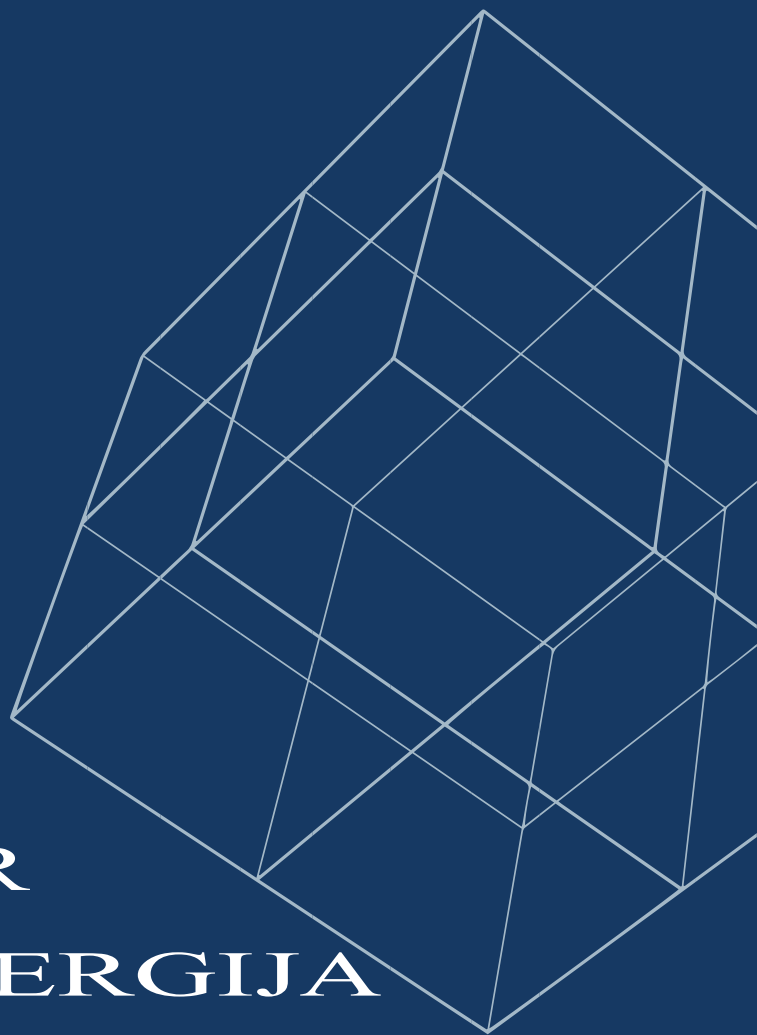




KAUNO
TECHNIKOS
KOLEGIJA



PRAMONĖS IR
VERSLO SINERGIJA
TVARIAI ATEIČIAI

2021 m.

Mokslinės konferencijos
„PRAMONĖS IR VERSLO
SINERGIJA TVARIAI ATEIČIAI”
recenzuotų straipsnių rinkinys

Leidėjas: Kauno technikos kolegija
ISSN 2783-6223 (leidinio forma: Elektroninis)

2021m. Kaunas

Mokslinės konferencijos „Pramonės ir mokslo sinergija tvariai ateičiai“ komitetai.

Organizacinis komiteas:

Pirmininkas – direktorius Nerijus Varnas.

Pirmininko pavaduotoja – direktoriaus pavaduotoja studijoms ir mokslui doc. dr. Lina Girdauskienė.

Atsakingoji sekretorė – taikomųjų tyrimų ir paslaugų komercializavimo skyriaus vadovė doc. dr. Giedrė Adomavičienė

Nariai:

Skirmantas Adomavičius,

Artūras Aleksynas,

Rita Dočkuvienė,

Rūta Užkurienė,

Judita Štreimikienė,

Regina Motienė,

Sonata Paulauskienė.

Mokslinis komitetas:

Pirmininkas – direktoriaus pavaduotoja studijoms ir mokslui doc. dr. Lina Girdauskienė.

Pirmininko pavaduotoja – taikomųjų tyrimų ir paslaugų komercializavimo skyriaus vadovė doc. dr. Giedrė Adomavičienė.

Atsakingoji sekretorė – doc. dr. Esmeralda Štyps.

Nariai:

Dr. Donata Putnaitė

Dr. Rasa Žygienė

Dr. Gediminas Daukšys

Dr. Vytenis Naginevičius

Dr. Marius Mažeika

Dr. Rūta Jankūnienė

Dr. Rosita Norvaišienė

TURINYS

INOVACIJOS ŠIUOLAIKINĖS STATYBOS, KELIŲ TIESIMO SEKTORIJE	7
USE OF TIMBER PRODUCTS IN CONSTRUCTION: STRUCTURAL REDESIGN OF A RESIDENTIAL BUILDING	8
Arminas Petkevičius, Jessica Saddi, Alessandro Piras, Tadas Jukna, Rolandas Šibirkštis, Rosita Norvaišienė Kaunas University of Applied Engineering Sciences	
GYVENAMOJO NAMO IŠORINIŲ SIENŲ LAIKANČIOSIOS DALIES DAUGIAKRITERINĖ ANALIZĖ	17
Augustinas Mačiulskis, Jūratė Mockienė Kauno technikos kolegija	
VAIKŲ DARŽELIO UGDYMO PATALPŲ GRINDŲ DANGŲ SPRENDINIŲ ANALIZĖ	22
Deimantė Bierytė, Violeta Medelienė Kauno technikos kolegija	
GYVENAMOJO NAMO SVETAINĖS GRINDŲ DANGŲ ANALIZĖ IR VERTINIMAS	29
Rugilė Butkevičiūtė, Birutė Požėrienė Kauno technikos kolegija	
KARKASO KOLONŲ RACIONALIAUS INŽINERINIO SPRENDIMO ĮVERTINIMAS	35
Jordanas Molotok, Birutė Požėrienė Kauno technikos kolegija	
MAITINIMO PASKIRTIES PASTATO SALĖS GRINDŲ DANGŲ INŽINERINIŲ SPRENDINIŲ ANALIZĖ	40
Aistė Baukytė, Violeta Medelienė Kauno technikos kolegija	
GRINDŲ DANGŲ PARINKIMO TEKSTILĖS GAMYKLAI ANALIZĖ	47
Arnas Krulikas, Rita Baltušnikienė Kauno technikos kolegija	
ATSINAUJINANČIŲ VIETINIŲ MEDŽIAGŲ PANAUDOJIMO STATYBOJE APŽVALGA	54
Dainius Ramukevičius, Mangirdas Kasperavičius Kauno technikos kolegija	
BIM DUOMENŲ SĄVEIKOS TYRIMAS	57
Raimondas Šadzevičius ¹ , Aurimas Subačius ² , Arūnas Aleksandras Navickas ² Kauno technikos kolegija ¹ , Kauno technologijos universitetas ²	
GEOGRAFINĖS INFORMACINĖS SISTEMOS DUOMENŲ REIKŠMĖ STATYBOS SEKTORIJE	64
Matas Švenčionis, Regina Motienė Kauno technikos kolegija	
TRANSPORTO SRAUTŲ REGULIAVIMO SPRENDIMŲ ANALIZĖ IR DAUGIAKRITERINIS VERTINIMAS REKONSTRUOJANT KELIĄ IŠLAUŽAS–KLEBIŠKIS–IGLIAUKA	72
Vaidas Černauskas, Regina Motienė Kauno technikos kolegija	

SAUSUMOS IR ORO TRANSPORTO BEI MECHANIKOS INŽINERIJOS INOVACIJOS MOKSLE IR PRAMONĖJE	81
TVARIOS ATEITIES SĄLYGA – GAMTOS KONSTITUCIJOS IŠMANYMAS	82
Arturas Gavėnas Kauno technikos kolegija	
ELEKTRINIŲ AUTOMOBILIŲ PARKO LIETUVOJE PLĖTROS ANALIZĖ	86
Darius Juodvalkis Kauno technikos kolegija	
ETHANOL USAGE IN ENGINES.....	90
Ilhan Kaan Ozcetin, Andrius Dargužis Kaunas University of Applied Engineering Sciences	
MOBILAUS SERVISO PRITAIKYMO GALIMYBĖS AUTOMOBILIŲ SPORTUI.....	95
Ervinas Jakubauskas, Tomas Mickevičius Kauno technikos kolegija	
AUTONOMINIŲ ŠILDYMO SISTEMŲ TECHNINĖS PRIEŽIŪROS IR REMONTO POSTO PROJEKTAVIMO ASPEKTAI	99
Irmantas Mikalauskas, Tomas Mickevičius Kauno technikos kolegija	
KROVININIŲ AUTOMOBILIŲ STABDŽIŲ SISTEMOS KOMPONENTŲ GEDIMŲ ANALIZĖ	105
Rokas Stankevičius, dr. Marius Mažeika Kauno technikos kolegija	
VERSLO IR MOKSLO SINERGIJA AUTOMOBILIŲ SPORTE: <i>KTK RACING DIVISION</i> ATVEJO ANALIZĖ.....	110
Povilas Bonkevičius Kauno technikos kolegija	
CILINDRINIO KRUMPLIARAČIO STIPRUMO TYRIMAS	114
Donata Putnaitė, Hubertas Lesčiauskas Kauno technikos kolegija	
KARINIO SUNKVEŽIMIO GALINĖS AŠIES VELENO GAMYBOS TECHNOLOGINIO PROCESO PROJEKTAVIMO TEORINĖS IR PRAKTINĖS PRIELAIDOS	122
Virmantas Budrys, Giedrė Adomavičienė Kauno technikos kolegija	
GAMINIO PAVIRŠIAUS ŠIURKŠTUMO PRIKLAUSOMYBĖ NUO 3D SPAUSDINIMO PARAMETRŲ	128
Rolandas Šertvytis, Artūras Alekna Kauno technikos kolegija	
VIRTUALIŲ ĮRANKIŲ TAIKYMAS RENGIANČIAMS IR MODELIOJANT NESTANDARTINIŲ PARAMETRŲ DETALĖS APDIRBIMĄ	135
Rolandas Šertvytis, Martynas Milašauskis Kauno technikos kolegija	
ORLAIVIO CESSNA 172 AUKŠČIO VAIRO TRIMERIO PAVAROS PROJEKTAVIMAS IMITACINIAM STENDUI.....	140
Tomas Uža, Vytenis Naginevičius Kauno technikos kolegija	

BEPILOČIO ORLAIVIO SPARNŲ PROJEKTAVIMAS	147
Nerijus Panavas, Esmeralda Štys, Kęstutis Grigaliūnas	
Kauno technikos kolegija	
ELEKTRONIKOS IR ELEKTROS INŽINERIJOS KRYPTIES NAUJOVĖS BEI PERSPEKTYVOS MOKSLAI IR PRAMONĖJE	156
AUTOMOBILIO AUTOMATINIŲ ŠVIESŲ SISTEMOS PROJEKTAVIMAS.....	157
Gytis Jakuntavičius, Egidijus Gelūnas, Augustinas Maniušis	
Kauno technikos kolegija	
DINAMINIŲ POSŪKIŲ SIGNALŲ SISTEMOS PROJEKTAVIMAS	163
Marius Gasickas, Edvinas Sirtautas	
Kauno technikos kolegija	
STABDŽIŲ SISTEMOS TEMPERATŪROS MATAVIMO IR ATVAIZDAVIMO ĮRENGINIO APŽVALGA IR ANALIZĖ	168
Ramūnas Zimblys	
Kauno technikos kolegija	
AKLOSIOS ZONOS ASISTENTO PROJEKTAVIMAS.....	172
Mykolas Gylys, Ignas Meškauskas, Jonas Katinas	
Kauno technikos kolegija	
AUTOMOBILIO CENTRINIO UŽRAKTO VALDYMAS KODU	177
Tautvydas Nakrošis, Ignas Šešetas, Tadas Urbšys	
Kauno Technikos Kolegija	
LAIPTŲ APŠVIETIMO SISTEMOS PROJEKTAVIMAS.....	181
Dangiras Paulikas, Dovydas Avelis, Eidmantas Baltauskas	
Kauno technikos kolegija	
AUTOMOBILIO BAGAŽINĖS DANGČIO ATIDARYMO KOJOS JUDESIU SISTEMOS PROJEKTAVIMAS	185
Modestas Šmitas	
Kauno technikos kolegija	
AUTOMOBILIO AKUMULIATORIAUS IŠSIKROVIMO ĮSPĖJIMO SISTEMŲ APŽVALGA IR ANALIZĖ.....	190
Jonas Strimaitis	
Kauno technikos kolegija	
ULTRAGARSINIŲ JUTIKLIŲ FUNKCINIŲ PARAMETRŲ TESTAVIMAS	197
Mantas Milieška, Julius Šaltanis	
Kauno technikos kolegija	

INOVACIJOS ŠIUOLAIKINĖS STATYBOS, KELIŲ TIESIMO SEKTORIUJE

USE OF TIMBER PRODUCTS IN CONSTRUCTION: STRUCTURAL REDESIGN OF A RESIDENTIAL BUILDING

Arminas Petkevičius, Jessica Saddi, Alessandro Piras, Tadas Jukna, Rolandas Šibirkštis,
Rosita Norvaišienė

Kaunas University of Applied Engineering Sciences

Annotation

Timber for construction is one of the wood products used around the world. Nowadays, when the Earth is struggling with climate changes and aftermaths, people have started to look for alternatives for concrete-only construction buildings. Timber is one of the most available, adaptable and environmentally friendly building materials. Due to continuous improvement of timber building products, the use of composite materials for the construction is currently gaining popularity.

The aim of the paper is to offer three variants of structural redesign of the existing reinforced concrete structure residential house in Tallinn (Estonia), combining wood and concrete building materials, and then to compare the existing reinforced concrete structure with the redesigned from environmentally friendly materials.

This work was supported under the Erasmus project KA 203 2020-1-FR01-KA203-080308 “Sustainable, High-Performance Hybrid Timber Building Construction”.

KEY WORDS: timber products, hybrid constructions, residential building

Introduction

Climate change nowadays is a fundamental phenomenon to be considered. CO₂ emission has increased at an alarming rate and, as buildings are responsible for 39% of global carbon emissions ([World GBC, 2019](#)), the construction sector faces a need to shift to environmentally sustainable and low-carbon solutions. Nowadays, most of the energy is produced by fossil-based fuels such as coal, natural gas, etc. Furthermore, energy demand increases more and more due to living standards and the increase of the human population. All this massively impacts the global warming problem. Wood, as a renewable resource, can make a major contribution to reduce the use of energy and guarantee a sustainable consumption; As part of the carbon cycle, trees give off oxygen and absorb carbon dioxide from the air and sequester it in woody tissue, that's why the use of wood plays a central role in the sequestering and storage of the most important greenhouse gas - carbon dioxide. The use of timber gains supporters since it can reduce the concentration of the greenhouse gas CO₂ in the atmosphere, use of energy, and non-renewable material consumption, when compared with concrete or steel construction. ([Gold S., 2008](#); [Ustaoglu A. et al., 2021](#); [R. Toivonen et al., 2021](#)).

For use of energy, we refer to embodied energy, a measure of the total energy used to transform a material in its raw form, its process to transform it to building material, transport, on-site assembly, and construction, until the end of its life. ([Nandana Abeysuriya; W. Chen et al., 2021](#))

A comparison of CO₂ released and stored by four construction materials is shown in Table 1.

Table 1

Fossil fuel required to produce four construction material

Material	Carbon released (Kg/t)	Carbon released (Kg/m ³)	Carbon Stored (Kg/m ³)
Rough sawn timber	30	15	250
Steel	700	5,320	0
Concrete	50	120	0
Aluminium	8700	22,000	0

Source: *Effective use of structural timber for sustainable construction*, [Nandana Abeysuriya](#)

Other studies have demonstrated that despite buildings varying in design and location, steel beams require 10 times the production energy of the equivalent timber beams, and that aluminum window frames use over 50 times the energy equivalent wooden frames. In recent studies of the UK construction sector it has been shown that novel off site panelized modular timber frame systems can save up to 50% of embodied carbon and 35% embodied energy when compared to traditional residential building methods and materials ([M.H. Ramage et al., 2017](#)). When considering air pollution, solid waste management and energy required for the construction

using above materials etc. is considered, timber is the right choice to use wherever possible. ([Nandana Abeysuriya](#)).

Although studies have proven that the forest-based sector has high potential to give long-lasting climate benefits thanks to efficient forest management, public opinion seems suspicious about its environmental impact. Furthermore, “misconceptions concerning poor value stability, deficient longevity and robustness as well as combustibility of wood, are weaknesses that burdened the industry” ([M. Petruch and D. Walcher, 2021](#)).

On the other hand, timber as a construction material and timber frame houses have a positive association with well-being, aesthetics, and eco-friendliness. After all, these attributes are not sufficient, on their own, to trigger the choice of timber as a construction material ([Gold S., 2008](#)).

That’s why, due to the importance of mitigating climate change, one solution is to increase the public perception of wood as an efficient sustainable building material that can make a major contribution to facilitate the shift towards a bio-based economy ([M. Petruch and D. Walcher, 2021](#)).

Wood is an economical alternative to other building materials, it has a high specific stiffness and strength; despite this, their mechanical properties vary due to their natural origin. To solve this problem, nowadays are used engineered wood products (EWPs) and they are developed and optimized for structural application ([A. Sotayo et al., 2020](#)). Hybrid sustainable timber buildings have a complementary role by combining concrete and steel structures, so that the best features of these three building methods are combined, to provide superior high performance buildings.

EWPs are fabricated from the adhesive bonding of wood chips, flakes, and veneer. The application of this solution is for larger sections, beams, panels, or other structural elements. The EWPs have different advantages such as enhanced dimensional stability, the formation of larger and more complex structural sections, greater durability, and better mechanical properties.

Common structural engineered timber products in Europe are Cross Laminated Timber (CLT), Laminated Veneer Lumber (LVL), Glued Laminated Timber, also called GLULAM.

Different six storeys timber buildings have been constructed in the last decade, and Engineers have begun to look at the possibility to build it much taller than that. The complexity of tall building’s structure increases in proportion to their height; In base of the building height, and the loads, different types of timber material are used as shown in Fig. 1.

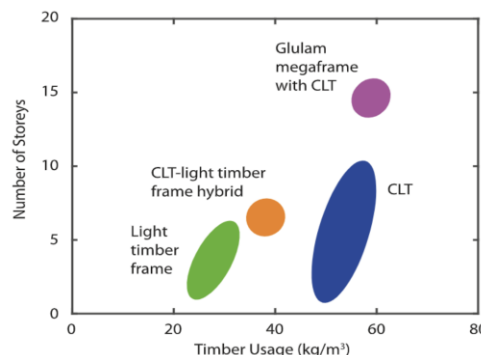


Fig. 1 The density of structural timber used to achieve a given height of building for various structural system

Source: *The wood from the trees: The use of timber in construction*, [M.H. Ramage et al., 2017](#)

A redesign of an existent building made in concrete will be analyzed, using mainly timber, to compare the foot – carbon print through the support of LCA, the best-defined method to analyze it.

Hybrid construction: sustainable-engineered timber systems

Hybrid sustainable timber buildings have a complementary role by combining concrete and steel structures, so that the best features of these three building methods are combined, to provide superior high performance buildings. The classic hybrid construction consists of a skeleton structure in reinforced concrete or steel combined with sustainable timber systems/components. The supporting structures can be made of steel, reinforced concrete or timber. For multi-story buildings, hybrid construction relies on the strong properties of concrete and steel, which enables large spans, simple sound and fire protection and installation of technical building services. The most implemented engineered timber systems are shown in Fig.2.

Engineered Timber Product	Parallel Strand Lumber (PSL)	Laminated Veneer Lumber (LVL)	I-Joist	Glulam	Structural Insulating Panel (SIP)	Cross Laminated Timber (CLT)	Brettstapel
Typical Detail							
Application	• Beams • Columns	• Beam • Columns • Cord	• Joist • Beam	• Beam (Long span) • High Loading	• Roof • Wall • Floor	• Roof • Wall • Floor	• Roof • Wall • Floor
Usage	Interior	Interior	Interior	Interior / Exterior	Interior	Interior/ Exterior	Interior/ Exterior

Fig. 2 Common structural engineered timber products in Europe

Source: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116306050>

With engineered timber systems, buildings are planned in detail before all the timber building elements are prefabricated and then assembled on site.

Factory pre-fabricated engineered timber system bring efficiency and top-level precision to a project. External/internal walls both load bearing and non-loadbearing, partition floors, roofs, connections etc. They prefabricated in a dry environment conditions and certificated processes. This process works excellently for hybrid buildings and modular buildings. Buildings can be divided into individual building components for efficient production and then assembled on the building site.

Building services and pathways for example, electrical wiring, ventilation pipes, plumbing pipes etc. can be integrated into the timber building components during the production process, which results in high quality and minimal on-site work. This improves the precision and shortens the construction time on site.

Residential building redesigning

The main task of project was to redesign an existing concrete residential building that is located in Tallinn, Estonia. In total three different projects were made, to see which one would be the most cost efficient, and eco-friendly. Life-cycle Assessment (LCA) was used in order to evaluate natural effects linked to all the phases in the life of the product from obtaining of raw materials, manufacturing, usage, maintenance to recycling. A life-cycle assessment can greatly help in increasing the sustainability of a building project by providing information on how different materials, or processes, contribute to the overall environmental impact of the building.

Building overview. In the original design of Building Toom-Kuninga 21, the cores were made of concrete [Fig. 3]. The building consists of one floor below ground and nine floors above the ground floor. Parking, storage rooms and utility rooms are distributed in the building -1. and the 1st floor. The load-bearing structure is a monolithic reinforced concrete slab foundation. The building area (according to the detailed plan) is 19 200 m². The main surrounding building is on Toom-Kuninga Street, where there are 2-4-storey buildings. The building cost approximately 5 million € + VAT (in 2017-2018).



Fig.3 Residential building Toom-Kuninga 21, Tallin,Estonia

Source: design project of residential building Toom-Kuninga 21

Used materials overview. The implemented engineered timber systems in this analysis:

- **CLT** (Cross Laminated Timber) is obtained by cutting orthogonal wood plates then bonded with the help of glue. The CLT must consist of at least 3 layers for the system to be strong and it should consist of odd numbers. When compared to concrete constructions, the CLT have some advantages: the lightweightness of Cross Laminated wood panels; since the production of CLT panels is highly compatible with the prefabrication, the duration of the construction is significantly reduced. For example, a simple cross-laminated timber house can be built in just 2-3 weeks.
- **Glulam** (Glued Laminated Timber), is a manufactured timber product. It is made by bonding together individual laminates (layers) of solid timber boards with durable, moisture-resistant structural adhesives. Glulam is a very adaptable timber, which allows it to be used in curves, arched shapes, vertical columns and horizontal beams. The laminates of timber boards are layered and glued together so that the direction of the grain of each board runs parallel with the longitudinal axis of the member being fabricated. Glulam can be used for a wide range of purposes, from joinery timber to large-span structures. Glulam structural members can be used as vertical columns or horizontal beams, and their adaptability enables them to be used for a variety of cross-sections and curved, arched shapes to meet varied end-use requirements. Glulam beams are often used as an alternative to steel or concrete for constructing the roof of buildings such as swimming pools, sports halls and supermarkets.
- **LVL** (Laminated Veneer Lumber) is an engineered wood product that uses multiple layers of thin wood assembled with adhesive. It is relatively stronger than steel, lighter than concrete and has a high durability. Because of its characteristics, in this project the LVL was used in the staircase of the building.

Redesign example 1: All timber construction

The redesign was made by leaving -1 and 1 floors as they are, from the second floor the whole structural frame was changed to hybrid timber constructions. For exterior walls CLT facade panels were used, columns were made out of glulam, floor slabs of CLT, elevator shaft and staircase also made of CLT (Fig.3).

Timber materials used in this option were:

1. Glulam columns
2. CLT facade panels
3. CLT floor slabs
4. CLT elevator shaft.
5. LVL for facade decorations



Fig.3. The view of redesigned residential building
Source: drawn by authors

The calculation of LCA is given in Fig.4.

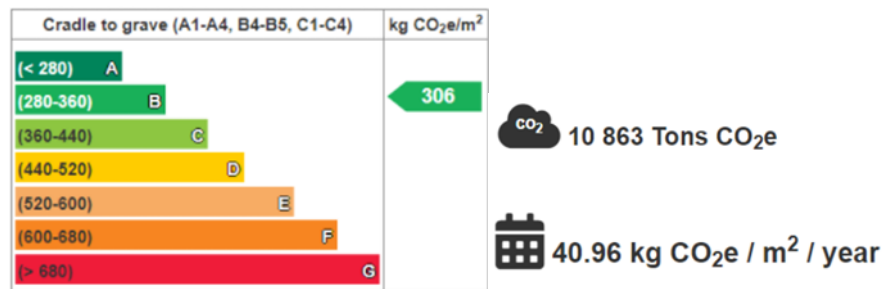


Fig. 4. Calculated CO2 emissions

Estimated price for this project : **4.900.000EUR**. Estimated construction time - 7-9 months.

Structure technology. The challenge of this building was to incorporate different wooden elements, taking into account the use for which each one is intended. All connectors used are from the company Rothoblaas. The metallic connectors shown are just an indication and can be replaced by others with better performance if this scenario occurs.

From a foundation and semi-buried concrete floor, the wooden structural part with glulam pillars begins at the second floor. Because they are different construction elements, we saw the need to use a metal connector to establish the connection between the concrete and the pillar, the TITAN S connector was chosen, while for the connection between pillars it was chosen the SPIDER connector, which in addition to the connection between pillars, it also provides a connection between the CLT floor and the glulam pillars. The CLT walls were connected to the glulam pillars and to themselves also using the TITAN S connector (Fig.5).

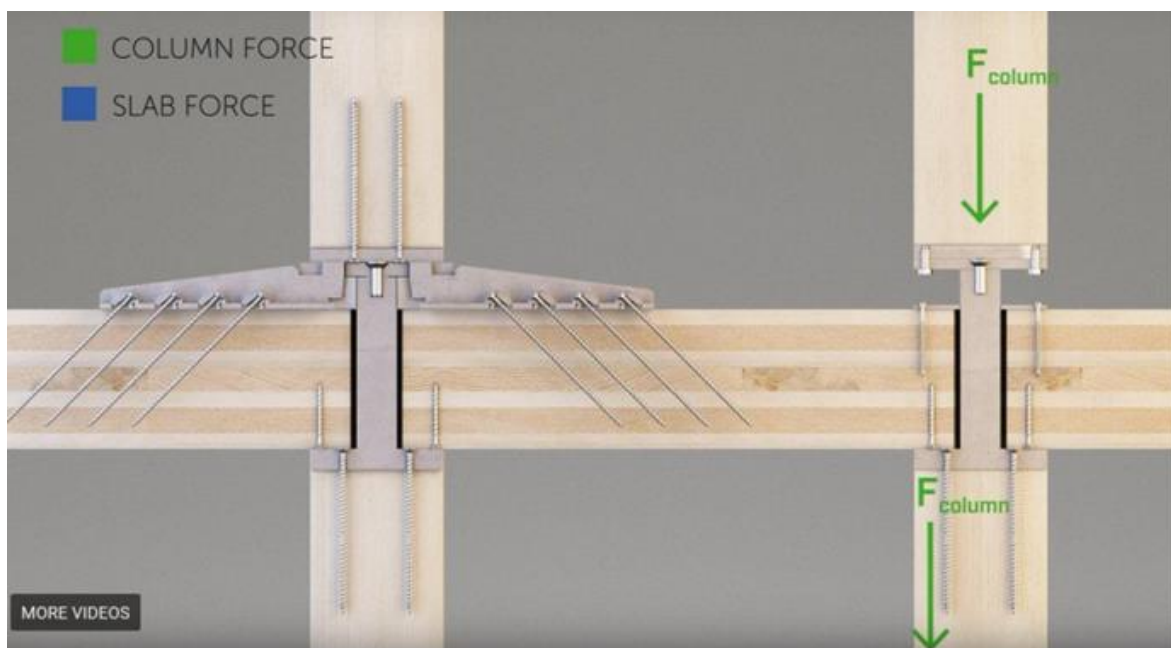


Fig. 5. TITAN S connector

Source: <https://www.archiexpo.com/prod/rotho-blaas/product-60438-1335673.html>

Design example 2: hybrid timber-steel construction

Timber materials used in this option were:

1. LVL for beams
2. CLT for structural walls and balconies
3. GLULAM for columns
4. OSB floors
5. Concrete core

The view of redesigned building is in Fig. 6

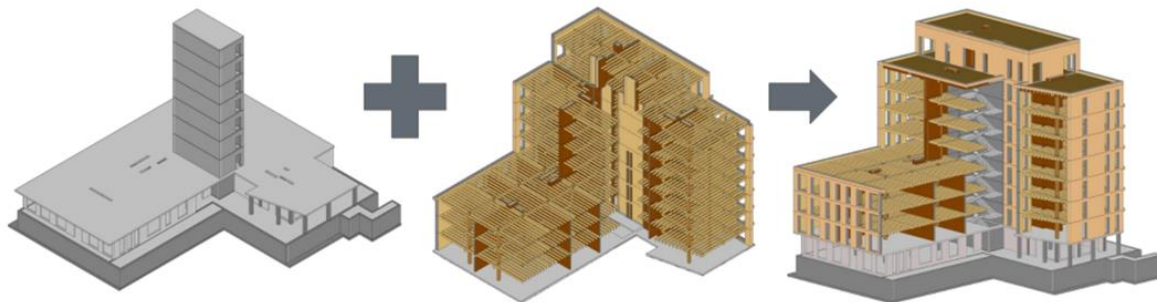


Fig 6. The view of redesigned residential building

Source: drawn by authors

The calculation of LCA is given in Fig.7.

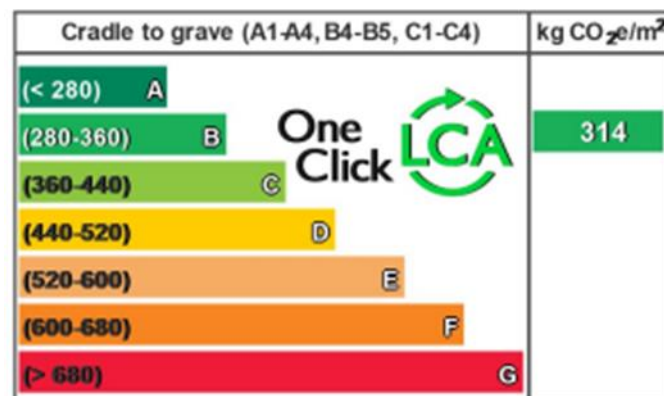


Fig. 7. Calculated CO2 emissions

Source: calculated by authors

Estimated price for this project : **5.450.000EUR** Estimated construction time - 6 -8 months.

Structure technology. Floor -1 has 12 reinforcement concrete columns and beams between columns. Floor 1 has also 12 reinforcement concrete columns and beams between columns.

In this building design were used a lot of different timber materials. Core was made of concrete. The strenght class had to be C30/37. For the facade, were used EQUITONE [natura] and [linea] panels. Every EQUITONE [natura] panel is unique, subtly displaying the raw texture of the core fibre cement material. EQUITONE [linea] displays a linear texture that highlights the raw inner texture of the core fibre cement material (Fig.8).

For fire protection, were chosen a double layer of gypsum boards, both of them were red fire-resistant gypsum boards. For cold isolation, it was decided to use rock wool for the walls. It was also used foils for moisture problems and wind resistance.



Fig.8. EQUITONE [linea] and EQUITONE [natura] panels
<https://www.equitone.com/en/cladding-material/natura/>

Design example 3: Hybrid construction: glulam columns and beams with prefabricated timber composite floor slabs

Timber materials used in this option were:

1. Glulam columns
2. CLT facade panels
3. timber/concrete floor slabs
4. CLT elevator shaft.
5. LVL for facade decorations

Structure technology. In this building design were used prefabricated timber/concrete floor slabs with glulam columns and CLT panels. The main target was to speed up the construction process and cut down CO₂ emission from construction. Therefore, were used a lot of prefabricated parts for construction.

Composite floor structure. This type of floor structure mainly comprises two parts, a CLT slab on the underside and a cast concrete slab on the top (Fig.9). Usually, some form of shear connector is used to join the wood section to the concrete section and so increase the bending stiffness of the structure. From a static point of view, this type of structure is highly efficient, as you make optimum use of the materials properties, i.e. the compressive strength of the concrete and the tensile strength of the wood.

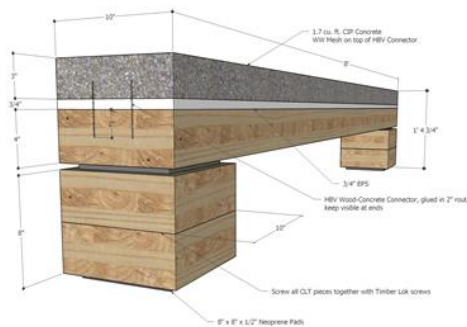


Fig. 9. Structural system type: glulam columns and beams with concrete slabs (typical in France)
Source: <https://www.rothoblaas.com/technical-details/construction-types>

The solution for the load-bearing structure consists of a grid system with glulam columns, beams and trusses. The foundation (the first 2 floors) is made of concrete and it supports the box modules. The prefabricated building modules are all stacked up from the foundation to the fourth floor (3 storeys) and then there is a power level to support the other five floors (from the fifth floor to the ninth floor).

The calculation of LCA is given in Fig.10.

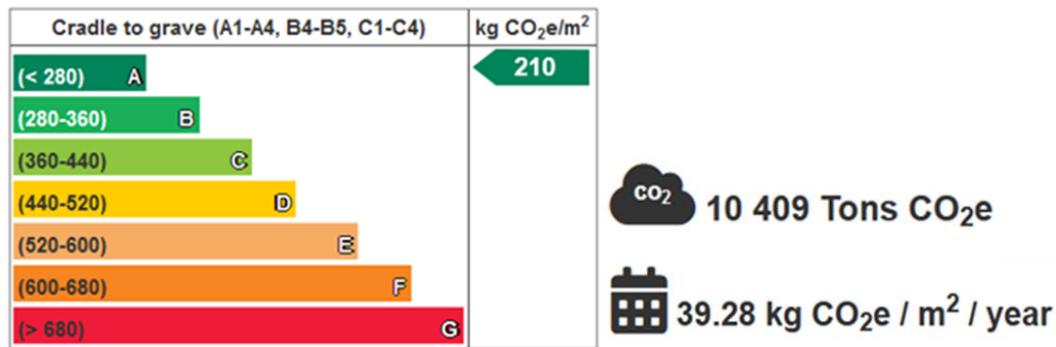


Fig. 10. Calculated CO₂ emissions
Source: calculated by authors

The existing, reinforced concrete solution is approximately 1,25 million euros cheaper than the hybrid timber one. The most expensive aspect of the new solution is the interior walls with TP1 fire proofing level and CLT panels. Furthermore, other expensive details are the connectors, which represent about 20% of the total final price. Although the hybrid timber solution, which as a price of around 7,4 million euros, is more expensive than the concrete one with around 6,2 million euros, it's important to highlight that the carbon footprint on the timber solution is a lot smaller.

Discussion and conclusion

The advantage of using timber as a structural element of a construction or façade material is that it gives endless possibilities for parametric solutions. According to that, timber façades can be creative and mainly used to add visual interest and prove that timber construction can be even more efficient and sustainable compared to concrete. Timber-based structures have a lower carbon footprint compared to traditional building materials. As a naturally warm material, timber's primary benefit could be its departure from all other aesthetic choices. Hybrid construction offers optimal solutions for reaching high quality and cost competitiveness, along with an ideal environmental life cycle assessment, especially in multi-story buildings.

In total three different projects were made, to see which one would be the most cost efficient, and eco-friendly. Originally the whole building was made of concrete, in our new versions of the building, only -1 and 1 floor is going to remain of concrete, everything above is going to be made out of hybrid timber construction. **First option** was to make the building fully out of timber, floor slabs of CLT, exterior walls of CLT, columns of glulam. To keep as much room height and room space as possible, no beams were used in this project, to achieve that 'spider' system for columns from "Rothoblaas" was used. **Second option** was hybrid timber-steel construction. The structure consists of steel columns and timber or hybrid beams. In this case steel has been chosen for the main structure. Where there is a large span, timber beams have been used to reduce it. Despite the large span, thanks to steel strength the building structure has the same position as the original in concrete. **Third option** was to redesign the concrete building using a hybrid method. To do that high performance timber was used. The building was made out of glulam columns and beams with prefabricated timber composite floor slabs. For the elevator shaft CLT core was used.

Life cycle assessment (LCA) for the estimation of the most sustainable design and management was used. The most cost efficient was chosen fully out of timber variant. The cost of building was around 4,9 million EUR while other variants were 5,45 and 7,4 million EUR, though the Class A was assigned to the third option – hybrid building.

Timber is a building material that can create a positive emotional experience. It gives an ideal micro inner climate, warm and comes directly from nature. No other building material is as sustainable as timber. It is CO₂ neutral, renewable and can be 100% recycled. Following this analysis, we emphasize the need for further research which will draw results for construction from timber.

LITERATURE

1. [Chen, W., Yang, S., Zhang, X., Jordan, N. D., & Huang, J. \(2022\). Embodied energy and carbon emissions of building materials in china. *Building and Environment*, 207, 108434. doi:10.1016/j.buildenv.2021.108434](#)
2. [Nandana Abeysuriya. *Effective use of structural timber for sustainable construction*.](#)
3. [Gold, S., & Rubik, F. \(2009\). Consumer attitudes towards timber as a construction material and towards timber frame houses – selected findings of a representative survey among the German population. *Journal of Cleaner Production*, 17\(2\), 303-309. doi:10.10](#)
4. [Petruch, M., & Walcher, D. \(2021\). Timber for future? attitudes towards timber construction by young millennials in Austria - marketing implications from a representative study. *Journal of Cleaner Production*, 294, 126324. doi:10.1016/j.jclepro.2021.126324](#)
5. [Ramage, M. H., BurrIDGE, H., Busse-Wicher, M., Fereday, G., Reynolds, T., Shah, D. U., . . . Scherman, O. \(2017\). The wood from the trees: The use of timber in construction. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 68, 333-359. doi:10.1016/j.rser.2016.](#)
6. [Sotayo, A., Bradley, D., Bather, M., Sareh, P., Oudjene, M., El-Houjeiry, I., . . . Guan, Z. \(2020\). Review of state of the art of dowel laminated timber members and densified wood materials as sustainable engineered wood products for construction and bui](#)
7. [Toivonen, R., Lilja, A., Vihemäki, H., & Toppinen, A. \(2021\). Future export markets of industrial wood construction – A qualitative backcasting study. *Forest Policy and Economics*, 128, 102480. doi:10.1016/j.forpol.2021.102480](#)
8. [Ustaoglu, A., Yaras, A., Sutcu, M., & Gencel, O. \(2021\). Investigation of the residential building having novel environment-friendly construction materials with enhanced energy performance in diverse climate regions: Cost-efficient, low-energy and low-car](#)

MEDIENOS GAMINIŲ PANAUDOJIMAS STATYBOJE: GYVENAMOJO NAMO KONSTRUKCINIS PROJEKTAVIMAS

Santrauka

Šiais laikais, kai visas pasaulis kovoja su klimato kaita ir pasekmėmis, žmonija ieško alternatyvų betono ir gelžbetonio konstrukcijoms. Siekiant geresnio poveikio aplinkai, vis dažniau daugiaaukštėje statyboje naudojama viena seniausių statybinių medžiagų – mediena. Mediena yra viena iš labiausiai prieinamų, lengvai pritaikomų ir aplinkai nekenksmingų statybinių medžiagų. Dėl nuolatinio medinių statybinių gaminių tobulinimo šiuo metu populiarėja kompozitinių medžiagų naudojimas statyboms. Klijuotoji mediena, kryžmai sluoksniuotoji mediena, laminuota fanera – tai dažniausiai naudojamos statybinės medžiagos projektuojant daugiaaukščius pastatus. Konstrukcijos paprastai projektuojamos iš klijuotosios medienos, naudojamos kolonų, sijų ir įstrižų jungčių gamybai. Kryžmai sluoksniuota mediena naudojama plokščioms, horizontalias apkrovas perduodančioms konstrukcijoms. Laminuota fanera naudojama kolonom, sijoms, santvaroms projektuoti. Kuo aukštesnis pastatas – tuo racionaliau yra projektuoti hibridinę konstrukciją, t.y. pastato centrinę dalį statyti iš betono ir plieno, o grindis ir atitvaras – iš kompozitinės medienos.

Darbo tikslas – pasiūlyti tris esamo gelžbetoninės konstrukcijos gyvenamojo namo Taline (Estija) konstrukcijų perprojektavimo variantus, derinant medines ir betonines statybines medžiagas, o tada palyginti esamą gelžbetonio konstrukciją su perprojektuota iš aplinkai nekenksmingų medžiagų.

Šis darbas buvo rengiamas pagal Erasmus projektą KA 203 2020-1-FR01-KA203-080308 „Tvari, didelio našumo hibridinių medinių pastatų statyba“.

GYVENAMOJO NAMO IŠORINIŲ SIENŲ LAIKANČIOSIOS DALIES DAUGIAKRITERINĖ ANALIZĖ

Augustinas Mačiulskis, Jūratė Mockienė
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Šiandieninėje rinkoje daug parduodamų gyvenamosios paskirties pastatų su skirtingais išorinių sienų laikančiosios dalies – blokelių - variantais. Tobulėjant blokelių gaminio technologijoms, prekyboje randamas vis platesnis jų pasirinkimas. Sudėtinga išsirinkti optimaliausią išorinių sienų laikančiosios dalies – blokelių - variantą, kuris tenkintų visus reikalavimus, keliamus išorinių sienų šiltumui, tvirtumui bei ilgaamžiškumui. Reikia įvertinti blokelių savybes, kurios atsiskleidžia tik veikiant tam tikroms sąlygoms ir aplinkoms. Todėl labai svarbu atidžiai išanalizuoti išorinių sienų laikančiosios dalies – blokelių - variantus, norit išvengti papildomų išlaidų užtikrinant termoizoliacines savybes.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: Keraminiai blokeliai, silikatiniai blokeliai, keramzitbetonio blokeliai.

Įvadas

Pastaruoju metu padidėjo statybinių medžiagų įvairovė. Dėl to Lietuvos gyventojai bei statybos bendrovės turi platesnį prekių pasirinkimą būsto statybai. Tiek didelės statybų bendrovės, tiek individualių namų statytojai, pradeda suprasti apie statybinių medžiagų techninių charakteristikų svarbą. Todėl nutarus statyti gyvenamąjį būstą, vis dažniau iškyla klausimai, iš ko geriau statyti ar kokią sienos konstrukciją pasirinkti.

Būtina įvertinti konstrukcinių elementų, naudojamų išorinėms namo sienoms mechaninį atsparumą gniuždymui. Ne mažiau svarbu yra įvertinti kitus medžiagų privalumus bei trūkumus. Vienas tokių yra gaminio matmenų tikslumas, nuo jo priklauso apdailinių medžiagų poreikis. Kitas yra naudojamo konstrukcinio elemento termoizoliacinės savybės, kurios įtakos apšiltinimo sistemos parinkimą bei reikia įvertinti atsparumą šalčiui ir drėgmei (<http://www.darykplats.lt/namo-sienu-statyba>).

Siekiant nustatyti geriausią išorinių sienų laikančiosios dalies sprendimą, analizuojami trys galimi išorinių sienų variantai. Jų analizei atlikti taikomas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas. Taip pat įvertinamas subjektyvus kriterijų svarbumas, taikant ekspertinius rangavimo ir porinio palyginimo metodus.

Tyrimo problema - kaip parinkti gyvenamųjų namų racionalią išorinių sienų laikančiąją dalį.

Tyrimo objektas - gyvenamasis namas.

Tyrimo metodai: Informacijos tyrimo analizės metodas yra taikomas parenkant išorinių sienų laikančiosios dalies alternatyvius sprendimus. Išorinių sienų laikančiosios dalies racionaliam sprendimui nustatyti naudojamas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas.

Gyvenamojo namo išorinės sienos laikančiosios dalies sprendimų analizė

Dažniausiai Lietuvoje naudojamas mūras yra iš akyto betono (dujų silikato), keramzitbetonio ar silikato blokelių. Todėl analizavimui ir buvo pasirinkti šitie trys variantai: 1) keraminiai blokeliai „Lode KERATERM 25“ (gamintojas „Lodesia“), 2) silikatiniai blokeliai „Siliblokas“ (gamintojas UAB „Matuizų plytinė“), 3) keramzitbetonio blokeliai „Fibo“ (gamintojas UAB „Saint-Gobain“ statybos gaminiai“).

Keraminiai blokeliai- Lode KERATERM 25 (A1). Keraminės plytos yra viena iš seniausių medžiagų naudojamų statybai. Šiai dienai plytą keičia blokeliai - dėl praktiškumo ir greitesnės statybos, tačiau išsaugant visas keraminės plytos savybes ir patikimumą (1 lentelė).

Keraminiai blokeliai gaminami tik iš natūralių medžiagų: į molio masę pridedama smėlio ir medžio pjuvenų, viskas išmaišoma, išdžiovinama ir išdeginama.

Blokeliai gaminami su ertmėmis, kurios pagerina statybos kokybę. Didėja šilumos varža, sienų mūras būna lengvesnis, mažėja apkrovos pamatams, mūras greičiau susistovi. Vertikaliai blokeliai jungiami be skiedinio taip sumažinama ne tik siūlių kiekis, bet ir išvengiama šilumos tiltelių. (https://sekunde.lt/leidinys/old_turinys/ko-muryti-energiskai-efektyvus-namo-sienas/)

1 lentelė

Keraminių blokelių- Lode KERATERM 25 techniniai rodikliai

Rodiklis	Gniuždymo stipris (MPa)	Garso izoliacija (dB)	Šilumos laidumo koef. (m(k/W))	Svoris (Kg)	Kaina (Eur/m ³)	Ilgamžiškumas (metais)	
Skaitinės vertės	15	<48	0,22	17,94	69,88	100	

Šaltinis: <https://www.bauen.lt/keraminis-blokas-lode-keraterm-25>

Silikatiniai blokėliai-Siliblokas (A2). Akytas betonas, dar vadinamas dujų silikatu – tai dirbtinis akmuo, kuriame tolygiai pasiskirstę milijonai porų. Dėl porėtos struktūros blokėliai pasižymi labai geromis šiluminėmis savybėmis ir yra lengvi (2 lentelė). Jie skirti mažaukščių (iki 2 aukštų) gyvenamųjų namų statybai. Akyto betono blokėliai gaminami iš natūralių mineralinių medžiagų: iš kalkių, cemento, kvarcinio smėlio ir vandens, iš kurių suformuojamas porėtas masivas, kuris supjaustomas į tikslių matmenų gaminius, o šie sukietinami autoklave. Kadangi blokėliai yra labai tikslių matmenų, juos galima klijuoti mūro klijais (plonasluoksniu skiediniu) – taip gaunamos plonesnės siūlės, padidėja atitvarų šiluminė varža ir darbo sparta. Akytasis betonas yra lengvai mechaniškai apdorojamas: pjaustomas ir frezuojamas rankiniu būdu. (https://sekunde.lt/leidinys/old_turinys/ko-muryti-energiskai-efektyvus-namo-sienas/)

2 lentelė

Silikatinių blokelių-Siliblokas techniniai rodikliai

Rodiklis	Gniuždymo stipris (MPa)	Garso izoliacija (dB)	Šilumos laidumo koef. (m(k/W))	Svoris (Kg)	Kaina (Eur/m ³)	Ilgamžiškumas (metais)	
Skaitinės vertės	3	<46	0,7	10	61,09	100	

Šaltinis: <https://baltparma.lt/blokėliai/58-silikatiniai-blokėliai-siliblokas.html>

Keramzitbartonio blokėliai-Fibo (A3). Lengvojo betono blokėliai „Fibo“ naudojami ne tik laikančiosioms, bet ir pertvarinėms sienoms statyti. Iš specialiai suformuotų keramzitbartonio gaminių gali būti mūrijami tiek mažaukščių (1–3 aukštų) pastatų pamatai ir cokoliai, tiek keraminių modulinį dūmtraukių kaminai. „Fibo“ blokėliai gaminami iš keramzito (degto molio granulių) ir cemento. Medžiagos sumaišomos su vandeniu iki vientisos masės. Ši dedama į specialias formas, kuriose vibropresavimo būdu formuojami blokai. Blokelių sudėtyje nėra kenksmingų medžiagų, jie nebijo cheminių medžiagų poveikio. Šiurkštus keramzitbartonio blokelių paviršius užtikrina gerą sukibimą su skiediniu ir betonu. Su blokėliais lengva dirbti (pjaustyti ir kt.), mūrijant beveik nesusidaro atliekų, nėra papildomų išlaidų dėl jų utilizavimo. Jie neskyla transportuojami ir sandėliuojami, tad nesunku tiksliai apskaičiuoti reikiamą kiekį. „Fibo“ blokėliai turi įlaidas, kurios pagreitina ir supaprastina mūrijimą, nes juos galima jungti ir be skiedinio vertikaliuose siūlėse. Blokelių horizontaliose plokštumose suformuoti grioveliai skiediniui leidžia daryti plonesnę siūlę ir sumažina skiedinio išėgą. Viduryje liekantis oro tarpas pagerina sienos šiluminės savybės (3 lentelė). (https://sekunde.lt/leidinys/old_turinys/ko-muryti-energiskai-efektyvus-namo-sienas/)

3 lentelė

Keramzitbartonio blokėliai-Fibo techniniai rodikliai

Rodiklis	Gniuždymo stipris (MPa)	Garso izoliacija (dB)	Šilumos laidumo koef. (m(k/W))	Svoris (kg)	Kaina (Eur/m ³)	Ilgamžiškumas (metais)	
Skaitinės vertės	5	<60	0,26	15	54,0	100	

Šaltinis: <https://lemora.lt/blokai-plytos-aplinka/blokai-plytos-tinklai/blokėliai/5163-fibo-blokėliai-proof>**Gyvenamojo namo išorinės sienos laikančiosios dalies sprendimų vertinimas**

Šiuolaikiniai statybos veiklai yra būdingi sudėtingi projektai, kurie yra nagrinėjami daugiakriterinio įvertinimo metodais. Alternatyvių sienų sprendimų kriterijai apibūdinami ekonominiais rodikliais.

Alternatyvių projektinių sprendimų sienų požiūriu atskiri įvertinimo kriterijai yra ne vienodai svarbūs, todėl optimizuojant yra atsižvelgiama į kriterijų svarbą vieni kitų atžvilgiu.

Taikant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą buvo atrinktas toks variantas, kurio naudingumo vertė bus didžiausia. Visiems metodams nustatyti reikia apskaičiuoti vertinimo kriterijus, kuriems vėliau bus apskaičiuoti daugiakriteriniai vertinimo metodai. Šie vertinimo kriterijai turi savo skaitinę reikšmę, matavimo vienetą ir reikšmingumą. Reikšmingumas parodo kiek vienas kriterijus bus svarbesnis už kitą. Suprojektavus sienas, ieškoma rangovų, kurie galėtų atlikti visus darbus. Rangovams labai svarbu kaina ir laikas.

Vertinimo kriterijų sistemos parinkimas ir jų reikšmių skaičiavimas. Esminė sienų užduotis – laikyti perdangos ir stogo svorį (apkrovas), savo nuosavą svorį su langais ir durimis, taip pat išlaikyti jose įtvirtintas konstrukcijas (pavyzdžiui, laiptus) ir pakabintus baldus ar inžinerinę įrangą. Sprendimų ir galimybių yra įvairių, tačiau renkantis visada rekomenduojama pirmiausiai atsižvelgti į apkrovas, žmonių saugumą ir tik po to remtis ekonominiais ar kitais kriterijais. Atsižvelgiant į tai sienų mūro sprendimų vertinimui sudaryta tokia vertinimo kriterijų sistema (https://sekunde.lt/leidinys/old_turinys/ko-muryti-energiskai-efektyvaus-namo-sienas/):

Gniuždymas, MPa (K1) – tai kriterijus, kuris nusako medžiagos atsparumą apkrovoms. Kriterijaus reikšmės paimtos iš gamintojų pateiktų blokelių techninių charakteristikų

Garso izoliacija, dB (K2) – tai kriterijus, parodantis garso sklidimą. Kriterijaus reikšmės paimtos iš gamintojų pateiktų blokelių techninių charakteristikų.

Svoris, kg (K3) – tai vertinimas, apibūdinantis medžiagos apkrovos dydį pamatams. Kriterijaus reikšmės paimtos iš gamintojų pateiktų techninių charakteristikų.

Ilgamžiškumas, metai (K4) – kriterijus, kuris nusako, kaip ilgai tarnaus medžiaga. Kriterijaus skaitinės reikšmės paimtos, remiantis gamintojų informacija.

Šilumos laidumas, W/(m K) (K5) - kriterijus, parodantis gebėjimą izoliuoti šilumą. Kriterijaus reikšmės paimtos iš gamintojų pateiktų techninių charakteristikų.

Kaina, Eur/m³ (K5) - tai kriterijus, parodantis medžiagos kainą. Kriterijaus skaitinės reikšmės paimtos, remiantis gamintojų informacija.

Tyrimo metu nustatytos kriterijų skaitinės reikšmės pateiktos 4 lentelėje (STR 2.01.02:2016).

4 lentelė

Vertinimo kriterijų skaitinės reikšmės

Kriterijai Variantai	Gniuždymo stipris (MPa) K1	Garso izoliacija (dB) K2	Šilumos laidumo koef. (W/(m K)) K3	Svoris (kg) K4	Kaina (Eur/m ³) K5	Ilgamžiškumas (metais) K6
Keraminiai blokeliai „Lode Keraterm 25“ (A1)	15	<48	0,22	17,94	69,88	100
Silikatiniai blokeliai „Siliblokas“ (A2)	3	<46	0,7	10	61,09	100
Keramzitbartonio blokeliai „Fibo“ (A3)	5	<60	0,26	15	54,0	100

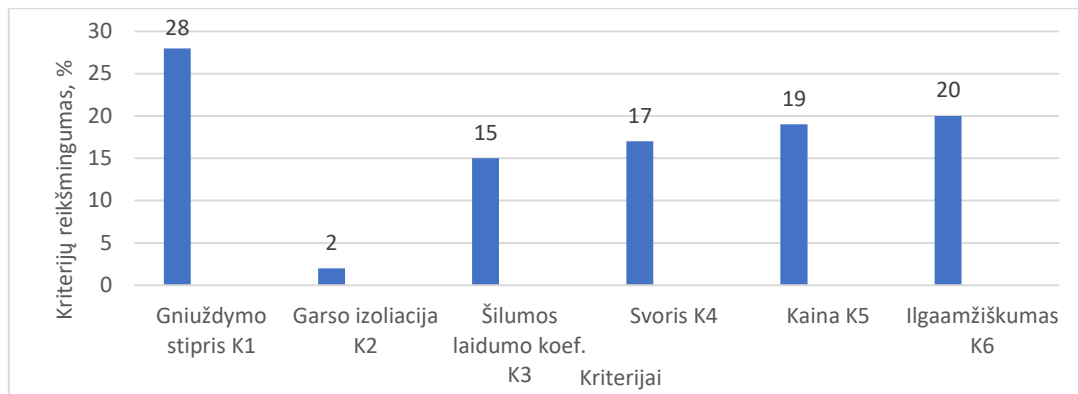
Šaltinis: sudaryta autorių

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą. Šio metodo pagalba galima nustatyti kriterijų svarbumą teoriškai, naudojant matematinius skaičiavimus ir surinktas kriterijų reikšmingumo skaitines reikšmes (Zavadskas, 2001:380).

Kriterijų prioritetų eilutė: **K1>K6>K5>K4>K3>K2.**

Grafiniai kriterijų reikšmingumo duomenys pateikti 1 pav.

Nustačius kiekvieno entropijos kriterijaus lygį ir kriterijų kitimo lygį, iš prioritetų eilutės matoma, kad didžiausią reikšmingumą turi blokelių stipris gniuždant (K1) - 28%. Ne ką mažiau svarbus yra gyvenamųjų namų išorinės sienos laikančiosios dalies -blokelių- ilgamžiškumas (K6) - 20%. Blokelių kaina (K5) yra 19%, o blokelių svoris (K4) yra 17%. Mažiausiai svarbūs yra: Šilumos laidumo koeficientas (K3) - 15% ir blokelių garso izoliacija (K2) - 2%.

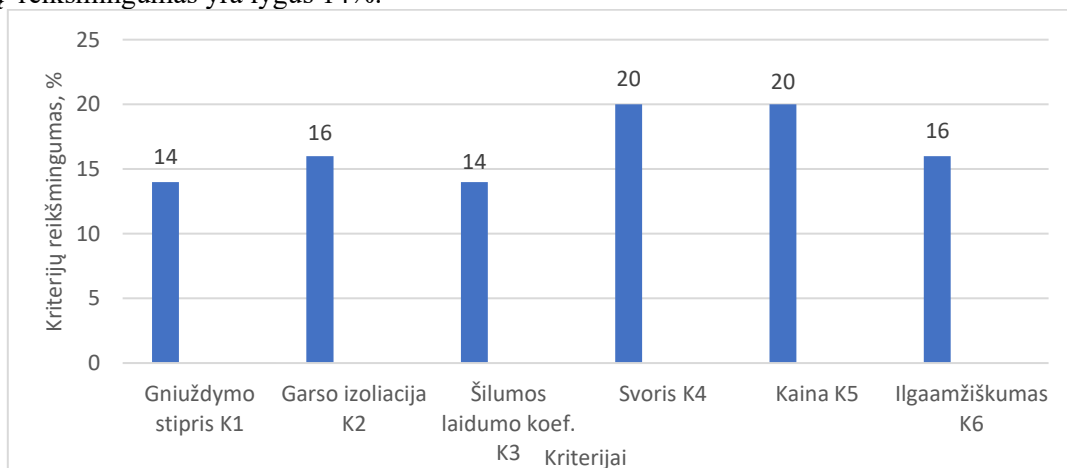


1 pav. Teorinis kriterijų reikšmingumas nustatytas taikant teorinį entropijos metodą
Šaltinis: sudaryta autorių

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą.

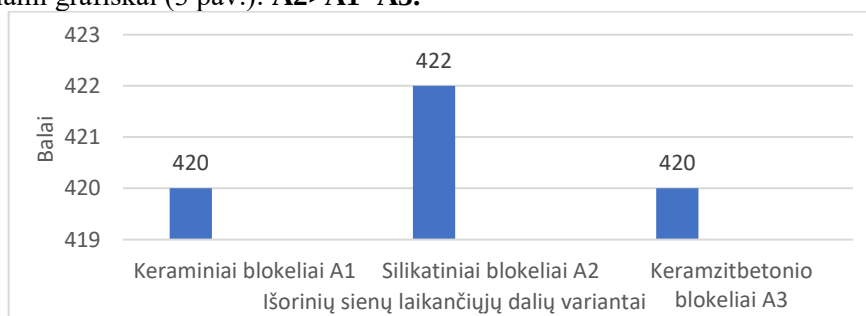
Ekspertinio porinio palyginimo metodo pagalba nustatome kriterijų reikšmingumą pagal subjektyvią suinteresuotų grupių nuomonę (Zavadskas, 2001:380). Subjektyvios nuomonės kriterijų prioritetų eilutei sudaryti naudotas organoleptinis metodas (eilutė sudaryta, remiantis užsakovo nuomone). Sudaryta tokia kriterijų prioritetų eilutė: $K4=K5>K2=K6>K1=K3$. Pagal sudarytą eilutę kriterijai lyginami poromis, svarbesniam kriterijui skiriant 2 balus, atitinkamai mažiau svarbiam - 0 balų. Jei kriterijai vienodai svarbūs, jiems skiriama po vieną balą (2 pav.).

Skaičiavimo rezultatai parodė, kad didžiausią subjektyvų reikšmingumą turi kaina (K5) 20% ir svoris (K4) 20%, pakankamai svarbūs, turintys vienodą 16% reikšmingumą, kriterijai - garso izoliacija (K2) ir ilgaamžiškumas (K6). Taip pat svarbūs yra kriterijai gniuždymo stipris (K1) bei šilumos laidumo koeficientas (K3) - jų reikšmingumas yra lygus 14%.



2 pav. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas nustatytas taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą.
Šaltinis: sudaryta autorių

Pagal skaičiavimo rezultatus, užrašoma išorinių sienų laikančiosios dalies sprendimų prioritetų eilutė bei rezultatai pateikiami grafiškai (3 pav.): $A2>A1=A3$.

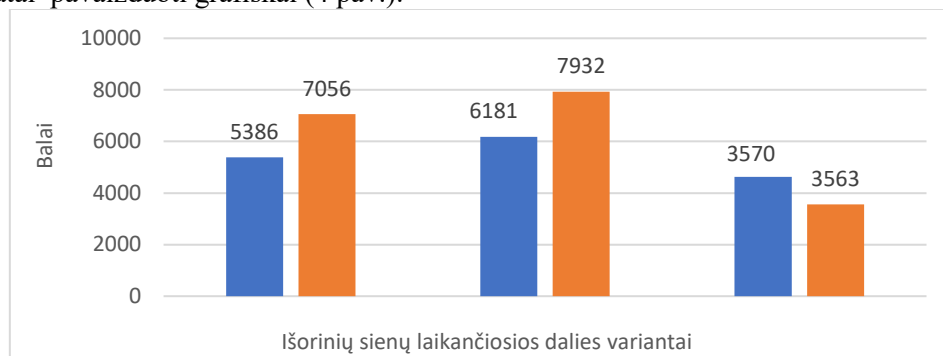


3pav. Išorinių sienų laikančiųjų dalių sprendimų naudingumas, kai neįvertintas kriterijų reikšmingumas
Šaltinis: sudaryta autorių

Kai įvertintas teorinis kriterijų reikšmingumas, kur svarbiausias kriterijus buvo „Gniuždymo stipris“ gauta tokia namo sienų prioritetų eilutė: **A2> A1>A3**

Kai įvertintas subjektyvus kriterijų reikšmingumas, kur svarbiausias kriterijai buvo „Svoris ir kaina“ gauta tokia namo sienų prioritetų eilutė: **A2> A1>A3**

Rezultatai pavaizduoti grafiškai (4 pav.):



4 pav. Išorinių sienų laikančiosios dalies sprendimų naudingumas, kai įvertintas teorinis ir subjektyvus kriterijų reikšmingumai.

Šaltinis: sudaryta autorių

Išvados

Pritaikius daugiakriterinį naudingumo vertės nustatymo metodą ir atlikus kriterijų subjektyvų vertinimą nustatyta, kad geriausias sprendimas namo sienoms būtų silikatiniai blokeliai „SILIBLOKAS“, kurių įvertinimas buvo aukščiausias.

Literatūra

1. Iš ko mūryti energetiškai efektyvaus namo sienas [interaktyvus]. Prieiga per internetą: https://sekunde.lt/leidinys/old_turinys/ko-muryti-energiskai-efektyvaus-namo-sienas/
2. Kaip pasirinkti optimalią medžiagą namo sienų statybai [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.darykpats.lt/namo-sienu-statyba>
3. Keramzitbetonio blokeliai „FIBO“ [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <https://lemora.lt/blokai-plytos-aplinka/blokai-plytos-tinklai/blokeliai/5163-fibo-blokeliai-proof>
4. Keraminiai blokeliai „Lode KERATERM 25“ [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <https://www.bauen.lt/keraminis-blokas-lode-keraterm-25>
5. Silikatiniai blokeliai „SILIBLOKAS“ [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <https://baltparma.lt/blokeliai/58-silikatiniai-blokeliai-siliblokas.html>
6. STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“
7. Zavadskas E. K., Kaklauskas A., Banaitienė N. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinė analizė. V.: Technika, 2001. 380p.

MULTI-CRITERIA ANALYSIS OF THE DWELLING HOUSE'S EXTERNAL WALLS SUPPORTING PART

Summary

Today's market is full of residential buildings for sale with different variants of the load-bearing part of the external walls - blocks. With the development of blocks manufacturing technologies, an increasing choice of blocks is being found in the trade. It is becoming increasingly difficult to choose the most optimal type of blocks, that would meet all the requirements for warmth, strength and durability of external walls. It is important to keep in mind properties of the blocks, which are only revealed under certain conditions and in certain environments. Therefore, it is very important to carefully analyse the variants of blocks to avoid additional costs in ensuring thermal insulation properties.

VAIKŲ DARŽELIO UGDYMO PATALPŲ GRINDŲ DANGŲ SPRENDINIŲ ANALIZĖ

Deimantė Bierytė, Violeta Medelienė

Kauno technikos kolegija

Anotacija. Architektūriniai vaikų darželio erdvių sprendimai gali talkinti vaikams pažinti save ir aplinkinį pasaulį, skatinti tyrinėti, eksperimentuoti, sudaryti sąlygas mokytis žaidžiant. Įrodyta, kad žaidimas yra efektyviausias metodas, padedantis mažam vaikui pažinti ir suprasti pasaulį, mokytis naudojant vaizduotę ir kūrybiškumą. *Labai svarbi vaikų darželių interjero detalė yra grindų danga. Dangų pasiūla rinkoje šiuo metu yra gana didelė.* Tyrime keliamas tikslas- atlikus grindų dangų analizę, nustatyti racionalų variantą vaikų darželio ugdymo patalpoms. Straipsnyje pateikiama detali vaikų darželio ugdymo patalpų grindų dangų analizė ir daugiatis variantų vertinimas, taikant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą. Vertinimo rezultatai leido nustatyti racionalų vaikų darželio ugdymo patalpų grindų dangos variantą, kuris vėliau panaudotas projekte.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: grindų dangos, vertinimo kriterijai, teorinis reikšmingumas, subjektyvus reikšmingumas, naudingumo vertės metodas, racionalus sprendimas.

Įvadas

Pastaruoju metu požiūris į vaiką, į jo mokymąsi labai pasikeitė. Vaikas pripažįstamas kaip smalsus, gabus ir protingas, o mažų vaikų ugdymas (-sis) neatsiejamas nuo dinamikos ir veiksmo. Todėl vis dažniau pabrėžiama, kad šiandienio vaikų darželio erdvės turėtų būti mobilios, sudarančios galimybes jas transformuoti pagal poreikį ir tikslus, stiprinančios vaikų smalsumą, lavinančios fantaziją. Akcentuojama, jog vaikų ugdymosi erdvėje ypač svarbūs neišbaigti elementai, keliantys iššūkius vaikams, skatinantys juos pačius ieškoti ir rasti sprendimus, ugdantys vaizduotę ir jų gebėjimą erdvei suteikti naują prasmę. Svarbiausia – darželyje vaikams turi būti saugu ir smagu (Vaikų darželių ateitis Lietuvoje, 2021). Viena iš daugelio darželių interjero detalių - grindų danga. Vaikai itin daug laiko praleidžia žaisdami ant žemės, todėl grindų danga yra vienas iš svarbiausių faktorių, kad ant jos žaisdami vaikai jaustųsi saugiai ir komfortiškai. Be to, grindų danga turi būti higieniška, ergonomiška, tenkinanti tokio tipo patalpoms keliamus techninius reikalavimus. Tokių grindų dangų šiuo metu rinkoje yra didžiulis pasirinkimas. Natūraliai kyla klausimas- kokia grindų danga geriausiai tenkintų naudotojų lūkesčius? Todėl tyrime keliamas tikslas- išanalizuoti vaikų darželio ugdymo patalpų grindų dangų variantus ir atlikti jų vertinimą. Tyrimo objektas- vaikų darželio ugdymo patalpų grindų projektas.

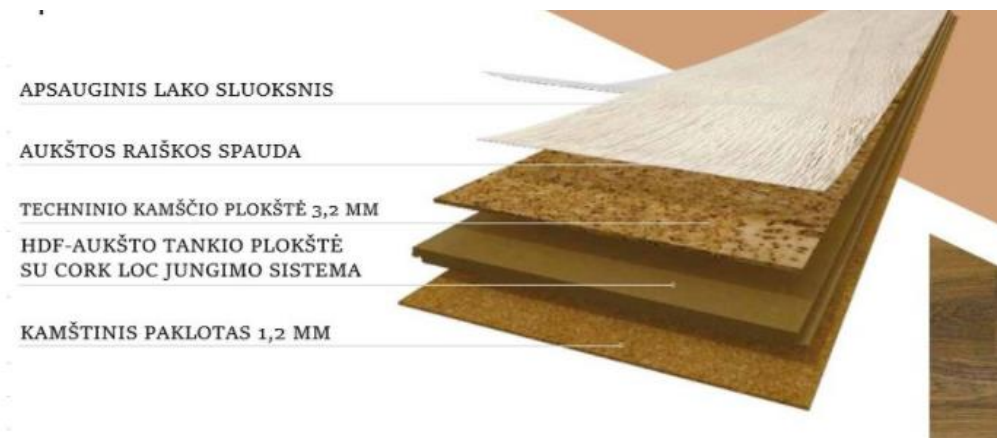
Siekiant nustatyti racionalų vaikų darželio ugdymo patalpų grindų dangos variantą, darbe analizuojami penki alternatyvūs grindų dangų sprendiniai. Jų įvertinimui naudojamas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas. Įvertinamas subjektyvus kriterijų reikšmingumas, taikant teorinę entropijos ir ekspertinius rangavimo ir porinio palyginimo metodus

Vaikų darželio ugdymo patalpų grindų dangų konstrukciniai sprendiniai

Renkantis vaikų darželio ugdymo patalpų grindų dangas, išanalizuoti penki tokių patalpų reikalavimus tenkinantys variantai: kamštinė grindų danga „Ąžuolas Rustic Eloquent“, laminuotos grindys „Appalachian Hickory 8155“, heterogeninė PVC danga „Vision 40 Avalon 995“ (linoleumas), ruloninė kiliminė danga „BeauFlor Ideal, Noblesse“ ir trisluoksnės parketlentės „Boen Longstrip Live Pure Ąžuolas“.

Kamštinė grindų danga „Ąžuolas Rustic Eloquent“ (A1) (1 pav.)- tai natūralus produktas, gaminamas iš medžių žievės. Šios kamštinės grindys yra 11,5mm storio, tai labiausiai garsą izoliuojanti danga, kuri susideda iš 5 sluoksnių: 1– kamštinio pakloto, kurio storis 1,2 mm; 2– HDF- aukšto tankio plokštė su „Cork Loc“ jungimo sistema, sukabinanti tarpusavyje lentas; 3- techninio kamščio 3,2mm storio plokštės, kuri sukuria amortizuojantį paviršių; 4- aukštos raiškos sluoksnio, kuris suteikia galimybę sukurti pageidaujamą estetinį dizainą; 5- apsauginio lako sluoksnio – kuris gaminiui suteikia 32 klasės atsparumą ir galimybę taikyti viešosios paskirties patalpose su vidutine apkrova.

Šią dangą galima naudoti ant šildomų grindų, taip pat jos yra mažai pralaidžios šalčiui nuo grindų pagrindo. Tačiau tokia danga bijo perteklinės drėgmės ir dažniausiai valoma siurbliu ir minimaliai drėgna šluoste.



1 pav. Kamštinė grindų danga „Ąžuolas Rustic Eloquent“

Šaltinis: Kamštinė grindų danga (2021). Prieiga per internetą: <https://gerosgrindys.lt/kamstines-dangos/3176-4114-kamstine-grindu-danga-azuolas-rustic-eloquent.html#/6-spalva-rusva>

Laminuotos grindys „Appalachian Hickory 8155“ (A2) (2 pav.)- tai pigesnė alternatyva medinėms grindims, pasižyminti didesniu 33 klasės atsparumu. Dėl šios priežasties laminuotų grindų priežiūra paprastesnė, jos gali tarnauti apie 30 metų. Viršutinis laminuotų grindų sluoksnis yra apsaugotas nuo nusidėvėjimo, chemikalų, šviesos ir temperatūros poveikio. Laminuotos grindys yra 12 mm storio, jas galima kloti ant numatomo šildyti grindų pagrindo, tačiau tam reikalingas tinkamas paklotas, praleisiantis šilumą, padidinantis garso absorbciją ir kompensuojantis paviršiaus nelygumus.



2 pav. Laminuotos grindys „Appalachian Hickory 8155“

Šaltinis : Altitude XXL „Appalachian Hickory 8155“ 33 klasės Krono Original laminuotos grindys (2021). Prieiga per internetą <https://www.grindugama.lt/laminuotos-grindys/3217-altitude-xxl-appalachian-hickory-8155-33-klase-krono-original-laminuotos-grindys.html>

Heterogeninė PVC danga „Vision 40 Avalon 995“ (linoleumas) (A3)- tai sintetinės kilmės gaminy, kuris sudarytas iš trijų pagrindinių sluoksnių: viršutinio apsauginio sluoksnio, sluoksnio su raštu bei pagrindo. Šios dangos storis siekia 2,2 mm. Vinilinė grindų danga yra 32-os atsparumo klasės, kas reiškia, kad dangą galima naudoti visuomeninių pastatų patalpose su vidutine apkrova (Linoleumas Vision 40 Avalon 995, 2021). Jos ilgaamžiškumas siekia iki 20 metų. Šios dangos privalumai: tai yra tyli danga, gerai sugerianti triukšmą; ji gerai praleidžia šilumą, tinkama patalpoms su šildomomis grindimis; galimas platus spalvinis spektras; paprastai prižiūrimos, užtenka drėgno valymo; draugiškos aplinkai, nes atitinka Europos aplinkosaugos standartus, jų gamyboje naudojami atsinaujinantys energijos šaltiniai; patraukli kaina.

Ruloninė kiliminė danga „BeauFlor Ideal, Noblesse“ (A4). Šios dangos storis- iki 11mm. Ji gerai absorbuoja garsą, pasižymi neslidžiu paviršiumi. Ją sudaro 20% vilnos ir 80% poliamido, kas suteikia gaminiui stiprumą ir atsparumą dėvėjimuisi (BeauFlor Ideal, Noblesse, Plum 890, 4m, 32kl, ruloninė kiliminė danga, 2021). Ši danga yra 32-os atsparumo klasės, todėl gali būti taikoma visuomeninės paskirties pastatų patalpose su vidutinėmis apkrovomis. Jos priežiūra yra sudėtingesnė – reikalingas dažnas profesionalus valymas. Patalpos su kiliminėmis dangomis, dėl pastarųjų kibaus paviršiaus, sulaikančio dulkes, pasižymi maža dulkių koncentracija ore. Iš dalies tokia dangų savybė leidžia ikimokyklinio ugdymo patalpose vaikams kvėpuoti grynesniu oru, tačiau žaidimų metu dulkių koncentraciją ore galima padidinti, kas sukeltų alergines reakcijas.

Trisluoksnės parketlentės „Boen Longstrip Live Pure Ažuolas“ (A5) (3 pav.) Šias parketlentes sudaro 3 sluoksniai: viršutinis – ąžuolo sluoksnis 3,5mm; vidurinis – statmenų rėvių medienos tašeliai; apatinis – spygliuočių medienos lukštas. Šiai grindų dangai nebūtinai klijuojamas prie pagrindo, ji gali būti naudojama ir kaip šildomų grindų danga (Trisluoksnė parketlentė Boen Longstrip Live Pure Ažuolas Concerto White, 2021). Tačiau dėl temperatūrinių ar drėgmės svyravimų patalpose galimos medienos deformacijos, kas daro jų priežiūrą sudėtingesnę. Tokias dangas rekomenduojama 1-2 kartus per metus atnaujinti šlifuojant ir dengiant nauju apsauginiu sluoksniu. Priklausomai nuo priežiūros, jos yra ilgaamžės, tarnauja iki 50 metų. Dėl medžio savybių jos atitinka 33 atsparumo klasę.



3 pav. Trisluoksnės parketlentės „Boen Longstrip Live Pure Ažuolas

Šaltinis: Trisluoksnė parketlentė Boen Longstrip Live Pure Ažuolas Concerto White (2021). Prieiga per internetą: <https://grinduisparduotuve.lt/medines-grindys/1854-3175-trisluoksne-parketlente-azuolas-white-concerto-longstrip.html>

Vaikų darželio ugdymo patalpų grindų dangų konstrukcinių sprendinių vertinimas

Grindų dangų sprendimams įvertinti pasirinkti daugiakriteriniai metodai, leidžiantys įvertinti dangą pagal sudarytą aktualių kriterijų sistemą. Taikant šios metodus galima įvertinti kriterijų reikšmingumą ir, atsižvelgiant į tai, nustatyti racionalų grindų dangos sprendimą.

Dangų sprendimams įvertinti pasirinktas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas, o kriterijų reikšmingumas apskaičiuotas, taikant teorinį entropijos ir ekspertinį porinio palyginimo metodą.

Grindų dangų sprendimų vertinimui sudaryta tokia aktualių vertinimo kriterijų sistema: atsparumo trinčiai klasė, priežiūros sudėtingumas, darbo sąnaudos, darbo sudėtingumas, dangos kaina. Grindų dangų variantų kriterijų skaitinės reikšmės pateiktos 1-oje lentelėje.

1 lentelė

Vertinimo kriterijų skaitinės reikšmės

Grindų dangų variantai	Kriterijai				
	Atsparumo klasė K1	Priežiūros sudėtingumas (balai) K2	Darbo sąnaudos (žm.val./m²) K3	Darbo sudėtingumas (kategorija) K4	Kaina, (EUR/m²) K5
Kamštinės grindys (A1)	32	2	0,51	4	45,55
Laminatas (A2)	33	3	0,95	4	18,90
Linoleumas (A3)	33	3	0,65	3,6	8,99
Kiliminė danga (A4)	32	3	0,46	4	22,00
Parketlentės (A5)	33	4	0,74	3,5	33,54

Šaltinis: Sudaryta autorių

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą. Šis metodas leidžia nustatyti vertinimo kriterijų reikšmingumą teoriškai, remiantis matematiniais skaičiavimais ir naudojant kriterijų reikšmingumo skaitines reikšmes.

Remiantis teorinio kriterijų skaičiavimo pagal entropiją algoritmu (Zavadskas, Kaklauskas, Banaitienė, 2001:140) vertinimo kriterijų teorinio reikšmingumo skaičiavimui numatomi tokie etapai:

1 etapas. Naudojant normalizuotą pagal (1) formulę sprendimų priėmimo matricą $\bar{P}$ (2 lentelė), sudarytą remiantis 1-oje lentelėje pateiktais rezultatais, nustatomas kiekvieno rodiklio entropijos lygis E_j (1):

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, \quad (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}), \quad (1)$$

čia: $k=1 : \ln m$.

2 etapas. Nustatomas j rodiklio kitimo lygis d_j (2):

$$d_j = 1 - E_j, (j = \overline{1, n}) \quad (2)$$

3 etapas. Rodiklių teorinis reikšmingumas q_j nustatomas pagal formulę (3):

$$q_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}, (j = \overline{1, n}) \quad (3)$$

čia q_j - teorinis kriterijaus reikšmingumas, d_j – rodiklio kitimo lygis, $\sum_{j=1}^n d_j$ – rodiklių kitimo lygio suma.

2 lentelė

Normalizuotos kriterijų reikšmės, entropijos, rodiklių kitimo lygis ir teorinis reikšmingumas

Kriterijai	Matrica $\bar{P}$					K	Entropijos lygis, E_j	Rodiklių kitimo lygis, d_j	Teorinis reikšmingumas q_j
	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5				
A_1	0,196	0,133	0,154	0,209	0,353	K_1	0,9986	0,0014	0,0119
A_2	0,202	0,200	0,287	0,209	0,147	K_2	0,9852	0,0148	0,1253
A_3	0,202	0,200	0,196	0,188	0,069	K_3	0,9781	0,0219	0,1855
A_4	0,196	0,200	0,139	0,209	0,170	K_4	0,9976	0,0024	0,0203
A_5	0,202	0,267	0,224	0,183	0,260	K_5	0,9224	0,0776	0,6571

Šaltinis: sudaryta autorių

Skaiciavimo rezultatai parodė, kad didžiausią teorinį reikšmingumą turi kainos kriterijus (K_5), kurio teorinis reikšmingumas 65%, antras pagal svarbą kriterijus – darbo sąnaudos (K_3), kurio reikšmingumas 18,6%, pakankamai svarbus priežiūros sudėtingumo kriterijus (K_2), kurio reikšmingumas 12,5%. Atsparumo klasė (K_1) ir darbo sudėtingumas (K_4) šiuo atveju yra mažai reikšmingi.

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą. Ekspertinis porinio palyginimo metodas leidžia nustatyti kriterijų reikšmingumą atsižvelgiant į subjektyvią suinteresuotų grupių nuomonę. Subjektyvios nuomonės kriterijų prioritetų eilutei sudaryti naudotas ekspertinis anketinės apklausos metodas (Zavadskas, Kaklauskas, Banaitienė, 2001:144-149), apklausiant suinteresuotas grupes. Apibendrinus apklausos rezultatus, sudaryta tokia kriterijų prioritetų eilutė: $K_2 > K_1 > K_5 > K_3 > K_4$. Pagal šią eilutę kriterijai lyginami poromis, svarbesniam kriterijui skiriant 2 balus, atitinkamai mažiau svarbiam - 0 balų. Jei kriterijai vienodai svarbūs, jiems skiriama po vieną balą. Gauti skaičiavimo rezultatai pateikti 3-čioje lentelėje.

3 lentelė

Kriterijų subjektyvus reikšmingumas

Kriterijai	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	Balai	q_j	%
K_1		0	2	2	2	6	0,30	30
K_2	2		2	2	2	8	0,40	40
K_3	0	0		2	0	2	0,1	10
K_4	0	0	0		0	0	0	0
K_5	0	0	2	2		4	0,2	20
					Σ	20	1,0	100

Šaltinis: sudaryta autorių

Skaiciavimo rezultatai parodė, kad didžiausią subjektyvų reikšmingumą turi dangų priežiūros sudėtingumo kriterijus (K_2) - 40%, pakankamai svarbus kriterijus yra atsparumo klasė (K_1), turintis 30% reikšmingumą, toliau seka kainos kriterijus (K_5), kurio reikšmingumas 20% ir darbo sąnaudų (K_4) kriterijus, kurio reikšmingumas 10%. o Darbo sudėtingumo (K_4) kriterijus ekspertams nebuvo reikšmingas (0%).

Racionalaus grindų dangos sprendinio nustatymas, taikant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą. Taikant šį metodą (Zavadskas, Kaklauskas, Banaitienė, 2001:232-235) racionalus inžinerinis sprendimas nustatomas, tokia seka: 1- naudojant tyrimo duomenis (1 lentelė), sudaroma pradinių duomenų matrica P , nustatomas kriterijų optimalumas ir surandama geriausia reikšmė (4 lentelė); 2- atliekamas pradinių duomenų matricos P normalizavimas į bedimensinių dydžių matricą $\bar{P}$ (4 lentelė); maksimizuojami kriterijai normalizuojami pagal formulę (4):

$$\bar{P}_{i-j} = \frac{x_{i-j}}{\max_{i-j}} \quad (4)$$

čia x_{ij} – normalizuojamo kriterijaus reikšmė; $\max x_{ij}$ - optimali kriterijaus reikšmė;

Minimizuojami kriterijai normalizuojami pagal formulę (5):

$$\bar{P}_{i-j} = \frac{\min_{i-j}}{x_{i-j}} \quad (5)$$

čia x_{ij} – normalizuojamo kriterijaus reikšmė; $\min x_{ij}$ – optimali kriterijaus reikšmė.

4 lentelė

Pradiniai duomenys skaičiavimui optimalios ir normalizuotos reikšmės

Matrica P							
Kriterijai	Variantai						Geriausia reikšmė
	A1	A2	A3	A4	A5	Kriterijų optimalumas	
K ₁	32	33	33	32	33	max	33
K ₂	2	3	3	3	4	min	2
K ₃	0,51	0,95	0,65	0,46	0,74	min	0,46
K ₄	4	4	3,6	4	3,5	min	3,5
K ₅	45,55	18,90	8,99	22,00	33,54	min	8,99

Matrica $\bar{P}$					
Kriterijai	Variantai				
	A1	A2	A3	A4	A5
K ₁	0,969	1	1	0,969	1
K ₂	1	0,667	0,667	0,667	0,5
K ₃	0,902	0,484	0,708	1	0,622
K ₄	0,875	0,875	0,972	0,875	1
K ₅	0,197	0,476	1	0,409	0,268

Šaltinis: sudaryta autorių

3- pasirenkama vertinimo skalė [0;100] ir didžiausiai normalizuotos matricos kriterijaus reikšmei priskiriama maksimali vertinimo skalės reikšmė. Kitos normalizuotos kriterijų reikšmės apskaičiuojamos pagal proporciją. Gauti rezultatai surašomi į kriterijų naudingumo matricą C_{ij} (5 lentelė). Geriausias grindų dangos variantas yra tas, kurio kriterijai naudingiausi, t.y. surenka didžiausią balų sumą; 4- apskaičiuojamos kriterijų vertės balais, įvertinus teorinį ir subjektyvų kriterijų reikšmingumus, sudarant svertines matricas $\bar{C} * \bar{q}$ ir $\bar{C} * \bar{q}_t$ (5 lentelė), ir nustatomi racionalūs grindų dangų sprendiniai.

5 lentelė

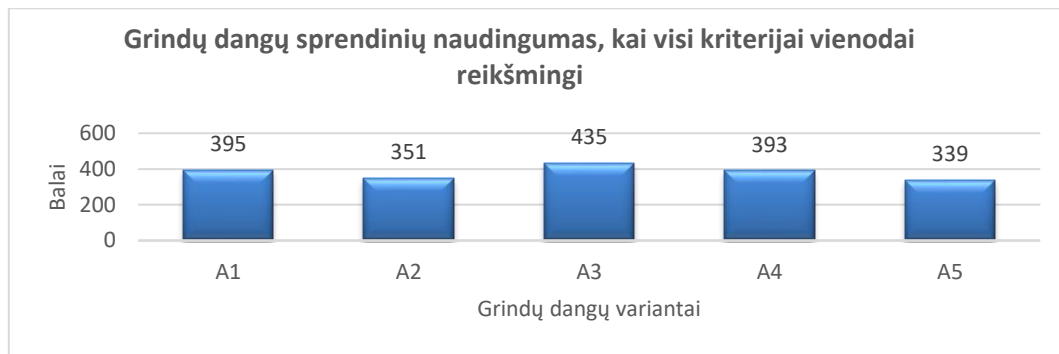
Kriterijų naudingumas, kai reikšmingumas neįvertintas ir kai įvertintas subjektyvus bei teorinis kriterijų reikšmingumai

Matrica C											
Kriterijai	Variantai										
	A1	A2	A3	A4	A5						
K ₁	97	100	100	97	100						
K ₂	100	67	67	67	50						
K ₃	90	48	71	100	62						
K ₄	88	88	97	88	100						
K ₅	20	48	100	41	27						
Σ	395	351	435	393	339						

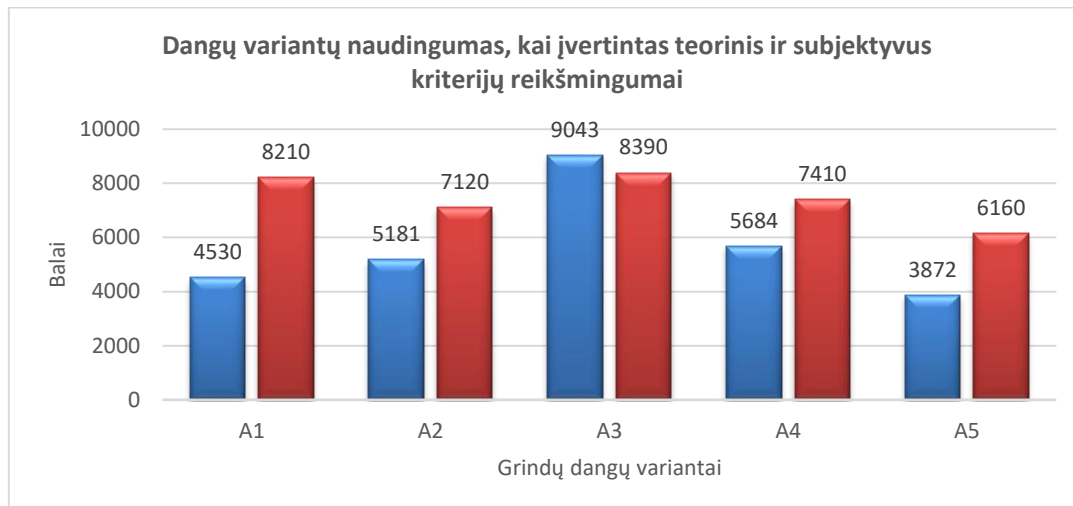
$\bar{q}_t$, %	Matrica $\bar{C} * \bar{q}_t$					$\bar{q}$, %	Matrica $\bar{C} * \bar{q}$				
	A1	A2	A3	A4	A5		A1	A2	A3	A4	A5
1,2	116	120	120	116	120	30	2910	3000	3000	2910	3000
12,5	1250	838	838	838	625	40	4000	2680	2680	2680	2000
18,6	1674	893	1321	1860	1153	10	900	480	710	1000	620
2	176	176	194	176	200	0	0	0	0	0	0
65,7	1314	3154	6570	2694	1774	20	400	960	2000	820	540
Σ	4530	5181	9043	5684	3872		8210	7120	8390	7410	6160

Šaltinis: sudaryta autorių

Racionalių grindų dangų sprendiniai pateikti 4.5 pav.



4 pav. Grindų dangų sprendinių naudingumas, kai neivertintas kriterijų reikšmingumas
Šaltinis: sudaryta autorių



5 pav. Grindų dangų sprendinių naudingumas, kai įvertintas teorinis ir subjektyvus kriterijų reikšmingumai
Šaltinis: sudaryta autorių

Atlikus daugiakriterinį vaikų darželio ugdymo patalpų grindų dangų sprendinių vertinimą nustatyta, kad kai neivertinamas kriterijų reikšmingumas, racionalus grindų dangos sprendimas- Heterogeninė PVC danga VISION 40 AVALON 995 (linoleumas). Šis sprendimas geriausias ir tuo atveju, kai įvertinamas teorinis kriterijų reikšmingumas, kur svarbiausias kriterijus – kaina ir kai įvertinamas subjektyvus reikšmingumas, kur svarbiausi kriterijai- priežiūros sudėtingumas ir atsparumo klasė. Kadangi visais vertinimo atvejais gautas tas pats racionalus grindų dangos variantas, ši danga ir numatoma vaikų darželio ugdymo patalpų grindims.

Literatūra

1. Altitude XXL “Appalachian Hickory 8155” 33 klasės Krono Original laminuotos grindys [žiūrėta 2021-10-20]. Prieiga per internetą: <https://www.grindugama.lt/laminuotos-grindys/3217-altitude-xxl-appalachian-hickory-8155-33-klase-krono-original-laminuotos-grindys.html>
2. BeauFlor Ideal, Noblesse, Plum 890, 4m, 32kl, ruloninė kiliminė danga [žiūrėta 2021-09-20]. Prieiga per internetą: <https://pajuriogrindys.lt/produktas/beauflor-ideal-noblesse-plum-890-4m-32kl-rulonine-kilimine-danga/>
3. Linoleumas Vision 40 Avalon 995 [žiūrėta 2021-09-20]. Prieiga per internetą: <https://www.lankava.lt/linoleumai/linoleumas-vision-40-avalon--995--41904.html>
4. Medelienė V. Pramoninių betoninių grindų dangų gyvavimo proceso kompleksinė analizė ir jų efektyvus sprendimas. Daktaro disertacija.- Kaunas: Technologija, 2011, p. 149.
5. Trisluoksni parketlentė Boen Longstrip Live Pure Ažuolas Concerto White [žiūrėta 2021-10-01]. Prieiga per internetą: <https://grinduisparduotuve.lt/medines-grindys/1854-3175-trisluoksne-parketlente-azuolas-white-concerto-longstrip.html>
6. Vaikų darželių ateitis Lietuvoje. Ar užteks drąsos ir pasiryžimo? [žiūrėta 2021-10-19]. Prieiga per internetą: https://www.interjeras.lt/naujiena/ateities_darzeliai_lietuvoje

7. Zavadskas E.,K., Kaklauskas A., Banaitienė N. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinė analizė.- Vilnius, Technika, 2001, 379 p.
8. Zavadskas E.,K., Kaklauskas A., Turskis Z., Tamošaitienė J. Selection of the effective dwelling house walls by applying attributes values determined at intervals.- *Journal of Civil Engineering and Management* 14(2), 2008, p.85-93.
9. Zavadskas E.,K., Simanauskas L., Kaklauskas A. Sprendimų paramos sistemos statyboje (Monografija). Vilnius, Technika, 1999, p. 235

ANALYSIS OF FLOOR COVERINGS SOLUTIONS FOR KINDERGARTEN PREMISES

Summary

Architectural solutions for kindergarten spaces can help children get to know themselves and the world around them, encourage them to explore, experiment, and learn through play. The game has been proven to be the most effective method for a young to understand the world and learn using imagination and creativity. A very important detail in the interior of kindergartens is the floor covering. The supply of coatings on the market is currently quite high. The aim of the study is to find a rational option for kindergarten premises floor covering after analyzing several types of floor coverings. The article presents a detailed analysis of floor coverings in kindergartens and a multi-objective evaluation of options using a multi-criteria utility value method. The results of the evaluation allowed to determine the rational variant of the floor covering of the kindergarten, which was later used in the project.

GYVENAMOJO NAMO SVETAINĖS GRINDŲ DANGŲ ANALIZĖ IR VERTINIMAS

Rugilė Butkevičiūtė, Birutė Požėrienė

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Šiandieninė rinka pilna parduodamų gyvenamosios paskirties pastatų su skirtingų grindų dangų variantais. Tobulėjant grindų dangų gaminimo technologijoms į prekyboje randamas vis platesnis jų pasirinkimas. Tampa vis sunkiau išsirinkti optimaliausią grindų dangos variantą, kuris tiktų ir patiktų būsimiems gyventojams. Reikia nepamiršti ir įvertinti grindų dangų savybes, kurios atsiskleidžia tik veikiant tam tikroms sąlygoms ir aplinkoms. Todėl labai svarbu atidžiai išanalizuoti grindų dangos variantus, norint išvengti papildomų išlaidų išklėjus netinkamą grindų dangą.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI. Kamštinė danga, laminatas, vinilinė danga

Įvadas

Grindų dangos, kaip ir visi mums siūlomi produktai, turi tiek teigiamų savybių, tiek neigiamų. Grindų dangų savybės atsiskleidžia veikiant tam tikroms sąlygoms ar aplinkoms. Svetainė – patalpa, kurioje praleidžiame daugiausiai laiko būdami namuose. Šioje patalpoje būna didžiausias srautas žmonių, kur aktualu ne tik grindų estetinis vaizdas, bet ir svarbu dangos kokybė. Norint išsirinkti tinkamiausią grindų dangą, reikia įvertinti mums aktualiausius kriterijus, kad būtume patenkinti rezultatu.

