų ir pasirinkimo galimybių sudarymo, naujų žinių ir naujų technologijų įsisavinimo svarba (Večkienė, Veršinskienė, 2007). Dėl to akivaizdi edukacinių novacijų, įtakančių teigiamą požiūrį į kūrybingumo ugdymą, reikšmė.

Naujos žinios kuriamos integruojant jau turimas žinias, dalijantis patyrimu ir bendradarbiaujant (Brodner, 2009). Todėl ne tik žmogiškasis, bet ir socialinis kapitalas būtinas pokyčius išgyvenančioms švietimo organizacijoms. Pokyčiai patvirtina žmogiškojo (vadovai, dėstytojai, studentai) ir socialinio

kapitalo (ryšiai tarp skirtingų veiklos subjektų) reikšmingumą švietimo ir praktinės veiklos srityse (Coleman, 2005). Svarbu, kad veikla organizacijoje būtų subalansuota, kad ištekliai būtų ne tik išmintingai naudojami, bet būtų palaikomas ir jų augimas bei vystymasis (Kira, Van Eijnatten, 2009).

Humanizavimas kaip bazinė žmogaus ugdymo koncepcija. Humanizavimo idėjos produktyvumą patvirtino mokslinės literatūros analizė, atskleidusi esminę šiuolaikinės humanizavimo teorijos nuostatą - dabarties pasaulyje, sparčiai keičiasi visuomenė, keičiasi ir žmogaus padėtis joje. Svarstant "Žmogaus veikloje" klausimus, atsižvelgiant į kūrybingumo ugdymo ir kūrybos vertybes, svarbu pasirinkti tinkamą analizės metodą. Apibendrinus filosofinių humanizmo koncepcijų ir kultūrologinių požiūrių apžvalgą straipsnyje pasirinktas Foucault mokslinio pažinimo metodas, jo naujųjų laikų Europos kultūroje išskiriama epistemų samprata. Pagal Foucault (1994) šiuolaikinę epistemą apibūdina žmogaus gyvenimo, darbo ir kalbos esmių išryškėjimas šiuolaikiniame kontekste. Foucault epistemoje kalba – sudėtinga, savarankiškai egzistuojanti sistema, gyvenimas – atspindi žmogaus kaip biologinės, psichologinės ir dvasinės būtybės problematiką, veikla (darbas) – susijęs su socialiniais konfliktais ir taisyklėmis. Gyvenimas ir darbas yra atskiros sudėtingos sistemos, kurių santykis „iš naujo permąstomas“. Tam nepakanka loginio mąstymo, nes šiuolaikiniam mąstymui būdinga ne tik formalizacija, bet ir interpretacija.

Analizuojant epistemos ir ugdymo santykį, išryškėja pirmasis, sąmoningos tikslingos ir suplanuotos asmenybės veiklos, grindžiamos teorinių žinių taikymu, matmuo. Šiuo atveju svarstomos alternatyvos, ir kūrybingumas plėtojamas priimant sprendimą. Antrasis matmuo gali būti suvokiamas kaip gyvenimiškosios veiklos matavimas. Iš begalybės žinių indukcijos būdu jas klasifikuojant, derinant jų ryšius, sudaromos atitinkamos žinių struktūros, kurios gali būti perduodamos. Čia ryški kūrybingumo ir praktinės patirties reikšmė konstruojant žinias. Trečiasis, filosofinės refleksijos matmuo susijęs su žmogumi, jo pažinimo subjektyvumu. Ugdymo turinys sunkiai apibrėžiamas, jį galima tik iš dalies formalizuoti, pasitelkiant tam tikrus minčių tvarkymo būdus. Šiuo atveju išryškėja pažinimo metodų ir mintijimo būdų įvairovės ir mąstymo lavinimo reikšmė. Galima teigti, kad epistemos raiška socialinėje terpėje priklausys nuo pažinime, ugdyme, veikloje dalyvaujančio subjekto galimybių ir jo (jos) kūrybingumo šias galimybes realizuojant.

Konceptualūs pažinimo modeliai ugdymo praktikoje įgyvendinami remiantis tam tikromis ugdymo strategijomis, naudojant atitinkamus ugdymo organizavimo būdus ir metodus. Viena tokių strategijų galėtų būti Šalkauskio (1992, 2 kn.) pagrįstos septynių ugdymo principų sistemos taikymas, leidžiantis realizuoti ugdymo sąsajas su Foucault (1994) epistema. Atlikus minėtos principų sistemos taikymo ugdymo procese galimybių analizę išryškėjo vertybių ir besimokančiojo savirealizacijos arba tikslingo savikūros proceso svarba. Atsižvelgiant į Foucault apibrėžtos epistemos konfigūraciją, į studijų programas turėtų būti įtraukta veikla, užtikrinanti konstravimo ir modeliavimo galimybes, mokslai, įvedantys į natūrinį gyvenimą, socialiniai (ekonomikos, vadybos, politikos) mokslai, supažindinantys su veiklos tipais, darbo pasauliu, konfliktais ir taisyklėmis bei kalbos mokslai, išmokantys naudotis ženklais, jų sistemomis, aiškinantys reikšmes ir prasmes.