Siekiant nustatyti geriausią svetainės grindų dangos sprendimą, analizuojami penki galimi grindų dangų variantai. Jų analizei atlikti taikomas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas. Įvertinamas subjektyvus kriterijų svarbumas, taikant ekspertinius rangavimo ir porinio palyginimo metodus.

Tyrimo problema - kaip parinkti gyvenamųjų namų racionalią svetainės grindų dangą.

Tyrimo objektas - gyvenamojo namo svetainės grindų dangos.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti ir parinkti tinkamiausią svetainės grindų dangą.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti gyvenamojo namo svetainės grindų dangas
2. Įvertinti ir išsirinkti tinkamiausią svetainės grindų dangą, pagal aktualiausius kriterijus.

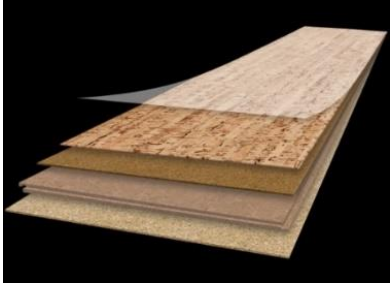
Tyrimo metodai: Informacijos tyrimo analizės metodas, taikomas parenkant grindų dangų alternatyvius sprendimus. Grindų dangos racionaliam sprendimui nustatyti naudojamas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas.

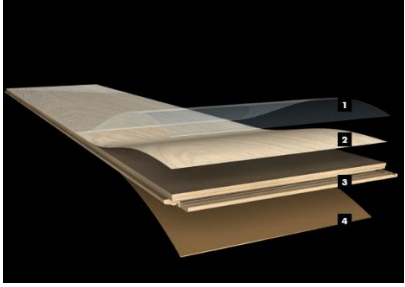
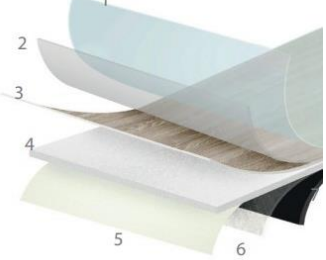
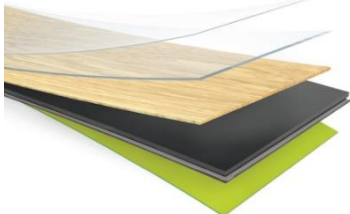
Gyvenamojo namo svetainės grindų dangų sprendimų analizė

Visos analizuojamos grindų dangos bus klojamos ant žemės paviršiaus, betono sluoksnio. Analizuojami svetainės grindų dangų galimi variantai: 1) kamštinė grindų danga Essence Fashionable, 2) laminatas - IMPRESSIVE, 3) linoleumas - BLACKTEX, 4) vinilinė danga - Spirit PRO Click Comfort 55, 5) parketlentės "Shade". Šias grindų dangas planuojama kloti ant vienodo betoninių grindų pagrindo, todėl visos grindų konstrukcijos nebus analizuojamos.

1 lentelė

Analizuojamų dangų variantai

 1. Apsauginis paviršius 2. Dekoratyvinio kamščio sluoksnis 3. Izoliacinis kamščio sluoksnis 4. Tanki medienos plaušų plokštė 5. Izoliacinis paklotas iš kamščio	Kamštinė grindų danga Essence Fashionable (A1). Ši grindų danga yra puikus pasirinkimas, nes ji pagaminta iš natūralių žaliavų, kurios suteikia žmonėms patogumą. Grindų danga pagaminta iš kamščio, kuri pasižymi elastingumu, todėl ji turi nepriekaištingas amortizacines savybes. Ši 10,5 mm storio danga gali būti klojama įvairiuose gyvenamosios paskirties patalpose. Kamštinės grindys padengtos atspariu laku, gali tarnauti daugiau nei 30 metų. Dėl oru užpildytos korinės kamščio struktūros smūgį ar garsą sumažina 16 dB. Šių grindų dangos matmenys 905 x 295 x 10,5 mm, o atsparumo klasei priskiriama buitiniui naudojimui - 23. Šias grindis galima montuoti ant paruošto pagrindo nenaudojant klijų, suneriant tarpusavyje grindų plokštes dėl jose esančio užrakto. Kamštinės grindys tinka alergiškiems asmenims bei šią dangą paprasta valyti, nes ji netraukia dulkių. Jų valymui užtenka drėgnos šluostės su valymo priemone ar dulkių siurblio. Lakuoto paviršiaus negalima valyti acetonu ar panašia medžiaga [2, 3, 15].
---	--

 1. Apsauginis sluoksnis, esantis virš dekoratyvinio. 2. Dekoratyvinis sluoksnis padengtas piešiniu. 3. Pagrindas iš medienos plaušų plokštės. 4. Apatinis sluoksnis dažniausiai sudarytas iš impregnuoto popieriaus, faneros ar plastiko.	Laminatas - IMPRESSIVE (A2). Ši grindų danga gaminama naudojant ne mažiau kaip 80 % medienos. Šios grindys priskiriamos 32 naudojimo klasei, bei jas galima naudoti visose gyvenamosiose patalpose. Jos puikiai pasižymi atsparumu: nusidėvimui, smūgiams, įbrėžimams, buityje naudojamiems chemikalams, cigarečių paliekamoms žymėms, dėmėms ir yra sunkiai įsiliepsnojančios. Sunkūs baldai, aukštakulniai nepadarys šioms grindims jokių įspaudimų. Klojant laminatą, grindų dangos pagrindas turi būti lygus. Didesni nei 2 mm įdubimai 1 m atkarpoje turi būti išlyginti. Grindų danga turi patvarią užrakto sistemą, bei jai taikoma 25 metų garantija, o užrakto sistemai suteikiama visos grindų tarnavimo trukmės garantija, naudojant grindis gyvenamosiose patalpose. Be to, laminuotos grindys pasižymi išskirtiniu ilgaamžiškumu, jas taip pat yra lengva remontuoti ir pašalinti [4, 5].
 1. Poliuretaninis lakas. 2. Dėvimasis sluoksnis. 3. Dizaino sluoksnis. 4. Putplasčio sluoksnis. 5. Impregnavimo sluoksnis, kuris pagerina apsaugines savybes. 6. Stiklo pluošto tarp sluoksnis. 7. Pagrindas.	Linoleumas BLACKTEX (A3). Ši danga rekomenduojama įstaigų ir namų grindims kloti. Dangos atsparumo klasė naudojant namų erdvėse yra 23. Smūgio garso absorbcija sudaro 15 dB. Bendras dangos storis - 2,8 mm. Danga yra padengta tvirtu apsauginiu sluoksniu. Linoleumo dangos dėvimojo sluoksnio storis sudaro 0,4 mm. Šios grindys pasižymi atsparumu dėmėms ir tai suteikia joms nemažai privalumų prieš kitas grindų dangas. Prieš klojant linoleumą pirmiausia paruošiamas grindų pagrindas. Jo išlyginimui galima naudoti specialius savaimiškai išsilyginančius mišinius. Šią grindų dangą galima kloti dviem būdais: naudojant dvipusę lipnią juostą arba dangą kloti, klijuojant visu plotu prie esamo pagrindo. Be abiejų pirmųjų būdų yra paprastesnis, tačiau naudojamas, kai patalpa nėra didelė – iki 20 m². Šiuo būdu užtenka lipnia juosta linoleumą priklijuoti prie pagrindo visu patalpos perimetru ir sudūrimo vietose. Antras klojimo būdas taikytinas patalpose su intensyviu judėjimu ir didesne nei 20 m². Linoleumas visu patalpos plotu klojamas iškart ant šlapių klijų ir išlyginamas [6, 7, 8].
 1. Apsauginis lakas. 2. Dėvėjimo sluoksnis 0,55 mm. 3. Dekoratyvinis sluoksnis. 4. Standi lenta. 5. Integruota grindų danga 1 mm.	Vinilinė danga - Spirit PRO Click Comfort 55 (A4). Šios vinilinės grindys yra atsparios ir nereikalaujančios daug priežiūros. Spirit kolekcijos vinilinė grindys yra padengtos atsparia danga, kurios dėka danga valosi greičiau ir lengviau. Dėl išstobulintos technologijos ir tinkamos grindų priežiūros šios grindys išlaiko savo savybes net ir prie staigių temperatūros svyravimų. Jos gali būti išklotos saulėtame ar drėgname kambarielyje. Šios grindys puikiai tinkamos kloti ant šildomų grindų. Klojant šias grindis nekeliamos dulkės, jų montavimas yra sklandus ir tai leidžia jas iškloti daug greičiau. Šias grindis galima kloti ant jau esamų grindų ar kitų paviršių. Spirit kolekcijos vinilinės grindys gaminamos kartu su akustiniu paklotu. Šis paklotas leidžia iki 20 decibelų sumažinti triukšmą girdimą vaikstant [12, 13, 14].
	Parketlentės “Shade” ąžuolas “Misty Grey TreS” (A5). “Shade” – tai elegantiška kolekcija, kuri gaminama iš natūralaus medžio. Grindys gaminamos iš kelių kietmedžio sluoksnių, kad suteiktų ypatingą stabilumą, o paviršius padengiamas laku arba kieto vaško aliejumi, norint, kad danga būtų patvari ir lengvai prižiūrima. Šis daugiasluoksnis parketas susideda iš trijų medienos sluoksnių, pritvirtintų 90 laipsnių kampais. Viršutinis parketo sluoksnis pagamintas iš kietos medienos, todėl parketlentes galima iki trijų kartų šlifuoti taip prailginant grindų dangos tarnavimo laiką. Vidurinis ir apatinis sluoksnis taip pat gaminamas iš medžio: eglės ar pušies. Parketas montuojamas klijuojant ar tvirtinant lentas. Lentos lengvai sujungiamos naudojant naujausią užrakto sistemą, o jų jungtis yra tvirta, saugi ir beveik nematoma. Šį daugiasluoksnį parketą galima montuoti tik ant stabilų paviršių, be dulkių, įtrūkimų, įbrėžimų ir kitų pažeidimų [2, 10, 11].

Svetainės grindų dangų sprendimų vertinimas

Statybos inžinerinių sprendimų vertinimui daugiausiai naudojami vienkriteriniai, daugiakriteriniai, ekonominio efektyvumo nustatymo metodai. Konstrukciniai pasirinkimai daugiausiai sprendžiami pagal vienkriterinius sąmatinių ekonominių skaičiavimų metodus, t.y. atskirus kriterijus lyginant pagal sprendimus. Be to atskiri statybos projekto konstrukciniai sprendimai turi ne vieną ir ne du vertinimo aspektus. Todėl renkantis tik vienkriterinius vertinimo metodus, sunku nustatyti geriausią sprendimą, labiausiai atitinkantį visus reikalavimus. Tam tikslui labiausiai tinka daugiakriteriniai metodai, kurie suteikia galimybę įvertinti inžinerinius sprendimus pagal išsirinktą vertinimo kriterijų sistemą ir šių kriterijų svarbumą. Šioje dalyje grindų dangų sprendimams vertinti pasirinktas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas, o kriterijų svarbumui įvertinti naudojami ekspertiniai metodai [10].

Vertinimo kriterijų sistemos parinkimas ir jų reikšmių skaičiavimas. Kiekvienos grindų dangos pasižymi unikalios kokybe, kaina bei išvaizda. Kad nauja grindų danga tarnautų ilgai ir užtikrintai, prieš įsigyjant patikusias dangas verta įvertinti keletą aspektų. Nors grindų dangos gaminimo technologijos patobulėjusios taip, kad dauguma dabar gaminamų grindų dangų rūšių yra užtektinai atsparios net ir itin intensyviai dangos eksploatavimui, vertėtų neužmiršti įvertinti unikalios dangų savybes, kurių pagalba jas galima tiesti konkrečiose namų erdvėse. Norint išsirinkti tinkamiausią grindų dangos sprendimą, vertinimui sudaryti tokie kriterijai:

Kaina (K1) eur/m², Šis kriterijus parodo medžiagos kainą 1 m². Kriterijaus reikšmės paimtos iš mažmeninės prekybos atstovų kainininkų, kurių nuorodos pateiktos literatūroje [15, 4, 7, 12, 10].

Smūgio, garso absorbcija (K2), dB- kriterijus, parodantis kokią smūgio, garso energijos dalį sugeria grindų danga. Kriterijaus reikšmės paimtos iš gamintojų pateiktų dangos techninių charakteristikų. Prieigą prie jų galite rasti literatūros sąrašė [2, 4, 6, 10, 11].

Šiluminė varža 1 mm storio dangos (K3), m² K/W - tai kriterijus, parodantis, kaip gerai grindų danga nepraleidžia šilumos. Kriterijaus reikšmės paimtos iš gamintojų pateiktų dangos techninių charakteristikų. Prieigą prie jų galite rasti literatūros sąrašė [2, 4, 6, 10, 11].

Darbo sudėtingumas (K4), (kategorija), kriterijus, kuris parodo reikalingą grindų montuotojų kvalifikaciją. Apskaičiuota su „SISTELA“ programine įranga [13].

Darbo sąnaudos (K5), žm. val. - kriterijus, kuris parodo laiką, reikalingą įrengti 1m² grindų dangos. Apskaičiuota su „SISTELA“ programine įranga [13].

Garantija (K6), metai – kriterijus, kuris parodo gamintojo nurodytą garantiją, už kurią vartotojas dėl atsiradusių prekės trūkumų gali atgauti pinigus ar pakeisti prekę. Kriterijaus reikšmės paimtos iš gamintojų pateiktų dangos techninių charakteristikų. Prieigą prie jų galite rasti literatūros sąrašė [2, 4, 6, 13, 11].

Tyrimo metu nustatytos kriterijų skaitinės reikšmės pateiktos 2 lentelėje .

2 lentelė

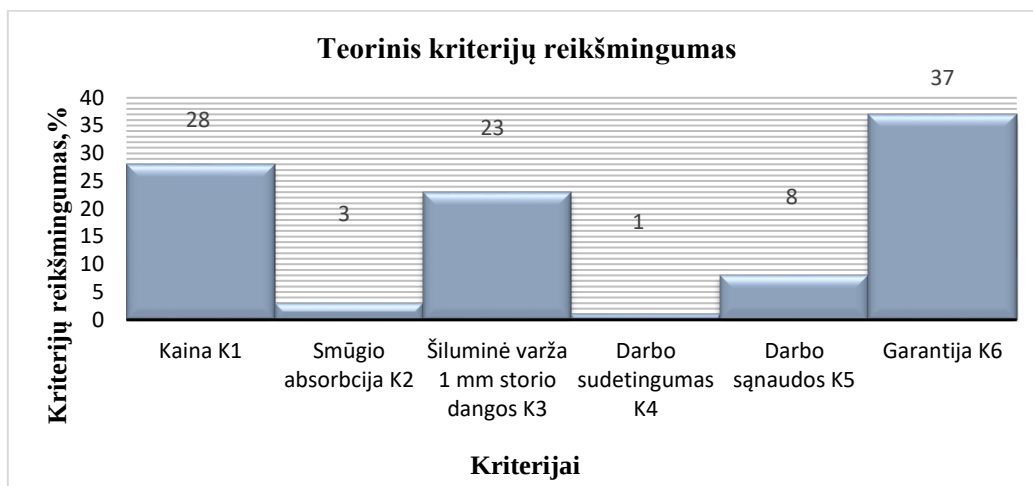
Vertinimo kriterijų skaitinės reikšmės

Kriterijai Variantai	Kaina eur/m ² (K1)	Smūgio, garso absorbcija,dB (K2)	Šiluminė varža 1 mm storio dangos m ² K/W (K3)	Darbo sudėtingumas (kategorija) (K4)	Darbo sąnaudos, žm. val. (K5)	Garantija metais (K6)
Kamštinė grindų danga – Essence Fashionable (A1)	34,40	16	0,0143	4,00	0,51	10
Laminatas - IMPRESSIVE (A2)	25,49	17	0,0069	3,50	0,77	25
Linoleumas - BLACKTEX (A3)	10,40	15	0,0064	3,40	0,49	10
Vinilinė danga - Spirit PRO Click Comfort 55 (A4)	33,00	20	0,0060	3,50	0,77	25
Parketlentės - Shade (A5)	40,99	20	0,0072	3,50	0,74	10

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą. Šio metodo pagalba galima nustatyti kriterijų svarbumą teoriškai, naudojant matematinius skaičiavimus ir surinktas kriterijų reikšmingumo skaitines reikšmes.

Kriterijų prioritetų eilutė: **K6>K1>K3>K5>K2>K4.**

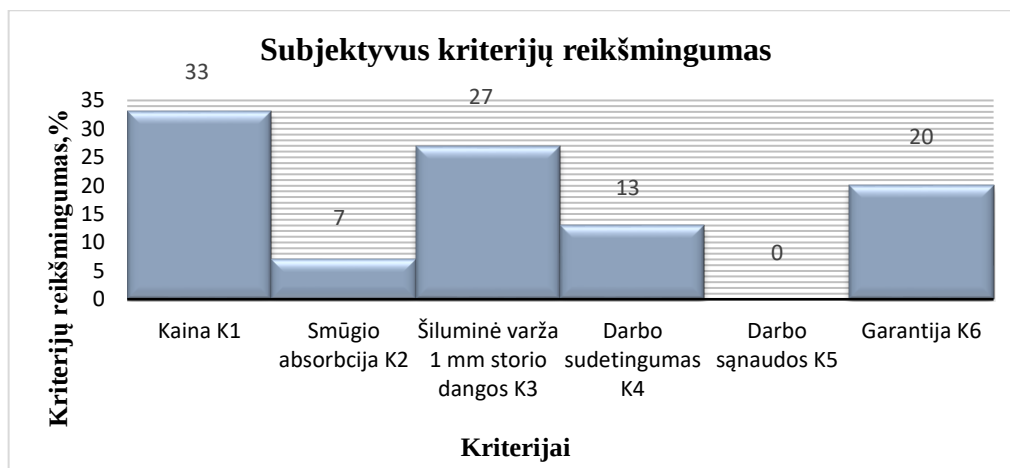
Grafiniai kriterijų reikšmingumo duomenys pateikti 1 pav.



1 pav. Teorinis kriterijų reikšmingumas nustatytas taikant teorinį entropijos metodą

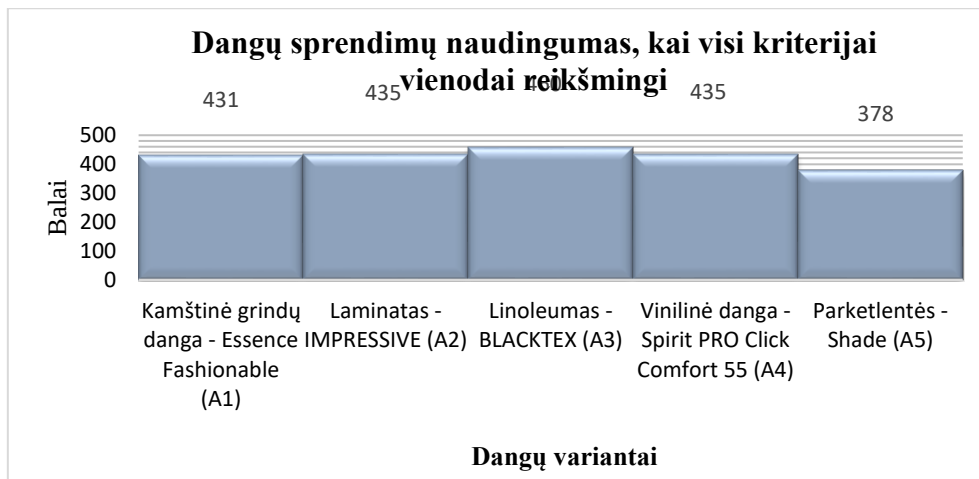
Pagal skaičiavimo rezultatus matyti, kad didžiausią teorinį reikšmingumą turi gamintojo suteikiama garantija (K6), kurio teorinis reikšmingumas 37%, antras pagal svarbumą kriterijus yra kaina (K1), kurio reikšmingumas 28%, pakankamai svarbus kriterijus – šiluminė varža 1 mm storio dangos (K3), kurio reikšmingumas 23% ir darbo sąnaudos kriterijus (K5), kurio teorinis reikšmingumas- 8%. Smūgio absorbcija (K2) ir darbo sudėtingumas (K4), šiuo atveju turi po mažiausiai procentų ir skaitome, kad jie yra mažai reikšmingi.

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą. Ekspertinio porinio palyginimo metodo pagalba nustatome kriterijų reikšmingumą pagal subjektyvią suinteresuotų grupių nuomonę. Subjektyvios nuomonės kriterijų prioritetų eilutei sudaryti naudotas organoleptinis metodas (eilutė sudaryta, remiantis užsakovo nuomone). Sudaryta tokia kriterijų prioritetų eilutė: **K1>K3>K6>K4>K2>K5**. Pagal sudarytą eilutę kriterijai lyginami poromis, svarbesniam kriterijui skiriant 2 balus, atitinkamai mažiau svarbiam - 0 balų. Jei kriterijai vienodai svarbūs, jiems skiriama po vieną balą.

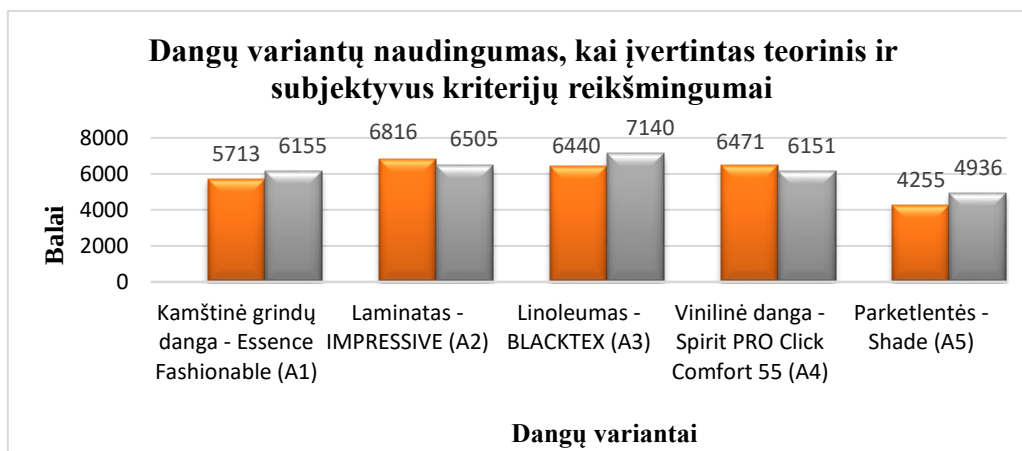


2 pav. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas nustatytas taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą.

Pagal skaičiavimo rezultatus, parašoma svetainės grindų dangų sprendimų prioritetų eilutė bei rezultatus pateikiame grafiškai (žr. 3 pav.): **A3>A2=A4>A1>A5**



3 pav. Svetainės grindų dangų sprendimų naudingumas, kai neįvertintas kriterijų reikšmingumas



4 pav. Svetainės dangų sprendimų naudingumas, kai įvertintas teorinis ir subjektyvus kriterijų reikšmingumai

Svetainės grindų dangų variantų prioritetų eilutė bei rezultatai pavaizduoti grafiškai (žr. 4 pav.). Kai gautas teorinis kriterijų reikšmingumas, kada reikšmingiausias kriterijus yra „**garantija**“ gauta tokia svetainės grindų dangų prioritetų eilutė: **A2>A4>A3>A1>A5**

Kai gautas subjektyvus kriterijų reikšmingumas, kada reikšmingiausias kriterijus yra „**kaina**“ gauta tokia svetainės grindų dangų prioritetų eilutė: **A3>A2>A1>A4>A5**

IŠVADOS

1. Svetainės grindų dangų analizei buvo pasirinkti 5 variantai: 1) kamštinė grindų danga Essence Fashionable, 2) laminatas - IMPRESSIVE, 3) linoleumas - BLACKTEX, 4) vinilinė danga - Spirit PRO Click Comfort 55, 5) parketlentės „Shade“. Šias grindų dangas planuojama kloti ant vienodo betoninių grindų pagrindo, todėl visos grindų konstrukcijos neanalizuojamos.

2. Atlikus daugiakriterinį svetainės grindų dangų sprendimų vertinimą matyti, kad kai nevertinamas kriterijų reikšmingumas, geriausias grindų dangos variantas – laminatas IMPRESSIVE (A2). Šis sprendimas geriausias ir tada, kai vertinamas teorinis kriterijų reikšmingumas, kur aktualiausias kriterijus - garantija. Tačiau vadovaujantis užsakovų norais ir apsvačius subjektyvų kriterijų reikšmingumą, kai išrinktas pagal svarbumą kriterijus - kaina, optimaliausias svetainės grindų dangos variantas - linoleumas BLACKTEX (A3).

Literatūra

1. Dėl Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. gruodžio 21 d. įsakymo Nr. D1-694 „Dėl Atskirųjų rekreacinės paskirties želdynų plotų normų ir Priklausomųjų želdynų normų (plotų) nustatymo tvarkos aprašo patvirtinimo“ pakeitimo [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-02-23]. Prieiga per internetą:
2. HN 42:2009 „Gyvenamųjų ir visuomeninių pastatų patalpų mikroklimatas“ [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-02-23]. Prieiga per internetą:

3. Kolonos kėlimas naudojant dvišakį lyną [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-05-04]. Prieiga per internetą: 4. Kranas DEMAG AC80 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-04-25]. Prieiga per internetą:
4. Krano DEMAG AC80 krano kablo pakėlimo grafikas [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-04-25]. Prieiga per internetą:
5. Lietuvos statistikos departamentas [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-05-31]. Prieiga per internetą:
6. Lietuvos Respublikos statybos įstatymas [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-02-23]. Prieiga per internetą: 8. Lietuvos Respublikos žemės gelmių įstatymas [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-05-14]. Prieiga per internetą:
7. Metalinės kolonos [interaktyvus]. [žiūrėta 2020-12-01]. Prieiga per internetą:
8. Monolitinės gelžbetoninės kolonos [interaktyvus]. [žiūrėta 2020-12-01]. Prieiga per internetą:
9. Pažeistos žemės rekultivavimas ir derlingojo dirvožemio sluoksnio išsaugojimas [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-05-14]. Prieiga per internetą: 91
10. Perdangos plokščių kėlimas naudojant traversą su griebtuvais [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-04-25]. Prieiga per internetą:
11. Saugos ir sveikatos taisyklės statyboje DT 5-00 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-05-17]. Prieiga per internetą:

MULTI-CRITERIA ANALYSIS OF RESIDENTIAL FLOORS FOR RESIDENTIAL BUILDINGS

Summary

Today's market is full of residential buildings for sale with different flooring options. With the development of floor covering manufacturing technologies, an ever-widening selection of them is found in the trade. It is becoming increasingly difficult to choose the most optimal floor covering option that would suit and please future residents. It is necessary to keep in mind and evaluate the properties of floor coverings, which are revealed only when exposed to certain conditions and environments. Therefore, it is very important to carefully analyze the floor covering options to avoid the extra cost of laying the wrong floor covering.

KARKASO KOLONŲ RACIONALIAUS INŽINERINIO SPRENDIMO ĮVERTINIMAS

Jordanas Molotok, Birutė Požėrienė
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Norint užtikrinti pastatui keliamus reikalavimus, vienas svarbiausių dalykų yra pastato laikančiosios konstrukcijos, kurios užtikrina mechaninį atsparumą ir pastovumą. Formuojant dideles erdves, vertikalių apkrovų perdavimui pamatams naudojamos kolonos. Tobulėjant medžiagų gamybai, vis geriau išnaudojant jų savybes, didėja gaminių pasirinkimo galimybė, todėl darosi sunkiau išsirinkti tinkamą variantą.

REIKŠMINGI ŽODŽIAI: Karkasas, kolona, gelžbetoninė kolona, metalinė kolona.

Įvadas

Kolonos tai pagrindiniai vertikalieji pastato konstrukciniai elementai. Kolonų paskirtis – perimti visas vertikaliąsias apkrovas, veikiančias pastatą ir perduoti jas gruntui per pamatus. Priklausomai nuo pamatų tipo, kolonų variantų yra labai daug. Norint išrinkti tinkamiausią kolonos variantą pastatui, analizuojami trys variantai, atsižvelgiant į svarbiausius kriterijus. Analizuojamų kolonų duomenys parenkami konstrukciškai. Analizuojant, atliekamas daugiakriterinis variantų vertinimas, išrenkamas racionaliausias variantas.

Tyrimo problema – kokio tipo kolonos pasirinkimas būtų racionalus ?

Tyrimo objektas – visuomeninio pastato karkaso kolonų parinkimas

Tyrimo tikslas - atlikti karkaso kolonų sprendimų analizę ir vertinimą ir parinkti tinkamiausią variantą.

Uždaviniai:

1. Atlikti informacijos šaltinių analizę, išnagrinėti statistinius duomenis, parenkant visuomeniniam pastatui kolonas.

2. Atlikti karkaso kolonų vertinimą ir parinkti tinkamiausią variantą.

Tyrimo metodai: Informacijos tyrimo analizės metodas, taikomas parenkant alternatyvius sprendimus, nagrinėjami statistiniai duomenys. Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymui karkaso kolonų sprendimų analizėje buvo naudojami teorinis entropijos ir ekspertinis porinio palyginimo metodai.

Karkaso kolonų sprendimų analizė

Analizuojami 3 kolonų variantai: gelžbetoninė kvadratinio skerspjūvio surenkama 400x400 mm kolona, gelžbetoninė kvadratinio skerspjūvio 400x400 mm monolitinė kolona, tuščiavidurė kvadratinio skerspjūvio 400x400x16 mm metalinė kolona.

1 lentelė

Analizuojamų kolonų variantai.

Gelžbetoninė kvadratinio skerspjūvio 400x400 mm surenkama kolona (A1).		Gaminamos įvairaus skerspjūvio ir matmenų kolonos. Racionaliausia gaminti ne ilgesnes nei 13,5 m kolonas, nes aukštį apriboja transportavimas. Kvadratinų kolonų standartiniai skerspjūviai: 300x300 mm, 400x400 mm, 500x500 mm, 600x600 mm arba jų deriniai. Surenkamos kolonos gali būti gaminamos su viena ar daugiau konsolių skirtinguose aukščiuose. Dažnai naudojamos įdėtinės detalės: inkariniai varžtai (kolonos tvirtinimui prie pamato, sekančio aukšto kolonai priveržti), kilpos (gaminio pakėlimui), metalinės plokštelės (metalinių ryšių ar kitų elementų fiksavimui), inkariniai varžtai konsolėse ir neopreno tarpinės ant konsolių (koncentruotai apkrovai paskirstyti). Kolonos pagamintos pagal užsakymą gamykloje. Pristatomos į aikštelę ir montuojamos kranu. Surenkamo gelžbetonio kolonos leidžia pagreitinoti statybos procesą, yra ilgaamžės, atsparios ugniai ir išoriniam aplinkos poveikiui.
---	---	--

Gelžbetoninė kvadratinio skerspjūvio 400x400 mm monolitinė kolona (A2). 	Monolitinės kolonos gali būti įvairiausių formų ir matmenų. Dažniausiai pasitaikantys skerspjūviai: kvadratinis ir apvalus. Kolonos įrengiamos statybos aikštelėje. Kolonos įrengimo darbus sudaro: klojinių surinkimas ir įrengimas, armatūros montavimas, betonavimas, sukloto betono priežiūra, klojinių nuėmimas. Įrengimo procese daug ypatumų, tačiau neribotas formų ir matmenų pasirinkimas, geros konstrukcinės savybės. Monolitinių kolonų išgaunamas pastatas išsiskiria didesniu pastovumu, patvaresni jungiamieji mazgai.
Tuščiaidurė kvadratinio skerspjūvio 400x400x16 mm metalinė kolona (A3). 	Metalinės kolonos naudojamos įvairios paskirties statiniams. Kolonos gali būti vienaaukštės ir daugiaaukštės. Metalinių kolonų skerspjūvį gali sudaryti vienas ar keli valcuoti elementai, sujungti ištisai visame kolonos ilgyje. Koloną sudaro kolonos liemu, kolonos viršūnė, kolonos bazė. Metaliniai elementai tarpusavyje tvirtinami varžtais, suvirinami, sukniedijami. Kolonos bazė pritvirtinama prie pamato inkariniais varžtais. Kolonos gaminamos pagal užsakymą gamykloje ir atvežamos į statybos aikštelę ir montuojamos kranu. Metalinių kolonų pranašumas yra konstrukcijų stiprumas, greita ir ekonomiška statyba, patikimumas, ilgaamžiškumas ir mažas konstrukcijos svoris.

Karkaso kolonų sprendimų vertinimas

Alternatyvių statybos inžinerinių sprendimų vertinimui dažniausiai naudojami daugiakriteriniai, vienkriteriniai ir ekonominio efektyvumo vertinimų metodai. Konstrukciniai sprendimai dažniausiai vertinami naudojant vienkriterinius sąmatinių ekonominių skaičiavimų metodus, t.y. sprendimus palyginant pagal atskirus kriterijus. Tačiau realiai kiekvienas statybos projekto konstrukcinis sprendimas turi kelis ar net keliolika vertinimo aspektų. Todėl naudojant vienkriterinius vertinimo metodus, sunku nustatyti racionalų sprendimą, maksimaliai tenkinantį visus reikalavimus. Tam geriausiai tinka daugiakriteriniai metodai, kurie leidžia įvertinti inžinerinius sprendimus pagal pasirinktą vertinimo kriterijų sistemą ir šių kriterijų reikšmingumą. Karkaso kolonų sprendimams vertinti pasirinktas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas, o kriterijų reikšmingumui nustatyti naudojami ekspertiniai metodai.

Vertinimo kriterijų sistemos parinkimas ir jų reikšmių skaičiavimas. Kolonos – tai pagrindiniai karkaso elementai, kurie perduoda apkrovas į gruntą per pamatus. Siekiant apsaugoti pastatą nuo mechaninių ir fizinių poveikių, užtikrinti saugų pastato eksploatavimą, atliekant kolonų montavimo darbus svarbu, kad darbai būtų atlikti tinkamai. Todėl ne tik medžiagų kaina, bet ir montavimo sudėtingumas ir darbų atlikimo laikas įtakoja kolonų įrengimo kaštus. Atsižvelgiant į tai karkaso kolonų sprendimų vertinimui sudaryta tokia vertinimo sistema:

Kaina (K1), EUR – kriterijus, parodantis vienos kolonos sumontavimo kainą su medžiagomis. Kriterijaus skaitinės reikšmės paimtos iš UAB „Sistela“ sąmatų sudarymo programos.

Darbų atlikimo laikas (K2), žm. val./vnt – kriterijus, parodantis darbo sąnaudas, reikalingas vienos kolonos sumontavimui. Kriterijaus skaitinės reikšmės paimtos iš UAB „Sistela“ sąmatų sudarymo programos

Mechanizmų darbo sąnaudos (K3), maš. val./vnt – kriterijus, parodantis mechanizmų darbo laiką vienos kolonos sumontavimui. Kriterijaus skaitinės reikšmės paimtos iš UAB „Sistela“ sąmatų sudarymo programos.

Darbų sudėtingumas (K4), kategorija – kriterijus, parodantis darbininkų kategoriją reikalingą kolonomis sumontuoti. Kriterijaus skaitinės reikšmės paimtos iš UAB „Sistela“ sąmatų sudarymo programos.

Svoris (K5), kg – kriterijus, parodantis vienos kolonos masę. Kriterijaus skaitinės reikšmės paimtos iš gamintojų pateiktų specifikacijų.

Tyrimo metu nustatytos kriterijų skaitinės reikšmės pateiktos 2 lentelėje.

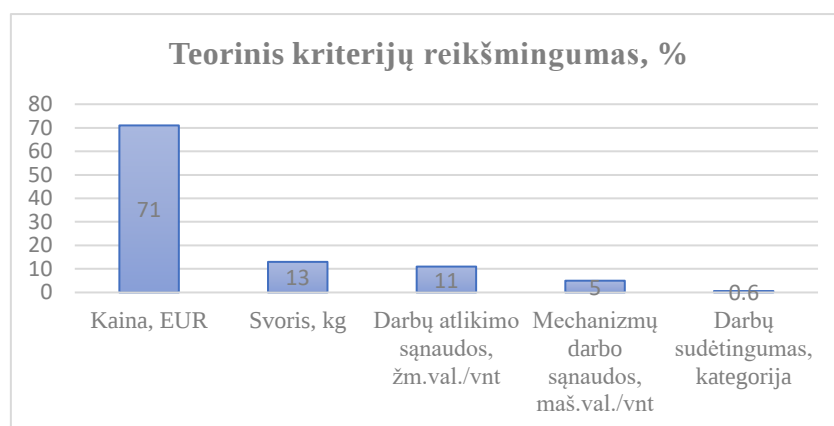
2 lentelė

Vertinimo kriterijų skaitinės reikšmės

Kriterijai	Kaina, EUR/vnt	Darbų atlikimo sąnaudos, žm.val./vnt	Mechanizmų darbo sąnaudos, maš.val./vnt	Darbų sudėtingumas, kategorija	Svoris, kg
Variantai	(K1)	(K2)	(K3)	(K4)	(K5)
Gelžbetoninė kvadratinio skerspjūvio 400x400 mm surenkama kolona (A1)	374,28	4,5	1,5	4	1199,19
Gelžbetoninė kvadratinio skerspjūvio 400x400 mm monolitinė kolona (A2)	173,99	6,2	1	4	1223,43
Tuščiaavidurė kvadratinio skerspjūvio 400x400x16 mm metalinė kolona (A3)	1163,61	9,26	1,56	4,6	578,76

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą. Šis metodas leidžia nustatyti vertinimo kriterijų reikšmingumą teoriškai, remiantis matematiniais skaičiavimais ir naudojant kriterijų reikšmingumo skaitines reikšmes.

Kriterijų prioritetų eilutė: **K1>K5>K2>K3>K4**. Grafiniai kriterijų reikšmingumo duomenys pateikti 1 pav.



1 pav. Teorinis kriterijų reikšmingumas nustatytas taikant teorinį entropijos metodą

Skaičiavimo rezultatai parodė, kad didžiausią teorinį reikšmingumą turi kaina (K1), kurios teorinis reikšmingumas 71%, antras pagal svarbumą svoris (K5), kurio reikšmingumas 13%, toliau seka darbų atlikimo sąnaudų kriterijus (K2), kurio reikšmingumas 11%. Galiausiai mažiausią reikšmingumą turi mechanizmų darbo sąnaudos (K3), kurio reikšmė 5% ir darbų sudėtingumas (K4), kurio reikšmė 0,6%.

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą. Ekspertinis porinio palyginimo metodas leidžia nustatyti kriterijų reikšmingumą atsižvelgiant į subjektyvią suinteresuotų grupių nuomonę. Subjektyvios nuomonės kriterijų prioritetų eilutei sudaryti remtasi užsakovo nuomone.

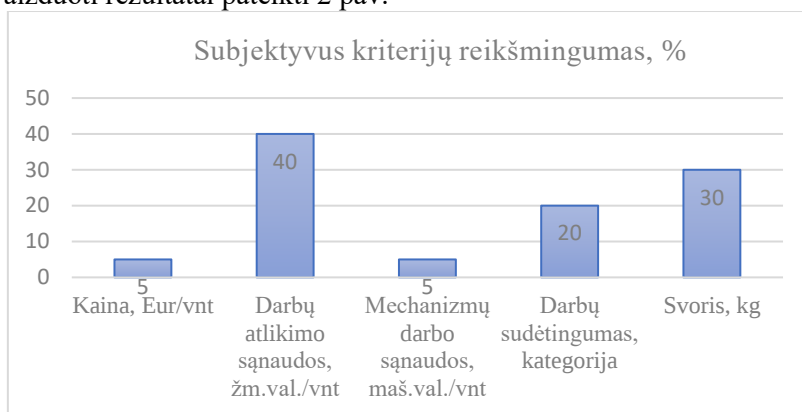
Sudaryta tokia kriterijų prioritetų eilutė: **K2>K5>K4>K1=K3**. Pagal sudarytą eilutę kriterijai lyginami poromis, svarbesniam kriterijui skiriant 2 balus, atitinkamai mažiau svarbiui - 0 balų. Jei kriterijai vienodai svarbūs, jiems skiriama po vieną balą. Skaičiavimo rezultatai pateikti 3 lentelėje.

3 lentelė

Kriterijų subjektyvus reikšmingumas

Kriterijai	K1	K2	K3	K4	K5	Balai	q _j	%
K1		0	1	0	0	1	0,05	5
K2	2		2	2	2	8	0,4	40
K3	1	0		0	0	1	0,05	5
K4	2	0	2		0	4	0,2	20
K5	2	0	2	2		6	0,3	30
					ΣS	20	1	100

Grafiškai pavaizduoti rezultatai pateikti 2 pav.



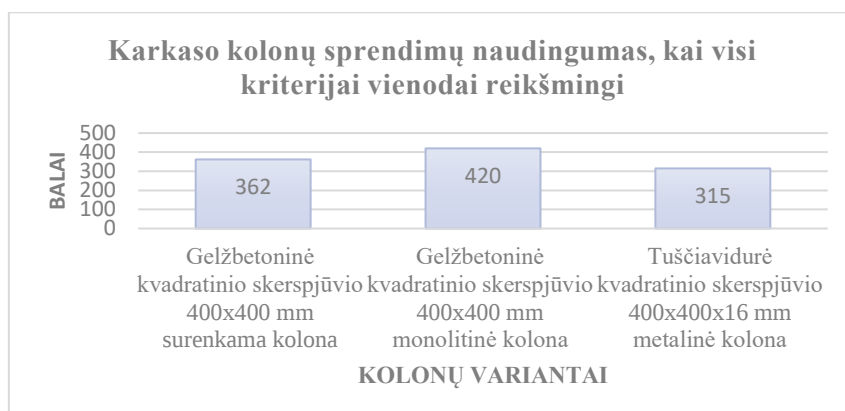
2 pav. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas nustatytas taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą

Skaiciavimo rezultatai parodė, kad didžiausią subjektyvų reikšmingumą turi darbų atlikimo sąnaudos (K2) 40%, toliau svoris (K5) - 30%, darbų sudėtingumas (K4) – 20, bei mechanizmų sąnaudos (K3) ir kaina (K1) po 5%.

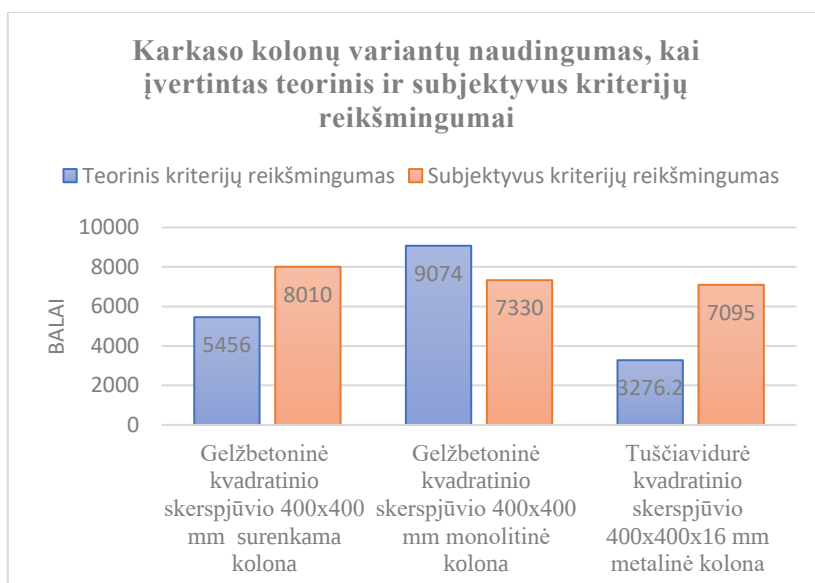
Racionalus karkaso kolonų sprendimo nustatymas, taikant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą.

Šio metodo pagalba įvertinamas subjektyvus ir teorinis kriterijų reikšmingumas.

Remiantis skaičiavimo rezultatais, sudaroma karkaso kolonų sprendimų prioritetų eilutė ir rezultatai pateikiami grafiškai 3 pav. : **A2 > A1 > A3.**



3 pav. Karkaso kolonų sprendimų naudingumas, kai neįvertintas kriterijų reikšmingumas



4 pav. Karkaso kolonų sprendimų naudingumas, kai įvertintas teorinis ir subjektyvus kriterijų reikšmingumai

Apskaičiuojamos kriterijų vertės balais, įvertinant teorinį ir subjektyvų kriterijų reikšmingumus. Sudaromos karkaso kolonų variantų prioritetų eilutės ir rezultatai pavaizduojami grafiškai 4 pav.

Kai įvertintas subjektyvus kriterijų reikšmingumas, kur svarbiausias kriterijus buvo „Darbų atlikimo sąnaudos“ gauta tokia karkaso kolonų įrengimo variantų prioritetų eilutė: **A1 > A2 > A3**.

Išvados

1. Karkaso kolonų sprendimų analizei buvo pasirinkti 3 kolonų variantai: gelžbetoninė kvadratinio skerspjūvio surenkama 400x400 mm kolona, gelžbetoninė kvadratinio skerspjūvio 400x400 mm monolitinė kolona, tuščiaavidurė kvadratinio skerspjūvio 400x400x16 mm metalinė kolona.

2. Atlikus daugiakriterinį karkaso kolonų sprendimų vertinimą nustatyta, kad kai neįvertinamas kriterijų reikšmingumas, racionaliausias kolonų sprendimas - gelžbetoninė kvadratinio skerspjūvio 400x400 mm monolitinė kolona (A2). Šis sprendimas geriausias ir tuo atveju, kai įvertinamas teorinis kriterijų reikšmingumas, kur svarbiausia - kaina. Tačiau atsižvelgiant į užsakovų pageidavimus ir įvertintus subjektyvų kriterijų reikšmingumą, kai svarbiausias kriterijus – darbų atlikimo sąnaudos, geriausias karkaso kolonų sprendimas yra gelžbetoninė kvadratinio skerspjūvio 400x400 mm surenkama kolona (A1). Kadangi šis karkaso kolonų sprendimas tenkina visus reikalavimus, jis yra siūlomas kaip projektinis sprendimas projektuojamam pastatui.

Literatūra

1. Surenkama gelžbetoninė kolona [interaktyvus]. [žiūrėta 2020-12-01]. Prieiga per internetą: <https://www.ukmergesgelzbetonis.lt/kolonas/>
2. Monolitinės gelžbetoninės kolonos [interaktyvus]. [žiūrėta 2020-12-01]. Prieiga per internetą: <http://namai.lt.blogspot.com/2017/07/monolitiniu-kolonu-montavimas.html>
3. Metalinės kolonos [interaktyvus]. [žiūrėta 2020-12-01]. Prieiga per internetą: <https://steel-structurewarehouse.sell.everychina.com/p-109446382-building-construction-material-structural-steel-box-steel-column-beams-fabrication.html>

DETERMINATION OF THE RATIONAL ENGINEERING SOLUTION OF COLUMNS

Summary

To ensure the requirements for the building, one of the most important things is the load-bearing structures of the building, which ensure mechanical strength and stability. When forming large spaces, columns are used as a foundation for the transfer of vertical loads. As the production of materials improves and their properties are better exploited, the choice of products increases, which makes it more difficult to choose the right option.

MAITINIMO PASKIRTIES PASTATO SALĖS GRINDŲ DANGŲ INŽINERINIŲ SPRENDINIŲ ANALIZĖ

Aistė Baukytė, Violeta Medelienė
Kauno technikos kolegija

Anotacija.

Pasauliui tampant vis globalesniu, restoranų ir barų klientų poreikiai, reikalavimai ir lūkesčiai nuolat auga. Todėl verslininkai priversti ieškoti ne tik geriausių skonių, bet ir to, kas jų restoraną paverstų patraukliu įvairių tradicijų, aplinkų ir instagramų auditorijai (*Restoranų verslas, 2021*). Labai svarbi restoranų interjero detalė yra grindų dangos, kurių pasirinkimas šiuo metu rinkoje yra didžiulis. Tyrime keliamas tikslas- išanalizuoti maitinimo paskirties pastato salėms tinkamus grindų dangų variantus ir atlikti jų vertinimą. Straipsnyje pateikiama detali restorano salės grindų dangų analizė, nustatomi aktualūs vertinimo rodikliai ir atliekamas daugiatis alternatyvių grindų dangų variantų vertinimas, naudojant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą. Vertinimo rezultatai leido nustatyti racionalų salės grindų dangos variantą, kuris vėliau panaudotas pastato projekte.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: restorano grindų dangos, vertinimo rodikliai, teorinis reikšmingumas, subjektyvus reikšmingumas, naudingumo vertės metodas, racionalus sprendimas.

Įvadas

Restoranas - tai aukštos klasės maitinimo įstaiga, dirbanti pagal aukštus kokybės ir kultūros standartus bei orientuota į žmonių socializacijos poreikius (2020-ųjų restoranų ir barų tendencijos, 2020). Čia žmonės ateina ne tik skaniai pavalgyti, bet ir linksmai praleisti laiką, pasiklausyti gyvos muzikos ar pašokti. Todėl labai svarbu sukurti malonią restorano aplinką, kurios neatskiriama dizaino dalis yra ir restorano salės grindys. Šiuo metu rinka siūlo daug įvairių grindų dangų, atitinkančių restoranų aplinkos norminius reikalavimus. Tačiau, renkantis grindų dangą, reikia atsižvelgti ne tik į techninius rodiklius, bet ir į darbuotojų bei klientų saugumą, poreikius, finansus ar kitus rodiklius. Turint didelį alternatyvių grindų dangų variantų ir jų vertinimo rodiklių skaičių, racionalų dangos sprendinį iš karto nustatyti yra labai sudėtinga.

Šiame tiriamajame darbe keliamas tikslas- išanalizuoti restorano salės grindų dangų variantus ir, taikant daugiakriterinį vertinimą, nustatyti racionalų sprendinį.

Tyrimo objektas - maitinimo paskirties pastato salės grindų projektas.

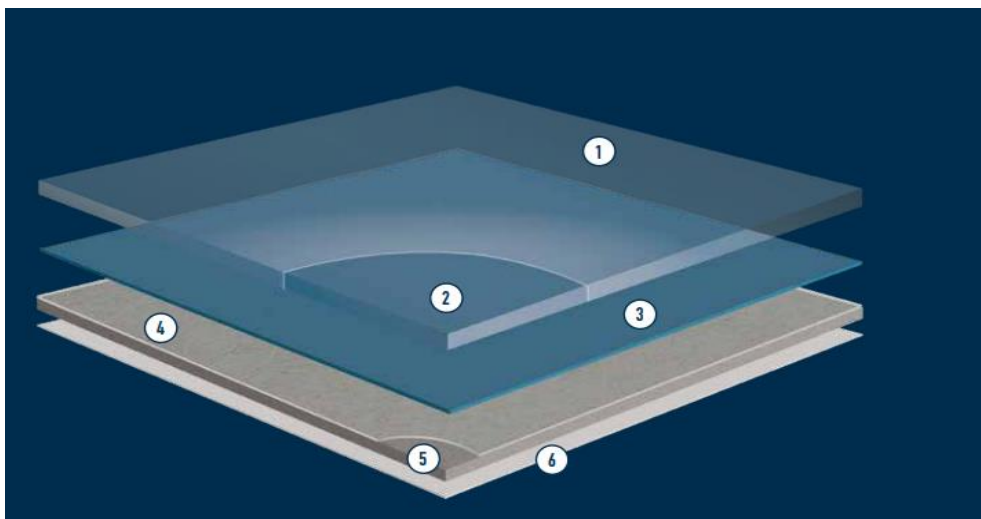
Siekiant nustatyti racionalų restorano grindų dangos variantą, darbe analizuojami keturi alternatyvūs grindų dangų sprendimai. Jų įvertinimui naudojamas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas. Įvertinamas teorinis ir subjektyvus kriterijų reikšmingumai, taikant teorinį entropijos ir ekspertinį porinio palyginimo metodus.

Maitinimo paskirties pastato salės grindų dangų konstrukciniai sprendiniai

Restorano grindų laikanti konstrukcija - gelžbetoninė plokštė, kuri visų tipų dangoms vienoda. Todėl analizuojami tik restorano grindų dangų alternatyvūs variantai: 1- heterogeninė kompaktinė vinilinė grindų danga ACCENT EXCELLENCE 80, 2- epoksidinės liejamos grindys HAUPTMANN A6, 3- akmens masės plytelės 5018 POL. REKT. 50×50, 4- parketlenčių grindų danga ParlaFix PREMIUM AUTHENTICS.

Heterogeninė kompaktinė vinilinė grindų danga ACCENT EXCELLENCE 80 (A1). Ši 2 mm storio danga pasižymi itin dideliu atsparumu įbrėžimams. Tokių dangų kolekcijoje siūlomas platus įvairaus dizaino dangų pasirinkimas. Kolekciją sudaro 127 įvairius skonių tenkinantys dangos variantai. Ši danga pasižymi itin dideliu tvirtumu, yra ekonomiška. Danga puikiai tinka ir drėgnoms patalpoms. Be to, ji yra labai estetiška, mažina triukšmą, atspari slydimui ir lengvai valoma. Visos šios savybės ją daro puikiai tinkamą maitinimo zonoms ar patalpoms, kur lankosi dideli žmonių srautai (Tarket. Accent Excellence 80, 2021)

ACCENT EXCELLENCE 80 grindų dangos sistema pateikta 1 pav.



1 pav. ACCENT EXCELLENCE 80 restorano grindų dangos sistema

1- PUR apsauginė danga, labai atspari dilumui ir įbrėžimams; 2- PVC skaidrus 0,80 mm sluoksnis, labai atsparus nusidėvimui; 3- spalvą ir dizainą suteikiantis sluoksnis; 4- neaustinis didelio tankio stiklo pluoštas, skirtas stabilumui nuo baldų įspaudimų palaikyti ir apsaugoti nuo įbrėžimų; 5- tvirtas vienalytis perdirbto vinilo lakštas, kuris apsaugo nuo įdubimo ir plyšimo; 6- didelio tankio „Tapiflex“ putplasčio sluoksnis, kuris sumažina garsą ir suteikia komfortą vaikščiojant.

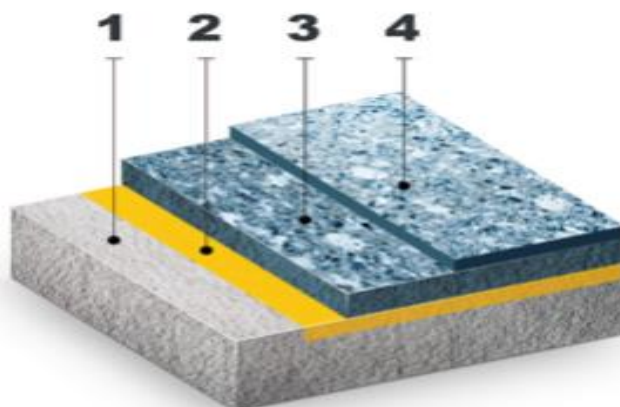
Šaltinis: Tarket. Acczent Excellence 80. (2021). Prieiga per internetą: https://www.tarkett.lt/lt_LT/kolekcija-C000013-acczent-excellence-80

Bendras svoris EN ISO 24346 3 100g/m²; dėvėjimosi sluoksnio surišėjo sudėtis EN ISO 10582 Tipas I; bendrasis storis EN ISO 24346 2,00 mm; dėvėjimosi sluoksnio storis EN ISO 24340 0,8 mm; garantija 10 metų (Tarket. Acczent Excellence 80, 2021).

Šio tipo danga turi būti montuojama patalpoje, kurios temperatūra siekia nuo 15°C iki 28°C. Grindų temperatūra turi siekti bent 10°C. Santykinė oro drėgmė patalpose turėtų būti nuo 35-65%. Reikia palaikyti tą pačią temperatūrą ir drėgmę mažiausiai 72 valandas po montavimo. Ši danga klijuojama specialiais klijais, skirtais „Tarkett“ vinilo lakštui.

Epoksidinė liejama grindų danga Hauptmann A6 (A2). Ši dekoratyvinė grindų danga yra labai tvirta ir ilgaamžė, užtikrinanti paviršiaus lygumą. Tai labai svarbu išdėstant restoranuose stalus ir kėdes. Grindys su tokia danga yra atsparios aukštai ir žemai temperatūrai bei smūgiams, jas labai lengva prižiūrėti. Danga nedegi, pasižymi visiška hidroizoliacija, bei apsauga nuo slydimo. Šios dangos storis – 0,8 – 2,5 mm (Grindų danga Hauptmann A6. 2021).

HAUPTMANN A6 grindų dangos sistema pateikta 2 pav.



2 pav. HAUPTMANN A6 restorano grindų dangos sistema

1- betono pagrindas; 2- gruntas Hauptmann Epo 420/Epo W 320; 3- bazinis sluoksnis Hauptmann Epo Farbig/ Epo W Farbig + spalvotos drožlės; 4- paviršinis sluoksnis- matinis lakas Hauptmann Lack 2K.

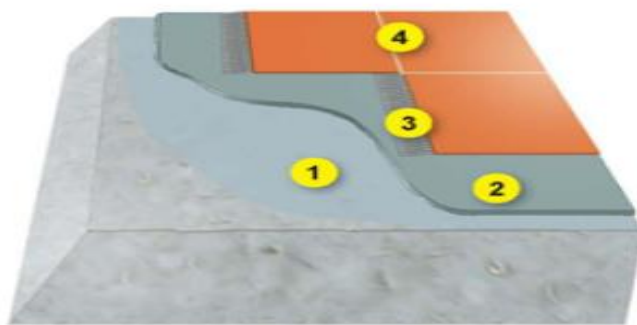
Šaltinis: Grindų danga Hauptmann A6 (2021). Prieiga per internetą: <https://hauptmann.lt/catalog/dangu-sistemas/grindu-danga-hauptmann-a6/>

Grindų dangos pagrindas turi būti tvirtas ir atsparus deformacijai, be dulkių, tepalų, riebalų, gumos, dilimo produktų ir kitokių liejamos grindų dangos sukibimą mažinančių medžiagų. Pagrindo paviršiaus tempiamasis stipris vidutiniškai turi būti 1,5 N/mm², gniuždomasis stipris – ne mažesnis kaip 25 N/mm². Reikalingas maksimalus betono pagrindo drėgnis 4% -6%, o cemento išlyginamojo sluoksnio 4% - 6% (Liejamų grindų įrengimas, 2021).

Hauptmann Epo 420/ W 320 produktas naudojamas gruntavimui. Jis užtepamas gumine mentele ir lyginamas epoksidiniu voleliu. Paskui Hauptmann Epo Farbig/ Epo W Farbig produktas dantyta glaistykle paskirstomas ant paviršiaus ir vėliau išlyginamas adatiniu voleliu. Užtepus pagrindinį sluoksnį ir nelaukiant kol išdžius, ant paviršiaus užberiamos spalvotos drožlės. Dervai sukietėjus, neprikibusios drožlės pašalinamos. Paviršinis sluoksnis suformuojamas iš lako Hauptmann Lack 2K, kuris tolygiai užtepamas poliuretano voleliu statmenomis kryptimis (Liejamų grindų įrengimas, 2021).

Akmens masės plytelės 5018 Perla Pol. Rekt. 50×50 (A3). Šios akmens masės plytelės yra poliruotos, pasižymi lankstumu, atsparios dilimui bei yra ilgaamžės. Tokių plytelių danga nėra slydi, lengvai valoma ir atspari šalčiui, todėl puikiai tinka restoranui. Plytelės storis 10,5mm. Be to, plytelės pasižymi išskirtiniu raštu, suteikia patalpai prabangos. [5]

5018 POL. REKT. 50X50 grindų dangos sistema pateikta 3 pav.



3 pav. 5018 POL. REKT. 50×50 restorano grindų dangos sistema

1- gruntas; 2- grindų betonas; 3- plytelių klijai; 4- plytelių glaistas.

Šaltinis: Weber plytelių klijavimo sistemos (2021). Prieiga per internetą: <https://www.lt.weber/sprendimai/plyteliu-klijavimo-sistemos>

Klijuojant plyteles visų pirma reikia paruošti pagrindą. Paviršius turi būti gerai nuvalytas, sausas ir lygus. Prieš plytelių klojimą rekomenduojama paviršių gruntuoti, o jei patalpa, kurioje klijuojamos plytelės drėgna, reikėtų ir hidroizoliuoti. Plyteles galima klijuoti tik visiškai išdžiūvus gruntui. Sumaišius klijus, jie yra iš karto paskleidžiami ant paruošto paviršiaus. Klijai šukuojami dantyta mentele – glaistykle, jos dantelių dydis parenkamas pagal plytelių matmenis. Suklojus visas plyteles, reikia palaukti, kol klijai sukietės. Jie sukietėja per 1 – 3 paras. Siūles galima glaistyti po 4 valandų. Prieš tai tarpai tarp plytelių gerai išvalomi, tada į tarpus gumine mentele įterpiama siūlių skiedinio masė. Kai mišinys sustingsta, nuo plytelių paviršiaus nuvalomi mišinio likučiai (Plytelių klijavimas ir klijai, 2021).

Parketlentės ParlaFix PREMIUM AUTHENTICS (A4). Šios parketlentės yra iš natūralios medienos, todėl tokia grindų danga suteikia interjerui gražų estetinį vaizdą ir jaukumą. Parketlentės ParlaFix yra labai patvarios, nes susideda iš trijų sluoksnių, kurių kiekvienas pagamintas iš tikros medienos. Parketo dangos įrengimas yra pakankamai lengvas ir greitas. Siekiant užtikrinti išskirtinį atsparumą dilimui, grindų dangų paviršius apdorotas šešis kartus, naudojant saugų laką. Parketlenčių viršutinis sluoksnis yra 3,5mm storio (Ollo grindys, 2021).

PARLAFIX AUTHENTICS parketlenčių grindų danga pateikta 4 pav.



4 pav. PARLAFIX PREMIUM AUTHENTICS medinių parketlenčių grindys

- 1- kietmedžio danga, padengta atspariu laku; 2- spygliuočių medienos lentelės su išfrezuotais sujungimo grioveliais; 3- spygliuočių medienos sluoksnis, užfiksuojantis, laikantis ir išlyginantis viduriniame sluoksnyje esančius tašelius.

Šaltinis: Mano statyba (informacinė svetainė) (2021). Prieiga per internetą:

<http://www.manostatyba.info/2015/02/apdailos-medziagos/trisluoksnės-parketlentes-ir-ju-isskirtinumas/>

Naujuose pastatuose grindys turi būti tinkamai šildomos ir vėdinamos, kad sumažėtų konstrukcijos drėgmė. Santykinė oro drėgmė patalpoje montavimo metu turi būti 35% - 60%, o temperatūra 18°C-24°C. Montuojant parketlentes, reikia vengti parketlenčių lankstymo, nes dėl to gali įtrūkti viršutinis lako sluoksnis ir būtų pažeistas dangos sandarumas. Pagrindas, ant kurio klojamas parketas, turi būti visiškai horizontalus ir lygus, taip pat pakankamai sausas ir apsaugotas nuo drėgmės. Jei yra nelygumų, juos reikia išlyginti užpildu, nušlifuoti ir gerai nuvalyti nuo šlifavimo dulkių, kad pagrindas būtų švarus. Naudojant mechaninio užrakto sistemą, vadinamą liežuvėlio ir griovelio sistema montavimas yra paprastesnis ir greitesnis. Be to, tam nereikalingi klijai (Ollo grindys, 2021).

Maitinimo paskirties pastato salės grindų dangų konstrukcinių sprendinių vertinimas

Statybos inžinerinių sprendimų vertinimui dažniausiai naudojami vienkriteriniai, daugiakriteriniai, ekonominio efektyvumo įvertinimo metodai. Konstrukciniai sprendimai dažniausiai vertinami naudojant vienkriterinius sąmatinių ekonominių skaičiavimų metodus, t. y. sprendimus palyginant pagal atskirus kriterijus. Tačiau realiai kiekvienas statybos projekto konstrukcinis sprendimas turi kelis ar net keliolika vertinimo aspektų. Todėl naudojant vienkriterinius vertinimo metodus, sunku nustatyti racionalų sprendimą, maksimaliai tenkinantį visus reikalavimus. Tai galima padaryti taikant daugiakriterinius metodus, kurie leidžia įvertinti inžinerinius sprendimus pagal pasirinktą vertinimo kriterijų sistemą ir šių kriterijų reikšmingumą (Zavadskas, Kaklauskas, Banaitienė, 2001: 29-39). Darbe grindų dangų sprendimams vertinti pasirinktas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas, o kriterijų reikšmingumui nustatyti naudojami teorinis entropijos ir ekspertinis porinio palyginimo metodai.

Specialiai restorano grindims skirti inžineriniai sprendiniai visų pirma turi būti estetiški, tvarūs, neslidūs, nes restoranas yra tokia vieta, kurioje lankosi dideli žmonių srautai. Renkantis grindis labai svarbu atsižvelgti į grindų dangų technines charakteristikas, technologinius, ekonominius rodiklius. Tyrime grindų dangų sprendimų vertinimui parinkti tokie rodikliai: atsparumas slydimui K1 (balai pagal slidumo klasę R), estetiškas vaizdas K2 (balai), kaina K3 (Eur/m²), liekamasis įspaudas K4 (mm). Tyrimo metu gautos rodiklių skaitinės reikšmės pateiktos 1-oje lentelėje.

1 lentelė

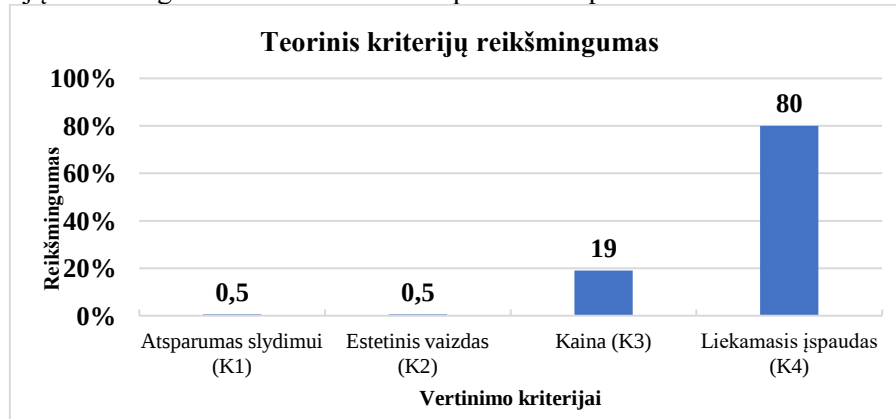
Vertinimo rodiklių skaitinės reikšmės

Variantai	Kriterijai	K1	K2	K3	K4
Heterogeninė kompaktinė vinilinė grindų danga ACCENT EXCELLENCE 80 (A1)		80	10	32,20	≤ 0,10
Epoksidinės liejamos grindys HAUPTMANN A6 (A2)		90	10	20,00	0,03
Akmens masės plytelės 5018 POL. REKT. 50×50 (A3)		100	9	54,90	0,02
Parketlenčių grindų danga ParlaFix PREMIUM AUTHENTICS (A4)		80	8	59,99	< 0,20

Šaltinis: sudaryta autorių

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą. Entropijos sąvoką į informacijos teoriją įvedė K.E. Šenonas, ją apibrėždamas kaip atsitiktinio dydžio neapibrėžtumą. Entropijos metodo taikymo galimybės statybos inžinerinių sprendimų vertinimo rodiklių reikšmingumui skaičiuoti detalai išanalizuotos įvairių mokslininkų darbuose (Zavadskas, Kaklauskas, 1996: 68-73; Zavadskas, Kaklauskas, Banaitienė, 2001:139-141) ir kt. darbuose. Iki šiol jis plačiai taikomas vertinant įvairius statybos inžinerinius sprendimus. Taikant šį metodą, vertinimo rodiklių reikšmingumas apskaičiuojamas teoriškai pagal rodiklių skaitines reikšmes. Jį patogiau taikyti techninių ekonominių vertinimo rodiklių grupei, kai rodiklių reikšmės išreikštos tam tikrais fiziniais dydžiais, tačiau jį galima taikyti ir kokybinių charakteristikų rodiklių reikšmingumui skaičiuoti.

Teorinio kriterijų reikšmingumo skaitinės reikšmės pateiktos 5 pav.



5 pav. Teorinis kriterijų reikšmingumas nustatytas taikant teorinį entropijos metodą
Šaltinis: sudaryta autorių

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą. Ekspertiniai rodiklių reikšmingumo skaičiavimo metodai plačiau taikomi, nustatant kokybinių rodiklių reikšmingumus, kurie apskaičiuojami naudojant ekspertinius apklausos duomenis. Teoriniai šių metodų aspektai ir praktinis jų taikymas plačiai nagrinėti įvairių šalies mokslininkų darbuose (Zavadskas, Kaklauskas, 1996: 43-56; Zavadskas, Simanauškas, Kaklauskas, 1999: 124-127; Zavadskas, Kaklauskas, Banaitienė, 2001: 142-159) ir daugelio kitų Lietuvos ir užsienio mokslininkų darbuose. Darbe naudotas ekspertinis porinio palyginimo metodas. Taikant šį metodą, apklausiami ekspertai, kurie vertinimo rodiklius lygina poromis ir vertinimo rezultatus surašo į atitinkamos formos matricą. Ekspertams būtina nurodyti vienodą rodiklių palyginimo rezultatų vertinimo skalę. Patogiausia naudoti vertinimo skalę [0;2], kurioje galimos tokios reikšmės {0;1;2}. Jei abu rodikliai apytikriai vienodai svarbūs, jiems skiriamas vienas balas. Jei kuris nors svarbesnis – jam skiriami 2 balai, atitinkamai kitam 0 balų. Rezultatai surašomi ir apdorojami matricoje. Ekspertinio porinio palyginimo metodo rezultatai pateikti 2-oje lentelėje.

2 lentelė

Kriterijų subjektyvus reikšmingumas

Kriterijai	K1	K2	K3	K4	Balai	q_j	%
K1	x	2	2	2	6	0,50	50
K2	0	x	0	2	2	0,17	17
K3	0	2	x	2	4	0,33	33
K4	0	0	0	x	0	0	0
					$\Sigma 12$	1,0	100

Šaltinis: sudaryta autorių

Racionalaus restorano grindų dangos sprendimo nustatymas, taikant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą. Statybos praktikoje vienas iš daugiakriteriam sprendimų vertinimui naudojamų metodų yra naudingumo vertės metodas. Vokiškai kalbančiose šalyse šis metodas vadinamas „naudingumo vertės analize“ (Nutzwertanalyse). Naudojant šį metodą, atrenkamas tas projektinis sprendimas, kurio naudingumo vertė yra didžiausia (Zavadskas, Kaklauskas, Banaitienė, 2001: 232-235). Taikant šį metodą, vertinimas atliekamas tokiais etapais: 1- sudaroma pradinė duomenų matrica; 2- nustatomas kiekvieno kriterijaus optimalumas; 3- atliekamas matricos normalizavimas į bedimensinių dydžių matricą; 4- pasirinkus vertinimo skalę, apskaičiuojamas kriterijų naudingumas balais ir sudaroma kriterijų naudingumo matrica; 5- kadangi apskaičiuoti teorinis ir subjektyvus kriterijų reikšmingumai, sudaromos svertinės matricos ir surandamas racionalus grindų dangos sprendimas.

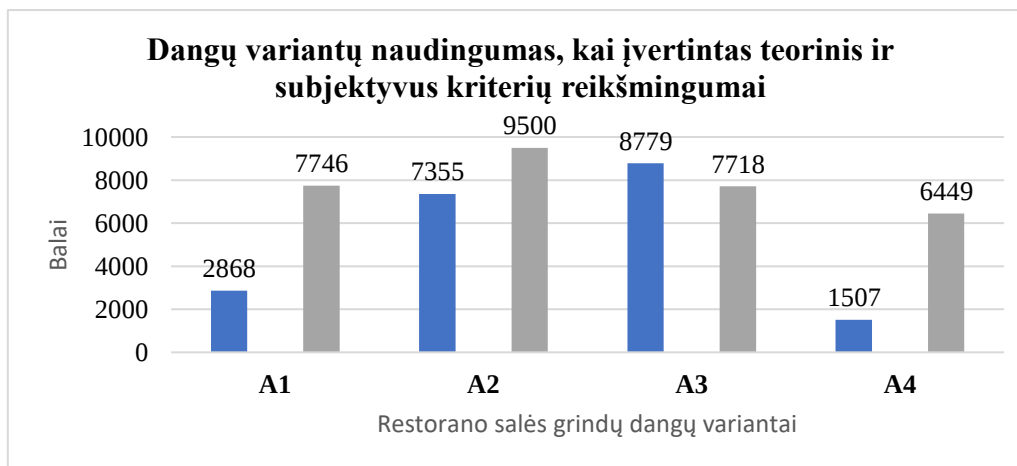
Grindų dangų variantų kriterijų naudingumo skaičiavimo rezultatai pateikti 3-čioje lentelėje.

3 lentelė

Kriterijų naudingumas, įvertinus teorinį ir subjektyvų jų reikšmingumą

$\bar{q}_t$, %	Matrica $\bar{C} \cdot \bar{q}_t$				$\bar{q}$, %	Matrica $\bar{C} \cdot \bar{q}$			
	A1	A2	A3	A4		A1	A2	A3	A4
0,5	40	45	50	40	50	4000	4500	5000	4000
0,5	50	50	45	40	17	1700	1700	1530	1360
19	1178	1900	684	627	33	2046	3300	1188	1089
80	1600	5360	8000	800	0	0	0	0	0
Σ	2868	7355	8779	1507		7746	9500	7718	6449

Šaltinis: sudaryta autorių



6 pav. Restorano grindų dangų sprendimų naudingumas, kai įvertintas teorinis ir subjektyvus kriterijų reikšmingumai

Šaltinis: sudaryta autorių

Maitinimo paskirties pastato salės grindų dangų variantų naudingumo grafinis vaizdas pateiktas 6 pav.

Išvados

1. Atlikus daugiakriterinį restorano salės grindų dangų sprendinių vertinimą nustatyta, kad kai įvertinamas teorinis kriterijų reikšmingumas, kur svarbiausi kriterijai – liekamasis įspaudas ir kaina, geriausias grindų dangos sprendimas- akmens masės plytelės 5018 POL. REKT. 50×50.
2. Įvertinus subjektyvų kriterijų reikšmingumą, kur svarbiausi kriterijai – atsparumas slydimui ir kaina, racionalus restorano grindų dangos sprendimas – epoksidinė liejama grindų danga HAUPTMANN A6.
3. Atsižvelgiant į subjektyvią naudotojų nuomonę ir į tai, kad ši danga taip pat tenkina visus reikalavimus restorano salės eksploatacinei aplinkai, epoksidinę liejamą grindų dangą HAUPTMANN A6 galima siūlyti kaip racionalų projektinį sprendinį restorano salės grindų dangai.

Literatūra

1. ARTESANA plytelės. [žiūrėta 2021-10-15]. Prieiga per internetą: <https://www.artesanaexpress.lt/5018-perla-pol-rekt-50x50>
2. Grindų danga Hauptmann A6. [žiūrėta 2021-10-16]. Prieiga per internetą: <https://hauptmann.lt/catalog/dangu-sistemas/grindu-danga-hauptmann-a6/>
3. Liejamų grindų įrengimas. [žiūrėta 2021-10-18]. Prieiga per internetą: <http://www.darykpats.lt/liejamos-grindys/>
4. Mano statyba (informacinė svetainė). [žiūrėta 2021-10-15]. Prieiga per internetą: <http://www.manostatyba.info/2015/02/apdailos-medziagos/trisluoksnes-parketlentes-ir-ju-isskirtinumas/>
5. Ollo grindys. [žiūrėta 2021-10-19]. Prieiga per internetą: <https://www.ollogrindys.lt/prekiu-katalogas/parketlentes>
6. Plytelių klijavimas ir klijai. [žiūrėta 2021-10-15]. Prieiga per internetą: <http://www.darykpats.lt/plyteliu-klijavimas-ir-klijai/>
7. Restoranų verslas. [žiūrėta 2021-10-07]. Prieiga per internetą: <http://www.restoranuverslas.lt/>
8. Tarkett grindų danga.[žiūrėta 2021-10-18]. Prieiga per internetą: https://www.tarkett.lt/lt_LT/kolekcija-C000013-acczent-excellence-80

9. Weber plytelių klijavimo sistemos. [žiūrėta 2021-10-15]. Prieiga per internetą: <https://www.lt.weber/sprendimai/plyteliu-klijavimo-sistemas>
10. Zavadskas E.,K., Kaklauskas A. Pastatų sistemotechninis įvertinimas. Vilnius, Technika. V.: Technika. 1996. 280 p
11. Zavadskas E.,K., Kaklauskas A., Banaitienė N. Pastato gyvavimo proceso daugiakriterinė analizė.- Vilnius, Technika, 2001, 379 p.
12. Zavadskas E.,K., Simanauskas L., Kaklauskas A. Sprendimų paramos sistemos statyboje (Monografija). Vilnius, Technika, 1999, p. 235.
13. 2020-ųjų restoranų ir barų tendencijos. [žiūrėta 2021-10-05]. Prieiga per internetą: <http://skonis.lt/2020-uju-restoranu-ir-baru-tendencijos/?age-verified=59baee89ab>

ANALYSIS OF FLOOR ENGINEERING SOLUTIONS FOR CATERING HALL

Summary

With the globalization of the world, the needs, requirements and expectations of restaurant and bar customers are growing rapidly. Therefore entrepreneurs are forced to not only look for the best flavors, but also for what would make their restaurant attractive to an audience of different traditions, environments, and instagram crowd (Restaurant Business, 2021). A very important detail in the interior of a restaurant - is the floor coverings, selection of which is currently huge on the market. The aim of the study is to analyze and evaluate the appropriate floor covering options for halls of catering buildings. The article presents a detailed analysis of restaurant hall floor coverings, identifies relevant evaluation indicators, and performs a multi-objective evaluation of alternative floor covering options using a multi-criteria utility value method. The results of the evaluation made it possible to identify a rational variant of hall floor covering, which was later used in designing of the building.

GRINDŲ DANGŲ PARINKIMO TEKSTILĖS GAMYKLAI ANALIZĖ

Arnas Krulikas, Rita Baltušnikienė

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Tyrimo problema – kaip parinkti būsimai tekstilės gamyklai racionalią grindų dangą. Siekiant nustatyti racionalų tekstilės gamyklos grindų dangos variantą, darbe analizuojami penki alternatyvūs grindų dangų sprendimai. Jų vertinimui naudojamas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas. Įvertinamas subjektyvus kriterijų reikšmingumas, taikant ekspertinius rangavimo ir porinio palyginimo metodus. Kai įvertinamas teorinis ir subjektyvus kriterijų reikšmingumas, geriausias tekstilės gamyklos grindų dangos sprendimas - epoksidinė danga „Mapefloor SL“ (A1), tačiau šios dangos kaina yra didžiausia, todėl siūlomas grindų dangos sprendimas tekstilės gamyklai - **cementinė dekoratyvinė danga „Ultratop“ (A2).**

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: Daugiakriterinis, epoksidinė danga, subjektyvus kriterijų reikšmingumas.

IVADAS

Projektuojamas gamybinės paskirties pastatas - tekstilės gamykla. Gamybinės patalpos ir sandėliai – tai neatsiejama verslo dalis, tačiau juos prižiūrėti nėra taip paprasta. Viena aktualiausių problemų – grindys, juk per dieną jomis daug kartų pravažiuoja daug sveriantys autokrautuvai. Pramoninių patalpų grindys yra veikiamos tiek chemiškai, tiek mechaniškai. Daugelyje cechų reikalingos cheminiam, mechaniniam poveikiui, terminėms apkrovoms, trinčiai atsparios ir ilgai nenusidėvinčios grindys. Dažniausiai pramoninės gamybos patalpose liejamos besiulės epoksidinės, poliuretano, akrilo grindys. Jos patvarios, higieniškos, puikiai tinka ne itin agresyvioje aplinkoje, gerai valosi, naudojant antistatinius priedus, leidžia išvengti statinių krūvių kaupimosi. Tačiau jos nukenčia agresyvioje aplinkoje, ypač nuo cheminių medžiagų, ne visada vienodai atsparios, pavyzdžiui, cheminiam ir terminiam poveikiui kartu. Kai kuriose pramonės šakose reikalingas kompleksinis grindų dangos atsparumas: jų neturėtų veikti temperatūros svyravimai, cheminės medžiagos, mechaninės apkrovos. Be to, grindys turi būti lengvai valomos, neslidžios, sukurti jaukią ir patogią darbo aplinką, atitikti higienos ir darbo saugos reikalavimus. Tinkamas grindų paviršiaus apdorojimo priemonių derinys užtikrina patogią ir saugią darbinę aplinką.

Tyrimo problema – kokie galimi tekstilės gamyklos projektiniai sprendiniai, kurie atitinka ekonominius, ekologiškumo ir eksploatacijos patikimumo kriterijus, parenkant racionalų grindų dangos sprendimą.

Tyrimo objektas - tekstilės gamyklos Savanorių pr., Kaune, grindų danga.

Tyrimo uždaviniai:

1. Atlikti grindų dangų sprendimų analizę ir įvertinimą;
2. Nustatyti grindų dangų tekstilės gamyklai optimalų sprendimą.

Siekiant nustatyti racionalų tekstilės gamyklos grindų dangos variantą, darbe analizuojami penki alternatyvūs grindų dangų sprendimai. Jų vertinimui naudojamas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas. Įvertinamas subjektyvus kriterijų reikšmingumas, taikant ekspertinius rangavimo ir porinio palyginimo metodus.

Tekstilės gamyklos grindų dangų sprendimų analizė

Tekstilės gamyklos gamybinių patalpų grindų pirmame aukšte laikanti konstrukcija – armuotas betono C20/25 sluoksnis ant sutankinto grunto. Gamybinėse patalpose laikanti grindų konstrukcija vienoda, todėl šiame darbe analizuojama tik grindų dangos alternatyvūs variantai. Nagrinėjami šie grindų dangos variantai: epoksidinė danga „Mapefloor SL“, cementinė dekoratyvinė danga „Ultratop“, poliuretancemento danga „Mapefloor CPU/MF“, poliuretaninė grindų danga „Mapefloor PU 430 SL“, akrilinė danga „Rescryn P 101“.

Epoksidinė danga „Mapefloor SL (1 variantas). Tai savaimė išsilyginanti epoksidinė danga. „Mapefloor SL“ gali būti naudojama kaip grindų danga visų rūšių pramoninėse patalpose, gamyklose ir sandėliuose (žr. 1 pav.). „Mapefloor SL“ danga paprastai yra įrengiama ant betoninių ir kitų cementinio pagrindo paviršių, taip pat ją galima naudoti ir ant metalinių paviršių.



1 pav. Epoksidinė danga „Maefloor SL“ [1]

„Maefloor SL“ yra trijų komponentų savaime išsilyginantis epoksidinis mišinys be tirpiklių. MAPEFLOOR SL sudėtyje yra užpildų, suteikiančių didelį atsparumą nusidėvėjimui ir chemikalams, nepralaidumą vandeniui ir užtikrinančių padengimo tolygumą.

Cementinė dekoratyvinė danga „Ultratop“ (2 variantas). Tai savaime išsilyginantis, cementinio pagrindo bei greitai stingstantis skiedinys, kuris yra labai atsparus dilimui. Ši dekoratyvinė danga puikiai tinka pramoniniuose bei gyvenamuosiuose pastatuose kaip galutinė grindų danga (žr. 2 pav.). Šios dangos dengiamasis storis nuo 5mm iki 40 mm, išlyginamasis sluoksnis naudojamas ant betoninių ir keramikinių pagrindų. Ši grindų danga pasižymi dideliu atsparumu dilimui ir mechaniniams poveikiams, puikiai tinka kaip galutinė grindų danga. Tinkama biurams, prekybos centrams, logistikos centrams, kur yra veikama intensyvaus transporto priemonių su guminiais ratukais poveikiui. Dėl plačių panaudojimo galimybių gali būti pritaikyta daugelyje pastatų, norint įrengti ar dekoruoti patalpas.



2 pav. Cementinė dekoratyvinė danga „Ultratop“ [2]

Savaime išsilyginantis skiedinys pagamintas iš miltelių su įvairiais priedais, rišikliais, kurie padeda grindų dangai greitai sudžiūti ir greitai sukietėti, taip pat šis skiedinys yra pagamintas iš kvarcinio smėlio, dervų ir įvairių priedų, sukurtų laboratorijose, kurie padeda išlaikyti geras eksploatacines savybes. Sumaišius su vandeniu šį skiedinį galima lengvai pilti mechaniniu ar rankiniu būdu, išpylus skiedinį jis savaime išsilygina. Skiedinio kietėjimas trunka tik kelias valandas jis puikiai sukimba su pagrindu ir tampa atsparus dilimui, lenkimui ir atspariu gniuždyniui.

Poliuretancemento danga „Maefloor CPU/MF“ (3 variantas) yra trijų komponentų poliuretano-cemento mišinys skirtas įrengti pramoninių grindų apsauginį sluoksnį patalpose, kur vyksta vidutinis ir

intensyvus eismas, naudojamos stiprios cheminės medžiagos, vyksta sausi ir šlapi gamybos procesai (žr. 3 pav.).



3 pav. Poliuretancemento danga „Mapecfloor CPU/MF“ [1]

Mapecfloor CPU/MF yra trijų komponentų mišinys iš cemento, parinktos frakcijos užpildo ir poliuretano dervos, pagamintas pagal MAPEI tyrimų laboratorijoje sukurtą receptūrą. Mapecfloor CPU/MF atitinka maisto pramonės sektoriui taikomų EN standartų reikalavimus, o taip pat dekretą dėl vartotojų prekių, kuriuo perkeliama Europos Sąjungos direktyvos dėl medžiagų kontakto su maisto produktais. Mapecfloor CPU/MF naudojamas įrengti 3–6 mm storio besiūles, lygias arba neslidžias (Mapecfloor System CPU/DP) grindų dangas, kurios yra labai atsparios cheminėms medžiagoms, tokioms kaip rūgštys, šarmai, alyva, riebalai, druskų tirpalai, angliavandeniliai ir kt. 6 mm storio Mapecfloor CPU/MF sluoksnis yra atsparus temperatūros svyravimams iki $+70^{\circ}\text{C}$, kai grindys valomos karštu vandeniu. Temperatūra patalpoje, kurioje įrengta bent 3 mm storio Mapecfloor CPU/MF grindų danga, gali svyruoti nuo -20°C iki $+70^{\circ}\text{C}$. Dėl ypač didelio mechaninio stiprumo ir atsparumo dilimui Mapecfloor CPU/MF tinka grindims, ant kurių vyksta vidutinis ar intensyvus eismas, priklausomai nuo dangos storio. Grindis su Mapecfloor CPU/MF lengva valyti.

Poliretaninė grindų danga „Mapecfloor PU 430 SL“ (4 variantas). Mapecfloor PU 430 SL yra dviejų komponentų elastinga, poliuretaninė danga, kuri savaime išsilygina, skirta naudoti grindims, kur reikalingas vidutinis/aukštas atsparumas nusidėvėjimui. Mapecfloor PU 430 SL dažniausiai naudojama gamybos pramonės, apdirbimo pramonės, sandėlių, rampų ir pan. grindų paviršiams padengti ir apsaugoti. Mapecfloor PU 430 SL tinka ir ant bituminių pagrindų. (žr. 4 pav.).



4 pav. Poliuretaninė grindų danga „Mapecfloor PU 430 SL“ [3]

Mapectfloor PU 430 SL yra dvikomponentė lanksti poliuretano danga be tirpiklių, skirta vidutiniškai ir stipriai dėvimiems paviršiams. Labai atspari smūgiams ir cheminėms medžiagoms. Mapectfloor PU 430 SL neatspari UV spinduliams ir gali pagelsti nuo saulės šviesos. Kitoms savybėms šviesa neturi neigiamo poveikio. Ši danga išskiria mažai lakių organinių junginių ir priskiriama M1 emisijos klasei.

Akrilinė danga „Rescryn P 101“ (5 variantas). Tai dviejų komponentų paruoštas naudoti akrilinis (MMA) gruntas. RESCRYN P 101 gali būti naudojamas kaip bendros paskirties gruntas MMA dangoms, naudojamoms sandėliuose, pramonėje, gamybos vietose ar panašiose srityse. Naudojamas ant betono ir kitų cemento pagrindo paviršių. Pagerina akrilinio pagrindo (MMA) produktų sukibimą. Išeiga: naudojant kaip gruntą: 0,3-0,5 kg/m² vienam sluoksniui, priklausomai nuo pagrindo įgeriamumo savybių. Akrilinių dangų išskirtinė savybė – labai greita eksploatacijos pradžia. Jau po valandos joms galima pilna apkrova. Minusai – labai stiprus kvapas įrengimo metu. Labai svarbus dalykas įrengiant viršutinę grindų sluoksnį, nepažeisti esamo sluoksnio, o neretai, spaudžiant terminams, reikia skubėti įrenginėti, ko pasekoje gali nukentėti darbų atlikimo kokybė. Tokiu variantu puikus sprendimas yra akrilinis, greitai kietėjantis grindų sluoksnis, jis sukietėja vos per kelias valandas. Šiam paviršiui pasižeidus, atsiradus įvairiems įbrėžimams, galima nesunkiai juos pašalinti šlifuojant ir taip prailginti grindų eksploatacines savybes. (žr. 5 pav.).



5 pav. Akrilinė danga „Rescryn P 101“. [4]

Tekstilės gamyklos grindų dangų sprendimų vertinimas

Daugiakriteriniai, vienkriteriniai, ekonominio efektyvumo įvertinimo metodai dažniausiai naudojami statybos inžinerinių sprendimų vertinimui. Naudojant vienkriterinius samatinių ekonominių skaičiavimų metodus yra vertinami konstrukciniai sprendiniai, t.y. pagal atskirus kriterijus yra lyginami sprendiniai. Tačiau dažnai pasitaiko, jog konstrukcinis sprendimas yra vertinamas iš kelių arba keliolikos vertinimo aspektų. Tad norint nustatyti racionalų sprendimą, pilnai atitinkantį visus reikalavimus, yra sunku naudojantis vienkriteriais vertinimo metodais, geriau nustatyti tinkamą daugiakriteris vertinimo metodą. Šis metodas leidžia geriau įvertinti inžinerinius sprendimus, kadangi galime pasirinkti kriterijaus reikšmingumą kriterijų sistemoje. Šiame darbe yra pasirinktas daugiakriteris naudingumo vertės metodas geriausiai dangai nustatyti, o kriterijų reikšmingumui nustatyti naudojamosi eksperimentiniais metodais. Vertinimo kriterijų sistemos parinkimas ir jų reikšmių skaičiavimas. Gamybiniais pastatams skirti grindų sprendimai turi būti saugūs darbuotojams dirbti taip pat sunkiems mechanizmams eksploatuoti bei judėti gamybinėse patalpose. Grindų paviršius turi turėti tokias geras technines savybes kaip: gniuždymo stipris, pralaidumas vandeniui, atsparumas nusidėvėjimui, atsparumas smūgiams bei kaina. Sprendimų ir galimybių yra įvairių, tačiau renkantis visada rekomenduojama pirmiausia atsižvelgti į darbuotojų saugumą, jų poreikius ir tik po to remtis ekonominiais, eksploataciniais ar kitais kriterijais.

Grindų dangų sprendimų vertinimui sudaryta tokia vertinimo kriterijų sistema :

Atplėšimas (K1), N/mm², kuri parodo dangos atsparumą plėšimui, kai jėga veikia 1mm² dangos ploto. Jos skaitinės reikšmės priimtos remiantis tiekėjų pateikiama deklaracija [1].

Gniuždymo stipris (K2), N/mm², kuri parodo dangos atsparumą gniuždymui po visiško medžiagos suketėjimo, priimta -28d, kai jėga veikia 1mm² dangos ploto. Jos skaitinės reikšmės priimtos remiantis tiekėjų pateikiama deklaracija [1].

Pralaidumas vandeniui (K3), kg/m²*h^{0,5}, kuri parodo vandens pralaidumą per 1m² dangos. Jos skaitinės reikšmės priimtos remiantis tiekėjų deklaracija [1].

Atsparumas nusidėvėjimui (K4), mg, kuri parodo dangos atsparumą dėvėjimo apkrovai. Jos skaitinės reikšmės priimtos remiantis tiekėjų pateikiama deklaracija [1].

Atsparumas smūgiams (K5), Nm, kuri parodo dangos atsparumą smūgiams. Jos skaitinės reikšmės priimtos remiantis tiekėjų pateikiama deklaracija [1].

Medžiagų kaina (K6), Eur/kg, kuri parodo 1kg dangos pakuotės kainą. Jos skaitinės reikšmės priimtos remiantis tiekėjų informacija [5].

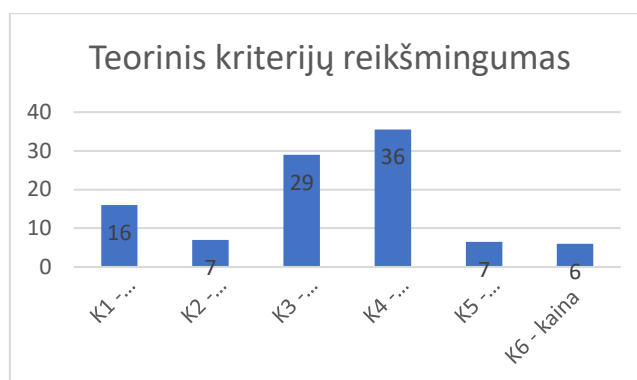
Tyrimo metu nustatytos kriterijų skaitinės reikšmės pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė

Vertinimo kriterijų skaitinės reikšmės

Kriterijai	Atplėšimo bandymas N/mm ² (K1)	Gniuždymo stipris (po 28 d.) N/mm ² (K2)	Pralaidumas vandeniui kg/m ² *h ^{0,5} (K3)	Atsparumas nusidėvėjimui, mg (K4)	Atsparumas smūgiams, Nm (K5)	Kaina, eu/kg (K6)
Variantai						
„Mapefloor SL“ (A1)	>4,7	67	<0,01	<250	>4	9,71
„Ultratop“ (A2)	12	25	<0,01	500	>4	2,95
„Mapefloor CPU/MF“ (A3)	15	50	0,021	685	10	4,8
„Mapefloor PU 430 SL“ (A4)	>4,1	25	0,03	250	>4	4,8
„Rescyl P 101“ (A5)	>2	25	<0,1	<3000	>4	7,5

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą. Šis metodas leidžia nustatyti vertinimo kriterijų reikšmingumą teoriškai, remiantis matematiniais skaičiavimais ir naudojant kriterijų reikšmingumo skaitines reikšmes. Grafiniai kriterijų reikšmingumo duomenys pateikti 6 pav.

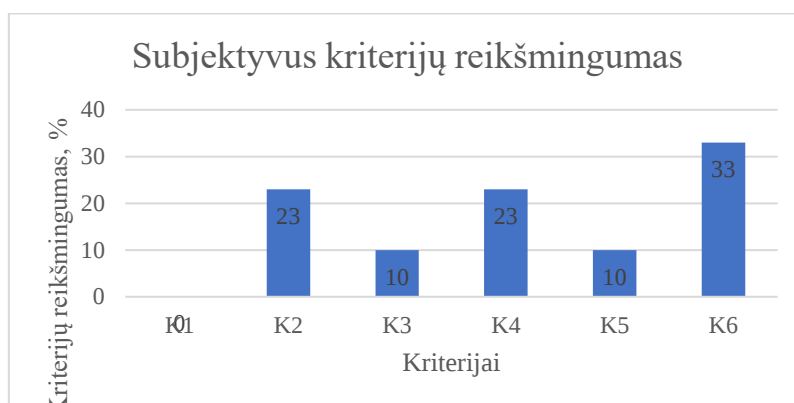


6 pav. Teorinis kriterijų reikšmingumas

Skaičiavimo rezultatai parodė, kad didžiausią teorinį reikšmingumą turi atsparumo nusidėvėjimui kriterijus (K4), kurio teorinis reikšmingumas – 36%, antras pagal svarbumą kriterijus – pralaidumas vandeniui (K3), kurio teorinis reikšmingumas – 29%, taip pat svarbus kriterijus – atplėšimo bandymas (K1), kurio teorinis reikšmingumas – 16%. Šiuo atveju gniuždymo stipris (K2), atsparumas smūgiams (K5) ir kaina (K6) yra mažai reikšmingi kriterijai.

Vertinimo kriterijų reikšmingumo nustatymas taikant *ekspertinį porinio palyginimo metodą*. Atsižvelgiant į subjektyvią suinteresuotų grupių nuomonę ekspertinis porinio palyginimo metodas leidžia nustatyti kriterijų reikšmingumą. Subjektyvios nuomonės kriterijų prioritetų eilutei sudaryti naudotas *organoleptinis* metodas (eilutė sudaryta, remiantis tyrėjo jausmų prizme). Sudaryta tokia kriterijų prioritetų eilutė: K6>K4=K2>K5=K3>K1. Pagal sudarytą eilutę kriterijai lyginami poromis, mažiausiai svarbiam

kriterijui skiriama 0 balų, atitinkamai svarbesniam kriterijui skiriami 2 balai. Jei kriterijai svarbūs vienodai, jiems skiriama po vieną balą. Grafiškai pavaizduoti rezultatai pateikti 7 pav.



7 pav. Subjektyvus kriterijų reikšmingumas

Skaičiavimo rezultatai parodė, kad didžiausią subjektyvų reikšmingumą turi grindų dangos kaina (K6) – 33%, taip pat pakankamai svarbūs kriterijai, turintys vienodą reikšmingumą (23%) – gniuždymo stipris (K2) ir atsparumas nusidėvėjimui (K4). Likusių kriterijų – pralaidumas vandeniui (K3) ir atsparumas smūgiams (K5) svarba mažiau reikšmingesnė - 10%.

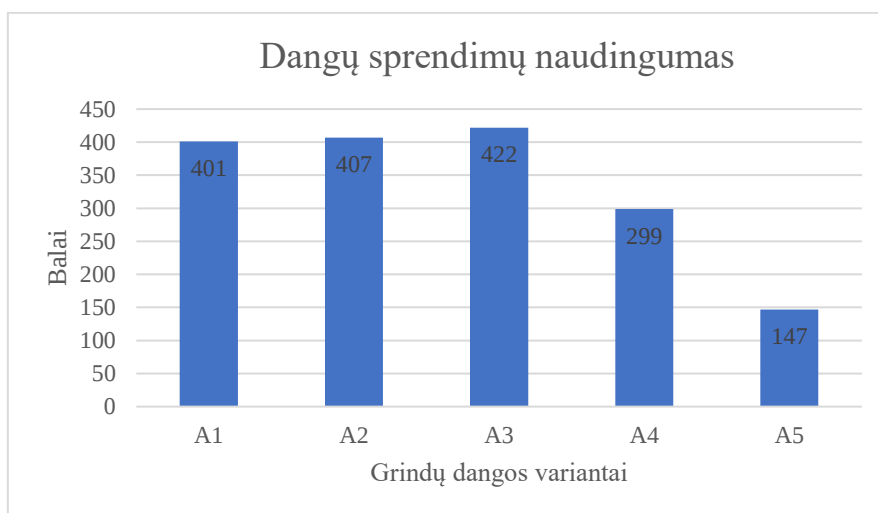
Racionalaus tekstilės gamyklos grindų dangos sprendimo nustatymas, taikant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą. Taikant šį metodą racionalus inžinerinis sprendimas nustatomas, tokia seka:

1. Remiantis pateiktais duomenimis sudaroma pradinė duomenų matrica, nustatomas kriterijų optimalumas ir surandama geriausia reikšmė.

2. Atliekamas pradinė duomenų matricos.

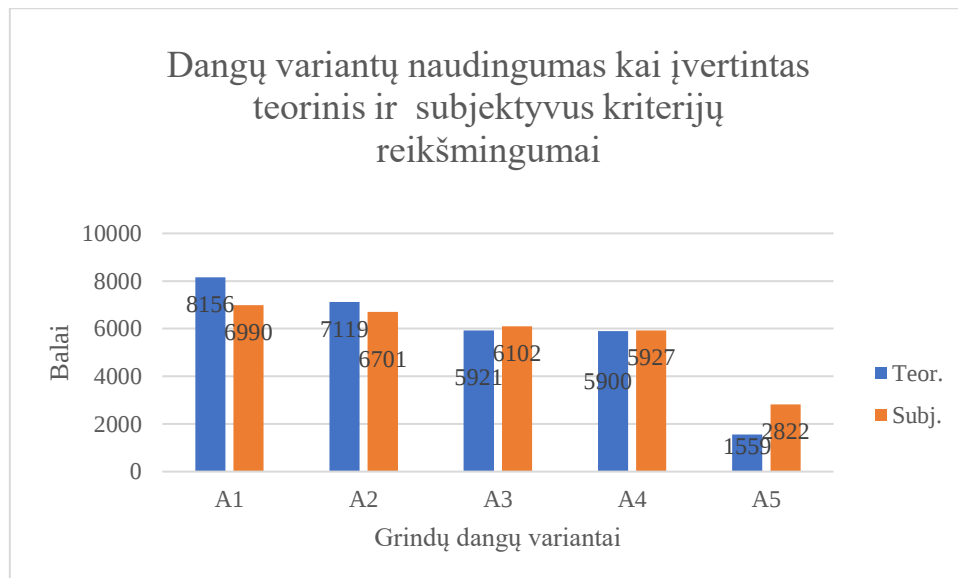
3. Pasirenkama vertinimo skalė [0;100] ir didžiausiai normalizuotos matricos kriterijaus reikšmei priskiriama maksimali vertinimo skalės reikšmė, pvz.: 1→100. Kitos normalizuotos kriterijų reikšmės apskaičiuojamos pagal proporciją. Gauti rezultatai surašomi į kriterijų naudingumo matricą. Sumuojami kiekvieno kriterijaus surinkti balai, ir užrašoma inžinerinių sprendimų prioritetų eilutė. Geriausias inžinerinis sprendimas yra tas, kurio kriterijai naudingiausi, t.y. surenka didžiausią balų sumą. Remiantis skaičiavimo rezultatais, sudaroma grindų dangų sprendimų prioritetų eilutė ir rezultatai pateikiami grafiškai (žr. 8 pav.):

$A3 > A2 > A1 > A4 > A5$



8 pav. Gamyklos grindų dangų sprendimų naudingumas, kai neįvertintas kriterijų reikšmingumas.

4. Apskaičiuojamos kriterijų vertės balais, įvertinant teorinį ir subjektyvų kriterijų reikšmingumus. Tam tikslui kiekviena kriterijaus naudingumo reikšmė dauginama iš kriterijaus reikšmingumo. Sudaromos naujos matricos. Sudaromos dangų variantų prioritetų eilutės ir rezultatai pavaizduojami grafiškai (žr. 9 pav.).



9 pav. Grindų dangų variantų naudingumas kai įvertintas teorinis ir subjektyvus kriterijų reikšmingumai

Išvados

1. Atlikus daugiakriterinį tekstilės grindų gamyklos gamybinių patalpų grindų dangų sprendimų vertinimą nustatyta, kad kai neįvertinamas kriterijų reikšmingumas, racionalus dangos sprendimas - poliuretancemento danga „Mapefloor CPU/MF“ (A3) dėl savo techninių parametų. Kai įvertinamas teorinis kriterijų reikšmingumas, kur svarbiausias kriterijus – atsparumas nusidėvėjimui (K4), geriausias dangos sprendimas - epoksidinė danga „Mapefloor SL“ (A1). Kai vertinamas subjektyvaus kriterijaus reikšmingumas, kur svarbiausias pralaidumas vandeniui (K3), geriausias dangos sprendimas - taip pat epoksidinė danga „Mapefloor SL“ (A1).

2. Epoksidinės dangos kaina yra didžiausia, todėl siūlomas grindų dangos sprendimas tekstilės gamyklai - cementinė dekoratyvinė danga „Ultratop“ (A2).

Literatūra

1. Epoksidinės dangos [žiūrėta 2021-04-15] Prieiga per internetą: <http://velvemst.lt/mapei/epoksidines-dervos-ir-kitos-pramonines-grindys/poliuretanines-dangos/mapefloor-pu-430-sl>
2. Epoksidinės dangos [žiūrėta 2021-04-15] Prieiga per internetą: <http://velvemst.lt/mapei/epoksidines-dervos-ir-kitos-pramonines-grindys/epoksidines-dangos/mapecoat-universal-1?isMobile=1>
3. Epoksidinės dangos [žiūrėta 2021-04-15] Prieiga per internetą: https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/84229/Mapefloor-Parking-System-es-low.pdf
4. Epoksidinės dangos [žiūrėta 2021-04-15] Prieiga per internetą: https://velvemst.lt/uploads/PRAMONINIU_DANGU_SISTEMOS_MAISTO_PRAMONEI.pdf
5. Medžiagos[žiūrėta 2021-04-15] Prieiga per internetą: <https://www.kecas.lt/>

ANALYSIS FOR SELECTION OF FLOOR COVERINGS FOR TEXTILE FACTORY

Summary

Research problem - how to choose a rational floor covering for a future textile factory. In order to determine a rational floor covering option for textile factory, five alternative floor covering solutions are analyzed. To evaluate floor covering multicriteria utility value method is used. The subjective significance of criteria is evaluated by using expert ranking and pairwise comparison methods. After the assessment of theoretical and subjective significance of criteria, we chose epoxy coating „Mapefloor SL“ (A1) as the best solution for textile factory flooring, however, the cost of this coating is the highest, which is why the floor covering solution for the textile factory is - **cement decorative coating „Ultratop“ (A2).**

ATSINAUJINANČIŲ VIETINIŲ MEDŽIAGŲ PANAUDOJIMO STATYBOJE APŽVALGA

Dainius Ramukevičius, Mangirdas Kasperavičius

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Rinkoje daug statybinių medžiagų, kurioms pagaminti reikalingos nemažos energijos sąnaudos. Pastaraisiais dešimtmečiais ieškoma alternatyvių statybos produktų, kurių gamybai ir panaudojimui būtų gerokai mažiau sunaudojama energijos. Kita labai aktuali mūsų šimtmečio gamtosauginė problema – tai dideli kiekiai atliekų susidarymo. Įvairių šalių mokslininkai atlieka tyrimus, kaip kai kurias atliekas būtų galima panaudoti antrą kartą kaip žaliavas gaminant produktus.

Straipsnyje apžvelgiama šiaudų, kanapių pluošto, spalų, kaip antrinių žaliavų panaudojimo galimybės statybinių medžiagų gamyboje, jų atitiktis esminiams statinio reikalavimams. Remiantis atliktos apžvalgos rezultatais galima teigti, kad šiaudai, kaip šilumą izoliuojanti medžiaga, kanapių pluoštas, spalai, kaip užpildas betonams gaminti gali būti naudojami statybinių medžiagų gamyboje, nes neprieštarauja esminiams statinio reikalavimams.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: Atsinaujinančios medžiagos, antrinės žaliavos, statybinės medžiagos.

Išvadas

Pasaulyje įvairiems poreikiams energijos sunaudojama vis daugiau. Europoje iš sunaudojamos energijos apie 40 proc. sunaudoja pastatų sektorius. Trečdalį šio kiekio sunaudoja komercinės, pramoninės bei visuomeninės paskirties pastatai, kitą dalį – gyvenamieji pastatai.

Per praėjusį amžių sunaudota tiek neatsinaujinančių energijos išteklių, kiek per šimtmečius nuo žmonijos gyvavimo pradžios. Sudeginus naftą, akmens anglis ar kitą iškastinį kurą, juose sukaupti anglies ir kiti junginiai virsta šiltnamio dujomis. Svarbiausios šiltnamio efektą sukeliančios dujos – tai anglies dvideginis (CO₂). Šių dujų koncentracija atmosferoje per pastarąjį šimtmetį padidėjo 25 proc. Daug jų susidaro statybos pramonėje (naudojamos imlios energijai technologijos).

Europos Vadovų Taryba praeitais metais patvirtino naują tikslą išmetamųjų teršalų kiekio mažinimo srityje. Tikslu siekiama iki 2030 metų šiltnamio dujų efektą, ES valstybėse sumažinti ne mažiau kaip 55 proc., lyginant su 1990 metais. Taip pat paskelbtuose nutarimuose siekiama, kad iki 2050 metų Europoje į aplinką būtų išmetama ne daugiau CO₂ nei absorbuojama.

Statybų sektorius neišvengiamai turės tapti tvaresniu. Šiltnamio dujų efektą galima sumažinti tinkamai apšiltinant pastatus, statyboje naudojant tvarias medžiagas, kurių gamybai reikia mažai energijos. Be to mažinti energijos ir kuro suvartojimą verčia kainų kilimas.

Mažinant išmetamųjų teršalų kiekį atmosferoje labai svarbiu yra žiedinės ekonomikos diegimas, kai perdirbant žaliavas gaunami šalutiniai produktai ir jie panaudojami dar kartą. Šalutiniu produktu įvardijamos medžiagos, gaunamos gamybos proceso metu, kurio pirminis tikslas nėra šios medžiagos gamyba.

Pramonės produkcijos gamyboje, žemės ūkyje gaunami šalutiniai produktai, *galėtų būti panaudoti* statybinių medžiagų gamybai. Prie tokių medžiagų galima priskirti pluoštinių kanapių perdirbimo atliekas, grūdinių kultūrų auginimo šalutinius produktus – šiaudus.

Neseniai Lietuvoje buvolegalizuotos pluoštinės kanapės. Nedaugelis lietuvių žino, kad pluoštinės kanapės leidžiama auginti. Pluoštinės kanapės nėra narkotine medžiaga. Augaluose esantis terahidrokanabinolio (THC) kiekis neviršija 0,2 proc. Pasaulyje pluoštinė kanapė vertinama kaip itin naudinga, ekologiška statybinė žaliava pastatų statyboje. Žaliavos gavimui užtenka pirminio kanapių perdirbimo – atskirti spalius nuo pluošto ir susmulkinti. Spaliai gali būti naudojami kaip užpildas įvairių dydžių betono blokelių gamybai, iš pluošto gali būti pagaminta apšiltinimo vata (de Bruijn ir kt., 2009).

Pastaraisiais dešimtmečiais populiarėjant statybai su mažomis energijos sąnaudomis, gana plačiai naudojami šiaudai, gaunami kaip šalutinis produktas auginant grūdines kultūras. Pastatų statyba naudojant šiaudus priskiriama ekologinei. Šiaudai pastatams naudojami stogų dangai, sienoms, dažniausiai naudojami kaip šilumą izoliuojanti medžiaga (Milutienė, 2008). Per pastaruosius metus atlikta nemažai mokslinių tyrimų, ta tema publikuojami straipsniai (Vėjelienė ir kt., 2010; Vėjelis ir kt., 2011), atsirado daugiau šiaudų naudojimo praktinės patirties, žmonės propaguojantys gyventi sveikesnėje aplinkoje vis dažniau pastato konstrukcijoms renkasi aplinkai nepavojingas medžiagas. Tačiau statybos produktų kokybė prieš juos pateikiant į rinką, privalo būti patikrinta, turi atitikti jiems keliamus reikalavimus. Produkto kokybės užtikrinimas glaudžiai susijęs su esminiais statinių reikalavimais. Jų pagrindu sukurti reikalavimai, kurie apibrėžia ir užtikrina statybinių medžiagų kokybę.

Straipsnio tikslas – apžvelgti vietinių medžiagų gaunamų kaip šalutiniai produktai panaudojimo galimybes statybinėms medžiagoms gaminti.

Esminiai reikalavimai statybos produktams

Statybos produktas – tai produktas arba komplektas, kuris gaminamas ir tiekiamas į rinką, kad būtų nuolat įmontuotas į statinį arba jo dalis, kurio eksploatacinės savybės daro poveikį statinio eksploatacinėms savybėms. *Statybos produktų kokybės užtikrinimas glaudžiai siejasi su esminiais statinių reikalavimais.* Statybos produktams esminės charakteristikos nustatomos darniosiose techninėse specifikacijose atsižvelgiant į esminius statinio reikalavimus.

Europos parlamento ir tarybos reglamente (ES) Nr. 305/2011 yra išdėstyti esminiai reikalavimai keliami statiniams. Reglamente teigiama, kad statiniai ir atskiros jo dalys, joms naudojamos medžiagos turi tenkinti mechaninio atsparumo ir pastovumo; gaisrinės saugos; higienos, sveikatos ir aplinkos apsaugos; saugos ir galimybės patekti į statinį naudojimo metu; apsaugos nuo triukšmo; energijos taupymo ir šilumos išsaugojimo; tvaraus išteklių naudojimo reikalavimus. Esminiai statinio reikalavimai privalomi visiems statiniams be išimties, nepriklausomai nuo jų paskirties.

Atsinaujinančios vietinės medžiagos

Statybinėms medžiagoms gaminti gali būti panaudoti gamyboje gaunami šalutiniai produktai medienos trupiniai, drožlės, pjuvenos, šiaudai, linai, spaliai, pluoštinių kanapių spaliai su pluošto likučiais, smulkinti kanapių stiebai ir kitos augalinės kilmės nemaistinės žaliavos. Platesnei atsinaujinančių vietinių medžiagų panaudojimo statybose analizei pasirinkta šiaudai ir pluoštinių kanapių perdirbimo šalutiniai produktai. Jų panaudojimo galimybės apžvelgtos pagal nustatytus esminius statinių reikalavimus.

Vertinant šiaudų, pluoštinių kanapių panaudojimą pastatų konstrukcijoms „Mechaninis atsparumas ir pastovumas“ esminio reikalavimo požiūriu svarbios yra medžiagų mechaninės savybės, ypač stiprumas.

Pasaulyje šiaudai pastatuose dažniausiai naudojami išorinių sienų, stogų konstrukcijose bekarkasinėje, karkasinėje ir skydinių pastatų statyboje. Pagal studijuotą literatūrą, bekarkasiniai pastatai iš presuotų šiaudų gali būti tik vienaukščiai. Jiems naudojami pakankamai didelio tankio šiaudų ryšuliai.

Šiaudai nėra įtraukti į statybos techninio reglamento „Mechaninis atsparumas ir pastovumas“ sąrašą, kuriame išvardyti statybos produktai, kurie gali būti tiekiami į rinką ir kurių charakteristikos užtikrina, kad produktus įkonstravus į statinį, visas statinys ar jo atskiros dalys tenkins esminį reikalavimą. Tačiau Lietuvoje yra patvirtintas nacionalinis techninis įvertinimas NTĮ-01-061:2013 „Mediniai rėminiai išorės skydai su termoizoliaciniu šiaudų užpildu“, kuriame nurodoma, kad šiaudai naudojami kaip šilumą izoliuojanti medžiaga. Šiaudai, kaip statybinė medžiaga, tinkamesnė naudoti karkasinių ir skydinių pastatų statybai, kada apkrovas išlaiko medienos ar kitokių medžiagų karkasas, o šiaudų paskirtis izoliuoti šilumą.

Pluoštinių kanapių perdirbimo produktai gali būti naudojami kaip užpildas gaminant konstrukcinius, šilumą izoliuojančius betonus. Mokslininkų atliktais tyrimais nustatyta, kad pluoštinių kanapių betonų gniuždymo stipris nėra didelis 0,02-1,22 MPa. Kanapių betonai gali būti naudojami kaip šilumą izoliuojanti medžiaga karkasiniuose, skydiniuose pastatuose, grindų, sienų, stogo konstrukcijose (Gurskis ir kt.).

Vertinant šiaudų, kanapių betono panaudojimą pastatų konstrukcijoms „Gaisrinė sauga“ esminio reikalavimo požiūriu, moksliniais tyrimais nustatyta, kad tinkuota šiaudų siena atlaiko dviejų valandų trukmės gaisro bandymą (tai atitiktų atsparumą ugniai R120), netinkuota – apie 30 min (R30). Vokietijos mokslininkai nustatė, kad presuotų šiaudų degimas po 16-17 s užgęsta, dėl juose esančios mažos deguonies koncentracijos. Moksliniais tyrimais nustatyta, kad priklausomai nuo kanapių betono sudėties, jis priskiriamas B klasės degumo grupės medžiagoms (sunkiai degios medžiagos).

Vertinant šiaudus esminio reikalavimo „Higiena, sveikata ir aplinkos apsauga“ požiūriu didžiausias dėmesys skiriamas puvinį sukeliantiems mikroorganizmams. Atliktais moksliniais tyrimais nustatyta, kad šiaudų puvinio procesas vyksta tada, kai aplinkos drėgnis didesnis kaip 18-20 %. Šiaudines sienas geriausia tinkuoti molio tinku su priedais. Toks tinkas apsaugo šiaudus nuo tiesioginio drėgmės poveikio. Kanapių betonai, priešingai negu šiaudai, turi geras drėgmės buferines savybes, kurios užkerta kelią mikroorganizmų augimui. Be to kanapių pluoštas turi antimikrobinių savybių, todėl natūraliai mažina kenkėjų (Haik ir kt., 2021). Vertinant esminio reikalavimo požiūriu šiaudus, kanapių betoną, galima teigti, jog šių medžiagų sudėtyje nėra kenksmingų komponentų, keliančių pavojų sveikatai ir aplinkai.

„Naudojimo sauga“ esminio reikalavimo požiūriu pastatai, kurių konstrukcijose naudojami šiaudai, kanapių betonai nekelia jokių rizikos veiksnių.

Vertinant šiaudus esminio reikalavimo „Apsauga nuo triukšmo“ požiūriu, mokslininkų atliktais bandymais nustatyta, kad šiaudų sienos padengtos tinku vidutinis garso sugerties koeficientas yra 55 dB. Tai atitinka A garso klasę (ypač gero akustinio komforto sąlygų klasė). Dėl pluoštinės ir akytos struktūros, kanapių betonai taip pat gerai izoliuoja garsą. Jungtinės Karalystės mokslininkų nustatyta, kad kanapių betonu

užpildytos karkasinės sienos triukšmo lygis neviršija 57-58 dB. Tai rodo, kad kanapių betonai labai gerai izoliuoja garsą ir tokia sienos konstrukcija atitinka ypač gero akustinio komforto A garso klasę.

Šilumoms pastatams yra svarbus esminis reikalavimas „Energijos taupymas ir šilumos išsaugojimas“. Šilumą izoliuojančių gaminių energinis efektyvumas tiesiogiai priklauso nuo šilumos laidumo koeficiento λ ir medžiagos sluoksnio storio atitvaroje. Mokslininkų atliktais tyrimais nustatyta, kad 70-150 kg/m³ tankio presuotų šiaudų orasausės būklės šilumos laidumo koeficiento vertė yra 0,05-0,07 W/(m·K). Šilumos laidumo koeficiento reikšmės rodo, kad šiaudai yra efektyvi šilumą izoliuojanti medžiaga. Moksliniais tyrimais nustatyta, kad kanapių betono šilumos laidumo koeficientas, priklausomai nuo tankio yra 0,07-0,12 W/(m·K). Siekiant *mažinti šilumos nuostolius* per pastato sienas, būtinas storesnis kanapių betono sluoksnis.

Šiaudai, kanapių spalvai, pluoštas panaudoti kaip antrinės žaliavos statybinėms medžiagoms gaminti, labiausiai atitinka „Tvarus gamtos išteklių naudojimo“ esminį reikalavimą. Statybos produktams gaminti naudojamos aplinkai nežalingos, antrinės žaliavos. Šiaudų panaudojimas šilumos izoliacinėms medžiagoms gaminti yra paprastas, nereikalaujantis sudėtingų technologijų, o energijos sąnaudos gamybai pakankamai nedidelės. Kanapių betono gamyboje naudojamas pluoštas, kurio tonoje sukaupia apie 325 kg CO₂. Pluoštinių *kanapių augalai* daug greičiau absorbuoja CO₂ iš aplinkos nei medžiai.

IŠVADOS

1. Remiantis atliktos apžvalgos rezultatais galima teigti, kad šiaudai gali būti naudojami statybinių medžiagų gamyboje kaip šilumą izoliuojanti medžiaga. Pakankamai geros šiaudų šilumos izoliacinės savybės.
2. Kanapių perdirbimo šalutiniai produktai gali būti naudojami statybinių medžiagų gamyboje kaip užpildas termoizoliaciniams betonams gaminti.
3. Tvarus atsinaujinančių vietinių medžiagų, gaunamų kaip šalutiniai produktai, panaudojimas, pritaikant jas statybinių medžiagų gamyboje, leistų sumažinti energijos suvartojimą, o tuo pačiu ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekį.

Literatūra

1. de Bruijn, P.B.; Jeppsson, Knut-Hakan; Sandin, K.; Nilsson, C. 2009. Mechanical properties of lime-hemp concrete containing shives and fibres. Biosystems engineering, Vol.103 (4), p.474-479.
2. Gurskis, V.; Ramukevičius, D. 2018. Betono su pluoštinių kanapių užpildais savybių tyrimai. Inžinerinės ir edukacinės technologijos, Nr.1: 139-143.
3. Haik, R; Peled, A; Meir, I.A. 2021. Thermal performance of alternative binders lime hemp concrete (LHC) building: comparison with conventional building materials. Building research and information, Vol.49 (7), p.763-776.
4. Milutienė, E. 2008. Šiaudiniai namai. Vilnius: Atsinaujinančios energijos informacijos konsultacinis centras.
5. Vėjelienė, J.; Gailius, A.; Vėjelis, S. 2010. Šiaudų naudojimo galimybių termoizoliacinių medžiagų gamybai tyrimai. Statybinės konstrukcijos ir technologijos, 2(2): 66-70.
6. Vėjelis, S.; Vaitkus, S.; Balčiūnas, G. 2011. Kompozicinių termoizoliacinių medžiagų iš vietinių atsinaujinančių išteklių šilumos laidumo tyrimai. Aplinkos apsaugos inžinerija, 3(5): 83-88.

OVERVIEW OF RENEWABLE LOCAL MATERIALS USAGE IN CONSTRUCTION

Summary

Environmentally friendly construction is gaining popularity in the world. The alternative low-energy building materials are being developed as the environmental challenges of climate change arise. Residual products from the agricultural production, raw non-food materials, could be used as renewable materials for the production of construction materials. These residual products are straw and waste from the processing of hemp fiber. Straw insulates heat and sound well. Fiber hemp and its processing waste could be used as filler in the production of concrete for thermal insulation.

The possibilities of using renewable materials straw and fiber hemp processing waste in the production of construction materials, their compliance with the essential requirements of the building are analyzed in the article.

BIM DUOMENŲ SĄVEIKOS TYRIMAS

Raimondas Šadzevičius¹, Aurimas Subačius², Arūnas Aleksandras Navickas²

Kauno technikos kolegija¹, Kauno technologijos universitetas²

Anotacija

Pastatų informacinis modeliavimas atspindi vystymosi ir naudojimosi procesą naudojant sukurta modelį. Sukurtas modelis yra intelektualus ir parametrinis, skaitmeninis objekto vaizdavimas, iš kurio rodiniai ir duomenys tinka įvairiems vartotojams, kurie gali analizuoti informaciją būtiną priimant įvairius sprendimus. Duomenų konvertavimas tarp CAD/ BIM ir GIS sistemų sukelia didelius neatitikimus, kuriems reikia rankinio darbo, dėl duomenų ir informacijos keitimosi apribojimų. Šių sistemų palaikomi duomenų formatai, vartojama terminologija, sąvokų semantika, samprotavimo metodai labai skiriasi. Straipsnyje pateikiami specializuotų BIM duomenų šablonų techninio ir organizacinio suderinamumo tyrimų rezultatai. CAD 2D formato brėžinių objektų paverčiamui į 3D objektus naudotas kompiuterinių programų paketo „Revit“ vizualinio programavimo įskiepis „Dynamo“, skirtas 3D objektų automatizuotam projektavimui. Tyrimo metu išnagrinėjus „Dynamo“ paprogramės pagrindinius veikimo principus sukurti 3 skirtingos paskirties skriptai: inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno), kelio dangos sluoksnio (asfalto), taškinių objektų (medžių) automatinis pavertimas 3D modeliu, kas leidžia sutrumpinti darbo sąnaudas 2D modelius konvertuojant į 3D modelius.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI. Statinio informacinis modeliavimas, sąveika, Dynamo

Įvadas

Problematica. Eilę metų dauguma Lietuvos savivaldybių ir kitų institucijų erdvinį duomenų netvarkė integraliai ir sistemingai, todėl taip sukaupti erdviniai duomenys yra neištiesiniai, pildomi ir atnaujinami lokaliomis, nedidelėmis teritorijomis. Savivaldybės ir institucijos naudoja įvairias erdvinį duomenų kaupimo ir tvarkymo technologijas (Valstybinės geodezijos ir kartografijos tarnybos..., 2000), skirtingas duomenų specifikacijas (Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro..., 2018), struktūras, duomenų modelius. Prieš atsirandant statinio informaciniam modeliavimui (BIM) buvo sprendžiama, kaip sumažinti projekto išlaidas ir atliekas, kol galiausiai surastas sprendimas – BIM dėka didinamas produktyvumas, efektyvumas, infrastruktūros vertė, kokybė ir tvarumas. Nuo 2021 metų sausio 1 dienos projektuojant administracinius pastatus nuo 5 milijonų Eur. vertės ir projektuojant pramoninius pastatus nuo 10 milijonų Eur. vertės privaloma naudoti BIM programas. Automatizuotas inžinerinių tinklų kūrimas ateityje pagreitins miestų inžinerinių tinklų suskaitmeninimą.

Norint paspartinti objektų skaitmeninimą, naudojamos vizualinio programavimo paprogramės Dynamo („Dynamo įskiepio“ pagrindų mokymai; Daria, Sh.; Philipp S., 2019; Jasukaitienė, J.; Gečys, R.; Vasylius, A., 2019), Rhyno (Rhyno kompiuterinė programa) ir kt., kurios automatizuotai sukuria 3D objektus daug greičiau nei kuriant neautomatizuotu būdu.

Šiuo metu turimą informaciją bandoma suskaitmeninti, vien tik BIM programų neužtenka ir tuomet reikalinga sąveika tarp skirtingos paskirties programų. Literatūroje (Shirowzhan et al., 2020) nurodoma, kad terminas „sąveika“ reiškia technologijos gebėjimą keistis informacija, bendrauti ir bendradarbiauti su kitomis sistemomis be esminių struktūros pakeitimų.

Aktualumas. Projekto gyvavimo ciklas tapo viena pagrindinių tiriamų sričių nagrinėjant duomenų mainus tarp BIM ir GIS (Kim, J. et al., 2009). BIM tikslas yra palaikyti statinio gyvavimo ciklą nuo projektavimo iki statybos, o GIS tikslas yra saugoti, analizuoti ir valdyti geografiškai nurodytus erdvinis duomenis miesto mastu. BIM ir GIS sąveika būna skirtingų lygių (D'Amico F. et al, 2020). Žemiausiame lygmenyje vartotojas gali prisijungti prie pagrindinio aplanko, atsisiųsti failus standartiniu formatu arba perkelti duomenų failus iš BIM ir GIS sistemų. Vartotojas turi galimybę atidaryti aplankus kitose programinėse įrangose. Pagrindinis trūkumas yra tai, kad vartotojas negali ieškoti paskirstytų duomenų bazių ar naudotis tomis bazėmis. Kitas lygmuo yra sintaksinė sąveika, ji susijusi su duomenų mainais tarp GIS ir BIM programinių sistemų naudojant tam tikrą duomenų formatą. Šis lygmuo suteikia vartotojui galimybę tiesiogiai pasiekti duomenis naudojant skirtingas programines įrangas. Prieiga prie duomenų ir konvertavimo/vertimo problemos tarp GIS ir BIM sukelia informacijos praradimą, mažiau išsamią ir nepatikimą informacijos perdavimą, neteisingą kartografavimą ir rankinį informacijos įvedimą (Altintas, Y. D.; Ilal, M. E., 2021).

Sąveikos tarp šių sistemų problemų pašalinimui buvo sukurtas geoerdvinės informacijos integravimo tarp BIM/ CAD sistemų metodas (El Meouche, R; Rezoug, M.; Hijazi, I., 2013). Šis metodas leidžia sąveikauti semantiniu lygmeniu, taip geoerdvinės informacijos modeliai yra suderinti semantika ir galima sąveika duomenų lygiu. Tačiau, dėl nenuoseklaus detalumo lygio tarp IFC ir „CityGMLdata“, dviejų skirtingų kalbų sintaksė gali būti, kad niekada nebus visiškai suderinta. Todėl aktualu surasti techninius būdus, kurie ir palengvintų įvairių skaitmeninių duomenų mainų sąveiką.

Tikslas – išanalizuoti 2D brėžinių objektų konvertavimo galimybes į 3D modelio objektus.

Uždaviniai:

1. naudojantis programine įranga atlikti praktinį 2D brėžinių objektų pavertimą 3D modelio objektais.
2. naudojantis daugiakriterinio vertinimo metodu įvertinti gautus automatinio 3D objektų sukūrimo skriptus palyginant su rankiniu 3D objektų kūrimo būdu.

Tyrimo objektas

Šiame darbe pateikiami inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno), kelio dangos sluoksnio (asfalto), taškinių objektų (medžių) automatinio pavertimo 3D modeliu tyrimo rezultatai.

Tyrimų metodika

Lietuvoje norima suskaitmeninti tiek inžinerinius tinklus, tiek statinius, tačiau šių objektų suskaitmeninimas neautomatizuotu būdu trunka ilgai. Šios problemos išsprendimui pasirinktas automatizuotas būdas, kurio principai nurodyti literatūroje (Yin, M, et al. 2020; Tang, F., et al., 2020; Nezamaldin, D., 2019).

CAD 2D formato brėžinių objektų perversimui į 3D objektus naudotas kompiuterinių programų paketo „Revit“ vizualinio programavimo įskiepis „Dynamo“, skirtas 3D objektų automatizuotam projektavimui.

„Dynamo“ privalumai: 1) darbo eigoje galimas prisijungimas naudojant skirtingą programinę įrangą, 2) galima prisijungti prie Revit API (taikomųjų programų sąsajų), 3) automatizuoti procesus, 4) keisti ar analizuoti pradinius duomenis, 5) greitai sukuriama keli variantai ir pasirinkamas tinkamiausias.

Naudojant „Dynamo“ sukurti 3 skriptai, kurių veikimo principai detalizuojami žemiau:

Inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno) skripto veikimo principas. Pirmoji skripto dalis sudaryta iš skripto mazgo langelių, kuriuose reikalinga įvesti tam tikrą informaciją, kaip pvz.: koks yra sluoksnio pavadinimas, kuriame yra nubraižyti 2D vamzdynai, kokiame aukštyje norima kurti vamzdyną, vamzdyno skersmens pasirinkimas ar objektų parinkimo funkcija, kuri reikalinga tam, kad būtų galima pasirinkti tik norimus paversti objektus, o ne visus brėžinyje esančius.

Sekanti dalis – CAD 2D formato brėžinyje esančių linijų nuskaitymas.

Likusios dvi dalys skirtos nustatyti – pirma dalis iš kurių elementų bus sukuriamas objektas (vamzdynai), o kita dalis nustato kokio tipo vamzdynas bus kuriamas.

Kelio dangos sluoksnio (asfalto) skripto veikimo principas. Pradžioje skriptui reikalinga nurodyti kokie objektai ieškomi programoje, nagrinėjamu atveju – visų tipų elementai. Surastiems elementams sekančiais skripto mazgo langeliais surandamos įvairių formų linijos, pasirenkamas asfalto tipas (ši parametrai būtina būti susikūrus iš anksto, nes kitu atveju bus siūlomos tik standartinės dangų konstrukcijos), nuskaitomas elemento aukštis. Visus šiuos duomenis jungia paskutinis mazgo langelis, kuris renka bendrą informaciją apie aukščius, dangos tipą ir kontūrus.

Taškinių objektų (medžių) skripto veikimo principas. Visų pirma, skriptas sudarytas iš elementų parinkimo, tai yra mazgo langelis su funkcija pasirinkti objektus, kurie bus verčiami 3D objektais. Tada reikalinga keletas mazgo langelių su tokiomis funkcijomis: nustatyti taškų vietas ir nustatyti taškų centrą. Taip pat reikalingas mazgo langelis su šeimynos pasirinkimo funkcija, kuri leis pasirinkti į kokią 3D objektą norima paversti pasirinktus taškus.

Linijinių, plotinių ir taškinių CAD objektų pavertimo 3D objektais daugiakriterinis vertinimas

Daugiakriterinis vertinimas atliktas pagal žemiau pateiktus kriterijus (K) trims skirtingoms paskirties (inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno), kelio dangos sluoksnio (asfalto) ir taškinių objektų (medžių) automatiniam sukūrimui skriptams. Atlikti teoriniai ir subjektyvūs (kaip atsižvelgiama į 15 žmonių nuomonę) kriterijų reikšmingumo skaičiavimai, inžinerinių sprendimų variantų naudingumo skaičiavimai ir apibendrintas sprendimų variantų naudingumas, kai įvertintas subjektyvus ir teorinis kriterijų reikšmingumas, pagal kurį sprendžiama, kuri iš alternatyvų yra naudingesnė.

Daugiakriterinį vertinimą sudaro tokios dalys:

- Vertinimo kriterijų sistemos sudarymas ir jų reikšmių skaičiavimas.
- Vertinimo kriterijų teorinio reikšmingumo nustatymas, taikant Entropijos metodą
- Vertinimo kriterijų subjektyvaus reikšmingumo nustatymas, taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą.
- Racionalaus inžinerinio sprendimo nustatymas, taikant daugiakriterinį naudingumo vertės metodą.

Vertinimo kriterijų sistemos sudarymas ir jų reikšmių skaičiavimas. Sudaroma vertinimo kriterijų sistema alternatyviems inžineriniams sprendimams vertinti. Vertinimui parinkti ne mažiau kaip 4 vertinimo kriterijai. Visi kriterijai detalizuoti. Apskaičiuojamos vertinimo kriterijų skaitinės reikšmės.

Pagrindinių procesų laikas (K1), Min – tai kriterijus, parodantis reikalingą laiką, norint sukurti objektą (laikas skaičiuojamas nuo objekto kūrimo pradžios iki pabaigos).

Naudotojo mokymų kaina (K2), EUR – tai kriterijus, parodantis reikalingus kaštus, kurių reikia norint išmokyti naudotis programomis „AutoCAD“, „Revit“ ir „Dynamo“. Duomenys paimti iš internetinių puslapių „AgaCad.lt“ ir „Mokymai.org“

Papildomų darbų laikas (K3), Min – tai kriterijus, parodantis laiką, reikalingą papildomų darbų atlikimui (įsikelti „AutoCAD“ brėžinius, susikurti skriptus).

Panaudojimo atvejų skaičius (K4) – tai sukurtos proceso panaudojimo atvejų skaičius išreikštas vienkartinio ar neriboto galimybių skaičiumi su tuo pačiu programiniu paketu.

Objektų skaitmeninimo greičio lygis (K5), balais – tai greičio lygis, konkretų dvimatį objektą paverčiant trimačiu objektu.

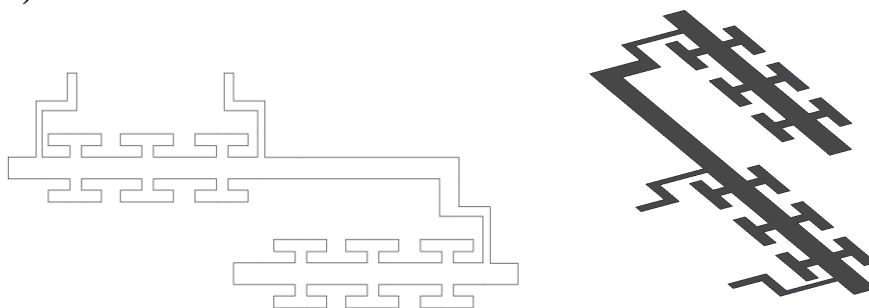
Nagrinėtos tokios alternatyvos:

Neautomatizuotas 3D objektų kūrimo metodas (A1) – tai Revit programoje rankiniu būdu iš 2D AutoCAD brėžinių kuriami 3D objektai.

Automatizuotas 3D objektų kūrimo metodas (A2) – tai Revit programoje sukuriama Dynamo paprogramės skriptai, kurie visą 3D objektų sukūrimą atlieka automatiškai per labai trumpą laiko tarpą

Tyrimų rezultatai

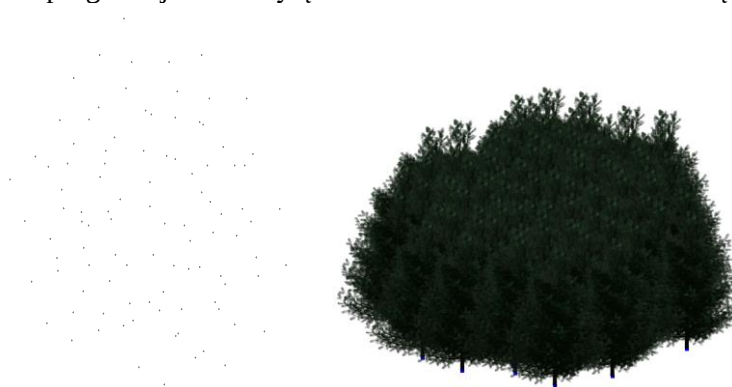
Naudojant „Dynamo“ sukurtus skriptus iliustruojami Kelio dangos sluoksnio (asfalto) 3D objekto sukūrimo rezultatai, pagal AutoCAD programoje nubraižytą 24 namų su individualiais privažiavimais kelių 2D brėžinį (1 pav.).



1 pav. 24 namų su individualiais privažiavimais 2D brėžinys ir pagal skriptą gautas 3D rezultatas

Šaltinis: sudaryta autorių

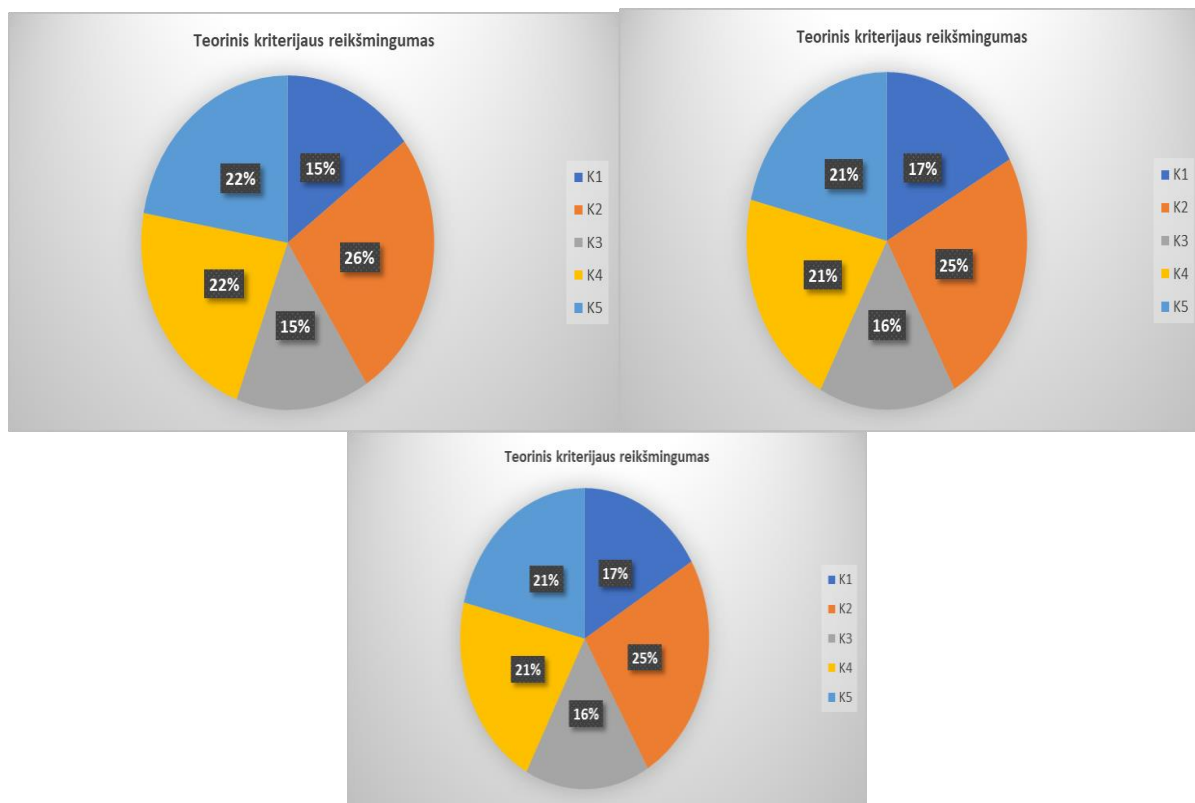
Naudojant „Dynamo“ sukurtus skriptus iliustruojami Taškinių objektų (medžių) 3D objekto sukūrimo rezultatai, pagal AutoCAD programoje nubraižytą 100 vnt. ne nuosekliai išsidėsčiusių medžių brėžinį (2 pav.).



2 pav. 100 vnt. medžių su skirtingai išsidėsčiusiomis vietomis 2D brėžinys ir pagal skriptą gautas 3D rezultatas

Šaltinis: sudaryta autorių

Daugiakriterinis vertinimas atliktas trimis skirtingos paskirties (inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno), kelio dangos sluoksnio (asfalto) ir taškinių objektų (medžių) 3D objektų automatiniams sukūrimo skriptams.

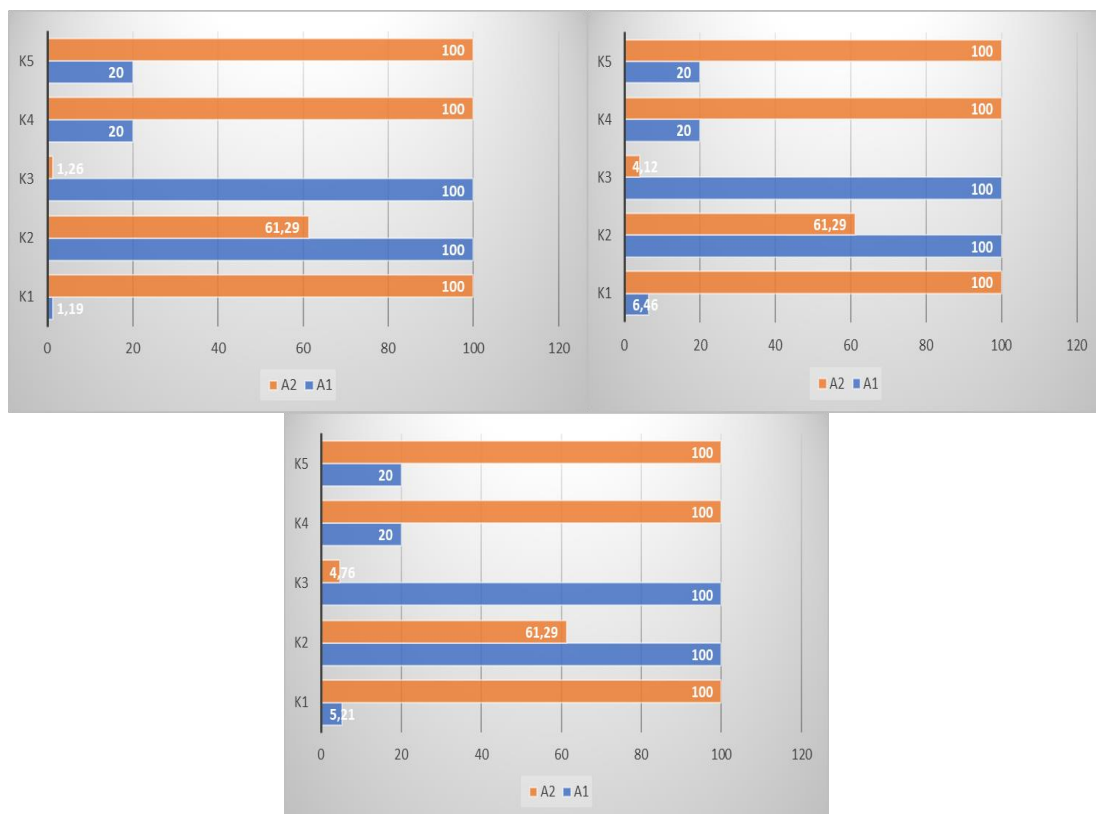


3 pav. Inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno), Kelio dangos sluoksnio (asfalto), Taškinių objektų (medžių) 3D objektų kūrimo skripto teorinis kriterijaus reikšmingumas

Šaltinis: sudaryta autorių

Analizuojant tyrimų rezultatus, pateiktus 3 paveiksle, nustatyta, kad atlikus Inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno) 3D objektų kūrimo skripto teorinio kriterijaus reikšmingumo skaičiavimus didžiausią procentinę reikšmę ir teorinį reikšmingumą turi naudotojo mokymų kaina ((K2)=26,29%), šiek tiek mažiau reikšmingi yra šie parametrai: panaudojimo atvejų skaičius (K4) ir objektų skaitmeninimo greičio lygis (K5) (abu po 22,16%), mažiausią procentinę reikšmę ir teorinį reikšmingumą turi papildomų darbų laikas ((K3) = 14,73%) ir pagrindinių procesų laikas ((K1) = 14,67%). 3 paveiksle pavaizduoti Kelio dangos sluoksnio (asfalto), Taškinių objektų (medžių) 3D objektų kūrimo teorinio kriterijaus reikšmingumo skaičiavimo rezultatai gauti panašūs į Inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno) 3D objektų kūrimo skripto.

Analizuojant tyrimų rezultatus, pateiktus 4 paveiksle, nustatyta, kad (A2) Automatizuotas 3D objektų kūrimo metodas (kai neįvertintas kriterijų reikšmingumas) naudingesnis pagal kriterijus (K5), (K4) ir (K1). Taip pat pastebėta, kad atlikus Inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno) 3D objektų kūrimo skripto inžinerinių sprendimų variantų naudingumo, kai neįvertintas kriterijų reikšmingumas, skaičiavimus, pagal kriterijus (K1) ir (K3) naudingumas gautas mažesnis negu Kelio dangos sluoksnio (asfalto), Taškinių objektų (medžių) 3D objektų kūrimo skriptų, t. y. kuriant 3D vamzdynus pagrindinių procesų ir papildomų darbų laikas ilgesnis negu sukuriant 3D kelio dangą ar medžius.



4 pav. Inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno), Kelio dangos sluoksnio (asfalto), Taškinių objektų (medžių) 3D objektų kūrimo inžinerinių sprendimų variantų naudingumas, kai neįvertintas kriterijų reikšmingumas

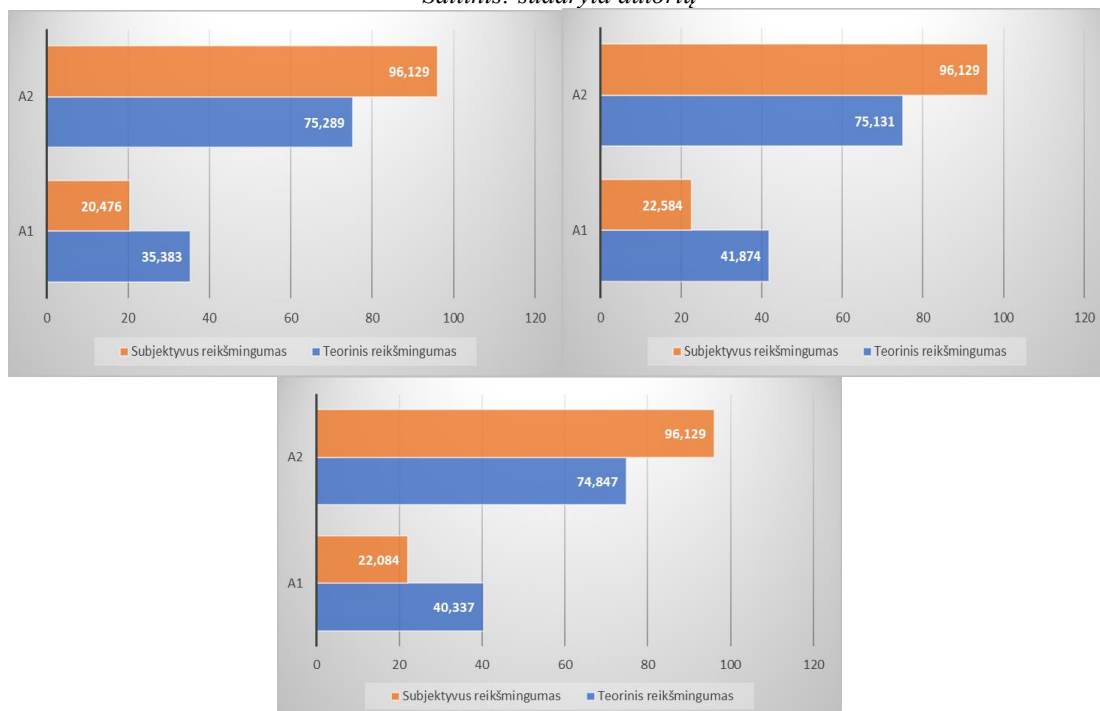
Pastabos:

(K1) Pagrindinių procesų laikas; (K2) Naudotojo mokymų kaina; (K3) Papildomų darbų laikas; (K4)

Panaudojimo atvejų skaičius; (K5) Objektų skaitmeninimo greičio lygis; (A1) Neautomatizuotas 3D objektų

kūrimo metodas; (A2) Automatizuotas 3D objektų kūrimo metodas

Šaltinis: sudaryta autorių



5 pav. Inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno), Kelio dangos sluoksnio (asfalto), Taškinių objektų (medžių) 3D objektų kūrimo sprendimų variantų naudingumas, kai įvertintas subjektyvus ir teorinis kriterijų reikšmingumas

Šaltinis: sudaryta autorių

5 paveiksle pavaizduota dviejų skirtingų alternatyvų A1 (neautomatizuotas 3D objektų kūrimo metodas) ir A2 (automatizuotas 3D objektų kūrimo metodas) surinkti balai, atsižvelgiant tiek į subjektyvų kriterijų reikšmingumą, tiek į teorinį kriterijų reikšmingumą. Analizuojant Inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno) 3D objektų kūrimo sprendimų variantų naudingumo tyrimų rezultatus, pateiktus paveiksle, nustatyta, kad A1 alternatyva įvertinus teorinį kriterijų reikšmingą surenka 35,4 balo, kai A2 alternatyva - 75,3 balo. Nustatyta, kad subjektyviame kriterijų reikšmingume A2 alternatyva surinkusi 96,1 balo ženkliai lenkia A1 alternatyvą, kuri surinko tik 20,5 balo. Atsižvelgiant į šiuos rezultatus galima spręsti, kad A2 alternatyva yra naudingesnis pasirinkimas negu A1 alternatyva (su sąlyga, kad vertinama pagal būtent šiuos pasirinktus 5 kriterijus).

Paveiksle pavaizduoti Kelio dangos sluoksnio (asfalto), Taškinių objektų (medžių) 3D objektų kūrimo sprendimų variantų naudingumo skaičiavimo rezultatai gauti panašūs į Inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno) 3D objektų kūrimo.

Išvados

1. Tyrimo metu išnagrinėjus „Dynamo“ paprogramės pagrindinius veikimo principus sukurti 3 skirtingos paskirties skriptai: inžinerinės sistemos objekto (vamzdyno), kelio dangos sluoksnio (asfalto), taškinių objektų (medžių) automatinis pavertimas 3D modeliu, kas leidžia sutrumpinti darbo sąnaudas 2D modelius konvertuojant į 3D modelius.

2. Nustatyta, kad atlikus 3D objektų kūrimo skripto teorinio kriterijaus reikšmingumo skaičiavimus didžiausią procentinę reikšmę ir teorinį reikšmingumą turi naudotojo mokymų kaina ((K2)=26,29%), šiek tiek mažiau reikšmingi yra šie parametrai: panaudojimo atvejų skaičius (K4) ir objektų skaitmeninimo greičio lygis (K5) (abu po 22,16%), mažiausią procentinę reikšmę ir teorinį reikšmingumą turi papildomų darbų laikas ((K3) = 14,73%) ir pagrindinių procesų laikas ((K1) = 14,67%).

3. Atlikus galutinį daugiakriterinį vertinimą nustatyta, kad A2 alternatyva (automatizuotas 3D objektų kūrimo metodas naudojant skriptus) surenka ženkliai didesnius naudingumo balus negu 3D objektų kūrimas neautomatizuotu (rankiniu būdu): atsižvelgiant į subjektyvų kriterijų reikšmingumą - daugiau nei 4 kartus, atsižvelgiant į teorinį kriterijų reikšmingumą - daugiau nei 2 kartus.

Literatūra

1. Valstybinės geodezijos ir kartografijos tarnybos prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės direktoriaus 2000 m. birželio 19 d. įsakymas Nr. 45 „Dėl „Sutartinių topografinių planų M 1:500, 1:1000, 1:2000 ir 1:5000 ženklų“ techninių reikalavimų reglamento patvirtinimo“ *Galiojanti suvestinė redakcija: techninių reikalavimų reglamentas GKTR 2.11.03:2014* „Topografinių erdvinio objektų rinkinys ir topografinių erdvinio objektų sutartiniai ženklai“
2. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2018 m. gegužės 8 d. įsakymas Nr. 3D–286 „Dėl savivaldybės erdvinio duomenų rinkinio specifikacijos patvirtinimo“
3. „Dynamo įskiepio“ pagrindų mokymai. <https://primer.dynamobim.org/>
4. Rhyno kompiuterinė programa. <https://www.rhino3d.com/>
5. ALTINTAŞ, Yelin Demir; ILAL, Mustafa Emre. Loose coupling of GIS and BIM data models for automated compliance checking against zoning codes. *Automation in Construction*, 2021, 128: 103743. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103743>
6. AMANN, Julian, et al. BIM programming. In: *Building information modeling*. Springer, Cham, 2018. p. 217–231.
7. AZHAR, Salman; HEIN, Michael; SKETO, Blake. Building information modeling (BIM): Benefits, risks and challenges. In: *Proceedings of the 44th ASC Annual Conference*. 2008. p. 2–5.
8. D'AMICOA Fabrizio, CALVIA Alessandro, SCHIATTARELLA Eleonora, DI PRETEB Mauro, VERALDI Valerio. BIM And GIS data integration: a novel approach of technical/environmental decision-making process in transport infrastructure design. *Transportation Research Procedia*, 2020, 45: 803–810. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.090>
9. DARIA, Shishina; PHILIPP, Sergeev. Revit Dynamo: designing objects of complex forms. Toolkit and process automation features. *Architecture and Engineering*, 2019, 4.3.
10. DOUMBOUYA, Lancine; GAO, Guoping; GUAN, Changsheng. Adoption of the Building Information Modeling (BIM) for construction project effectiveness: The review of BIM benefits. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 2016, 4.3: 74–79.
11. EL MEOUCHE, Rani; REZOUĞ, M.; HIJAZI, Ihab. Integrating and managing BIM in GIS, software review. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2013, 2: W2.

12. YANG, Xiucheng; KOEHL, Mathieu; GRUSSENMEYER, Pierre. Mesh-to-BIM: from segmented mesh elements to BIM model with limited parameters. In: *ISPRS TC II Mid-term Symposium "Towards Photogrammetry 2020*. Copernicus Publications, 2018. p. 1213–1218. 10.5194/isprs-archives-XLII-2-1213-2018
13. YIN, Mengtian, et al. Automatic layer classification method-based elevation recognition in architectural drawings for reconstruction of 3D BIM models. *Automation in Construction*, 2020, 113: 103082. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103082>
14. JASUKAITIENĖ, Jūratė, GEČYS, Ramūnas, VASYLIUS, Algimantas. Vizualinio programavimo metodų taikymas statinio informaciniame modeliavime. *Inžinerinė ir kompiuterinė grafika: konferencijos pranešimų medžiaga*, 2019, 102–105. <https://doi.org/10.15544/2669-0527.2019>
15. KARAN, Ebrahim P.; IRIZARRY, Javier. Extending BIM interoperability to preconstruction operations using geospatial analyses and semantic web services. *Automation in Construction*, 2015, 53: 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.02.012>
16. KIM, Ji-Won, et al. A Study on the Development of the Problem Improvement Directions in Enhancing 3D BIM Data Interoperability through IFC. *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 2009, 14.6: 390–403.
17. LI, Jian, et al. A project-based quantification of BIM benefits. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 2014, 11.8: 123. <https://doi.org/10.5772/58448>
18. LI, Jingming, et al. Integration of Building Information Modeling and Web Service Application Programming Interface for assessing building surroundings in early design stages. *Building and Environment*, 2019, 153: 91–100. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.02.024>
19. NEZAMALDIN, Darwn. Parametric design with Visual programming in Dynamo with Revit: The conversion from CAD models to BIM and the design of analytical applications. 2019.
20. SHIROWZHAN, Sara, et al. BIM compatibility and its differentiation with interoperability challenges as an innovation factor. *Automation in Construction*, 2020, 112: 103086. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103086>
21. TANG, Fanlong, et al. Integrating three-dimensional road design and pavement structure analysis based on BIM. *Automation in Construction*, 2020, 113: 103152. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103152>

STUDY OF BIM DATA INTEROPERABILITY

Summary

Building Information Model reflects the process of development and manage the created model. The developed model is an intelligent and parametric, digital representation of an object, from which the views and data are suitable for a variety of users who can analyze the information necessary to make a variety of decisions. Converting data between CAD / BIM and GIS systems causes significant inconsistencies that require manual work due to limitations in data and information exchange. The data formats supported by these systems, the terminology used, the semantics of the concepts, and the methods are very different. The paper presents the results of technical and organizational compatibility studies of specialized BIM data templates. The Dynamo visual programming software for the automated design of 3D objects was used to convert CAD 2D drawing objects to 3D objects. After analyzing the main operating principles of the Dynamo software, 3 scripts for different purposes were created: automatic conversion of an engineering system object (pipeline), road surface layer (asphalt), point objects (trees) into a 3D model, which allows to reduce labour costs by converting 2D models to 3D models.

GEOGRAFINĖS INFORMACINĖS SISTEMOS DUOMENŲ REIKŠMĖ STATYBOS SEKTORIJE

Matas Švenčionis, Regina Motienė
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje analizuojami geografinės informacinės sistemos duomenų tipai bei skirtingi šių duomenų surinkimo metodai. Apžvelgtos geografinės informacinės sistemos teoriniame kontekste, GIS duomenų panaudojimas statybose, projektavime ir statybos valdymo srityse bei GIS taikymas statybos saugos planavime.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI. Geografinės informacinės sistemos, GIS atvaizdavimo ir duomenų modeliai.

Įvadas

„Kaip iš graikų mitologijos mums žinoma Hidra, mistinė pabaisa vienu kūnu ir devyniomis galvomis, GIS turi vieną kūną (erdvinių duomenų saugyklą) ir daug galvų taikymo sričių, kurių kiekviena susijusi su kitokiu saugomų erdvinių duomenų panaudojimo būdu“ ([Maguire, 2007](#); [Miller, 2007](#); [Gienko, 2007](#)). Pasitelkiami šią erdvinę ir aprašomąją informacijos sistemą galima kaupti erdvinis duomenis, juos atvaizduoti, redaguoti bei analizuoti. Duomenų surinkimo metodų pasirinkimas yra platus, todėl metodas priklauso nuo situacijos bei reikalingos informacijos panaudojimo srities. Dabartinis GIS vystymasis yra suinteresuotas į universalumą, integralumą su kitomis sistemomis bei pritaikymą neprofesionaliam vartotojui.

Profesinėje erdvėje dažnai tenka susidurti su įvairiomis GIS formomis, kurios yra panaudojamos statybose. Tiek projektavime, tiek statybos darbuose yra naudojami ne tik surinkti geoinformaciniai duomenys, tačiau ir kuriami nauji, padėsiantys atlikti reikalingus darbus. Statybos sferoje GIS duomenų informaciją padeda interpretuoti naujų projektuojamų objektų ar esamų analizę.

Temos aktualumas - apie geografinės informacinės sistemas, jų duomenis bei atvaizdavimą aprašo Lietuvos (Mozgeris, 2008:9-17; Dumbrasukas, 2008:9-17) ir užsienio (Brown, 2016; Harder, 2016) mokslininkai, tačiau žinant, kad Lietuvoje šiuo metu dar tik sprendžiami klausimai dėl požeminio susisiekimo, todėl užsienio projektinių sprendinių analizė gali būti panaudojama būsimiems Lietuvos statybos projektams.

Straipsnio tikslas – nustatyti geografinės informacinės sistemos duomenų reikšmę statybos sektoriuje

Straipsnio uždaviniai:

1. Apibūdinti GIS sistemą teoriniame kontekste
2. Aprašyti GIS pritaikymą statybos valdyme ir statybos saugos planavime, naudojant duomenų modelius.

Bendrosios žinios apie GIS

Tikriausiai tai dažniausiai užduodamas klausimas geografinių informacinių sistemų srityje ir turbūt sunkiausia į tai atsakyti glaustai ir aiškiai. GIS yra technologijų sritis apimanti geografinės ypatybės, kuri skirta duomenų fiksavimui, jų tvarkymui, analizavimui bei saugojimui, kad būtų galima nustatyti, analizuoti ir įvertinti realaus pasaulio problemas. Nagrinėjant šį žodžių junginį paraidžiui tai „geo“ – reiškia, kad dalis duomenų yra susiję su žemės paviršiaus aspektais: fiziniais (klimatas, dirvožemis, augalija), socialiniais ir demografiniais bei žmogaus sukurtais (pastatai, komunikacijos), todėl fiksuojami duomenys yra tam tikru būdu susiję su vietomis žemėje. „Grafija“ – nusako žemėje vykstančius procesus, kurie yra kaupiami GIS bei apdorojami kompiuterinės technikos (1 pav.). Šiuos procesus galima atvaizduoti linijomis, taškais, tam tikru plotu arba fiksuotą padėtį turinčiomis koordinatėmis. Kartu su šiais duomenimis yra pateikiami lentelių duomenys, vadinami atributų duomenimis. „Informacinė sistema“ – tai informacijos visuma, kuri yra pateikiama vartotojui, pradedant nuo jos surinkimo, sutvarkymo ir baigiant galutinio rezultato pateikimo.

(Mozgeris, 2008:9-17; Dumbrasukas, 2008:9-17; Geospatial world: An Overview of GIS History, 2018).



1 pav. Kas yra GIS

Šaltinis: (GISgeography: What is Geographic Information Systems)

Duomenų erdvinis atvaizdavimas papildytas atributų duomenimis GIS paverčia veiksmingu problemų sprendimo įrankiu atliekant erdvinę analizę. Atributų ir geografinės informacijos galutinių rezultatų analizė gali būti išvestinė informacija, interpoliuota informacija arba prioritentinė informacija (Geospatial world: An Overview of GIS History, 2018). Naudojantis GIS galutiniais rezultatais galima atsakyti į šio nagrinėjamo darbo iškilusius klausimus:

- Ar buvo pasirinktos tinkamos vietos patekti į projektuojamas metro stotis?
- Ar pasirinktos vietos yra visapusiškai strategiškos?
- Ar buvo galima išsaugoti natūralų kraštovaizdį?
- Ar buvo galima sutaupyti statybos žemės darbų?

GIS pritaikymas statybos valdyme

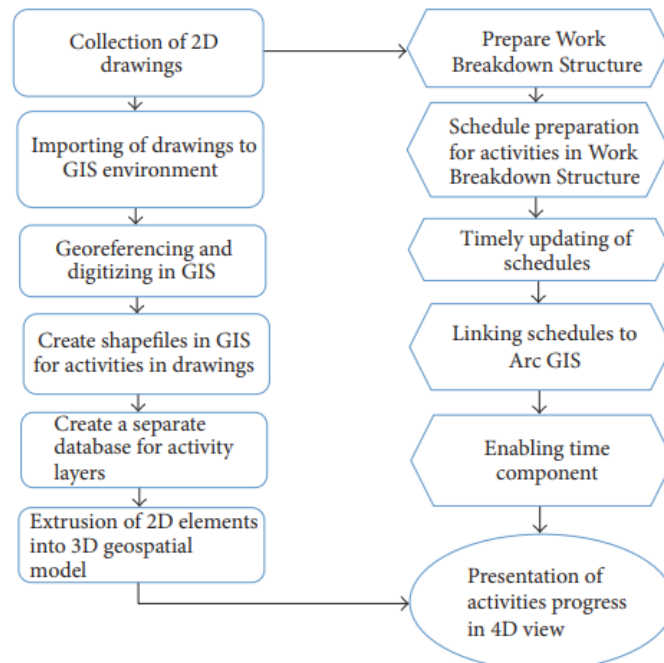
Vienas iš pagrindinių statybos tikslų – priversti pasaulį veikti sukuriant infrastruktūrą visuomenės ir tautos palaikymui. Pastatų, kelių, užtvankų, tiltų, komunalinių paslaugų ir kitų formų infrastruktūra svarbūs ekonomikos vystymosi komponentai. Statyba apima visus problemų sprendimo aspektus, pradedant nuo problemų atpažinimo iki jų įgyvendinimo priimančią veikiantį sprendimą. Paprastai laikoma, kad statybos įmonės, rangovai prisiima už projektų įvykdymą nustatytą laiką, kainą ir kokybę. Efektyvus statybos valdymas tampa svarbiu darbo aspektu (Bansal, 2014).

Statybos pramonėje GIS yra naudojamas įvairiose srityse, tokiose kaip transportas, poveikio aplinkai vertinimas, miesto plėtra, išteklių valdymas, vietos parinkimas, žemės tyrimai ir kt. GIS ne tik pagreitina modeliavimo procesą ir duomenų gavimą iš įvairių šaltinių, bet ir užtikrina duomenų kaupimą. Geografinės informacinės sistemos sudaro veiksmingą pagrindą planuojant ir stebint statybų veiklą. Taip pat padeda miestų architektams bei projektuotojams modeliuoti ir įvertinti savo projekto poveikį aplinkai. Pripažindama GIS svarbą, statybos pramonė siekia paskatinti novatorišką statybos specialistų požiūrį į GIS taikymo sritis. Norėdami nuolat informuoti statybos specialistus ir mokslo bendruomenę apie GIS problemas ir pažangą, buvo išskirti šie tikslai (Bansal, 2014; Patel, 2017).

- Apžvelgti galimas GIS technologijos taikymo sritis statybos projektams.
- Išryškinti būsimas tyrimų sritis, kurias verta tirti toliau.

Projektų stebėjimas yra saugaus etapo žingsnis statybų projektuose, kuris įspėja ir pataria organizacijoms apie statybų problemas ir vėlavimus. Tai apima su projektu susijusios informacijos rinkimo, analizės ir įrašymo procesus. Statybos vadovai planuodami naudoja šiuos metodus: brūkšninės diagramos, kritinio kelio metodas (CMP) ir programos įvertinimo bei peržiūros technika (PERT). Statybos planavimo įrankiai, tokie kaip „Microsoft project“ ir „Primavera“ dažniausiai naudojami įrenginėjant konstrukcijų tvarkaraštį. Planavimo įrankiai negali pateikti skaitmeninės informacijos (brėžinių) apie atitinkamus statybinius komponentus ir statybų veiksmus, kurie yra identifikuojami programinės įrangos planavimo programoje. Geresniam konstrukcijų sekos supratimui ir geresniam statybų proceso planavimo vizualizavimui naudoti 2D brėžinius ir integruotus dokumentus su atitinkamais komponentų tvarkaraščiais GIS programinėje įrangoje. Nauji GIS programinės įrangos patobulinimai yra tai, kad naudojamas laiko komponentas, kuris padeda planuotojams vaizduoti tikrus pasaulio komponentus. Naudodami 3D įvesties modelius ir CPM tvarkaraščius kaip įvestis, sąsają galite sukurti naudodami „GIS“ 4D modelį. GIS veikia kaip platforma, kurioje

tiek erdviniai, tiek ne erdviniai duomenys, tai yra piešimo komponentai ir jų veiklos grafikai, yra integruoti sėkmingai įgyvendinti projektą, pateikiant gerą vizualizaciją. Pažangesni vizualizacijos būdai, tokie kaip 4D (3D geoerdvinis + laiko komponentas) ir virtualioji realybė, turėtų būti naudojami efektyviau vertinant ir perduodant informaciją apie statybų projekto tvarkaraštį. Todėl tampa lengva rasti grafiko klaidas, o mažą veiklą taip pat galima atlikti be jokių atidėliojimų. Šis 4D GIS vaizdas suteikia geresnę vizualizaciją statybos projekte ir palengvina planavimo seką bei vykdymą ir leidžia planuotojui vizualizuoti statybų procesą taip, kaip jis iš tikrųjų būtų pastatytas (Kumar, 2017).



4 pav. 4D GIS modelio kūrimo schema

Šaltinis: (KUMAR A. Chaitanya, T. RESHMA. 4D Applications of GIS in Construction Management. 2017)

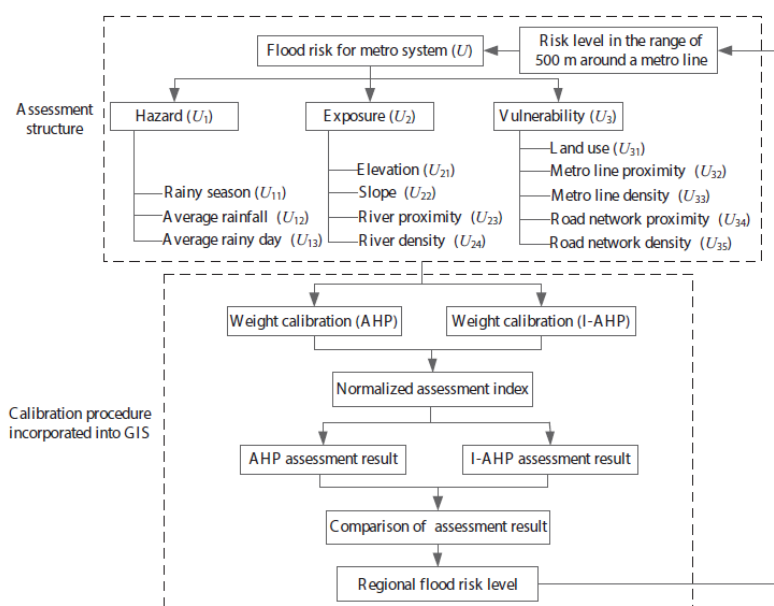
GIS integracija konstrukcijų grafiko sudarymui, kuriame galima atvaizduoti įvairius modelio kūrimo etapus (4 pav.). Norint gauti geresnę produkciją, privaloma turėti planus įvairiuose statybos projekto etapuose. Šie brėžiniai gali būti kuriami tokioje skaitmeninėje aplinkoje kaip „AutoCAD“. GIS galima sukurti topologinę sluoksnių struktūrą, kaip nurodyta brėžiniuose. Importuoti brėžiniai yra pažymėti geografinė nuoroda iš visų pusių su atitinkamomis koordinatėmis ir suskaitmeninami į reikiamas formas sukuriant figūrų failus. Projektas bus suplanuotas atsižvelgiant į veiklas, išvardytas darbo suskirstymo struktūroje. Projekto valdymo programinė įranga PRIMavera buvo naudojama rengiant tvarkaraštį, kuriame nurodomos pradžios ir pabaigos datos, taip pat kritinis kelias, veiklos seka ir tarpusavio ryšiai. Tiek brėžiniuose, tiek tvarkaraščiuose turėtų būti ta pati savybė, klasės ir tie patys veiklos sluoksnių pavadinimai integracijai. Galutinį rezultatą galima peržiūrėti pateikiant 3D modeliavimą kartu su rodomu laiko juostos slankikliu. Sukurtą GIS taikymą galima naudoti pakartotinėms darbų užduotims. Šiame etape brėžiniai pateikiami trimačiu vaizdu kartu su atitinkamais kiekvienos veiklos tvarkaraščiais, kurie leidžia geriau vizualizuoti statybų projektą ir suteikia galimybę geriau suprasti projekto seką. Galutinė išvestis vadinama 4D brėžiniu, tai yra 3D vaizdu kartu su laiko komponentu (Kumar, 2017).

Infrastruktūros planavimo ir valdymo projektai naujoje globalizacijos eroje ir ekonominis liberalizavimas būtų sudėtinga užduotis, reikalaujanti naujų įgūdžių ir požiūrio. Besivystančių šalių infrastruktūros projektai turi būti tobulinami, nes jie yra kritiškai svarbūs nacionaliniai, socialiniai ir ekonominiai plėtrai. GIS lengvai suteikia daugybę informacijos iš erdvinės sąsajos. Tai taip pat padeda organizuoti visą svarbią informaciją projekto sekimui. Vykdam naujus projektus, mes esame atskaitingi už veiksmingumą ir efektyvumą projekto pristatyme. Dideli projektai dažnai būna sudėtingi, kuriuos reikia atidžiai stebėti, koordinuoti ir valdyti. Naudojant 3D modeliavimą ir GIS programinę įrangą, klientai gali išvysti interaktyvesnį duomenų matymą, vizualizuojantį pokyčius laike ir erdvėje į nustatytus modelius ir tendencijas bei dalintis informacija su inžinieriais, vadovais ir vietoje dirbančiais darbuotojais (Palve, 2013).

GIS taikymas statybos saugos planavime

Geografinės informacijos sistemos pateikia požiūrį į statybų saugą makro perspektyvoje vertinant kaip juose pateikiama išsami informacija apie aplinką. MBA bloko statybos projekte Indijoje, Bansalyje buvo pritaikyta GIS saugiam planavimui dėl aplinkos problemų, tokių kaip sąlygos, topografinė vieta, šiluminis komfortas, privažiavimo maršruto planavimo įtaka, darbuotojų sauga. Šie aplinkos veiksniai negali būti modeliuojami su BIM ir 4D CAD, nes jiems trūksta erdvinio duomenų naudojant GIS. Darbas palengvino 4D modeliavimą, geoerdvinę analizę ir topografinį modeliavimą kuriant saugias vykdymo sekas. 3D modelis buvo sukurtas kartu su jį supančia topografija ir grafika, kurioje jie buvo susieti toje pačioje aplinkoje. Tyrime taip pat aptartas GIS panaudojimas saugos duomenų bazių, iš kurių būtų teikiama saugos informacija, modeliavimas gali būti atkurtas ir susietas su planavimo veikla arba pastato modelio komponentais. 4D modeliavimo derinys kartu su topografinėmis sąlygomis ir saugos duomenų baze padeda saugos planuotojams ištirti aplinką, nustatyti kada ir kokias saugos priemones naudoti. GIS taip pat buvo integruota į sprendimų palaikymo sistemą siekiant padėti statybos inžinieriams stebėti ir kontroliuoti saugą kasimo darbuose. Tai vienas iš nedaugelio pavyzdžių kaip GIS naudojimas bei derinimas su kitomis skaitmeninėmis technologijomis gali užtikrinti saugą ne tik statybos planavime bet ir jos metu (Zhou, 2011; Whyte, 2011; Sacks, 2011).

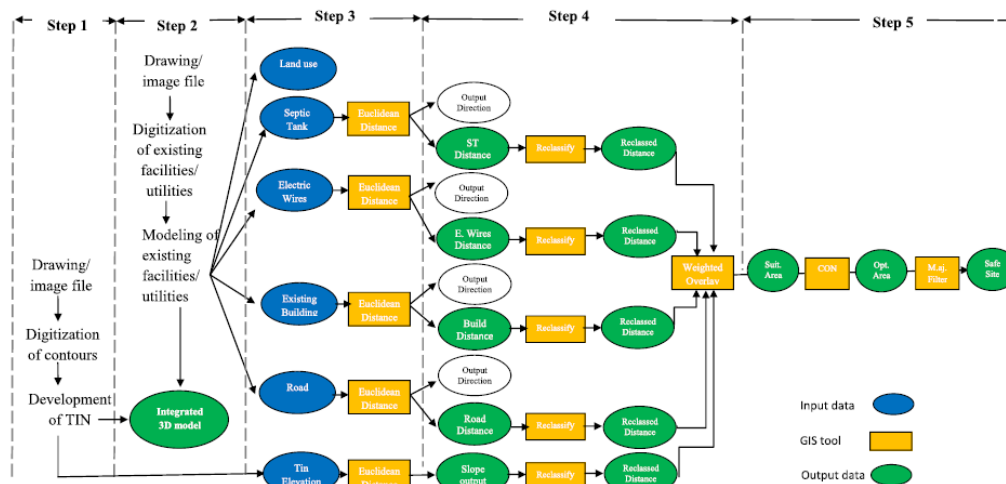
Tinkamas potvynių rizikos metro tuneliuose įvertinimas yra sudėtingas. Tai lemia baseino ypatybės, audros bei regionas. Dėl duomenų trūkumo, veiksmų pasiskirstymo ir jų įvairovės tokius skaičiavimus atlikti yra sudėtinga. Regionų potvyniams įvertinti taikomi trijų tipų metodai: scenarijais pagrįsta modeliavimo analizė, kelių indekso įvertinimo sistemų tikimybės įvertinimas, istoriniai duomenys. Šie metodai įgyvendinami taikant keletą matematinių teorijų, tokių kaip Bajeso tinklo taisyklės, analitinis hierarchijos procesas (AHP) ir intervalinis analitinis hierarchijos procesas (I-AHP). AHP ir I-AHP metodai nustato potvynių rizikos lygį metro sistemose. Potvynių rizikos įvertinimo procedūra pavaizduota 5 paveiksle. Ją sudaro dvi dalys: viena yra vertinimo indekso struktūra, kadangi kita yra kalibravimo procedūra, apimanti kiekvieno indekso svarbą pagal GIS. Vertinimo sistemą sudaro trys sluoksniai: objekto sluoksnis, indekso sluoksnis ir subindekso sluoksnis. Potvynio rizika yra objekto sluoksnis; indekso sluoksnis apima pavojų, poveikio ir pažeidžiamumo indeksus; subindekso sluoksnis apima įvairius įvesties veiksnius, kurie apima potvynių pavojų, topologiją ir metro linijas. Norint gauti pagrįstą kiekvieno faktoriaus reikšmę, AHP ir I-AHP metodai naudojami santykinę įvairių reikšmių faktorių susistemimui. Tada pridodamas kiekvieno vertinimo koeficiento reikšmė į GIS, kad būtų įvertinta regioninė potvynių rizika. Potvynių rizikos rezultatas yra suskirstyti pagal įvestus erdvinio duomenis, gautus įvertinant potvynių modelius. Taikant tiek AHP, tiek I-AHP metodus, siekiama potvynio rizikos metro sistema. Tam akivaizdžiai daro įtaką regioninis potvynių pavojus tam tikru diapazonu išilgai metro linijų. Tikėtina, kad šis diapazonas svyruos 500 m ir 1000 m. Remiantis lauko tyrimais, diapazonas ilgalaikio paviršiaus gyvenvietės išilgai metro linijos yra nuo 500 m iki 1000 m (Lyu, 2018; Sun, 2018; Shen, 2018; Arulrajah, 2018).



5 pav. Metro sistemų potvynių rizikos įvertinimo procedūra [15]

Šaltinis: LYU Hai-Min, Wen-Juan SUN, Shui-Long SHEN, Arul ARULRAJAH. Flood risk assessment ir metro systems of mega – cities using a GIS – based modeling approach. 2018. ISSN 0048-9697.

Geros vietos parinkimas yra vienas iš svarbiausių statybos projektų aspektų, kuris daro didžiulę įtaką siūlomo objekto projektui. Darbuotojų sauga statybų metu yra plačiai aptarinėjama ir priimta, tačiau saugių vietų pasirinkimas pastatams paprastai nėra svarstomas. Architektai bei inžinieriai projektavimo vietą pasirenka savo žiniomis bei patirtimi, tačiau saugios vietos aspektai dažnai yra ignoruojami. Pasitelkus GIS buvo nustatyta saugios vietos nustatymo metodika 6 pav., kuri tenkina įvairius erdvinės saugos aspektus, kurie daro įtaką pastato vietai. Topografija padeda nustatyti ir įvertinti šių aspektų poveikį. Tinkamos pastato vietos yra bendrosios sritys, kuriose yra laikomasi kodekso nuostatų. Erdvinė analizė atliekama siekiant išsirinkti bendrą plotą, kuris yra toliau susiaurintas iki kelių atpažįstamų vietų, pagal kurias yra išsirenkama saugiausia (Kumar, 2016; Bansal, 2016).

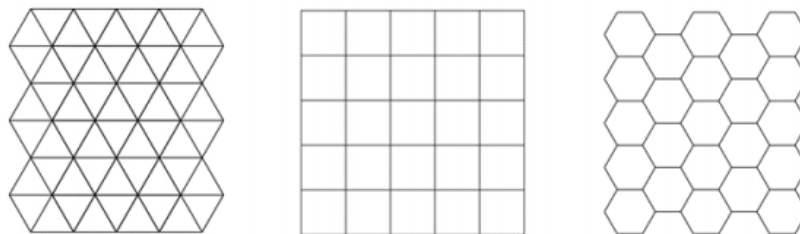


6 pav. Modelis pagrįstas GIS, sukurtas metodikai įgyvendinti

Šaltinis: KUMAR, Satish, V.K. BANSAL. A GIS-based methodology for safe site selection of a building in a hilly region. 2016. ISSN 2095-2635.

GIS atvaizdavimas ir duomenų modeliai

Rastrinis duomenų modelis. Rastriniai duomenys turi savo svarbą GIS srityje ir daugeliu atvejų padeda vadovams ir planuotojams priimti sprendimus. Vienas rūpestis yra tai, kaip geriausia saugoti tokius didžiulius rastrinių duomenų kiekius ir kaip juos pateikti klientui naudojant efektyvų metodą. Rastrinių duomenų modelis kartu su vektorinių duomenų modeliu yra vienas iš ankstyviausių ir plačiausiai naudoti duomenų modeliai geografinėse informacinėse sistemose. Paprastai jis naudojamas nuolat įrašyti, analizuoti ir vaizduoti gamtos duomenis, tokius kaip aukščiai, temperatūra, atspindėta ar skleidžiama elektromagnetinė spinduliuotė. Terminas rastas kilo iš vokiško žodžio ekranas, reiškiantis stačiakampę eilę orientuotos lygiagrečios linijos. Jos, kaip vaizdų aprašymo, kilmė kyla iš atlikto piešinio elektroninėmis spinduliais per katodinių spindulių vamzdžių ekranus pirmosiomis analoginės televizijos dienomis, vėliau tai buvo išplėsta ir į skaitmeninius vaizdus. Rastras kartais vadinamas vaizdas, masyvas, paviršius, matrica ar grotelės. Rastro elementai dažniausiai būna kvadratinės formos, bet gali būti stačiakampio (su skirtinga skiriamąja geba x ir y kryptimis) ar kitokių formų kaip pavaizduota 7 paveiksle (Pingel, 2018; Geospatial world: Open source, enterprise GIS solutions for GIS-CAD integration in land surveying, 2018).



7 pav. Trikampių, kvadratų ir šešiakampių formos, kurios gali būti naudojamos kaip pagrindas rastriniame modelyje

Šaltinis: PINGEL, Thomas James. The Raster Data Model. 2018.

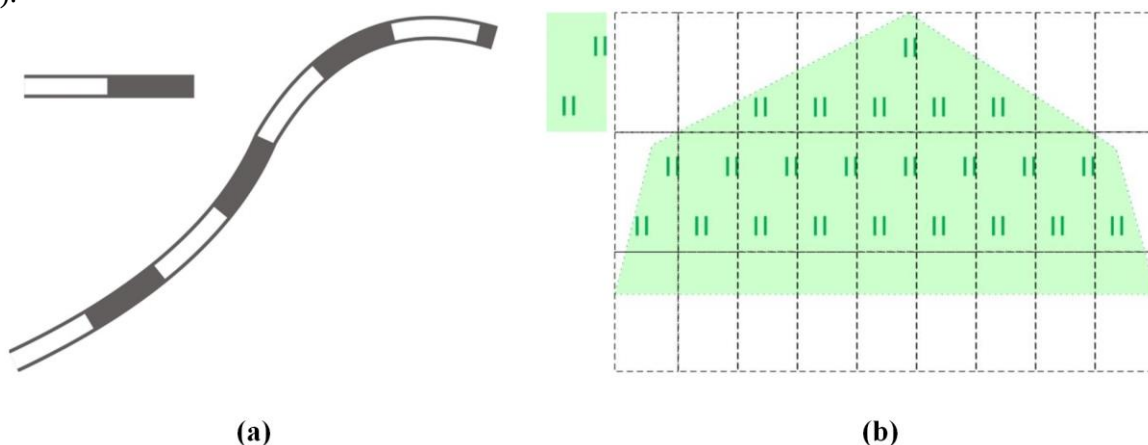
Apie rastrinius duomenis bus mažai pasakyta, nes akcentuojami vektoriniai duomenų modeliai. Rastrinių duomenų struktūroje informacija pateikiama taškuose arba elementų formavimo tinkle. Paprasčiau tariant dvejetainiai skaičiai naudojami kiekvienam elementui atspindėti, kur išplėstinių kabelių vertės naudojamos išplėstiniais atvejais. Rastro duomenyse, kai naudojama juoda / balta spalva, saugomi tik erdviniai duomenys, o kai naudojamos spalvų reikšmės, gali būti saugoma ribota atributų informacija. Naudojami rastro duomenys turi būti labai maži / lengvi, kitaip juos reikia suglaudinti, kad pagerintumėte saugojimo efektyvumą. Tai yra rastrinių duomenų GIS programoje problema. Vektoriniai duomenys naudoja taško, tiesės ir daugiakampio geometrinius objektus, kad atspindėtų erdvinius požymius. Nors vektorinis duomenų modelis idealiai tinka atskiroms savybėms su aiškiai apibrėžtomis vietomis ir formomis, jis netinkamas erdviniams reiškiniams, kurie erdvėje nuolat kinta, pavyzdžiui, krituliai, aukštis ir dirvožemio erozija. Geresnis nenutrūkstamų reiškinių variantas yra rastrinių duomenų modelis, dar vadinamas lauko modeliu. Rastro duomenų modelis naudoja įprastą tinklą erdvei padengti. Skirtingai nuo vektorinių duomenų modelio, rastrinių duomenų modelis pastaruosius keturis dešimtmečius nekeitė savo koncepcijos trukmės. Rastrinių duomenų modelio tyrimai buvo sutelkti į duomenų struktūrą ir glaudinimą (Yalcin, 2017; Selcuk, 2014).

Vektorinis duomenų modelis

Vektoriniai duomenys GIS naudojami dėl jų tikslumo, efektyvaus saugojimo, kartografijos kokybės ir funkcinių įrankių prieinamumo, tokių kaip žemėlapių projekcijos, analizės. Kiekvienas vektorinių duomenų modelio objektas yra pirmaisiai suskirstytas į geometrinių tipą: taškas, linija ar daugiakampis. Kiekvieno objekto koordinatės, apibrėžiančios jo geometriją, gali turėti 2, 3 arba 4 matmenis (Salisu Khalil, 2015).

Vektoriniams duomenims būdingi sekos naudojimo taškai, vadinami verteksais. Verteksas yra tiesinis segmentas (atstumas ir kryptis), taip pat tai gali būti linija arba lankas. Kiekvieną viršūnę sudaro X ir Y koordinatės. Arka susideda iš viršūnių eilutės, kuri baigiasi mazgais. Linija susideda iš taškų rinkinio, poligonas susideda iš susijusių linijų rinkinio. Pateikiant vektorių, svarbus kiekvienas verteksų savybių ir funkcijų sujungiamumo išsaugojimas (Balasubramanian, 2016).