Svarbią vietą studijų programose turėtų užimti filosofija, kuri ugdo refleksijos gebėjimus, leidžiančius suvokti veiklos ir atsakomybės, konkretaus veiksmo ir jo padarinių/pasekmių ryšį, psichologijos, sociologijos ir literatūros sričių dalykai, užtikrinantys žmogaus savęs suvokimą aplinkoje. Tai galėtų būti suprantama kaip kūrybingumo ugdymo strategija. Susiejant studentų gyvenimo tikslus ir ugdymo tikslus galima tikėtis, kad ugdytinio gyvenimo tikslas ir veikla atspindės humanizmo vertybines nuostatas. Tai svarbu žinių visuomenės ir žinių ekonomikos įtampų kontekste, kai stebima vis didėjanti poliarizacija tarp kūrybingumu pasižyminčių "sėkmingų" ir jo stokojančių "nesėkmingų" žmonių grupių.

Remiantis Trimaku (1996) galima teigti, kad vertybių raiška priklausys nuo to, kokį klausimą kelia žmogus: *Ko galiu tikėtis iš gyvenimo? Ko gyvenimas gali tikėtis iš manęs?* Klausimo pakeitimas įgalina žmones "atitrūkti" nuo jų pačių, teigia autorius. Jis pabrėžia, jog tada, „kai atsiranda žmonių, kurie nesitenkina medžiaga, jų dvasia prasiveržia pro medžiagos ribas: randa ir susikuria įkvėpimą ir aspiracijas, skleidžiasi imdami iš visuomenės ir duodami visuomenei. Taip tautoje kuriamas bendras dvasinis turtas – dvasinė kultūra“ (Trimakas, 1996:9). Straipsnio tematikos prasme svarbūs yra minėto autoriaus teiginiai apie pažinimą ir kūrybines vertybes. Pabrėždamas, kad žmogus gyvena trijose dimensijose: fizinėje, protinėje ir dvasinėje, dvasinę dimensiją jis išskiria kaip specifiskai žmogišką. Joje reiškiasi pažinimas, ypač pažinimas vertybių ir tuo pačiu prasmės. "Kūrybinės vertybės (plačiaja prasme) įkūnijamos darbu, kūryba, veikla" (1996:159).

Pasaulio ir žmogaus atvirumo ir kaitos pripažinimas dėstytojo ir studento sąveiką padaro labai sudėtingu reiškiniu, įgalinančiu atsinaujinimą arba ne. Šiuo atveju aukštosios mokyklos dėstytojų kūrybingumas sąlygos studentų kūrybingumo plėtotę. Dėstytojas planuoja ir organizuoja minėtą sąveiką,

užtikrina ugdymo funkcijų sistemišką realizavimą. Dėstytojo veikla turėtų atliepti dabarties reikalavimus, nes savo gyvenimu, darbu, kalba ji atspindi tam tikrą epistemą, vertybines nuostatas. Įtraukdamas studentą į specifinę veiklą, dėstytojas sudaro sąlygas ir sąveikai su aplinka, kuriai plėtojantis bendradarbiavimo ir tarpdiscipliniškumo reikšmingumas kūrybingumo ugdymo procese vis didėja. Akivaizdu, kad kokybinis pokytis vyksta tam tikroje sąveikoje. Tai įmanomas tada, kai sąveika užtikrina studento dalyvavimą ugdymo procese ir palaipsniį įsitraukimą į saviugdą procesą. Čia tinka J.Vabalo-Gudaičio suformuluotas sinergijos principo apibūdinimas ir jo „Įvykio“ terminas (Ramanauskaitė, Večkienė, 1994). XX – XXI a. saviugda tampa esminiu procesu, nes svarbiausia yra savęs pažinimas: savo kūno, kasdieninės veiklos, įprastos kalbos.