Taškiniai simboliai, tiesiniai simboliai ir ploto simboliai yra trys pagrindiniai vektorinių duomenų simbolių atvaizdavimo metodai kartografijoje ir geografinėje informacinėje sistemoje. Taško funkcijų simbolių atvaizdavimas pateikia nurodytą taško simbolių vietos taške. Ploto simbolių ypatybes galima apibendrinti kaip skirtingų grafinių langelių atvaizduotą užpildymą, pagrįstą nuskaitymo linijos algoritmu ar patobulintais jo algoritmais. Palyginti su taškinių simbolių ir srities simbolių atvaizdavimu, linijinių požymių simbolių atvaizdavimas yra daug sudėtingesnis. Linijinė ypatybė paprastai simbolizuojama pakartotinai piešiant atitinkamą simbolį kelyje. 8 paveiksle (a) pavaizduotas geležinkelio simbolis ir geležinkelio geografinio objekto žemėlapių ypatybė (žyminti linijinę savybę), o 8 (b) paveiksle - pievos simbolis ir pievos geografinio požymio žemėlapių bruožas (žymintis ploto ypatybę) (Lin, 2017; Hu, 2017; Zhu, 2017; Zhang, 2017).



8 pav. (a) geležinkelio vektorinis simbolis ir (b) pievos ploto simbolis

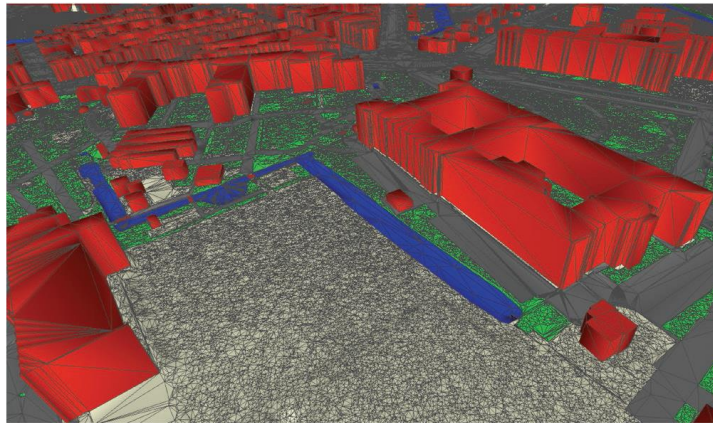
Šaltinis: LI, Lin, Wei HU, Haihong ZHU, You LI, Hang ZHANG. Tiled vector data model for the geographical features of symbolized maps 2017.

TIN duomenų modelis

Netaisyklingų trikampių tinklas (TIN) yra skaitmeninė duomenų struktūra, naudojama geografinėje informacijoje sistema paviršiaus vaizdavimui. TIN yra vektoriais paremtas fizikinis atvaizdas sausumos

paviršius arba jūros dugnas, sudarytas iš netaisyklingų formų paskirstytų mazgų ir linijų su trimatėmis koordinatėmis (x , y ir z). TIN pavaizduoja paviršių greta esančių ir nepersidengiančių trikampių rinkiniu, jungiančiu pradinis duomenų taškus, todėl 3D vizualizacijos lengvai sukuriamos perteikiant trikampus aspektus. TIN tinklas buvo naudojamas daugeliui problemų išspręsti, įskaitant topografinio žemėlapių objektams ir informacijos apie jų sudarymą. [Balasubramanian, 2016; Haijian, 2019; Wu, 2019).

Vietovės sudaro svarbią 3D miesto modelių dalį. GIS praktikai dažnai modeliuoja reljefą su 2D tinkleliais. Tačiau TIN taip pat vis dažniau naudojama praktikoje. Vienas tokių pavyzdžių yra 9 paveiksle 3D miestas Nyderlandų modelis, kuris apima visa šalį kaip viena didžiulė trianguliacija su daugiau nei vienas milijardas trikampių. Dėl didžiulio reljefo dydžio duomenų rinkinius, pagrindinis klausimas yra tai, kaip efektyviai saugoti ir juos prižiūrėti. Tarptautinis 3D GIS standartas „CityGML“ leidžia mums laikyti TIN naudojant paprastą funkciją [Kumar, 2018; Ledoux, 2018; Stoter, 2018).



9 pav. Delfto, esančio Olandijoje, dalis TIN duomenų modelio.

Šaltinis: KUMAR, Kavisha, Hugo LEDOUX, Jantien STOTER. Compactly representing massive terrain models as TINs in CityGML 2018. ISSN 1152-1178.

Išvados

1. GIS yra technologijų sritis apimanti geografines ypatybes, kuri skirta duomenų fiksavimui, jų tvarkymui, analizavimui bei saugojimui, kad būtų galima nustatyti, analizuoti ir įvertinti realaus pasaulio problemas.

2. GIS ne tik pagreitina modeliavimo procesą ir duomenų gavimą iš įvairių šaltinių, bet ir užtikrina duomenų kaupimą. 3D modelis buvo sukurtas kartu su jį supančia topografija ir grafika, kurioje jie buvo susieti toje pačioje aplinkoje. 4D modeliavimo derinys kartu su topografinėmis sąlygomis ir saugos duomenų baze padeda saugos planuotojams ištirti aplinką, nustatyti kada ir kokias saugos priemones naudoti. Erdvinė analizė atliekama siekiant išsirinkti bendrą plotą, kuris yra toliau susiaurintas iki kelių atpažįstamų vietų, pagal kurias yra išsirenkama saugiausia.

Rastrinių duomenų modelis kartu su vektorinių duomenų modeliu yra vienas iš ankstyviausių ir plačiausiai naudoti duomenų modeliai geografinėse informacinėse sistemose. Jis naudojamas nuolat įrašyti, analizuoti ir vaizduoti gamtos duomenis, tokius kaip aukščiai, temperatūra, atspindėta ar skleidžiama elektromagnetinė spinduliuotė. Vektorinių duomenų modelis naudojamas dėl jų tikslumo, efektyvaus saugojimo, kartografijos kokybės ir funkcinį įrankių prieinamumo, tokių kaip žemėlapių projekcijos, analizės. Trikampių tinklo modelis yra skaitmeninė duomenų struktūra, naudojama geografinėje informacijoje sistema paviršiaus vaizdavimui.

Literatūra

1. Brown Clint, Christian Harder. The Arcgis Imagery book. California: Redlands, 2016. ISBN 978-1-58948-462-7.
2. Bansal V. K. Application Areas of GIS in Construction Projects and Future Research Directions. 2014. ISSN 1562-3599.
3. Balasubramanian A. Four data models in GIS. 2016.
4. Geospatial World: An Overview of GIS History [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-08-04]. Prieiga per: <https://www.geospatialworld.net/blogs/overview-of-gis-history/>

5. GISgeography: What is Geographic Information Systems (GIS)?. 2014 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-08-04]. Prieiga per: <https://gisgeography.com/what-gis-geographic-information-systems/>
6. Geospatial World: Open source, enterprise GIS solutions for GIS-CAD integration in land surveying. Shahid Raza, Cameron Gartner, Nigel Walters [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021-08-04]. Prieiga per: <https://www.geospatialworld.net/article/enterprise-gis-for-land-surveying/>
7. Kumar A, Chaitanya, T, Reshma. 4D Applications of GIS in Construction Management. 2017.
8. Kumar Satish, V.K. Bansal. A. GIS-based methodology for safe site selection of a building in a hilly region. 2016. ISSN 2095-2635.
9. Kumar Kavisha, Hugo Ledoux, Jantien Stoter. Compactly representing massive terrain models as TINs in CityGML 2018. ISSN 1152-1178.
10. Lyu Hai-Min, Wen-Juan Sun, Shui-Long Shen, Arul ARULRAJAH. Flood risk assessment in metro systems of mega – cities using a GIS – based modeling approach. 2018. ISSN 0048-9697.
11. Liu, Haijian, Changshan Wu. Developing a Scene-Based Triangulated Irregular Network (TIN) Technique for Individual Tree Crown Reconstruction with LiDAR Data 2019.
12. Li Lin, Wei Hu, Haihong Zhu, You Li, Hang Zhang. Tiled vector data model for the geographical features of symbolized maps 2017.
13. Maguire Brad, Andrew Miller, dr. Gennady Gienko. Geografinių informacinių sistemų pagrindai. Vilnius: Nacionalinė žemės tarnyba prie Žemės ūkio ministerijos, 2007.
14. Mozgeris Gintautas, Antanas Dumbrasukas. Geoinformacinių sistemų pagrindai. Kaunas: Ardiva, 2008. ISBN 978-9955-896-42-5.
15. Patel Tirth. Application of GIS in Construction Management. 2017.
16. Palve Sandip. Applications of GIS Infrastructure Project Management. 2013. ISSN 2319-6009.
17. Pingel Thomas James. The Raster Data Model. 2018.
18. Salisu Khalil, Muhammad. Vector data model in gis and how it underpins a range of widely used spatial analysis techniques. 2015.
19. Yalcin Guler, Osman Selcuk. 3D city modelling with Oblique Photogrammetry Method. 2014. ISSN 2212-0173.
20. Zhou, Wei, Jennifer Whyte, Rafael Sacks. Construction safety and digital design: A review. 2011.

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM SIGNIFICANCE IN THE CONSTRUCTION SECTOR

Summary

The article analyses the types of data in the geographical information system and the different methods of collecting this data. Geographic information systems in the theoretical context, the use of GIS data in construction, design and construction management, and the application of GIS in construction safety planning are reviewed.

Key words. Geographic information systems, GIS rendering and data models.

TRANSPORTO SRAUTŲ REGULIAVIMO SPRENDIMŲ ANALIZĖ IR DAUGIAKRITERINIS VERTINIMAS REKONSTRUOJANT KELIĄ IŠLAUŽAS–KLEBIŠKIS–IGLIAUKA

Vaidas Černauskas, Regina Motienė
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Augant eismo intensyvumui, važiavimas žvyrkeliais kelia nepatogumų vairuotojams, sunkina eismo sąlygas, kelia didelį triukšmą, teršia aplinką bei mažina eismo saugumą. Esminis eismo sąlygų tokiame kelyje pagerinimas pasiekiamas rekonstruojant kelią, todėl rekonstravimo metu būtina sudaryti sąlygas saugiai judėti transportui. Sprendžiant judėjimo problemą, buvo atlikta transporto srautų reguliavimo sprendimų analizė ir daugiakriterinis jų vertinimas, esant skirtingam vertinimo kriterijų reikšmingumui.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: Entropinis ekspertinis vertinimo būdas, porinis ekspertinis vertinimo būdas, daugiakriterinis vertinimo būdas, kelio rekonstravimas.

Įvadas

Lietuva, dėl savo geografinės ir geopolitinės padėties, yra svarbi prekybos tarpininkė tarp Rytų ir Vakarų Europos valstybių. Dideli tranzitinių krovinių srautai svarbūs ir Lietuvos valstybės ekonomikai. Siekiant padidinti bei pagerinti teikiamas pervežimo paslaugas, kuriami ir statomi nauji logistikos centrai visoje Lietuvos Respublikos teritorijoje, rekonstruojamas kelių tinklas.

Didinant krašto konkurencingumą, pritraukiant investicijas, svarbus aspektas daugeliu atžvilgiu yra automobilių kelių tinklo būklė. Susisiekimo automobilių keliais paskirtis yra ne tik įvairaus tipo krovinių gabenimas, bet ir pramoginė, kultūrinė, valstybinė ar privati veikla.

Šaliai įstojus į Europos Sąjungą (ES) imtasi intensyviai modernizuoti transporto sistemą. Rekonstruojami esami keliai, transporto statiniai, tiesiami nauji keliai. Projektams įgyvendinti skiriamos nemažos ES regioninių plėtros fondų lėšos.

Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos parengė ilgalaikę valstybinės reikšmės kelių priežiūros ir plėtros iki 2035 m. strategiją. Joje numatytiems tikslams iki 2035 m. pasiekti reikalingas lėšų poreikis sudaro apie 11 mlrd. eurų, iš jų 6,9 mlrd. eurų – investicijos į kelių tinklo plėtrą, 1,4 mlrd. eurų – kelių priežiūrai, apie 2,4 mlrd. eurų – vietinės reikšmės keliams, 0,2 mlrd. eurų – administravimui ir įstatymų numatytoms prievolėms vykdyti.

Tinkamai vykdant kelių tinklo priežiūrą ir plėtrą, visuomenė, t.y. kelių eismo dalyviai, patiria naudą dėl:

- Saugaus eismo sąlygų gerėjimo;
- Mažėjančios aplinkos taršos;
- Intensyvesnio regionų ekonominio vystymosi;
- Mažėjančių automobilių transporto eksploatacinių sąnaudų;
- Trumpėjančio kelionių laiko.

Tyrimo problema – koks optimalus transporto srautų reguliavimo variantas būtų parinktas kelio rekonstravimo metu, norint pagerinti autotransporto judėjimo ir susisiekimo sąlygas ir užtikrinti eismo saugumą?

Tyrimo objektas – transporto srautų reguliavimo sprendimų analizė ir daugiakriterinis vertinimas

Darbo tikslas – atlikti transporto srautų reguliavimo sprendimų analizę ir daugiakriterinį vertinimą kelyje Išlaužas–Klebiškis–Igliauka.

Tyrimo uždaviniai:

1. Identifikuoti alternatyvių kelio rekonstrukcijos transporto srautų reguliavimo sprendimų variantus.
2. Atlikti alternatyvių transporto srautų reguliavimo sprendimų vertinimą.
3. Tyrimo metodai:
4. Daugiakriterinis naudingumo vertės metodas taikomas nustatyti racionaliausią transporto srautų reguliavimo varianto sprendimą pagal pasirinktus kriterijus.
5. Entropijos metodas taikomas nustatant transporto srautų reguliavimo alternatyvių projektinių sprendimų vertinimo kriterijų teorinį reikšmingumą.
6. Ekspertinis porinio palyginimo metodas taikomas subjektyvaus kriterijų reikšmingumo nustatymui.

Tyrimo eiga. Remiantis statistiniais duomenimis nustatomas transporto priemonių intensyvumas, pasirenkami galimi rekonstruojamo kelio transporto srautų reguliavimo variantai. Kelio apvažiavimui įvertinti pasirinktas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas. Vertinimo kriterijai yra išreiškiami skaičiais, turi matavimo vienetus ir reikšmingumą. Kriterijų reikšmingumas nustatomas, taikant teorinį entropijos ir ekspertinį porinio palyginimo metodus.

Alternatyvių kelio rekonstrukcijos sprendimų analizė

Norint priimti racionalų šiame kelyje transporto srauto reguliavimo sprendimą reikia tarpusavyje palyginti galimų kelio apvažiavimo variantų vertinimo kriterijų skaitines reikšmes. Tam geriausiai tinka daugiakriteriniai metodai.

Šioje tyrimo dalyje pateikiama galimų transporto srauto reguliavimo kelyje sprendimų analizė ir daugiakriterinis jų vertinimas, esant skirtingam vertinimo kriterijų reikšmingumui.

Tam tikslui pasiekti parinkti trys rekonstruojamo kelio galimi transporto srauto reguliavimo variantai:

- Transporto srauto nukreipimas aplinkkelio (A1);
- Važiavimas esamu keliu naudojant šviesoforus (A2);
- Laikino kelio įrengimas panaudojant guminę dangą (A3).

Norint pasirinkti geriausią variantą naudojami analitinio skaičiavimo metodai:

- Entropinis ekspertinis vertinimo būdas;
- Porinis ekspertinis vertinimo būdas;
- Daugiakriterinis vertinimo būdas.

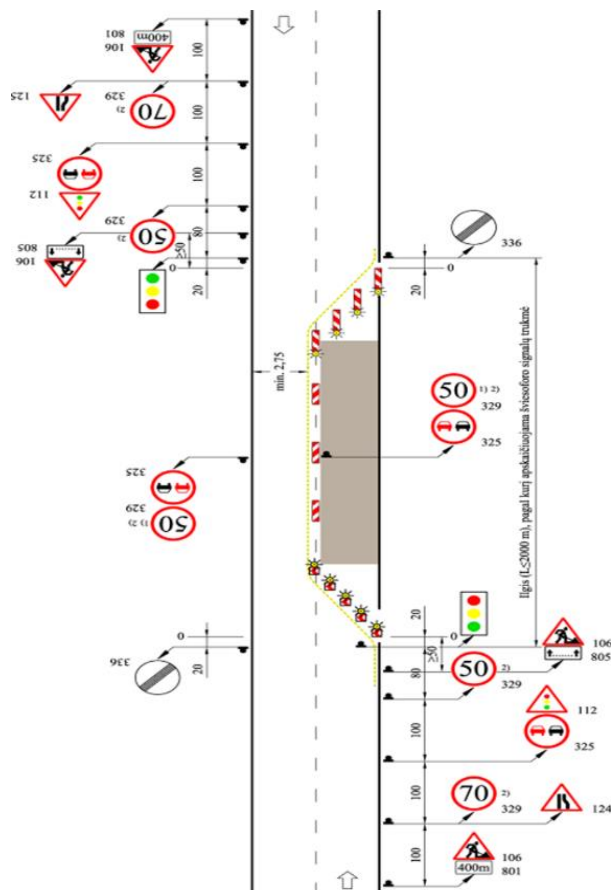
1 variantas – transporto srauto nukreipimas aplinkkelio (1 pav.). Naudojant nukreipiamuosius ženklus eismas nukreipiamas aplinkkelio. Žvyrkelis savo pravažumu gerokai lenkia gruntinius kelius, tačiau yra sunkiau pravažiuojami nei asfaltbetonių ar betonu dengti keliai. Žvyrkeliai paprastai pravažiuojami ištisus metus, bet kokiomis transporto priemonėmis. Kelio danga sudrėkusi nepatytuota, todėl lietus itin ženkiai nemažina kelio pravažumo. Tačiau žvyrkelio projektinis greitis yra mažesnis nei leistinas užmiestyje (50–70 km/h). Be to, priklausomai nuo kelio priežiūros, meteorologinių ir geologinių ypatybių važiavimas žvyrkeliu gali kelti papildomų nepatogumų.



1 pav. Transporto srauto nukreipimas aplinkkelio

Šaltinis: sudaryta autorių

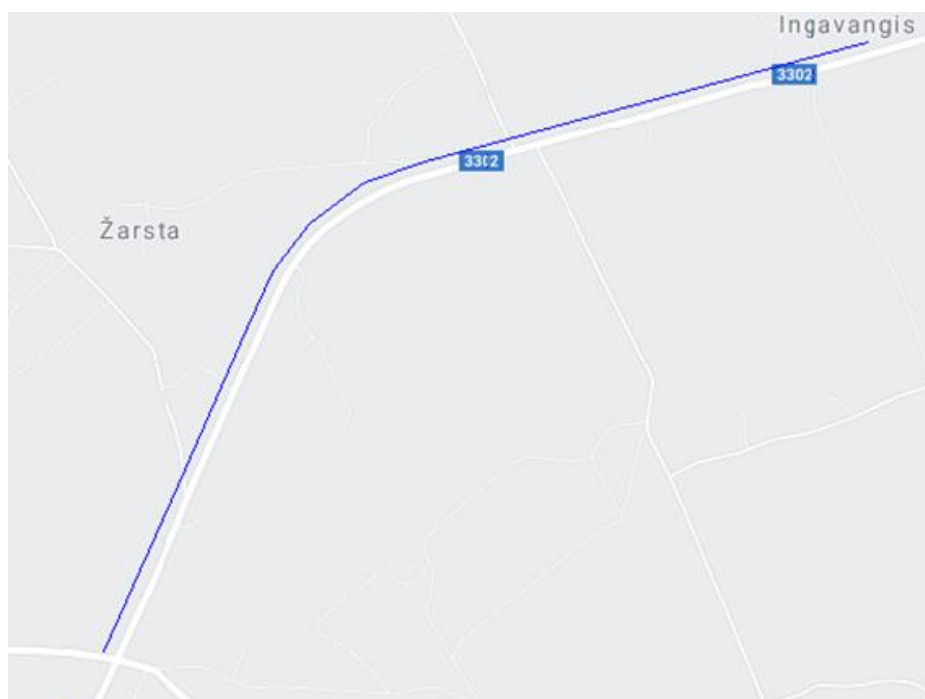
2 variantas - važiavimas esamu keliu naudojant šviesoforus (2 pav.). Naudojantis šviesoforais reguliuojamas eismas statybos objekte. Gairėmis atitveržiama viena eismo juosta, kurioje dirba sunkioji darbo technika. Įvažiavimą į statybos vietą reguliuoja kelio darbuotojai, kurie užtikrina saugų technikos įvažiavimą į aikštelę.



2 pav. Važiavimas esamu keliu naudojant šviesoforus

Šaltinis: Automobilių kelių darbo vietų aptvėrimo ir eismo reguliavimo taisyklės DVAER 12

3 variantas - laikino kelio įrengimas panaudojant guminę dangą. Šią kelio dangą galima greitai įrengti. Tiesiog reikia nuimti augalinį sluoksnį ir įrengti 15 cm. skaldos sluoksnį o sutankinus jį galima tiesti šią dangą. Ši danga yra tvirta, atspari didelėms apkrovoms, armuota plieno trosais. Plotis 2,25 m, storis 3 cm. Rulonuose: ilgis; 50 m. Rulono kaina - 950 Eur.



3 pav. Laikino kelio vieta

Šaltinis: sudaryta autorių



4 pav. Laikino kelio įrengimas panaudojant guminę dangą

Šaltinis: sudaryta autorių

Alternatyvių kelio rekonstrukcijos sprendimų vertinimas

Norint įvertinti transporto srauto reguliavimo sąlygas pasirinktas daugiakriterinis naudingumo vertės metodas. Vertinimo kriterijai yra išreiškiami skaičiais, turi matavimo vienetų ir reikšmingumą. Kriterijų reikšmingumas nustatomas, taikant teorinį entropijos ir ekspertinį porinio palyginimo metodus.

Vertinimo kriterijų sistemos parinkimas ir jų reikšmių skaičiavimas. Transporto srauto reguliavimo sprendimams įvertinti, sudaryta tokia vertinimo kriterijų sistema: kaina (K1), laikas pravažiuojant (K2), įrengimo laikas (K3) ir sudėtingumas (K4).

Kaina (K1), Eurais – yra vienas iš svarbiausių kriterijų užsakovui pasirenkant tiesimo variantą.

Laikas pravažiuojant (K2), min. – kriterijus, nurodantis per kiek laiko nuvažiuojama rekonstruojant kelią.

Įrengimo laikas (K3), val. – tai kriterijus, nurodantis per kiek laiko įrengiamas transporto apvažiavimo sprendimas.

Sudėtingumas (K4), - tai kriterijus, kuris parodo apvažiavimo įrengimo sudėtingumą.

Gautos kriterijų skaitinės reikšmės pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė

Kriterijų skaitinės reikšmės

Kriterijai	K1 Kaina Eurais	K2 Laikas pravažiuojant min.	K3 Įrengimo laikas val.	K4 Sudėtingumas
Alternatyvūs sprendimai				
Transporto srauto nukreipimas aplinkkelio (A ₁)	340	7,26	0.30	Lengvas 1
Važiavimas esamu keliu naudojant šviesoforus (A ₂)	2940	8.49	0.40	Vidutinis 2
Laikino kelio įrengimas panaudojant guminę dangą (A ₃)	3368	4,28	2	Sunkus 3
Optimalumas	min	min	min	min

Šaltinis: sudaryta autorių

Kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant teorinį entropijos metodą. Pirmiausiai nustatomas transporto srauto reguliavimo alternatyvių projektinių sprendimų vertinimo kriterijų teorinis reikšmingumas, taikant entropijos metodą. Žemiau pateikta taikomo metodo algoritmas, skaičiavimo formulės ir jų paaiškinimai. Pradiniai duomenys pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė

Pradinių duomenų matrica

Matrica P					
Variantai Kriterijai	A1	A2	A3	Kriterijų optimalumas	Geriausia reikšmė
K ₁	340	2940	3368	Min	340
					Σ
					6648

Matrica P						
K ₂	7,26	8,49	4,28	Min	4,28	20,03
K ₃	0,30	0,40	2	Min	0,30	3,1
K ₄	1	2	3	Min	1	6

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

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

$$\begin{aligned} \bar{P}_{11} &= \frac{340}{6648} = 0,051 & \bar{P}_{21} &= \frac{7,26}{20,03} = 0,362 & \bar{P}_{31} &= \frac{0,30}{3,10} = 0,097 & \bar{P}_{41} &= \frac{1}{6} = 0,166 \\ \bar{P}_{12} &= \frac{2940}{6648} = 0,442 & \bar{P}_{22} &= \frac{8,49}{20,03} = 0,424 & \bar{P}_{32} &= \frac{0,40}{3,10} = 0,129 & \bar{P}_{42} &= \frac{2}{6} = 0,333 \\ \bar{P}_{13} &= \frac{3368}{6648} = 0,507 & \bar{P}_{23} &= \frac{4,28}{20,03} = 0,214 & \bar{P}_{33} &= \frac{2}{3,10} = 0,645 & \bar{P}_{43} &= \frac{3}{6} = 0,5 \end{aligned}$$

čia 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.

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

3 lentelė

Normalizuota matrica				Matrica $\bar{P}$
Variantai		A1	A2	A3
Kriterijai				
K ₁		0,051	0,440	0,507
K ₂		0,362	0,424	0,214
K ₃		0,097	0,129	0,645
K ₄		0,166	0,333	0,5

Nustatomas visų kriterijų entropijos lygis E_j .

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

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

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

$$E_1 = -0,91 \times (0,051 \cdot \ln(0,051) + 0,440 \cdot \ln(0,440) + 0,507 \cdot \ln(0,507)) = 0,780$$

$$E_2 = -0,91 \times (0,362 \cdot \ln(0,362) + 0,424 \cdot \ln(0,424) + 0,214 \cdot \ln(0,214)) = 0,754$$

$$E_3 = -0,91 \times (0,097 \cdot \ln(0,097) + 0,129 \cdot \ln(0,129) + 0,645 \cdot \ln(0,645)) = 0,704$$

$$E_4 = -0,91 \times (0,166 \cdot \ln(0,166) + 0,333 \cdot \ln(0,333) + 0,500 \cdot \ln(0,500)) = 0,920$$

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.

$$d_1 = 1 - 0,780 = 0,22$$

$$d_2 = 1 - 0,754 = 0,246$$

$$d_3 = 1 - 0,704 = 0,296$$

$$d_4 = 1 - 0,920 = 0,080$$

$$\Sigma = 0,842$$

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.

$$Q_1^{(t)} = \frac{0.22}{0.842} = 0.261 \quad (26,1\%)$$

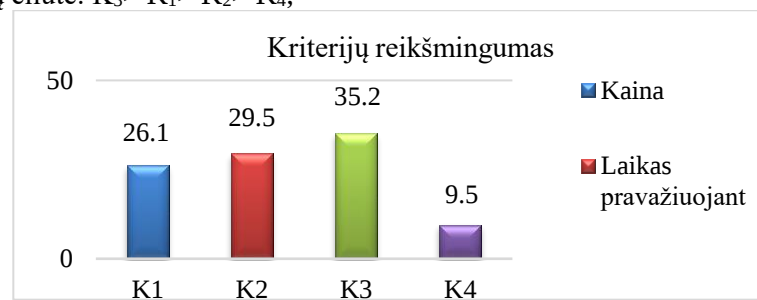
$$Q_2^{(t)} = \frac{0.246}{0.842} = 0.292 \quad (29,5\%)$$

$$Q_3^{(t)} = \frac{0.296}{0.842} = 0.352 \quad (35,2\%)$$

$$Q_4^{(t)} = \frac{0.080}{0.842} = 0.095 \quad (9,5\%)$$

$$Q_3 > Q_2 > Q_1 > Q_4$$

Kriterijų prioritetų eilutė: $K_3 > K_1 > K_2 > K_4$;



5 pav. Kriterijų reikšmingumas

Šaltinis: sudaryta autorių

Apskaičiavus transporto srauto reguliavimo teorinį kriterijų reikšmingumą, taikant entropijos metodą, nustatyta, kad nagrinėtų kelių rekonstrukcijų pagrindinis ir svarbiausias kriterijus yra įrengimo laikas (35,2%), sekantis pagal svarbumą kriterijus – laikas pravažiuojant (29,5%), kaina (26,1%), mažiausias pagal svarbumą – sudėtingumas (9,5%).

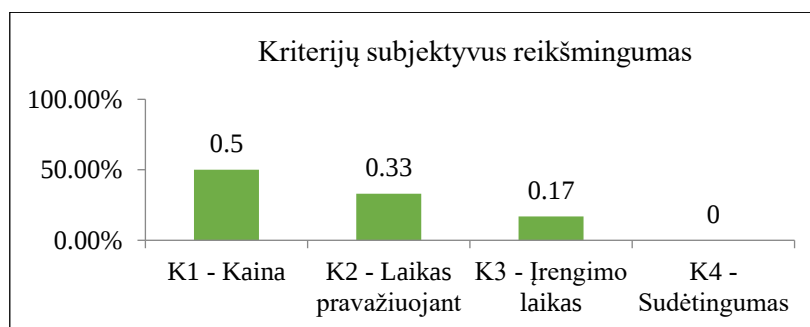
Subjektyvaus kriterijų reikšmingumo nustatymas, taikant ekspertinį porinio palyginimo metodą. Sekančiame etape nustatomas transporto srauto reguliavimo subjektyvių vertinimo kriterijų reikšmingumas, taikant porinio palyginimo metodą.

Nustatant transporto srauto reguliavimo vertinimo kriterijų subjektyvų reikšmingumą, taikytas porinio palyginimo metodas, pagal pateiktą kriterijų prioritetų eilutę: $K_1 > K_2 > K_3 > K_4$. 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 kriterijumi, o kitam kriterijui priskiriama skaičius 0. Jeigu abu kriterijai yra vienodai svarbūs jiems abiem skiriama po 1 balą. Gauti rezultatai pateikti 4 lentelėje.

4 lentelė

Vertinimo kriterijų subjektyvus reikšmingumas

Kriterijai	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	Σ	q _i	%
K ₁ – Kaina	-	2	2	2	6	0.5	50
K ₂ – Laikas pravažiuojant	0	-	2	2	4	0,33	0,33
K ₃ – Įrengimo laikas	0	0	-	2	2	0.17	17
K ₄ - Sudėtingumas	0	0	0	-	0	0	0
Σ					12	1	100



6 pav. Kriterijų subjektyvus reikšmingumas

Šaltinis: sudaryta autorių

Apskaičiavus subjektyvų kriterijų reikšmingumą nustatyta, kad svarbiausias kriterijus K_1 – Kaina, kurios reikšmingumas 50 %. Sekantis kriterijus K_2 – laikas pravažiuojant, kurio reikšmingumas 33 %. K_3 – įrengimo laikas, kurio reikšmingumas 17 %, o kriterijus mūsų atveju K_4 – sudėtingumas visiškai neturi įtakos galutiniam vertinimui.

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

Parengiama pradinė duomenų matrica į kurią surašomi nustatyti kriterijų duomenys 5 lentelėje.

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

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

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

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, parenkama 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						
Variantai		A1	A2	A3	Kriterijų optimalumas	Geriausia reikšmė
Kriterijai	K_1	340	2940	3368	Min	340
	K_2	7,26	8,49	4,28	Min	4,28
	K_3	0,30	0,40	2	Min	0,30
	K_4	1	2	3	Min	1

6 lentelė

Matrica $\bar{P}$

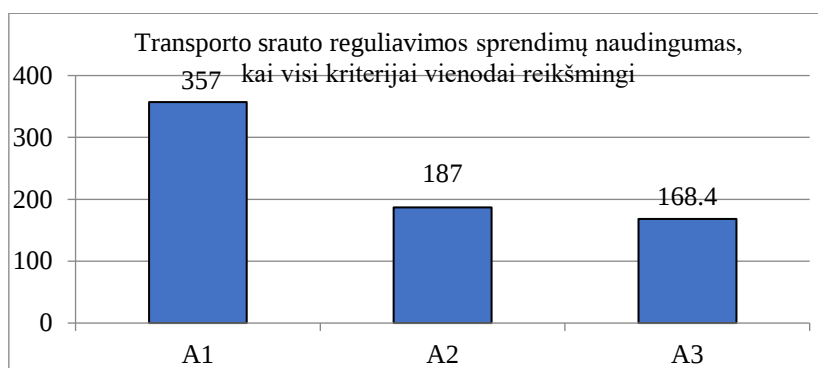
Matrica $\bar{P}$			
Variantai Kriterijai	A1	A2	A3
K ₁	1	0,116	0.101
K ₂	0.570	0.504	1
K ₃	1	0.75	0,25
K ₄	1	0.5	0.333

7 lentelė

Matrica C

Matrica C			
Variantai	A1	A2	A3
Kriterijai			
K ₁	100	11,6	10,1
K ₂	57	50,4	100
K ₃	100	75	25
K ₄	100	50	33,3
Σ	357	187	168,4

Visų gautų rezultatų reikšmės pateikiamos grafiškai 7 paveiksle.



7 pav. Transporto srauto reguliavimo sprendimų naudingumas, kai visi kriterijai vienodai reikšmingi
Šaltinis: sudaryta autorių

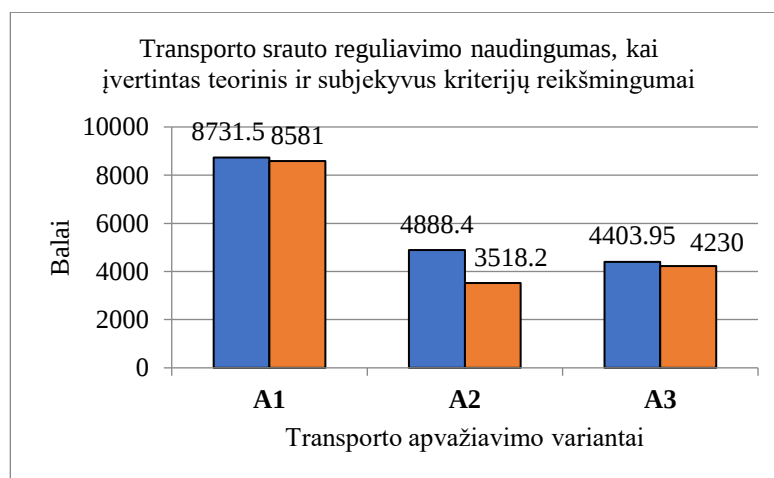
A1>A2>A3 Geriausias variantas A1, antroje vietoje A2, trečioje vietoje A3.

Apskaičiuojamos kriterijų vertės balais, įvertinant teorinį ir subjektyvų kriterijų reikšmingumus. Tam tikslui kiekviena kriterijaus naudingumo reikšmė dauginama iš kriterijaus reikšmingumo. Sudaromos naujos matricos $\bar{C} * \bar{q}$ ir $\bar{C} * q_t$

8 lentelė

Kriterijų naudingumas, įvertinus teorinį ir subjektyvų reikšmingumą

	$\bar{q}_t, \%$	Matrica $\bar{C} * \bar{q}_t$			$\bar{q}, \%$	Matrica $\bar{C} * \bar{q}$		
		A1	A2	A3		A1	A2	A3
K1	26	2600	301,6	262,6	50	5000	580	505
K2	29,5	1681,5	1486,8	2950	33	1881	1663,2	3300
K3	35	3500	2625	875	17	1700	1275	425
K4	9,5	950	475	316,35	0	0	0	0
Σ	100	8731,5	4888,4	4403,95	100	8581	3518,2	4230



8 pav. Transporto srauto reguliavimo naudingumas, kai įvertintas teorinis ir subjektyvus kriterijų reikšmingumas
Šaltinis: sudaryta autorių

Sudaromos transporto srauto reguliavimo variantų prioritetų eilutės ir rezultatai pateikiami grafiškai (žr. 8 pav.)

Išvados

1. Identifikuojant alternatyvių kelio rekonstrukcijos transporto srauto reguliavimo sprendimų variantus buvo parinkti trys galimi variantai: transporto srauto nukreipimas aplinkkelio (A1); važiavimas esamu keliu naudojant šviesoforus (A2); laikino kelio įrengimas panaudojant guminę dangą (A3).

2. Atlikus alternatyvių transporto srauto reguliavimo sprendimų analizę, nustatyta, kad pasirenkant galimus variantus svarbiausias kriterijus kaina. Racionaliausias kelio transporto srauto reguliavimo sprendimas

yra transporto srauto nukreipimas aplinkkeliu. Atlikus daugiakriterinį transporto srauto reguliavimo sprendimų vertinimą, kai įvertintas teorinis reikšmingumas, svarbiausias kriterijus - įrengimo laikas (35,2%), įvertinus subjektyvų kriterijų reikšmingumą, svarbiausias kriterijus – kaina (50 %). Įvertintus teorinį ir subjektyvų kriterijų reikšmingumus nustatyta, kad geriausias variantas A1 (transporto srauto nukreipimas aplinkkeliu).

Literatūra

1. Automobilių keliai. Kelių techninis reglamentas KTR 1.01:2008. Patvirtintas 2008 m. sausio 9 d. įsakymu Nr. D1-11/3-3.
2. Automobilių kelių žemės darbų atlikimo ir žemės sankasos įrengimo taisyklės (IT ŽS 17). Patvirtintos 2017 m. balandžio 3 d. įsakymu Nr. V-111
3. Automobilių kelių standartizuotų dangų konstrukcijų projektavimo taisyklės KPT SDK 19. Patvirtintos 2019 m. sausio 25 įsakymu Nr. V-16.
4. Automobilių kelių mineralinių medžiagų techninių reikalavimų aprašas TRA MIN 07. Patvirtintas 2007 m. sausio 30 d. įsakymu Nr. V-16.
5. Automobilių kelių mineralinių medžiagų mišinių naudojamų sluoksniams be rišiklių techninių reikalavimų aprašas TRA SBR 07. Patvirtintas 2019 m. gruodžio 20 d. įsakymu Nr. V-191.
6. Automobilių kelių dangos konstrukcijos sluoksnių be rišiklių įrengimo taisyklės IT SBR 07. Patvirtintos 2007 m. sausio 30 d. įsakymu Nr. V-18.
7. Automobilių kelių asfalto mišinių techninių reikalavimų aprašas TRA ASFALTAS 08. Patvirtintas 2009 m. sausio 12 d. įsakymu Nr. V-15.
8. Automobilių kelių dangos konstrukcijos asfalto sluoksnių įrengimo taisyklės IT ASFALTAS 08. Patvirtintos 2009 m. sausio 12 d. įsakymu Nr. V-16.
9. Automobilių kelių transporto priemonių apsauginių atitvarų sistemų projektavimo taisyklės KPT TAS 09 Patvirtintos 2010 m. sausio 7 d. įsakymu Nr. V-8.
10. Automobilių kelių darbo vietų aptvėrimo ir eismo reguliavimo taisyklės DVAER 12. Patvirtintos 2012 m. balandžio 16 d. įsakymu Nr. V-87.
11. Automobilių kelių vertikaliųjų kelio ženklų įrengimo taisyklės IT VŽ 14. Patvirtintos 2014 m. kovo 7 d. įsakymu Nr. V-81.
12. Guminė kelio danga [žiūrėta 2021 0512]. Prieiga per internetą: <https://www.skelbiu.lt/skelbimai/gumine-kelio-danga-39578883.html>.
13. Kelių horizontaliojo ženklinimo taisyklės. Patvirtintos 2012 m. sausio 31 d. įsakymu Nr. 3-82.
14. Kelio ženklų atramų parinkimo, projektavimo ir įrengimo taisyklės PĮT KŽA 08. Patvirtintos 2008 m. rugsėjo 29 d. įsakymu Nr. V-298.
15. Kelio ženklų įrengimo ir vertikaliojo ženklinimo taisyklės. Patvirtintos 2012 m. sausio 31 d. įsakymu Nr. 3-83.
16. Lietuvos automobilių kelių direkcija. Valstybinės reikšmės kelių priežiūra ir plėtra 2019–2035 metais [žiūrėta 2021 05 12]. Prieiga per internetą <https://bit.ly/2wsnPHt>
17. Lietuvos Respublikos kelių įstatymas. Įstatymas paskelbtas: Žin. 1995, Nr. 44-1076, i. k. 0951010ISTA000I-891 Nauja redakcija nuo 2002-10-23:Nr. IX-1113, 2002-10-03, Žin. 2002, Nr. 101-4492 (2002-10-23), i. k. 1021010ISTA0IX. Kelių įstatymo Nr. I-891 17 straipsnio pakeitimo įstatymas. Patvirtintas 2020 m. lapkričio 10 d. Nr. XIII-3421.

ANALYSIS AND MULTI-CRITERIA EVALUATION OF TRANSPORT FLOW REGULATION SOLUTIONS DURING THE RECONSTRUCTION OF IŠLAUŽAS–

Summary

With increasing traffic intensity, driving on gravel roads causes inconvenience to drivers, aggravates traffic conditions, makes noise, pollutes the environment and reduces traffic safety. Substantial improvement of traffic conditions on such roads is achieved by reconstructing the road. During the reconstruction, it is necessary to create conditions for safe movement of transport. In order to solve the problem of movement, the analysis of traffic flow regulation solutions and their multi-criteria evaluation were performed, taking into account different significance of the evaluation criteria.

**SAUSUMOS IR ORO TRANSPORTO BEI MECHANIKOS INŽINERIJOS INOVACIJOS
MOKSLE IR PRAMONĖJE**

TVARIOS ATEITIES SĄLYGA – GAMTOS KONSTITUCIJOS IŠMANYMAS

Arturas Gavėnas
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Aptariamoms kurtinėms konferencijos pavadinimo sąvokoms: mokslas, pramonė, tvarumas. Pateikiami pavyzdžiai, kai kalbėdami apie tvarią ateitį bei ekonomikos gaivinimą, pamirštame ar sąmoningai nepaisome sąvokų esminės prasmės bei Gamtos dėsnių, taip sudarydami palankę terpę klaidingam tolimesnės globalios kelionės krypties pasirinkimui. Siekiant realios mokslo ir pramonės sinergijos vardan tvarios ateities, remiamasi vienu iš Gamtos konstitucijos straipsnių – antruoju termodinamikos dėsniu. Jo formuluočių išmanymas sudaro sąlygas teisingos krypties tvarios ateities link pasirinkimui. Ši kryptis – gamybos ir vartojimo mažinimas. Pateikiami pavyzdžiai, kaip tai galima būtų įgyvendinti. Tikslui pasiekti būtina sąlyga – žmonija privalo suprasti besaikio vartojimo žalą ir riboti poreikius.

Reikšminiai žodžiai: mokslas, tvarumas, gamtos konstitucija, antrasis termodinamikos dėsnis.

Ivadas

Kai iš solidžių tribūnų kalbama apie kovą su klimato kaita, žaliąją ekonomiką, tvarią ateitį, nulines emisijas, neutralumą klimatui, niekas neragina mažinti gamybos ir vartojimo. Tai egzistencinė problema, nes gamybos ir vartojimo mažinimas yra vienintelis efektyvus kelias tvarios ateities link. Jei norime išlikti, pasirinkimo nėra – vienintelį kelią šia kryptimi diktuoja pati Gamta, jos dėsniai.

Straipsnio tikslas – remiantis fundamentalia mokslo tiesa pagrįsti teiginį, kad gamybos ir vartojimo mažinimas yra vienintelis efektyvus kelias tvarios ateities link.

Uždaviniai: 1) apibūdinti mokslo, pramonės, tvarumo, Gamtos konstitucijos sąvokas; 2) iliustruoti sąvokų tinkamo vartojimo svarbą nesusipratimų viešojoje erdvėje pavyzdžiais; 3) atskleisti antrojo termodinamikos dėsniu esmę; 4) pateikti pasiūlymus, kaip būtų galima mažinti gamybą ir vartojimą.

Metodas: mokslo faktų – Gamtos dėsnių, mokslininkų minčių, mokslinės, mokslo populiarinimo literatūros, internet'o šaltinių bei asmeninių įžvalgų analizė.

Sąvokos

Konferencijos pavadinime yra trys kurtinės sąvokos: mokslas, pramonė, tvarumas. Iš to, kokio semantinio lauko sąvokos apie mokslą sklaido kasdienybėje, galima susidaryti miglotą ir, svarbiausia, iškreiptą, klaidinantį ir paviršutinišką vaizdą. Tai veda prie mokslo sąvokos, dažnai ir paties proceso, devalvacijos. Kasdieną vartojamos mokslo sąvokos semantinis laukas perša mintį, kad vos ne kiekvienas skaitantis knygą ar klausantis kito perteikiamų žinių užsiima moksline veikla. Populiariojoje Vikipedijoje rasime: mokslas – objektyvių žinių apie gamtą ir visuomenę gavimas tiriant tikrovę. Ten pat – kad objektyviomis laikomos teoriškai ir empiriškai įrodytos, t.y. patirtimi grįstos žinios, kad mokslui, kaip procesui, priskiriamas ir tyrimo rezultatų pateikimas mokslinėse publikacijose, visuotinai pripažintų objektyvių žinių apibendrinimas, jų perdavimas ir perteikimas. Šiandien daugelis supranta, kad mokslininkas – tai žmogus, vykdomas mokslinę veiklą t.y. gaunantis objektyvias žinias apie gamtą ir visuomenę tikrovės tyrimo (pvz.: stebėjimo, lytėjimo) metu. Jei kas pasakytų, kad, palietęs akmenį, sužinojo jį esant kietą ir, tai patvirtinus dar dešimčiai „tyrėjų“, dabar save gali vadinti mokslininku, būtų teisingas. Šio apibrėžimo semantinėje aprėptyje bene visi tampame mokslininkais: vaikas žiūrintis į žaliuojantį medį ir suvokiantis, kad lapai žali, žurnalistas, pateikiantis visuotinai pripažintų žinių apibendrinimą, mokytojas ar dėstytojas, panašias žinias perteikiantys mokiniais ar studentams ir tam tikrose situacijose bet kas, vykdomas tai, kas telpa minėto apibrėžimo rėmuose.

Inžinierius ir išradėjas V. Palubinskas teigia, kad mokslas – tai patikrinamų, įrodomų, tomis pat sąlygomis neišvengiamai atkartojamų ir tikrovėje naudingai pritaikomų priklausomybių supratimas. Tai tikslios ir neprieštaringos žinios apie numatomus gamtos reiškinius ir dėsningumus visuomenėje nuo priežasties iki pasekmės. Gretinant „išradimo“ – naujo įtaiso (technikos), gamybos būdo (technologijos) arba medžiagos (cheminės sudėties) sumanymo, išbandymo ir naudingo pritaikymo gyvenime – sąvoką su jau nusistovėjusiu moksliniu terminu „atradingu“ – anksčiau nežinoto gamtos dėsniu atskleidimui (suradimui, jo išaiškinimui ir įrodymui) pavadinti – mokslinės veiklos apibrėžtį galima sutrumpinti iki vienintelio žodžio – atradinga (Palubinskas, 2016). Atradinga, kaip žinia, galima tik tai, kas jau seniai Gamtoje buvo, kas jau įrašyta

Gamtos konstitucijoje tik niekam dar nėra žinoma. Apibendrinant galima būtų teigti, kad mokslas tai – globaliai naujų ir esmingai reikšmingų žinių atradimas, gilinantis į daiktų ir reiškinių esmę.

Solidi, ypač dabar, mokslo vieta pažinime neleidžia abejoti, kad tikrieji mokslininkai nepretenduoja į absoliutų pasaulio pažinimą ir mokslinio metodo monopolį. Jie supranta, kad egzistuoja kiti pasaulio pažinimo būdai: praktika, intuicija, menas, religija, literatūra, mitologija ir kt. „Mokslas būtinas, tačiau nepakankamas pasaulio vaizdai susidaryti“ (Strathern, 2008) – tai vieno aštriausių XX a. protų Nobelio premijos laureato fizikos srityje Ervino Šriodingerio (1887 – 1961) mintis. Vienas šiandien žinomiausių britų genetikų A.Ruterfordas, teigdamas, kad mokslas yra sveiko proto priešingybė, jį apibūdina kaip metodologinių priemonių rinkinį, kuriuo bandoma objektyvią tikrovę atskirti nuo to, kaip mes ją suvokiame (Rutherford, 2021). Būtent dabar, kai Žemės resursai naudojami ypatingai drastiškai ir dėl to labai intensyvěja klimato kaita, tarša, ryškėja kiti poveikiai ir jų pasekmės, ypatingai svarbu yra suvokti šių procesų objektyvų vaizdą ir mokslo vaidmenį galimame šių procesų valdyme.

Pramonė – valstybės ar regiono materialinės gamybos pagrindinių šakų visuma: žaliavų gavyba, jų perdirbimas į pusfabrikačius, naudojimui tinkamų produktų gamyba ir statyba, technologijų plėtotė. Apibendrintai – ekonomikos/ūkio sritis, kur dominuoja gamyba.

Tvarumas – tai pastovumas, išsilaikymas, patikimumas. Kalbant apie rytojų – garantija, kad jis bus. Patikimas tas rytojus, kuris garantuoja poryt.

Nesusipratimai

Mokslinės konferencijos metu Europos komisaras V.Sinkevičius, pasakęs „2050m. naudosime tiek, lyg turėtume tris Žemes“, po minutės kalba, kad tais pačiais metais turėsime „tvarią ekonomiką“. Paklaustas, ką turi mintyje, sakydamas „tvarią“, atsako, kad kalba apie Žemės išteklių naudojimą, neviršijant jos galimybių (Inžinerinės ir edukacinės technologijos, 2021). Dabartinis LR prezidentas ir kiti Lietuvos politikai pastaruoju metu dažnai mini, kad šalis iki 2050 –ųjų metų taps „klimatui neutrali“. Prisiminus Pasaulinės meteorologijos organizacijos apibrėžimą, kad klimatas – tai statistinių savybių visuma tokios sistemos, kuri susideda iš sąveikaujančių vidinių elementų (atmosferos, hidrosferos, kriosferos, sausumos paviršiaus ir biosferos), turinčių ilgus, bet baigtinius kitimo periodus (Bukantis, 2014:36) galima formuluoti išvadą, kad tas, kas veikia, t.y. atlieka darbą, negali būti klimatui neutralus. Š.m. spalio pabaigoje didžiojo dvidešimtuko šalių vadovai susirinko aptarti, kaip gaivinti ekonomiką ir kovoti su klimato kaita. Akivaizdus prieštaravimas ir čia – šie tikslai tarpusavyje nesuderinami! Gaivinti ekonomiką – tai, visų pirma, didinti gamybą, o didinant gamybą neįmanoma mažinti klimato kaitos! Priminsiu vieną Gamtos konstitucijos dėsni, kurio išmanymas ir pritaikymas padėtų rasti esmingai teisingą kelią tvarios ateities link.

Gamtos konstitucija

Gamtos konstitucija – objektyvių taisyklių rinkinys. Tai dėsniai. Gamtos dėsnių pirminis šaltinis – Gamtos konstitucija. Dėsnių galima nežinoti, jų neišmanyti, bet neįmanoma apeiti, nepaisyti, jiems nepaklūsti ar išsiveržti iš jų veikimo zonos. Viskas vyksta šių taisyklių įtakos lauke. O jis – beribis, kaip be pabaigos pati konstitucija. Konstitucija atsirado kartu su Gamta. Mokslininkas, išvelgęs Gamtos dėsni, įvykdė atradimą ir pranešė apie jį kitai žmonijos daliai. Gamtos konstitucija universali: tinka, galioja, valdo visus: mikro ir makro pasaulį, gyvąją ir negyvąją jo dalį, materialią ir kitokias jo puses, individus, bendruomenes ir visuomenes, Žemę, Saulės sistemą, Visatą. Norint naudotis kompiuteriu ar „išmaniuoju“ telefonu, pakanka žinoti „mygtukų spaudymo“ tvarką – norimos atlikties algoritmą. Atsakinėjant Gamtos konstitucijos egzamine reikia pačiam būti išmaniam arba turėti noro ir valios to siekti. Kartais tiek, kad kai kuo tiesiog patikėtum, įjungtum ir išgirstum „šeštąjį“ pojūtį, žinomus ir intuityvius pasaulio pažinimo būdus mėgintum sujungti į visumą, sugebėtum išsiveržti iš stacionarios vien mokslinio metodo išpažinimo orbitos. Kartais, norint patikėti net ir mokslinė tiesa, vien mokslinės kompetencijos nepakanka.

Mokslo paskirtis – padėti žmogui išgyventi ir išlikti (Motuza, 2013). Šį akademiko G.Motuzos teiginį iliustruoja vieno iš Gamtos dėsnių, fizikoje vadinamo antruoju termodinamikos dėsniu, galimo pritaikymo pavyzdys. Keletas lygiavėrių šio dėsni formuluočių:

- visi procesai Gamtoje yra negrįžtamieji; (Negrįžtamuoju vadinamas toks procesas, kuriam vykstant keičiasi aplinka)
- šiluma savaime sklinda iš šiltesnio kūno į šaltesnį;
- neįmanomas procesas, kurio vienintelis rezultatas būtų visos gautos šilumos pavertimas darbu vien tik vėstant šilumos šaltiniui. (Фейнман и др., 1976)

Apibendrintai ir paprastai: neįmanoma atlikti darbo nekeičiant/nekaitinant/neteršiant aplinkos! Tokia yra prancūzų inžinieriaus ir fiziko Sadi Karno (Sadi Carnot, 1796 – 1832) bei vokiečių fiziko Rudolfo Klauzijaus (Rudolf Clausius, 1822 – 1888), entropijos sąvokos sukūrėjo, išvelgto ir mums perpasakoto Gamtos konstitucijos įstatymo semantika. Tai reiškia: kuo daugiau gaminame, tuo daugiau teršiamo. Daugiau gamindami, daugiau ir vartojame, todėl galima tvirtinti: kuo daugiau vartojame, tuo daugiau teršiamo. Vienintelis kelias link tvarios ateities – riboti poreikius ir mažinti gamybą bei vartojimą. Jei norime realių teigiamų pokyčių link tvarios ateities, pramoninė gamyba privalo mažėti. Kito tikro kelio nėra! Įsitikinkim, kad tokiai kryptiai rezervų turime ir atraskime tokio kelio plusus.

Pasiūlymai

Vidutiniškai Lietuvos gyventojas kasmet išmeta apie 60 kg nesuvartotų, bet dar tinkamų maisto produktų (statistinis europietis – triskart daugiau). Jei vieno kilogramo kainą prilygintume trimis eurams, tai Lietuvos mastu turėtume daugiau nei pusę milijardo eurų metinį rezervą bendro vidaus produkto (BVP) aruode. Tai reikštų, kad už pusę milijardo eurų galėtume negaminti prekių ir neteikti paslaugų. Gera planuojantis ir taupus vartotojas sudarytų sąlygas gamintojams mažiau gaminti, t.y. mažiau teršti, nes bet kam pagaminti reikia energijos ir dalis jos būtinai kaitina ir kitaip teršia aplinką. O kur dar drabužiai, namų apyvokos daiktai, pramogos, transporto, grožio ir kt. išlaidos. Ekonomistai iš karto prieštarautų – o kaip užtikrinsime pajamas gamintojams ir paslaugų teikėjams? Nepamirškime, kad kiekvienas iš jų, visų pirma, taip pat yra vartotojas. Kai jo vartojimas sumažės, jam taip pat reikės mažiau pajamų. Nesakau, kad šitaip elgdamiesi kiekvienas sutaupysime po 180 eurų. Mums jų – tiesiog nereikės. Paprasta, tik yra vienas esminis „bet“, kuris skiria mus, žmones, nuo likusios Gamtos – mūsų godumas. Būtina jį pažaboti. Jokiai civilizacijai to padaryti nepavyko. Neturime įrodymų, kad buvo mėginta. Šiandien jį tik skatiname. Vienintelė laisvė, kokią turime dabar ir vis labiau eskaluojame – laisvė vartoti.

Visame pasaulyje padvigubėjus vidutinei drabužių „gyvenimo“ trukmei, šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimas sumažėtų net 44 proc., o vartotojai kasmet neprarastų apie 460 mlrd. JAV dolerių, kurie yra prarandami išmetant dėvėti dar tinkamus drabužius (Obelenytė, 2020). Šioje vietoje vėl tiktų pasakyti: vartotojams neberekėtų 460 mlrd. JAV dolerių arba – gamintojams už tiek pat nereikėtų gaminti prekių ir tiek pat galėtų sumažėti BVP.

Lietuvoje per metus į aplinką išmetama 20368 kilotonos šiltnamio efektą sukeliančių dujų. Statistiniam Lietuviui per metus tenka septynios tonos CO₂. Vienam žmogui nuskridus iš Lietuvos į Ispaniją ir lėktuvu grįžus atgal, į aplinką bus išleista viena tona CO₂ (Lėka, 2021). Tai rodo, kad kelionės, ypač lėktuvais, yra ženkli taršos ir klimato kaitos priežastis. Supratus, kad vidinė kelionė siekia toliau, nei geografinė, turėtume geras prielaidas taršai mažinti. Deja – tą pripažįsta ir patys mokslininkai – augant moksliniam išprusimui, klimato kaitos rizikingumo suvokimas nekinta (Bukantis, 2014:97). Žuvis apie vandenyną sužino tik tada, kai ją pagauna žvejys. Šia prasme, deja, nesiskiriame nuo žuvies: panašu, kad suprasime einantys klaidingu keliu tik tada, kai tas kelias tiesiog pasibaigs.

Išvados

Norint pasukti pramonės vairą tvaria kryptimi būtina išmanyti Gamtos konstituciją ir paisyti jos dėsnių. Antrojo termodinamikos dėsnio apibendrinta formuluotė – neįmanoma atlikti darbo nekeičiant/nekaitinant/neteršiant aplinkos – diktuoja vienintelę teisingą kryptį tvarios ateities link – mažinti gamybą ir vartojimą. Norint šia kryptimi žmogui keliauti, būtina atrasti saiko jausmą ir sąmoningai apriboti poreikius.

Literatūra

1. Bukantis A. Kas užlopys dangų. Vilnius, 2014. 36, 97 p.
2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сендс М. Фейнмановские лекции по физике. Москва, 1976. 338, 339 p.
3. Lėka A. Pasauliui prognozuojami apokaliptiniai scenarijai: koks juose Lietuvos pėdsakas? [interaktyvus]. 2021. [žiūrėta 2021-11-23]. Prieiga per internetą: <https://kauno.diena.lt/naujienos/lietuva/salies-pulsas/kiem-lietuva-zudo-planeta-1052298>.
4. Motuza G. Kaip veikia Žemė. Vilnius, 2013. 12 p.
5. Rutherford A. Trumpa žmonijos istorija. Vilnius, 2021. 214 p.

6. Obelenytė A. 30 kilogramų drabužių – tiek per metus išmetame kiekvienas. [interaktyvus]. 2020. [žiūrėta 2021-11-01]. Prieiga per internetą: <https://lic.lt/2020/04/07/30-kilogramu-drabuziu-tiek-per-metus-ismetame-kiekvienas/>
7. Palubinskas V. Mokslas. [interaktyvus]. 2016. [žiūrėta 2021-10-16]. Prieiga per internetą: <https://on.lt/mokslas>.
8. Strathern P. Mendelejevo sapnas. Kaunas, 2008. 260 p.
9. Inžinerinės ir edukacinės technologijos 2021: aukštojo mokslo ir verslo sinergija Europos žaliosios strategijos kontekste. [interaktyvus]. 2021. [žiūrėta 2021-11-01]. Prieiga per internetą: <https://www.15min.lt/video/inzinerines-ir-edukacines-technologijos-2021-aukstojo-mokslo-ir-verslo-sinergija-europos-zaliosios-strategijos-kontekste-200952>

ELEKTRINIŲ AUTOMOBILIŲ PARKO LIETUVOJE PLĖTROS ANALIZĖ

Darius Juodvalkis
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Transporto priemonių tarša yra opi ekologinė problema visame pasaulyje. Vienas iš būdų mažinti transporto taršą yra perėjimas prie elektra varomų automobilių parko. Lietuvoje, pagal 2021 metų duomenis, elektriniai automobiliai sudaro tik apie 2,7 proc. nuo visų naujai įregistruojamų automobilių kiekio. Siekiant didinti elektrinių automobilių kiekį, reikalingos specialios mokestinės lengvatos ar kompensacinės išmokos, kurios didintų elektrinių automobilių populiarumą.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: elektrinis automobilis, hibridinis automobilis, transporto tarša.

Įvadas

Pirmąjį automobilį varomą vidaus degimo varikliu Karlas Benz sukonstravo dar XIX amžiaus pabaigoje. Šiandien, praėjus daugiau kaip 100 metų po šio įvykio, vidaus degimo varikliu varomi automobiliai vis dar yra populiarūs ir plačiai naudojami. XX amžiaus pabaigoje pastebėta, kad transporto tarša turi žymią reikšmę ir susirūpinta, kad būtina ją mažinti. Siekiant mažinti transporto taršą, įvedami nauji ir vis griežtesni reikalavimai naujoms gaminamoms transporto priemonėms, tačiau automobilius konstruojantys inžinieriai susiduria su sunkumais automobilius pritaikant vis griežtėjantiems reikalavimams. Tampa aišku, kad, siekiant žymiai sumažinti transporto taršą, reikia atsisakyti taršių ir mažo efektyvumo vidaus degimo variklių bei reikalingi radikalūs sprendimai konstruojant šiuolaikinių automobilių jėgaines. Vienas iš būdų modernizuoti šiuolaikinių automobilių jėgaines yra jų elektrifikavimas, t.y. vidaus degimo variklių apjungimas su elektriniais varikliais ar pilnai elektrinių variklių panaudojimas.

Komercinėse transporto priemonėse, o ypač krovininiuose automobiliuose, vidaus degimo variklius pakeisti hibridinėmis ir elektrinėmis jėgainėmis sudėtinga, nes reikalingi dideli energijos kiekiai ir, įvertinant šiuolaikinių akumuliatorių baterijų galimybes, tokie automobiliai kol kas labai brangūs ir jų naudojimas nėra ekonomiškai naudingas. Tuo tarpu miestų autobusuose hibridinės ir elektrinės jėgainės jau sėkmingai naudojamos. Lengvajam automobiliui važiuoti reikia mažiau galios nei krovininui. Elektra varomam lengvajam automobiliui nuvažiuoti 100 km atstumą, priklausomai nuo automobilio charakteristikų ir važiavimo režimo, pakanka 15-25 kWh energijos kiekio, o hibridinis ir savaime įsikraunantis automobilis turėdamas tik apie 1 kWh talpos bateriją gali apie 40 proc. laiko dirbti elektriniu režimu, kai yra važiuojama mieste. Kai automobilis važiuoja varomas elektra, nepriklausomai ar tai hibridinis ar elektrinis, jis neišmeta teršalų, kuriuos išmeta vidaus degimo varikliu varomos transporto priemonės.

Daugumos šiuolaikinių elektra varomų lengvųjų automobilių kaip silpnoji pusė įvardijama įveikiamas atstumas su viena įkrova. Šiuolaikiniai lengvieji automobiliai, kuriuose įrengtos 25-100 kWh talpos akumuliatorių baterijos gali, su pilnai įkrauta baterija, įveikti 100-500 km atstumą. Elektra varomi automobiliai vis dar brangesni už tradicinius, kurie varomi vidaus degimo varikliu, ir jų kaina labai priklauso nuo akumuliatorių baterijos talpos. Nepaisant kai kurių trūkumų, elektriniai automobiliai turi daug privalumų – pigesnė eksploatacija, mažesnės išlaidos „degalams“, geresnė automobilio dinamika ir t.t. Svarbiausias elektra varomų automobilių privalumas yra ekologiškumas, t.y. nulinė tarša nuvažiuojant tam tikrą atstumą. Visame pasaulyje, o ypač ekonomiškai išsivysčiusiose valstybėse, įvairiais būdais skatinamas lengvųjų elektra varomų automobilių naudojimas ir jų, pastaraisiais metais, sparčiai daugėja.

Darbo tikslas: apžvelgti elektrinių automobilių parko plėtrą Lietuvoje ir kitose šalyse.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti elektrinių automobilių parko kitose šalyse analizę.
2. Apžvelgti elektrinių automobilių parką ir priemones naudojamas jo plėtrai Lietuvoje.

Elektriniai automobiliai kitose šalyse ir jų tarša

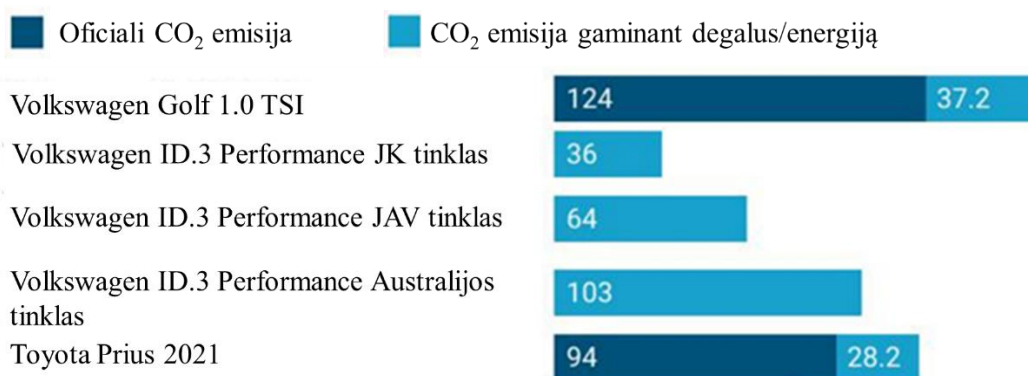
Norvegija yra viena iš lyderiaujančių valstybių pagal elektra varomų lengvųjų automobilių kiekį. Norvegijos vyriausybė prognozuoja, kad 2025 m. bus parduodami tik elektra varomi lengvieji automobiliai. 2016 m. Norvegijoje elektra varomi automobiliai sudarė 25 proc. naujai registruojamų automobilių kiekio. Tais pačiais metais nauji registruojami automobiliai Nyderlanduose sudarė tik 1,8 proc., Prancūzijoje 1,5 proc., o Vokietijoje tik 0,7 proc. (Kjolberg, 2016). 2020 m. Norvegijoje pirmą kartą fiksuota daugiau naujai registruojamų ir elektra varomų automobilių nei tradiciniais degalais varomų – elektra varomi automobiliai sudarė 61 proc. nuo visų registruotų automobilių kiekio (Kjolberg, 2020).

Nyderlandai yra viena iš lyderiaujančių Europos sąjungos valstybių pagal elektra varomų automobilių skaičių. 2019 m. šioje valstybėje naujai registruojami automobiliai sudarė 15 proc. nuo visų lengvųjų automobilių kiekio, o 2020 m. fiksuojamas žymus šuolis – naujai registruojami automobiliai jau sudaro 25 proc. (Mock, 2021).

Vokietijoje elektra varomi automobiliai kol kas dar nėra labai populiarūs. 2019 m. elektra varomi naujai registruojami automobiliai sudarė tik 3 proc. nuo visų naujai registruojamų lengvųjų automobilių kiekio. 2020 m. šioje šalyje taip pat fiksuojamas elektra varomų automobilių populiarumo augimas ir tais metais Vokietijoje naujai registruojami elektra varomi automobiliai jau sudaro 14 proc. nuo visų lengvųjų automobilių kiekio (Mock, 2021). Vokietija yra viena iš didžiausių lengvųjų automobilių gamintojų pasaulyje. Automobilių gamintojai, atsižvelgdami į rinkos pokyčius ir elektra varomų automobilių populiarėjimą, gamina vis daugiau elektra varomų transporto priemonių. 2021 m. liepos mėn. iš visų Vokietijoje pagamintų lengvųjų automobilių tik elektra varomi automobiliai sudarė 20 proc., kai tuo tarpu 2020 m. kovo mėn. elektra varomi automobiliai sudarė tik 6,8 proc. (Ferris, 2021).

Elektros energija gaminama jėgainėse, kurios gamindamos elektros energiją, priklausomai nuo gamybos būdo, gali taip pat teršti aplinką. Kolkas dar vienas iš pagrindinių elektros energijos gamybai naudojamų išteklių yra iškastinis kuras, o jį deginant išsiskiria teršalai, tame tarpe ir anglies dvideginis. Visame pasaulyje stengiamasi kuo daugiau gaminti žaliosios elektros energijos iš atsinaujinančių ir netaršių energijos šaltinių. Pastaruoju metu vieni iš populiariausių atsinaujinančių energijos šaltinių yra vandens, vėjo ir saulės energetika. Pagal 2020 metų duomenis Europos sąjungoje apie 40 proc. elektros energijos buvo žalioji, t.y. pagaminta neišskiriant anglies dvideginio, bet vis dar apie 34 proc. elektros energijos pagaminama deginant iškastinį kurą. Pavyzdžiui, tais pačiais metais JAV apie 62 proc. elektros energijos buvo gaminama deginant iškastinį kurą. Europos sąjungos šalyse situacija taip pat labai skirtinga – išsiskiria Islandija ir Norvegija, kurios visą elektros energiją pasigamina iš atsinaujinančių energijos šaltinių (Vetter, 2020).

Transporto sektorius yra vienas iš didelių mūsų planetos teršėjų. Lyginant transporto sektoriaus išskiriamo anglies dvideginio kiekius, Europos sąjungos šalyse jis mažėja – per pastaruosius 25 metus sumažėjo apie 4 kartus (Eurostat, 2020). Įvertinant, kad transporto priemonių skaičius ir jomis nuvažiuojamų kilometrų kiekis didėja, galima daryti išvadą, kad šiuolaikinių transporto priemonių varikliai yra efektyvesni ir išskiria mažiau anglies dvideginio, o elektriniai automobiliai jo visai neišskiria. Tačiau elektriniai automobiliai naudoja elektros energiją, kurią gaminant išskiriamas anglies dvideginis. Skirtingose šalyse santykis tarp žalios ir visos elektros energijos yra skirtingas. 2019 metų duomenimis, Jungtinės karalystės tinklo elektros energijos vidutinė tarša siekė 233 g/kWh anglies dvideginio, o JAV 417 g/kWh. Vieną iš taršiausių elektros energiją naudojančių šalių yra Kinija, kur šis rodiklis siekia apie 600 g/kWh. O Norvegijoje, kur naudojama tik žaliaji energija, šis rodiklis yra 0 g/kWh. Savaime suprantama, kad ir vidaus degimo varikliu varomam automobiliui degalus reikia gaminti ir šiam procesui taip pat naudojama nebūtinai žaliaji energija. 1 pav. pateikta automobilių tarša (anglies dvideginio kiekis), kai yra vertinama degalų ar elektros energijos gaminimo tarša.



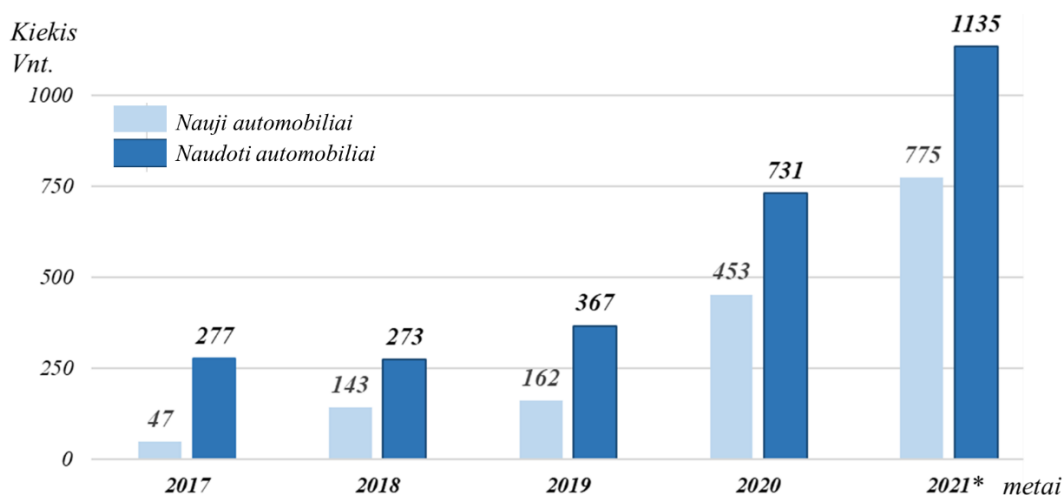
1 pav. Automobilių tarša (Morris, 2021)

Lyginant panašios klasės automobilius, pastebime, kad net įvertinus taršą, kuri išskiriama gaminant elektros energiją, vis tiek elektriniai automobiliai anglies dvideginio išskiria žymiai mažiau. Pavyzdžiui, VW ID.3, naudodamas Jungtinės Karalystės tinklo elektros energiją, išskiria apie 3 kartus mažiau anglies dvideginio nei hibridinis Toyota Prius automobilis, o, jeigu lyginsime šį parametą su VW Golf 1.0 TSI, tai VW ID.3 išskiriamas anglies dvideginio kiekis mažesnis apie 5 kartus. Taigi, tikroji elektrinių automobilių

tarša labai priklauso nuo tame regione ar šalyje naudojamos žaliosios elektros energijos kiekio, bet visais atvejais ji yra mažesnė, jei lyginsime su tradiciniais automobiliais, kurie varomi vidaus degimo variklio.

Elektriniai automobiliai Lietuvoje

Lietuvoje, kaip ir kitose ekonomiškai išsivysčiusiose valstybėse, elektra varomų automobilių kiekis keliuose vis didėja. Remiantis Valstybės įmonės REGITRA duomenimis, per pirmus šių metų devynis mėnesius Lietuvoje pirmą kartą įregistruota 583 vnt. naujų ir 854 vnt. naudotų automobilių, kurių galios šaltinis nurodytas tik elektra, o tai jau yra daugiau nei per visus praėjusius metus. 2 pav. pateikta naujai įregistruojamų naudotų ir naujų automobilių, kurių galios šaltinis yra tik elektra skaičiaus kitimas (Regitra, 2021).



2 pav. Naujai įregistruojamų elektrinių automobilių kiekis Lietuvoje

Vertinant paskutinių penkių metų skaičius (2 pav.) pastebimas naujai įregistruojamų elektrinių automobilių žymus skaičiaus augimas (* 2021 metų duomenys pateikti prognozuojami, remiantis pirmų devynių mėnesių statistika). 2020 metais viso naujai įregistruota elektrinių automobilių apie 2,5 karto daugiau nei 2019 metais, o per pirmus šių metų devynis mėnesius jau įregistruota daugiau elektrinių automobilių nei per visus praėjusius metus. Valstybės įmonės REGITRA šių metų lapkričio 1 d. duomenimis, viso Lietuvoje yra įregistruota 4160 vnt. elektrinių automobilių. Žymiai daugiau Lietuvos keliuose važinėja hibridinių automobilių – 35.158 vnt.. Dalis hibridinių automobilių yra įkraunami ir gali būti naudojami kaip elektra varomi automobiliai, bet REGITRA tokių duomenų nepateikia.

Nors ir stebimas elektrinių automobilių Lietuvoje skaičiaus žymus didėjimas, tačiau, jei lyginsime automobilių, kurių galios šaltinis nurodomas tik elektra skaičių su bendru įregistruotų automobilių skaičiumi, rezultatai nėra džiuginantys. Pavyzdžiui, 2021 metų lapkričio 1 d. duomenimis Lietuvoje viso buvo įregistruota apie 1,6 milijono M1 klasės automobilių ir elektriniai automobiliai (4160 vnt.) sudaro tik apie 0,26 proc. nuo visų automobilių skaičiaus, o 2019 metais elektriniai automobiliai sudarė tik 0,1 proc. nuo visų įregistruotų M1 klasės automobilių kiekio, o 2018 metais ir 2017 metais dar mažiau. Vertinti elektra varomų automobilių parką jų skaičių lyginant su visų įregistruotų automobilių skaičiumi nėra teisinga, nes elektriniai automobiliai paprastai yra naujesni ir, tikėtina, kad dauguma jų yra aktyviai naudojami, kai tuo tarpu kitomis degalų rūšimis varomi automobiliai yra senesni ir gali būti, kad dalis jų nėra aktyviai eksploatuojami.

Lyginant naujų pirmą kartą Lietuvoje įregistruojamų M1 klasės automobilių skaičius pagal degalų rūšį jau rezultatai kitokie. 2020 metais viso buvo įregistruota 40.232 vnt. naujų M1 klasės automobilių ir tame tarpe 453 vnt. buvo automobiliai, kurių galios šaltinis nurodytas tik elektra ir tai yra 1,13 proc. nuo visų naujų automobilių kiekio. Per pirmuosius šių metų dešimt mėnesių naujų elektrinių automobilių jau įregistruota 735 vnt., o viso naujų M1 klasės automobilių įregistruota 27.827 vnt. Taigi pagal šių metų duomenis elektriniai automobiliai sudaro 2,7 proc. nuo visų įregistruojamų naujų M1 klasės automobilių kiekio.

Bendrai paėmus, pastebime, kad elektrinių automobilių įregistruojama vis daugiau, bet, palyginus su kitomis Europos šalimis, Lietuva vis dar atsilieka nuo jų pagal elektrinių automobilių skaičių, o tai reiškia, kad valstybė turėtų numatyti papildomas priemones skatinančias įsigyti ekologiškus automobilius, kurie varomi elektra. Net ir dviejų pastarųjų metų gerėjančius rezultatus galima būtų sieti su valstybės mokesčine ir lengvatine mokesčių politika elektrinių automobilių atžvilgiu. Pavyzdžiui, elektriniai automobiliai nėra apmokestinami 2020 m. liepos 1 d. Lietuvoje įsigaliojusiu Motorinių transporto priemonių registracijos

(taršos) mokesčiu, nepriklausomai kokios galios tas automobilis yra. Bet šis mokestis nėra didelis ir kitiems automobiliams, be to mokamas tik vieną kartą, tad tikėtina, kad ši priemonė nėra labai veiksminga pereinant prie ekologiškų elektrinių automobilių parko. Kita efektyvi priemonė skatinanti įsigyti elektrinį automobilį yra Aplinkos projektų valdymo agentūros kuriojama programa pagal kurią fiziniai asmenys kviečiami teikti prašymus kompensacinei išmokai gauti įsigijus elektromobilį (Apva, 2021). Pagal šią programą pareiškėjas yra fizinis asmuo, nustatyta tvarka pateikęs prašymą kompensacinei išmokai gauti. Kompensacinės išmokos dydis vienam pareiškėjui už įsigytą naudotą elektromobilį yra 2500 Eur, už įsigytą naują elektromobilį 5000 Eur ir dar galima papildoma 1000 Eur kompensacija, kuri skiriama pareiškėjui sunaikinusiam seną transporto priemonę. Šiam projektui finansuoti skirta 5 mln. eurų. Pagal šią programą gali būti finansuojami tik tie naudoti elektriniai automobiliai, kurie yra ne senesni nei 5 metai. Vertinant, kad 5 metų senumo elektrinio automobilio kaina yra apie 10.000 – 12.000 Eur, pasinaudojant šios programos galimybėmis, galima kompensacija siekia apie 25-30 proc. automobilio įsigijimo kainos.

Išvados

1. Norvegija yra lyderiaujanti šalis pagal elektrinių automobilių kiekį. 2020 metais Norvegijoje elektriniai automobiliai sudarė 61 proc. nuo visų naujai registruojamų automobilių kiekių.
2. Lietuvoje elektrinių automobilių registruojama vis daugiau ir 2020 metais jų registruota 2,5 karto daugiau nei 2019 metais. 2021 metų duomenimis, Lietuvoje yra viso 4160 vnt. M1 klasės elektrinių automobilių, bet tai sudaro tik 0,25 proc. nuo visų registruotų automobilių skaičiaus.

Literatūra

1. Kjolberg T. Norway: Country of Electric Vehicles. 2016 interaktyvus, [žiūrėta 2021.10.01] <https://www.dailyscandinavian.com/norway-country-electric-vehicles/>
2. Kjolberg T. 60% Market Share for Electric Vehicles in Norway. 2020 interaktyvus, [žiūrėta 2021.10.03] <https://www.dailyscandinavian.com/60-market-share-for-electric-vehicles-in-norway/>
3. Mock P. EUROPEAN PASSENGER CAR REGISTRATIONS: JANUARY–DECEMBER 2020. 2021 interaktyvus, [žiūrėta 2021.10.03] https://www.scribd.com/document/493120098/Market-monitor-European-passenger-car-registrations-January-December-2020#fullscreen&from_embed
4. Ferris N. Weekly data: EV revolution accelerates with 20% of new cars in Germany electric. 2021 interaktyvus [žiūrėta 2021.10.05] <https://energymonitor.ai/sector/transport/weekly-data-ev-revolution-accelerates-with-20-of-new-cars-in-germany-electric>
5. Vetter D. European Renewables Just Crushed Fossil Fuels. Here's How It Happened. 2020 interaktyvus [žiūrėta 2021.10.05] <https://www.forbes.com/sites/davidrvetter/2020/07/23/european-renewables-just-crushed-fossil-fuels-heres-how-it-happened/?sh=1b8dd34c15df>
6. Eurostat. European Union - 27 countries (from 2020) – 2019. 2020 interaktyvus [žiūrėta 2021.10.08]. https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy_dashboard/endash.html?geo=EU27_2020&year=2019&language=EN&detail=1&nrg_bal=&unit=MTOE&chart=chart_1,chart_2,chart_3,chart_4,chart_5,chart_8&modal=0
7. Morris J. Electric Vehicles Are Not Zero Emissions - But They Are Much Greener Than Fossil Fuel And Hydrogen. 2021 interaktyvus [žiūrėta 2021.10.08] <https://www.forbes.com/sites/jamesmorris/2021/10/23/electric-vehicles-are-not-zero-emissions-but-they-are-much-greener-than-fossil-fuel-and-hydrogen/?sh=5bc26891197d>
8. Regitra. Atviri duomenys. 2021 interaktyvus [žiūrėta 2021.10.03] <https://www.regitra.lt/lt/atviri-duomenys/>
9. Apva. Elektromobilių įsigijimo fiziniais asmenimis skatinimas 2021-05 Nr. KK-AM-E02. 2021 interaktyvus [žiūrėta 2021.10.20] https://apvis.apva.lt/paskelbti_kvietimai/elektromobiliu-isigijimo-fiziniais-asmenimis-skatinimas-2021-05

ANALYSIS OF ELECTRIC VEHICLE FLEET DEVELOPMENT IN LITHUANIA

Summary

Vehicle pollution is a major environmental problem worldwide. One of the most effective ways to reduce vehicle pollution is to switch to an electric fleet. Norway is the leading country in terms of the number of electric cars, with more electric cars registered in Norway in 2020 than conventional cars. In 2021, electric cars accounted for about 20 percent from the total number of cars manufactured in Germany. In Lithuania, according to the data of 2021, electric cars make up only about 2.7 percent from the number of all newly registered cars. Lithuania still lags far behind the leading countries in terms of the number of electric cars, but more and more of them are purchased every year. To increase the number of electric cars, special tax breaks or compensatory allowances are needed to increase the popularity of electric cars.

ETHANOL USAGE IN ENGINES

Ilhan Kaan Ozcetin, Andrius Dargužis
Kaunas University of Applied Engineering Sciences

Summary

Alternative fuels such as ethanol, methanol, natural gas, and LPG are used in engines with spark plug circuits for increasing energy production and for the environment. Ethanol has an important place among the alternative fuels as its octane number is high, exhaust emission level is low and it is produced from biomass sources. In this study, the effect of the use of pure ethanol in an SI engine which has variable compression ratio on engine performance and emissions were investigated experimentally. In the experiments, a single cylinder, four stroke, spark ignition research engine which has a variable compression ratio was used. In this study, the effects on performance and emissions of using ethanol blended diesel fuels were investigated in a motor with variable compression ratio. The experiments were performed by running the engine at the 6/1 compression ratio with gasoline diesel and ethanol, and at the 8/1, 10/1 compression ratios with ethanol. The results showed that some decreases were obtained in CO, CO₂ emissions without any noticeable power loss when ethanol was used instead of gasoline at the 6/1 compression ratio. By increasing the compression ratio (10/1), engine power was increased up to 25% with ethanol. CO and CO₂ emissions were reduced about 41%, 21% respectively. Moreover, HC emissions were increased about 40%. According to the results obtained, it can be said that using ethanol at high compression ratios in the engines significantly improves the engine performance and decreases the exhaust emissions (Şenveli E.2008).

KEYWORDS: Ethanol, engine performance, exhaust emissions.

Introduction

The fact that petroleum, which is an important source of motor fuels, is running out, and natural gas and LPG are preferred as alternative fuels in engines operating with petroleum-based fuels (Sürmen, A., Karamangil, M. İ. ve Arslan, R., 2004). It is desired that fuels that can be used in internal combustion engines can be produced cheaply and in abundance, have high calorific values, can be easily stored and transported, have a high-octane number and create low levels of exhaust emissions. Alcohols have a high-octane number, low exhaust emissions and can be produced from renewable biomass sources such as agricultural products.

Therefore, it has an important place among alternative fuels. Among alcohols, only ethanol and methanol are produced practically from non-petroleum-based raw materials with up-to-date technology. Ethanol can be used at high compression ratios in spark ignition engines because its heat of vaporization, octane number and auto-ignition temperature are high. This provides an increase in engine power and a decrease in specific fuel consumption (Sürmen, A., Karamangil, M. İ. ve Arslan, R.2004). In addition, since ethanol has a high heat of evaporation, it creates a cooling effect on the fresh mixture that is sucked in, which increases the volumetric efficiency of the engine. It is the determination of the changes in the in-cylinder pressure and exhaust emissions depending on the performance tests when ethanol, which can be used as a renewable alternative fuel in a diesel engine, is used with diesel fuel at different rates and variable compression ratios.

The results were compared with the reference values obtained with the reference diesel fuel, and the effects of the mentioned alternative fuel on engine performance and exhaust emissions were revealed. Ethanol is used in spark-ignition engines alone or by adding certain proportions to gasoline. In engines running on ethanol, CO and emissions are less than gasoline. The results were compared with the reference values obtained with the reference diesel fuel, and the effects of the mentioned alternative fuel on engines performance and exhaust emissions were revealed.

Production of Ethanol

Ethanol is a liquid alcohol composed of carbon, hydrogen, and oxygen. Ethanol can be produced from any biological source that can be converted to sugar such as starch (carbohydrates) or containing sugar (such as cereal grain). In the world, ethanol is primarily produced from seeds such as corn kernels and grains by distillation. Although cellulosic ethanol technology is still developing and price comparisons have not been made with conventional production processes, ethanol can also be produced from cellulose materials such as agricultural wood residues, fast growing trees and grasses. It is widely produced from agricultural products such as corn, potatoes, grains, sugar beet, sugar cane.

Use of Ethanol in Diesel Engines

Ethanol-diesel fuel mixtures cannot be prepared as easily as alcohol-gasoline mixtures, considering the hydrocarbon structure of diesel fuel. Because ethanol has a very polar structure compared to diesel fuel and refuses to mix with diesel fuel homogeneously. Emulsion or co-solvent additive is usually added to the mixture in order to prevent phase difference of ethanol-diesel fuel mixtures. When emulsion additive is added to the mixture, it is ensured that ethanol is dispersed in diesel fuel as very small drops. By adding co-solvent additive 24, a homogeneous mixture can be formed by ensuring that the ethanol-diesel fuel molecules adhere to each other in harmony with the surface intermediate.

Although the preparation of ethanol-diesel fuel mixtures as emulsion generally requires heating and mixing the mixture, it can be prepared more easily by mixing directly with the co-solvent. Heavy alcohols and propanol, butanol etc. substances can be easily used as auxiliary solvents and the stabilization of the mixture can be achieved at temperatures down to -20°C. Since the density of ethanol is less than diesel fuel, the density of the mixture decreases as the amount of ethanol in the mixture is increased. As can be seen from the changes in the relative densities of diesel fuel mixtures at different temperatures in Figure 1.1, it is seen that the relative density of the mixture decreases as the temperature increases (McCallum, P. W., Timbario, T. J., Bechtold, R. L. ve Ecklund, E. E. 1982).

Table 1

Variation of Relative Densities of Diesel Fuel Mixtures at Different Temperatures

Ethanol	Diesel	15°C	20°C	26°C	32°C	38°C	44°C	50°C
0	100	0,8583	0,8485	0,8458	0,8442	0,8409	0,8390	0,8370
5	95	0,8414	0,8385	0,8365	0,8330	0,8308	0,8288	0,8258
10	90	0,8394	0,8351	0,8340	0,8296	0,8288	0,8268	0,8236
15	85	0,8382	0,8345	0,8318	0,8289	0,8268	0,8266	0,8228
20	80	0,8365	0,8342	0,8314	0,8289	0,8258	0,8241	0,8218
25	75	0,8357	0,8325	0,8266	0,8271	0,8238	0,8227	0,8198
30	70	0,8338	0,8320	0,8286	0,8269	0,8228	0,8217	0,8187

Reference: made by author

Since the injection systems on diesel engines make fuel injection volumetrically, changes in the densities and viscosities of the fuels used affect the mass transfer and measurement processes of the fuel that will be required for the engine. When different fuels or fuel mixtures are used in the engine, volumetrically more fuel injection is required to achieve the optimum condition. Thus, density is directly related to engine performance as it also determines the specific energy of the fuel.

When ethanol diesel fuel blends are used without any modification in the engine, a slight increase in fuel consumption per km of the vehicle and a decrease in the maximum power of the engine will be experienced compared to the low energy amount of ethanol. In order to compensate for this disadvantage of ethanol-diesel fuel mixtures due to low density and calorific value, it is necessary to change the maximum fuel setting of the fuel pump in order to provide more fuel injection from the fuel injection system.

Use of Ethanol in Gasoline Engines

Ethanol can be used at high compression ratios in spark ignition engines because its heat of vaporization, octane number and auto-ignition temperature are high. This provides an increase in engine power and a decrease in specific fuel consumption. In addition, since ethanol has a high heat of evaporation, it creates a cooling effect on the fresh mixture that is sucked in, which increases the volumetric efficiency of the engine. Ethanol is used in spark-ignition engines alone or by adding certain proportions to gasoline. In engines running on ethanol, CO and CO₂ emissions are less than gasoline.

In the case of using ethanol in gasoline engines, many experimental studies have been carried out on the effects of engine performance and exhaust emissions. In their study, the effects of gasoline-ethanol mixtures containing 0%, 5%, 10%, 20% and 30% ethanol on performance and emissions were investigated at different

air excess coefficient values. It was determined that engine torque increased by approximately 4% in E30 (mixture containing 30% ethanol) fuel. In addition, it was determined that CO and CO₂ emissions decreased as the amount of alcohol in the mixture increased.

CO and CO₂ Emissions When Used Ethanol in Diesel Engines

The thermal efficiency increases with the increase of the compression ratio. This reduces the specific fuel consumption values. Since CO₂ emissions are directly proportional to the specific fuel consumption, it was observed that the emission values decreased.

In the experiments, it was observed that as the percentage of ethanol in the mixture increased at a constant compression ratio, the CO₂ emission decreased due to the fact that ethanol contains less carbon than Euro diesel fuel and contains oxygen in its structure. In addition, as the percentage of ethanol increases by volume, the decrease in effective efficiency increases the fuel consumption, and it is seen that the CO₂ emission values decrease.

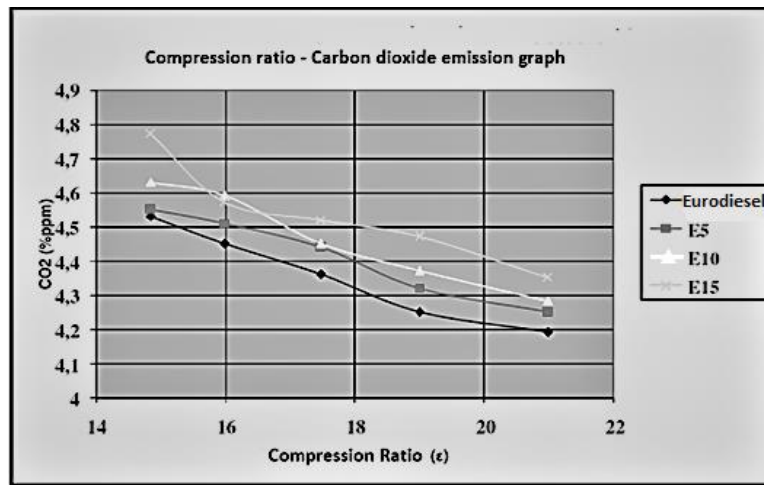


Fig. 1. Compression Ratio – Carbon dioxide emission graph
Reference: made by author

Ignition delay shortens with increasing compression ratio. Therefore, during this period, it has been determined that since the amount of instantaneously burning fuel in the homogeneous phase decreased, the combustion deteriorated slightly and the CO emission values increased. As the ethanol percentage of the mixture increases at constant compression ratio, the ignition delay time increases due to the low cetane number of the ethanol. With the increase of the ignition delay time, the amount of fuel that accumulates and evaporates in this period and burns instantly in the homogeneous phase increases, and this increases the amount of CO. (Özer S.2014).

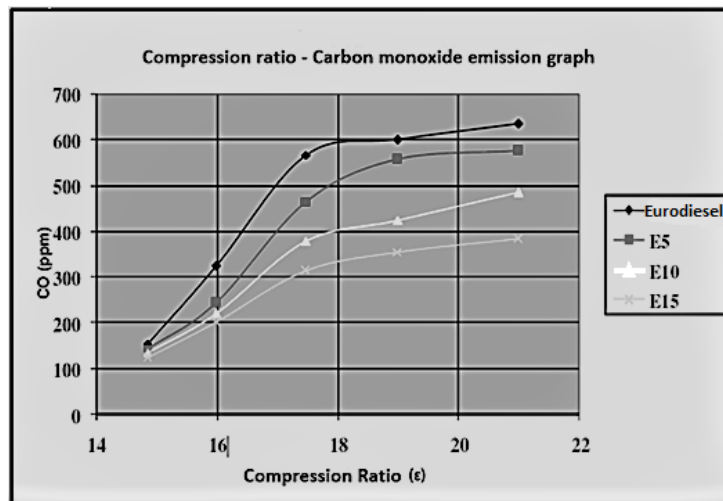


Figure 2. Compression ratio – Carbon monoxide emission graph
Reference: made by author

CO and CO₂ Emissions When Used Ethanol in Gasoline Engines

CO₂ is a gas that causes global warming. Fuels with little or no carbon atoms are preferred in terms of CO₂ emissions. When the graph in Figure 3. is examined, it is seen that the CO₂ emission with ethanol is lower than that of gasoline. At the same compression ratio (6/1), CO₂ emissions were 21% lower with ethanol than with gasoline. The reason for the decrease in CO₂ emissions with ethanol is that the C/H ratio of ethanol is low and the C atom in its structure is less than that of gasoline (Çelik M.B. and Çolak A).