3. Studijų kaitos prielaidos tarpdiscipliniškumo aspektu

Aptariant tarpdisciplinino bendradarbiavimo aktualumą kintančiose XXI a. švietimo organizacijose remiamasi dviem konceptais: profesionalios besimokančios bendruomenės samprata ir bendradarbiavimo samprata, pabrėžiant mokymosi galimybių kūrimą ir plėtrą. Šios sampratos tekste naudojamos, atsižvelgiant į įtampas tarp žinių ekonomikos ir žinių visuomenės, o taip pat į technologinių ir socialinių profesijų paradigmų kaitą. Mokymas gyventi ir veikti žinių visuomenėje, kuriant gerovę ne tik sau, bet ir kitiems, reikalauja skirti didelį dėmesį vertybėms ir emocijoms, ne tik žinioms. Tai reiškia, kad plėtojami ne tik pažintiniai gebėjimai, bet ir mokomasi dirbti komandose, gyventi grupėse, taip pėtojant bendravimo ir bendradarbiavimo gebėjimus, kuriant prielaidas kūrybingumo raiškai, iš esmės keičiančiai studijų procesus.

Švietimo organizacija kaip profesionali besimokanti bendruomenė. Ši švietimo organizacijos samprata byloja apie tai, kokia kompleksiška ir sudėtinga tampa aukštosios mokyklos vadovų, dėstytojų ir studentų veikla, įgyvendinant mokymosi visą gyvenimą idėją. Mokykla veikia kaip sudėtinga socialinė sistema, erdvė, kurioje sąveikauja skirtingi žmonės, turintys skirtingus interesus, kurioje reiškiasi įvairūs tarpasmeniniai ir socialiniai santykiai, stebimos skirtingų kultūrų apraiškos. Pagal Hargreaves (2003), žinių ekonomikos vystymasis stimuliuojamas žmonių kūrybiškumo, išradingumo, sąmoningumo dėka. Jei konkrečios šalies mokykla neišugdo šių gebėjimų, tos šalies visuomenė atsilieka globaline prasme. Šia prasme mokyklos veikla yra dviplotmė: jauni žmonės rengiami kūrybiškai dalyvauti ne tik žinių ekonomikos, bet ir visuomenės gerovės kūrimo procesuose. Tapdamos beimokančiomis organizacijomis mokyklos vysto savo struktūrą ir praktiką taip, kad pastoviai ir greitai galėtų atliepti kintančią aplinką. Tokios mokyklos, pagal Hargreaves (2003) pasižymi šiais esminiais veiklos komponentais: bendradarbiavimas ir diskusijos tarp mokykloje dirbančių profesionalų, nuolatinis ir aiškus bendradarbiavimo akcentavimas mokymo ir mokymosi procesuose, sistemingos apklausos ir kitoks duomenų kaupimas siekiant patikimai įvertinti mokymosi problemas ir progresą.

Mokykla kaip profesionali besimokanti bendruomenė savo struktūrą ir praktiką orientuoja šiomis kryptimis: lavinami bendruomenės narių gebėjimai “matyti didelį poveiklį”, globalinę perspektyvą, plėtojami bendruomenės narių gebėjimai naudoti modernias informacines ir komunikacines technologijas, skatinamas ir ugdomas sisteminis mąstymas, kuriamos ir vystomos savarankiškos, savivaldžios darbo komandos bendruomenėje. Ši bendruomenė taip pat siekia tapti paramos, savivaldos bendruomenė. Mokymosi ir pagalbos dėmė sukuria vidinį integralumą bendruomenėje (Večkienė, Godvadas, 2005). Profesionalios besimokančios bendruomenės koncepcija yra esminė tiek kūrybingumo ugdymo prielaidų, tiek socialinių pokyčių prasme, nes toje pačioje erdvėje egzistuoja individualumo ar kolektyviškumo pasirinkimas. Taigi, bendruomenė sukuria iš esmės naują individualumą ir naują kolektyviškumą, ir yra pirminė socialinė aplinka, kurioje konstruojami bei derinami privatūs ir viešieji interesai, svarstomos alteratyvos ir priimami sprendimai, kurioje įmanoma ir pageidaujama iniciatyva ir kūryba.

Šių tarpusavyje susijusių tikslų įgyvendinimui būtinas komandinis darbas, dialogas tarp vadovų, dėstytojų, studentų. Tik taip gali būti studentams užtikrinamos galimybės lavinti gebėjimus ir veikti tarpusavyje susijusiose veiklos srityse – praktika, studijos, tyrimai. Tyrimai ir vertinimas tampa svarbia studijų dalimi, nes visų profesinės veiklos aspektų sisteminiai tyrinėjimai arba eksperimentavimas savo rezultatais praturtina teorines žinias ir tobulina praktinį jų pritaikomumą. Laikantis minėtų edukacinių nuostatų studijų procese akcentuojami studento poreikiai, patirtis, savarankiškumas, mokymosi motyvacija.

Tokia studijų strategija sudaro galimybes “kurti” žinias, lavinti perkeliamuosius gebėjimus, giliau stebėti, analizuoti, reflektuoti, sisteminti ir konceptualizuoti patirtį, įgalina studentą eksperimentuoti veikloje. Įgyvendinant ją laikomasi mokymosi ir „studento centre” nuostatų. Auditorinės ir savarankiškos teorinės studijos derinamos su praktinės patirties įgijimu, integruojant skirtingus pažinimo būdus. Trys esminiai perkeliemieji gebėjimai, gilinami studijose – dialogas, pažinimas/atradimai, vystymas. Dialogo būdu

plėtojami etiški, partneriški santykiai, keičiamasi aktualia informacija, derinami siekiai. Du integruojantys metodai (edukacinės strategijos) turėtų būti naudojami studijose, orientuotose į tarpdisciplininio bendradarbiavimo plėtotę – patirtinis mokymasis praktikoje ir mokslinių tyrimų metododologijos taikymas.

Šios nuostatos ryškiausiai atsiskleidžia individualaus, grupinio savarankiško darbo ir mokomosios praktikos procesuose. Tyrimų kompetencijų plėtojimu siekiama įgalinti asmenį matyti savo veiklą kaip erdvę, kurioje vyksta nuolatinė sąveika tarp teorijos ir praktikos. Tai reiškia, jog formuojasi nuostata inicijuoti ir vykdyti kaitą praktikoje, remiantis tyrimais pamatuotais rezultatais. Studijų procese atliekamas neformalus diagnostinis vertinimas, grįstas įsitikinimu, jog mokymosi ir veiklos pažanga nėra baigtinis rezultatas, sudaro papildomas galimybes teorijos ir praktikos integracijai, skatina studentų aktyvumą ir kūrybingumą.

Išvados

1. Socialinių transformacijų laikotarpis sąlygoja aplinkos ir žmogaus sąveikos pokyčius, kurie implikuoja naujus reikalavimus žmogui - svarbūs tampa prasmingas kūrybingumas, kritinis mąstymas, globali ir individuali atsakomybė bei refleksija. Žinių visuomenės ir žinių ekonomikos sandūroje ryškėjanti individualių interesų ir socialinės gerovės priešprieša aktualizuoja tarpdiscipliniškumą bei dinaminę dėstytojo, studento ir švietimo organizacijos sąveiką, laiduojančią kūrybingumo prielaidas.

2. Alternatyvių pažinimo teorijų, jų realizavimo ugdyme modelių taikymas edukacinėje praktikoje sukuria galimybes tikslingam kūrybingumo ugdymui aukštojoje mokykloje, leidžia giliau suvokti švietimo organizacijų, kaip profesionalių besimokančių bendruomenių, aktualumą socialinių transformacijų laikotarpiu, realizuojant humanistines teorijas ir atliepiant darbo pasaulio pokyčius.

3. Studijų aukštojoje mokykloje kontekstualumas, mokymosi paradigmos akcentavimas išryškina tarpdisciplininio bendradarbiavimo saviugdų procese aktualumą. Šia nuostata pabrėžiamas asmens kūrybingumas, savarankiškumas ir aktyvumas, priimant sprendimus ir keičiant savąją situaciją. Tačiau reikalaujama ir edukacinės aplinkos pokyčių, "pritaikant ją" saviugdai, kūrybai ir asmens kaitai.