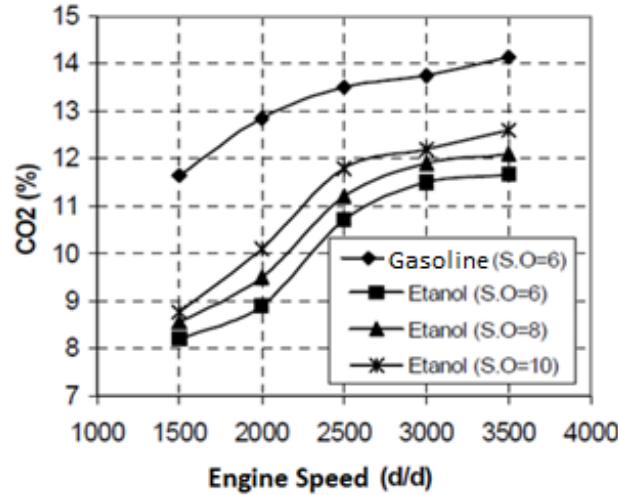


Figure 3. Compression ratio – CO₂ Chart

Reference: made by author

When Figure 4 is examined, it is seen that CO decreases with increasing engine speed. A more homogeneous mixture is formed as the increase in the air velocity entering the cylinders with the increasing engine speed will increase the turbulence in the combustion chamber. Since this will improve the combustion of the fuel, there is a decrease in CO at high speeds. The lowest CO emission was seen as 1.62% with ethanol at 10/1 compression ratio. The lowest CO emission was determined as 2.72% in gasoline fueled engine. It has been determined that CO emissions with ethanol are reduced by 41% on average compared to gasoline. Since alcohols have a single boiling point, they evaporate much better and burn cleaner than gasoline. In addition, the oxygen in the structure of ethanol is also effective in the cleaner burning of alcohols. As can be seen from the graph, the increase in the compression ratio with ethanol has little effect on CO emissions. Combustion improves with increasing pressure and temperature at high compression ratios, and CO emission decreases to some extent (Çelik M.B. and Çolak A).

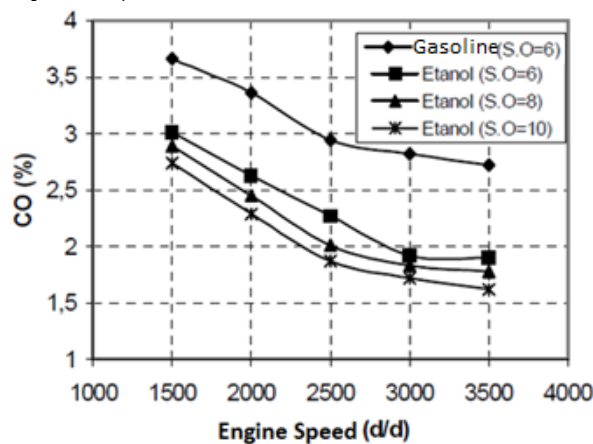


Figure 4. Compression ratio – CO Chart

Reference: made by author

Conclusion

1. In the study conducted with diesel engine and ethanol, it was determined that the 96% pure ethanoleurodiesel mixture with 5%-10%-15% ethanol reduced the engine torque and power values

continuously, while increasing the specific fuel consumption. In terms of emissions, it was seen that the ethanol additive reduced the CO emission value and increased the CO₂ emission.

2. It is observed that engine emissions decrease when the gasoline engine is operated with ethanol. With the increasing compression ratio, the pressure and temperature at the end of combustion increase, so engine torque, engine power increase and specific fuel consumption decreases. Since the lower calorific value of ethanol is lower than gasoline, the specific fuel consumption with ethanol was higher than gasoline at all compression ratios.

3. It is observed that when alcohol is used instead of gasoline in spark ignition engines, significant reductions in CO and CO₂ emissions are achieved without significant power loss in the engine. In addition, since ethanol has a high-octane number, significant increases in engine power can be obtained when used in engines with increased compression ratio.

References

1. Şenveli E., "Examination of the Effects of Ethanol-Doped Fuel Use on Engine Performance and Emissions", Istanbul Technical University Master Thesis, ITU, Istanbul, 2008.
2. Sürmen, A., Karamangil, M. İ. ve Arslan, R., "Motor Termodinamiği, 240 s. Aktüel yay., İstanbul, 2004.
3. McCallum, P. W., Timbario, T. J., Bechtold, R. L. ve Ecklund, E. E., "Alcohol Fuels for Highway Vehicles", Chemical Engineering Progress 78, 8, 52-59, 1982.
4. Özer S., "Using Alcohols as Alternative Fuel in Internal Combustion Engines", Journal of Uludağ University Faculty of Engineering and Architecture, Vol 19, Issue1, Uludağ University, Bursa 2014.
5. Çelik M.B. and Çolak A. , "Using Pure Ethanol as Alternative Fuel in a Spark Ignition Engine", Gazi University, Karabuk 2008.

ETANOLINIŲ DEGALŲ NAUDOJIMO GALIMYBĖS VARIKLIUOSE

Santrauka

Alternatyvūs degalai, tokie kaip etanolis, metanolis, gamtinės dujos ir SND, naudojami varikliuose su kibirkštinio uždegimu siekiant padidinti naudingos energijos kiekį ir apsaugoti aplinką. Etanolis užima svarbią vietą tarp alternatyvių degalų, nes jo oktaninis skaičius yra aukštas, išmetamųjų teršalų lygis žemas ir gaminamas iš biomasės. Šiame tyrime eksperimentiškai buvo ištirtas gryno etanolio panaudojimo kintamo suspaudimo laipsnio kibirkštinio uždegimo variklyje, jo įtaka variklio veikimui ir teršalų emisijoms. Eksperimentuose buvo naudojamas vieno cilindro, keturių taktų, kibirkštinio uždegimo variklis, turintis kintamą suspaudimo laipsnį. Šiame tyrime buvo ištirtas benzino su etanolio naudojimas variklyje su kintamu suspaudimo laipsniu. Eksperimentai buvo atlikti varikliui dirbant 6:1 suspaudimo laipsniu su benzininiu ir etanolio, o 8:1, 10:1 su etanolio. Rezultatai parodė, kad esant suspaudimo laipsniui 6:1 vietoj benzino buvo naudojamas etanolis, šiek tiek sumažėjo CO, CO₂ emisija be jokio pastebimo galios praradimo. Padidinus suspaudimo laipsnį (10:1) ir naudojant etanolį, variklio galia padidėjo iki 25%. CO ir CO₂ emisijos sumažėjo atitinkamai apie 41%, 21%. Be to, HC emisijos padidėjo apie 40%. Pagal gautus rezultatus galima teigti, kad naudojant etanolį esant dideliame suspaudimo laipsniui varikliuose žymiai pagerėja variklio veikimas ir sumažėja išmetamųjų dujų kiekis (Şenveli E.2008).

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: Etanolis, variklio našumas, išmetamieji teršalai.

MOBILAUS SERVISO PRITAIKYMO GALIMYBĖS AUTOMOBILIŲ SPORTUI

Ervinas Jakubauskas, Tomas Mickevičius

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Autosportas tai visos sporto šakos susijusios su automobiliais. Dažniausiai varžomasi laiko, trasos įveikimo meistriskumo požiūriu. Automobilių sportas viena iš populiariausių sporto šakų Lietuvoje. Šios sporto rūšies populiarumo augimą įrodo organizuojamų varžybų skaičius per metus. Remiantis Lietuvos automobilių sporto federacijos (LASF) užsakyta ir „Spinter“ atlikta sociologine visuomenės nuomonės apklausa, automobilių sporto populiarumas ūgtelėjo iki 16%. Mobilus servisas labiausiai pritaikytas sportiniams automobiliams ir akcentuojamas būtent tokio tipo automobilių remontui automobilių lenktynių trasoje. Sportiniai automobiliai turi atitikti labai aukštus saugumo reikalavimus bei dėl patiriamų milžiniškų apkrovų ir dažnų kontaktų, todėl šiems automobiliams reikalinga nuolatinė priežiūra. Daugelis automobilių sporto lenktynininkų, kurie varžybos dalyvauja nebe pirmą kartą žino ką reiškia sugesti vidury varžybų ir prarasti aukštą poziciją. Todėl atsiranda paklausa mobilių sportinių automobilių remonto servisams.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: mobilus servisas, gedimas, automobilių remontas

Ivadas

Automobilių sportas Lietuvoje sparčiai auga. Mobilus servisas galėtų būti pritaikytas sportinių automobilių remontui, lenktynių trasoje. Kartais nutinka tokių neplanuotų ir atsitiktinių gedimų, kuriuos galima pašalinti tik automobilių remontą teikiančiose įmonėse. Mobilaus serviso pagalba, darbai galėtų būti atliekami ten kur yra automobilis.

Po kažkurio eksploataavimo laiko (ridos, darbo laiko) gali sutrikti kai kurių mechanizmų, agregatų, ar mazgų dalių suleidimai. Sutrinka reguliavimo parametrai, kai kurių mazgų sandarumas ar tvirtinimas. Gali sutrikti eksploatacinių medžiagų savybės (alyvos, degalai, aušinimo skystis ir kt.) jos gali prarasti pradines fizines ir chemines savybes. Bei padidėti dalių dilimo intensyvumas, jos gali lūžti bei deformuotis, blogėti automobilio techninės ir eksploatacinės savybės bei charakteristikos. Dėl to transporto priemonė tampa vis mažiau patikima atsižvelgiant į eismo saugumą, pablogėja jos techninių ir ekonominių savybių patikimumas, didėja gamtos teršimas. Atsižvelgiant į tai visus automobilio eksploatacijos metu atsiradusius defektus ir trūkumus reikia nuolat pašalinti. Svarbu nepamiršti ir eksploataavimo sąlygų, laiku atlikti techninius aptarnavimus, tinkamu laiku pastebėti pasitaikiusius defektus ir kai įmanoma greičiau juos pašalinti. Nes laiku nepastebėti ir nepašalinti gedimai gali įtakoti ir į kitų sistemų gedimus, dėl ko gali būti patirti nemenki nuostoliai.

Techninė priežiūra – tai kompleksas darbų ir operacijų, kuriais siekiama išlaikyti transporto priemonę tvarkingą ir darbingą (Garbinčius, 2012). Automobilių gamintojai nustato privalomus jų techninės priežiūros remontavimo darbus, kad per visą eksploataavimo periodą automobiliai tenkintų nustatytus saugos reikalavimus. Laikant didelį darbingumą, būtina, kad didelė dalis pasireiškiančių gedimų būtų numatomi iš anksto. Darbingumas turėtų būti atkurtas dar iki automobiliui sugendant.

Patikimumas – tai objekto, dirbančio nustatytu režimu ir nustatytomis darbo, techninio aptarnavimo, sandėliavimo ir transportavimo sąlygomis, savybė nustatytą laiką atlikti savo funkcijas, išlaikant nustatytas eksploatacines charakteristikas (Jonaitis, 1998). Šiuolaikiniai įrengimai gali būti gana sudėtingi, ir kuo daugiau jie sudėtingėja, tuo labiau gali sumažėti šių įrenginių patikimumas, jeigu nėra imtasi specialių priemonių jam padidinti. Technologinių įrenginių patikimumas turi būti pakankamai aukštas, kad eksploatuojant įrenginį tam tikrą laiką jo charakteristikos nesikeistų, nes aukšto techninio lygio technikos prastovos yra labai nuostolingos (Buteliauskas, 2008).

Automobilių sporte prieš kiekvieną treniruotę ar varžybas visada viskas patikrinama net po keletą ar daugiau kartų. Dažniausiai gedimai atsiranda po kontakto su kitu automobiliu, po smūgio į duobę ar apsauginį barjerą, ar tiesiog dėl per didelės apkrovos konkrečiam komponentui. Žiedinėse lenktynėse populiarūs „BMW 325 cup“ lyga. Šiame automobilių sporte varžosi tik „BMW 325i“ modelio automobiliai. Automobilio važiuoklė padeda automobiliui palaikyti tinkamą sukibimą tarp automobilio ratų ir kelio dangos (Slavinskas ir kt., 2006). Šiuose modeliuose priekinė važiuoklė yra nepriklausoma „MacPherson“, galinė važiuoklė yra daugiasvirtė. Varžybų metu gali nutikti netikėčiausių dalykų. Kad automobilis važiuotų maksimaliai gerai po važiuoklės dalies ar dalių pakeitimo jam reikalingas ratų suvedimas. Šio darbo tikslas: įvertinti mobilaus serviso pritaikymo galimybes automobilių sporte.

Literatūros šaltinių analizė

Kiekvienas pagamintas ar suremontuotas objektas turi tam tikrą kokybę. Kokybė – tai ypatybių, sąlygojančių mašinos tinkamumą tenkinti tam tikrus poreikius, visuma (Audzevičius, 1990). Kokybiniai rodikliai yra skirstomi į: paskirties rodiklius kurie parodo ar mašina atitinka tam tikrą paskirtį (variklio galia, traukos jėga, maksimalus sukimo momentas, keliamoji jėga ir kt.). Patikimumo technologiškumo rodiklius, jie gali būti apibūdinti kaip materialinių darbo priemonių ir laiko sąnaudų pasiskirstymas gamybos paruošimui, gamybai ir eksploatacijai, ergonominiams veiksniams (garso, slėgio ir vibracijos kabinose dydis, mašinai valdyti reikiama jėga ir kt.), estetinius, ekologinius, standartizacijos ir unifikacijos, transportabilumo, patentinius-teisinius ir kitus (Audzevičius, 1990).

Pagamintą mašiną veikia įvairūs veiksniai, todėl joje vyksta įvairūs pokyčiai. Labiausiai mašinas veikia aplinkos energija, vidiniai energijos šaltiniai (įvairūs darbo procesai), potencinė energija, sukaupta medžiagose ir detalėse gamybos metu (vidiniai lydinių įtempimai, montavimo įtempimai ir kt.) (Audzevičius, 1990).

Gedimai – parametrų pakitimai, kai objektas pasidaro nedarbingas – skirstomi pagal įvairius požymius. Išskiriami tokie technikos objektų gedimai: Funkciniai (gali nutraukti mašinos darbą; įvykus šiam gedimui, mašina ar įrenginys negalėtų atlikti savo funkcijų). Parametriniai (įrenginys gali dirbti, bet jo charakteristikos neatitinka keliamų reikalavimų, pavyzdžiui, automobilis gali važiuoti, bet važiavimui sudegina daugiau degalų, neišvystomas numatytas greitis ir t.t). Pagal atsiradimo pobūdį gedimai būna lėtiniai ir staigūs: Esant staigiems gedimams, parametrai kinta šuoliška (Jonaitis, 1998).

Pagrindinis staigaus gedimo požymis – jo atsiradimo tikimybė nepriklauso nuo laiko. Pavyzdžiui, padangos gedimas dėl protektoriaus nudilimo – lėtinis gėdimas, o padangos pradūrimas (tikimybė nepriklauso nuo ridos) - staigus gedimas. Staigūs gedimai atsiranda, kai staigiai pasireiškia vienas ar daugiau atsitiktinių veiksnių (pablogėjus matomumui ar dėl nuovargio vairuotojas įvažiuoja į duobę ir sugadinamas automobilio pusašis. Esant lėtiniam gedimams, palengva kinta vienas ar keli objekto parametrai. Gedimo atsiradimo tikimybė $F(t)$ per atitinkamą laiką Δt priklauso nuo darbo trukmės iki intervalo Δt pradžios. Kuo automobilis buvo ilgiau eksploatuotas, tuo ši tikimybė didesnė. Lėtinis gedimas vyksta per ilgą laiko tarpą (peilių atšipimas, guolių išdilimai ir t. t). Tarpinis gedimas yra savaimė išnykstantis laikinas objekto funkcijų sutrikimas (kai įjungtas elektros variklis su išdilusiais šepetėliais kuris apsunkina radijo signalų priėmimą, kai variklis išjungiamas prietaisai vėl normaliai veikia) (Jonaitis, 1998).

Automobilio važiuoklės elementų tvarkingumas yra nemažiau svarbus už variklio. Dažnu atveju kelyje pasitaikiusių nelygumų sukelti smūgiai sukelia įvairiausius automobilio važiuoklės gedimus. Važiuoklės paskirtis yra automobilio sunkio jėgą perduoti kelio paviršiui tuo pačiu sušvelninat kelio nelygumų sukeltus smūgius. Taip pat ratų sukamąjį judesį pakeisti slenkamuoju. Važiuoklė susideda iš automobilio priekinio ir užpakalinio tilto, pakabos ir ratų. Pakabą sudaro tokie įtaisai kaip spyruoklės, amortizatoriai, svirtys Vieni iš dažniausių važiuoklės pažeidimų yra amortizatorių, stabilizatorių bei rato guolių gedimai.

Vieni dažniausių amortizatorių defektų yra išteklėjusi alyva dėl atsiradusių nesandarumų riebokšlyje. Taip pat dėl įplyšusių apsauginių gumų, nes tada ant amortizatoriaus patenka purvo ir dulkių dėl ko jis greitai susidėvi. Dažniausias stabilizatoriaus defektas yra jo šarnyrų susidėvėjimas dėl ko vėliau atsiranda bldėjimas ir prarandamas stabilumas. Rato guoliai dažnai sugenda dėl netinkamo tvirtinimo kuris sukelia vibraciją, šliaužimą, subraižymą, netinkamo guolių pasirinkimo atsižvelgiant į greitį, darbinę temperatūrą, netinkamus sandariklius, nešvarumus ir dulkes (Gimbickas, 2020).

Dažnu atveju jų darbo trukmė priklauso nuo vairavimo būdo. Agresyvus vairavimas lemia trumpesnį guolio tarnavimo laiką. Dėl staigių vairo pasukimų, esant dideliu greičiui, guolius veikia didelės šoninės jėgos. Guolis gali nukentėti ir susidūrimo metu pvz.: atsitrenkiama ratu į šaligatvį. Neigiamas reiškinys, kuris prisideda prie guolių susidėvėjimo, yra neteisinga pakabos geometrija ir laisvumas vairo sistemoje, dėl kurio gali kilti vibracija.

Komfortabiliam ir saugiam važiavimui taip pat reikalinga tvarkinga ratų geometrija. Tai yra tinkamas suvedimas, išvartimas, kasterio kampas. Ratų geometrija galima patikrinti su ratų geometrijos tikrinimo diagnostine įranga. Norint užtikrinti tinkamą automobilio valdymą ir stabilumą priekinius automobilio ratus reikia nustatyti atitinkamu kampu važiuoklės elementų ir kėbulo atžvilgiu. Didelės dalies automobilių priekinių pakabų konstrukcijos leidžia reguliuoti: suvedimą, išvartimą ir kasterį.

Vienas iš svarbiausių važiuoklės elementų yra stabdžių sistema. Ji yra pagrindinė iš aktyvių saugumo sistemų transporto priemonėse, todėl svarbu, kad ji tinkamai veiktų. Dažniausiai stabdžių sistemos būna diskinio tipo automobiliuose (Gimbickas, 2020).

Projektuojamo mobilaus serviso technologiniai skaičiavimai

Mobilaus serviso metinės darbų apimties skaičiuotė (Tilindis ir kt., 2012)

$$T_i = A \cdot P \cdot \eta \cdot T_p, \text{ žm.h.} \quad (1)$$
$$T_i = 192 \cdot 2 \cdot 8 = 3072 \text{ žm.h.}$$

čia A – aptarnaujamas automobilių skaičius; P – poste dirbančių darbininkų kiekis; T_p – pamainos trukmė.

Projektuojamo mobilaus serviso postų skaičiaus skaičiuotė:

$$X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{F_p \cdot P_{vid}}; \quad (2)$$

$$X_i = \frac{3072 \cdot 1,3}{1814,4 \cdot 2} = 1,1 \approx 1 \text{ postas}$$

čia T_i – posto metinė darbų apimtis; φ – koeficientas, įvertinantis automobilių užvažiuojimo į postus netolygumą; F_p – posto metinis darbo laiko fondas; P_{vid} – vidutinis poste dirbančių darbininkų kiekis (vidutiniškai – 2).

$$F_p = D_D \cdot T_p \cdot C \cdot \eta; \quad (3)$$

$$F_p = 252 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 1814,4$$

čia D_D – posto darbo dienų skaičius metuose; T_p – pamainos trukmė, val; C – pamainų skaičius; $\eta = 0,9$ – posto darbo laiko išnaudojimo koeficientas.

Įmonės gamybinei veiklai būtina nustatyti darbininkų skaičių. Skiriami technologiskai būtinas ir etatinis darbininkų skaičiai. Technologinis būtinas darbininkų skaičius užtikrina pamainos programos įvykdymą. Etatiniai darbininkai reikalingi metinei gamybos programai įvykdyti. Jų skaičiaus poreikis įvertina darbininkų atostogas, komandiruotes, neatvykimą į darbą dėl pateisinamų ar nepateisinamų priežasčių. Darbininkų poreikis skaičiuojamas kiekvienam technologiniam padaliniiui (zonai, skyriui, postui ir kt.) atskirai, pagal jo metinę darbų apimtį. Technologiskai būtinas darbininkų skaičius R_t apskaičiuojamas pagal formulę:

$$R_t = \frac{T_i}{F_{dv}}; \quad (4)$$

$$R_t = \frac{3072}{2009} \approx 2 \text{ darbininkai}$$

čia T_i – skaičiuojamo padalinio metinė darbų apimtis, žm/h; F_{dv} – darbo vietos metinis darbo laiko fondas, h.

Technologiskai būtino darbininko metinis darbo laiko fondas F_{dv} apskaičiuojamas taip:

$$F_{dv} = (D_{mk} - D_{pd} - D_{sv}) \cdot p - D_{pp} \cdot 1, \text{ h} \quad (5)$$

čia D_{mk} – vienu metų kalendorinių dienų skaičius (365); D_{pd} – poilsio dienų skaičius per metus (šeštadieniai, sekmadieniai); D_{sv} – šventinių dienų skaičius per metus; D_{pp} – dienų skaičius per metus prieš poilsio ir prieš šventines dienas; p – pamainos trukmė, h; 1 – pamainos trukmės sutrumpinimas 1 h prieš poilsio ir švenčių dienas.

Etatinių darbininkų skaičius R_e apskaičiuojamas taip:

$$R_e = \frac{T_i}{F_e}; \quad (6)$$

$$R_e = \frac{3072}{1809} = 2,2 \approx 2 \text{ darbininkai}$$

čia T_i – skaičiuojamo padalinio metinė darbų apimtis, žm.h; F_e – etatinio darbininko metinis darbo laiko fondas, h.

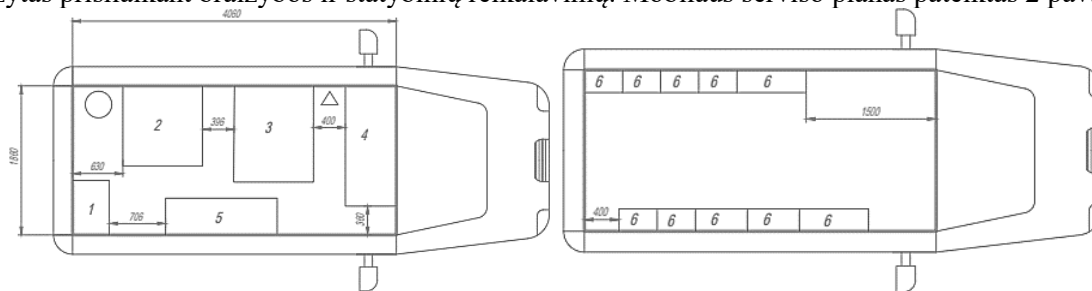
Etatinio darbininko metinis darbo laiko fondas F_e apskaičiuojamas taip:

$$F_e = (D_{mk} - D_{pd} - D_{sv} - D_{at} - D_{ppr}) \cdot p - D_{pp} \cdot 1, \text{ h} \quad (7)$$

čia D_{at} – darbininko metinė atostogų trukmė, d; D_{ppr} – neatvykimo į darbą dėl pateisinamų priežasčių dienų skaičius per metus, d

Gamybos patalpos – tai patalpos, kuriose atliekami įmonės gamybos procesai: TP, ER ir D (diagnostikos), pvz., stabdžių, vairuojamų ratų geometrijos, elektros įrenginių, maitinimo sistemos patikros, reguliavimo ir ER, agregatų ir mazgų, kėbulų, padangų, dažymo, tepimo ir kt. darbai. Pasirinktas postas yra mobilus postas projektuojamas automobilyje. Automobilio bagažinės, kurioje bus įrenginėjamas postas, matmenys 4070x1870x2168.

Pagal gautus duomenis, buvo nubraižytas projektuojamo mobilaus serviso posto planas. Planas nubraižytas prisilaikant braižybos ir statybinių reikalavimų. Mobilaus serviso planas pateiktas 2 pav.



1 pav. Mobilaus serviso posto planas: 1. – įrankių vežimėlis; 2 – padangų montavimo staklės; 3 – balansavimo staklės; 4 – suslėgto oro kompresorius; 5 – darbastalis; 6 – spintelė

Atlikus ekonominius skaičiavimus buvo nustatyta, kad norint įkurti mobilių sportinių automobilių servisą būtų reikalingos 43647 Eur investicijos, kurios atsipirktu per 3 metus ir 9 mėnesius (Adomavičienė ir kt.,2020).

Išvados

1. Mobilus servisas gali būti naudojamas: žiedinėse automobilių lenktynėse, šonaslydžio varžybose, kartingų varžybose bei kitos rūšies automobilių ir kito transporto sporto varžybose.
2. Pagrindinė naudojama įranga: ratų montavimo staklės, ratų balansavimo staklės, įrankių vežimėlis, suspausto oro kompresorius, pneumatinis domkratas bei diagnostikos įrenginiai.
3. Mobilus servisas buvo projektuojamas taip, kad jame galėtų dirbti 2 darbuotojai, kadangi tai yra mobilus servisas jis nėra prikaustytas prie konkrečios vietos ir dirbti gali skirtingose lokacijose. Technologiniuose skaičiavimuose buvo priimta, kad bus aptarnaujami du automobiliai
4. Įrenginėjant mobilių servisą pritaikytą sportinių automobilių remontui, buvo pastebėta, kad didžiulę įtaką turi darbuotojų įgūdžiai šalinant gedimus.
5. Atlikus ekonominius skaičiavimus buvo nustatyta, kad norint įkurti mobilių sportinių automobilių servisą būtų reikalingos 43647 Eur investicijos, kurios atsipirktu per 3 metus ir 9 mėnesius.

Literatūra

1. Buteliauskas, Stanislovas. Automobilių sandara ir priežiūra. Kaunas „technologija“, 2008m.–188p, 2008.
2. Jonaitis, Leonas. Mašinų servisas: traktorių, automobilių ir žemės ūkio mašinų priežiūra:[vadovėlis]. 1998.
3. Audzevičius, Vytautas, et al. Mašinų patikimumas ir remontas: vadovėlis aukšt. M-klų Ž. Ū. Mechanizacijos spec. Studentams, V. Rymeikis, V. Audzevičius, J. Padgurskas, Č. Pocius, V. Ramanauskas. 1990.
4. Garbinčius, Giedrius. Automobilių techninė priežiūra ir remontas. 2012.
5. Giedra K., Kirka A., Slavinskas S. 2006. Automobiliai. Kaunas: smaltijos leidykla.
6. Gimickas, D., Mickevičius, T. (2020). „KIA“ markės automobilių gedimų tyrimas garantiniu laikotarpiu. 2010. Phd thesis. Vytautas Magnus university.
7. Valentinas Mickūnaitis, Viktoras Tilindis, Valdas Valiūnas. Automobilių transporto įmonių ir techninės priežiūros stočių technologinis projektavimas. Gedimino technikos universitetas. Vilnius, (2012).
8. G. Adomavičienė ir kt. Automobilių techninio eksploatavimo studijų programos baigiamųjų darbų rengimo metodinės rekomendacijos. Kauno technikos kolegija, 2020.

MOBILE SERVICE APPLICATION POSSIBILITIES FOR MOTOR SPORT

Summary

Motorsports are all sports related to cars. The competition is most often in terms of time and mastery of the track. Motorsport is one of the most popular sports in Lithuania. The growing popularity of this sport is evidenced by the number of competitions organized per year. According to a sociological public opinion poll commissioned by the Lithuanian Automobile Sports Federation and conducted by „Spinter“ the popularity of motorsport has grown to 16The mobile service is best suited for sports cars and focuses on this type of car repair on the car race track. Sports cars have to meet very high safety requirements and due to the huge loads and frequent contacts they require, so these cars need constant maintenance. Many motorsport racers who take part in the race no longer know for the first time what it means to fail in the middle of a race and lose a high position. As a result, there is a demand for mobile sports car repair services.

AUTONOMINIŲ ŠILDYMO SISTEMŲ TECHNINĖS PRIEŽIŪROS IR REMONTO POSTO PROJEKTAVIMO ASPEKTAI

Irmantas Mikalauskas, Tomas Mickevičius
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Lietuvoje automobilių transportas yra viena labiausiai paplitusių transporto šakų. Automobilai naudojami keleivių vežimui bei prekių ar siuntų gabenimui. Gyvenant vidutinių platumų klimato zonoje, būtina pasirūpinti automobilio vidaus šildymu. Automobilio vidaus šildymą ir vairuotojų komfortą užtikrina jame įtaisyti įrenginiai. Vieni iš šių įrenginių yra modernūs ir efektyvūs autonominiai šildytuvai. Visi autonominio šildytuvo elementai turi būti patikimi, kad užtikrintų aukščiausios kokybės komfortą. To pasakoję būtina pasirūpinti, jog šie šildytuvai būtų aptarnaujami kvalifikuotų specialistų, kad vairuotojai gabendami krovinius į kitas šalis, esant žvarbioms oro sąlygoms būtų užtikrinta automobilio vidaus reikiama temperatūra. Atlikus technologinius posto skaičiavimus, buvo gauta, kad metinė techninės priežiūros ir remonto posto darbų apimtis 4032 žm.h, bus reikalingas 1 postas, 2 etatiniai darbininkai ir buvo apskaičiuotas gamybinių patalpų plotas 189 m².

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: autonominė šildymo sistema, techninė priežiūra, remontas, projektavimo aspektai

Įvadas

Autonominiai šildytuvai yra skirti automobilių vidaus orui arba varikliui šildyti. Visi autonominio šildytuvo elementai turi būti patikimi, kad užtikrintų aukščiausios kokybės komfortą. Autonominiai šildytuvai klasifikuojami pagal: Degalų tipą - dyzelinius, benzininius, dujinius, elektrinius; Šildymo būdus - orinius šildytuvus ir aušinimo skysčio šildytuvus; Galingumą - mažo, vidutinio, didelio ir labai didelio galingumo; Valdymo būdą - valdymo rankenėle, nuotoliniu pultu, mobiliuoju telefonu [3].

Šildytuvo efektyvumas priklauso nuo jo galingumo parametrų, tačiau būtina nepamiršti, jog nuo galingumo priklauso degalų sąnaudos. Atliekant techninės priežiūros ir remonto darbus, būtina pasirūpinti, jog šie šildytuvai būtų aptarnaujami kvalifikuotų specialistų, kad vairuotojai gabendami krovinius į kitas šalis, esant žvarbioms oro sąlygoms būtų užtikrinta reikiama automobilio vidaus temperatūra. Todėl montuojant autonominį šildytuvą visada reikia atsižvelgti į automobilio tipą ir paskirtį bei klimato zonas, kuriose transporto priemonė bus eksploatuojama.

Darbo tikslas: Išanalizuoti automatinį šildymo sistemų techninės priežiūros ir remonto posto aspektus
Šiam tikslui pasiekti buvo keliami sekantys uždaviniai:

1. Atlikti autonominių šildytuvų konstrukcijų analizę.
2. Išanalizuoti autonominių šildytuvų pagrindinius gedimus, įrangą ir įrankius reikalingus automatinį šildymo sistemų techninės priežiūros ir remonto poste.
3. Atlikti autonominių šildymo sistemų techninės priežiūros ir remonto posto technologinius skaičiavimus.

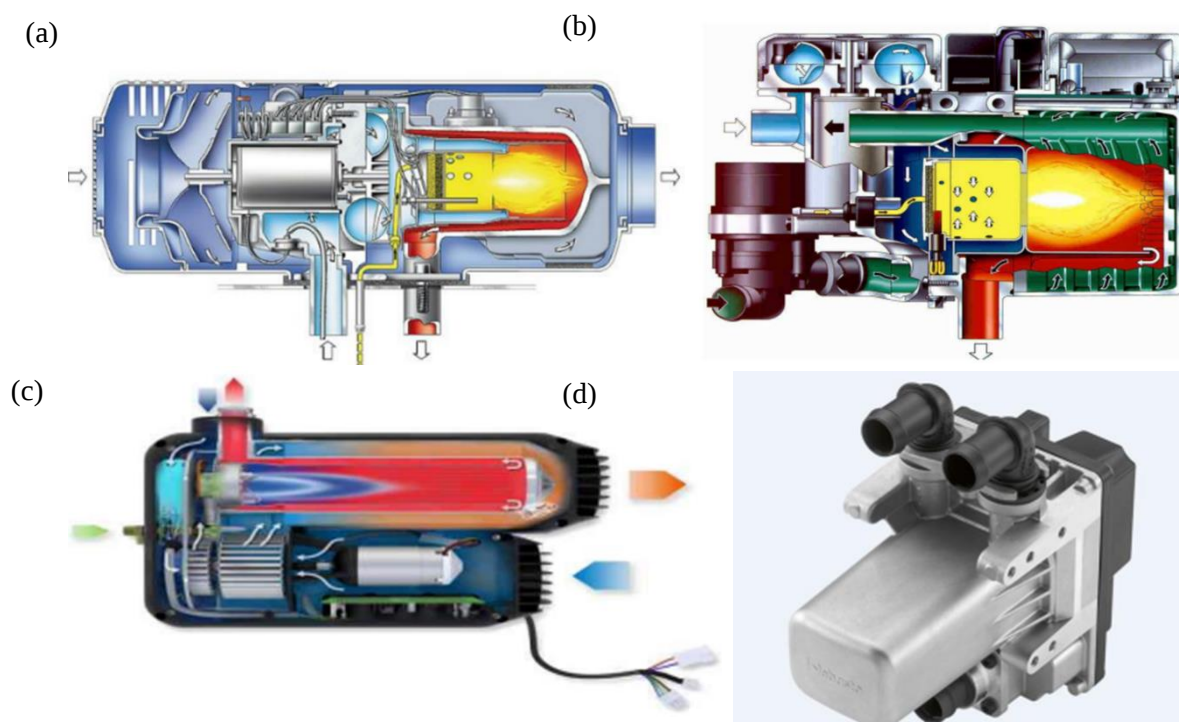
Literatūros šaltinių analizė

Oriniai dyzeliniai/benzininiai autonominiai šildytuvai (1a. pav.) – skirti automobilio vidaus orui sušildyti. Šio tipo autonominiai šildytuvai veikia gana paprastai. Šildytuvą įjungiamas pasirinktu būdu, tuomet per oro įsiurbimo vamzdelį į degimo kamerą įsiurbiamas oras, kuris maišomas su degalais, kurie degalų tiekimo vamzdeliu tiekiami į degiklį. Kaitinimo strypo pagalba uždegamas degalų mišinys, kuris degdamas kaitina šilumokaitį. Šilumokaitis šildo iš salono įtraukiamą orą. Ventilatoriaus pagalba įtrauktas automobilio salono oras pučiamas link šilumokaičio. Šilumokaitis šildo iš salono įtraukiamą orą. Šilumokaičio konstrukcija yra aptaki, kad oras kuo geriau judėtų pro jo paviršių ir pasisavintų kuo daugiau šilumos. Įkaitintas oras to pačio ventilatoriaus pagalba yra išstumiamas į automobilio saloną. Taip yra šildomas automobilio salonas. Kadangi šio tipo šildytuvai yra montuojami automobilio viduje, jiems būtinas pakankamas plotas, kuris negali būti niekam kitam naudojamas. Šildytuvai montuojami automobilio viduje nes jo darbinis režimas priklauso nuo aplinkos temperatūros, kurią jis šildo. [4]

Dyzeliniai/benzininiai autonominiai šildytuvai, šildantys aušinimo skystį (1b. pav.) – skirti automobilio variklio aušinimo skysčiui šildyti. Šie šildytuvai dažniausiai montuojami į lengvuosius automobilius arba transporto priemones, kurioms reikia palaikyti pastovią variklio temperatūrą neužvedus variklio. Autobusuose montuojami itin didelio galingumo šildytuvai, kadangi autobuso salonas šildomas radiatorių pagalba, todėl reikia didelio galingumo pasiekti reikiamai sistemos temperatūrai. Šio tipo autonominio šildytuvo veikimo principas yra sudėtingesnis negu orinio šildytuvo. Visas degimo procesas vyksta degiklyje, tačiau šilumokaitis

šildo variklio aušinimo skystį, o ne automobilio salono orą. Aušinimo skystis cirkuliuojamas vandens siurblio, teka aplink šilumokaitį, sušildytas per angą stumiamas į variklio aušinimo sistemą. Taip cirkuliuojamas aušinimo skystis po truputį šildo variklį ir visą aušinimo sistemą. Tokio tipo šildytuvai montuojami automobilio variklio skyriuje [4].

Oriniai dujiniai autonominiai šildytuvai (1c. pav.) – skirti automobilio, laivo salono orui šildyti. Jų veikimo principas kaip ir orinių benzininių/dyzelinį šildytuvų yra paprastas. Per oro įsiurbimo vamzdelį į degimo kamerą įsiurbiamas degimui reikalingas oro kiekis, kuris maišomas su dujomis paduodamomis į degiklį, degalų įsiurbimo vamzdeliu. Aukštos įtampos ričių pagalba uždegamas kuro mišinys, kuris kaitina šilumokaitį. Kad šilumokaitis nepasiektų per aukštos temperatūros, jame įmontuotas temperatūros jutiklis, kuris matuoja temperatūrą. Jei temperatūra per aukšta šildytuvo pajėgumas sumažinamas. Vykdamas šį degimo procesą įkaitinamas šilumokaitis. Ventilatoriaus pagalba įtrauktas automobilio salono oras pučiamas link šilumokaičio. Šilumokaitis šildo iš salono įtraukiamą orą. Šilumokaičio konstrukcija yra aptaki, kad oras kuo geriau judėtų pro jo paviršių ir pasisavintų kuo daugiau šilumos. Įkaitintas oras to pačio ventilatoriaus pagalba yra išstumiamas į automobilio saloną. Kadangi šis šildytuvai montuojamas automobilio viduje, jam turi būti skirta tam tikra montavimo vieta. Taip pat šiam šildytuvui reikia papildomo dujų baliono. Dėl šių trūkumų automobiliuose jie montuojami retai [4].



1. pav. (a) Oriniai dyzeliniai/benzininiai autonominiai šildytuvai; (b) Dyzeliniai/benzininiai autonominiai šildytuvai, šildantys aušinimo skystį; (c) Oriniai dujiniai autonominiai šildytuvai; (d) Elektriniai šildytuvai [7,12,13,14]

Elektrinių šildytuvų pagalba šildomas automobilio variklis ir salonas. Įkraunamas automobilio akumuliatorius. Šildytuvai montuojami variklio skyriuje ir prijungiami prie aušinimo sistemos. Šildytuvai turi įmontuotą kaitinimo elementą, kuris šildo aušinimo skystį bei vandens siurblį, kurio pagalba cirkuliuojamas aušinimo skystis. Prijungiami laidai ir išvedamas kištukas į lengvai prieinamą vietą [4]. Šiame šildytuve numatyta integruotoji 12 V akumuliatorių įkrovimo funkcija, todėl automobilio akumuliatorius automatiškai įkraunamas visą veikimo laiką. Šio tipo autonominių šildytuvų galima patogiai valdyti naudojantis valdymo blokais arba prie maitinimo lizdo prijungiamu laikmačiu [7]. Nors pagrindiniai automobilių transporto autonominių šildytuvų tipai yra šeši, krovininiame transporte dažniausiai naudojami oriniai dyzeliniai/benzininiai autonominiai šildytuvai, dėl jų paprastos konstrukcijos ir mažų energijos sąnaudų [5].

Autonominių šildytuvų gedimų, technologinės įrangos ir įrankių apžvalga

Dažniausiai pasitaikantys autonominių šildytuvų gedimai yra [6]: degiklio gedimas; kaitinimo strypo gedimas; ventilatoriaus gedimas; liepsnos daviklio gedimas; valdymo bloko gedimas.

Degiklio gedimas atsiranda dėl nekokybiškų degalų naudojimo. Dažniausiai tai nutinka, dyzelinius degalus naudojančioms šildytuvams. Naudojant prastos kokybės degalus, degimo proceso metu, degiklyje nusėda nesudegusios degalų mišinio dalelės. Ant degiklio paviršiaus susikaupia suodžiai, kurie užkemša degiklį ir neleidžia jam sklandžiai garinti tiekiamų degalų. Kai degiklis nebegali išgarinti reikiamo degalų kiekio, liepsnos daviklis šildytuvo valdymo blokui siunčia signalą apie esamą degiklio gedimą ir neleidžia šildytuvui įsijungti, tokiu būdu sistema apsaugoma nuo rimtesnių gedimų.

Kaitinimo strypo gedimo priežastis kaip ir degiklio yra naudojami nekokybiški degalai. Strypas apnešamas deginiais, ir negali įkaisti iki reikiamos temperatūros. Veikiant tam tikriems jutikliams, valdymo blokas gauna signalą apie netinkamai veikiančią kaitinimo strypą ir neleidžia šildytuvui toliau veikti.

Ventiliatoriaus gedimai atsiranda daromų klaidų. Dažniausia pasitaikanti klaida yra neteisingas šildytuvo įmontavimas. Montuojant orinius šildytuvus reikia atsižvelgti į gamintojo nurodymus. Jeigu šildytuvą sumontuotas ne automobilio viduje, o lauke autonominio šildytuvo temperatūros jutiklis matuos lauko temperatūrą, ko pasakoje jis gali nuolatos kaitinti orą. Ilgai veikdamas maksimaliu režimu autonominio šildytuvo ventiliatorius suksis pilnais sukiais, ilgainiui jis gali užstrigti.

Liepsnos jutiklio gedimas dažniausiai būna mechaninis. Ardant šildytuvą ir bandant išimti liepsnos jutiklį jis yra dažnai sulaužomas, kadangi jo laikikliai yra pažeisti oksidacijos. Todėl išimant jutiklį, jis nulūžta.

Valdymo blokas yra pagrindinis aušinimo skysčio šildytuvų gedimas. Šie šildytuvai lengvuosiuose automobiliuose montuojami ten, kur yra laisvos vietos montavimui. Dažniausiai po priekiniu automobilio sparnu. Ši vieta nėra gera montavimui, nes šioje vietoje kaupiasi drėgmė. Dėl drėgmės oksiduojasi kontaktai, gali įvykti trumpas jungimas ir perdegti elektriniai šildytuvo elementai.

Norint, kad šildytuvą tarnautų ilgą laiką, jį reikia prižiūrėti. Periodiškai nuvalyti, kadangi ant šildytuvo kaupiasi dulkės ir kitos apnašos. Karštuoju metų laiku, šildytuvą reikėtų įjungti ir leisti jam veikti apie 5 minutes, tokiu būdu viduje šildytuvo nesikaups korozija ir nevyks oksidacija [8].

Siekiant suprojektuoti krovininių automobilių autonominio šildytuvų sistemų montavimo bei remonto postą, labai svarbu tinkamai pasirinkti naudojamus įrankius. Autonominio šildytuvų būklės įvertinimas atliekamas diagnostikos būdu. Diagnostinė įrangą sudaro: diagnostinis stendas; diagnostinis įrenginys; diagnostiniai adapteriai kompiuteriams [9].

Projektuojamo autonominio šildymo sistemų techninės priežiūros ir remonto posto technologiniai skaičiavimai

Krovininių automobilių autonominio šildymo sistemų techninės priežiūros ir remonto metinės darbų apimtys skaičiuotė [10, 11]:

$$T_i = A \cdot DD \cdot \eta \cdot T_p, \text{ žm.h.} \quad (1)$$

$$T_i = 2,5 \cdot 252 \cdot 0,8 \cdot 8 = 4032 \text{ žm.h.}$$

čia A – automobilių skaičius aptarnaujamas per 1 d.d.; DD – posto darbo dienų skaičius metuose; η – posto darbo laiko išnaudojimo koeficientas; T_p – pamainos trukmė.

Projektuojamo krovininių automobilių šildymo sistemų techninės priežiūros ir remonto postų skaičiaus skaičiuotė:

$$X_i = \frac{T_i \cdot \varphi}{F_p \cdot P_{vid}}; \quad (2)$$

$$X_i = \frac{4032 \cdot 1,1}{1814,4 \cdot 2} 1,2 \approx 1 \text{ postas}$$

čia T_i – posto metinė darbų apimtis; φ – koeficientas, įvertinantis automobilių užvažiuojimą į postus netolygumą; F_p – posto metinis darbo laiko fondas; P_{vid} – vidutinis poste dirbančių darbininkų kiekis (vidutiniškai – 2).

$$F_p = D_D \cdot T_p \cdot C \cdot \eta; \quad (3)$$

$$F_p = 252 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 1814,4$$

čia D_D – posto darbo dienų skaičius metuose; T_p – pamainos trukmė, val; C – pamainų skaičius; $\eta = 0.9$ – posto darbo laiko išnaudojimo koeficientas.

Įmonės gamybinei veiklai būtina nustatyti darbininkų skaičių. Skiriami technologiskai būtinas ir etatinis darbininkų skaičiai. Technologinis būtinas darbininkų skaičius užtikrina pamainos programos įvykdymą. Etatiniai darbininkai reikalingi metinei gamybos programai įvykdyti. Jų skaičiaus poreikis įvertina darbininkų atostogas, komandiruotes, neatvykimą į darbą dėl pateisinamų ar nepateisinamų priežasčių. Darbininkų poreikis skaičiuojamas kiekvienam technologiniam padaliniiui (zonai, skyriui, postui ir kt.) atskirai, pagal jo metinę darbų apimtį. Technologiskai būtinas darbininkų skaičius R_t apskaičiuojamas pagal formulę:

$$R_t = \frac{T_i}{F_{dv}}; \quad (4)$$

$$R_t = \frac{4032}{2009} \approx 2 \text{ darbininkai}$$

čia T_i – skaičiuojamo padalinio metinė darbų apimtis, žm/h; F_{dv} – darbo vietos metinis darbo laiko fondas, h.

Technologiškai būtino darbininko metinis darbo laiko fondas F_{dv} apskaičiuojamas taip:

$$F_{dv} = (D_{mk} - D_{pd} - D_{sv}) \cdot p - D_{pp} \cdot 1, \text{ h} \quad (5)$$

čia D_{mk} – vienu metų kalendorinių dienų skaičius (365); D_{pd} – poilsio dienų skaičius per metus (šeštadieniai, sekmadieniai); D_{sv} – šventinių dienų skaičius per metus; D_{pp} – dienų skaičius per metus prieš poilsio ir prieš šventines dienas; p – pamainos trukmė, h; 1 – pamainos trukmės sutrumpinimas 1 h prieš poilsio ir švenčių dienas.

Etatinių darbininkų skaičius R_e apskaičiuojamas taip:

$$R_e = \frac{T_i}{F_e}; \quad (6)$$

$$R_e = \frac{4032}{1809} = 2,2 \approx 2 \text{ darbininkai}$$

čia T_i – skaičiuojamo padalinio metinė darbų apimtis, žm.h; F_e – etatinio darbininko metinis darbo laiko fondas, h.

Etatinio darbininko metinis darbo laiko fondas F_e apskaičiuojamas taip:

$$F_e = (D_{mk} - D_{pd} - D_{sv} - D_{at} - D_{ppr}) \cdot p - D_{pp} \cdot 1, \text{ h} \quad (7)$$

čia D_{at} – darbininko metinė atostogų trukmė, d; D_{ppr} – neatvykimo į darbą dėl pateisinamų priežasčių dienų skaičius per metus, d

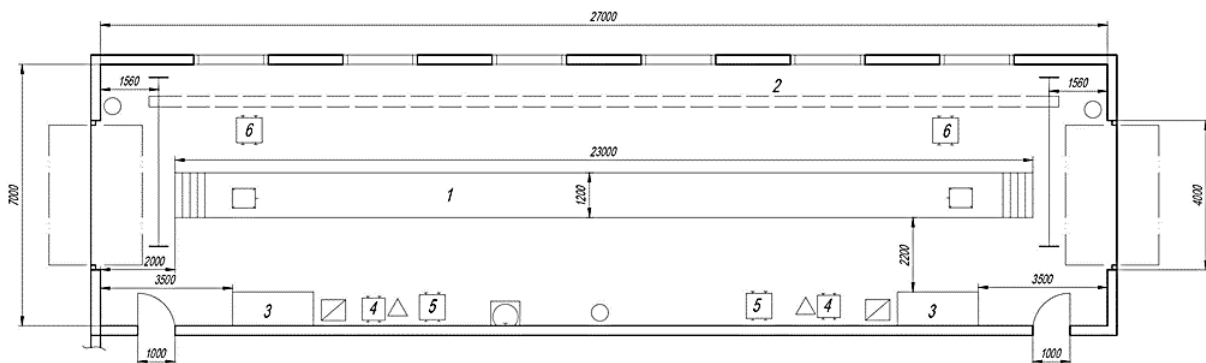
Gamybos patalpos – tai patalpos, kuriose atliekami įmonės gamybos procesai: TP, ER ir D (diagnostikos), pvz., stabdžių, vairuojamų ratų geometrijos, elektros įrenginių, maitinimo sistemos patikros, reguliavimo ir ER, agregatų ir mazgų, kėbulų, padangų, dažymo, tepimo ir kt. darbai. Projektuojant TP, ER gamybines patalpas, plotas F_z skaičiuojamas taip:

$$F_z = f_a \cdot X_i \cdot K_t, \text{ m}^2 \quad (8)$$

$$F_z = 27 \cdot 1 \cdot 7 \approx 189 \text{ m}^2$$

čia f_a – automobilių užimamas grindų plotas, m^2 ; X_i – projektuojamo krovininių automobilių autonominio šildymo sistemų postų skaičius; K_t – postų išdėstymo tankio koeficientas.

Pagal gautus duomenis, buvo nubraižytas projektuojamo posto planas. Planas nubraižytas prisilaikant braižybos ir statybinių reikalavimų. Autonominio šildymo sistemų techninės priežiūros ir remonto posto plane nurodytas gamybinių patalpų ilgis, plotis ir atstumai tarp pagrindinių įrengimų, bei jų ir pastato elementų. Įrengimai sužymėti. Inžinerinės komunikacijos buvo sužymėtos sutartiniais ženklais. Autonominio šildymo sistemų techninės priežiūros ir remonto posto planas pateiktas 2 pav.



2 pav. Autonominio šildymo sistemų techninės priežiūros ir remonto posto planas: 1. – apžiūros duobė; 2 – vienos sijos kranas; 3 – darbatalis; 4 – suslėgto oro kompresorius; 5 – įrankių vežimėlis; 6 – mobilus darbatalis

Atlikus žmonių saugos bei ekologijos reikalavimų analizę, buvo apskaičiuotas reikalingas ventiliatoriaus našumas, kuris turėtų būti $9828 \text{ m}^3/\text{h}$. Gautas reikalingas langų plotas projektuojamam postui yra 57 m^2 . Apšvietimui būtų reikalingi 24 šviestuvai. Taip pat, autonominio šildytuvų techninės priežiūros ir remonto poste turi būti įrengti trys gesintuvai po 4 kg [10].

Atlikus paslaugos pardavimo kainos nustatymą pastebėta, kad projektuojamo remonto posto vidutinė paslaugos kaina su PVM yra 22 Eur/h. Išanalizavus investicijų atsipirkimo laiko bei finansinius rodiklius galima teigti, kad grynasis įmonės pelnas būtų 19647,5 Eur. Investicijų atsipirkimo laikas apie 4 metus [11].

Išvados

1. Atlikta autonominių šildytuvų sistemų technologinių charakteristikų analizė. Aprašyti autonominių šildytuvų komponentai bei jų veikimo principai. Buvo pastebėta, kad autonominiai šildytuvai klasifikuojami pagal: degalų tipą - dyzelinius, benzininius, dujinius, elektrinius, šildymo būdus - orinius šildytuvus ir aušinimo skysčio šildytuvus, galingumą - mažo, vidutinio, didelio ir labai didelio galingumo ir valdymo būdą - valdymo rankenėle, nuotoliniu pultu, mobiliuoju telefonu.
2. Atlikta autonominių šildytuvų tipinių gedimų analizė. Pagrindiniai gedimai yra šie: degiklio gedimas, kaitinimo strypo gedimas, ventiliatoriaus gedimas, liepsnos daviklio gedimas ir valdymo bloko gedimas.
3. Atlikus įrangos analizę buvo pastebėta, kad specialioji įranga skirta autonominių šildytuvų remontui yra kompiuterinė diagnostika. Jos dėka sužinomi visi esami gedimai.
4. Skaičiavimams atlikti buvo planuojami du automobiliai per darbo dieną. Atlikus technologinius autonominių šildytuvų techninės priežiūros ir remonto posto skaičiavimus buvo gauta, kad posto metinė darbų apimtis yra 4032 žm.h. Taip pat atlikus skaičiavimus galima teigti, jog projektuojamoje įmonėje būtų reikalingas vienas darbo postas, kuriame dirbtu 2 mechanikai.
5. Atlikus žmonių saugos bei ekologijos reikalavimų analizę, buvo apskaičiuotas reikalingas ventiliatoriaus našumas, kuris turėtų būti 9828 m³/h. Gautas reikalingas langų plotas projektuojamam postui yra 57 m². Apšvietimui būtų reikalingi 24 šviestuvai. Taip pat, autonominių šildytuvų techninės priežiūros ir remonto poste turi būti įrengti trys gesintuvai po 4 kg.
6. Atlikus paslaugos pardavimo kainos nustatymą pastebėta, kad projektuojamo remonto posto vidutinė paslaugos kaina su PVM yra 22 Eur/h. Išanalizavus investicijų atsipirkimo laiko bei finansinius rodiklius galima teigti, kad grynasis įmonės pelnas būtų 19647,5 Eur. Investicijų atsipirkimo laikas apie 4 metus.
7. Išanalizavus investicijų atsipirkimo laiko bei finansinius rodiklius galima teigti, jog grynasis įmonės pelnas yra 19647,5 Eur. Investicijų atsipirkimo laikas yra 4 metai.

Literatūra

1. VĮ „Regitra“ atviri duomenys. [interaktyvus], [žiūrėta 2021-03-12]. <https://www.regitra.lt/lt/atviri-duomenys/>
2. Oficialios statistiko portalas. Bendrieji transporto rodikliai. [interaktyvus], [žiūrėta 2021-03-12]. <https://osp.stat.gov.lt/web/guest/statistiniu-rodikliu-analize?hash=71dc77d2-9e60-404e-93c8-d69b60112cb1#/>
3. Korea 1. Autonominių šildytuvų klasifikavimas. [interaktyvus], [žiūrėta 2021-03-25]. <https://korea1.ru/lt/avtotop/princip-raboty-avtonomnogo-otopitelya-eberspacher-webasto-kak-samostoyatelno-sdelat-avtonomnyi-otop/>
4. Rallystore. Oriniu dujiniu autonominių šildytuvų aprašymas. [interaktyvus], [žiūrėta 2021-03-25]. <https://rallystore.ru/en/avtonomnyi-predpuskovoi-podogrev-avtomobilya-ustanovka-kotla-podogreva.html>
5. Modulus. Darbastalis PROFI WT160.WD5/WD5.000. [interaktyvus], [žiūrėta 2021-10-12]. <https://modulus.lt/produktas/darbastalis-profi-wt160-wd5-wd5-000/>
6. Techwebasto. Autonominių šildytuvų gedimų sąrašas. [interaktyvus], [žiūrėta 2021-03-25]. https://www.techwebasto.com/old/academy_data/PC_Diag_Course/data/page_13.htm
7. Webasto. Webasto eThermo Top Eco elektrinis autonominis šildytuvas. [interaktyvus], [žiūrėta 2021-03-12]. <https://www.webasto-comfort.com/lt-lt/gaminioapzvalga/product/show/ethermo-top-eco/>
8. Auto – parking heater. Autonominių šildytuvų priežiūra. [interaktyvus], [žiūrėta 2021-03-25]. [Parking Heater Maintenance Method - News - Hebei Nanfeng Automobile Equipment \(Group\) Co.,Ltd \(auto-parkingheater.com\)](http://www.parkingheater.com/)
9. Garbinčius, G. Automobilių techninė priežiūra ir remontas. Gedimino technikos universitetas. Vilnius, (2012).
10. Valentinas Mickūnaitis, Viktoras Tilindis, Valdas Valiūnas. Automobilių transporto įmonių ir techninės priežiūros stočių technologinis projektavimas. Gedimino technikos universitetas. Vilnius, (2012).
11. G. Adomavičienė ir kt. Automobilių techninio eksploatavimo studijų programos baigiamųjų darbų rengimo metodinės rekomendacijos. Kauno technikos kolegija, 2020.
12. Jpc direct. Autonominių šildytuvų veikimas. [interaktyvus], [žiūrėta 2021-03-12]. <https://www.jpcdirect.com/how-does-a-webasto-air-top-heater-work/>
13. Sobr-gsm. WEBASTO Thermo top c autonominis šildytuvas. [interaktyvus], [žiūrėta 2021-03-12]. http://www.sobr-gsm.ru/products/webasto_thermo_top_c.html

14. *Sun coast car service*. TRUMA Varioheat Eco autonominis šildytuvas. [interaktyvus], [žiūrėta 2021-03-12]. <https://suncoastcaravanservice.com.au/product/truma-varioheat-eco-kit-black-bonus/>

DESIGN ASPECTS OF AUTONOMOUS HEATING SYSTEMS MAINTENANCE AND REPAIR STATION

Summary

Road transport is one of the most common modes of transport in Lithuania. The vehicles are used for the transport of passengers, goods or consignments. Living in a temperate climate zone, it is necessary to take care of the car's internal heating. The car's internal heating and driver comfort are ensured by the devices installed in it. Some of these units are modern and efficient stand-alone heaters. All elements of the stand-alone heater must be reliable to ensure the highest quality comfort. In this fairy tale, it is necessary to make sure that these heaters are serviced by qualified specialists, so that drivers can ensure the required temperature inside the car when the cargo is transported to other countries in harsh weather conditions.

KROVININIŲ AUTOMOBILIŲ STABDŽIŲ SISTEMOS KOMPONENTŲ GEDIMŲ ANALIZĖ

Rokas Stankevičius, dr. Marius Mažeika
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Kiekvienais metais kelių transportu pervežamas krovininių kiekis vis didėja, tuo pačiu didėja ir krovininių automobilių nuvažiuojamas atstumas (Lietuvos statistikos departamentas, 2021). Kadangi sunkiasvoriai automobiliai įveikia didesnį atstumą, jų detalės labiau dėvisi, o viena labiausiai dylanti sistema – stabdžių. Ši sistema yra labai svarbi krovininio automobilio saugumui, nes netvarkinga stabdžių sistema gali tapti pražūtinga. Todėl yra svarbu žinoti galimus krovininių automobilių stabdžių sistemų gedimus, jų atpažinimo ir pašalinimo būdus.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI : stabdžiai, stabdžių trinkelės, gedimas.

Įvadas

Siekiant krovininius automobilius padaryti kuo saugesnius ir ekonomiškesnius, juose esančios sistemos yra nuolat tobulinamos. Dauguma jų turi įvairius jutiklius, kurie patikrina sistemų realius parametrus ir juos siunčia į atitinkamus valdymo blokus, kurie nustato, ar sistema veikia tinkamai. Atsiradus sistemos gedimui, vairuotojas yra perspėjamas prietaisų skydelyje atsiradusiu pranešimu. Krovininis automobilis turi daug įvairių jutiklių oro sistemos būklei ir darbui stebėti, tačiau krovininio automobilio stabdžių sistemos mechaninėje dalyje dažniausiai pasitaiko tik du jutikliai: ABS jutiklis ir stabdžių trinkelės nudilimo jutiklis. Šie jutikliai pateikia ganėtinai tikslūs duomenis, tačiau lieka nemažai nepastebimų defektų, kurie laikui bėgant gali padaryti didelę žalą stabdžių sistemai, o jo vairuotojui ar kitiems eismo dalyviams tapti pražūtingi. Todėl yra svarbu laiku pastebėti esamus ir būsimus stabdžių sistemos gedimus, siekiant išvengti nelaimingų atsitikimų ar didelio nuostolio krovininio automobilio savininkui.

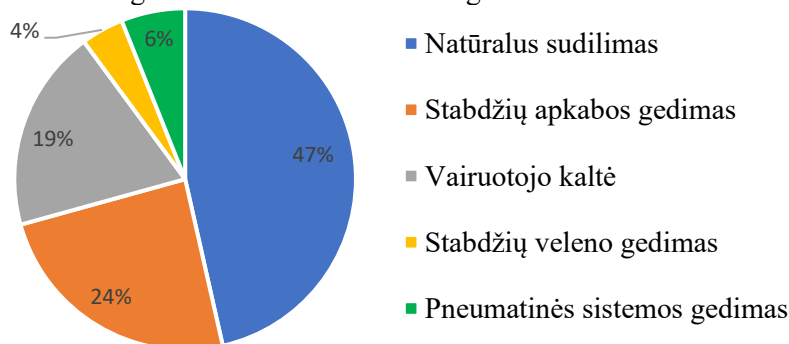
Tyrimo objektas – krovininių automobilių stabdžių sistema.

Straipsnio tikslas – išanalizuoti krovininių automobilių stabdžių sistemos mechaninės dalies komponentų gedimus.

Stabdžių sistemų gedimų statistika

Atliekant praktiką „UAB Scania Lietuva“ buvo renkami duomenys apie atvykstančius krovininius automobilius su stabdžių sistemos defektais, kai reikėjo keisti sudilusias stabdžių trinkelės, stabdžių diskus ar būgnus. Buvo nustatytos šių gedimų atsiradimo priežastys ir jos sugrupuotos į penkias grupes:

- natūralus susidėvėjimas, kai stabdžių sistemos dalys sudilo vien nuo stabdymo, be stabdžių sistemos gedimų;
- stabdžių apkabos gedimas, kai stabdžių trinkelės sudilo dėl stabdžių mechanizmo ar kreipiančiųjų įvorių defekto;
- dėl vairuotojo kaltės, kai krovininio automobilio stabdžių sistemos dylančios detalės perkaitintos, arba automobilis buvo eksploatuojamas su sudilusiomis stabdžių trinkelėmis;
- stabdžių veleno gedimas, kai stabdžių trinkelės sudyla nevienodai ir stabdymo efektyvumas yra netolygus dėl stabdžių veleno gedimo;
- pneumatinės sistemos gedimas, kai stabdžių trinkelės, stabdžių diskas ar būgnas sudilo dėl stabdžių kameros, energoakumuliatoriaus gedimo ar netinkamo oro slėgio kaltės.



1 pav. Stabdžių sistemos gedimų atsiradimo priežastys

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Iš gautų rezultatų, kurie pavaizduoti 1 paveiksle, matoma, kad dažniausiai stabdžių trinkelės, diskai ir būgnai yra keičiami, kai jie susidėvi natūraliai. Sekanti dažniausiai pasitaikanti sudilimo priežastis yra stabdžių apkabos gedimas. 19 procentų stabdžių defektų atsirado dėl vairuotojo kaltės. Mažiausiai stabdžių trinkelės, diskai ir būgnai sudyla dėl stabdžių veleno ir pneumatinės sistemos gedimų.

Stabdžių trinkelėlių gedimai

Stabdžių trinkelėlių sudilimas yra bene dažniausiai pasitaikantis gedimas. Taip yra todėl, kad stabdžių trinkelės yra suprojektuotos taip, kad joms dylant kuo mažiau naudotųsi stabdžių diskai ar būgnai (Stoica et al, 2018). Tačiau kartais gedimas gali būti tik indikatorius, kad yra kitų defektų stabdžių sistemoje, dėl kurių stabdžių trinkelės sudyla greitai, netolygiai ar nevienodai arba sutrūkinėja.

Vienas gedimas yra frikcinio paviršiaus nuo pagrindo plokštės atsiskyrimas. Jį gali sukelti per didelė apkrova stabdant, terminė perkrova, korozija tarp frikcinio paviršiaus ir plokštelės, sutrenkimai montuojant (stabdžių trinkelės numetimas ant žemės). Dažniausiai frikcinis paviršius atsiskiria dėl prastos stabdžių trinkelės pagaminimo kokybės, kai yra naudojamos netinkamos gamybinės medžiagos, siekiant mažesnės gamybos savikainos. Esant šiam gedimui, gali atsirasti pašalinis garsas, kai frikcinis antdėklas trinasi į stabdžių diską. Taip pat gali atsirasti ir cypimas stabdant. Vienintelis šio gedimo šalinimo būdas yra pakeisti stabdžių trinkeles.

Vidinės stabdžių trinkelės dilimas atsiranda, kai ratas yra stabdomas tik su vidine stabdžių trinkele. Tai atsitinka tuomet, kai stabdžių mechanizmas sugenda ir stūmoklis nebegrižta į ankstesnę padėtį. Atsitikus šiam gedimui, stabdžių trinkelė, kuri stabdo ratą, sudyla greičiau dėl jai tenkančios didesnės apkrovos ir šiluminės perkrovos. Nustačius gedimą ir jį pašalinus, reikia pakeisti stabdžių trinkeles, ir, jeigu yra poreikis, pakeisti kitus stabdžių sistemos komponentus.

Išorinės stabdžių trinkelės dilimas atsiranda dėl stabdžių apkabos užstrigimo, kurį sukelia kreipiančiųjų įvorių užsikirtimas. Taip pat išorinė stabdžių trinkelė gali strigti laikiklyje, dėl ko net ir nestabdant stabdžių trinkelė glaudžiasi prie stabdžių disko. Pastebėjus nevienodai dylančias stabdžių trinkeles, reikėtų patikrinti stabdžių apkabos judėjimą, ar kreipiančiosios įvorės nėra užsikirtusios. Taip pat derėtų patikrinti stabdžių trinkelėlių laikiklio vietas, kuriose stabdžių trinkelė juda laikiklyje. Pastebėjus nešvarumų ar rūdžių, reikia laikiklį išvalyti, nušveisti rūdis.

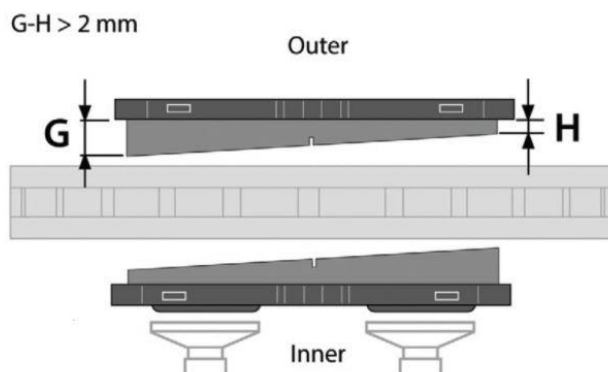
Stabdžių trinkelėlių perkaitimas atsitinka dėl ilgo intensyvaus stabdymo arba dėl gedimo stabdžių sistemoje. Perkaitęs stabdžių trinkelės frikcinis paviršius tampa kietas, slidus ir dėl to sumažėja stabdymo efektyvumas, atsiranda cypimas stabdant. Taip pat stabdžių trinkelė gali suskilinėti, jos frikcinis paviršius atsiskirti nuo pagrindo plokštės. Perkaitusias stabdžių trinkeles reikia keisti naujomis, o, siekiant sumažinti naujų stabdžių trinkelėlių cypimo garso atsiradimo tikimybę, patariama pasirinkti stabdžių trinkeles su įpjovomis, kurios gali sumažinti skleidžiamą aukšto dažnio garsą (Wu et al, 2021).

Griovelius stabdžių trinkelėlių frikciniame paviršiuje gali sukelti tarp stabdžių disko ir trinkelėlių patekusios pašalinės medžiagos, tokios kaip dulkės, rūdys, smulkūs akmenukai ir kt. Taip pat grioveliai gali atsirasti sumontavus naujas stabdžių trinkeles ant seno sudilusio stabdžių disko. Tokiu atveju stabdžių trinkelės stabdant prisitaiso prie stabdžių disko nelygaus paviršiaus, dėl ko ir atsiranda grioveliai. Esant šiam defektui gali sumažėti stabdžių efektyvumas, atsirasti pašaliniai garsai važiuojant arba stabdant. Norint išvengti stabdžių trinkelėlių griovelio atsiradimo, derėtų keičiant stabdžių trinkeles įsitikinti, kad stabdžių diskas yra nesudilęs, lygaus paviršiaus.

Stabdžių trinkelėlių greitas sudilimas dažniausiai atsitinka dėl vairuotojo kaltės, kai transporto priemonė yra pernelyg agresyviai stabdoma. Kitas atvejis yra, kai krovininis automobilis yra eksploatuojamas kalnuotose vietovėse su sunkiu kroviniu ir nesinaudojama pagalbinėmis stabdymo priemonėmis (kalnų stabdžiu). Tuomet krovininio automobilio stabdymui yra reikalinga didesnė jėga negu lygiose vietovėse, dėl ko stabdžių trinkelės dyla žymiai greičiau. Dar viena priežastis greitam stabdžių trinkelėlių sudilimui - tai nekokybiškas frikcinis sluoksnis, kuris sudyla greičiau, negu kokybiškas.

Jeigu stabdžių trinkelės greičiau sudyla tik ant tam tikro rato, tuomet įtariamas stabdžių mechanizmo užsikirtimas. Tuomet nuspausti stabdžiai yra neatleidžiami ir nuolatos stabdo ratą. Dėl šio gedimo kaista stabdžių diskas ir trinkelės, o nuo jų pradeda kaisti ir kitos dalys, kaip stabdžių apkaba, rato guolis, rato ašis. Laiku nepastebėjus šio gedimo, gali užsidegti rato padanga, o nuo jos ir visas krovininis automobilis. Todėl svarbu laiku nustatyti šį defektą.

Didelis stabdžių trinkelėlių įstrižinis susidėvėjimas (2 pav.) rodo, kad stabdžių apkabos kreipiančiosios įvorės yra išdilusios ir dėl to stabdžių trinkelės yra glaudžiamos prie stabdžių disko kampu, dėl ko jos taip ir išdyla. Pašalinus šį gedimą, yra keičiamos stabdžių trinkelės ir, jeigu reikia, kitos pažeistos stabdžių sistemos dalys.



2 pav. Stabdžių trinkelų įstrižinis susidėvėjimas

Šaltinis: Knorr-Bremse provides brake inspection guide (2021). Prieiga per internetą: <https://cvwmagazine.co.uk/knorr-bremse-provides-brake-inspection-guide/>

Viršutinio stabdžių trinkelų krašto persidengimas su stabdžiu disku atsiranda, kai yra įmontuotas per mažo skersmens stabdžių diskas, kuris neatitinka gamintojo specifikacijų. Tuomet stabdžių trinkelė stabdant nesiglaudžia visu plotu prie stabdžių disko ir dyla tik ta dalis, kuri glaudžiasi. Eksploatuojant transporto priemonę su netinkamo dydžio stabdžiu disku, greičiau sudyla stabdžių trinkelės, taip pat stabdymo efektyvumas yra mažesnis, negu su gamintojo nustatyto dydžio stabdžiu disku.

Stabdžių diskų gedimai

Antra dažnai dylanti stabdžių sistemos dalis yra stabdžių diskai arba stabdžių būgnai. Kaip ir stabdžių trinkelės, šios dalys dažnai tampa defektuotomis dėl kitų gedimų, atsirandančių stabdžių sistemoje. Dažniausiai pasitaikantys stabdžių disko ar būgno gedimai yra sudilimas, perkaitimas ir deformacija. Greitas ir perteklinis stabdžių disko ar būgno nudilimas dažnai atsiranda dėl dažno ir agresyvaus stabdymo, kada stabdžių diskai dyla greičiau negu nurodyta gamintojo. Pagrindinis požymis, kad stabdžių diskas ar būgnas yra sudilęs ir nebetinkamas eksploatuoti, tai stabdymo paviršiaus suplonėjimas iki gamintojo nustatytos ribos. Viršijus šią ribą gali būti pažeidžiamos kitos stabdžių sistemos dalys. Stabdžių diską, nudilusį virš gamintojo nustatytos ribos, galima matyti 3 paveiksle. Pastebėjus, kad stabdžių diskas ar būgnas sudilęs iki rekomenduojamos ribos, reikėtų jį pakeisti nauju.



3 pav. Perteklinis stabdžių disko nudilimas

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Stabdžių diskai ir būgnai dažniausiai perkaista dėl agresyvaus stabdymo, dėl prastos pagaminimo kokybės arba dėl gedimo stabdžių sistemoje. Pagrindiniai požymiai, kad stabdžių diskas ar būgnas yra perkaitęs, - tai pakitusi stabdymo paviršiaus spalva į mėlyną, daugybė trumpų, plonų, radialinių stabdymo paviršiaus pertrūkių, kurie eksploatavimui netrukdo (Augustins et al, 2016), tačiau perkaitęs stabdžių diskas ar būgnas gali įtrūkti arba deformuotis ir dėl to atsiranda vibracijos stabdant. Stabdžių diską ar būgną patartina pakeisti nauju, pastebėjus, kad jis yra perkaitęs.

Taip pat stabdžių diskas ar būgnas gali būti pažeistas korozijos. Tuomet sumažėja stabdymo efektyvumas, taip pat gali atsirasti pašalinis garsas ir vibracija stabdant. Dažniausiai dėl korozijos ant stabdžių disko ar būgno stabdymo paviršiaus kraštų atsiranda korozijos sluoksnis, kuris būna storesnis negu stabdymo

paviršiaus. Tuomet stabdžių trinkelės efektyviai stabdo tik ties tomis vietomis, kur korozijos nėra. Kartais koroduotą stabdžių diską ar būgną užtenka nutekinti, kad jį vėl būtų galima eksploatuoti, tačiau dažniausiai tenka stabdžių diskus keisti naujais.

Stabdžių kameros ir energoakumuliatoriaus gedimai

Stabdžių kameros ar energoakumuliatoriaus gedimai nėra dažni, tačiau, jiems įvykus, krovinio automobilio ratas liktų be stabdžių arba būtų pilnu pajėgumu užstabdytas. Dažniausiai pasitaiko trys pagrindiniai gedimai.

Pirmasis yra diafragmos prakiurimas, kai dėl dulkių ir nešvarumų, patekusių į vidines ertmes, sudyla diafragmos guma, arba dėl nekokybiškos gumos ar ilgo eksploatavimo laiko diafragma sutrūksta. Prakiurus stabdžių kameros diafragmai, yra nebesukeliamas reikalingas slėgis nugalėti spyruoklės pasipriešinimui arba kotas yra stumiamas maža jėga, dėl ko yra stabdoma silpnai. Šį gedimą galima pašalinti pakeitus diafragmos gumą arba keičiant visą stabdžių kamerą. Jeigu diafragma prakiūra energoakumuliatoriuje, jo kotas visuomet būna išstumtas, o ratas visą laiką užstabdytas. Šis gedimas šalinamas tik keičiant patį energoakumuliatorių. Antrasis gedimas yra stabdžių kameros ar energoakumuliatoriaus korpuso korozija arba skilimas (4 pav.), kai įleidžiamas oras nesudaro pakankamo slėgio nuspausti diafragmą, o tiesiog išeina į atmosferą. Tokiu atveju reikėtų keisti visą stabdžių kamerą ar energoakumuliatorių.



4 pav. Įskilęs energoakumuliatoriaus korpusas

Šaltinis: Replacing Air Brake Chamber (2017). Prieiga per internetą: <<https://community.fmca.com/topic/11514-replacing-air-brake-chamber/>>

Trečiasis gedimas yra vidinės spyruoklės lūžimas. Šis gedimas pasitaiko labai retai, dažniausiai jis pasitaiko nekokybiškose stabdžių kamerose ar energoakumuliatoriuose. Lūžus stabdžių kameros spyruoklei, išleidus orą iš stabdžių kameros vidinės ertmės, kotas negrįžtų į pradinę padėtį ir stabdžiai liktų šiek tiek nuspausti. Lūžus energoakumuliatoriaus spyruoklei, įjungus stovėjimo stabdį ratas nebūtų užstabdytas. Šio gedimo vienintelis remonto būdas yra pakeisti defektuotą stabdžių kamerą ar energoakumuliatorių, nes atskirai spyruoklės nėra keičiamos.

Stabdžių apkabos gedimai

Stabdžių apkabos mechanizmas dažniausiai sugenda dėl į vidų patekusios drėgmės ar dulkių. Šį gedimą gali indikuoti keli simptomai: stabdžių trinkelė nėra nuspaudžiama ir ratas nėra stabdomas, nuspaudus ir atleidus mechanizmo svirtelę, mechanizmo stūmokliai negrįžta atgal ir nuolat spaudžia trinkelės prie disko. Vanduo ir nešvarumai dažniausiai patenka pro suplyšusią stūmoklio apsauginę gumą. Sugedus stabdžių apkabos mechanizmui, yra keičiamas jo remontinis komplektas. Keičiant reikėtų įsitikinti, kad yra neplyšusios apsauginės gumos, taip pat mechanizmo dangtelio tarpinė yra geros būklės.

Kreipiančiųjų įvorių pagrindiniai gedimai yra jų sudilimas arba užsikirtimas. Kreipiančiosios įvorės gali sudilti dėl trinties, kuri atsiranda judant stabdžių apkabai stabdymo metu. Dėl šio gedimo stabdžių apkaba pradeda judėti ne viena linija, paprastai tai indikuoja pašalinis garsas spaudžiant stabdžius arba įstrižinis stabdžių trinkelėlių susidėvėjimas. Kreipiančiosios įvorės dažniausia užstringa dėl drėgmės ir nešvarumų, kurie patenka pro suplyšusią apsauginę gumą arba kiaurai korozijos pažeistą kreipiančiųjų įvorių apsauginį dangtelį. Atsitikus šiam gedimui, stabdžių apkaba nustoja judėti arba juda netolygiai. Tuomet ratas yra stabdomas tik

su vidine stabdžių trinkelė arba net ir nestabdant išorinė stabdžių trinkelė glaudžiasi prie stabdžių disko. Vienintelis kreipiančiųjų įvorių gedimo remontas yra remonto komplekto pakeitimas.

Būgninių stabdžių veleno gedimai

Dažniausias stabdžių veleno gedimas yra įvorių sudilimas. Jos sudyla dėl trinties, atsirandančios stabdant. Sudilus veleno įvorėms, pats velenas pradeda klibėti ir stabdymo metu stabdžių trinkelės pradeda stabdyti netolygiai (Drum brake, 2012). Šis gedimas yra šalinamas pakeičiant stabdžių veleno įvorių remonto komplektu.

Stabdžių veleno gedimas yra jo sudilimas ties įvorėmis. Tuomet stabdžių velenas pradeda klibėti ir dėl to stabdymas tampa nepastoviu. Taip pat stabdžių trinkelės pradeda dilti nevienodai. Sudilus stabdžių velenui ties įvorėmis, jis gali būti restauruojamas arba keičiamas nauju. Taip pat kartu turi būti keičiamos ir stabdžių veleno įvorės.

Kitas defektas yra stabdžių veleno kumštelių sudilimas. Kumšteliai spaudžia stabdžių trinkelės prie stabdžių būgno. Kai kumštelis nudyla, dažniausiai viena stabdžių trinkelė yra spaudžiama didesne jėga ir dėl to ji sudyla greičiau. Sudilus veleno kumšteliams, velenas dažniausiai yra keičiamas nauju, kartu su veleno įvorių komplektu.

Išvados

1. Išanalizuoti praktikos metu surinkti duomenys. Nustatyta, kad daugiausiai stabdžių sistemos gedimų atsiranda dėl natūralaus susidėvėjimo, taip pat ir dėl stabdžių apkabos gedimų.

2. Apžvelgti dažniausiai pasitaikantys stabdžių trinkelės defektai, tokie kaip frikcinio antdėklo atsiskyrimas, greitas, netolygus arba įstrižinis susidėvėjimas. Išskirtos galimo šių defektų pasekmės bei šalinimo būdai.

3. Išanalizuoti stabdžių diskų ir būgnų gedimai. Pagrindiniai jų: stabdžių disko ar būgno perteklinis nudilimas, perkaitimas ir korozijos pažeidimai. Aprašytos šių gedimų atsiradimo priežastys ir šalinimo būdai.

4. Išnagrinėti galimi stabdžių kameros ir energoakumuliatoriaus gedimai. Dažniausiai pasitaikantys: diafragmos prakiurimas ir korpuso skilimas arba korozija. Nustatyta, kad daugeliu atveju šių defektų šalinimo būdas yra keitimas naujomis dalimis.

5. Išanalizuoti stabdžių apkabos gedimai, tokie kaip: stabdžių mechanizmo užsikirtimas ir kreipiančiųjų įvorių sudilimas. Dažniausiai stabdžių apkabos gedimai yra šalinami pakeičiant remonto komplektą.

6. Apžvelgti būgninių stabdžių veleno gedimai. Nustatyta, kad dažniausiai pasitaikantys defektai yra įvorių sudilimas arba stabdžių veleno sudilimas ties įvorėmis.

Literatūra

1. Augustins, L., Hild, F., Billardon, R., Boudevin, S. Experimental and numerical analysis of thermal striping in automotive brake discs. *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*, 2016.
2. Drum brake - Wear and damage characteristics on friction brakes. BPW technical documents, 2012.
3. Knorr-Bremse provides brake inspection guide (2021). Prieiga per internetą: <https://cvwmagazine.co.uk/knorr-bremse-provides-brake-inspection-guide/>.
4. Lietuvos statistikos departamentas. Prieiga per internetą: <https://osp.stat.gov.lt/liuvos-regionai-2020/aplinka/transportas>.
5. Replacing Air Brake Chamber (2017). Prieiga per internetą: <https://community.fmca.com/topic/11514-replacing-air-brake-chamber/>.
6. Stoica, N. A., Petrescu, A. M., Tudor, A. Modelling the wear processes of the automotive brake pad and disc. *INCAS BULLETIN*, Vol. 10, Issue 4/2018, pp. 169-179.
7. Wu, Y.K., Lu, C., Yin, J.B., Micheale, Y.G., Wang, Q., Wang, X.C. The effect of interface modifications combination of multiple friction blocks on truck brake squeal. *Tribology Transactions*, 2021.

VERSLO IR MOKSLO SINERGIJA AUTOMOBILIŲ SPORTE: KTK RACING DIVISION ATVEJO ANALIZĖ

Povilas Bonkevičius
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje nagrinėjama verslo bendradarbiavimas su automobilių sportu pasitelkiant mokslą. Straipsnyje aprašoma kaip automobilių pramonėje kylančios problemos praktikoje sprendžiamos per automobilių sportą pasitelkiant mokslą bei kokią naudą tai teikia verslui. Kadangi pasaulyje abstu praktinių bendradarbiavimo pavyzdžių straipsnyje analizuojama aktualiausios temos versle bei švietime.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: Verslas, automobilių sportas, praktika, švietimas, inovacijos.

Įvadas

Tobulėjimas, inovacijos ir poreikis keistis yra neatsiejama šių dienų pasaulio dalis. Automobilių pramonė nuolatos ieško naujovių, kurias galėtų pasiūlyti vartotojams. Didėjant naujų technologijų kiekiui ir įvairių taikomų naujovių gausai automobilių pramonė nespėja ištestuoti visų naujų technologijų bei jų pritaikomumo, to pasekoje investuoja arba perka automobilių sporto komandas, kad šios padėtų pramonei ir kompanijoms nuolatos testuoti diegiamas ar planuojamas diegti naujovės automobilių pramonėje. Dažnu atveju, automobilių pramonės ištestuotas inovacijas automobilių sporte galima pamatyti automobiliuose naudojamuose kasdieninio naudojimo keliuose (Ferrera Santo, 2017: 5).

Automobilių pramonės atstovai investuoja į automobilių sporto komandas, rungtynes tam, kad galėtų pasiekti didesnę savo klientų auditoriją, stiprinti savo esamus santykius su verslo partneriais bei susirasti naujų partnerių ko pasekoje verslo nauda orientuota į didesnius pardavimus, prekės ženklo auginimą bei pamatuojamas ir nepamatuojamas naudas (Striler, 2017).

Mokslas automobilių sportą įžvelgia kaip puikią mokymosi platformą inžinerinės pakraipos specialybėse. Studentą motyvuoti tik teoriniu mokymusi yra sudėtingas uždavinys, automobilių sporto platforma leidžia studentui teorinį darbo rezultatą išbandyti praktikoje, o tai leidžia patirti ir pajusti atlikto darbo rezultatą bei didina studentų įsitraukimą (Settles, 2010).

Šiame straipsnyje siekiama atskleisti verslo ir mokslo bendradarbiavimą automobilių sporte siekiant išaiškinti bendradarbiavimo veiksmingumą.

Pasitelkiant mokslinės, profesinės literatūros, kitų šalių gerosios praktikos pavyzdžius straipsnyje analizuojami jau esantys mokslo ir verslo bendradarbiavimo pavyzdžiai automobilių sporte, taip pat išryškinami tokio bendradarbiavimo principai bei nauda įvairioms švietimo posistemėms bei pramonei. Darbe taip pat bus įvardinami mokslo ir sporto bendradarbiavimo Lietuvoje ir Europoje principai bei bendradarbiavimo naudos švietimui. Straipsnyje išskiriami keli pagrindiniai veiksniai skatinantys mokslo ir pramonės sinergiją per automobilių sportą.

Verslo bendradarbiavimas su automobilių sportu

Gamintojai, tiekėjai ar perpardavinėtojai per automobilių sportą siekia pasiekti klientus ir pasiūlyti produktą, kuris patenkins klientų poreikius. Dažnu atveju tai yra automobilių pramonės detalės, įranga, eksploataciniai skysčiai ir eksploatacinės medžiagos. Pramonė remia automobilių sportą ir dalyvauja jame siekdami pamatuojamos naudos pardavimuose.

Automobilių sportas yra plačiai paplitusi sporto šaka, sulaukianti didelio susidomėjimo ir žiūrimumo. Automobilių pramonė pastebi ne tik didelę marketinginę vertę, tačiau ir produkcijos testavimo bei tobulinimo platformą. Automobilių pramonės produkcijos tiekėjai dažnu atveju testuoja savo produktus automobilių sporte bei remia komandas siekiant pasiekti savo klientą ir didinti pardavimus. Žemiau straipsnio autorius pateiks keletą verslo ir automobilių sporto bendradarbiavimo pavyzdžių.

Žinomas automobilių eksploatacinių skysčių gamintojas „PETRONAS“ tiekia savo produkciją ir aprūpina „F1“, „Dakar“, „MotoGP“ komandas tam, kad pasiektų didesnę savo prekės ženklo žinomumą ir suteiktų didesnę pasitikėjimą automobilių pramonės rinkos vartotojams. Kadangi eksploatacinių skysčio gamintojo produkcijos gama apima motociklą, bekelės automobilių, sportinių ir kasdieninių automobilių pramonės rinkos dalis „PETRONAS“ dalyvauja skirtingose sporto disciplinose, kurios apima įvairius pramonės sektorius (Pli-Petronas, motorsport).

„Pirelli“ vienas iš daugelio padangų gamintojų remia „F1“ rungtynės ir dalyvauja kaip padangų tiekėjas. Šio padangų gamintojo tikslas, kaip ir daugelio kitų tiekėjų – tiekti rinkai geriausias ir patikimiausias padangas. Naudodamasis šia platforma gamintojas ne tik gali taikyti bei ištestuoti inovatyvius sprendimus padangų gamyboje tačiau ir įgyti padangų vartotojų pasitikėjimą renkantis padangas transporto priemonėms (Pirelli to remain exclusive tyre partner to formula 1 until 2024).

Verslo ir pasaulinių organizacijų bendradarbiavimas su automobilių sportu siekiant inovatyvių sprendimų

Šiai dienai inovacijos yra kasdieninis gyvenimas pramonei. Griežtėjantys standartų reikalavimai, globalinis atšilimas, besikeičiantys rinkos dėsniai tai kelios iš daugelio priežasčių rodančių inovacijų reikalingumą automobilių pramonėje. Dažnu atveju pramonė ne tik diegia bei testuoja inovacijas automobilių sporte, tačiau ir skolinasi sporto sukurtas inovacijas naudoti pramonėje. Apačioje autorius pateiks keletą diegiamų automobilių pramonės inovacijų automobilių sporte ir skolintų inovacijų iš automobilių sporto pavyzdžių.

Skolintos inovacijos iš automobilių sporto:

Automobilių sporto komandos visada ieško inovatyvių ir alternatyvių sprendimų. 20 amžiaus 8 dešimtmetyje automobilių sporte buvo pradėtas naudoti anglies pluoštas, kuris pilnai pateisino teorines savo funkcijas, buvo išrasta tvirta ir lengva medžiaga, iš jos buvo gaminami sportinių automobilių kėbulai, kurie pakeitė sunkųjį metalą. Anglies pluoštas yra plačiai naudojamas šiandieniniuose prestižiniuose gatviniuose automobiliuose dėl savo tvirtumo ir lengvumo, vėliau iš anglies pluošto buvo pradėti gaminti net automobilių ratlankiai, to pasekoje automobiliui reikia vežti mažesnę svorį, o kompozitiniai kėbulai yra lengviau tvarkomi (Perrone A).

Taip pat 20 amžiaus 8 dešimtmetyje „Formulės 1“ lenktynių disciplinoje pasaulis išvydo dar nematytą „aktyviosios pakabos“ sistemą. Vėliau tai tapo plačiai naudojama automobilių pramonėje, automobilių pardavėjams tai buvo labai patraukli sistema, kuri automobilį išlaikydavo visada ant kelio ir žymiai pagerindavo automobilio pakabos savybes (Jacobs J).

Pavarų perjungimo mygtukai ant vairo buvo pradėti naudoti „Formulės 1“ lenktynių disciplinoje, kuomet inžinieriai ieškojo sprendimo kaip sutaupyti laiko vairuotojams perjungiant pavaras bei išlaikyti abi rankas ant vairo. Šią inovatyvią sistemą pradėjo naudoti „Ferrari“ bei „McLaren“ į savo automobilius montuodami „Paddle-shifter“ sistemas. Šiai dienai šią technologiją galima sutikti daugelyje automobilių su pusiau automatinėmis pavarų dėžėmis (Jacobs J).

20 amžiuje automobilių gamintojas Jaguar ieškojo efektyvaus sprendimo gerinti automobilių stabdžių sistemą. 1953 metais 24 valandų „Le Mans“ lenktynėse Jaguar į lenktynės išleido keletą automobilių su pasaulyje tuo metu dar nematyta diskinė stabdžių sistema. Tai buvo atradimas automobilių pramonėje ir nuo to laiko būgninės stabdžių sistemos pakeitė diskinės, kurios buvo efektyvesnės, tarnavo ilgaamžiškiau bei buvo paprasčiau aptarnaujamos (Perrone A).

Diegiamos inovacijos per automobilių sportą:

Globalinis atšilimas ir tarša yra viena pagrindinių problemų su kuriomis kovoja visas pasaulis. Pasaulio organizacijos ieško sprendimų, kas pakeis vidaus degimo variklius naudojančius iškastinį kurą. Pasaulio organizacijos kartu su sportu ir mokslu diegia inovacijas, kurias testuoja, o pasiteisinus pradės taikyti plačiojoje rinkoje. „Formule E“ projektas, siekia elektrifikuoti automobilių pramonę, sėkmingai testuodami ir diegdami inovacijas sprendžia pramonės ir pasaulio globalinio atšilimo problemas bei kviečia automobilių pramonę naudotis jau sukaupta patirtimi, apačioje paveikslu pateikta principinė „Formule E“ projekto schema. Su šiuo kvietimu projekto autoriai kviečia autopramone kooperuoti su automobilių sportu ir mokslu (Naess E. H.; Tjonndal A.).

1. Is it possible?

Ideas are great. But they become greater if they are realized. In sport management the first step of our model is to assess whether – or under which conditions – the realization of the idea is possible. This precondition we term entrepreneurial circumstances, which refer to the complexity of the field you are working within in terms of it is open to new ideas or not.



2. Is it doable?

If the idea is possible to realize the next step in our model is to assess whether it is doable – or clarifying what is needed to operationalize a realizable idea within a relatively short timeframe. This precondition we term context-receptivity, which in sport management translates to whether powerful actors in society are sympathetic with the bigger commitment of your initiative.

3. Is it durable?

Having identified the proper context and means to deploy the idea, the third precondition is about creating the proper network of partners and consumers with which the business can collaborate. The importance of sport consumer engagement thus is more than seeking instant gratification, it is also about building a fanbase where the fan may be different than she used to be.

1 pav. Principinė inovacijos taikymo schema „Formule E“ projekte.

Šaltinis: Innovation, Sustainability and Management in Motorsports

Dar vienas pavyzdys veikiantis panašiu principu yra „Extreme E“ projektas, kuris siekia elektrifikuoti visureigius automobilių pramonėje ir diegti inovatyvų visuomenės požiūrį atsižvelgiant į šių dienų aktualias problemas. Tai yra „Dakaro“ maratoninių bekėlės lenktynių alternatyva. Pasitelkiami mokslą ir pramonę projekto autoriai kuria patvarius, ilgą atstumą galinčius įveikti bei dinamiškus visureigius (Sustainability Extreme-E).