Literatūra

1. Bell D. (2003). Kapitalizmo kultūriniai prieštaravimai. Vilnius: Alma littera.
2. Berger P. L. ir Luckmann T. (1999). Socialinės tikrovės konstravimas. Vilnius: Pradai.
3. Bourdieu P. (1994). Language and Symbolic Power. Cambridge, Oxford.
4. Brodner P. (2009). Sustainability in Knowledge-based companies. Creating Sustainable Work Systems. Routledge, London and New York.
5. Coleman J.S. (2005). Socialinės teorijos pagrindai. Vilnius: Margi raštai.
6. Foucault M.P. (1994). Humanitarinių mokslų archeologija (rusu k.).
7. Hargreaves A. (2003). Teaching in the Knowledge Society. Education in the age of insecurity. Open University Press.
8. Jovaiša L. (2007). Enciklopedinis edukologijos žodynas, Vilnius.
9. Kavolis V. (1991). Epochų signatūros. Vilnius.
10. Večkienė N.P., Saulėnienė S., Šatūnienė R. (2009). Interdisciplinary Collaboration as a Source of Creativity: Child Day care Centre Case // 14th International Creativity Conference "Creativity across the lihespan of an individuality", 6-7 November, 2009, Riga Latvia.
11. Kira, M., Van Eijnatten, F.M. (2009). Sustained by Work: Individual and Social Sustainability in Work Oorganizations. Creating Sustainable Work Systems. Routledge.
12. Laužackas R. (1999). Sistemo - teorinės profesinio rengimo kaitos dimensijos. Kaunas: VDU.
13. Payne M. (1996). What is profesional social work? Veptune Press.
14. Ramanauskaitė A., Večkienė N. (1996). Pažinimo ir ugdymo modeliai bei jų įtaka ugdymo organizavimu// Socialiniai mokslai: Edukologija, Nr.2(6). Kaunas: Technologija.
15. Šalkauskis S. (1992). Pedagogikos pagrindai, 2 kn. Vilnius.
16. Trimakas K.A. (1996). Žmogaus aukščiausi skrydžiai. Kaunas
17. Večkienė N., Godvadas P. (2005). Community Learning in School and for the school // Spring University. Changing Education in a Changing Society. Klaipėda University.
18. Večkienė N., Stanišauskienė V. (2000). Rengimasis karjerai socialinių transformacijų laikotarpiu: Lietuvos gimnazijose egzistuojančių prielaidų analizė// Socialiniai mokslai. Edukologija, Nr.1(22). Kaunas: Technologija.
19. Večkienė N., Veršinskienė R. (2007). Dėstytojų lojalumas organizacijai: teoriniai aspektai// Profesinis rengimas. Tyrimai ir realijos, T.13, Kaunas, VDU.

INTERDISCIPLINARY AS STUDIES CONDITION AND ASSUMPTION OF CREATIVITY

Summary

The multidisciplinary character of knowledge society poses new requirements to a person. These requirements condition a need in the interaction between practice and studies and in development creativity in professional education. Within this cultural-social medium arises the necessary condition of interdisciplinary communication and mutual understanding of organizational changes for development of study process at higher school. Thus, the following problem may be formulated: is it possible and how is it possible to create a learning environment in which representatives of different professional cultures would be able to learn to communicate and to collaborate? In this article, this problem is analyzed with the help of the ideas of

Bourdeu, Coleman, Foucault, Salkauskis. The aim of this article is to present a variety of approaches to the creativity phenomenon, and the possibility to create the environment for developing intercommunication in a group or a team of different professional cultures. The article is based on the methodological principles of learning, highlighting the position of an active and responsible teacher and student and the need for cooperation, conditioning the success of collaboration at higher school as open learning organization. The article consists of an introduction, three parts, and conclusions.

Keywords: interdisciplinarity, creativity, study, learning organization.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Nijolė Petronėlė Večkienė

Mokslo laipsnis ir vardas: daktarė, profesorė

Darbo vietą ir pozicija: Vytauto Didžiojo universiteto, Socialinių mokslų fakulteto, Socialinio darbo katedros profesorė

Autoriaus mokslinių interesų sritys: edukologija

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 650 17434, n.veckiene@sgi.vdu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Sigita Saulėnienė

Mokslo laipsnis ir vardas: daktarė, docentė

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno kolegijos, J.Vienožinskio menu fakulteto dekanė

Autoriaus mokslinių interesų sritys: edukologija

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 611 141734, jvmf@kauko.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Nijolė Petronėlė Večkienė

Science degree and name: doctor, professor

Workplace and position: Vytautas Magnus University, Social Science Faculty, Social Work Department professor

Author's research interests: education

Telephone and e-mail address: 8 650 17434, n.veckiene@sgi.vdu.lt

Author name, surname: Sigita Saulėnienė

Science degree and name: doctor, associated professor

Workplace and position: Kaunas College, Dean of Art faculty

Author's research interests: education

Telephone and e-mail address: 8 611 141734, jvmf@kauko.lt

ISSN 2029-9303

INŽINERINĖS IR EDUKACINĖS TECHNOLOGIJOS
2012 Nr. 1

Lietuvių kalbos redaktorė **Sonata Paulauskienė**

Užsienio kalbos redaktorė **Judita Štreimikienė**

Meninė redaktorė **Lolita Dalbokaitė**

Techninis redaktorius **Valdas Paulauskas**

Tiražas 100 egz. 114 psl. Parengimo spaudai data 2012 – 06 - 28
Išleido Kauno technikos kolegija, Tvirtovės al. 35, LT-50155 Kaunas

www.ktk.lt

El.p. ktk@ktk.lt

Spausdino UAB “Dakra”, Jonavos g. 260, LT-44131 Kaunas

www.dakra.lt

El.p. info@dakra.lt