Mokslo bendradarbiavimas su automobilių sportu

Šiame laikotarpyje pritraukti studentus domėtis inžinerinėmis studijomis yra didelis iššūkis švietimui, o verslui – didelis poreikis šios specialybės specialistų. Pasauliniu mastu vykstantis projektas „Formule Student“ jungia aukštąsias mokslo įstaigas ir kviečia aukštųjų mokyklų studentų grupes varžytis, kurti, pritaikyti ir išbandyti inovatyvius sprendimus studentiškoje formulėje. To pasekoje studentai gali geriau įsisavinti teorines žinias pritaikomas praktikoje ir yra labiau motyvuoti mokintis. Nauda abipusė švietimui ir automobilių pramonei, švietimui tai išauginti inžinieriai, o pramonei – techniniai specialistai (Formula student more than a competition).

Galima pastebėti, jog automobilių sportas Lietuvoje pritraukia vis daugiau dalyvių. Tai reiškia, jog atsirandant paklausai didėja ir specialybinės inžinierių poreikis automobilių sportui. Automobilių sporto bendradarbiavimas pasaulyje ir Lietuvoje šiek tiek skiriasi, tačiau principai išlieka tie patys – išugdyti techninių specialybių specialistus.

Švietimo įstaigų ir automobilių sporto komandų bendradarbiavimo pavyzdys „KTK Racing Division“ komanda, kuri suteikia realias praktikos sąlygas automobilių studijų programų studentams. Komanda turinti savo rėmėjus ir partnerius automobilių aptarnavimo įrangos srityje „Baltic Diagnostic Service“ studentams gali pasiūlyti naujausią aptarnavimo įrangą ir sprendimus automobilių sektoriuje taip motyvuodama jaunuosius inžinierius. To pasekoje studentas įgauna realią patirtį su pamatuojamais rezultatais bei gilina teorinius ir praktinius įgūdžius. Dar vienas taikytinas pavyzdys švietimo bendradarbiavimo su automobilių sportu - KTK akademija. Projektas skatinantis moksleivių užimtumą per inžinerinės pakraipos užsiėmimus bei pritraukiantis moksleivių susidomėjimą inžinerinėmis studijomis per automobilių sportą. Teorinės įgytos žinios užtvirtinamos praktikoje taip duodant patirti moksleiviams teorinių žinių įgytas naudas praktinėje kasdienybėje.

Išvados

Išanalizavus esančius pavyzdžius galima teigti jog pramonė ir mokslas randa bendrų interesų automobilių sporte, kurio sinergija atneša teigiamų pokyčių pasaulyje bei automobilių pramonės rinkoje. Taip pat galima pastebėti, jog pramonės ir mokslo sinergija automobilių sporte yra svarbi bei atskirai veikiantys vienetai neatneštų tokių svarių ir greitų pokyčių pramonėje ir pasaulyje. Iš padarytos analizės galima teigti, kad automobilių pramonės bendradarbiavimas su automobilių sportu atneša pamatuojamų rezultatų tokių kaip: prekės ženklo žinomumas, klientų pasitikėjimas, inovacijų pritaikymas, produkcijos testavimas. Švietimo įstaigų bendradarbiavimas su automobilių sportu atneša teigiamų pokyčių studentų motyvacijoje mokintis ir tapti inžinieriais bei bendros pramonės ir mokslo sinergijos automobilių sporte rezultatas - užauginti reikiami automobilių pramonės specialistai

Literatūra

1. Desertacija moksliniam daktaro laipsniui įgyti, R. Ferreira Santo, ISCTE Business school.
2. Diskusija, Systems Engineering Through Motorsports Course, S. Settles, University of Southern California.
3. Formula student more than a competition // Formula student. Interaktyvus. Žiūrėta [2021-10-25]. Prieiga per internetą: <https://www.global-formula-racing.com/en/formula-student>
4. How Formula E achieves net zero // Abb Formula E. Interaktyvus. Žiūrėta [2021-11-04]. Prieiga per internetą: <https://www.fiaformulae.com/en/news/2021/september/how-formula-e-achieved-net-zero>
5. Innovation, Sustainability and Management in Motorsports. Hans Erik Naess; Anne Tjonndal.
6. Jacobs J. TOP 10 innovations in motor sports. Interaktyvus. Žiūrėta [2021-11-03]. Prieiga per internetą: <https://www.hotcars.com/motor-sports-greatest-best-innovations-inventions-ever/>
7. Keep your inner cool. Petronas syntium with °cooltech™ technology // Petronas. Interaktyvus. Žiūrėta [2021-11-21]. Prieiga per internetą: <https://www.pli-petronas.com/en/motorsport>
8. Motorsports Marketing and Sponsorships. Alex Striler.2017.
9. Perrone A. Innovations from Racing That Found Their Way on Our Roads. Interaktyvus. Žiūrėta [2021-10-25]. Prieiga per internetą: <https://www.endurancewarranty.com/learning-center/motorsports/racing-innovations-found-on-roads/>
10. Pirelli to remain exclusive tyre partner to formula 1 until 2024 // Pirelli. Interaktyvus. Žiūrėta [2021-10-25]. Prieiga per internetą: <https://press.pirelli.com/piirelli-to-remain-exclusive-tyre-partner-to-formula-1-until-2024/>
11. Skette P-J. The obscure link between motorsport and energy efficient, low-carbon innovation: Evidence from the UK and European Union. Interaktyvus. Žiūrėta [2021-11-04]. Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619300551>
12. Sustainability, Extreme-E. Interaktyvus // Extreme-E. Žiūrėta [2021-11-03]. Prieiga per internetą: <https://www.extreme-e.com/en/sustainability>
13. What Formula E racing can teach companies about digital transformation // Fastco works. Interaktyvus. Žiūrėta [2021-11-03]. Prieiga per internetą: <https://www.fastcompany.com/90685127/what-formula-e-racing-can-teach-companies-about-digital-transformation>

INDUSTRY AND SCIENCE SYNERGY IN MOTOR SPORTS: KTK RACING DIVISION CASE ANALYSIS

Summary

This article investigates industry co-operation with motor sports through science. This article describes emerging problems in industry and how problems is solved using science and motor sports in practical way. Universe is full of practical co-operation examples, this article analyzes most relevant subjects in industry and science.

CILINDRINIO KRUMPLIARAČIO STIPRUMO TYRIMAS

Donata Putnaitė, Hubertas Lesčiauskas

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Tyrimo metu išanalizuotas cilindrinis krumpliaratis, kuris naudojamas įvairiuose perdavimo mechanizmuose. Šio tyrimo tikslas – krumpliarčio atsparumo sąlygos analizė. Lenkimas yra viena iš pagrindinių apkrovų, veikianti perdavos mechanizmuose ir tiesiogiai veikianti krumplinių pavarų krumplius. Todėl yra labai svarbu tinkamai įvertinti apkrovas, tenkančias krumpliarčiams ir parinkti medžiagas jų gamybai. Iš šių sąlygų apskaičiuojamas krumplių atsparumas lenkimui. Tyrimas buvo atliekamas remiantis teorine medžiaga – išanalizuota krumpliarčio paskirtis, tiksluminiai reikalavimai, nustatyta atsparumo sąlyga.

Gauti tyrimo rezultatai rodo, kad krumpliarčio krumplį veikia lenkimo momentas, kuris atsiranda dėl pridėamos nuo kito susikabinusio krumpliarčio jėgos ir peties, kuris yra krumpliarčio krumplio aukštis. Šie geometriniai dydžiai ir sudaro lenkimo momentą ir nuo jų priklauso pastarojo dydis. Projektuojant, konstruojant krumplines pavaras, būtina įvertinti veikiančias jėgas ir gamybai parinkti tokias medžiagas, kurios būtų atsparios apkrovoms. Kadangi tirtoje situacijoje veikia lenkimo momentas, tai parenkant medžiagą yra būtina sąlyga įvertinti ne tik takumo, stiprumo ribas, bet ir leidžiamuosius lenkimo įtempimus.

Parinkus medžiagą ir įvertinus veikiančias pavaroje jėgas privalu patikrinti ar apskaičiuotieji lenkimo įtempimai yra ne didesni nei leidžiamieji.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: apkrova, cilindrinis krumpliaratis, jėga, įtempis.

Išvadas

Krumplinės pavaros naudojamos įvairiose perdavose. Šių pavarų sutinkama automobiliuose, matavimo prietaisuose, laikrodžiuose, laivuose, lėktuvuose, kėlimo mechanizmuose ir pan. Jos yra skirtos perduoti sukimosi judesį nuo vieno veleno kitam per krumpliarčių susikabinimą. Šie perdavimo mechanizmai turi būti patikimi, ilgaamžiai, kompaktiški, lengvai valdomi. Šių pavarų perduodama galia gali siekti iki 36 tūkst. kW. Beje krumplinės pavaros turi ir trūkumų: reikalauja aukšto tikslumo gaminant ir surenkant, dirbant dideliu greičiu kelia triukšmo lygį.

Tyrimo objektas – cilindrinis krumpliaratis.

Tikslas – krumpliarčio atsparumo sąlygos analizė.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti cilindrinių krumpliarčių paskirtį ir tipus,
2. Išnagrinėti krumpliarčio gamybai keliamus tikslumo reikalavimus,
3. Nustatyti pavojingiausią krumplio atsparumo sąlygą.

Tyrime naudojami metodai: techninės medžiagos, literatūros analizė.

Straipsnio struktūra – cilindrinio krumpliarčio teorinė analizė, tyrimo rezultatai, išvados.

Cilindrinių krumpliarčių analizė

Paskirtis. Krumpliaratis – tai pagrindinė krumplinio mechanizmo detalė, perduodanti vieno veleno sukimosi judesį kitam velenui, kurie tarpusavyje sukabininti krumpliarčiais (1 pav.). Krumpliai perduodami judesį liečiasi lietimosi paviršiais, todėl šis lietimasis vadinamas susikabinimu.

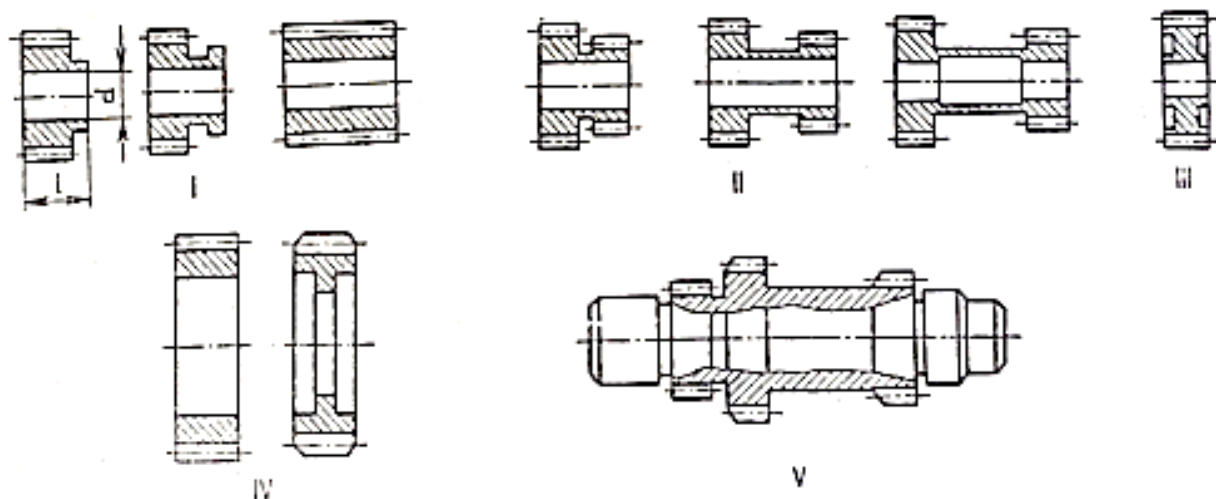


1 pav. Krumplinė pavara

Šaltinis: [Зубчатые передачи \(agromania.com.ua\)](http://3убчатые_передачи_agromania.com.ua)

Cilindriniai krumpliaračiai būna penkių tipų:

1. Veleno vainiko krumpliaračiai su ilga skylė, kada skylės ilgio ir krumpliaračio skersmens santykis $l/D > 1$ (2pav. I).
2. Kelių vainikų krumpliaračiai. Jų krumpliaračio skylės ir krumpliaračio skersmens santykis taip pat $l/D > 1$ (2pav. II).
3. Vieno vainiko krumpliaračiai, kurių $l/D < 1$ (2pav. III).
4. Krumpliaračių vainikai užmaunami ant stebulės ir tokiu būdu sumontuojami vieno arba kelių vainikų krumpliaračiai (2pav. IV).
5. Krumpliniai velenai (2pav. V).



2 pav. Cilindriniai krumpliaračiai.

Šaltinis: Bražiūnas A.J. Mašinų gamybos technologija (1995)

Pavaros. Nagrinėjamų cilindrinų krumpliaračių pavaros gali būti jėgos ir kinematinės. Jėgos pavaros perduoda didelį sukimo momentą. Šios pavaros taip pat gali keisti veleno sukimosi dažnį. Perduoti tiksliai sukamajam judesiui tarp velenų, naudojamos kinematinės pavaros, tačiau šių pavarų perduodamas sukimo momentas ir galingumas yra nedideli.

Tikslumas. Krumpliaračių tikslumas yra vertinamas pagal tokius kriterijus:

1. Pagal kinematinį tikslumą.
2. Darbo tolygumą.
3. Krumplių kontakto (sąlyčio paviršius), ir šoninio tarpelio dydį.

Krumpliaračiai pagal tikslumą yra skirstomi iki 12 tikslumo laipsnių (1 lentelė).

1 lentelė

Krumpliaračių tikslumo laipsniai

Gaminiai	Tikslumo laipsniai
Matavimo krumpliaračiai	3...4
Turbinų reduktoriai	3...6
Metalo pjovimo staklės	3...7
Lėktuvų varikliai	4...7
Geležinkelio riedmenys:	
keleiviniai	5...7
prekiniai	6...8
Automobiliai:	
lengvieji	5...8
sunkvežimiai	7...9
Traktoriai	6...8
Reduktoriai	6...8
1 lentelė (tęsinys)	
Valcavimo staklynai	6...9
Šachtų keltuvai	8...10
Kranų mechanizmai	7...12
Žemės ūkio mašinos	8...12

Šaltinis: Bražiūnas A.J. Mašinų gamybos technologija (1995)

Naudojimas. 3-iojo ir 4-ojo tikslumo laipsnio krumpliaračiai naudojami ypatingai aukšto tikslumo metalo pjovimo staklių dalijimo mechanizmuose, o taip pat ir suklių mazguose. Labai aukšto tikslumo staklių dalijimo mechanizmuose bei suklių mazguose naudojami 5-ojo tikslumo laipsnio krumpliaračiai. Aukšto ir aukštesnio tikslumo staklėse naudojami 6-ojo tiksluminio laipsnio cilindriniai krumpliaračiai. Normalaus tikslumo staklių suklių mazguose, o taip pat ir pastūmų bei pavarų dėžėse naudojami 7-ojo ir 8-ojo tikslumo laipsnio krumpliaračiai.

Krumpliaračio tikslumas yra parenkamas, atsižvelgiant į krumpliaračio darbo sąlygas ir pavaros greitį. Esant didesniai krumpliaračio apskritiminių greičiui, krumpliaratis turi būti ir tiksliau pagamintas. Projektuojant ir gaminant greitąsias pavaras tikslinga pagal A.J.Bražiūną „tolygumo normą imti vienu laipsniu didesnę už kinematinio tikslumo normą“. Tokiu atveju gaunamas tylesnis pavaros darbas. Tai yra svarbu įrengimuose su kuriais dirba žmonės dėl darbuotojų saugos ir sveikatos įstatymo.

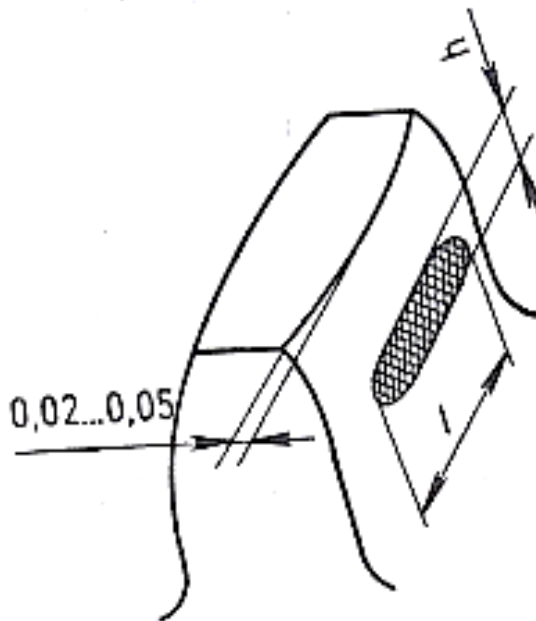
Sunkiai apkrautos pavaros. Jų tikslumo laipsnis anot A.J.Bražiūno „pagal kontakto normas imamas aukštesnis už kinematinio tikslumo ir darbo tolygumo laipsnį“. „Darbo tolygumo norma gali būti ne daugiau kaip dviem laipsniais tikslesnė arba vienu laipsniu žemesnė už darbo tolygumo normą“.

Šoninio tarpelio dydis. Pavaroje šis šoninio tarpelio dydis priklauso nuo apdirbimo tikslumo ir atstumo tarp krumpliaračio ašių. Šoniniai tarpeliai yra įvairūs ir priklauso nuo darbo sąlygų.

Išskiriamos tokios suleidimų grupės pagal šoninį tarpelį:

1. Suleidimai be tarpelio - H.
2. Suleidimai su labai mažu tarpeliu – E.
3. Su mažu tarpeliu – D.
4. Su mažesniu tarpeliu už normalų – C.
5. Su normaliu tarpeliu – B.
6. Su didesniu tarpeliu už normalų – A.

Praktikoje dažniausiai sutinkamos pavaros su normaliu tarpeliu tarp krumplių, t.y. – B. Krumplių lietimasis nustatomas pagal kontaktinę dėmę, t.y. jos dydį. Kontaktinės dėmės dydis nustatomas krumplio aukščio ir pločio kryptimi. Kontaktinės dėmės dydis išreiškiamas procentais. Techniškai siekiant, kad sąlyčio vieta būtų ties krumplių viduriu, krumpliai ties jų viduriu yra pastorinami 0,02...0,05mm (3pav.).

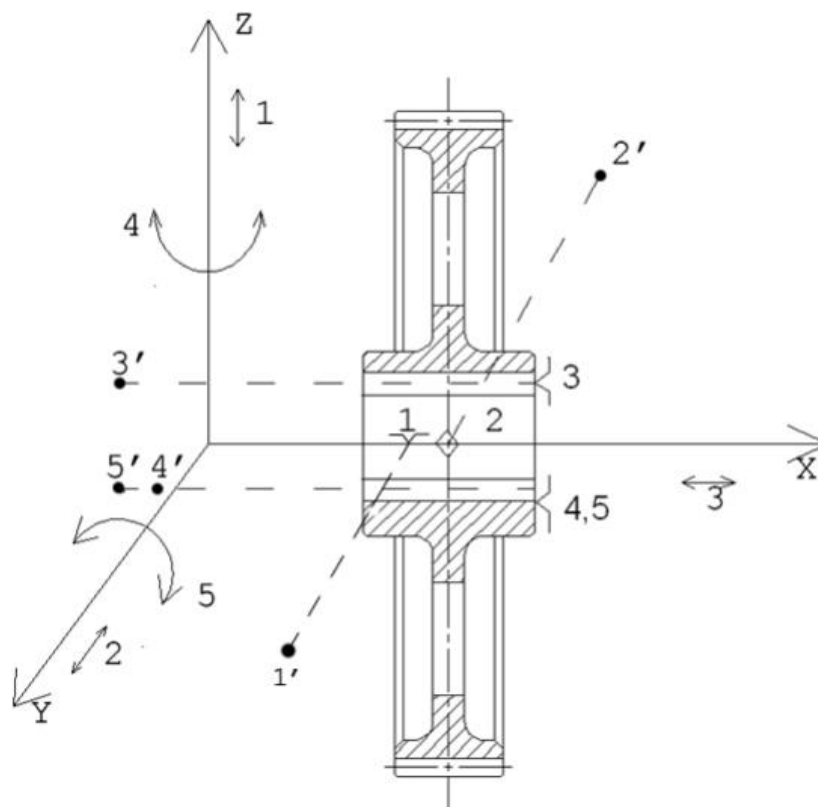


3 pav. Krumplio kontakto dėmė

Šaltinis: Bražiūnas A.J. *Mašinų gamybos technologija* (1995)

Krumplių paviršiaus šiurkštumas. Jis yra pasak A.J.Bražiūno „matuojamas ta kryptimi, kuria jis yra didžiausias“. Frezuotų krumplių šiurkštumas matuojamas nuo viršūnės į pašaknę, o šėvinguotų – išilgai krumplių. Skaitinėmis reikšmėmis krumplių šiurkštumas būna: precizinių krumpliaračių vidutinis krumplių šiurkštumas $Ra=0,8\mu m$; dažniausiai naudojami (mašinų gamyboje) krumpliaračiai, kurių paviršiaus šiurkštumai $Ra=1,6...6,3\mu m$.

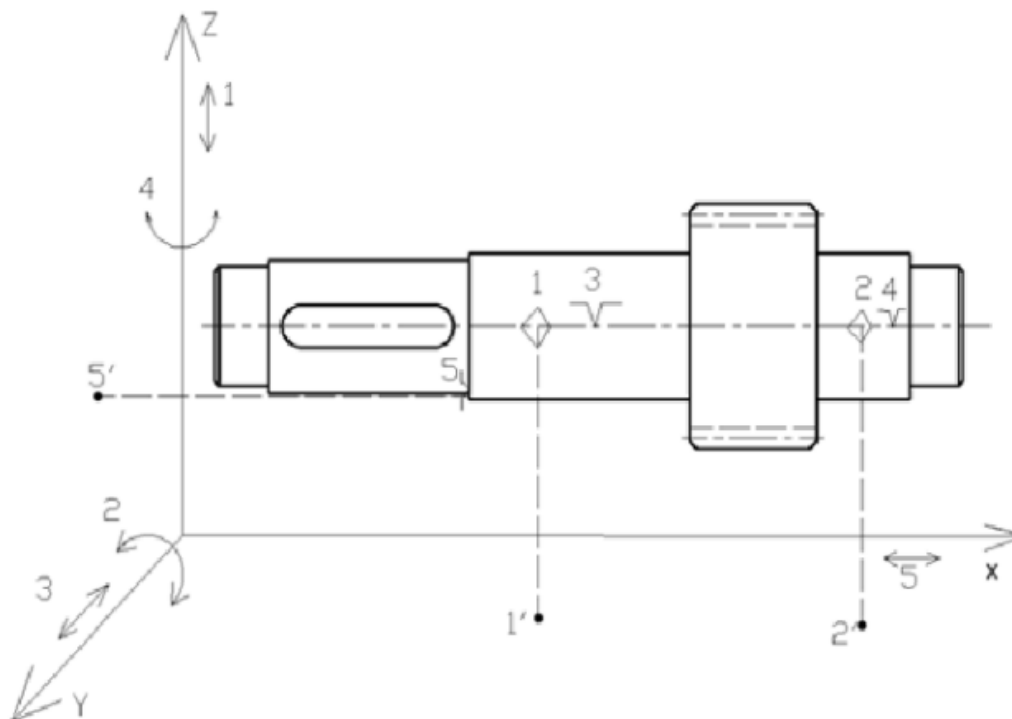
Krumpliaračiai gamybos metu bazuojami skyje (4 pav.), krumplinių velenų kakliukais ir centravimo duobutėmis (5pav.), o kartais ir išoriniu ruošinio paviršiumi (tuo atveju, kai jis pasirenkamas matavimo baze).



4 pav. Teorinė krumpliaračio bazavimo schema:

1-suvaržomas judesys išilgai „Z“ ašies, 2-suvaržomas judesys išilgai „Y“ ašies, 3-suvaržomas judesys išilgai „X“ ašies, 4-suvaržomas sukimasis apie „Z“ ašį.

Šaltinis: [Теоретическая схема базирования деталей, ее обоснование и классификация баз - Анализ показателей качества соосного редуктора и методов их обеспечения \(studbooks.net\)](#)



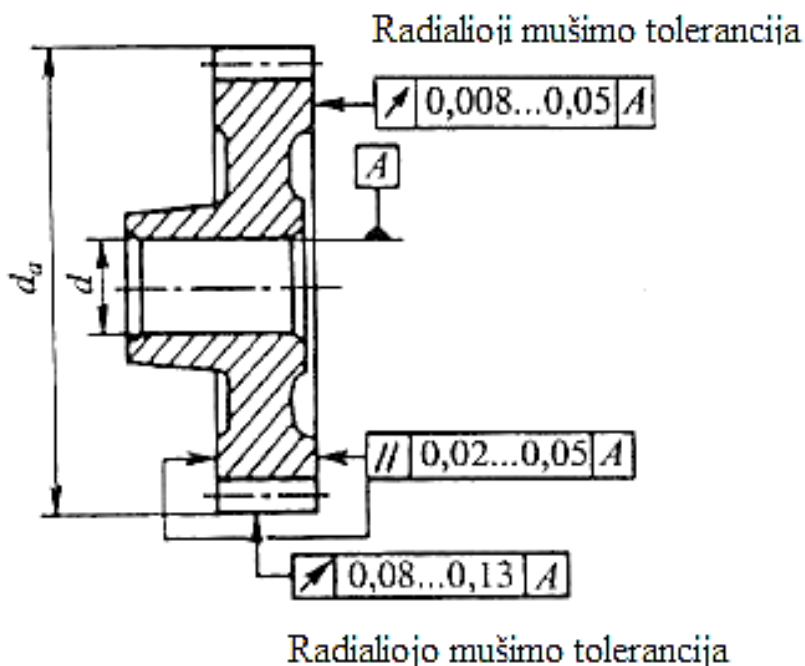
5 pav. Teorinė krumpliaračio-veleno bazavimo schema:

1-suvaržomas judesys išilgai „Z“ ašies, 2-suvaržomas judesys išilgai „Y“ ašies, 3-suvaržomas judesys išilgai „X“ ašies, 4-suvaržomas sukimasis apie „Z“ ašį, 5-suvaržomas judesys išilgai „X“ ašies.

Šaltinis: [Теоретическая схема базирования деталей, ее обоснование и классификация баз - Анализ показателей качества соосного редуктора и методов их обеспечения \(studbooks.net\)](#)

Bazavimo paviršius labai svarbu tinkamai apdirbti. Išorinis krumpliaračio paviršius apdirbamas 11 kokybės tikslumu, o paviršiaus šiurkštumas būna $R_z=10\ldots20\mu\text{m}$, radialinis mušimas (6 pav.) priklausomai nuo veleno skersmens ant kurio montuojamas krumpliaratis – $12\ldots16\mu\text{m}$. Didelę reikšmę apdirbimo tikslumui turi ir krumpliaračio ruošinio bazinio galo mušimas. Jo reikšmė $20\ldots50\mu\text{m}$ ir priklauso nuo veleno ant kurio montuojamas krumpliaratis skersmens.

Krumplių pagaminimo ir pagaminto krumpliaračio matavimo tikslumas priklauso nuo skylės tikslumo, todėl 5-ojo ir 6-ojo tikslumo laipsnio krumpliaračių skylių skersmenys turi būti ne mažesnio kaip 6-to tiksluminio kokybės. 7-to tikslumo laipsnio krumpliaračių skylė – ne mažesnio kaip 7-to tiksluminio kokybės. Kitų tikslumo laipsnių krumpliaračių skylės turi būti pagamintos ne mažesnio kaip 8-to tiksluminio kokybės. Skylių paviršių šiurkštumai turi įtakos apdirbimo tikslumui: 5-to ir 6-to laipsnio tikslumo krumpliaračių bazinės skylės paviršiaus šiurkštumas ne didesnis kaip $R_a=0,63\mu\text{m}$, 7-to tikslumo laipsnio krumpliaračių skylės – ne didesnės kaip $R_a=1,25\mu\text{m}$, o nuo 8-to iki 10-to tikslumo laipsnio – ne didesnis kaip $R_a=2,5\mu\text{m}$.



6 pav. Krumpliaračio ruošinys. d_a – krumpliaračio skersmuo, d – krumpliaračio skylės skersmuo

Šaltinis: *Šaltinis: [Зубчатые передачи \(agromania.com.ua\)](http://zubchatye-peredachi.agromania.com.ua)*

Cilindrinės tiesiakrumplės pavaros skaičiavimas esant lenkimo apkrovai. Tarptautinis standartas ISO 6336 reglamentuoja tokios krumplinių pavarų skaičiavimo metodus:

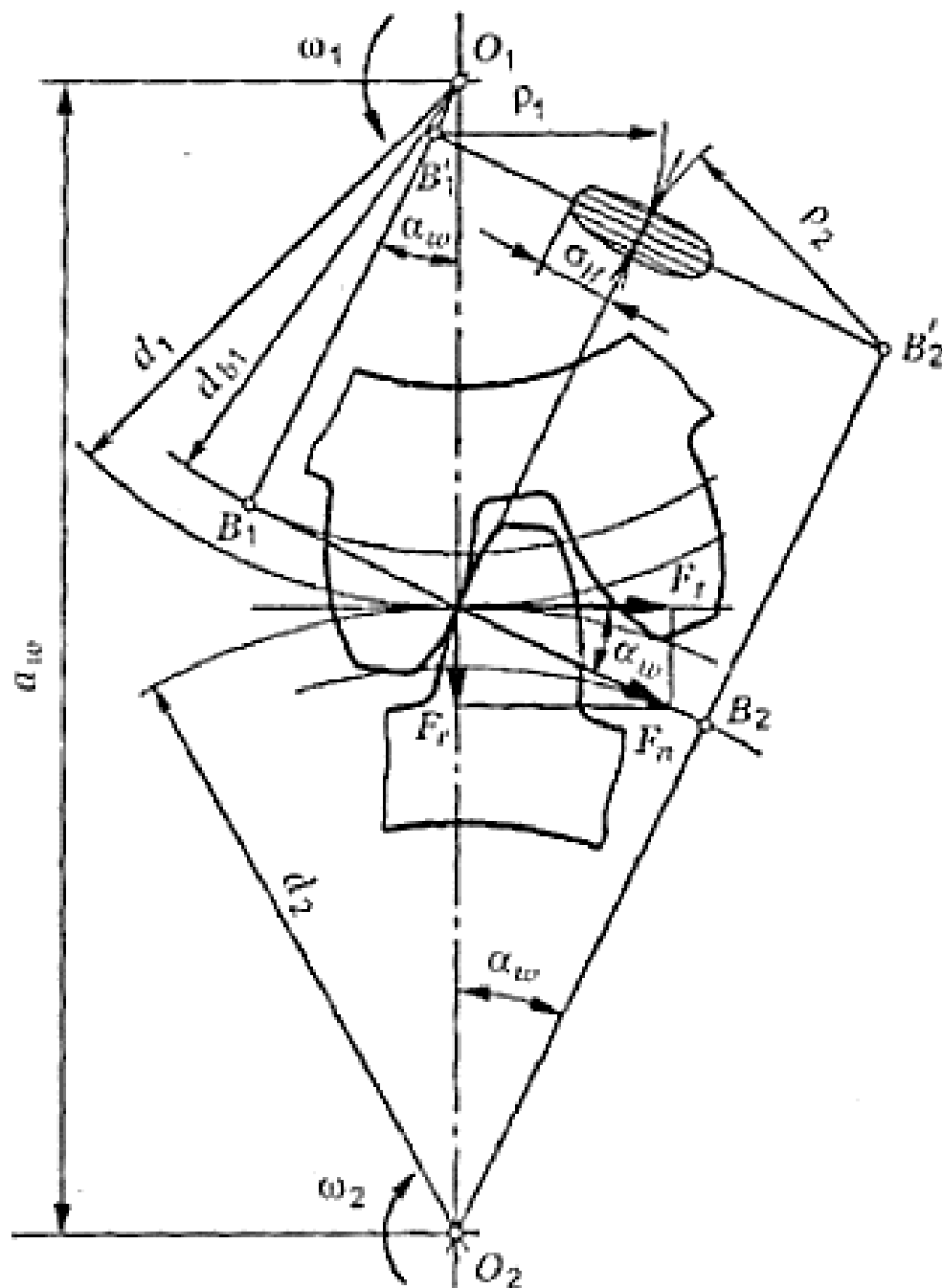
1. Eksperimentinis-tyrimo metodas. Jis reikalauja tikslių matavimų, plačios apimties matematinės analizės arba pagrindimo, remiantis panašių pavarų tyrimo rezultatais. Šis metodas yra labai brangus ir naudojamas retai.

2. Eksperimentinis-teorinis metodas. Jis atliekamas remiantis krumpliaračio patvarumo ribos tyrimu. Šį metodą tikslinga taikyti esant masinės krumplinių pavarų gamybos sąlygoms.

3. Analitinis. Šis metodas – apytikslis, atliekamas naudojantis kompleksiniais standarto duomenimis arba naudojantis technine literatūra.

4. Supaprastintas, apytikslis metodas. Šis metodas pateiktas žemiau.

Supaprastintas pavaros tyrimo metodas galima teigti, kad yra tarpinis tarp 3-iojo ir 4-ojo. Taikant krumplio formos koeficientą, skaičiuojant krumplio atsparumą lenkimui kaip dviejų kintamųjų sandaugą ($Y_F = Y_F \cdot Y_S$).

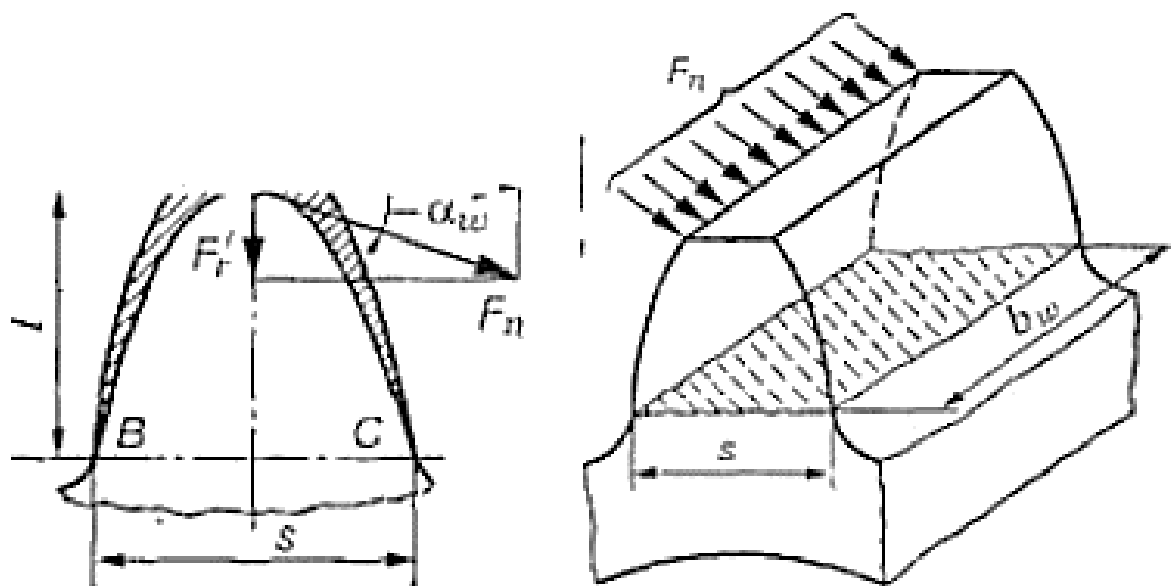


6 pav. Jėgos krumplių susikabinime

Šaltinis: <http://www.detalmach.ru/lect4.htm>

Krumplio atsparumo lenkimui apskaičiavimas, pagrįstas medžiagos atsparumu apkrovoms. Paveiksle (6 pav.) pateikta dviejų krumplių susikabinimo schema su parodytomis veikiančiomis jėgomis. Joje trinties jėga nevertinama. Normalinė jėga F_n išskaidoma į dvi jėgas: apskritiminę jėgą F_t ir tarpinę (radialiąją) F_r .

Išvedant formules priimami supaprastinimai: krumplis priimamas kaip konsoliškai įtvirtinta stačiakampio profilio sija, kurią veikia lenkimo momentas, atsirandantis nuo kito krumplio ir pridėtas krumplių viršūnėje; apkrova išskirstyta visame krumplio ilgyje.



7 pav. Krumplio skaičiavimo schema lenkimui

Šaltinis: <http://www.detalmach.ru/lect4.htm>

7-ame paveiksle pateikta krumplio skaičiavimo lenkimui schema. Čia, s – krumplio storis pavojingame pjūvyje, l – lenkimo jėgos petys, lygus krumplio aukščiui, F_n – normalinė krumplį veikianti jėga.

Nustatomos jėgos, veikiančios pavojingame pjūvyje, krumplio šaknyje. Taške A jėga F_n išskaidoma į dvi jėgas ir priimama sąlyga, kad jėga F_n pridėta tik vienam krumpliui, o jėga F_t lygi apskritiminei jėgai. Jėga F_t lenkia krumplį, o jėga F_r jį gniuždo. Iš 7- o paveikslo matyti, kad:

$$F_t = F_n * \cos \alpha' \quad (1)$$

$$F_r = F_n * \sin \alpha' \quad (2)$$

čia, α' – normalinės jėgos F_n pridėjimo kampas, $F_n \cos \alpha'$ – normalinė jėga.

Remiantis aukščiau išdėstytais teiginiais, skaičiuojamaisiais įtempimais priimami įtempimai, atsirandantys lenkiamoje krumplio dalyje.

$$\sigma_F = \sigma_{F_t} - \sigma_{F_r} \quad (3)$$

Pavojingio pjūvio BC atsparumo sąlyga:

$$\sigma_F = (F_t * l / W) - (F_r / A) \leq [\sigma_F] \quad (4)$$

čia, σ_F – lenkimo įtempimai pavojingame pjūvyje, W – ašinis atsparumo momentas, A – skerspjūvio plotas pavojingame pjūvyje.

Gautų rezultatų apibendrinimas. Gauti tyrimo rezultatai rodo, kad nustatyta krumplio atsparumo sąlyga lenkimui. Iš šios sąlygos matyti, kad tiesioginę įtaką šia apkrova turi tokie elementai: skerspjūvio plotas pavojingame pjūvyje, medžiaga iš kurios pagamintas krumpliaratis, jėga, veikianti krumplį, jėgos peties dydis ir ašinis atsparumo momentas. Lenkimo įtempimai pavojingame pjūvyje tiesiogiai priklauso nuo pridėamos jėgos ir jos peties (apkrova didėja veikiant didesnei jėgai ir esant didesnei peties vertei), o esant didesniai skerspjūvio plotui ir ašiniam momentui lenkimo įtempimai mažėja.

Išvados

Atlikus tyrimą, darytinos išvados:

1. Išanalizavus krumpliaratį paskirtį, nustatyta, kad jie yra skirti perduoti sukimosi judesį nuo vieno veleno kitam susikabinimo būdu. Taip pat perduodamas ir galingumas.
2. Išnagrinėjus tikslumo reikalavimus krumpliaratį gamybai, nustatyta, kad bazavimo paviršiai turi būti bent vienu kokybe apdirbti tiksliau nei apdirbamieji paviršiai, kurie bus gauti detalę (ruošinį) bazavus bazavimo paviršiais.
3. Išnagrinėjus krumplį veikiančias jėgas, nustatyta, kad didžiausią poveikį krumpliaratį mechaniniam atsparumui turi lenkimo momentas. Jei išlaikoma sąlyga: apskaičiuotieji lenkimo įtempimai turi būti mažesni arba lygūs leidžiamiesiems, gaunama patvari ir ilgaamžė pavara.

Literatūra

1. [A.J.Bražiūnas. Mašinų gamybos technologija. Vadovėlis aukštųjų mokyklų studentams. Vilnius 1995, ISBN 5-420-01251-0.](#)
2. F.Mikluckis. Medžiagų atsparumas. Mokomoji knyga. Kaunas Ardiva, 2008. ISBN 978-9955-896-36-4.
3. Z.Ramonas, A.Ramonienė. Mašinų braižyba II. Pavyzdžiai ir rekomendacijos. Mokomoji knyga. Vilnius BMK, 2014. ISBN 978-6009-8080-87-2.
4. [V.Sliesoriūnas. Mašinų braižyba. Vilnius Mokslas 1987.](#)
5. [K.Vislavičius. Medžiagų mechanika 1. Vilnius „Technika“ 2000. ISBN 9986-05-413-3.](#)
6. <http://www.detalmach.ru/lect4.htm> [Žiūrėta 2021-10-24].
7. <http://www.inggu.ru/upload/lectures/%D0%B4%D0%B5%D1%82%20%D0%BC%D0%B0%D1%88%20%D0%B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8.pdf> [Žiūrėta 2021-10-24].
8. [Теоретическая схема базирования деталей, ее обоснование и классификация баз - Анализ показателей качества соосного редуктора и методов их обеспечения \(studbooks.net\)](#) [Žiūrėta 2021-10-24].
9. [Зубчатые передачи \(agromania.com.ua\)](#) [Žiūrėta 2021-10-24].

THE CYLINDRICAL GEAR STRENGTH RESEARCH

Summary

The cylindrical gear usage in various transmission mechanisms was analyzed in this study. The task of this study is to analyze the gear resistance condition. Bending is one of the main loads acting on the transmission mechanisms and acting directly on the gears. Therefore, it is very important to properly assess the loads on the gears and select the materials for their production. The bending resistance of the teeth is calculated from these conditions. The research was carried out on the basis of theoretical material - the purpose of the gear was analyzed, the accuracy requirements, and the resistance condition were determined.

The results of the study show that the gear gear is affected by the bending moment that results from the added force of the other engaged gear and the shoulder, which is the height of the gear. These geometrical quantities form the moment of bending and the size of the latter depends on them. It is necessary to evaluate the forces acting when designing and constructing gears, and to select materials that are load-resistant for the production. Since the bending moment is affected in the investigated situation, it is a necessary condition to consider not only the yield and strength limits, but also the allowed bending stresses when selecting the material.

After selecting the material and evaluating the forces acting on the drive, it must be checked that the calculated bending stresses do not exceed the permissible values.

KARINIO SUNKVEŽIMIO GALINĖS AŠIES VELENO GAMYBOS TECHNOLOGINIO PROCESO PROJEKTAVIMO TEORINĖS IR PRAKTINĖS PRIELAIDOS

Virmantas Budrys, Giedrė Adomavičienė
Kauno technikos kolegija

Šiuolaikinis mechaninis detalių apdirbimas vis dažniau siejamas su, gamybos procese integruota automatizuota bei kompiuterizuota gamyba. Vis daugiau gamyboje būtinų operacijų atliekama kompiuteriu valdomais įrenginiais. Viena svarbiausių kompiuterizuotos integruotos gamybos uždavinių - technologijos projektavimas ir detalių gamyba. Tokia gamyba įmanoma tik panaudojant skaitmeninio programavimo valdymo stakles ir apdirbimo centrus.

Europos karinėje bei žemės ūkio pramonėje tarp naudojamos šiuolaikinės gamybos technikos, vis dar išlieka ir senesnės gamybos technika, tokia kaip „Ural – 4320“. Tai yra bendrosios paskirties, visais varomais ratais visureigis, skirtas vežti krovinius ir žmones, bei vilkti priekabas įvairaus reljefo keliais

„Ural-4320“ yra varomas dyzelinių „Ural-375D“ varikliu. „Ural-4320“ važiuoklė pasižymi gera prošvaisa, todėl visureigis pritaikomas regionuose, kuriuose sunku pravažiuoti dėl didelio smėlio ar akmenų sluoksnio. „Ural-4320“ yra patikimas ir pravažus automobilis, kuris civilinėms reikmėms dažniausiai naudojamas gaisrų gesinimui, miško kirtimo ir žemės ūkio produkcijos pervežimui. „Ural-4320“ plačiai naudojamas vandens, naftos ir dujų gręžinių įrengimui naudojant 1BA15 ir URB-3A3 gręžimo platformas, kurios sumontuotos ant automobilio važiuoklės. Dirbant ypatingai sunkiomis sąlygomis detalės greičiau dėvisi ir atsiranda būtinybė jas remontuoti arba keisti naujomis.

Sunkvežimio galinės ašies veleno gamybai reikalingi metalo apdirbimo pramonėje naudojami mechaninio apdirbimo įrenginiai ir procesai, kurie leistų užtikrinti aukštą gaminamos detalės kokybę. Šiuo metu pastebimas trumpesnis daugelio gaminių tarnavimo laikas, todėl didėja išlaidos remontui ir naujų detalių gamybai. Augant vartotojų poreikiams ir konkuruojant su kitais gamintojais, detalių gamybos procese privaloma naudoti našesnes gamybos ir metalo apdirbimo technologijas.

Naujų detalių gamyba yra sudėtingas ir įgūdžių reikalaujantis darbas. Norint išspręsti šią problemą, reikia pasitelkti naujesnius technologinius sprendimus, kurie sumažintu darbo laiko sąnaudas, bei užtikrintu kokybišką detalių gamybą, jų patikimumą ir ilgaamžiškumą.

Šio straipsnio **tikslas** – išanalizuoti URAL-432007-31 karinio sunkvežimio galinės ašies veleno gamybos technologinio proceso projektavimo teorines ir praktines prielaidas.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti Ural-432007-31 karinio sunkvežimio galinės ašies veleno konstrukcinius ypatumus.
2. Suprojektuoti Ural-432007-31 karinio sunkvežimio galinės ašies veleno gamybos maršrutą rankinio valdymo staklėmis parenkant pjovimo režimus.

Tyrimo metodai ir priemonės: profesinės literatūros analizė; inžinerinė analizė; inžinerinis projektavimas.

Automobilio vidaus degimo variklio sukimo momento perdavimas į varančiuosius ratus, užtikrinamas transmisijos mazgų pagalba. Visureigio Ural -432007-31 dyzelinio variklio alkūninis velenas, per dviejų diskų sankabą, sujungtas su pavarų dėže, kuri perduoda sukimo momentą paskirstymo dėžei, kuri kardanais sujungta su priekiniu ir galiniais tiltais. Varančiuose tiltuose įrengtos pavaros tolygiai paskirstančios sukamąją jėgą, dar vadinamos diferencialine pavara. Šie diferencialai yra atsakingi už vienodą variklio galios nukreipimą 180 laipsnių kampu į skirtingose ašies pusėse esančius ratus. Jie taip pat leidžia ratams sukis skirtingais greičiais. Velenai einantis nuo diferencialinės pavaros iki varančiųjų ratų dar vadinami pusašiais.

Ural-432007-31 karinio sunkvežimio varančiųjų tiltų pusašiams keliami techniniai reikalavimai – turi būti neatsiejami nuo eksploataavimo sąlygų bei keliamų reikalavimų transporto priemonei. Šiame skyriuje parinkti techniniai reikalavimai projektuojamam įrenginiui atsižvelgiant į tai kokiai paskirčiai bus naudojamas įrenginys, kokioje aplinkoje bus eksploatuojamas ir kokios pagrindinės funkcijos šioje srityje naudojamiems prietaisams yra reikalingiausios.

Karo pramonės technika gaminama taip, kad atlaikytu atšiauriausias oro bei atitinkamas karo sąlygas, tai nulemia didelio patvarumo medžiagų naudojimą. Tačiau norint pagaminti patvarią detalę reikia atsižvelgti į tokias savybes kaip medžiagos kietumas, tempiamasis stipris. Karinė technika privalo atlaikyti didelius temperatūros svyravimus, todėl reikia atsižvelgti ir į medžiagos sątykinius pailgėjimus.

Detalė naudojama didelio pravažumo bei didelės krovos transporto priemonėje. Detalės paskirtis – perduoti gaunama sukimo momentą iš diferencialinės pavaros į ratus. Svarbu žinoti ir darbinės apkrovas, nes esant per didelėms apkrovoms gali įvykti plastinės arba elastingos deformacijos. O kadangi šis velenas atlieka

jėgos perdavimą, sujungimai kuriuose yra gaunama ir perduodama apkrova turi būti atitinkamo tikslumo norint išvengti greito susidėvėjimo.

URAL-432007-31 karinio sunkvežimio galinės ašies veleno pjovimo režimai

Pjovimo režimai, tai yra ruošinio apdirbimo procesų aprašymas pradedant ruošiniu, baigiant atitinkančia brėžinius detalę. Apdirbimo procesas suskirstytas į operacijas kuriose, aprašomi parinkti operacijos įrankiai, pjovimo gyliai, nurodomas pjaunamo paviršiaus ilgis, pjovimo greitis, apsisukimų skaičius, pastūma, pjovimo skersmuo.

Siekiant kokybiškai ir greitai apdirbti detalę pasirenkame tokią pjovimo plokštelę kuri galėtų atlikti beveik visas reikalingas tekinimo operacijas, taip siekiant sumažinti apdirbimo laiką. Detalės apdirbimui naudojama rombo formos pjovimo plokštelė kurios pjovimo briaunos ilgis $l = 12$ mm. Pjovimo gylio, pastūmos ir jėgos priklausomybė nuo pjovimo briaunos ilgio pateikta 1 lentelėje [1].

1 lentelė

Pjovimo plokštelės pjovimo režimų priklausomybės nuo pjovimo briaunos ilgio [1]

Pjovimo plokštelė		Pjovimo gylis	Pastūmas,	Pjovimo jėga
Forma	Dydis l , mm	t , mm	mm	F_c , N
	9	6	0,4	5000
	12	8	0,6	10000
	16	10	0,8	16000

2 lentelė

Pjovimo režimai rankinio apdirbimo staklėms

Operacijos nr. ir pavadinimas	Apdirbamo paviršiaus pav.	Pjovimo įrankis	Pjovimo gylis t , mm	Praėjimų skaičius, vnt	Pjaunamo paviršiaus ilgis, l , mm	Pjovimo greitis V , m/min	Apsisukimų skaičius n , aps/min min^{-1}	Pastūma s , mm/aps	Pjovimo skersmuo D , mm
005 Atpjovimas	Ruošinio atpjovimas	Atpjovimo juosta 4800x 34 x 1,1 mm	-	1	190	15	-	20	190
010 Tekinimas	Galinio paviršiaus rupus tekinimas	Tekinimo peilis. Kotas DSKNR2525, plokštelė SNMG 120408	1,5	1	190	150	1200	0,35	190
015 Gręžimas	Centravimo skylės gręžimas	Centravimo grąžtas CTR100	3	1	3	29	1000	0,1	1
020 Tekinimas	Galinio paviršiaus rupus tekinimas	Tekinimo peilis. Kotas DSKNR2525, plokštelė SNMG 120408	1,5	1	190	150	1200	0,35	190
025 Gręžimas	Centravimo skylės gręžimas	Centravimo grąžtas CTR100	3	1	3	29	1000	0,1	1
030 Tekinimas	Rupus išorinio paviršiaus tekinimas	Tekinimo peilis. Kotas DSKNR2525, plokštelė SNMG 120408	1,5	106	1153,5	96	1000	0,45	62
035 Tekinimas	Rupus išorinio paviršiaus tekinimas	Tekinimo peilis. Kotas DSKNR2525, plokštelė SNMG 120408	1,5	12	843	96	1000	0,45	43

Operacijos nr. ir pavadinimas	Apdirbamo paviršiaus pav.	Pjovimo įrankis	Pjovimo gylis t, mm	Praėjimų skaičius, vnt	Pjaunamo paviršiaus ilgis, l, mm	Pjovimo greitis V, m/min	Apsisukimų skaičius n, aps/min <i>min⁻¹</i>	Pastūma s, mm/aps	Pjovimo skersmuo D,mm
040 Tekinimas	Rupus išorinio paviršiaus tekinimas	Tekinimo peilis. Kotas DSKNR2525, plokštelė SNMG 120408	1,5	3	210	96	1000	0,45	57
045 Tekinimas	Pusiau glotnus išorinio paviršiaus tekinimas	Aptekinimo peilis. Kotas SCGCR1212, plokštelė CCMT09T308	0,5	3	102	112	1000	0,45	60,5
050 Tekinimas	Pusiau glotnus išorinio paviršiaus tekinimas	Aptekinimo peilis. Kotas SCGCR1212, plokštelė CCMT09T308	0,1	1	843	112	1000	0,45	42,9
055 Tekinimas	Pusiau glotnus išorinio paviršiaus tekinimas	Aptekinimo peilis. Kotas SCGCR1212, plokštelė CCMT09T308	0,6	2	210	112	1000	0,45	55,8
060 Tekinimas	Glotnus išorinio paviršiaus tekinimas	Aptekinimo peilis. Kotas SCGCR1212, plokštelė CCMT09T308	0,2	2	102	132	1200	0,35	60
065 Tekinimas	Glotnus išorinio paviršiaus tekinimas	Aptekinimo peilis. Kotas SCGCR1212, plokštelė CCMT09T308	0,4	2	210	132	1200	0,35	55
070 Frezavimas	Išdrožos frezavimas išoriniame paviršiuje	Išdrožinių sujungimų freza. Numeris 10-271-005, kietumas 60RC	1,5	2	115	50	1400	0, 1	49
075 Frezavimas	Krumplių frezavimas išoriniame paviršiuje	Krumplių išdrožimo freza. Numeris 10-288-220, kietumas 60RC	2	6	15	35	1400	0,1	178

Projektuojant detalės technologijos procesą labai svarbu parinkti tinkamus įrengimus. Universalūs įrengimai turi būti parenkami tokie, kad atitiktų detalės keliamus reikalavimus darbo brėžinyje. Taip pat renkantis įrengimus reikia atsižvelgti ir į ekonominius kaštus, kadangi detalę reikia pagaminti kuo mažesnėmis išlaidomis.

Atliekant Ural -432007-31 karinio sunkvežimio galinės ašies veleno gamybos technologiją, bus naudojami šie universalūs įrengimai:

1. Juostinės metalo pjovimo staklės
2. Tekinimo staklės
3. Gręžimo - frezavimo staklės
4. Horizontaliojo frezavimo staklės
5. Kamerinė krosnis

Ruošinio atpjovimui parinktos juostinės metalo pjovimo staklės Holzmann.

Įrankių parinkimas

Renkantis pjovimo įrankius norimai detalei pagaminti, reikia atsižvelgti į tai, koks bus detalės gamybos tipas, koku būdu bus apdirbama detalė, kokie bus naudojami staklių įrengimai. Nepriklausomai nuo gamybos

tipo, dažniausiai yra naudojami standartiniai įrankiai, kadangi tokie įrankiai yra nuo 5 iki 10 kartų pigesni už specialius. Dažniausiai specialūs įrankiai yra naudojami masinėje gamyboje, nes jais dirbama našiau, o vienetinėje ar smulkių serijų gamyboje specialūs įrankiai naudojami tik tada, kai detalės paviršių apdirbti neįmanoma standartiniais įrankiais.

Metalo pjovimo juosta – tai juosta naudojama juostinėse metalo pjovimo staklėse ruošiniui atpjauti. Juostos išmatavimai 4800x 34 x 1,1 mm., pjūklo dantukų žingsnis 4/6.

Ruošinio galo rupaš planavimui parenkamas galinio tekinimo peilis su keturkampe daugiabriaune kietlydinio plokšte.

Ruošinio centravimo skylėms gręžti parenkamas universalus centravimo grąžtas

Centravimo grąžto techniniai duomenys pateikti 3 lentelėje

3 Lentelė.

Centravimo grąžto CTR100 techniniai duomenys [2].

Įrankio pavadinimas	Centravimo grąžtas
diametras, mm	1,0
Pjovimo gylis, mm	31,5
Sūklės apsisukimų skaičius, aps/m	1670
Pjovimo greitis, m/min	320
Grąžto medžiaga	HSS

Išgaubtų formų tekinimas:

Ruošinio išgaubtų formų tekinimui parenkamas aptekinimo peilis su apvalia kietlydinio plokšte.

Aptekinimo peilio techniniai duomenys išgaubtoms paviršių formoms tekinti pateikti 4 lentelėje.

4 lentelė

Aptekinimo peilio techniniai duomenys [2].

Įrankio pavadinimas	Aptekinimo peilis
Sūklės apsisukimų skaičius, aps/m	2060
Pjovimo greitis, m/min	420
Įrankio koto numeris	DRGNR4040S25KC09
Plokštelės numeris	RNMG250900RN KCP25
Plokštelės medžiaga	Kietlydinis KT315

Krumpliaračių frezavimas:

Ruošinio krumpliaračių frezavimui naudojamos horizontaliojo šlifavimo staklės, kuriuose naudama krumpliaratinė freza.

Krumpliaratinės frezos techniniai duomenys krumpliaračio šlifavimui pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė

Krumpliaratinės frezos techniniai duomenys [2].

Įrankio pavadinimas	Krumplių išdrožimo freza
Galimas krumpliaračio dantų skaičius	17-20
Įrankio diametras mm	2 coliai
Įrankio tvirtinimo diametras	1 colis
Įrankio identifikacijos nr	10-288-220
Įrankio kietumas	58-60 RC

Išdrožų frezavimas:

Ruošinio išdrožų frezavimui naudojamos horizontaliojo šlifavimo staklės, kuriuose pritaikoma išdrožinė freza su atitinkamu dantukų išdėstymu.

Išdrožinės frezos techniniai duomenys išdrožinio sujungimo šlifavimui pateikti 6 lentelėje.

6 lentelė

Išdrožinės frezos techniniai duomenys [1].

Įrankio pavadinimas	Išdrožinių sujungimų freza
Dantukų skaičius	18
Įrankio diametras mm	2 coliai
Įrankio tvirtinimo diametras	1 colis
Įrankio identifikacijos nr	10-271-005
Įrankio kietumas	58-60 HRC
Dantukų pagrindinis kampas	45°

Veleno detalės bazavimas

Tam, kad būtų užtikrintas apdirbamos detalės tikslumo ir šiurkštumo reikalavimai, ruošinys turi būti stabiliai ir tvirtai įtvirtintas tvirtinimo įtaise, kuris yra tvirtinamas ant staklių stalo. Tvirtinimo įtaisais atlieka dvi svarbias funkcijas apdirbant ruošinį:

- Užtikrina tikslų ir pastovų bazinį paviršių ruošiniui pastatyti prieš apdirbimą.
- Neleidžia ruošiniui judėti įtaise veikiant pjovimo jėgoms.

Šie reikalavimai yra svarbūs norint užtikrinti tikslumą ir pasikartojamumą. Jei ruošinys apdirbimo metu pasislinktų ar judėtų įtaise, tuomet nebus galima apdirbti detalės tiksliai pagal nurodytus reikalavimus. Taip pat, jeigu ruošinys yra nepakankamai įtvirtintas įtaise, galima sugadinti stakles su naudojamais įrankiais, to pasekoje - nepavyks išlaikyti detalės apdirbamųjų paviršių techninių reikalavimų, o dideliu greičiu judantis ruošinys gali sužaloti operatorių.

Norint apdirbti cilindrinį ruošinių galinį arba šoninį paviršius, naudojami trijų kumštelių ir kitų tipų griebtuvai, kurie tvirtinami prie staklių stalo prispaudimo varžtais. Elektroninė dalijimo galvutė su trijų kumštelių griebtuvu skirta ruošiniams tvirtinti, dažniausiai norint apdirbti vertikaliosiomis frezavimo staklėmis ruošinio galinį arba šoninius paviršius išdėstytus kampu vienas kito atžvilgiu. Prizmės naudojamos veleno tipo detalių tvirtinimui, kai frezuojami grioveliai, gręžiamos skylės ir pan. Gautų matmenų tikslumas, kaip ir tvirtinant detalę prispaudikliais, priklauso nuo to, ar lygiagrečiai bus pastatytas prizmės šoninis paviršius staklių atžvilgiu.

Ruošiniai tekinant gali būti tvirtinami griebtuvuose, centruose, tekinimo spraudikliais ir ant tekinimo skydo. Tekinimo staklėse ruošinių tvirtinimui dažniausiai naudojami savaiminio centravimo trijų kumštelių griebtuvai.

Įprastai trijų kumštelių griebtuvuose tvirtinami ruošiniai, kurių ilgio ir skersmens santykis $l/d < 4$. Kai tekinami ilgesni ruošiniai, jie gali būti paremiami arkliuko centrų iltimis. Keturių kumštelių griebtuvai naudojami taisyklingos formos cilindrinį keturių, aštuonių briaunų ruošinių tvirtinimui. Sudėtingos formos ruošiniams tvirtinti kartais naudojami dviejų, šešių, aštuonių kumštelių griebtuvai. Tekinimo staklių griebtuvų suspaudimo jėga turi būti tokio dydžio, kad nedeformuotų detalės ir kad galėtų perduoti reikalingą sukimo momentą nugalint pjovimo jėgos reakciją.

Jeigu apdirbamojo ruošinio ilgio ir skersmens santykis $l/d = 4-10$, ruošinys dažniausiai tvirtinamas tarp centrų, o sukimo momentui perduoti nuo suklo ruošiniui naudojamas pavalkėlinis griebtuvas ir pavalkėlis. Tam tikslui veleno galuose centravimo grąžtu išgręžiamos centravimo duobutės. Įcentruotas ruošinys įtvirtinamas tarp prekinio ir užpakalinio centrų.

Tekinant liaunus ruošinius, kai $l/d > 10...12$, dėl pjovimo jėgų poveikio atsiradusioms deformacijoms sumažinti naudojamos papildomos ruošinio atramos – liunetai. Taip pat jie naudojami ilgiems velenams paremti tekinant ilgų ruošinių galus, gręžiant ar ištekinant juose skylės. Judamas (atviras) liunetas pritvirtinamas prie staklių išilginio įrankių laikiklio, o nejudamas (uždaras) prie stovo.

Didžiajam veleno užlaidos sluoksniui nuimti bazavimui naudojamas trijų kumštelių griebtuvas bei papildoma ruošinio atrama – liuneta.

Galinės ašies veleno krumpliaračių šlifavimui detalė bazuojama elektroninėje dalijimo galvutėje neiškišant ruošinį iš griebtuvo daugiau kaip 100mm nuo veleno galo. Galvutė pritvirtinama prie horizontaliojo šlifavimo staklių pado naudojant T formos varžtus.

Galinės ašies veleno išdrožinio sujungimo šlifavimui detalė bazuojama pasukama galvute neiškišant ruošinį iš griebtuvo daugiau kaip 100mm nuo veleno galo. Galvutė pritvirtinama prie horizontaliojo šlifavimo staklių pado naudojant T formos varžtus.

Išvados

1. Išanalizavus Ural-432007-31 karinio sunkvežimio galinės ašies veleno konstrukcinius ypatumus, nustatyti jo pagrindiniai elementai bei projektuojamo veleno paskirtis konstrukcijoje, kuri yra perduoti sukimo momentą. Apskaičiuotas ir patikrintas veleno skersmuo atliekant stiprumo skaičiavimus pagal išanalizuota medžiagą 40NiCrMo8, nustatytas minimalus veleno skersmuo, sukimo momentui atlaikyti, kuris yra 33,39mm.

2. Suprojektuotas Ural-432007-31 karinio sunkvežimio galinės ašies veleno gamybos maršrutas rankinio valdymo staklėmis parenkant pjovimo režimus, bei įvertinant veleno gamybos technologijos specifiškumus.

Literatūra

1. Baskutis S., Skiedraitė I., Dubinskas.E., Rimša G. Mechaninis apdirbimas programinio valdymo įrenginiais; mokomoji knyga /. Kaunas, 2016. 247p.
2. Bražiūnas A. J. Mašinų gamybos technologijos pagrindai. Kaunas, 2014. 512 p.
3. Gedzevičius I., Kazakevičius Č. Suvirinimo technologija. Suvirinimo režimų skaičiavimo metodiniai nurodymai. Vilnius „Technika“ 2009.
4. Mechanikos inžinieriaus žinynas. 1-oji laida, 2014.

THEORETICAL AND PRACTICAL ASSUMPTIONS FOR DESIGN OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURE OF THE REAR AXLE OF A MILITARY TRUCK

Summary

The problem is what engineering solutions are needed to design the rear axle of the Ural - 432007-31 military truck. The object of research - Ural - 432007-31 military truck rear axle shaft production technology design.

The main tasks of the project: To analyze the structural features of the rear axle shaft of the Ural-432007-31 military truck. To analyze the metallurgical and mechanical properties of the rear axle shaft material of the Ural-432007-31 military truck. Calculate and check the shaft diameter for strength calculations. Select a workpiece for part production. To design the production route of the rear axle shaft of the Ural-432007-31 military truck with manual control machines by selecting the cutting modes. To design the production route of the rear axle shaft of a Ural-432007-31 military truck with software control machines by selecting the cutting modes. Develop human safety and ecological requirements. Perform economic calculations.

Result: The structural features of the rear axle of the Ural-432007-31 military truck were analyzed, the metallurgical and mechanical properties of the material were analyzed, the shaft strength calculations were performed, the production route was designed with manual and software control machines, work safety and ecology requirements were prepared, economic calculations were performed.

GAMINIO PAVIRŠIAUS ŠIURKŠTUMO PRIKLAUSOMYBĖ NUO 3D SPAUSDINIMO PARAMETRŲ

Rolandas Šertvytis, Artūras Alekna
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Mokslas ir inovacijos tapo neatsiejama civilizacijos dalimi. Atradimai ir inovacijų diegimas spačiu žingsniu žengia į priekį ir integruojasi į kiekvieno žmogaus buitį ir aplinką. Chrestomatinis pavyzdys – 3D spausdinimo technologija. Tai galimybė, kuri padeda idėjas ne tik realizuoti vieno mygtuko paspaudimu, bet ir patikrinti jos funkcionalumą ir tinkamumą. Tobulėjančios trimačio spausdinimo technologijos beveik kas savaitę stulbina naujais pasiekimais ir patobulinimais. Taikant 3D spausdinimo technologiją jau spausdinamos raketų variklių dalys, šokoladinės figūrėlės, pistoletų kopijos, dizainerių sukurti saulės akiniai, valtys, net greitas dvivietis automobilis, olandiškas namas ant vandens ir net bioninis ausies prototipas. NASA taip pat išbando šį spausdintuvą Tarptautinėje kosminėje erdvėje: norima išsiaiškinti, ar ilgai trunkančio skrydžio metu juo galima gaminti patiekalus, įrankius ir atsargines dalis. Tai daroma dėl to, kad galimybė gaminti vietoje yra racionali ir efektyvesnė nei didelis kiekis daiktų sandėlyje nežinant ir jų prirėiks. [2].

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: 3D spausdinimas, adityvi gamyba, šiurkštumas, parametrai.

Pasaulyje vyksta sparti 3D spausdinimo technologijos plėtra. 3D spausdintuvai kartais yra vadinami „trečiąja industrine revoliucija“. Technologijų ekspertai teigia, kad trimatės spausdinimo technologijos plėtra įvairių pramonės šakų veiklą, keis nusistovėjusius gamybos bei logistikos principus ir darys ženklią įtaką kasdieniame žmonių gyvenime. 3D spausdinimo technologijos gali būti pritaikomos ne tik gamyboje, modeliavime, bet ir mokymo procese, technologinių kompetencijų ugdyme.



1 pav. 3D spausdinimo technologija [8]

Australijos, Naujosios Zelandijos bei kai kurių Europos šalių mokyklose trimačio spausdinimo pamokos jau yra įtrauktos į mokymo programas, tačiau Lietuvoje 3D technologijos moksleiviams ir studentams prieinamos tik išskirtiniais atvejais. 3D spausdinimo technologijos yra svarbios visame edukacijos procese, nes skatina norą mokytis, bandyti ir kurti [1].

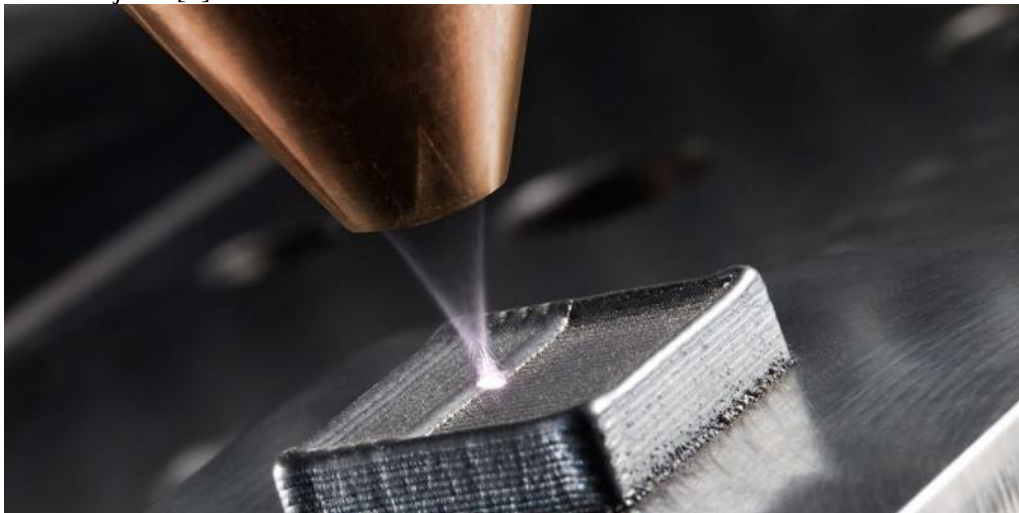
3D spausdinimo technologijos svarbios vykdant bendrus projektus su verslo įmonėmis, kuomet mokslo pažangą galima pasiūlyti verslui, bendradarbiauti ir kartu kurti paklausą atitinkančius produktus, kurie palengvintų buitį eiliniam vartotojui.

3D spausdinimo technologijos gali būti panaudojamos studijose su STEAM (mokslas, technologijos, inžinerija, menas, matematika) profiliu. Turbūt nėra geresnio įrankio, kurio pagalba STEAM teorines žinias būtų galima panaudoti praktikoje, ypač tokiose dalykuose kaip inžinerija, dizainas, gamyba ir t. t. Tai didžiulė pridėtinė vertė studentams ne tik mokantis, bet ir įgyjant praktinius įgūdžius, kurie didžiąja dalimi lemia jauno specialisto kompetencijas ir paklausą darbo rinkoje. Moderni technologinė bazė STEAM profilio mokymo įstaigose yra būtina, norint paruošti gerą specialistą. Šiuo metu didžioji dalis inžinerinės pramonės prasideda nuo 3D modeliavimo, 3D simuliacijų, 3D analizių ir matavimų studijų ir kitų svarbių veiklų.

Labai svarbu diegti naujas inovatyvias technologijas, leidžiančias studentams efektyviau veikti reklamos, įvaizdžio kūrimo srityje ir labiau įsigilinti į studijuojamus medžiagų apdirbimo inžinerinės krypties programų dėstomus dalykus. Siekinat, kad dėstomų disciplinų dalykai būtų geriau įsimenami, reikia netradicinių sprendimų. Dėl šios priežasties gali būti naudojamos 3D spausdinimo technologijos. Šių

technologijų naudojimas studentams gali padėti praplėsti turimas žinias ir įgūdžius, įgyti naujos patirties, atrasti naujas žinių pritaikymo sritis, realizuojant save pagal planuojamą įgyti specialybę. [1]

3D spausdinimas arba adityvioji gamyba yra trijų matmenų vientiso objekto gamybos procesas pridėdamas medžiagą sluoksnis po sluoksnio. Fizinis objektas gaminamas naudojant skaitmeninius modelio duomenis iš 3D modelio arba kito duomenų šaltinio, tokio kaip AMF failas. Naudojant 3D spausdinimą įmanoma pagaminti beveik bet kokios formos objektą. Šiuo metu naudojamos įvairios 3D spausdinimo technologijos bei medžiagos. 3D spausdinimo priemonės tapo laisvai prieinamos įvairioms pramonės šakoms ir buitiniams vartotojams [2].



2 pav. 3D metalo spausdinimas taikant lazerio spindulį [9]

3D spausdinimo technologijos skatina mokytis darant - aukštesiose mokyklose ryškėja nauja edukacijos kryptis. Tai susidomėjimas matematikos, gamtos mokslų ir technologijų dalykais skatinamas praktiniais užsiėmimais. Ugdymo plėtotės centras kartu su Vilniaus Gedimino technikos universiteto dėstytojais organizavo trimačio (3D) spausdinimo kūrybines dirbtuves, kurių metu moksleiviai mokėsi projektuoti trimačius daiktus, galėjo išbandyti 3D spausdinimo technologijas ir pasigaminti norimą objektą [3].

3D spausdintuvai kartais yra vadinami „trečiąja industrine revoliucija“. Technologijų ekspertai teigia, kad trimatės spausdinimo technologijos plės įvairių pramonės šakų veiklą, keis nusistovėjusius gamybos bei logistikos principus ir padarys reikšmingą įtaką kasdieniam žmonių gyvenimui.

Australijos, Naujosios Zelandijos bei kai kurių Europos šalių mokyklose trimačio spausdinimo pamokos jau yra įtrauktos į mokymo programas, tačiau Lietuvoje 3D technologijos moksleiviams prieinamos tik išskirtiniais atvejais.

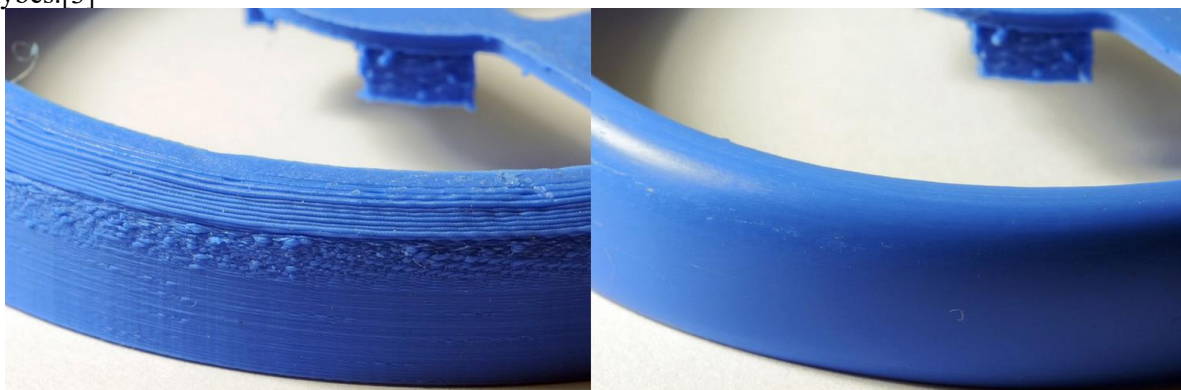
Tai galimybė supažindinti su praktiniu tikslųjų mokslų pritaikymu. Praktiniais užsiėmimais galima sudominti moksleivius ir studentus inžineriniais mokslais. Be to, 3D spausdinimo technologijos yra svarbios visame edukacijos procese, nes skatina norą mokytis, bandyti ir kurti [3].



3 pav. Mokymasis taikant 3D spausdinimo technologijas [10]

Paskaitų ir laboratorinių užsiėmimų metu veiklos metu taikant 3D spausdinimo technologijas mokomasi suvokti pridėtinės technologijas ir 3D spausdintuvo veikimo principus, perprasti trimačio modeliavimo programų taikymą, kaip suprojektuojamas norimas objektas, o vėliau – ir jį atsispausdinti.

Mechanikos inžinerijos krypties studentai kaip integruotą veiklą gali taikyti projektavimo ir gamybos technologiją naudojant 3D spausdintuvus. Tai leidžia spausdinti įvairius vienetinius gaminius, detales ar edukacinius modelius iš pasaulyje populiariausių polimerinių medžiagų. Tolimesni tyrimai su modeliais gali apimti vibracijos tyrimus spausdinant, spausdinimo parametrų įtaką gaminio kokybei. Tai vertingi duomenys, nurodantys, kaip reikėtų tobulinti spausdintuvo konstrukcijas ar parametrus siekiant dar geresnės gaminių kokybės.[3]



4 pav. 3D spausdintuvu pagaminto gaminio paviršių šiurkštumas [11]

3D spausdinimo technologijų pritaikymas yra toks platus ir nenusipėjamas, kad sunku tiksliai įvardinti visas sritis kuriose ši technologija gali būti taikoma. Paprasčiau yra įvardinti tas sritis, kuriose kol kas 3D spausdinimo technologija dar nėra taikoma. Tačiau visi mokslininkai vieningai tvirtina, kad tai tik laiko klausimas.

Retas kuris žmogus gamina batus pagal specialų užsakymą – egzistuoja pramoniniai matmenys, kuriais vartotojas ir turi tenkintis. Tačiau nereikia pamiršti, jog mes gyvename technologijų amžiuje, o tai reiškia, jog asmeninius batus bus galima tiesiog atsispausdinti. Tai puikus pavyzdys, kad sritis, kurioje 3D spausdinimo technologijų niekas neįsivaizdavo, dabar yra puiki sritis plėtoti ir kurti inovatyvius šios technologijos taikymo metodus.[4]

Kompanija Pensar Studios siūlo sportinius batelius gaminti tiesiai parduotuvėje. Tam, kad kiekvienam žmogui būtų pagamintas individualus modelis, žmogus turėtų apsiauti standartinį batą su slėgio davikliais ir akselerometru bei su jais pavaikščioti visą dieną. Būtent davikliai ir padės gauti tikslius duomenis apie žmogaus koją.

Vėliau klientas turėtų sugrįžti su šiais batais į parduotuvę, kur duomenys iš avalynės bus suvesti į kompiuterį. Šis sukurs specialiai tam žmogui tinkantį modelį. Po to pirkėjas galės suteikti avalynei norimą spalvą ir išorės formą, o 3D spausdintuvas atspausdins idealiai tinkančius sportinius batelius ar elegantiškus batus.[4]

Šios technologijos spartų išsivystimą visose pramonės šakose lėmė jos adaptyvumas ir efektyvumas. Labai svarbu ir tai, kad ši gamybos technologija gali būti ir aplinkai draugiška. Tai priklauso nuo to kokia medžiaga yra naudojama atliekant detalės spausdinimą.

Technologijos privalumai, kurie ją daro pranašesne prieš kitas technologijas:

- Ypač trumpas pasirošimo gamybai bei gamybos laikas – galimybė turėti realų produktą tą pačią dieną, kai jis buvo sukurtas
- Nereikalingos liejimo formos ir kiti brangūs įrankiai – 3D spausdinimo kaina kur kas žemesnė, nei gaminant vienetinius gaminius tradiciniais būdais
- Pagreitinamas produktų kūrimo ir tobulinimo procesas, išvengiama brangiai kainuojančių klaidų – atspausdintus gaminius galima naudoti kaip prototipus prieš pradėdant masinę detalių gamybą
- Galimybė pagaminti sudėtingų formų gaminius, kurių gamyba tradiciniais metodais truktų ilgai arba būtų neįmanoma
- Platus 3D spausdinimo medžiagų spektras leidžia pritaikyti atspausdintus gaminius kone visose veiklos srityse
- 3D spaudos sparta ir prieinamumas leidžia gaminius spausdinti pagal poreikį – tiek ir tada, kiek šiuo metu Jums reikia
- Draugiška aplinkai technologija, kurios metu beveik nelieta atliekų [5;6]

Gamybos aplinkoje nuoseklumas yra labai svarbus rodiklis norint gaminti detales, kurios atitinka visus gaminiui keliamus reikalavimus. Tokie veiksniai kaip mašinos susidėvėjimas, mašinos švara, taikomos pridėtinės medžiagos rūšis, oro drėgmė gali pakeisti lydomo PLA tiekimo greitį ir konsistenciją dozavimo metu. Galimybė tiksliai kontroliuoti paduodamos medžiagos kiekį yra pagrindinis faktorius, kuris lemia gamybos nuoseklumą ir nepertraukiamumą [6].

Paviršiaus šiurkštumas arba tiesiog šiurkštumas yra paviršiaus parametras, kuris gali būti išmatuojamas ir įvertinamas ar atitinka keliamus reikalavimus. Jei šie nukrypimai dideli, paviršius yra grubus; jei tai yra mažas nukrypimas, paviršius apibūdinamas kaip glotnus. Šiurkštumas vaidina svarbų vaidmenį nustatant, kaip dalys sąveikauja su aplinka kurioje jos funkcionuoja. Kitas svarbus dalykas yra tai, kad paviršiaus šiurkštumas sudaro pradinę įtrūkimų sritys, kurios gali atsirasti gamybos metu.

Kalbant apie inžinerinių medžiagų paviršius, manoma, kad šiurkštumas kenkia dalies tinkamam funkcionavimui. Tribologijos mokslas teigia, kad šiurkštūs paviršiai paprastai turi didesnę trintį nei lygūs paviršiai, dėl to greičiau susidėvi. Dėl šios priežasties, paviršiaus struktūra yra glaudžiai susijusi su trintimi ir nusidėvėjimu. Šiurkštumo verčių reguliavimas gamybos metu gali būti sudėtingas ir brangus. Gamybos metu gali būti kontroliuojami tik tam tikri parametrai turintys tiesioginę įtaką galutiniam rezultatui.

Valdomas šiurkštumas pagerina sukibimo stiprumą. Kovan ir kt. nurodė, kad klijų sukibimo stiprumą tiesiogiai veikia 3D spausdintų dalių paviršiaus šiurkštumas. Nustatyta, kad sluoksnio storis ir spausdinimo orientacija 3D spausdintose dalyse turi reikšmingos įtakos sukibimo stiprumui. Esant mažam sluoksnio storiui, sluoksnis gaminamas ant išorinio krašto turi didžiausią sukibimo stiprumą [5;7].

Kitas pavyzdys yra cilindro anga, kurioje reikalingas minimalus šiurkštumas, kad alyva galėtų išsilaikyti ant sienelių paviršiaus.

PLA yra plačiausiai naudojama medžiaga ir lydyto nusodinimo modeliavimas (FDM) yra plačiausiai naudojamas technologija taikant šį gamybos būdą, kuris dar vadinamas pridėtine gamyba. Nepaisant teigiamų FDM pusių, ši technologija turi ir apribojimų. Vienas dažniausiai minimų trūkumų yra pagamintų paviršių šiurkštumas. Šioje srityje dirba daug mokslininkų, kurie ieško sprendimo kaip šį technologijos trūkumą panaikinti arba sumažinti iki minimumo [7].

Griguras ir Kramaras nagrinėjo hibridinės gamybos procesą 3D spausdinimas ir frezavimas. Norėdami pagerinti paviršiaus kokybę, dalis kurios pagamintos 3D spausdinimo būdu, išorinis paviršius yra frezuojamas. Hibridinės technologijos technologinių parametru optimizavimas vykdomas atsižvelgiant į minimalų gamybos laiką, minimalus paviršiaus šiurkštumas ir minimalus medžiagos sunaudojimą. Naudojamas didesnis 3D spausdintuvo purkštuko antgalis, sutrumpėja spausdinimo laikas. Po frezavimo operacijos gaunamas skiekiam paviršiaus kokybė [5;6].

Dewey ir Ulutanas ištyrė CO₂ lazerinio poliravimo panaudojimą kaip papildomas FDM pagamintų PLA dalių apdorojimo metodą, siekiant pagerinti gaminių paviršiaus ypatybes. Jų tyrime vietoj 3D spausdinimo sluoksnio storio mažinimo, bendras apdirbimo laikas gali būti sumažintas neprarandant paviršiaus kokybės. Be to, didesni sluoksnių storiai ir lazerio taikymas parodė, kad paviršius gali būti greitai apdorojamas [6; 7].

Maidin ir kt. bandė pagerinti paviršiaus savybes FDM pavyzdį taikydami ultragarso vibraciją.

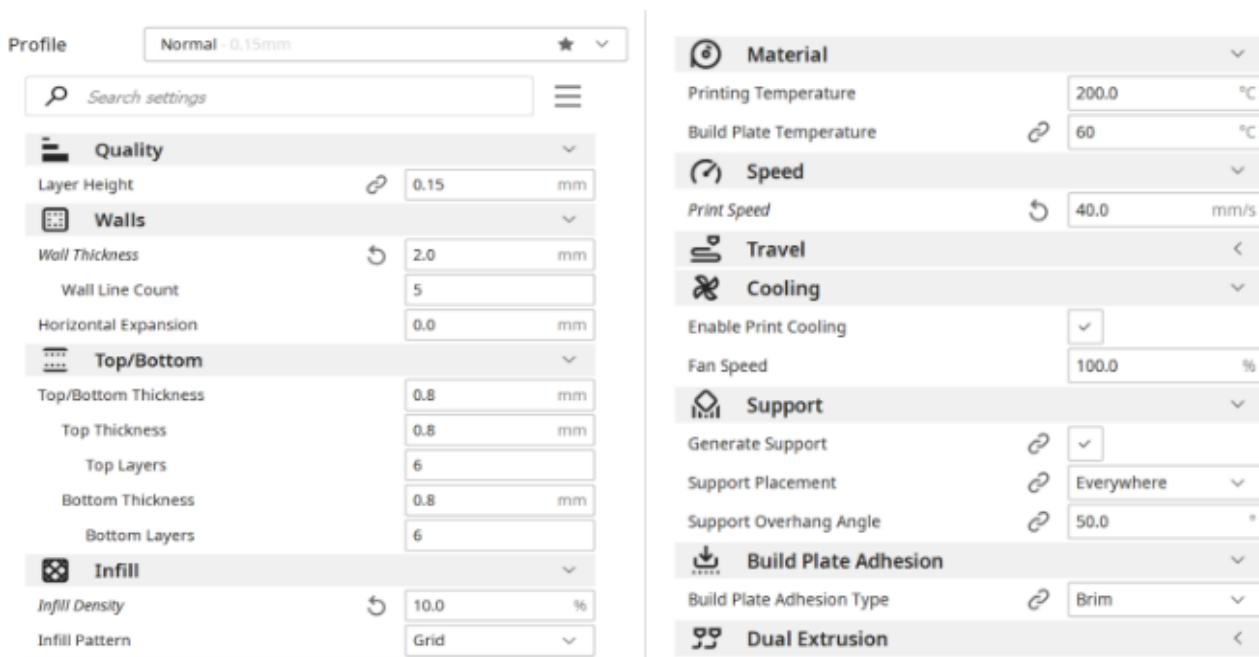
Atlikus tyrimą buvo nustatyta, kad geriausia paviršiaus kokybė buvo gautas naudojant 21 kHz dažnį, taikant jį 3D spausdinimo metu [7;8].

Šie hibridiniai procesai, kuriuose derinamas apdirbimas, lazerinis ir ultragarsiniai procesai su FDM procesu užtikrina geresnę paviršiaus kokybę. Tačiau taikant visus šiuos metodus, žymiai padidėja gamybos sąnaudos. Dėl šios priežasties poveikį spausdinimo parametrams dėl skirtingų paviršiaus savybių spausdinimo metu ištyrė daugelis mokslininkų. Yra žinoma, kad spausdinimo parametrai turi įtakos 3D spausdintuvu pagamintų dalių paviršiaus savybėms.

Chaidas tyrė PLA modelių paviršiaus šiurkštumo parametrus gautus 3D spausdinimo technika. Nustatyta, kad paviršius šiurkštumas mažėjo didėjant medžiagos lydymosi temperatūrai [8;9].

Yu tyrime, kurio tikslas buvo optimizuoti spausdinimo parametrus 3D spausdintuve naudojama PLA medžiaga. Studijoje spausdinimas temperatūra, spausdinimo greitis ir užpildymo santykis buvo ištirtas esant 195-215 °C, atitinkamai 10-70 mm/s ir 10-100%. Pastebėta, kad spausdinimo kokybė yra tokia pati beveik bet kurioje spausdinimo temperatūroje. Taip pat nustatyta, kad paviršiaus šiurkštumas yra tiesiogiai proporcingas spausdinimo greičiui ir atvirkščiai proporcingas užpildymo koeficientui [7; 8].

Remiantis atliktais mokslininkų darbais, buvo ištirta dviejų 3D spausdintuvo parametru įtaka gaminio paviršiaus šiurkštumui. Buvo vertinama spausdinimo pastūmos greitis ir spausdinimo storio sluoksnis. Pirmiausia buvo parenkami parametrai eksperimentui atlikti.



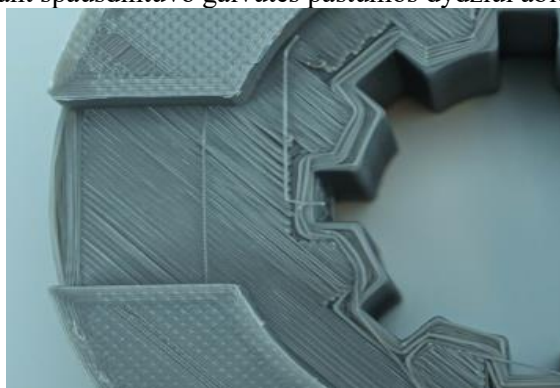
5 pav. 3D spausdintuvo parametrų nustatymo langas

Pirmas bandymas buvo atliekamas keičiant spausdinamo sluoksnio storį.



6 pav. 3D atspausdinta detalė. Greitis 40 mm/s, sluoksnio storis 0,15 mm.

Plonesnis spausdinimo sluoksnis davė geresnius paviršiaus šiurkštumo rezultatus nei storesnis spausdinimo sluoksnis, nekintant spausdintuvo galvutės pastūmos dydžiui abiem atvejais.



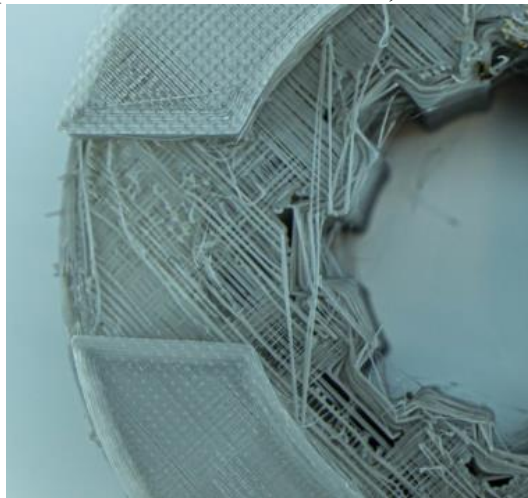
7 pav. 3D atspausdinta detalė. Greitis 40 mm/s, sluoksnio storis 0,3 mm.

6 pav. akivaizdžiai matomas paviršiaus šiurkštumo padidėjimas. Nors spausdinimo greitis (pastūmos) nekito abiem atvejais, tačiau didesnis spausdinimo sluoksnis esant tokiam greičiui nepajėgus pakankamai gerai susijungti su šalia esančiais sluoksniais.

Siekiant įsitikinti, kad sluoksnio storio ir spausdinimo pastūmos greičio didinimas paviršiaus šiurkštumo rezultatams darys dar didesnę poveikį, buvo atliktas bandymas. Rezultatai pateikiami 8 ir 9 paveiksluose.



8 pav. 3D atspausdinta detalė. Greitis 80 mm/s, sluoksnio storis 0,15 mm.



9 pav. 3D atspausdinta detalė. Greitis 80 mm/s, sluoksnio storis 0,3 mm.

Gautuose rezultatuose akivaizdžiai matoma, kad padidinus spausdinimo greitį, bet spausdinimo sluoksnį palikus 0,15 mm paviršiaus kokybė stipriai nepakito. Kai kuriose detalės vietose netgi pagerėjo. Tačiau esant šiam pastūmos dydžiui spausdinimo storį padidinus iki 0,3 mm, paviršiaus kokybė tapo nekontroliuojama.

Siekiant 3D spausdinimo technologija pagamintų detalių paviršiaus mažo paviršiaus šiurkštumo rezultatų, reikia koreguoti spausdinamo sluoksnio storį. Tai pirmas parametras kuris turi daugiausiai įtakos detalės paviršiaus kokybei. Spausdinimo greitis paviršiaus kokybei taip pat turi įtakos, tačiau jį keičiant nesimato tokie kardinalūs pokyčiai kaip keičiant spausdinamo sluoksnio storį.

Išvados

1. 3D spausdinimo technologija apima labai plačią pritaikymo sritį – nuo gamybos iki edukacijos. Jos pritaikymas vis labiau plėtojamas ir sudėtinga įvardinti sritį, kurioje nebūtų ši technologija taikoma. Inovatyvių metodų diegimas ir nuolat vykdoma naujų pritaikymo sričių paieška leido šiai technologijai įžengti ir į paprastų vartotojų gyvenimą.

2. Atlikus mokslinių darbų apžvalgą bei bandymus, gauti rezultatai patvirtino, kad didžiausią poveikį detalės paviršiaus šiurkštumui daro spausdinamo sluoksnio storis. Spausdinamo sluoksnio storiui nekintant, o pastūmos greičiui didėjant paviršiaus šiurkštumas kinta nežymiai. Didėjant pastūmos greičiui ir spausdinamo sluoksnio storiui, paviršiaus šiurkštumas tampa sunkiai valdoma užduotis. Kritiniu atveju, tai gali turėti tiesioginę įtaką gaminio neišbaigtumui ir neatitikimui iškeltiems reikalavimams.

Literatūra

1. 3D SPAUSDINIMO TECHNOLOGIJOS TAIKYMAS ĮVAIZDŽIO KŪRIME Edgaras Burneika, Marijona Šumskienė, Danguolė Leščinskienė Alytaus kolegija;
2. Prieiga per internetą 2022-01-15: https://3d-p.eu/wp-content/uploads/2018/08/IO3_3DP-courseware_LT.pdf ;
3. Prieiga per internetą 2022-01-15: <https://vilniustech.lt/universitetas/naujienos/3d-spausdinimo-technologijos-skatina-mokyti-darant/26671?nid=84111>;
4. Prieiga per internetą 2022-01-15: http://www.technologijos.lt/n/technologijos/technologiju_rinka/S-33789/straipsnis/Batai-atspausdinti-su-3D-spausdintuvu-koju-niekada-nepritins-Foto?utm_source=Susije_po_straipsniu&utm_medium=Vidine_navigacija&utm_campaign=Vidine_navigacija
5. Prieiga per internetą 2022-01-15: <https://3dcreative.lt/3d-spausdinimas/>;
6. Myers, K., Paterson, A., Iizuka, T., & Klein, A. (2021). The effect of print speed on surface roughness and density uniformity of parts produced using binder jet 3D printing;
7. Grguraš, D., & Kramar, D. (2017). Optimization of hybrid manufacturing for surface quality, material consumption and productivity improvement. *Strojniški vestnik-Journal of Mechanical Engineering*, 63(10), 567-576;
8. Maidin, S., Muhamad, M. K., & Pei, E. (2015). Feasibility study of ultrasonic frequency application on fdm to improve parts surface finish. *Jurnal Teknologi*, 77(32);
9. Chaidas, D., Kitsakis, K., Kechagias, J., & Maropoulos, S. (2016, November). The impact of temperature changing on surface roughness of FFF process. In *IOP conference series: materials science and engineering* (Vol. 161, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.
10. Kovan, V., Tezel, T., Topal, E. S., & Camurlu, H. E. (2018). Printing parameters effect on surface characteristics of 3D printed PLA materials. *Machines. Technologies. Materials.*, 12(7), 266-269.
11. Prieiga per internetą 2022-01-19: <https://bernardmarr.com/7-amazing-real-world-examples-of-3d-printing/> ;
12. Prieiga per internetą 2022-01-19: <https://amfg.ai/2019/10/22/how-the-3d-printing-hardware-market-is-evolving-in-2019/> ;
13. Prieiga per internetą 2022-01-19: <https://www.lpfrg.com/applications/education-and-3d-printing/> ;
14. Prieiga per internetą 2022-01-19: <https://rumy.io/blog/finishing-3d-printed-parts> .

THE PRODUCT SURFACE ROUGHNESS DEPENDENCE ON 3D PRINTING PARAMETERS

Summary

Science and innovation have become an integral part of civilization. Discoveries and innovations are moving forward and integrating into everyone's lives and environment. The chrestomatic example is 3D printing technology. It is the technology that helps to realize ideas not only with the click of a button, but also to check its functionality and suitability. Improving 3D printing technology is stunning almost every week with new achievements and improvements. 3D printing technology is already printing rocket engine parts, chocolate figurines, pistol replicas, designer sunglasses, boats, even a fast two-seater, a Dutch house on the water and even a bionic ear prototype. NASA is also testing this printer in International Space: to find out if it can be used to make dishes, tools and spare parts during a long flight. This is due to the fact that on-site production is more rational and efficient than large quantities of items in the warehouse without knowing and will be needed. [2].

VIRTUALIŲ ĮRANKIŲ TAIKYMAS RENGIANT IR MODELIOJANT NESTANDARTINIŲ PARAMETRŲ DETALĖS APDIRBIMĄ

Rolandas Šertvytis, Martynas Milašauskis
Kauno technikos kolegija

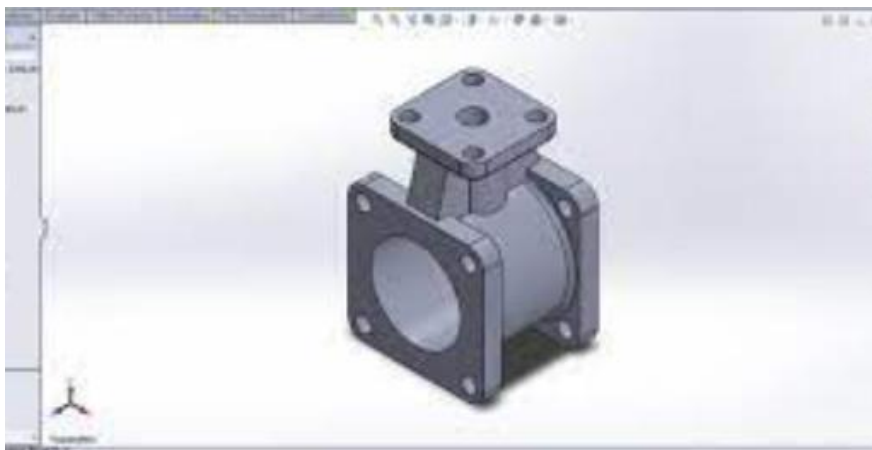
Anotacija

Galimybė kurti būsimą produktą virtualioje aplinkoje padarė didžiulę įtaką CAD programinės įrangos galimybių tobulinimui. Programinės įrangos galimybė braižyti ir modeliuoti detalę, neprarandant visų modelio parametrų, rado tikslinę vietą kiekvienoje pramonės šakoje. CAD modeliavimas ir sukurti modeliai plačiai naudojami architektūroje, statybos srityje, dizaino ir daugelyje kitų pramonės šakų. CAD programinė įranga buvo sukurta, kad suteiktų tokias galimybes kaip sudėtingų formų kūrimas, tūkstančių dalių sąrankų kūrimas, lengvesnis bendradarbiavimas kuriant debesies dizaino dokumentus ir analizės atlikimas tiesiogiai iš CAD vartotojo sąsajos [1].

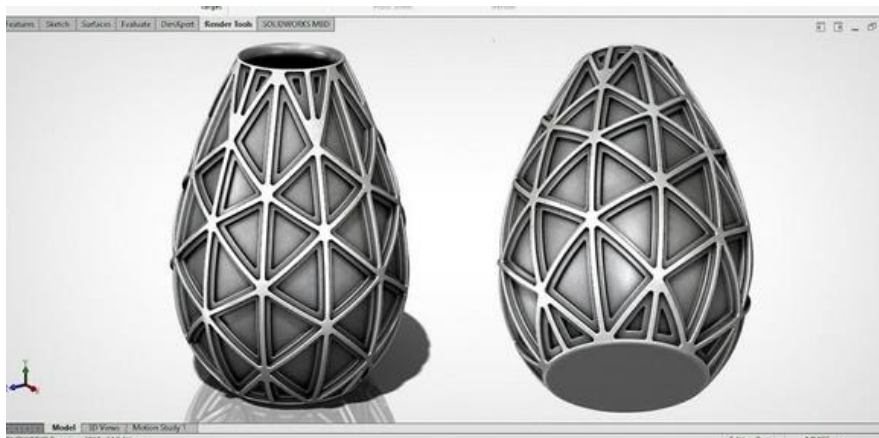
Nepaisant visų teigiamų ypatybių, laikas, kurio reikia vieno komponento CAD modeliavimui yra sąlyginai ilgas. Taip pat norint sukurti bet kurio komponento grupę, reikia skirti daug laiko ir yra sudėtinga užduotis [2].

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: SolidCAM, virtualūs įrankiai, apdirbimas, simuliacija, CAD.

Šiuolaikinė gamyba neįsivaizduojama be informacinių technologijų ir skaitmenizavimo. Šiuos du aspektus kiekviena pramonės sritis stengiasi pritaikyti kiek įmanoma plačiau, nes tai leidžia taupyti laiką, siekti aukštos kokybės gaminių, išvengti neatitikimų gamybos net nepradėjus. Norint pasiekti šį tikslą visi pricunami ištekliai turi būti naudojami racionaliai ir efektyviai, o gamybos procesai – planuojami ir valdomi.



1 pav. 3D detalės modelis naudojant CAD programinę įrangą [14]



2 pav. CAD modelis, sukurtas sujungiant paprastas „kietas“ medžiagas ir sulietus paviršius tarp skirtingų elementų

Norint efektyviai vykdyti procesų planavimo veiklą, vartotojas turi turėti skirtingų sričių žinių. Šiame kontekste dažna problema yra kolektyvinių žinių egzistavimas vienoje srityje ir patirties trūkumas kitose srityse. Remiantis prieš tai išsakytu teiginiu, siūloma įtraukti į proceso planavimą sukurtos dalies dizaino palyginimą su senesniais, patvirtintais modeliais. Šių ankstesnių CAD dalių modelių naudojimas gali sumažinti

kūrimo išlaidas, sutrumpinti gamybos pradžios laiką ir pagerinti gaminio kokybę [3, 4]. Tai yra pagrindinė priežastis, kodėl kompiuterizuoto projektavimo (CAD) modeliai yra taip plačiai naudojami pramonėje. Skaitmeniniai gamybos metodai, tokie kaip priedų gamyba, naudoja 3D modelio dokumentaciją kaip įvestį 3D spausdintuvams norint pagaminti sumodeliuotą detalę [5].

Siekiant pritaikyti konstrukcinį optimizavimą stambiame pramonės projekte, reikia optimizuotas geometrijas paversti CAD modeliais. Tai būtina, nes CAD sistemos šiandien yra neatsiejama daugelio produktų kūrimo procesų dalis. Poreikis redaguoti optimizuotą detalės geometriją kyla tada, kai reikia pridėti papildomų geometrinių parametrų arba kai detalė turi būti sujungta su kitais komponentais į vieną funkcinį gaminį. Be to, pramonės praktikoje, be konstrukcinio efektyvumo ir tvirtumo, paprastai yra daug vienodo svarbumo, dažnai ne aiškiai išreikštų kiekybiškai, projektavimo reikalavimų. Juos tenka redaguoti atlikus optimizavimo procesus[6].

Yra labai nedaug struktūrinių optimizavimo būdų, kurie sukuria geometriją kaip kompaktišką parametrinį CAD modelį. Naujausiose topologijos optimizavimo formuliuotėse laikomas riboto skaičiaus geometrinių primitivų, pvz., Stačiakampių ar stačiakampių, įdėtų į didesnę dizaino plotą [7].

Primityvams suteikta galimybė laisvai judėti modelio srityje, paprastai diskretizuojamiems naudojant fiksuoto tinklelio baigtinių elementų metodą. Atsiradusi optimizavimo problema yra savaime diskretiška ir kruopščiu reguliavimu paverčiama tęstine problema. Nors šie metodai gali suformuoti kompaktišką CAD modelį, jie paprastai nesuderinami su komerciniu mastu paplitusiu tankumu pagrįsto topologijos optimizavimo diegimu ir iki šiol dažniausiai buvo taikomi 2D problemoms spręsti. Yra ir kitų būdų, visų pirma skirtų formos optimizavimui [7].

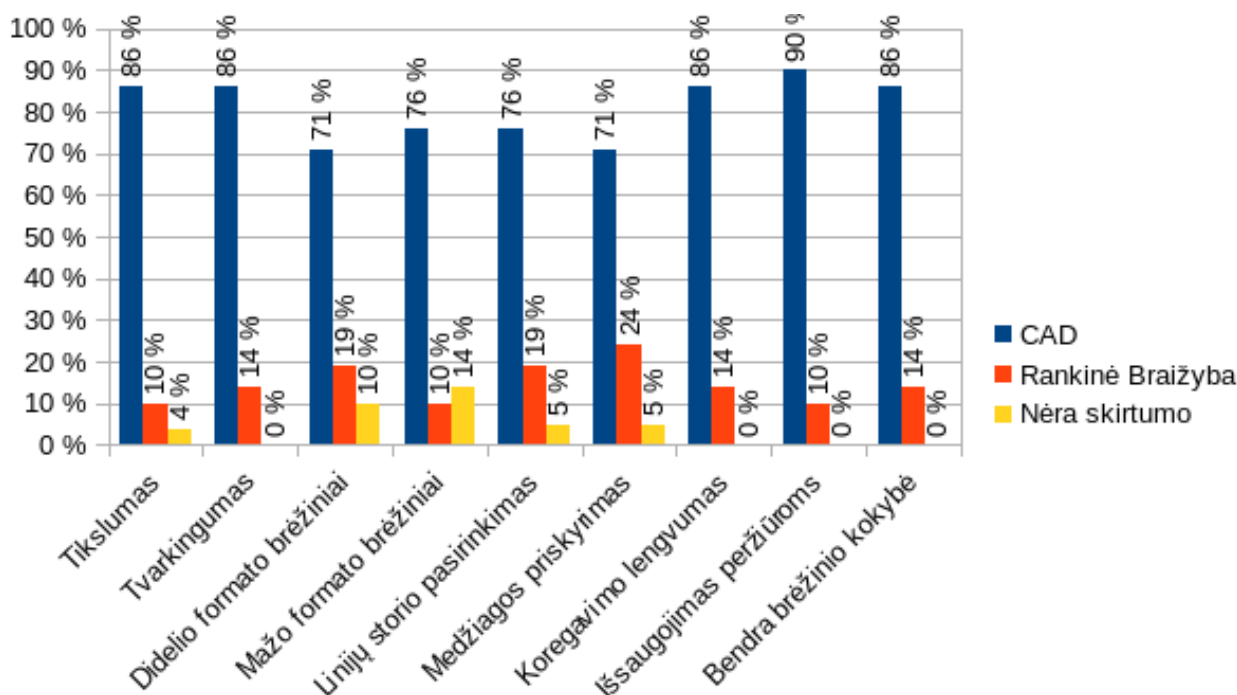
CAD ir CAM programinės įrangos naudojimo ateitis grindžiama „Debesijos“ technologijomis. Tai greitesnis ir patikimesnis metodas, kai kalbama apie didelius projektus, kuriuose dalyvauja daugybė dizainerių.

„Debesijos“ technologijomis paremta gamyba yra viena iš trijų pagrindinių technologijų, leidžiančių išmaniai gaminti [8].

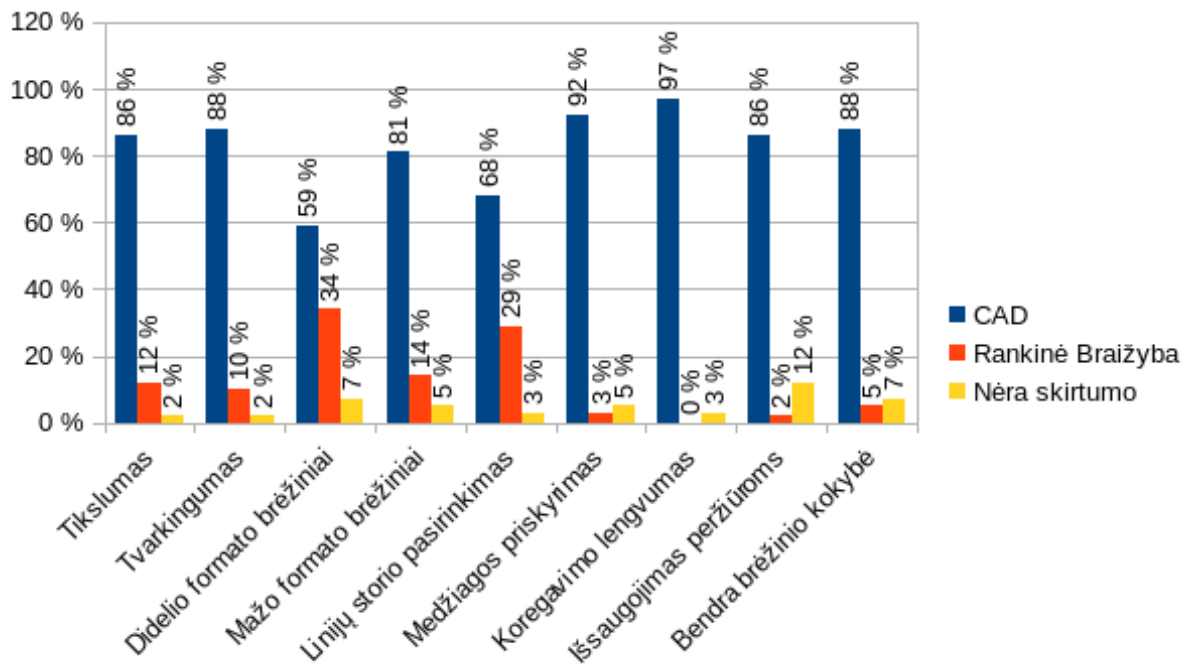
Norint įgyti įgūdžių valdyti visas minėtas programinės įrangos galimybes, būtina tinkamai paruošti būsimus vartotojus ir operatorius.

Siekiant sužinoti, kokį požiūrį į CAD ir CAM programinę įrangą turi studentai ir dėstytojai aukštosiose mokyklose, lyginant su įprastu braižymu ranka. Šiam tikslui pasiekti buvo atliktas tyrimas su tikslu surinkti daugiau duomenų iš šių grupių atstovų.

Pedagogų ir studentų pageidavimai kompiuteriniai braižybai (CAD) arba tradicinei rankinei braižybai darbo brėžinių kurso darbuose (užduotys, kursiniai projektai ir egzaminai) skyriasi labai nežymiai. Parengta anketa buvo pateikta 21 dėstytojui ir 59 studentams [9].



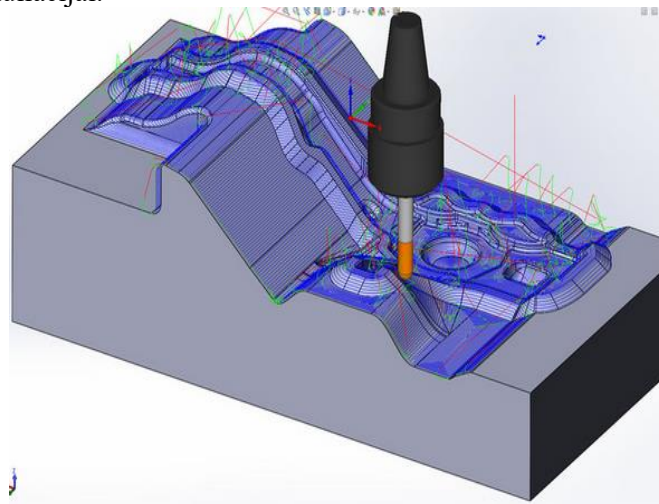
3 pav. Dėstytojų teikiamas pirmumas piešimo metodams braižant darbinius brėžinius



4 pav. Studentų teikiamas pirmumas piešimo metodams braižant darbinius brėžinius

Rezultatai buvo gauti tokie: dėstytojų ir studentų rezultatai buvo beveik vienodi, rodant pirmenybę naudoti CAD metodą, lyginant su rankinės braižybos metodu, siekiant tikslumo, tvarkingumo, braižymo linijų variavimo, medžiagos pateikimo, patogumo, darbo brėžinių modifikavimo, brėžinio išsaugojimo vėlesnei peržiūrai ir bendros kokybės atvejais. CAD taip pat buvo teikiama pirmenybė dėl egzaminams skirto laiko taupymo ir efektyvumo. Tačiau respondentai patvirtino ir neigiamą ankstesnių CAD projektų kopijų panaudojimo poveikį darbo brėžinių supratimui ir bendram braižymui rankiniu būdu. Buvo teikiamas pirmumas naudoti rankinį metodą braižyti eskizus konsultacijų metu [9].

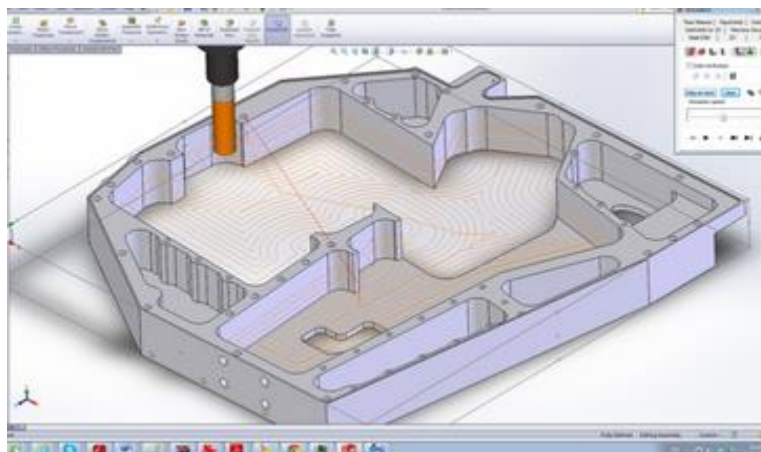
Šie duomenys patvirtina šių programinių paketų taikymo populiarumą rengiant modelius sudėtingų formų detalių apdirbimo simuliacijai.



5 pav. Sudėtingos formos paviršiaus apdirbimo technologijos simuliacija [16]

Sudėtingas CAD programinės įrangos vidinės failų sistemos valdymas ir hierarchijos sistema yra dažnai minimi trūkumai, kurie sukelia sunkumų dirbant su šiais programiniais paketais ir jų įskiepiais. Tačiau tai nesumažina CAD programinės įrangos svarbos ir naudingumo bei vis didesnio jos taikymo [9].

Svarbu atkreipti dėmesį į priežastis, kodėl CAD programinė įranga taikoma rengiant brėžinius ir modelius detalių gamybos technologinio proceso parengimui. Taip yra dėl to, kad CAD programos tapo neatsiejama programinių medžiagų apdirbimo dalimi. Tačiau daugeliui vartotojų susiduria su sunkumais perprasdami kaip šių programų įskiepius ar netgi pačias programas teisingai taikyti formuojant ir simuliuojant detalių apdirbimo technologinį kelią skirtą CNC apdirbimo įrengimams.

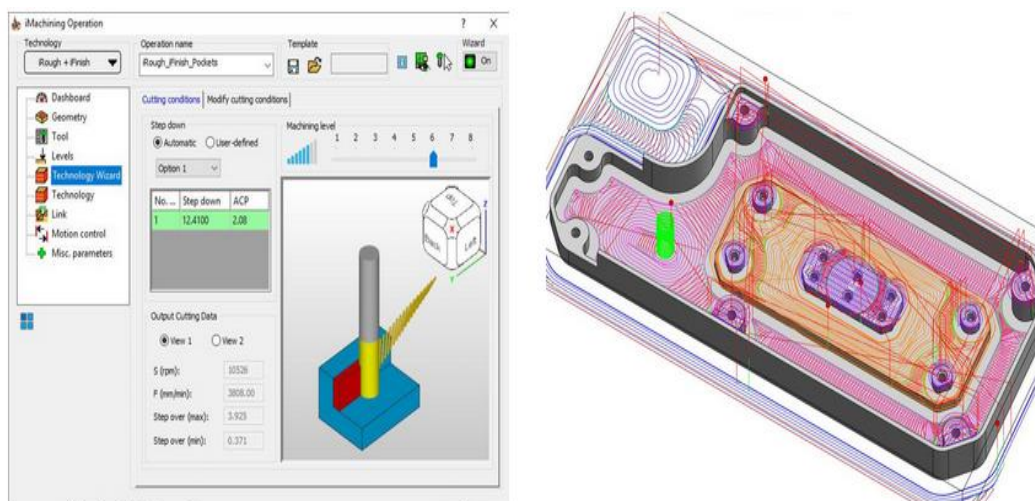


6 pav. Sudėtingos formos paviršiaus apdirbimo technologijos simuliacija [16]

Lyginant CAD ir rankinio braižymo metodus, CAD privalumai yra jo tikslumas ir greitis [10].

Galimybė paspartinti redagavimo ir peržiūros procesą, galimybė sutaupyti laiko ir pastangų leidžiant inžinieriams išsaugoti savo modelį ir brėžinius bei sumodeliuotą technologinį detalės apdirbimo procesą. Labai svarbi yra galimybė tęsti darbą nuo tam tikros vietos, o ne pradėti nuo pradžių kiekvieną kartą, kai modelis yra peržiūrimas, ir koreguojamas, jo paprastumas atkurti esamus modelius, paprastas panaikinimas ir ištrynimasis nereikalingų modelių bei galimybė greitai padaryti daugybę kopijų. Tačiau šių paketų ir metodo trūkumai yra tokie, kad nėra originalios ir vienintelės tikros kopijos. Kiekviena kopija yra traktuojama kaip pirminis originalus dokumentas su kuriuo galima dirbti nuo pradžių kuriant tolimesnius pakeitimus ar modeliuojant procesus. Galimybė naudotis jau parengtais modeliais sudaro galimybes greičiau ir efektyviau išnaudoti laiko resursus, bet kartu tai ir klaidos atsiradimo proceso grandinėje tikimybė [11].

CAD ir CAM programinių paketų įtaka projektavimo ir detalės apdirbimo proceso simuliacijai yra neabejotina. Jie padeda inžinieriams išplėsti ir sujungti savo dizaino koncepcijas į išsamų modelį. Tai palengvina kuriamo modelio dizaino krypties valdymą jau bet kurioje kūrimo stadijoje. Tačiau inžinierius susiduria ir su CAD pritaikymo apribojimais. Todėl, norint sumažinti šių apribojimų įtaką, reikia daugiau žinių apie programinės įrangos pritaikymo aspektus ir galimybes [12].



7 pav. Sudėtingos formos paviršiaus apdirbimo technologijos simuliacija. [15]

Gauti apklausos rezultatai ir mokslinių šaltinių apžvalgos rezultatai rodo, kad norint pasiekti reikiamą darbinių brėžinių tikslumą, tvarkingumą, didelio ir mažo formato brėžinių pateikimo, medžiagos pateikimo ir priskyrimo charakteristikas, pirmenybė teikiama CAD programinei įrangai, o ne tradiciniam rankinio braižymo metodui. Tai patvirtino ankstesnių tyrimų rezultatai. Pirmenybė CAD programinei įrangai, lyginant su tradiciniais metodais, yra dėl CAD pranašumų, kurie siejami su tikslumu, tvarkingumu, greičiu, aukštesne kokybe ir mažesnėmis laiko sąnaudomis bei lengvesne integracija į kitus tos srities programinius paketus [13].

Visos paminėtos funkcijos yra pagrindinis argumentas, kodėl CAD ir CAM programinė įranga yra tokia populiari pramonėje, o ypač CNC apdirbimo srityje. Jos populiarumas prasideda tarp studentų ir baigiasi

pramonės inžinierių – konstruktorių bei technologų gretose. Nepaisant kai kurių trūkumų, CAD ir CAM programinė įranga stiprina savo pozicijas gamybos ir mokymo srityse.

Išvados

1. CAD ir CAM programinės įrangos sukūrimas buvo didelis žingsnis į priekį detalių braižymo ir projektavimo bei modeliavimo srityje. Nuolatinis rankinio braižymo poreikio mažėjimas pramonėje ir gamyboje yra logiškas rezultatas, lyginant su CAD ir CAM programinės įrangos savybėmis.

2. Atlikta publikacijų apžvalga šia tema leidžia teigti, kad programinė įranga gali pasiūlyti plačias galimybes pramonės sektoriui palengvinti gamybinius procesus. Tačiau, be šių galimybių suteikimo, yra tam tikrų trūkumų. Akivaizdūs trūkumai yra specializuotų žinių poreikis IT srityje, įrengimų, naudojamų CAD ir CAM programinės įrangos taikyme, parametrai turi atitikti tam tikrus reikalavimus, kurie yra aukšti. Tačiau paminėtos programinės įrangos savybės atsveria šiai minutei esamus trūkumus, o CAD ir CAM programinių paketų naudojimas inžinerijoje ir gamyboje tampa standartu mokymo ir gamybos srityse.

Literatūra

1. LI, Wenjin, et al. Computer aided design (CAD) model search and retrieval using frequency domain file conversion. *Additive Manufacturing*, 2020, 36: 101554.
2. NIGAM, Yash; SINGH, Ghanshyam; PRAKASH, Arnav. Design of Radial Turbine Parametric Modeller for Turbocharger using Python. *Materials Today: Proceedings*, 2020, 22: 1902-1910.
3. LIU, Jikai; MA, Yongsheng. A survey of manufacturing oriented topology optimization methods. *Advances in Engineering Software*, 2016, 100: 161-175.
4. BICKEL, S., et al. Comparing CAD part models for geometrical similarity: A concept using machine learning algorithms. *Procedia CIRP*, 2021, 96: 133-138.
5. SHI, Yang, et al. Manufacturability analysis for additive manufacturing using a novel feature recognition technique. *Computer-Aided Design and Applications*, 2018, 15.6: 941-952.
6. YIN, Ge; XIAO, Xiao; CIRAK, Fehmi. Topologically robust CAD model generation for structural optimisation. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 2020, 369: 113102.
7. GUO, Xu; ZHANG, Weisheng; ZHONG, Wenliang. Doing topology optimization explicitly and geometrically—a new moving morphable components based framework. *Journal of Applied Mechanics*, 2014, 81.8.
8. YANG, Yueting, et al. A Novel Attribute-Based Encryption Approach with Integrity Verification for CAD Assembly Models. *Engineering*, 2021.
9. FAKHRY, Mohamed; KAMEL, Islam; ABDELAAL, Ahmed. CAD using preference compared to hand drafting in architectural working drawings coursework. *Ain Shams Engineering Journal*, 2021.
10. BADRINATH, Amarnath Chegu; CHANG, Yun-Tsui; HSIEH, Shang-Hsien. A review of tertiary BIM education for advanced engineering communication with visualization. *Visualization in Engineering*, 2016, 4.1: 1-17.
11. NEJADRIAH, Halleh; ARAB, Kamyar. A Study on the Impacts of Computer Aided Design on the Architectural Design Process. *International Journal of Architectural and Environmental Engineering*, 2017, 11.8: 1049-1053.
12. OLUKOYA, O.; KUTI, O. Effects of the Use of Computer Aided Design (CAD) On Architecture: A Quantitative Approach. *International Journal of Educational Research and Information Science*, 2015, 2.4: 67-76.
13. AL-MATARNEH, Rana; FETHI, Ihsan. Assessing the Impact of CAAD Design Tool on Architectural Design Education. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 2017, 5.1: 1-20.
14. Prieiga per internetą, 2022-01-05 : <https://paintingvalley.com/d-tag/models> ;
15. Prieiga per internetą, 2022-01-07 : <https://cadvintech.com/solidcam/> ;
16. Prieiga per internetą, 2021-12-18: <https://www10.mcadcafe.com/blogs/jeffrowe/2013/04/24/solidcam-imachining-a-wizard-at-higher-efficiency-and-reduced-tool-wear/> .

APPLICATION OF VIRTUAL TOOLS IN THE PREPARATION AND MODELING OF NON-STANDARD PARAMETERS PART PROCESSING

Summary

The possibility to build a future product in a virtual environment has made a huge impact on improving the capabilities of CAD software. The ability of the software to draw and model a part without losing all the parameters of the model has found its location in every industry. CAD modeling and modeling are widely used in architecture, construction, design and many other industries. CAD software has been designed to provide capabilities such as the creation of complex forms, the creation of thousands of part configurations, easier collaboration to create cloud design documents, and analysis directly from the CAD user interface [1].

Despite all the positive features, the time required for single-component CAD modeling is relatively long. Also, creating a group of any component is time consuming and a challenging task [2].

ORLAIVIO CESSNA 172 AUKŠČIO VAIRO TRIMERIO PAVAROS PROJEKTAVIMAS IMITACINIAM STENDUI

Tomas Uža, dr. Vytenis Naginevičius
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Aukščio vairo trimerio valdymo linija yra įdiegta kolegijos turimame orlaivyje Cessna 172. Atsižvelgiant į jos svarbą orlaivio saugiam skrydžiui yra tikslinga ir būtina ją perkelti į imitacinį orlaivio valdymo sistemų stendą, studentų tokios ir panašių sistemų aptarnavimo įgūdžiams lavinti.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: aukščio vairo trimeris, Cessna, imitacinis stendas, projektavimas.

Įvadas

Šiuolaikinis modernus orlaivis turi atitikti jam keliamus skrydžio saugos reikalavimus. Siekiant užtikrinti saugų skrydį svarbios ne tik avarijų prevencijos sistemos, bet ir piloto galimybė apskritai išvengti nesaugaus skrydžio.

Skrydžio metu pilotas turi atlikti itin daug veiksmų skrydžio saugumui užtikrinti – pilotuoti orlaivį, sekti jo skrydžio maršrutą, apie savo veiksmus ir skrydžio planą informuoti antžemines tarnybas.

Viena iš orlaivio sistemų, palengvinančių piloto darbą, yra aukščio vairo trimerio valdymo linija. Ji leidžia pilotui orlaivio atakos kampą koreguoti itin jautriai, palengva. Taip pat suteikia galimybę išlaikyti norimą orlaivio atakos kampą nuolatos nemanevruojant vairalazde. Tuo metu pilotas gali vykdyti kitas procedūras skirtas saugiam skrydžiui užtikrinti.

Dėl savo svarbos skrydžio saugumui aukščio vairo trimerio pavarą būtina įdiegti imitaciniame orlaivio valdymo sistemų stende, išlaikant jos funkciją ir techninį išpildymą, kuris yra būtinas sistemai funkcionuoti orlaivyje jo skrydžio metu.

Darbo tikslas: suprojektuoti orlaivio Cessna 172 aukščio vairo trimerio pavarą imitaciniame stende.

Uždaviniai tikslui pasiekti:

1. Trumpai apžvelgti orlaivių aukščio vairo trimerio pavaras, jų veikimo principus.
2. Apžvelgti orlaivio Cessna 172 aukščio vairo trimerio pavaros, taikomos imitaciniam stendui, ypatumus.
3. Atlikti projektuojamų konstrukcinių tvirtinimo elementų stipruminius skaičiavimus, juos patikrinti.
4. Remiantis stipruminių skaičiavimų rezultatais pateikti trimerio pavaros komponavimo stende schemą.

Aukščio vairo trimerio pavaros orlaiviuose

Aukščio vairo trimeris yra aukščio vairo galinės briaunos atskirai judanti dalis. Aukščio vairo trimeris tiesiogiai neįtakoja orlaivio atakos kampo. Jis pakeičia slėgio pasiskirstymą aukščio vairo viršutinėje ir apatinėje plokštumose, taip pakeisdamas viso aukščio vairo padėties liemens atžvilgiu.

Trimerio pavaros esti sukonstruotos taip, kad trimerio padėtis būtų fiksuota, jos nekeistų besikeičiantis slėgis aplink aukščio vairą. Tai leidžia nustatyti fiksuotą aukščio vairo padėtį.

Bendrosios paskirties orlaiviuose trimerio pavara dažniausiai būna valdoma mechaniškai pilotui pasukant valdymo ratuką. Judesys trimeriui perduodamas metalinių lynų ir traukių pagalba.

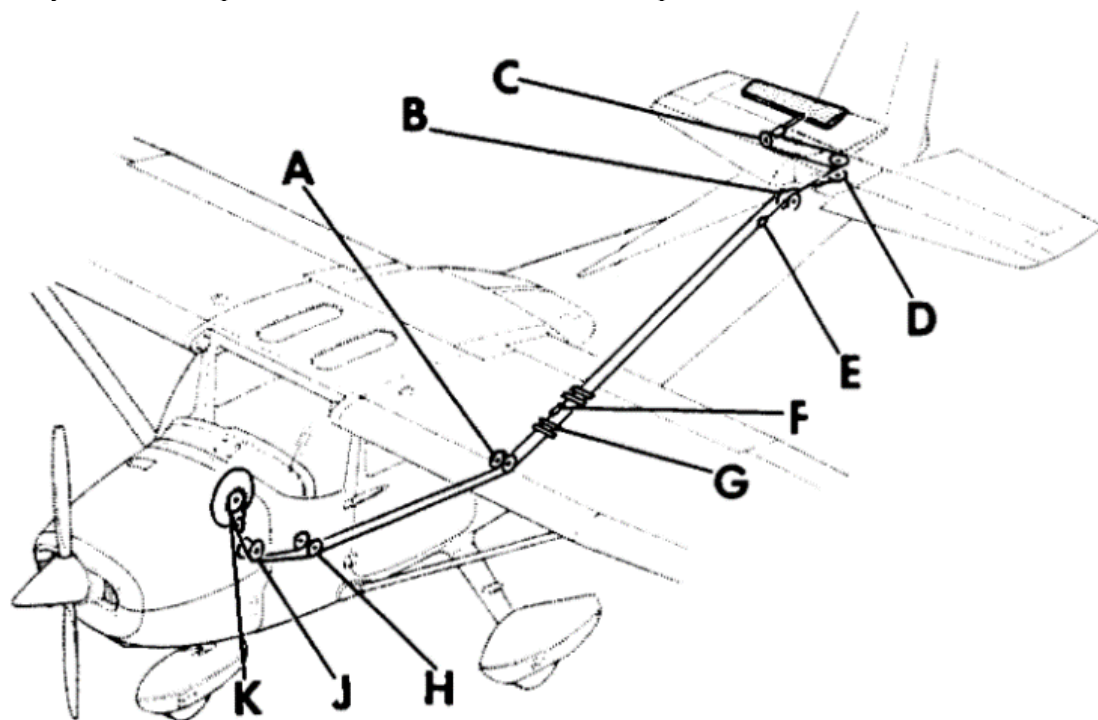
Komerciniuose orlaiviuose, tokiuose, kaip Boeing 737 ar Airbus 320 naudojama “fly by wire” orlaivio valdymo sistema. Dėl šios priežasties jie neturi trimerių. Pilotas keisdamas trimerio valdiklio padėtį keičia viso aukščio vairo padėtį.

Orlaivio Cessna 172 aukščio vairo trimerio pavara ir jos pritaikymas imitaciniam stendui

Apžvelgus bendrosios paskirties orlaivį Cessna 172, jo aukščio vairo trimerio sistemą įdiegtą orlaivyje ir orlaivio aptarnavimo instrukcijas matoma, kad šio orlaivio trimerio pavara yra mechaninė. Pilotas tikslingas judesys pakeisti trimerio padėtį perduodamas trimeriui metalinių lynų pagalba.

Apžvelgus, jau dalinai sukonstruotą, orlaivio Cessna 172 imitacinį valdymo sistemų stendą matoma, kad jame jau sumontuota dalis aukščio vairo trimerio pavaros komponentų. Stende matomi orlaivio prietaisų skydelis su orlaivio aerodinaminių plokštumų valdymo instrumentais, taip pat orlaivio fiuzeliažo uodeginė

dalys. Įdiegiant šias orlaivio dalis stende, įdiegta ir dalis aukščio vairo trimerio pavaros. Stende jau įdiegtos pavaros dalys matomos 1 pav. nuo K iki J ir nuo B iki trimerio plokštumos.



2 pav. Orlaivio Cessna 172 aukščio vairo trimerio pvara.
Šaltinis: Service manual 1969 thru 1976 model 172 Skyhawk series.

Tarp pavaros dalių J ir B yra keletas skridinių (1 pav. H ir A) skirtų nukreipti lynus aplink orlaivio fiuzeliažo konstrukcijas, taip pat lynų eigos ribotuvai (1 pav. G).

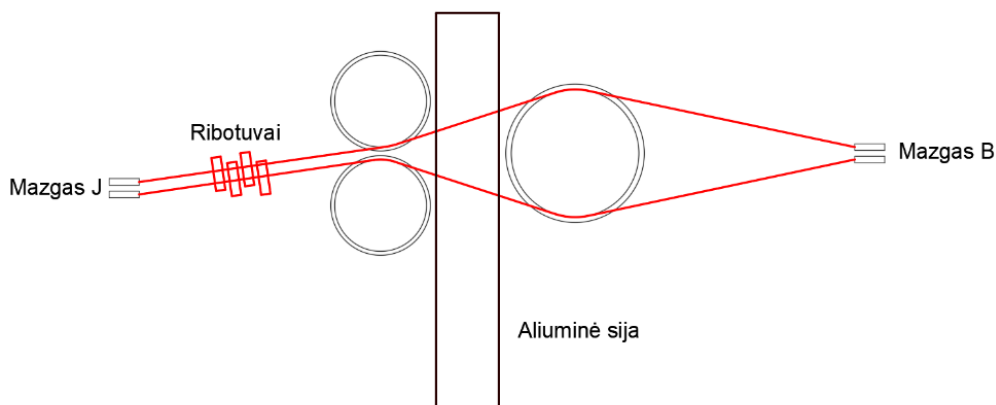
Taigi akivaizdu, kad projektuoti reikia pavaros dalį esančią tarp J ir B mazgų. Ją projektuojant reikia užtikrinti, kad lynai eitų neliesdami kitų stendo komponentų, taip pat numatyti ribotuvų sumontavimo vietą. Lynai, juos perkėlus į stendą, turės būti sutrumpinti.

Atsižvelgiant į mokomąją stendo paskirtį tikslinga naudoti tik orlaivyje esančias/ius arba aviacijoje naudojamas/us medžiagas, sprendimus ir komponentus.

Pavaros dalies projektavimas

Apžvelgus ir apmatavus jau pagamintą stendo dalį nuspręsta skridinius, skirtus lynams nuvesti aplink kitus stendo komponentus, sumontuoti ant viduryje stendo esančios aliuminės sijos. Skridinius reikia sumontuoti taip, kad jie užtikrintų tinkamą tarpusavio atstumą tarp lynų sumontuoti ribotuvams.

Skridinių sumontavimo schema numatyta 2 pav.:

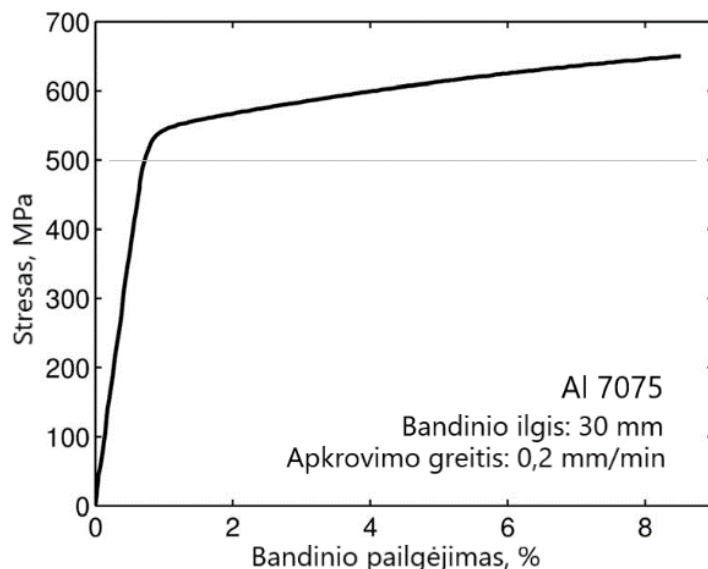


3 pav. Projektuojamos pavaros dalies schema. Schemoje matomi apskritimai yra skridiniai (vaizdas iš viršaus) išmontuoti iš orlaivio Cessna 172.

Šaltinis: sudaryta autorių.

Kadangi sistemoje esančioje skrendančiame orlaivyje metaliniai lynai turi būti įtempti, jie turi būti įtempti ir imitaciniame stende. Pakeitus lynų kelią pasikeičia ir jų tvirtinimo elementus veikiančios jėgos, todėl tikslinga jas apskaičiuoti ir parinkti tinkamus tvirtinimo elementus.

Analizuojant numatytą schemą matoma, kad didžiausia skersinė jėga ir lenkimo momentas veiks mažesnįjį, apatinį skridinį, todėl tvirtinimo elementai parenkami ne silpnesni, nei jam reikalingi. Skridiniai prie aliuminės sijos bus pritvirtinti varžtais. Tvirtinimo elementams/varžtams parenkama medžiaga yra dažnai aviacijoje naudojamas 7075 klasės aliuminio lydinys.

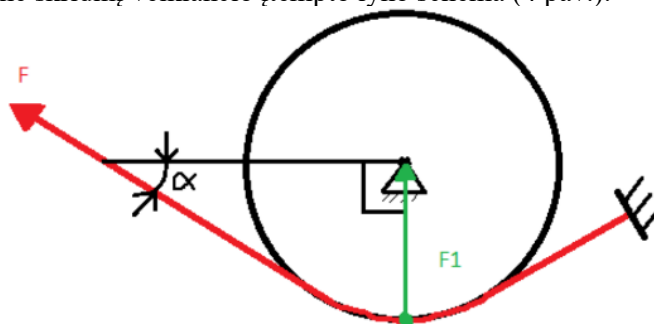


4 pav. 7075 klasės aliuminio lydinio tempimo bandymo grafikas.

Šaltinis: https://www.researchgate.net/figure/Representative-uniaxial-stress-strain-curve-for-aluminium-alloy-7075-T6-in-the-direction_fig9_303379809.

Siekiant išvengti tvirtinimo elementų žymių deformacijų, skaičiavimams maksimaliai galimas streso lygis pasirenkamas iki 100 MPa (3 pav.).

Sudaroma geometrinė skridinį veikiančio įtempto lino schema (4 pav.):



5 pav. Įtempto lino nutiesto per skriemulį skaičiavimo schema. Čia F – jėga, kuria įtemptas lynas; $F1$ – jėga kuria lynas veikia skriemulį; α – kampas tarp lino ir statmens.

Šaltinis: sudaryta autorių.

Lyno įtempimo jėga pagal aptarnavimo instrukcijas: $F = 20 \text{ lbs} = 88,964 \text{ N} \approx 89 \text{ N}$.

Kampas tarp lino ir statinio: $\alpha = 13,5^\circ$.

Jėga $F1$ veikianti skridinį apskaičiuojama pagal formulę:

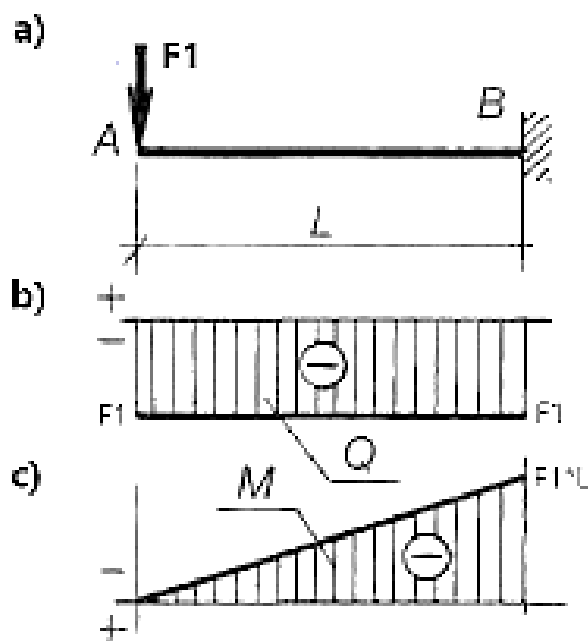
$$F1 = F \cdot \sin(\alpha);$$

(1)

$$F1 = 89 \text{ N} \cdot \sin(13,5^\circ) = 89 \cdot 0,233 = 20,737 \text{ N} \approx 21 \text{ N}.$$

Atsparumo lenkimui skaičiavimas

Siekiant apskaičiuoti mažiausią galimą varžto skersmenį reikia įvertinti jį veikiančias lenkimo jėgas. Tam sudaroma skaičiavimo schema, skersinės jėgos ir lenkimo momento diagramos (5 pav.):



6 pav. Tvirtinimo elementą veikiančių skersinės jėgos ir lenkimo momento diagramos. Čia a – skaičiavimo schema; A – jėgos pridėties vieta; B – įtvirtinimo vieta; F1 – koncentruota jėga veikianti varžtą; L – atstumas nuo įtvirtinimo taško iki jėgos pridėties vietos; b – skersinės jėgos diagrama; c – lenkimo momento diagrama.

Šaltinis: sudaryta autorių.

Lynas skriemulį veikia per vidurį, taip pat tarp skriemulio ir tvirtinimo plokštumos reikia įdėti poveržlę, kuri neleis jiems trintis ir susidėvėti skridiniu sukantis. Vadinasi atstumą L, nuo tvirtinimo taško iki jėgos pridėties vietos, sudaro pusę skridinio storio ir poveržlės storis.

$$L = \frac{\text{skridinio storis}}{2} + \text{poveržlės storis}; \quad (2)$$

$$L = \frac{7 \text{ mm}}{2} + 2 \text{ mm} = 5,5 \text{ mm} = 0,0055 \text{ m}.$$

Apžvelgus lenkimo momento diagramą (5 pav. c) matoma, kad didžiausias lenkimo momentas susidarys varžto įtvirtinimo taške B, todėl tvirtinimo elemento mažiausias galimas skersmuo bus skaičiuojamas pagal jį.

Lenkimo momentas taške B:

$$M = F1 * L; \quad (3)$$

$$M = 21 \text{ N} * 0,0055 \text{ m} = 0,1155 \text{ Nm}.$$

Tvirtinimo elemento minimalus galimas skersmuo skaičiuojamas pagal formules:

$$W_x = 0,0982 * d^3, \quad (4)$$

čia d – tvirtinimo elemento skersmuo.

$$\sigma_{\text{maks}} = \frac{M}{W_x} \leq \sigma_{\text{adm}}, \quad (5)$$

čia σ_{maks} – didžiausieji normaliniai įtempiai; M – lenkimo momentas; W_x – skerspjūvio ašinis atsparumo momentas, σ_{adm} – didžiausieji leistini normaliniai įtempiai.

Apjungę 4 ir 5 formules išreiškiame dydį d ir apskaičiuojame:

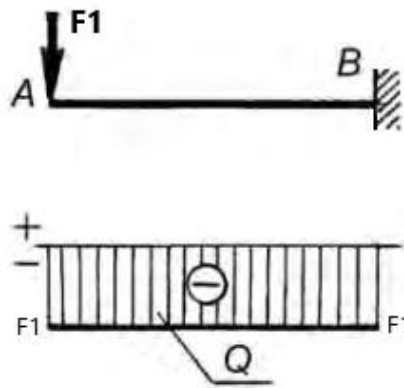
$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{M}{W_x} = \frac{M}{0,0982 * d^3};$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{0,0982 * \sigma_{\text{adm}}}} = \sqrt[3]{\frac{0,1155}{0,0982 * 100}} = 0,002274173 \text{ m} = 2,274173 \text{ mm} \approx 2,275 \text{ mm}.$$

Pagal lenkimo sąlygą, tvirtinimo elemento, pagaminto iš 7075 aliuminio lydinio, skersmuo neturėtų būti mažesnis nei 2,275 mm.

Atsparumo kirpimui skaičiavimas

Atsižvelgus į konstrukciją veikiančią skersinę jėgą Q (6 pav.) galime apskaičiuoti mažiausią tvirtinimo elemento skersmenį, reikalingą atlaikyti jį kerpančioms jėgoms.



7 pav. Tvirtinimo elementą veikiančios skersinės jėgos diagrama. Čia F_1 – tvirtinimo elementą veikianti lyno įtempimo jėga; A – jėgos pridėties vieta; B – įtvirtinimo vieta; Q – skersinė jėga.

Šaltinis: sudaryta autorių.

Šiuo atveju kirpimo jėga F lygi skersinei jėgai Q :

$$F = Q = 21 \text{ N.}$$

Didžiausieji tangentiniai kirpimo įtempimai randami pagal formulę:

$$\tau_k = \frac{F}{A_k}, \quad (6)$$

čia τ_k – didžiausieji leidžiami tangentiniai kirpimo įtempimai; F – kirpimo jėga; A_k – kerpamo skerspjūvio plotas.

Kadangi tvirtinimo elementas (varžtas) yra apvalaus skerspjūvio, jis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$A_k = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2, \quad (7)$$

čia π – konstanta, kurios reikšmė 3,141; d – tvirtinimo elemento skersmuo.

Apjungus formules 6 ir 7 išreiškiame dydį d ir apskaičiuojame:

$$\tau_k = \frac{F}{\pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2};$$

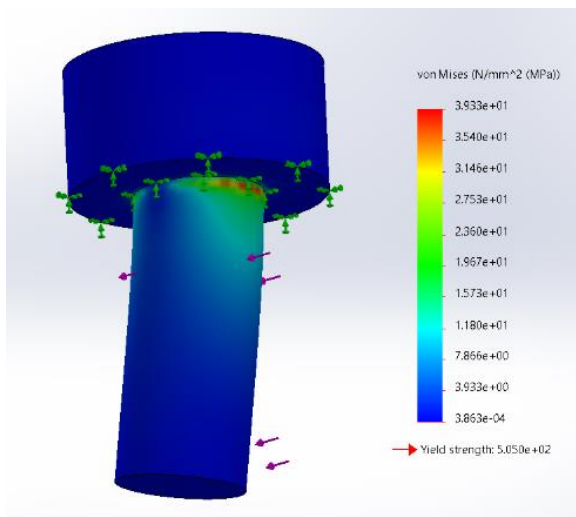
$$d = 2 * \sqrt[2]{\frac{F}{\tau_k * \pi}} = 2 * \sqrt[2]{\frac{21}{100 * 3,141}} = 5,17137075 * 10^{-4} \text{ m} = 0,5171 \text{ mm} \approx 0,518 \text{ mm}.$$

Pagal kirpimo sąlygą, tvirtinimo elemento, pagaminto iš 7075 aliuminio lydinio, skersmuo neturėtų būti mažesnis nei 0,518 mm, pagal lenkimo sąlygą 2,275 mm. Remiantis lenkimo sąlyga reikalingas didesnis skersmens tvirtinimo elementas (2,275 mm > 0,518 mm).

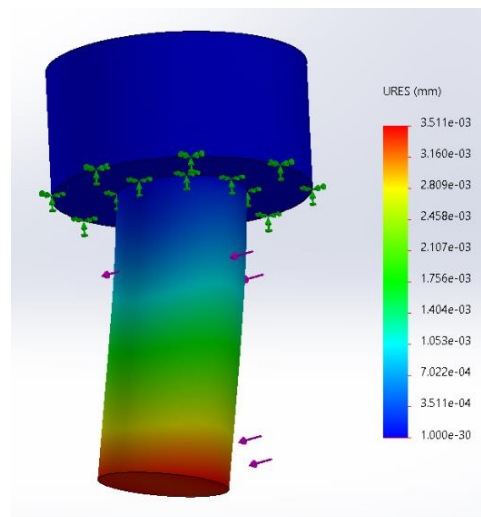
Tvirtinimo elementas – varžtas parinktas iš jau turimų, išmontuotų iš orlaivio. Pasirinktas 4 mm skersmens iš aliuminio lydinio, pagamintas varžtas. Varžto skersmuo, didesnis už apskaičiuotą minimalų: 4 mm / 2,275 mm $\approx$ 1,76 karto. Tai užtikrins reikiamą skridinio tvirtinimo mazgo standumą ir minimalią deformaciją. Taip pat ant 4 mm varžto skridinys užsimaus tiesiogiai, nereikės gaminti papildomų intarpų.

Kompiuterinė simuliacija

Gavus stipruminių skaičiavimų rezultatus ir parinkus varžtą tikslinga juos patikrinti kompiuterine programa SolidWorks 2020. Tam šioje programoje sukuriama varžto modelis. Parenkama medžiaga: aliuminis 7075. Varžtas įtvirtinamas už apatinės galvutės dalies (7 ir 8 pav. žalios rodyklės), skersai varžtui 21 N apkrova apkraunama galinė 7 mm ilgio varžto dalis (ten, kur su varžtu kontaktuoja skridinys; 7 ir 8 pav. violetinės rodyklės).



8 pav. Varžto simuliacija. Matomi spalvine skale pavaizduoti įtempiai. Maksimali riba – raudona spalva - 39,33 MPa.
Šaltinis: sudarytą autorių.

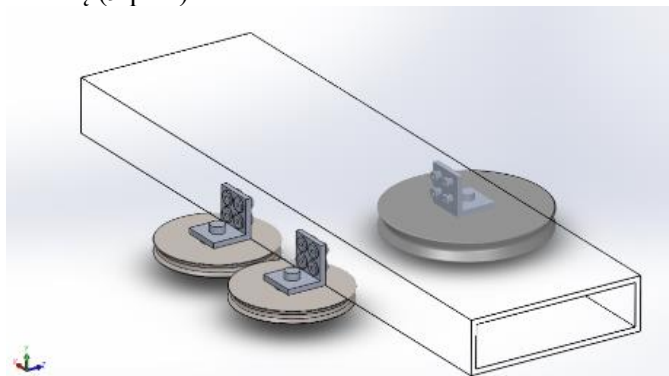


9 pav. Varžto simuliacija. Matomos spalvine skale pavaizduotos deformacijos. Maksimali riba – raudona spalva 0,003 mm.
Šaltinis: sudaryta autorių.

Apžvelgiant simuliacijos rezultatus (7 ir 8 pav.) matoma, kad maksimalūs įtempiai siekia 39,33 MPa, maksimali deformacija (varžto galo poslinkis) 0,003 mm. Tai yra akivaizdžiai užtektina ir saugu.

Pavaros sumontavimas imitaciniame stende

Įsitikinus, kad aukščio vairo trimerio pavaros naujai suprojektuoti elementai yra tinkami naudoti galima numatyti jų sumontavimo modelį (9 pav.).



10 pav. Skridinių sumontavimo modelis parengtas SolidWorks 2020 programa.
Šaltinis: sudaryta autorių.

Skridiniai turi būti sumontuoti stendo išilginėje ašyje (centre). Numatant sumontavimo schemą ir skaičiuojant tvirtinimo elementų atsparumą remtasi, kad atstumas tarp mažųjų skridinių centrų yra 67 mm, o atstumas tarp mažųjų skridinių ašies ir didžiojo skridinio centro yra 125 mm.

Išvados

1. Apžvelgta aukščio vairo trimerio koncepcija. Ši pvara yra viena iš pagrindinių orlaivio manevravimo erdvėje sistemų, ji yra itin svarbi saugiam orlaivio skrydžiui intensyviai naudojamoje oro erdvėje.
2. Pateikta Cessna 172 aukščio vairo trimerio pavaros sandara. Nustatyti šios pavaros esminiai momentai, reikalingi perkelti ją į imitacinį stendą. Atsižvelgiant į būsimą jos paskirtį imitaciniame stende ji turi būti perkelta taikant orlaivyje taikomus techninius sprendimus.
3. Atlikti naujai projektuojamų elementų stipruminiai skaičiavimai, jie patikrinti kompiuterine programa SolidWorks 2020. Naujai projektuojami tvirtinimo elementai neturėtų būti plonesni, nei 2,275 mm.

4. Remiantis stipruminių skaičiavimų rezultatais pateikta siūloma schema, pavaros sumontavimui imitaciniame stende. Naujai suprojektuota pavaros dalis yra nesunkiai sumontuojama jau pradėtame konstruoti imitaciniame orlaivio valdymo sistemų stende. Ji komponuojama iš iš orlaivio išmontuotų detalių – tai užtikrina perkeltos pavaros atitikimą aviacijai keliamoms techninėms normoms.

Literatūra

1. Aircraft Hardware – What You Need to Know Part 1. Prieiga per internetą: <https://www.eaa.org/aea/aircraft-building/BuilderResources/while-youre-building/building-articles/basic-construction/aircraft-hardware-what-you-need-to-know> (žiūrėta 2021-05-06).
2. E. Dainytė, E. Štups. Techninė mechanika. Mokomoji knyga. - KTK, 2005, 98 psl.
3. Feliksas Mikuckis. Medžiagų atsparumas. Metodiniai patarimai. – Kaunas, Ardiva, 2008, 53 psl., ISBN 978-9955-896-36-4.
4. Feliksas Mikuckis. Medžiagų atsparumas. Mokomoji knyga. – Kaunas, Ardiva, 2008, 185 psl., ISBN 978-9955-896-36-4.
5. <https://en.wikipedia.org/wiki/Fly-by-wire> (žiūrėta 2020-12-18).
6. https://www.researchgate.net/figure/Representative-uniaxial-stress-strain-curve-for-aluminium-alloy-7075-T6-in-the-direction_fig9_303379809 (žiūrėta 2021-05-07).
7. Rigging and Trimming Part 2. Prieiga per internetą: <https://www.eaa.org/aea/aircraft-building/BuilderResources/while-youre-building/building-articles/control-systems/rigging-and-trimming-part-2> (žiūrėta 2020-12-18).
8. Service manual 1969 thru 1976 model 172 Skyhawk series. Revision 4. - Cessna Aircraft Company Wichita, Kansas, USA D972-4-13, - 1972 m., - 405 psl.
9. Tomas Uža. Orlaivio Cessna 172 aukščio vairo trimerio pavaros projektavimas imitaciniam stendui. Orlaivių mechanizmų techninio eksploatavimo studijų programos baigiamasis darbas. – Kaunas, 2021, 37 psl.
10. Trim tab. Prieiga per internetą: https://en.wikipedia.org/wiki/Trim_tab (žiūrėta 2020-12-17).

DESIGN OF AN ELEVATOR TRIM TAB CONTROL SYSTEM FOR THE CESSNA 172 AIRCRAFT TRAINER MODEL

Summary

Depending on the elevator trim tab system importance for safe flight, it is essential to move it from universities aircraft Cessna 172 to this airplane control systems imitation stand. This work is done to project this system in the imitation stand.

BEPILOČIO ORLAIVIO SPARNŲ PROJEKTAVIMAS

Nerijus Panavas, dr. Esmeralda Štys, Kęstutis Grigaliūnas
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Lietuvoje skraidantys robotai vis dar dažnai vertinami kaip ateities aparatai. Labai būdinga NSA užduotis yra stebėjimas arba karinių teritorijų žvalgyba. Tokioms misijoms atlikti reikalingas greitas NSA. Greitam skridimui gerai tinka trumpas sparnas, o ilgo nuotolio skrydžiui geriausiai tinkamas ilgas sparnas. Jų tvirtinimas prie liemens turi būti visiškai identiškas.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: Nepilotuojami skraidantys aparatai (NSA), lonžeronas, cirkuliacijos koeficientas, sparno profilis.

Įvadas

Nepilotuojami skraidantys aparatai (NSA) (angl. Unmanned Aerial Vehicle – UAV), lietuvių kalboje dažniau naudojamas terminas „bepiločiai orlaiviai“, tai visi radijo bangomis per nuotolį valdomi ir savarankiškai skraidantys aparatai, kurie gali gabenti fotoaparatus, įvairius jutiklius, ryšio įrangą ar bet koki naudingą krovinį.

Lietuvoje skraidantys robotai vis dar dažnai vertinami kaip ateities aparatai. Netolimoje ateityje turėtų būti pradėti plačiau naudoti ir mūsų šalyje.

Kartais ekonomiškai yra naudinga turėti vieną liemenį ir keletą komplektų sparnų skirtų jam. Tai įgalina nedidelių kaštų dėka praplėsti NSA naudojimo galimybes. Labai būdinga NSA užduotis yra stebėjimas arba karinių teritorijų žvalgyba. Tačiau atlikdami tokio tipo misijas susidursime su keliais specialiais reikalavimais. Tokioms misijoms atlikti reikalingas greitas NSA. Kita stebėjimo misija yra kai reikalinga ilgą laiką stebėti tam tikrą teritoriją, joje vykstančias veikas. Čia lemiamas faktorius yra skridimo laikas. Tokiai misijai tinka NSA turintis didelį skridimo nuotolį. Abiejų misijų stebėjimui galima naudoti tą patį jutiklių kamerų komplektą.

Greitam skridimui gerai tinka trumpas sparnas, o ilgo nuotolio skrydžiui geriausiai tinkamas ilgas sparnas. Vienam liemeniui reikalingi du komplektai skirtingo ilgio sparnų. Tačiau jų tvirtinimas prie liemens turi būti visiškai identiškas.

Darbo tikslas: suprojektuoti keičiamų sparnų komplektą NSA.

Uždaviniai tikslui pasiekti:

1. Apžvelgti NSA vystymosi ir panaudojimo galimybių raidą.
2. Išanalizuoti NSA pagal paskirtį, tipines konstrukcijas bei medžiagas.
3. Atlikti naujai suprojektuotų elementų stipruminius skaičiavimus.

NSA vystymosi ir panaudojimo galimybių raida.

NSA raida prasidėjo Antrojo pasaulinio karo pabaigoje ir dabar sėkmingai plėtojama įtraukiant vis įvairesnes panaudojimo sferas (pvz. prekių, donorų organų pristatymas, karinės misijos). Vis daugiau misijų, kurios buvo atliekamos tradicinės aviacijos pereinama dronų atsakomybėn.

NSA tipinės konstrukcijos pagal paskirtį ir medžiagas.

NSA klasifikacija atliekama pagal: orlaivio masę, atliekamas užduotis, valdymo principus ar sparno apkrovos rodiklius. Didžiausias dėmesys skirtas stiklo ir anglies pluošto kompozitų analizei, kurie plačiausiai naudojami lengvų NSA gamyboje.

Orlaivio ir sparno stipruminiai skaičiavimai.

Projektuojamas NSA. Apskaičiuojant OL (1 pav.) maksimalią kilimo masę priimame, kad OL masė susideda iš atskirų OL agregatų masių. OL maksimalios kilimo masės lygtis [3]:

$$m_0 = m_{kam} + m_{p.spar} + m_{irang} + m_{g.spar} + m_k + m_{uod} + m_j \quad (1)$$

čia m_0 – visa orlaivio masė; m_{kam} – kameros masė; $m_{p.spar}$ – priekinio sparno masė; m_{irang} – įrangos masė; $m_{g.spar}$ – galinio sparno masė; m_k – kuro masė; m_{uod} – uodegos masė; m_j – jėgainės masė.

Priskirtos agregatų masės: $m_{kam} = 1$ kg; $m_{p.spar} = 4$ kg; $m_{irang} = 8$ kg; $m_{g.spar} = 10$ kg.

OL maksimalios kilimo masės: $m_0 = 1+4+8+10+14+2+11=50$ kg;

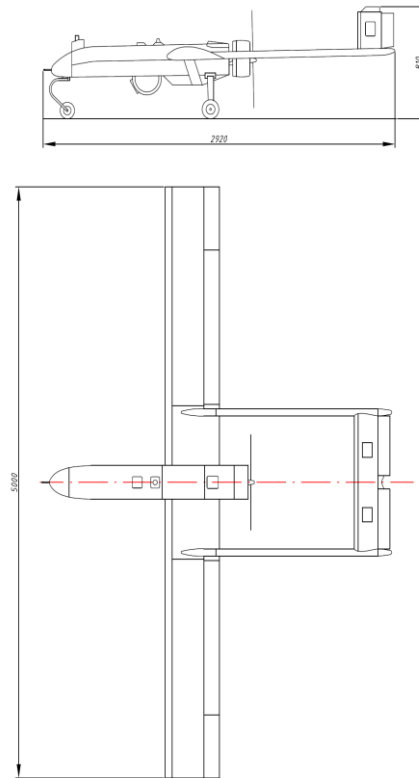
OL kuro bakai yra sumontuoti sparnuose, kiekvieno bako talpa yra $m_{k.talp} = 10$ ltr., kuro tankis $\rho=0.7$.

Apskaičiuojama kuro masė:

$$m_k = \rho \cdot m_{k.talp} = 0.7 \cdot 20 = 14 \text{ kg};$$

(2)

čia: $m_{uod} = 2$ kg; $m_j = 11$ kg.



1 pav. Orlaivio projekcijos. [3]

Vidurinę aerodinaminę stygą galima paskaičiuoti dviem būdais:

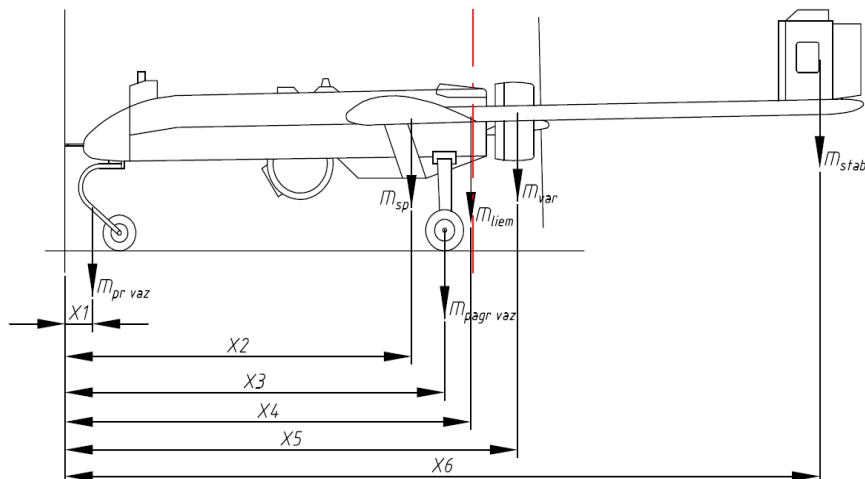
1. Skaičiuoti pagal formulę [3]:

$$b_{VAS} = \frac{4}{3} \cdot \left[\frac{\eta \cdot (\eta + 1) + 1}{(\eta + 1)^2} \right] \cdot \sqrt{\frac{S}{\lambda}}; \quad (3)$$

2. Rasti grafiniu būdu.

Pasirinktas grafinis būdas. Kadangi projektuojamas sparnas nėra plonėjantis o lygus, dėlto šio sparno vidurinė aerodinaminė styga yra sparno plotis.

Norint paskaičiuoti OL masės centruotę, reikia nurodyti kiekvieno elemento buvimo vietą ir tai padarysime nusibraižę orlaivį iš šono ir kiekvieną elementą atstumą nuo OL nosies atidėsime koordinatinių sistemoje (2 pav.).



2 pav. OL elementų išdėstymo schema. [3]

Turėdami mases ir elementų išdėstymą galime susidaryti bendrą OL centruotės duomenų lentelę (1 lentelė):

1 lentelė

OL centruotės duomenys

Eil.Nr.	Elemento pavadinimas	m_i , [kg]	x_i , [m]	$m_i \cdot x_i$, [kgm]
1.	Kamera	1	0,0704	0,0704
2.	Priekinis sparnas	4	0,506	2,024
3.	Įranga	8	1,5	12
4.	Galinis sparnas	10	1,82	18,2
5.	Kuras	14	1,87	26,18
6.	Uodega	2	2,141	4,282
7.	Jėgainė	11	2,247	24,717
	Suma	50		87,473

$$X_A = \frac{87.473}{50} = 1.749 \text{ m.} \quad (4)$$

čia: $b_{VAS} = 0,45 \text{ m.}$

Atstumas nuo orlaivio priekio iki vidutinės aerodinaminės stygos:

$$X_B = 1,7 \text{ m.}$$

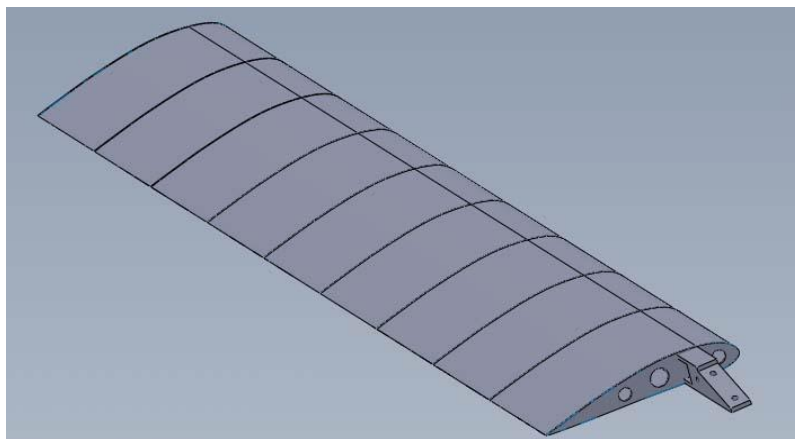
$$X_{A0/0} = \frac{X_A - X_B}{b_{VAS}} \cdot 100\% \quad (5)$$

$$X_{A0/0} = \frac{1.749 - 1.7}{0.45} \cdot 100 = 10.992\%$$

OL masių centruotė yra teisinga, kadangi tokio tipo OL (anties tipo sparnų) centruotė turi tilpti į 5% - 15% ribas. Be to šio OL centruotę galima lengvai keisti perdėjus įrangą toliau arba arčiau nuo OL nosies. Lengvas centruotės koregavimas yra labai patogus šiuo atveju kai yra keičiami OL sparnai. Pakeitus sparnus gali pasikeisti centruotė, tada šiek tiek pakeičiame įrangos padėtį ir ištaisome centruotę.

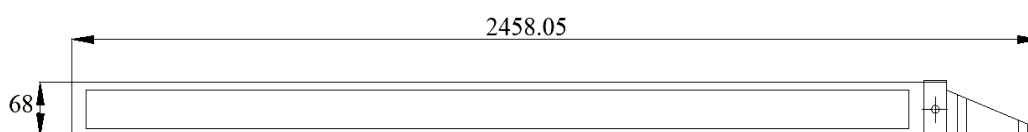
Sparno stipruminiai skaičiavimai

Suprojektuotas nepilotuojamas OL yra su keičiamais sparnais. Sparnai turi būti lengvai pakeičiami – lengvai išardomi ir greitai sumontuojami. Tam reikalingas paprastas ir kartu gerai atlaikantis apkrovas sparno tvirtinimas. Sparno (3 pav.) pagrindinis elementas yra sparno lonžeronas, tad galima laikyti, kad visos sparną veikiančios jėgos yra perduodamos lonžeronui. Dėl to stipruminius skaičiavimus atliksime lonžeronui. Skaičiuosime jėgas, padalinę lonžeroną (4 pav.) į 8 lygias dalis (5 pav.).



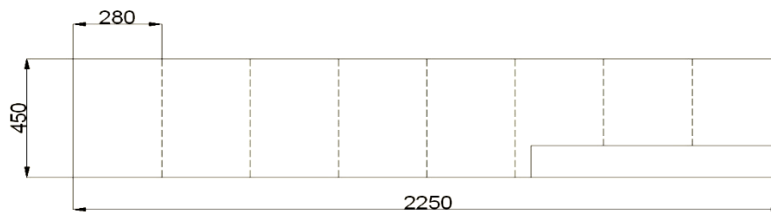
3 pav. Ilgas sparnas.

Šaltinis: sudaryta autorių.



4 pav. Ilgas lonžeronas.

Šaltinis: sudaryta autorių.



5 pav. Sparno padalinimas.

Šaltinis: sudaryta autorių.

Pasirenkama lonžerono medžiaga - anglies pluoštas SM315 (2 lentelė).

2 lentelė

Anglies pluošto parametrai

Pavadinimas	Skaitinė reikšmė	Matavimo vienetai
Elastingumo modulis	$1,31 \cdot 10^{11}$	N/m ²
Puasono koeficientas	0,3	
Tankis	1528	kg/m ³
Leistini įtempiai	$2,42 \cdot 10^9$	N/m ²

Norint paskaičiuoti lonžeroną veikiančias jėgas reikia apskaičiuoti perkrovas [4].

$$n_{sk} = n_{eks} \cdot f \quad (6)$$

čia: n_{eks} – eksplotaciniai perkrovimai; f - atsargos koeficientas (aviacijoje $f = 1.5$);

Eksplotacinius perkrovimus priskiriame:

- $n_{eks} = 4$ (teigiami perkrovimai);
- $n_{eks} = -2.5$ (neigiami perkrovimai);
- $n_{sk} = 4 \cdot 1.5 = 6$ (teigiama perkrova)
- $n_{sk} = -2.5 \cdot 1.5 = -3.75$ (neigiama perkrova)

Skaičiuojame ilgą sparną veikiančių jėgų diagramą. Sparną veikia svorio ir dinaminė jėgos.

Skaičiuodami svorio jėgą pradžioje apskaičiuojame sparno elementų mases:

$$q_m = \frac{n_{sk} \cdot m_{sp}}{S_p}; \text{ kg/m}^2 \quad (7)$$

čia: m_{sp} – sparno masė; S_p – sparno plotas; $m_{sp} = 12 \text{ kg}$; $S_p = 2.025 \text{ m}^2$.

Sparno elementų masės, kai $n_{sk} = 6$ [4]

$$Q_{M_1} = q_m l_1 b \quad (8)$$

$$Q_{M_i} = Q_{M_{i+1}} + q_m l_{i+1} b \quad (9)$$

čia: l_1 – vieno sparno elemento ilgis, $l_1 = 0.28 \text{ m}$; b_i – kiekvieno sparno elemento styga, kadangi sparnas yra staciakampio formos, tai pvisu sparno elementų stygos yra vienodos $b = 0.45 \text{ m}$.

Norint apskaičiuoti dinamines jėgas, reikia žinoti cirkuliaciją. Cirkuliacijos koeficientas (W) pateikiamas 3 lentelėje:

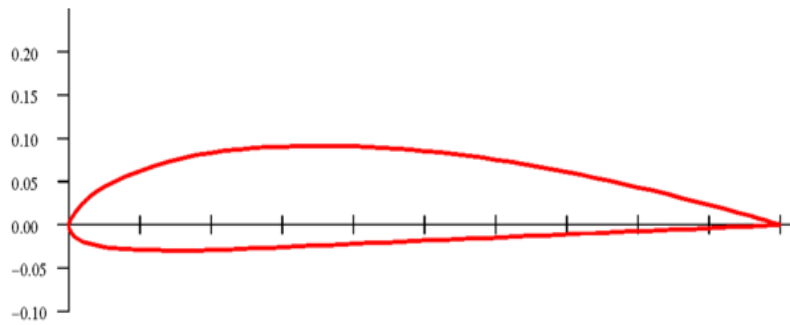
3 lentelė

Cirkuliacijos koeficientas

λ	1	2
W_0	0	0
W_1	0.7595	0.5151
W_2	0.9138	0.6513
W_3	0.9954	0.8032
W_4	1.0457	0.8988
W_5	1.0765	0.981
W_6	1.0961	1.059
W_7	1.1096	1.1299
W_8	1.1196	1.189
W_9	1.1261	1.2363

Cirkuliacijos koeficientas parenkamas pagal sparno proilgio λ reikšmę. Nagrinėjamų sparnų proilgis – trumpojo sparno – 1, o ilgojo sparno – 2.

Taip pat pateikiame sparnams parinkto profilio „CLARK Y“ (6 pav.) charakteristikas.



6 pav. Sparno profilis „CLARK Y“.
Šaltinis: sudaryta autorių.

4 lentelė

Profilio koordinatės

X	0	1,25	2,5	5	7,5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
Y _{aukštyn}	3,50	5,45	6,50	7,90	8,85	9,60	10,69	11,36	11,70	11,00	10,52	9,15	7,35	5,22	2,80	1,49	0,12
Y _{žemyn}	3,5	1,93	1,47	0,93	0,63	0,42	0,15	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Profilio aerodinaminiai duomenys: 1) profilio storis – 11,7 %; 2) išlinkimas – 3,4%; 3) keliamosios jėgos koeficientas $C_y = 1.311$; 4) dinaminės jėgos diagrama kai $n_{sk} = +6$.

$$q_d = \frac{n_{sk} \cdot m \cdot W}{l}; \quad (10)$$

čia: l – sparnų mostas, $l = 4,79$ m; m – orlaivio masė, $m = 50$ kg; dinaminės jėgos diagrama kai $n_{sk} = 6$.

$$Q_{d1} = q_1 l_1 = \frac{n_{sk} \cdot m \cdot W}{l} \cdot l_1 \quad (11)$$

$$Q_{di+1} = Q_{di} + q_{i+1} l_{i+1} \quad (12)$$

Sparno elementų svorio jėgos:

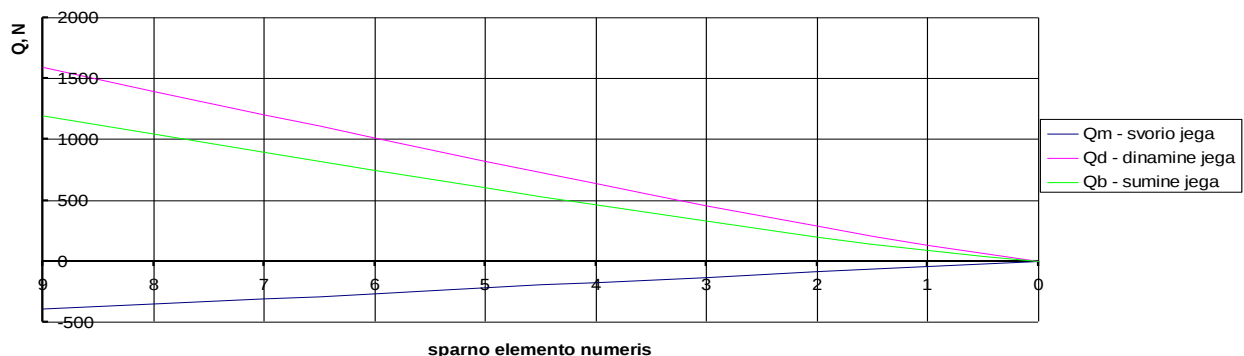
5 lentelė

Svorio jėgos

Q_{mi} (N)	Q_{di} (N)
44	131
88	288
132	459
176	639
220	824
264	1013
308	1204
352	1396
396	1590

Gautus rezultatus atvaizduojame grafike (7 pav.):

Sparną veikiančios jėgos, kai perkrovos koeficientas teigiamas



7 pav. Jėgų pasiskirstymas.

Šaltinis: sudaryta autorių.

Svorio jėgos diagrama kai $n_{sk} = -3,75$; Dinaminės jėgos diagrama kai $n_{sk} = -3.75$

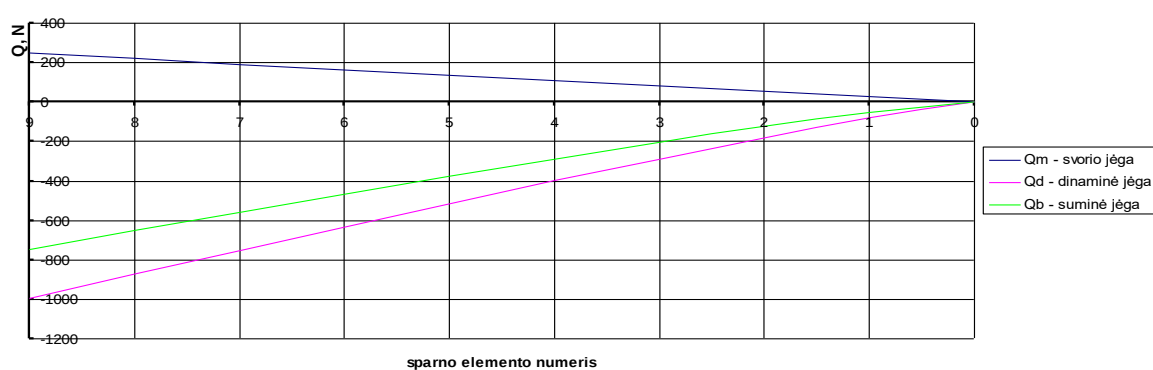
Sparno elementų svorio jėgos:

6 lentelė

Svorio jėgos	
Q_{mi} (N)	Q_{di} (N)
-27	-82
-55	-180
-82	-287
-110	-399
-137	-515
-165	-633
-192	-752
-220	-873
-247	-994

Gautus rezultatus atvaizduojame grafike (8 pav.).

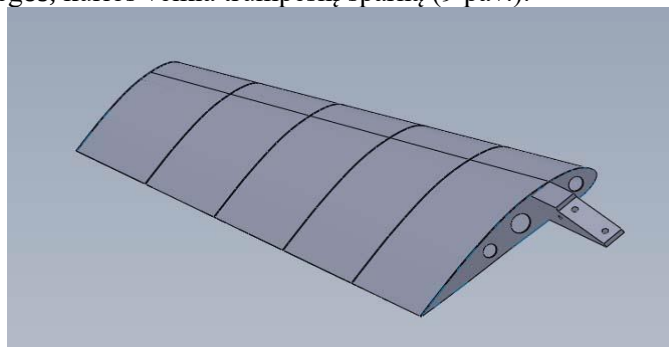
Sparną veikiančios jėgos, kai perkrovos koeficientas neigiamas



8 pav. Jėgų pasiskirstymas.

Šaltinis: sudaryta autorių.

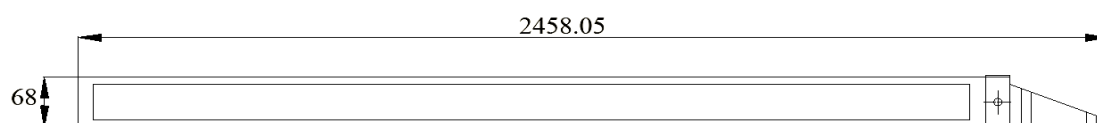
Apskaičiuojamos jėgos, kurios veikia trumpesnę sparną (9 pav.).



9 pav. Trumpas sparnas.

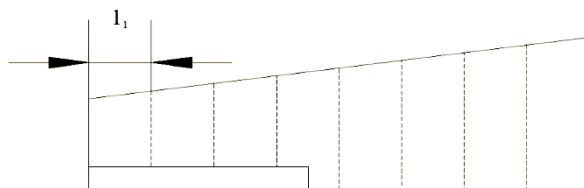
Šaltinis: sudaryta autorių.

Kaip ir pirmąjį kartą šito sparno lonžeronui (10 pav.) paskaičiuojamos veikiančios jėgos.



10 pav. Trumpas lonžeronas.

Šaltinis: sudaryta autorių.



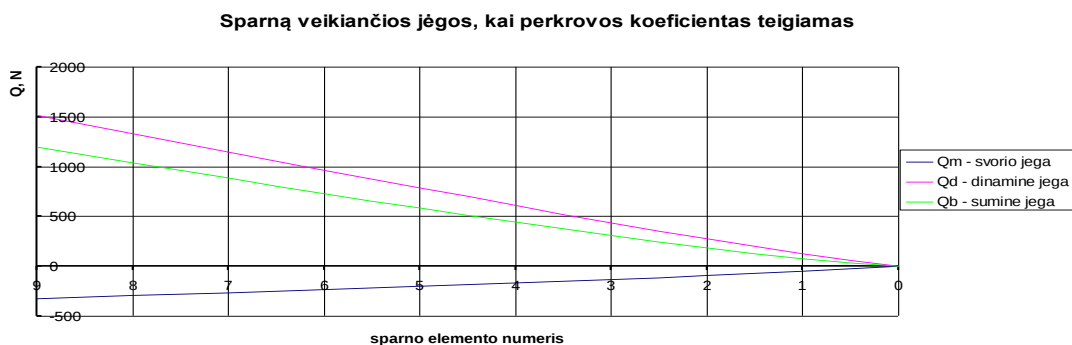
11 pav. Sparno elementai.
Šaltinis: sudaryta autorių.

Sparno elementų svorio jėgos:

7 lentelė

Svorio jėgos	
Q _{mi} (N)	Q _{mi} (N)
45	125
87	275
128	439
166	610
201	787
235	967
266	1150
294	1334
321	1519

Gautus rezultatus pavaizduoju grafike 12 pav.



12 pav. Jėgų pasiskirstymas.
Šaltinis: sudaryta autorių.

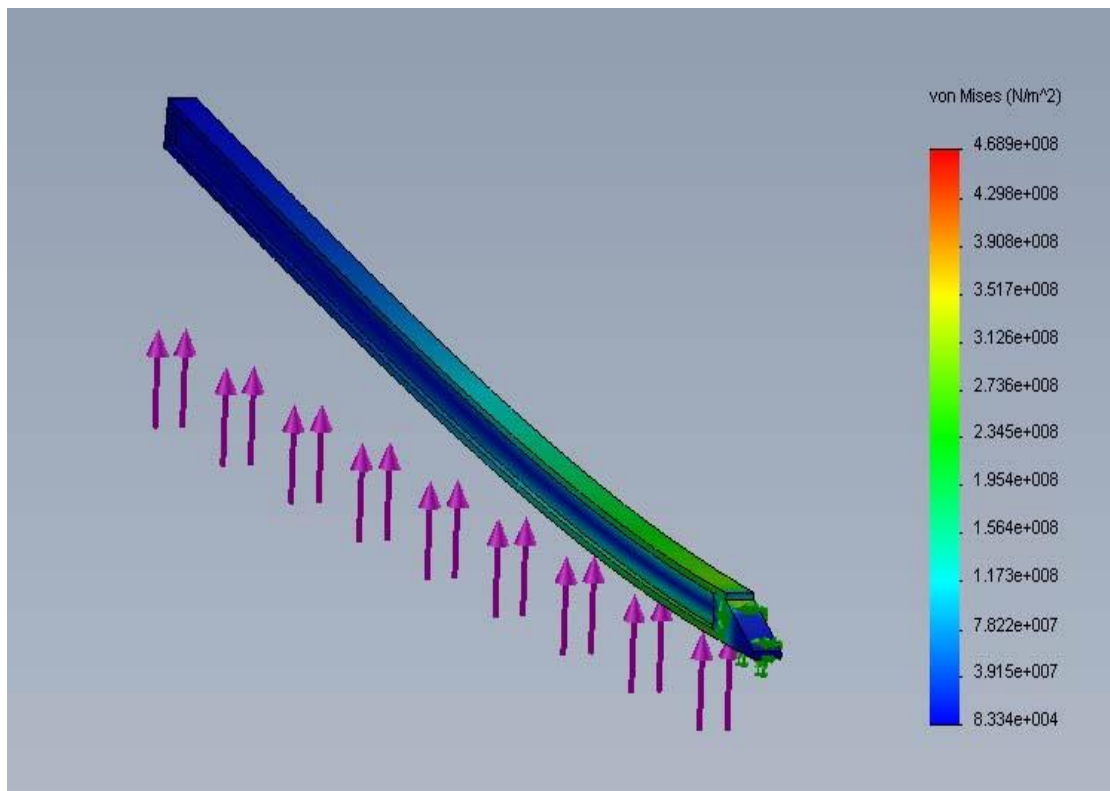
Iš 30 pav. matome, kad masinė ir dinaminės jėgos yra priešingo ženklo – masinė neigiamo, dinaminė teigiamo. Bet dinaminė yra kur kas didesnė tai ir suminė jėga yra teigiamo ženklo. Taip pat 30 pav. matosi kaip jėgos pasiskirsto per visą lonžerono ilgį.

Lonžerono stiprumo skaičiavimas

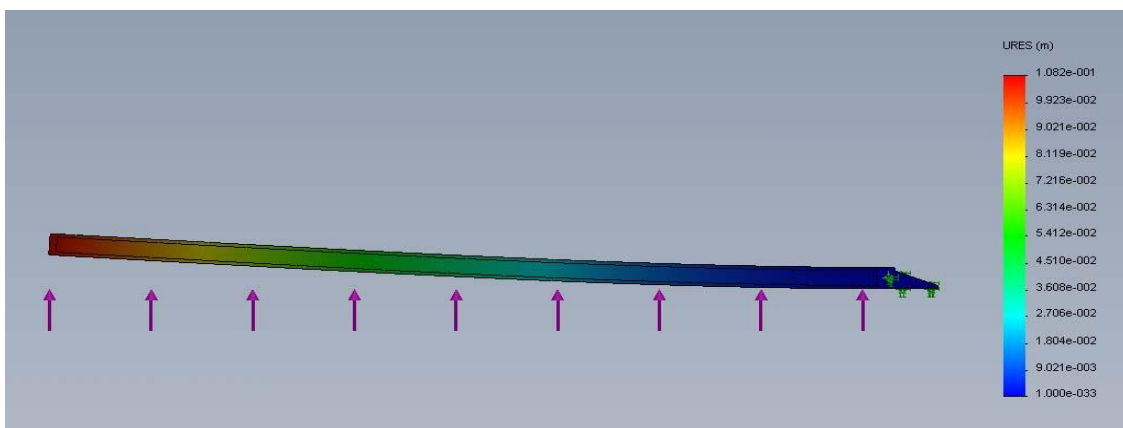
Lonžerono stiprumą skaičiuosime abiems variantams, t. y. ilgam ir trumpam sparnui. Ilgo lonžerono stipruminius skaičiavimus baigtiniais elementais atlieku su SolidWorks programa. Medžiaga: Kompozitas – anglies pluošto SM315 pagrindu.

Lonžeronas yra įtvirtinamas trijuose taškuose, o 9 jėgos lonžerone pasiskirsto per visą ilgį. Matome kad maksimalūs įtempiai yra $4,689 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$, o kompozitinės medžiagos leistini įtempiai $2,42 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2$. Tai reiškia, kad atsargos koeficientas yra 5,2. Gautas didelis atsargos koeficientas leidžia sumažinti anglies kiekį kompozitinėje medžiagoje arba lonžerono skerspjūvio matmenis.

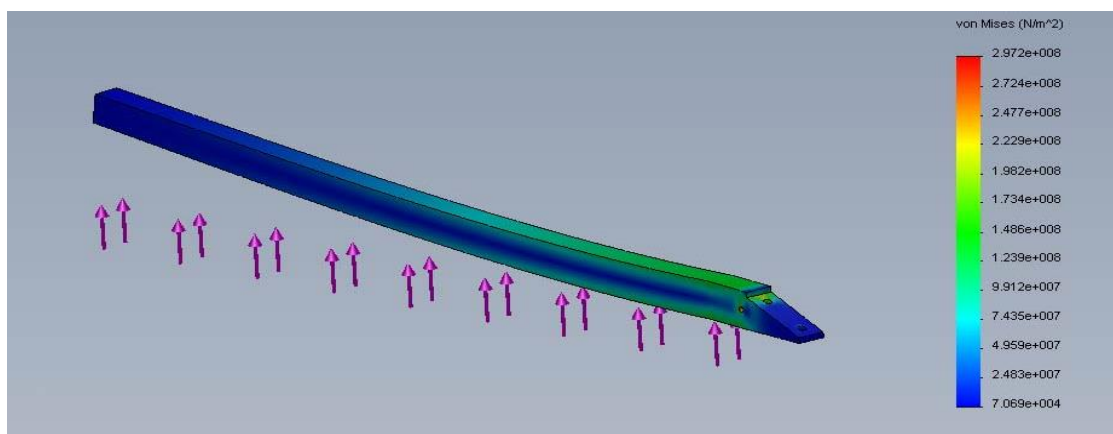
Taip pat skaičiuojant sparno atsparumą, reikia atkreipti dėmesį į lonžerono galo poslinkį, nuo veikiančių jėgų. Jei lonžeronas turėtų didelį poslinkį sparnas netektų savo kelemosios jėgos. Lonžerono poslinkį taip pat kaip ir apkrovą galima apskaičiuoti pasinaudojant COSMOS works programa (14 pav.).



13 pav. Lonžerono apkrovos.
Šaltinis: sudaryta autorių.



14 pav. Lonžerono poslinkis.
Šaltinis: sudaryta autorių.



15 pav. Lonžerono apkrovos.
Šaltinis: sudaryta autorių.

Sparno lonžerono poslinkis veikiant apkrovoms yra 0,11 m, gautas lonžerono galo poslinkis nėra didelis, nes lonžerono ilgis yra 2,459 m. Viso sparno poslinkis bus mažesnis, nes čia nebuvo įvertinti kiti sparno konstrukciniai elementai: sparno danga, stringeriai ir nerviūros.

Skaičiuojant trumpojo sparno lonžeroną tvirtinimo sąlgos priimamos tokios pačios kaip ir ilgojo sparno lonžeronui.

Pakeitus sparną, jo lonžeronas, taip pat kaip ir pirmasis atlaikys apkrovą. Iš 15 paveikslo matyti, kad šiam lonžeronui didžiausia veikiama jėga yra $2,972 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$, o atsargos koeficientas yra 8,1.

Išvados

1. Išanalizuota NSA raida, kuri prasidėjo Antrojo pasaulinio karo pabaigoje ir dabar sėkmingai plėtojama įtraukiant vis įvairesnes panaudojimo sferas (pvz. prekių, donorų organų pristatymas, karinės misijos). Vis daugiau misijų kurios buvo atliekamos tradicinės aviacijos pereinama dronų atsakomybėn.

2. Pateikta NSA klasifikacija, kuri atliekama pagal orlaivio masę, atliekamas užduotis, valdymo principus ar sparno apkrovos rodiklius. Didžiausias dėmesys skyrtas stiklo ir anglies pluošto kompozitų analizei, kurie plačiausiai naudojami lengvų NSA gamyboje. Išanalizuotos tipinės sparnų konstrukcijos, jų tvirtinimas prie liemens.

3. Atlikti suprojektuotų elementų stipruminiai skaičiavimai. Suskaičiuotas suprojektuoto sparno lonžeronų stiprumas: 1) ilgojo sparno lonžeroną veikia 468.9 MPa įtempiai, atsargos koeficientas 5.2; 2) trumpojo sparno lonžeroną veikia 297.2 MPa įtempiai, atsargos koeficientas 8.1. Tikėtinose eksploatacijos sąlygose lonžeronai turi pakankamą stiprumą. Su trumpu sparnu NSA išvysto 103 km/h greitį, o su ilgu sparnu – 68 km/h greitį. Su ilgu sparnu NSA gali skristi didesnę atstumą t. y. ilgiau išbūti ore.

Literatūra

1. NAS apžvalga. Aviacijos ateitis: lėktuvai be pilotų. [žiūrėta 2019-04-10]. Prieiga per Internetą: <http://www.zebra.lt/lt/vyrams/technika/Aviacijos-ateitis-lektuvai-be-pilotu-2008-09-05.html>
2. Bepilotis orlaivis. NSA klasifikacija. [žiūrėta 2019-04-15]. Prieiga per Internetą: http://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle
3. Rosario O. Negri. Interchangeable wing aircraft. Grumman Aerospace Corp. Patent Nr US4417708A. [žiūrėta 2019-04-30]. Prieiga per internetą: <http://www.google.com/patents?id=yH0-AAAAEBAJ&dq=Interchangeable+wing>
4. Hermann Neuhierl. Model aircraft constructions. Grumman Aerospace Corp. Patent Nr US4148450A. [žiūrėta 2019-04-30]. Prieiga per internetą: <http://www.google.com/patents?id=UUA AAAEBAJ&dq=Model+aircraft+construction>
5. Donovan R Berlin. Wing and fuselage constructions. Grumman Aerospace Corp. Patent Nr US4148450A. [žiūrėta 2019-04-30]. Prieiga per internetą: <http://www.google.com/patents?id=KxJFAAAAEBAJ&dq=WING+AND+FUSELAGE+CONSTRUCTION>
6. Kompozitinės medžiagos. [žiūrėta 2019-04-15]. Prieiga per Internetą: http://www.global-defence.com/2003/uavs_03.html
7. Turkauskas A. Orlaivių techninės priežiūros praktika. Vilnius: Technika, 2012. Prieiga per Internetą: http://dSPACE.vgtu.lt/bitstream/1/1438/1/1363-S_Turkauskas_Orlaivių_WEB.pdf

WING DESIGN OF UNMANNED AIRCRAFT APPARATUS

Summary

Robots flying in Lithuania are still often seen as the devices of the future. A very typical task of the NSA is surveillance or reconnaissance of military areas. Such missions require a rapid NSA. The short wing is well suited for fast flying and the long wing is best for long range flight. Their attachment to the torso must be completely identical.

**ELEKTRONIKOS IR ELEKTROS INŽINERIJOS KRYPTIES NAUJOVĖS BEI
PERSPEKTYVOS MOKSLE IR PRAMONĖJE**

AUTOMOBILIO AUTOMATINIŲ ŠVIESŲ SISTEMOS PROJEKTAVIMAS

Gytis Jakuntavičius, Egidijus Gelūnas, Augustinas Maniušis

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Šiame straipsnyje pateikti automobilio automatinių šviesų įjungimo sistemos projektavimo pagrindai, aprašyti automatinių šviesų įjungimo sistemos veikimo principai, atlikta panašių sistemų apžvalga, nustatyti sistemų skirtumai bei panašumai, taip pat rekomenduojamas sistemos įdiegimas automobilyje. Pagrindinis suprojektuotos automatinių šviesų sistemos privalumas tas, kad naudojant šią sistemą vairuotojo dėmesio blaškymo lygis mažėja, o tai leidžia padidinti eismo saugumą.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: eismo saugumas, automatinė sistema, šviesos srauto jutiklis, signalas, relė, žibintas.

Įvadas

Sparčiai vystantis automobilių pramonei ir technologijų plėtrai, įgaunant pagreitį automobilių pramonės gamyklos savo automobiliuose diegia įvairias naujoves. Visos dabar esančios naujos pamažu tampa kasdienybe ir palengvina žmonių buitį, darbą, sutaupo laiko, padeda išvengti pavojingų situacijų ar net išgelbėja gyvybes. Tačiau įvairūs nauji technologiniai sprendimai, naujausios automobilio komforto ar apsaugos sistemos ar patys naujausi ir moderniausi automobiliai kiekvienam žmogui gali būti per brangūs įsigyti. Dažniausiai automobilių žibintų sistemos yra pritaikytos tik to modelio ar markės automobiliui žibintų sistemai. Universalios valdymo sistemos pritaikytos visiems automobiliams palengvintų vairuotojams kelionę, suteiktų komforto ir automatiškai padarytų vairuotoją labiau matomą kitiems eismo dalyviams. Ši sistema neleis blaškyti vairuotojo dėmesio pašaliniais veiksmais, tokiais kaip jungiant žibintus, nesukeltų susirūpinimo užmiršti juos įjungti ar išjungti. Automatinis šviesų įjungimas yra automobilio automatinė šviesų įjungimo sistema, kuri gali pilnai funkcionuoti be žmogaus pagalbos, vos tik užvedus automobilį. Ši šviesų sistema pradėtų veikti, kai automobilis yra užvestas. Tuo metu iškart įjungtų gabaritinius šviesos žibintus, o saulei pradėjus leistis arba kitomis sąlygomis sumažėjus apšviestumui, įjungs artimuosius šviesos žibintus. Panašias sistemos aprašo autoriai (Akshatha ir kiti, 2015, 3p.) straipsnyje „Labview based automated car lighting“, kuriame aprašoma analogiška sistema, naudojanti panašius komponentus, tačiau šviesos jutikliu pajutusi šviesą iš priešais atvažiuojančios transporto priemonės, ši sistema neperjungia šviesos žibintus, o pakreipia automobilio žibintų reflektorius žemyn, sudarydami mažesnę pavojų kitoms transporto priemonėms. Straipsnyje (Hocenski, 2007:498-503) aprašoma sudėtingesnė sistema, kuri gali ne tik stebėti aplinką ir valdyti žibintų šviesos srauto intensyvumą reikiamu metu, bet ir pateikti prietaisų skydelyje gedimus, atsiradusius šviesų sistemoje ir užtikrinti mažiausią sistemos energijos suvartojimą.

Šis straipsnis sudaro dvi dalys: pirmoje dalyje aprašomos panašių automobilių automatinių šviesų sistemų techninės charakteristikos, funkcijos, o antroje dalyje pateikta automobilių automatinių šviesų struktūrinė ir elektrinė principinė schemas.

Darbo problema. Kokie inžineriniai būdai leistų suprojektuoti seniems automobiliams lengvai pritaikomą automatinių šviesų sistemą, kuri nesukeltų rūpesčių dėl pamirštų įjungti ar išjungti žibintų.

Tikslas– supažinus su panašiomis sistemomis, suprojektuoti automatinę šviesų įjungimo sistemą.

Uždaviniai:

1. Atlikti automatinių šviesų įjungimo sistemų apžvalgą.
2. Sudaryti automatinių šviesų sistemos struktūrinę ir elektrinę principinę schemą ir parinkti elementinę bazę.

Projektuojama sistema turi būti lengvai montuojama į automobilį ir leistų neblaškyti vairuotojo dėmesio dėl žibintų perjunginėjimo, nesukeltų eismo trikdžių ar įvykių, vos tik užvedus/užgesinus automobilį.

Automatinė automobilio šviesų valdymo sistema pradės veikti, kai automobilis bus užvestas. Tuo metu iškart įjungs dienos šviesos žibintus, o saulei pradėjus leistis arba kitomis sąlygomis sumažėjus apšviestumui, įjungs artimuosius šviesos žibintus.

Panašių automobilių automatinių šviesų sistemų apžvalga

BMW 5 serijos E60 automatinių šviesų sistema (1 pav.). Šiame automobilyje yra įmontuota moderni automatinių šviesų sistema, kurios galima nenaudoti arba palikti įjungtą automatinę padėtį ir ji visada bus aktyvi.

Ji veikia naudojant šviesos jutiklį, kuris įmontuotas prie stiklo esančio netoli salono veidrodėlio. Dienos metu šiame automobilyje šviečia vadinamos „dienos“ šviesos, o gavus tam tikrą signalą iš šviesos jutiklio mikrovaldiklis automatiškai perjungia dienos žibintus į artimąsias šviesas. Kad sistema suveikė ir įjungtos yra artimosios šviesos, vairuotojui yra pranešama iš automatiškai kartu su artimosiomis šviesomis įsijungiančio ir šviečiančio automobilio prietaisų skydelio apšvietimo. Tačiau ši sistema kartais veikia netinkamai, dėl jautraus šviesos jutiklio, vairuotojai skundžiasi, kad ir dienos metu, kai didesnis debesuotumas, tuneliuose kur apšvietimas būna geras ir nėra tamsu, įsijungia artimosios šviesos, todėl tenka pakoreguoti jutiklio signalą nustatant silpnesnį jautrumą.



1 pav. BMW 5 serijos E60 (2008) automatinė šviesų žibinai

Šaltinis: (Horatiu Boeriu. 2021)



2 pav. Audi a6 c6 automatinė šviesų sistema

Šaltinis: (Dan Read, 2012)

Audi a6 c6 (2008 m.) automatinė šviesų sistema. Šio automobilio automatinė šviesų sistema automatiškai įjungia dienos šviesas, vos tik užvedus automobilį. Sistema naudoja šviesos jutiklį, kuris yra įmontuotas priekinio stiklo viršuje, prie pat veidrodėlio esančio salone. Taip pat ši sistema gali būti integruota ir būti ne vienas, o daugiau jutiklių, tokių kaip automatinė valytuvų, linijų asistento. Tačiau, kaip ir daugumai automobilių skirtingomis oro sąlygomis, pasitaiko situacijų, kai jutikliai siunčia neteisingą informaciją, taip dienos metu, geru matomumu įjungdami artimąsias šviesas, kai to visiškai nereikia.

Lexus tolimųjų šviesų sistema (AHB). Naudodamiesi automatine tolimųjų šviesų perjungimo sistema (AHB) galima vairuoti apie šviesų perjungimą negalvojant ir nebloginant matomumo. AHB sistema (3 pav.), reaguoja į kitų automobilių priekinių žibintų skleidžiamą šviesą ir, kai reikia, automatiškai perjungia automobilio šviesas, o keliui ištuštėjus vėl įjungia tolimąsias šviesas. Dėl įmontuotos kameros AHB sistema reaguoja į dalykus, kurių žmogus iš karto gali nepastebėti. Sistema būtiniausiu momentu (nei per anksti, nei per vėlai) perjungia šviesas, kad jos neakintų kitų vairuotojų, bet kartu kiek įmanoma ilgiau apšviestų kelią. Taip išlaikomas optimalus kelio matomumas, kad būtų geriausios sąlygos pastebėti pėsčiuosius ir eismo kliūtis.

Sistema leidžia nebesirūpinti nuolatiniu šviesų perjunginėjimu ir suteikia galimybę atsipalaiduoti bei mėgautis naktiniu vairavimu, būnant užtikrintiems, kad priekyje esantis kelias yra puikiai matomas ir netrukdo kitiems eismo dalyviams. Ši sistema naudoja kamerą kuri žiūri apšviestumą, jos kiekį ir jam sumažėjus perjungia šviesas, tuo pačiu metu kamera yra integruota ir turi judesio jutiklius, kurie stebi judesį priekyje, pavyzdžiui einantį žmogų ir taip pat perjungia šviesas.

Šios sistemos privalumai, kad ši sistema naudoja kamerą matyti šviesos srautui, esančiam aplink automobilį ir sumažėjus į kamerą patenkančiam apšviestumui (vaizdui kameroje pritimus) sutemus ar įvažiavus į tunelį įjungia artimąsias žibintų šviesas, tuo pačiu metu matuoja atstumą iki priekyje esančios transporto priemonės, kad kai sutemę galėtų įjungti ilgąsias žibintų šviesas priekyje važiuojančiam automobiliui nutolus tam tikrą atstumą, kartu veikia aklosios zonos jutiklis, kuris pamatęs kliūtį kelyje perjungia tolimuosius žibintus į artimuosius. Šios sistemos trūkumas yra brangus sistemos įrengimas automobiliuose, kuriose gamykla nėra numačiusi.

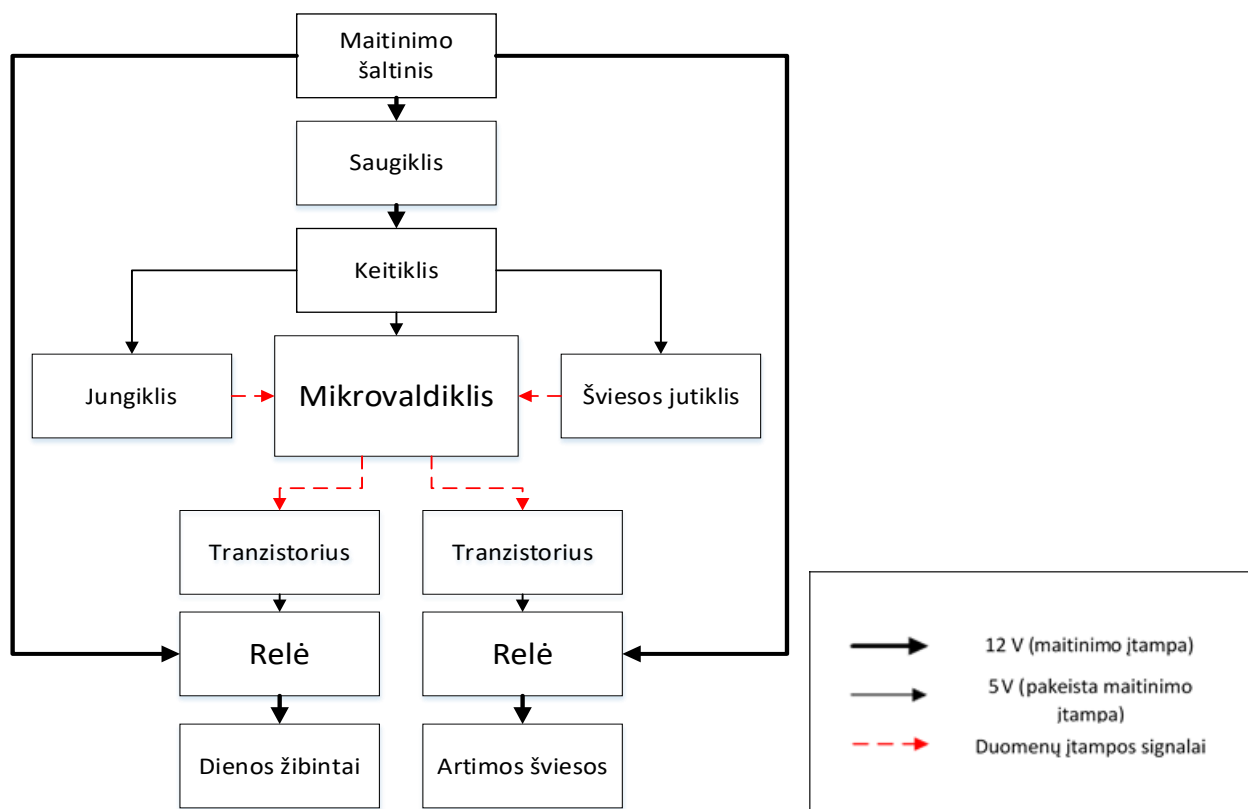


3 pav. Lexus automatinė tolimųjų šviesų sistema (AHB)
Šaltinis: (Christine Henley, 2021)

Automatinė automobilio šviesų įjungimo sistemos projektavimas

Sistemos veikimo principas. Automatinė automobilio šviesų įjungimo sistema pradės veikti mikrovaldikliui gavus tam tikrą signalą iš jungiklio, ateinančio iš maitinimo šaltinio, nes generatorius tik gavęs sužadino srovę pradeda krauti sistemą ir įtampa sistemoje padidėja. Mikrovaldiklis, pastebėjęs šaltinio įtampos pokytį, supras, kad automobilis yra užvestas ir įjungs sistemą.

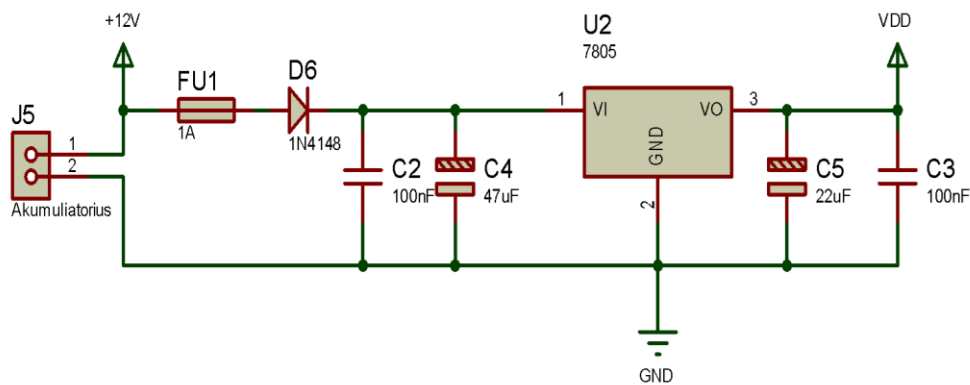
Automatinės automobilio šviesų įjungimo sistemos struktūrinė schema pateikta 4 paveiksle.



4 pav. Automatinių šviesų įjungimo struktūrinė schema
Šaltinis: Sudaryta autorių

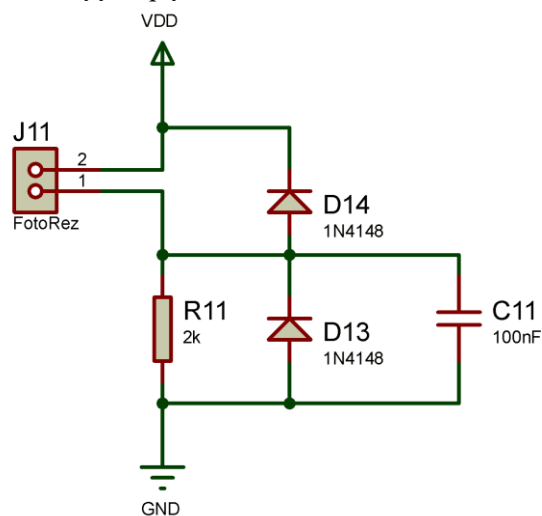
Sudarius sistemos struktūrinę schemą (4 pav.), suprojektuota elektrinė principinė schema su visais sistemos komponentais. Kiekvienas schemos blokas reprezentuoja atskirą dalį, kuri atlieka tam tikrą funkciją.

Elektrinei principinei schemai ir spausdintinei plokštei projektuoti buvo naudojama „Proteus“ programinė įranga. Įtampos keitimo schema pateikta 5 paveiksle.



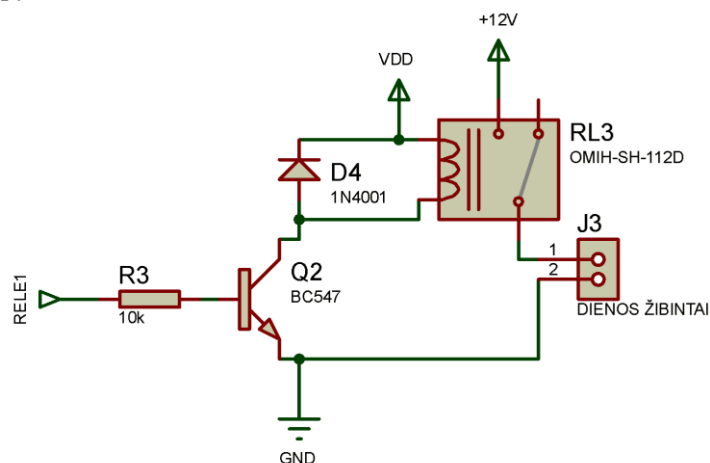
5 pav. Įtampos keitimo schema
Šaltinis: Sudaryta autorių

Visa ši grandinė (5 pav.) reikalinga tam, kad stabilizuotų, sumažintų įtampos svyravimus, pakeistų 12 V įtampą į 5 V ir perduotų stabilizuotą įtampą mikrovaldikliui ir kitiems sistemos blokams.



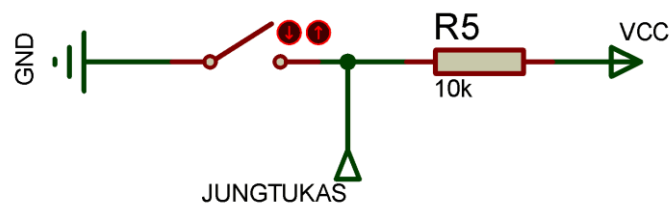
6 pav. Fotorezistoriaus schema
Šaltinis: Sudaryta autorių

Ši sistemos dalis (6 pav.) reikalinga, kad šviesos jutiklis būtų prijungtas prie mikrovaldiklio ir siųstų jam signalus be jokių iškraipymų ar trikdžių.



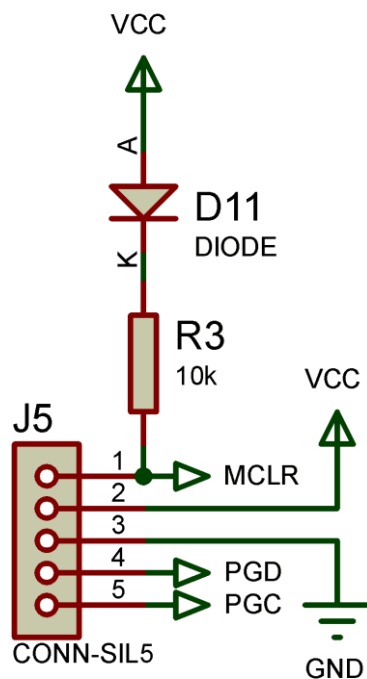
7 pav. Relės schema
Šaltinis: Sudaryta autorių

Relių schemos (7pav.) skirtos gavus silpną signalą iš mikrovaldiklio saugiai įjungti šviesos žibintus. Jungiklio schema parodyta 8 paveikslėlyje.



8 pav. Jungiklio schema
Šaltinis: Sudaryta autorių

Programavimo jungties schema parodyta 9 paveikslėlyje.



9 pav. Programavimo jungties schema
Šaltinis: Sudaryta autorių

Programavimo jungties schema reikalinga programoje parašytą programos kodą įrašyti į mikrovaldiklį. Komponentų paskirtis automatinųjų šviesų sistemoje pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė

Komponentų paskirtis automatinųjų šviesų sistemoje

Komponentas	Žymėjimas	Paskirtis
Saugiklis	FU2	Skirtas apsaugoti sistemą nuo įtampos šuolių, kad nesugadintų kitų komponentų įvykus įtampos kitimui arba trumpam jungimui.
Diodas	D12	Apsaugo sistemą nuo atgalinės įtampos ir srovės, apsaugo nuo atvirkštinio įtampos poliarumo prijungimo.
Kondensatorius	C4	Elektros grandinės elementas, galintis kaupti elektros energiją, tiekti ją elektros grandinei ir tokiu būdu sumažinti grandinėje esančias pulsacijas.
Stabilizatorius	U4	Skirtas 12V įtampos keitimui į 5V įtampą.
Fotorezistorius	J9	Puslaidininkinis foto elementas kuris veikiamas optinio spinduliavimo keičia savo varžą. Tokiu būdu keičiama įtampa ir gaunamas signalas.
Rezistorius	R7	Sudaro reikiamą įtampą, veikdamas kaip įtampos daliklis, priešinasi per jį tekančiai srovei ir sukuria įtampos kritimą tarp kontaktų.
Jungiklis	J7	Įjungia arba išjungia sistemą tuomet, kai tai yra reikalinga.
Diodas	D9	Leidžia srovei tekėti tik viena kryptimi, kai sistema išsijungia ir srovė turėtų kur nutekėti ir nesudegintų tranzistoriaus.
Tranzistorius	Q3	Skirtas valdyti relę gaudamas silpną signalą iš mikrovaldiklio.
Relė	RL2	Valdo šviesos žibintų įjungimą.
Mikrovaldiklis	PIC18F24K22	Mikrovaldiklis– priima signalus iš šviesos jutiklio ir sistemos įjungimo/išjungimo jungiklio, jame apdoroja signalus ir perduoda į reles per kurias valdomi žibintai.

Šaltinis: sudaryta autorių

Sistemos montavimas automobilyje

Maketą automobilyje rekomenduojama montuoti į automobilio saloną po prietaisų skydeliu, kad sistema variklio skyriuje netrukdytų mechaniniams įrenginiams, negautų drėgmės ir nebūtų didelių temperatūros pokyčių, netrukdytų vairuotojui ir keleiviams. Fotorezistoriaus įmontavimo vietą galima pasirinkti, bet svarbiausia kad būtų kuo labiau apšviesta automobilio vieta, labiausiai tinkama ir gamykloje pasirenkama tema yra prie galinio vaizdo veidrodėlio.

Išvados

1. Apžvelgtos BMW 5 serijos E60 (2008), Audi a6 c6 (2008 m.), Lexus (AHB) automatinių šviesų sistemos, nustatyti bendri sistemų trūkumai: dažniausiai automatinės sistemos veikia labai jautriu režimu ir perjungia žibintus, kai to dar nereikia; brangus sistemų įrengimas į automobilį, kai automobilyje ši sistema nėra numatyta. Taip pat nustatyti sistemų privalumai: padeda vairuotojui susitelkti į vairavimą nesiblaškant pašaliniais veiksmais; pagerina matomumą laiku įjungus šviesas, sumažins tikimybę vairuotojui nukrypti nuo kurso.

2. Sudaryta automatinės automobilio šviesų įjungimo sistemos struktūrinė schema, parinkta elementinė bazė ir aprašytas sistemos valdymas. Sistemos elementinę bazę sudaro: mikrovaldiklis, kuris stebės ir valdys visus komponentus, jungtukas įjungs arba išjungs sistemą, fotorezistorius siųs kintantį įtampos signalą priklausomą nuo apšviestumo, relės įjungs žibintus, kondensatoriai stabilizuos įtampos pulsacijas, saugiklis apsaugos sistemą nuo viršįtampių. Tranzistorius paleis relę, rezistorius sukurs įtampos kritimą, o stabilizatorius pakeis 12 voltų įtampą į 5 voltų.

Literatūra

1. Audi apšvietimo sistemos revoliucija ir inovacijos. 2021, [žiūrėta 2021-11-17]. Prieiga per internetą: <https://www.tv3.lt/naujiena/ratai/audi-apsvietimo-sistemos-evoliucija-ir-inovacijos-n712825>
2. Audi A6 S6 automobilio apžvalga, 2012. [žiūrėta 2021-11-17]. Prieiga per internetą: [Road Test: Audi A6 S6 4dr Auto Reviews 2021 | Top Gear](#)
3. Automatinė tolimųjų šviesų sistema lexus automobiliuose (AHB), 2021. [žiūrėta 2021-11-12]. Prieiga per internetą: <https://lt.lexus.lt/discover-lexus/technology/lexus-safety/automatic-high-beam/>
4. BMW ateities žibintai kaip iš fantastikos srities, 2021. [žiūrėta 2021-11-17]. Prieiga per internetą: <https://www.delfi.lt/auto/autonaujienos/bmw-ateities-zibintai-kaip-is-fantastikos-srities.d?id=66845698>
5. BMW testiniai važiavimai, 2021. [žiūrėta 2021-11-17]. Prieiga per internetą: [TEST DRIVE: 2022 BMW M240i Coupe xDrive - A Future Classic \(bmwblog.com\)](#)
6. LABVIEW BASED AUTOMATED CAR LIGHTING. Project: Implementation of Asynchronous FIFO using System Verilog. Akshatha N., Narendra Kumar, Ramya C. B., 2015. [3p.](#)
7. Lexus nauji miesto automobiliai atkeliavo į Los Andželo automobilių renginį, 2021. [žiūrėta 2021-11-17]. Prieiga per internetą: [ALL-NEW LEXUS FLAGSHIP AND ELECTRIFIED SUVS ARRIVE AT THE LOS ANGELES AUTO SHOW - Lexus USA Newsroom](#)
8. Matas Šalčiukas, 2019. (Ne)įsivaizduojamas ateities automobilis [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per internetą: <https://intercars.lt/lt/naujienos/ne- sivaizduojamas-ateities-automobilis/>
9. Hocenski Željko, Keser Tomislav, Nenadić Krešimir. Distributed intelligent control of car lighting system with fault detection. The 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON) Taipei, Taiwan, Nov. 5-8, 2007. Editors: Hocenski Željko, Keser Tomislav, Nenadić Krešimir, 2017. 498-503.

DESIGN OF AUTOMATIC VEHICLE LIGHT SYSTEM

Summary

As the automobile industry advances, there are new technologies applied every day. All new innovations help us in everyday life, save time and protect us from emergency or even fatal situations. Usually modern systems are not available for every person to acquire and this is the reason for our project. We want to make an analogue system that is possible to install in any vehicle. The system we are designing here turns on the headlights of a car automatically depending on the time of a day. Some examples of a similar systems are used in cars like Audi, Lexus, BMW and many other makes. First of all, we have designed a structural scheme for our project. The research of electrical components was made and possible applications considered. After that we made an electrical scheme and circuit board visualization. The installation is recommended but the main goal is to show, that there are possibilities to design and make an analogue for new systems in a field.

DINAMINIŲ POSŪKIŲ SIGNALŲ SISTEMOS PROJEKTAVIMAS

Marius Gasickas, Edvinas Sirtautas

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje aprašyta projektuojama dinaminių posūkių signalų sistema. Sistema leidžia pritaikyti modernias technologijas senesniuose automobiliuose, kurios pranašesnės už jų pirmtakes: yra labiau pastebimos, suprantamesnės ir tikslesnės, kas padidina saugumą eisme. Išanalizuojamos panašios sistemos, jų veikimas, pritaikymo galimybės, tarnavimo laikas ir kt. Aprašoma dinaminių posūkių signalų projektavimo eiga, pateikiamos schemos. Išvadose aptariami projektavimo rezultatai ir projekto techninės charakteristikos.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI. Automobilio žibintai, posūkių signalai, įtampos keitiklis, LED lemputė.

Įvadas

Intensyviame automobilių eisme itin dažna situacija, kada matomas ne visas priešais važiuojantis automobilis, tuomet iš paskos važiuojančiam vairuotojui būna sudėtinga nustatyti ar važiuojantysis priešais rodo posūkį, ar mirksi įspėdamas apie stabdymą. Pasak L. Benini, A. Bogliolio ir G. Micheli (2019) sparčiai populiarėja nauja technologija, kurią sudaro ant automobilio galinės dalies tvirtinamos dvi papildomos septynių segmentų trisdešimties LED lempučių juostelės – po vieną kiekvienam posūkio žibintui. Automobiliui signalizuojant posūkį, atitinkama juostelė kas 150 milisekundžių sumirksi posūkio kryptimi (suformuojama posūkio kryptį aiškiai signalizuojanti „bėganti eilutė“). Ši technologija pagrįsta trimis esminiais reikalavimais (D. O'Brien, L. Zeng, H. Le-Minh, G. Faulkner, J. Walewski, S. Randel (2018)):

- ✓ automobilio žibintų valdymo sistema turi dar tiksliau reaguoti į aplinkos ir eismo sąlygas;
- ✓ turi užtikrinti patikimą komunikaciją su kitais automobiliais ir eismo infrastruktūros objektais;
- ✓ užtikrinti dar didesnę eismo saugumą.

Šis straipsnis sudaro dvi dalys: Pirmoje dalyje aprašoma panašios dinaminių posūkių sistemos ir jos palyginamos tarpusavy. Antroje dalyje - sudaryta struktūrinė ir elektrinė principinė schemos ir trumpai aprašytas sistemos valdymas.

Tyrimo problema: kokie inžineriniai sprendimai leistų automobilyje suprojektuoti dinaminis posūkius tam, kad pritaikyti juos seniems automobiliams ir praplėsti originaliai montuojamų kaitrinių lempučių ir LED šviesos diodų funkcijas?

Tyrimo tikslas – suprojektuoti dinaminių posūkių signalų sistemą.

Tyrimo uždaviniai:

1. Pagal nustatytus techninius parametrus atlikti panašių sistemų lyginamąją analizę.
2. Sudaryti struktūrinę ir elektrinę principinę schemas, programos kodą bei suprojektuoti spausdintinę plokštę ir sudaryti programos kodą.

Šiame darbe panaudoti lyginamosios analizės ir inžineriniai metodai. Programos kodui sudaryti naudota MP-lab programinis paketas.

Panašių sistemų lyginamoji analizė

Nustatyti techniniai parametrai projektuojamai dinaminių posūkių sistemai:

1. Sistema turi būti pritaikyta automobiliams, kurių maitinimo įtampa nuo 12 V – 24 V.
2. Įrenginys vieno paleidimo metu turi priklausyti nuo posūkio jungiklio padėties ar avarinio šviesų įjungimo.
3. LED šviesos diodai – indikatoriai nurodantys, kada nuspaustas jungiklis. Maitinimo įtampa: 2.0 – 2.3 V, srovės stipris 20 mA, šviesos intensyvumas 350 – 600 mcd.
4. Sistemos veikimo temperatūra – nuo -40 iki +85 C.
5. Tarnavimo laikas iki 50000 val.

Išskiriamas pagrindinis techninis reikalavimas: pritaikymas 12 V ir 24 V įtampos maitinimo sistemose.

Sistema bus valdoma PIC mikrovaldikliu. Kuriam įtampą keičia įtampos keitiklis, kuris užtikrins pastovią ir nekintamą įtampą mikrovaldikliui bei jo komponentams. Dėl to projektuojamą LED dinaminių posūkio indikacijų sistemą gali naudoti ne tik lengvieji automobiliai, bet ir sunkiasvorės transporto priemonės, tokios kaip savivarčiai, vilkikai, miškovežiai ir labai plačiai naudojami furgonai. Ant visų šių transporto priemonių galima laisvai sumontuoti papildomą LED posūkių sistemą.

Posūkių sistemos skiriamos į tris posūkių sistemas:

1. Posūkių sistema su kaitrine lempa;
2. Posūkių sistema su LED lempa;

3. Posūkių sistema su LED juosta.

Buvo atlikta šių posūkių sistemų su kaitrine lempa, su LED lempa ir su LED juosta lyginamoji analizė, kuri pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė

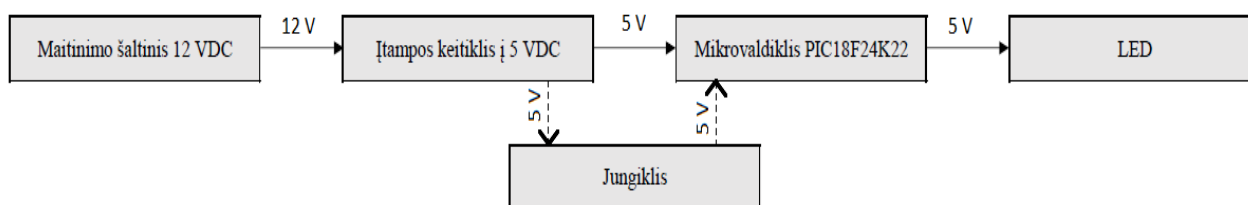
Panašių sistemų lyginamoji analizė pagal technines charakteristikas

Sistemos pavadinimas	Posūkių sistema su kaitrine lempa	Posūkių sistema su LED lempa	Posūkių sistema su LED juosta
Techninės charakteristikos ir funkcijos			
Maitinimo įtampa nuo 12 V – 24 V	-	+	+
Įrenginys vieno paleidimo metu turi priklausyti nuo posūkio jungiklio padėties ar avarinio šviesų įjungimo	+	+	+
Šviesos srautas, lm	460	750	800 - 1500
Veikimo temperatūra – nuo -40 iki +85 C	+	+	+
Tarnavimo laikas iki 50000 val.	~ 1000	~ 30000	~ 50000

Atlikus posūkių signalų analogų analizę, matome, kad posūkių sistema su kaitrine lempa netinka tiek 12 V ir 24 V maitinimo sistemoms vienu metu, kai tuo tarpu posūkių sistema su LED lempa ar LED juosta sistema tinkama. Visų analizuotų posūkių sistemų įrenginys vieno paleidimo metu turi priklausyti nuo posūkio jungiklio padėties ar avarinio šviesų įjungimo. Šviesos srautas yra skirtingas. Didžiausias šviesos srautas posūkių sistemoje su LED juosta (800 – 1500 lm), mažiausias – posūkių sistemoje su kaitrine lempa (460 lm). Visų analizuotų sistemų veikimo temperatūra vienoda. Tarnavimo laikas yra skirtingas. Trumpiausias tarnavimo laikas posūkių sistemoje su kaitrine lempa (~ 1000 valandų), o ilgiausias posūkių sistemos su LED juosta (~ 50000 valandų).

Dinaminių posūkių sistemos projektavimas

Sudaryta dinaminių posūkių sistemos struktūrinė schema (1 pav.) su atitinkamais sistemos blokais ir jų elektrinių ryšių kryptimi. Ši schema leidžia nagrinėti dinaminio posūkių valdymo principus, tarpusavio sąsajas bei paskirtis.



1 pav. Dinaminių posūkių sistemos struktūrinė schema

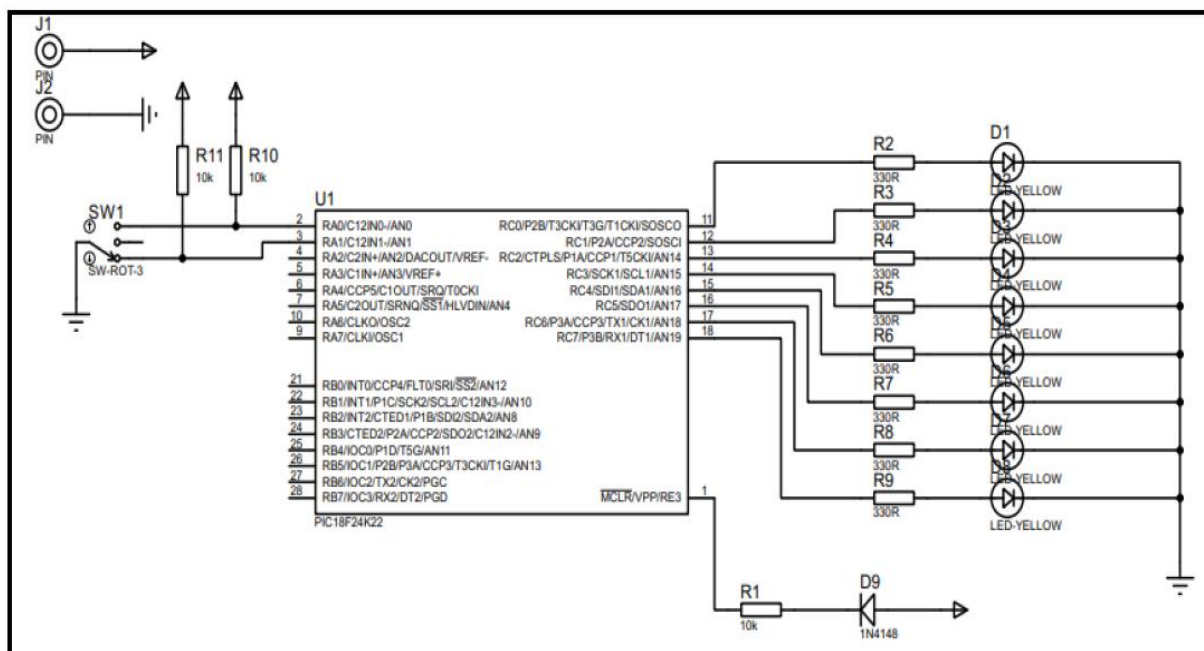
Šaltinis: sudaryta autorių

Toliau aprašomos kiekvieno bloko funkcijos ir paskirtys:

- ✓ maitinimo šaltinis 12 – 24 V – skirtas užmaitinti valdomus įrenginius bei visą sistemą;
- ✓ įtampos keitiklis į 5 V – skirtas įtampai žeminti nuo 6 – 40 V iki 5 V įtampos, užmaitinti mikrovaldiklį;
- ✓ mikrovaldiklis PIC18F24K22 – mikrovaldiklis naudojamas LED indikatorių valdymui;
- ✓ jungiklis – skirtas perjungti LED indikatorių kryptį.
- ✓ LED – šviesos diodai.

Sudaryta elektrinė – principinė schema, aprašomi jos elementai ir nominalų pasirinkimo priežastys. Pateikiama projektuojama principinė schema su aprašymais. Schema išskaidyta į mikrovaldiklio schemą ir įtampos keitiklio schemą.

Žemiau pateiktame 2 paveikslėlyje atvaizduojama mikrovaldiklio schema.

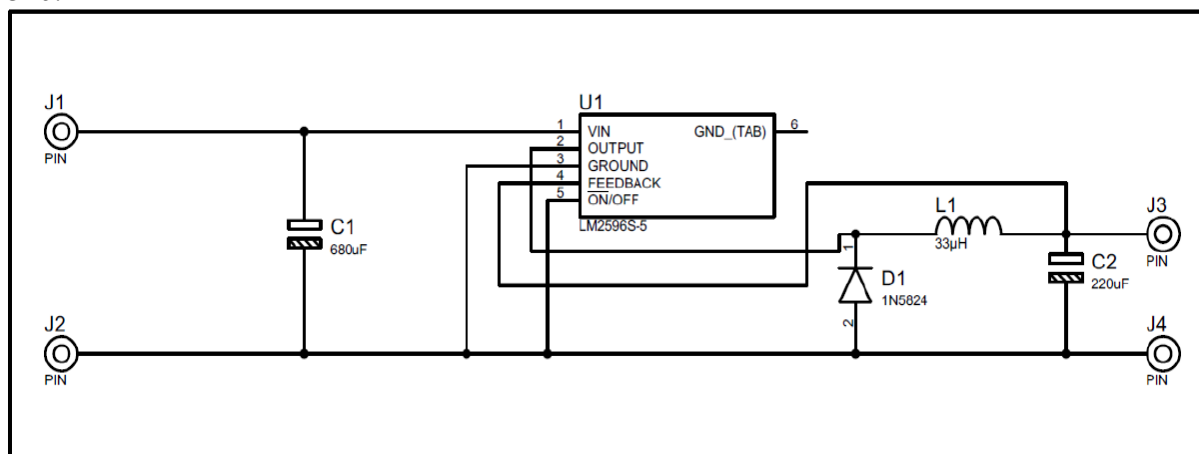


2 pav. Dinaminių posūkių sistemos mikrovaldiklio schema

Šaltinis: sudaryta autorių

Dinaminių posūkių sistemos mikrovaldiklio schemoje J1 yra 5 V mikroschemos maitinimo pliusinis įėjimas, J2 – mikroschemos maitinimo minusinis įėjimas.

Žemiau pateiktame 3 paveikslėlyje atvaizduojama dinaminių posūkių sistemos įtampos keitiklio schema.

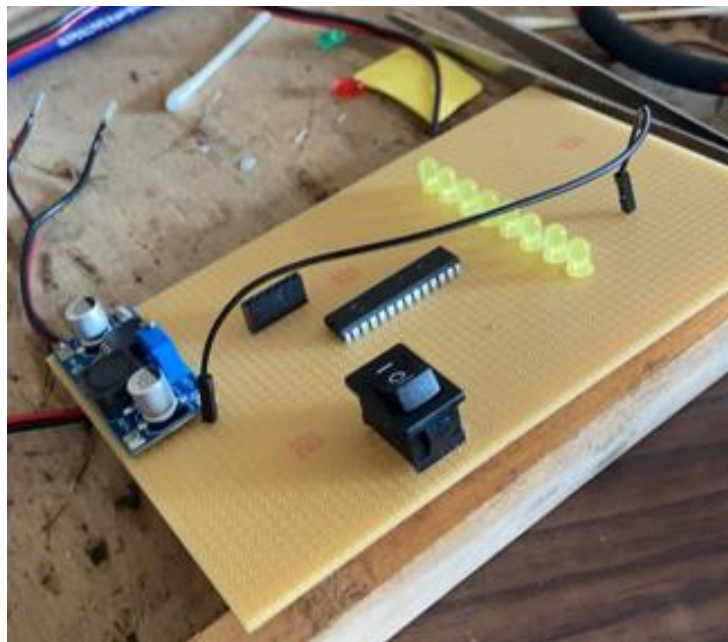


3 pav. Dinaminių posūkių sistemos įtampos keitiklio schema

Šaltinis: sudaryta autorių

Dinaminių posūkių sistemos įtampos keitiklio schemoje J1 yra nestabilizuotos įtampos pliusinis įėjimas, J2 – nestabilizuotos įtampos minusinis įėjimas, J3 – stabilizuotos 5 V įtampos pliusinis išėjimas, J4 – stabilizuotos 5 V įtampos minusinis išėjimas, C1 – elektrolitinis 680 μF talpos kondensatorius, C2 – elektrolitinis 220 μF talpos kondensatorius, L1 – ritė 33 Mh, D1 – šotkio diodas.

Suprojektuota dinaminių posūkių spausdintinė plokštė ir sudarytas programos kodas. Suprojektuota spausdintinė plokštė iš universalios spausdintinės plokštės 160x100 mm, laidų, maitinimo šaltinio 12 – 24 V, įtampos keitiklio į 5 V, mikrovaldiklio PIC18F24K22, jungiklio, aštuonių LED – šviesos diodų, trijų 10 kΩ ir aštuonių 330 Ω rezistorių, maitinimo šaltinio gnybtų, programavimo jungties PIC mikrovaldikliui. Pagaminta dinaminių posūkių sistema parodyta 4 pav.



4 pav. Pagaminta dinaminų posūkių sistema

Šaltinis: sudaryta autorių

Tai pat sudarytas programos kodas, kuris leidžia sistemai atlikti šias funkcijas:

- ✓ kai jungiklis įjungtas į pirmą padėtį, įjungti kairiausią LED diodą ir perstūminėja LED diodus iš kairės į dešinę;
- ✓ kai jungiklis įjungtas į antrą padėtį, įjungti dešiniausią LED diodą ir perstūminėja LED diodus iš dešinės į kairę.

Išvados

Nustatytos techninės charakteristikos: maitinimo įtampa 12 V – 24 V, tai, kad įrenginys vieno paleidimo metu turi priklausyti nuo posūkio jungiklio padėties ar avarinio šviesų įjungimo, LED šviesos diodų maitinimo įtampa: 2.0 – 2.3 V, srovės stipris 20 mA, šviesos intensyvumas 350 – 600 mcd, sistemos veikimo temperatūra nuo -40 iki +85 C ir tarnavimo laikas iki 50000 val. Atlikta panašių sistemų lyginamoji analizė, kurioje posūkių sistema su kaitrine lempa netinka tiek 12 V ir 24 V maitinimo sistemoms vienu metu, kai tuo tarpu posūkių sistema su LED lempa ar LED juosta sistema tinkama. Visų analizuotų posūkių sistemų įrenginys vieno paleidimo metu turi priklausyti nuo posūkio jungiklio padėties ar avarinio šviesų įjungimo. Didžiausias šviesos srautas posūkių sistemoje su LED juosta (800 – 1500 lm), mažiausias – posūkių sistemoje su kaitrine lempa (460 lm). Visų analizuotų sistemų veikimo temperatūra vienoda. Trumpiausias tarnavimo laikas posūkių sistemoje su kaitrine lempa (~ 1000 valandų), o ilgiausias posūkių sistemos su LED juosta (~ 50000 valandų).

Sudarius dinaminų posūkių sistemos struktūrinę ir elektrinę principinę schemas parinkti elementai: maitinimo šaltinis, įtampos keitiklis, mikrovaldiklis, jungiklis, šviesos diodai.

Suprojektuota spausdintinė plokštė iš universalios spausdintinės plokštės 160x100 mm, laidų, maitinimo šaltinio 12 – 24 V, įtampos keitiklio į 5 V, mikrovaldiklio PIC18F24K22, jungiklio, aštuonių LED – šviesos diodų, trijų 10 k Ω ir aštuonių 330 Ω rezistorių, maitinimo šaltinio gnybtų, programavimo jungties PIC mikrovaldikliui ir sudarytas programos kodas, kuris leidžia sistemai atlikti šias funkcijas: kai jungiklis įjungtas į pirmą padėtį, įjungti kairiausią LED diodą ir perstūminėja LED diodus iš kairės į dešinę; kai jungiklis įjungtas į antrą padėtį, įjungti dešiniausią LED diodą ir perstūminėja LED diodus iš dešinės į kairę.

Literatūra

1. Alldatasheet.com Electronic Components Datasheet [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per Internetą: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/36689/JGD/1N4148.html>
2. Audi. LED Tail lights with Dynamic Turn Signals. [žiūrėta 2021-04-07]. Prieiga per Internetą: <https://www.audi.ca/ca/web/en/search-terms/LED-Tail-lights-Dynamic-Turn-Signals.html>
3. D. O'Brien, L. Zeng, H. Le-Minh, G. Faulkner, J. Walewski, S. Randel. *Visible light communications: Challenges and possibilities*. 2018. 78, 285 – 288

4. Europos Sąjungos oficialusis leidinys. Tarptautiniais susitarimais įsteigtų organų priimti akta. [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per Internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:42020X0031&from=EN>
5. L. Benini, A. Bogliolio ir G. Micheli. A Survey of Design Techniques for System-Level Dynamic Power Management. 2019. 8, 10 - 12
6. LRT Kitamet turėtų pasirodyti naujos kartos posūkio signalai, kurių vairuotojui bus sunku nepamatyti. [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per Internetą: <https://www.lrt.lt/naujienos/eismas/7/1244905/kitamet-turetu-pasirodyti-naujos-kartos-posukio-signalai-kuriu-vairuotojui-bus-sunku-nepamatyti>
7. Microchip PIC18F24K22 [žiūrėta 2021-04-07]. Prieiga per Internetą: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC18F24K22>
8. RS delivery. ON Semiconductor Switching Diode [žiūrėta 2021-04-07]. Prieiga per Internetą: <http://www.farnell.com/datasheets/1660999.pdf>

DESIGN OF A DYNAMIC TURN SIGNALS SYSTEM

Summary

This article describes the designed dynamic turn signals system. The system allows older cars to incorporate modern technologies that are superior to their predecessors: more visible, more understandable, and more accurate, which increases road safety. Similar systems, their operation, applicability, service life, etc. are also analyzed. The design process of dynamic turn signals is described, diagrams are presented. The conclusions discuss the design results and the technical characteristics of the project.

STABDŽIŲ SISTEMOS TEMPERATŪROS MATAVIMO IR ATVAIZDAVIMO ĮRENGINIO APŽVALGA IR ANALIZĖ

Ramūnas Zimblys
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje aprašoma projektuojamos stabdžių sistemos temperatūros matavimo ir atvaizdavimo įrenginys. Universalus temperatūros matavimo įrenginys gali būti pritaikomas įvairioms automobilių stabdymo sistemoms, kadangi temperatūriniai jutikliai yra tvirtinami prie stabdžių diskų skardinės apsaugos. Temperatūros parametrų atvaizdavimas numatytas mobiliajame telefone, leis stebėti sistemos temperatūros pokyčius ir juos analizuoti.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI. Sąsaja, automobilis, telefonas, stabdžių sistema, temperatūrinis jutiklis.

Įvadas

Kai tik buvo išrastas ratas, iškart kilo klausimas: kaip sulėtinti jo sukimąsi ir padaryti šį procesą kuo sklandesniu. Pirmieji stabdžiai atrodė labai primityviai - medinė kaladėlė, pritvirtinta prie svirčių sistemos. Susilietus su rato paviršiumi, susidarydavo trintis ir ratas sustodavo. Stabdymo jėga priklausė nuo vairuotojo fizinių duomenų: kuo daugiau nuspausta svirtis, tuo greičiau sustodavo transporto priemonė. Šiuolaikiniai automobiliai naudoja modernią stabdymo sistemą, kuri leidžia efektyviai sustabdyti automobilį poreikiui esant, tačiau reikalaujanti daugiau priežiūros. Automobilio gamintojai naujam automobiliui dažniausiai duoda 5 metų ar 100000 km garantinį aptarnavimą, tačiau didžioji automobilių pirkimo sandorių rodo „Vidutinis draudžiamo automobilio amžius sistemoje pernai buvo 14,9 metų“ (LRT, 2020). Šalies gyventojai dažniau įsigyja nebrangius naudotus automobilius, bet vėliau nemažai lėšų turi išleisti jų remontui (LRT, 2020), vienas iš gedimų būna susijęs su stabdžių sistema. Pavyzdžiui, per penkerius automobilio eksploatacijos metus jo remontui vidutiniškai išleidžiama 3,6 tūkst. eurų (LRT, 2020). Automobilio stabdžiai yra vienas pagrindinių vairuotojo saugumą užtikrinantis mechanizmų avarijos atveju, tačiau dažniausiai susidėvintis bei reikalaujantis dažnesnės priežiūros, „stabdžių skysčio virimo temperatūra yra 200-300 laipsnių Celsijaus“ (EMERY, A. 2003), ją viršijusi gali nebeveikti stabdymo mechanizmai bei reikalaujantis dažnesnės priežiūros. „Kaip minėta anksčiau, stabdžių funkcija yra sumažinti transporto priemonės kinetinę energiją. Diskiniams stabdžiams ši kinetinė energija daugiausia virsta šiluma dėl trinties tarp stabdžių disko ir trinkelio. Ši trinties jėga tarp trinkelio ir disko sukuria atsvarą rato sukimo momentui. Ši pasipriešinimo energija rato sukimo momentui paverčia rato sukimosi inercinę energiją į šilumą, kuri sulėtina rato sukimąsi transporto priemonės judesio atžvilgiu. Tai sumažina rato greitį.“ (DEPARTMENT OF APPLIED MECHANICS, 2012). Apleidus profilaktines automobilio patikras toks aplaidumas gali turėti įtakos dažnesniam ir brangesniam automobilio išlaikymui. Lietuvos statistikos departamentas skaičiuoja, kad šalies gyventojų išlaidos transportui yra antros pagal dydį išlaidos visame vartojimo krepšelyje ir dydžiu nusileidžia tik išlaidoms maistui ir nealkoholiniams gėrimams. Tiesa, daugiausiai lietuviai išleidžia ne patiems automobiliams, o jų remontui ir priežiūrai (LRT, 2020). Tobulėjant išmaniųjų telefonų rinkai, žmonių gyvenimas tampa neatsiejamas nuo jų mobiliųjų įrenginių, taip suteikdami galimybę bendrauti su visu pasauliu, valdyti savo šaldytuvą nuotoliniu būdu ar stebėti kas vyksta namuose per apsaugos kamerą. Tačiau automobilio priežiūra yra ne toks populiarus užsiėmimas. Suteikus patogią prieigą per mobilių telefoną automobilio valdytojui stebėti savo automobilių stabdžių sistemos temperatūrą. Susidėvėjusios, stringančios ar visai užstigusios stabdžių apkabos sistemos, kurios gali labai sulėtinti ratų sunkimąsi, tai sukelia temperatūrų pakitimus. Realios laiko parodymai leistų pastebėti temperatūrų pokyčius, iš ko būtų galima pastebėti gedimus, jiems dar nesukėlus didesnių problemų juos pašalinti. Projektuojama sistema yra labai paprasta, programėlės naudotojui būtų lengva pastebėti problemą net ir neturint jokio inžinerinio išsilavinimo, kadangi davikliai būtų keturi, tai tiesiog reiktų pastebėti ar temperatūros labai nesikeičia tarp visų keturių ratų.

Šis straipsnis sudaro dvi dalys: pirmoje dalyje aprašoma panašios stabdžių temperatūrų stebėjimo sistemos ir jos palygintos tarpusavy. Antroje dalyje - sudaryta struktūrinė schema ir aprašyta elementinė bazė.

Tyrimo problema: Kokie inžineriniai sprendimai leistų nustatyti automobilio stabdžių sistemos apkabos temperatūrą ir perduoti realiuoju laiku belaidžiu būdu į mobilių įrenginių.

Tyrimo tikslas – Stabdžių sistemos temperatūros matavimo įrenginio projektavimas.

Tyrimo uždaviniai:

1. Pagal nustatytus techninius reikalavimus palyginti panašias sistemas.
2. Sudaryti projektuojamos stabdžių sistemos temperatūros matavimo įrenginio struktūrinę schemą bei pateikti struktūrinėje schemas elementų funkcijas ir paskirtis.

Panašių dinaminių posūkių signalų sistemų lyginamoji analizė

Projektuojamos stabdžių sistemos temperatūros matavimo ir atvaizdavimas mobiliajame telefone techninės charakteristikos ir funkcijos:

- Maitinimo įtampa 12 V DC.
- Įtampos keitiklis, įėjimo įtampa nuo 9 V iki 36 V, išėjimo 5 V, srovė 2 A.
- Stabdžių disko, kaladėlių temperatūros matavimo funkcija, matavimo temperatūra nuo 0 iki 1000 °C.
- Iš analoginio į skaitmeninį signalo keitimo funkcija, darbinė temperatūra nuo -20 °C iki +85 °C matavimo diapazono įtampa 3,0 ~ 5,5 V, srovė 50 mA, maitinimo įtampa 5 V.
- Mikrovaldiklis, kurio matmenys 75 x 54 x 15 mm, darbinė įtampa 5 V, ilgis 68,6 mm, plotis 53,4 mm, svoris 25 g.
- Belaidė duomenų perdavimo funkcija (matmenys: plotis 12,7 mm, ilgis 27 mm, antenos jautrumas 80 dBm, loginių signalų įtampa: 1,8-3,6 V, diapazono atstumas 10 m).

Sistema bus valdoma UNO R3 ATmega328P mikrovaldikliu. Sistema turės atskirą įtampos keitiklį, kuris užtikrins pastovią ir nekintamą įtampą mikrovaldikliui bei jo komponentams. Belaidė duomenų perdavimo funkcija (*Bluetooth*) leis lengvai susieti su įrenginiais, naudojančias „Android“ operacinę sistemą. Temperatūriniai jutikliai bus tvirtinami prie stabdžių diskų skardinės apsaugos, taip nepažeisdama pagrindinių stabdžių sistemos mazgų. Sistema dėl šių privalumų gali būti montuojama į bet kurią transporto priemonę. Sistemą ateityje galima tobulinti, priskiriant papildomų funkcijų pvz. oro ar tepalo slėgio matavimui ar panaudoti spec. paskirties technikoje, kur yra reikalingas kaistančių mazgų stebėjimas. Sistema suteiks transporto priemonės valdytojui reikalingos informacijos, kuri padės greičiau atpažinti galimą gedimą, taip taupydama laiką ir pinigus. Projektas gali būti panaudotas kaip mokymo priemonė, mokantis „Lengvųjų automobilių stabdžių sistemos sandara ir elektronika“ dalyką.

Stabdžių disko, kaladėlių temperatūros matavimui gali būti matuojamos keliais skirtingi būdai:

4. Infraraudonųjų spindulių jutiklis (IR);
5. Analoginis jutiklis (Termopora).

Panašių stabdžių temperatūros matavimo sistemų pagal gamintojo ir keliamas technines charakteristikas projektuojamai sistemai palyginimui pateiktas žemiau esančioje 1 lentelėje.

1 lentelė

Panašių stabdžių temperatūros matavimo sistemų pagal gamintojo ir keliamas technines charakteristikas projektuojamai sistemai palyginimams.

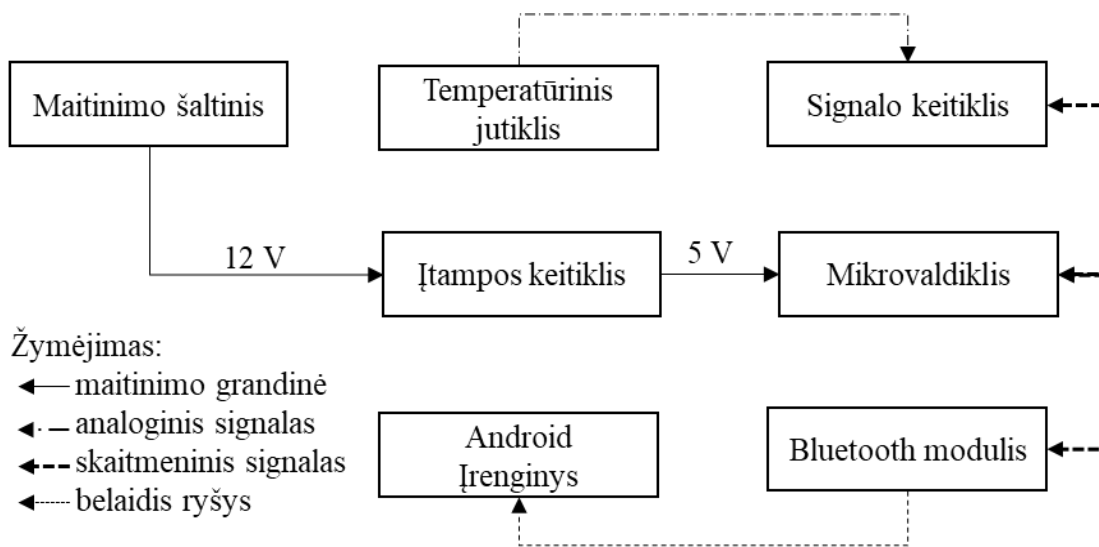
Techninės charakteristikos ir funkcijos	Panašių stabdžių temperatūros matavimo sistemų pavadinimai	
	OS-MINI	IRTS-60-V2
1	2	3
Maitinimo įtampa 12 V DC.	-	-
Įtampos keitiklis, įėjimo įtampa nuo 9 V iki 36 V, išėjimo 5 V, srovė 2 A.	-	-
Stabdžių disko, kaladėlių temperatūros matavimo funkcija, matavimo temperatūra nuo 0 iki 1000 °C.	-	+
Iš analoginio į skaitmeninį signalo keitimo funkcija, darbinė temperatūra nuo -20 °C iki +85 °C matavimo diapazono įtampa 3,0 ~ 5,5 V, srovė 50 mA, maitinimo įtampa 5 V.	-	-
Mikrovaldiklis, kurio matmenys 75 x 54 x 15 mm, darbinė įtampa 5 V, ilgis 68,6 mm, plotis 53,4 mm, svoris 25 g.	-	-
Matmenys iki 60x100x25 mm.	-	-
Išmaniosios telefono sąsajos su automobiliu pritaikumas seniems naudotiems automobiliams.	-	-

Atlikus panašių stabdžių temperatūros matavimo sistemų, pagal gamintojo ir keliamas technines charakteristikas projektuojamai sistemai palyginimą, nustatyta, kad abi lyginamos sistemos maitinamos skirtinga įtampa nuo 5 V iki 24 V DC. Taip pat, kad pasirinktos sistemos naudoja tuos pačius temperatūros jutiklius, tačiau sistemos turi skirtingus atvaizdavimo būdus: „Omega“ naudoja TFT liečiama ekraną, „IRTS-60-V2“ yra tik temperatūros jutikliai, kuriems reikalingas papildomas ekranas, galintis komunikuoti CAN 2A protokolu. Abi sistemos yra dažniausiai naudojamos automobiliu sporte. Tačiau nė viena jų nėra tokia universali, kadangi nei viena neturi per Bluetooth sąsają perdavimo funkcijos. Nors abi lygintos sistemos yra pakankamai tikslios matuojant temperatūrą, tačiau jas gali trikdyti išoriniai

veiksniai, tokie kaip purvas, dulkės. Dėl dulkių IR jutiklis gali būti pažeistas. Abiem sistemoms yra reikalingas papildomas duomenų atvaizdavimo įrenginys (ekranas), kuris turi būti montuojamas automobilio salone, bet tada bus pažeidamas automobilio salono interjeras. Norint išvengti visų minusų ir įgyvendinti techninius reikalavimus, kurių neatitinka šios lygintinos sistemos ir suprojektuojama universalus stabdžių temperatūros nustatymo ir atvaizdavimo įrenginys.

Stabdžių sistemos temperatūros matavimo ir atvaizdavimo įrenginio projektavimas

Sudaryta stabdžių sistemos temperatūros matavimo ir atvaizdavimo sistemos struktūrinė schema (1 pav.) su atitinkamais sistemos blokais ir jų elektrinių ryšių kryptimi.



1 pav. Stabdžių sistemos temperatūros matavimo ir atvaizdavimo sistemos struktūrinė schema
Šaltinis: sudaryta autorių

Ši schema leidžia nagrinėti stabdžių sistemos temperatūros matavimo ir atvaizdavimo valdymo principus, tarpusavio sąsajas bei paskirtis.

Struktūrinėje schemoje pateiktų elementų funkcijos ir paskirtys:

- maitinimo šaltinis 12 V – skirtas užmaitinti valdomus įrenginius bei visą sistemą;
- įtampos keitiklis į 5 V – skirtas įėjimo įtampai nuo 9 iki 36 V žeminti išėjime iki 5 V įtampos, užmaitinti visą sistemą;
- mikrovaldiklis UNO R3 ATmega328P – mikrovaldiklis naudojamas gautą signalą iš temperatūros jutiklio perduoti į Bluetooth modulį;
- termopora – skirtas matuoti temperatūra, mV;
- MAX6675 signalo keitiklis – skirtas keisti signalą į skaitmeninį signalą;
- Bluetooth modulis – skirtas užtikrinti beviele sąsają su Android įrenginiu;
- Android įrenginys – mobilusis telefonas skirtas atvaizduoti duomenis ekrane.

Išvados

1. Nustatytos techninės charakteristikos: maitinimo įtampa 12 V DC, todėl yra reikalingas įtampos keitiklis į 5 V DC kurio yra maitinama visa projektuojama sistema, tačiau lengvai gali būti keičiama tiesiog pakeitus vieną modulį (įtampos keitiklį), nekeičiant visos sistemos, taip vėl praplečiant visos sistemos panaudojimo galimybes. Temperatūrinio jutiklio matavimo temperatūros nuo 0 iki 1000 °C liginti analogai yra tame pačiame diapazone bus reikalingos temperatūros matavimui. Tačiau kasdieniame naudojime negali būti pritaikomi dėl sudėtingų montavimo galimybių ir pasirinktų sudėtingesnių temperatūros matavimo jutiklių, kurie dėl išorinių gamtos veiksnių ar mechaninių pažeidimų gali būti sugadinti arba nematuoti temperatūros visai. Dėl to buvo pasirinkta naudoti termopora, kurios tvirtinimas yra labai patogus ir patikimumas, yra žymiai didesnis už IR jutiklius, tačiau jos matavimo tikslumas ir reagavimas į kintančią temperatūrą yra lėtesnis už jau minėtus IR jutiklius. Projektuojamos sistemos tikslas yra suteikti informaciją apie keturių ratų stabdžių temperatūrą ir stebėti skirtumą tarp jų, skirtumas yra nežymus, galima teigti, jog visai ratai stabdo vienodai ir yra sistema yra tvarkinga, todėl labai tikslūs ir greitai kintantis temperatūrų parodymai nėra aktualūs, kad pasiekti išskeltą tikslą.

2. Sudarius dinaminių posūkių sistemos struktūrinę ir elektrinę principinę schemas parinkti elementai: maitinimo įtampa 12 V DC. Įtampos keitiklis, įėjimo įtampa nuo 9 V iki 36 V, išėjimo 5 V, srovė 2 A. Stabdžių disko, kaladėlių temperatūros matavimo funkcija, termopora K tipo, matavimo temperatūra nuo 0 iki 1000 °C. Iš analoginio į

skaitmeninį signalo keitimo funkcija MAX6675, darbinė temperatūra nuo -20 °C iki +85 °C matavimo diapazono įtampa 3,0 ~ 5,5V, srovė 50 mA, maitinimo įtampa 5 V. Mikrovaldiklis UNO R3 ATmega328P, kurio matmenys 75 x 54 x 15 mm, darbinė įtampa 5 V, ilgis 68,6 mm, plotis 53,4 mm, svoris 25 g. Belaidė duomenų perdavimo funkcija HC-05 (matmenys: plotis 12,7 mm, ilgis 27 mm, antenos jautrumas 80 dBm, loginių signalų įtampa: 1,8-3,6 V, diapazono atstumas 10 m). Norint gauti duomenis iš termoporos yra būtina signalo keitimo funkcija analoginis į skaitmeninį, kadangi naudojama termopora gali perduoti tik analoginį signalą, modulio matavimo diapazono įtampa 3,0 ~ 5,5 V, srovė 50 mA, maitinimo įtampa 5 V. Mikrovaldikliui yra sudarytas programos kodas, kuris leidžia sistemai atlikti šias funkcijas: gauti signalą iš signalo keitiklio ir perduoti jį per Bluetooth moduli ir susieti visą sistemą su Android įrenginiu.

Literatūra

1. EMERY, A. Measured and Predicted Temperatures of Automotive Brakes under Heavy or Continuous Braking. Tech. rep., University of Washington. 2003.
2. DEPARTMENT OF APPLIED MECHANICS. Chalmers university of technology Göteborg, Sweden, 2012: pp. 6-7.
3. LRT. Draudikų statistika rodo – didelis automobilių amžius lietuviams nėra motais, 2020 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021 – 10 – 20]. Prieiga per internetą: <https://www.lrt.lt/naujienos/eismas/7/1252090/draudiku-statistika-rodo-didelis-automobiliu-amzius-lietuviams-ne-motais>

DESIGN OF BRAKE SYSTEM TEMPERATURE MEASUREMENT AND REFLECTION DEVICE

Summary

The article describes the device for measuring and displaying the temperature of the designed braking system. The universal temperature measuring device can be adapted to various car braking systems, as the temperature sensors are attached to the tin guard of the brake discs. The display of temperature parameters is provided in the mobile phone, which will allow monitoring and analysis of system temperature changes.

AKLOSIOS ZONOS ASISTENTO PROJEKTAVIMAS

Mykolas Gylis, Ignas Meškauskas, Jonas Katinas

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Aklosios zonos asistentas - tai viena iš automobilio saugos ir komforto sistemų. Aklosios zonos asistentas leidžia nenukreipti dėmesio nuo kelio ir padėti vairuotojui išvengti eismo įvykių. Šiame darbe atlikta lyginamoji analizė ir pagal nustatytas technines charakteristikas, aprašytas aklosios zonos asistento projektavimas. Aklosios zonos asistento sistemą sudaro ultragarsiniai jutikliai, leidžiantys aptikti kliūtį bei LED indikatorius, tam kad išpėtų vairuotoją artėjant prie kliūties. Suprojektuota sistema leistų atnaujinti senesnių automobilių ūkį bei sumažinti avaringų situacijų skaičių.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI. Ultragarsinis jutiklis, aklosios zonos asistentas, LED indikatorius, kliūtis.

Įvadas

Automobiliuose gausu įvairiausių saugos ir komforto sistemų. Viena iš jų yra aklosios zonos asistentas. Vairuotojui parodžius posūkį į vieną ar į kitą pusę arba įjungus atbulinę pavarą suaktyvinamas aklosios zonos asistentas. Modulis įjungia ultragarsinius jutiklius, kurie įmontuoti tose automobilio vietose, kur vairuotojas turi blogiausią matomumą. Ultragarsiniai jutikliai skleiddami bangas aptinka kliūtį ir pagal bangos sklaidimo greitį nustatomas atstumas iki kliūties.

Remiantis straipsniu (ALNagei, 2020:3), atstumo nustatymui geriausia naudotis ultragarsiniu jutikliu, nes jis gali aptikti įvairias medžiagas, nepriklausomai nuo formos, skaidrumo ar spalvos. Vienintelis reikalavimas ultragarsiniam jutikliui yra tas, kad tikslinė medžiaga turi būti kieta arba skysta. Tai leidžia bekontakčiu būdu aptikti įvairias medžiagas ir nustatyti atstumą iki jos. Atstumas iki objekto nustatomas, kai ultragarsinis jutiklis siunčia signalą terpe (šiuo atveju oru) iki objekto ir atgal, apdorojant gautus signalo duomenis mikrovaldiklyje. Pastarasis siunčia signalą vairuotojo informavimo sistemai, kuri pasirinktomis ar nustatytomis automobilių gamintojų indikacijomis informuoja vairuotoją apie artėjimą prie kliūties. Projektuojamos sistemos ultragarsiniai jutiklio veikimo atstumas numatytas iš anksto ir nesudarys daugiau dviejų metrų. Dauguma šiuolaikinių automobilių turi aklosios zonos asistentus, bet numatyta, kad projektuojamą sistemą būtų galima pritaikyti senesniems automobiliams, kuriuose nėra įdiegta ši saugos/komforto sistema. Tokios sistemos įdiegimas sumažintų vairuotojo aklosios zonos diapazoną, taip sumažindamas avaringų situacijų ar eismo įvykių galimybę.

Šį straipsnį sudaro dvi dalys: pirmoje dalyje atlikta panašių parkavimo sistemų lyginamoji analizė, o antroje dalyje pateikti aklosios zonos asistento projektavimo pagrindai.

Darbo problema: Kokie inžineriniai sprendimai leistų sumažinti senesnių automobilių aklosios zonos diapazoną, informuojant vairuotoją apie kliūtį ir mažinant eismo įvykių riziką?

Darbo tikslas: Suprojektuoti ir pagaminti automobilio aklosios zonos asistentą su LED indikatoriumi.

Darbo tikslui pasiekti keliami uždaviniai:

1. Pagal pasirinktus techninius reikalavimus atlikti panašių parkavimosi sistemų lyginamąją analizę;
2. Sudaryti elektrinę – principinę sistemos schemą bei parinkti elementinę bazę.

Darbe naudojami lyginamosios analizės ir inžineriniai metodai, panaudojus projektavimo programą PROTEUS sudaryta el. principinė schema.

Panašių sistemų lyginamoji analizė

Nustatyti techniniai parametrai projektuojamai aklosios zonos asistento sistemai:

- Sistema turi būti pritaikyta seniems automobiliams, kurių maitinimo įtampa 12 V.
- Atstumo nustatymo funkciją iki 2 m.
- Įrenginys turi turėti vairuotojo informavimo funkciją.
- Sistemos veikimo temperatūra – nuo -40 °C iki +85 °C.

Lygintos sistemos su garsiniu indikatoriumi, LED indikatoriumi, bei vaizdo kameros indikatoriumi.

Parkavimo sistema su 4 judesio jutikliais ir garsiniu signalu tai pati paprasčiausia sistema. Šios sistemos techninės charakteristikos:

1. Jutiklių skersmuo: 20 mm;
2. Valdymo blokas 4 išėjimų;
3. Kabelio ilgis 2,5 m;
4. Aptikimo atstumas: 0,3-2 m;

5. Sistema turi būti pritaikyta automobiliams, kurių maitinimo įtampa 12 V (Įtampa: 10-16 V);
6. Darbinė temperatūra: -35 °C +75 °C.
7. Garsinį įspėjimo signalas.

Parkavimo sistema su 4 judesio jutikliais ir garsiniu signalu pateikta 1 paveikslėlyje.



1 pav. Parkavimo sistema su 4 judesio jutikliais ir garsiniu signalu
Šaltinis: (HY Technologies, 2019)

Parkavimo sistemos su 4 judesio jutikliais ir garsiniu signalu techninės charakteristikos:

1. Jutiklių skersmuo: 20 mm;
2. Valdymo blokas 4 išėjimų;
3. Kabelio ilgis 2,5 m;
4. Aptikimo atstumas: 0,3-2 m;
5. Sistema turi būti pritaikyta automobiliams, kurių maitinimo įtampa 12 V (Įtampa: 10-16 V);
6. Darbinė temperatūra: -35 °C +75 °C.
7. Turi tik garsinį įspėjimo signalą.

Parkavimo sistema su LED indikatoriumi ir garsiniu signalu - yra panašus įrenginys kaip ir pirmasis, tačiau papildomai įdiegta vairuotojo įspėjimo funkcija, naudojant LED indikatorius.



2 pav. Parkavimo sistema su LED indikatoriumi, garsiniu signalu bei papildoma LED indikacija
Šaltinis: (HY Technologies, 2019)

Parkavimo sistema su LED indikatoriumi, garsiniu signalu bei papildoma LED indikacija techninės charakteristikos:

- Valdymo blokas 4 išėjimų;
- Kabelio ilgis 2,5 m;
- Aptikimo atstumas: 0,3-2 m;
- Įtampa: 10-16 V;

- Darbinė temperatūra: -35 °C + 75 °C.

Parkavimo sistema su galinio vaizdo kamera ir LCD monitoriumi- įrenginys turintis galinę vaizdo kamerą ir parkavimo sistemą. Parkavimo sistema su galinio vaizdo kamera parodyta 3 paveikslėlyje.



3 pav. Parkavimo sistema su galinio vaizdo kamera ir LCD monitoriumi
Šaltinis: (StealMate CO. 2019)

Parkavimo sistemos su galinio vaizdo kamera ir LCD monitoriumi techninės charakteristikos:

- Su parkavimo linijomis;
- Reguliuojasi kameros matymo kampas;
- Vaizdas spalvotas;
- Naktinis pašvietimas LED 4 vnt.;
- Vandeniui atspari IP68;
- Darbinė temperatūra nuo -40 °C iki +80 °C;
- Raiška: 420 TVL;
- Matricos tipas: 1/3" Color CMOS;
- TV sistema: PAL/NTSC;
- Objektyvo kampas: 170 °;
- Jautrumas: 0,1 Lm;
- Maitinimas: DC 9-16 V;

Panašių parkavimosi sistemų lyginamoji analizė pateikta 1 lentelėje pagal technines charakteristikas.

1 lentelė

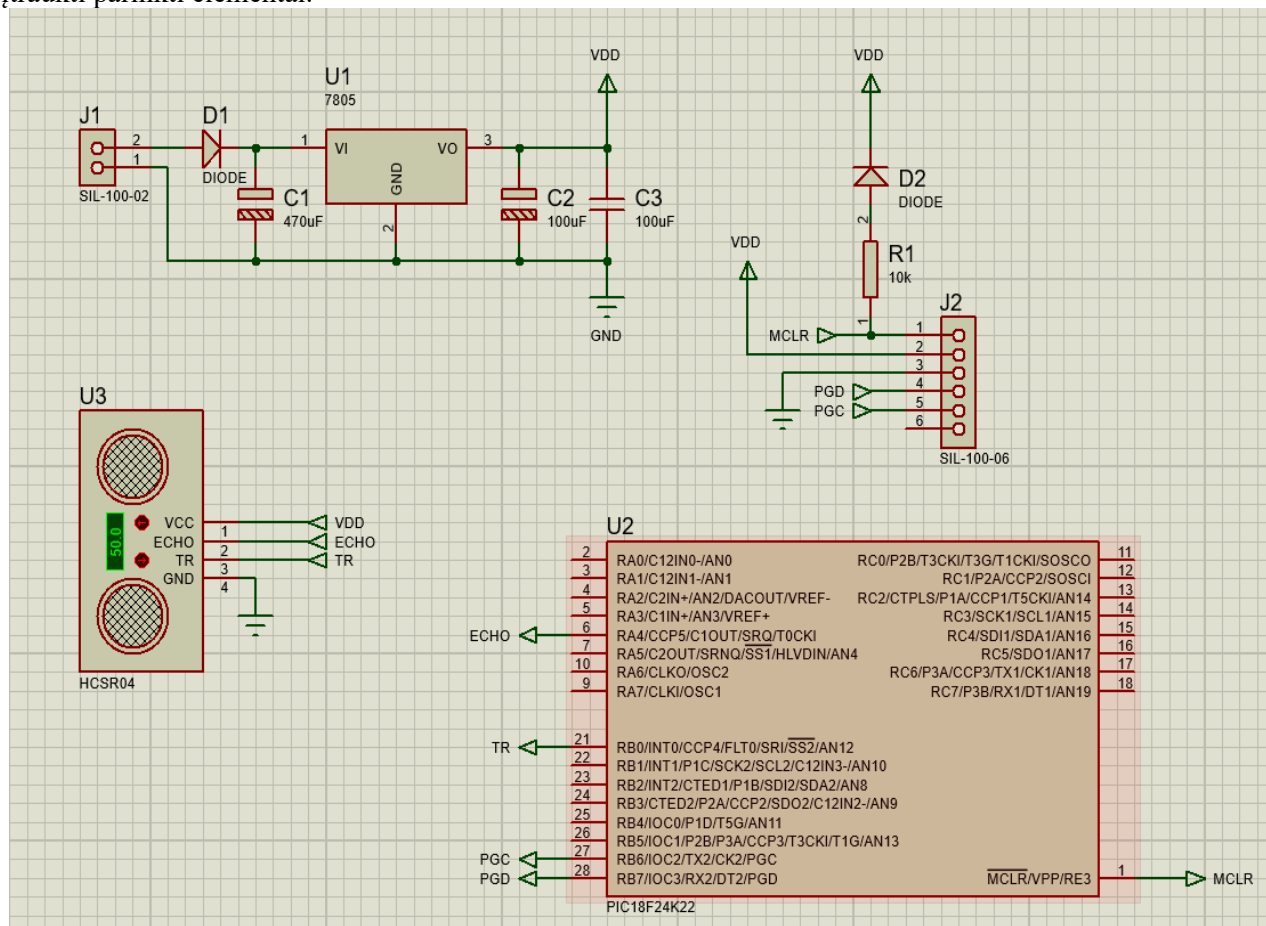
Panašių parkavimosi sistemų lyginamoji analizė pagal technines charakteristikas

Techninės charakteristikos				
	Maitinimo įtampa 12 V	Vairuotojo informavimo funkcija (LED indikacija)	Atstumo nustatymo jutiklis	Sistemos veikimo temperatūra – nuo - 40 °C iki +85 °C
Parkavimo sistema				
su 4 judesio jutikliais ir garsiniu signalu	+	+	+	-
su 4 judesio jutikliais garsiniu signalu ir LED indikatoriumi	+	+	+	-
su galinio vaizdo kamera ir LCD ekranu	+	+	-	-

Atlikus parkavimo sistemų lyginamąją analizę nustatyta, kad parkavimo sistemos su 4 judesio jutikliais yra panašios pagal technines charakteristikas ir funkcijas. Parkavimo sistema su galinio vaizdo kamera ir LCD ekranu vietoje ultragarsinių jutiklių naudoja kamerą ir turi LCD ekraną, kuriame pateikiamas iš galinės kameros gaunamas vaizdas. Visos parkavimo sistemos gali veikti tik nuo -35 iki 75 laipsnių temperatūros.

Aklosios zonos asistento projektavimas

Elektrinei principinei schemai sudaryti naudota elektrinių principinių schemų projektavimo programa „Proteus 8 Professional“, kuri suteikia galimybę vartotojui virtualiai atlikti suprojektuotos sistemos testavimą ir įvairias simuliacijas, keičiant įvairius parametrus. Parinkti sistemos elementai: **PIC18F24K22** mikrovaldiklis, **LM7805** įtampos stabilizatorius, du **HC-SR04** atstumo matavimo jutikliai, LED lemputės. Naudojant PROTEUS programą buvo sudaryta aklosios zonos asistento principinė-elektrinė sistema, kurioje įtraukti parinkti elementai.



4 pav. Aklosios zonos asistento sistemos elektrinė – principinė schema

Šaltinis: sudaryta autorių

Sistemos valdymui naudojamas PIC18F24K22 mikrovaldiklis, elektrinėje – principinėje schemoje pateiktas išvadų žymėjimas. Ultragarsinis atstumo matavimo jutiklis sujungtas su mikrovaldiklio 6 ir 21 išvadais. 21 išvadas pastoviai sužadins atstumo matavimo jutiklį, o 6 išvadas atsiųs mikrovaldikliui tuo metu gautus rezultatus. 27, 28 ir 1 mikrovaldiklio išvadai bus skirti mikrovaldiklio įrašymo režimo įjungimui. Naudojamas įtampos stabilizatorius iš 12 V į 5 V. Stabilizatorius naudojamas tiekti elektros energiją mikrovaldikliui. Naudojami komponentai: diodas (D1;1N4401), elektrolitiniai kondensatoriai (C1, C2), kadangi PROTEUS naudojo pirmąjį maketą, jis buvo pakeistas ir vietoj trijų kondensatorių buvo naudojami tik du. Stabilizatorius (U2 7805), jungtys. Programavimo jungties schemai naudoti komponentai: diodas (D2;1N4148), rezistorius (R1;10KΩ). Atstumo jutiklio schemoje, ultragarsinis jutiklis aptinka kliūtis nuo 1 m atstumo ir perduoda signalą mikrovaldikliui.

Išvados

1. Nustatyti techniniai parametrai projektuojamai aklosios zonos asistento sistemai: maitinimo įtampa 12 V, atstumo nustatymo funkciją iki 2 m, įjungus atbulinę pavarą, įsijungia aklosios zonos asistentas veikti – nuo -40 °C iki +85 °C temperatūroje. Sistema turi būti pritaikyta seniems automobiliams, kuriuose šios sistemos nėra, siekiant atnaujinti pasenusi lengvųjų automobilių ūkį.

2. Naudojantis programa „Proteus“ buvo atliktas elektrinės principinės schemos komponavimas ir elementinės bazės pertvarkymas, parinkti sistemos elementai: PIC18F24K22 mikrovaldiklis, įtampos stabilizatorius, atstumo matavimo jutikliai.

Literatūra

1. ALNagei FA, „Ultrasonic sensors, [interaktyvus] [žiūrėta 2021-11-02]. Prieiga per Internetą: https://www.researchgate.net/publication/341055286_Ultrasonic_Sensors
2. HY Technologies. Backup Parking Sensor System, [žiūrėta 2021-09-11]. Prieiga per Internetą: <https://parking-sensors.hyt.com/doc/hyt323-04-WirelessDisplay.pdf?fbclid=IwAR1Sc4cquVNj4QEvY9YIxuMBH9k>
3. SteelMate CO. Camera Parking Assist System, [žiūrėta 2021-09-11] Prieiga per internetą: https://autofix.nu/upload_dir/shop/Manual-3.pdf

AKLOSIOS ZONOS ASISTENTO PROJEKTAVIMAS

Summary

The blind spot assistant is one of the car's safety and comfort systems. The blind spot assistant allows you to distract from the road and avoid accidents for the driver. In this work, a comparative analysis is performed, and the design of the blind zone assistant is described according to the established technical characteristics. The blind spot assist system consists of ultrasonic sensors to detect an obstacle and LED indicators to warn the driver when approaching an obstacle. The designed system would allow to renew the economy of older cars and reduce the number of accidents.

AUTOMOBILIO CENTRINIO UŽRAKTO VALDYMAS KODU

Tautvydas Nakrošis, Ignas Šešetas, Tadas Urbšys
Kauno Technikos Kolegija

Anotacija

Automobilių gamintojai bando sukurti naujas technologijas, kurios padeda naudotojui ne tik vairuoti automobilį, bet ir jaustis jame komfortabiliu. Viena iš atsinaujinančių technologijų yra automobilio saugos sistema. Šiame straipsnyje aprašoma beraktė automobilio atrakinimo ir užrakinimo sistema kodu, kuri leidžia neturint automobilio raktą patekti į vidų, ir išlipti iš automobilio ir jį užrakinti. Šio darbo tikslas suprojektuoti saugos sistemą, kuri leistų vartotojui nesinaudojant automobilio raktu jį užrakinti bei atrakinti.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI. Lietimui jautrūs moduliai, LED, spyna, elektrinis variklis, duomenų perdavimas.

Įvadas

Gamintojai bando surasti būdų, kaip vartotojui palengvinti naudojimąsi automobiliu. Kiekvieną kartą gamintojai atlikdami patobulinimus, bando automobilį padaryti saugesniu, patrauklesniu ir kuo patogesniu naudotis. Viena iš dažniausiai tobulinamų sistemų yra automobilio saugos sistema. Rinkoje galima rasti įvairių raktų sistemų, pvz.: užsilenkiančių raktų, kuriuos patogų nešioti kišenėje, taip pat išmaniųjų raktų, kurių pagalba galime stebėti automobilio būseną, įvairius parametrus ar netgi parkuoti automobilį per nuotolį. Visgi pastebima situacijų, kai vartotojo automobilio raktai sukelia suvaržymų ir problemų tam tikrose situacijose, pavyzdžiui, kai raktais dalinamasi su kitais šeimos nariais, kuomet norima užsiimti aktyvia veikla, bet bijoma dėl raktų saugumo ar galimų mechaninių pažeidimų. Dažnai nėra kišenės aprangoje ir raktus tenka laikyti rankose. Neretai pasitaikanti problema - pamestas raktas, dėl kurio negalima patekti į automobilį. Be minėtų problemų, pasitaiko ir raktų gedimų, kurie sukelia nepatogumus vairuotojams, bet viskas priklauso ne tik nuo raktų, bet ir spynelės. Straipsnyje (Jančaitė et al, 2020: 154 – 158) teigiama, jog kai kurių automobilių užvedimo spynelėse, yra tokio tipo mikrovaldikliai, kurių atmintis gali pakisti dėl įtampos šuolių bei kritimų. Kitame straipsnyje (Jančaitė et al, 2020: 80 – 88) teigiama, kad atminties vietos, kurios dažniausiai pakinta, saugo tokius svarbius parametrus, kaip SSID (identifikacinis kodas, nusakantis užvedimo spynelės arba raktelio būseną), statusas bei skaitiklis.

Išvardintų gedimų ir parametrų pakitimai gali turėti įtakos automobilio neužvedimui. Įvertinus atsirandančius sunkumus, vartotojui galima pasiūlyti sprendimo būdą – automobilio centrinio užrakto valdymą, kuris nereikalauja fizinio raktų. Lietimui jautri saugos sistema, pritaikyta veikti per automobilio priekinį stiklą, užrakina bei atrakina automobilį. Viskas, ko reikia vartotojui – įsidėmėti skaičių kombinaciją, kurią naudos kaip kodą sistemos aktyvavimui. Ši užrakto sistema pastebimai palengvintų automobilio naudojimą kasdienybėje ir leistų vartotojui būti nepriklausomam nuo raktų.

Šiame straipsnyje pateikti du skyriai pirmame sudaryta struktūrinė schema ir nustatyti techniniai reikalavimai sistemai, antrame- sudaryta saugos sistemos principinė elektrinė schema ir parinkta elementinė bazė.

Problema. Kaip apsaugoti automobilį nuo vagysčių, suteikiant vairuotojui komfortabilumą, nenaudojant automobilio raktų?

Darbo tikslas. Suprojektuoti saugos sistemą, kuri leistų vartotojui nesinaudojant automobilio raktu jį užrakinti bei atrakinti.

Darbo objektas. Užrakto mechanizmas jautrus lietimui ir valdomas mikrovaldiklio projektavimas.

Darbo uždaviniai.

1. Nustatyti technines charakteristikas automobilio saugos sistemai ir sudaryti struktūrinę schemą.
2. Sudaryti projektuojamos saugos sistemos elektrinę principinę schemą.

Projektuojamos saugos sistemos techninės charakteristikos

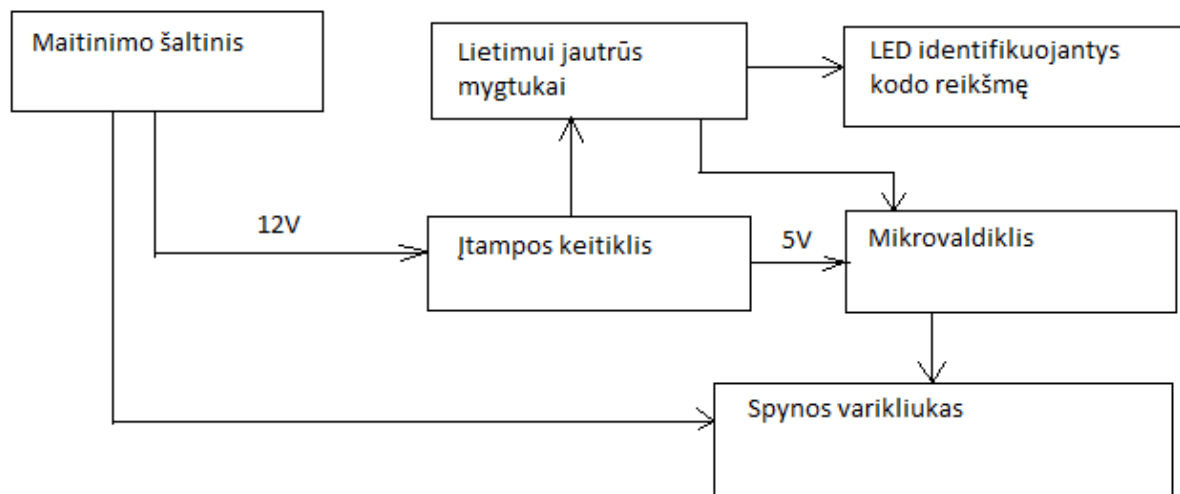
Šio projektuojamo įrenginio esmė yra suteikti galimybę naudoti automobilio užrakto mechanizmą be fizinio raktų.

Projektuojamos saugos sistemos techniniai reikalavimai ir funkcijos.

1. 2 V nuolatinė įtampa – užrakto valdymo sistema pritaikyta dažniausiai būdingai 12 V įtampai automobilių elektros grandinėse. Daugelis sistemos komponentų veiks iki 5 V įtampos, todėl naudojamas įtampos keitiklis iš 12 V į 5 V;

2. Sistemos veikimo temperatūra – nuo -40° iki +85° C, dėl galimų įvairių oro sąlygų. Visi sistemos komponentai gali veikti tokia temperatūrų diapazone;

3. Vairuotojo informavimo funkcija. LED šviesos diodai – indikatoriai nurodantys, kada nuspaustas lietimui jautrus jutiklis;
 4. Prisilietimų nustatymų funkcija. Lietimo jutikliai – didelio jautrumo jutikliai, nes sistema bus naudojama su stiklo panele 5 - 10mm storio.
 5. Nuotolinio duomenų perdavimo funkcija.
- Struktūrinė automobilio saugos sistemos schema pateikiama 1 paveikslėlyje.



1 pav. Automobilio saugos sistemos struktūrinė schema
Šaltinis: sudaryta autorių

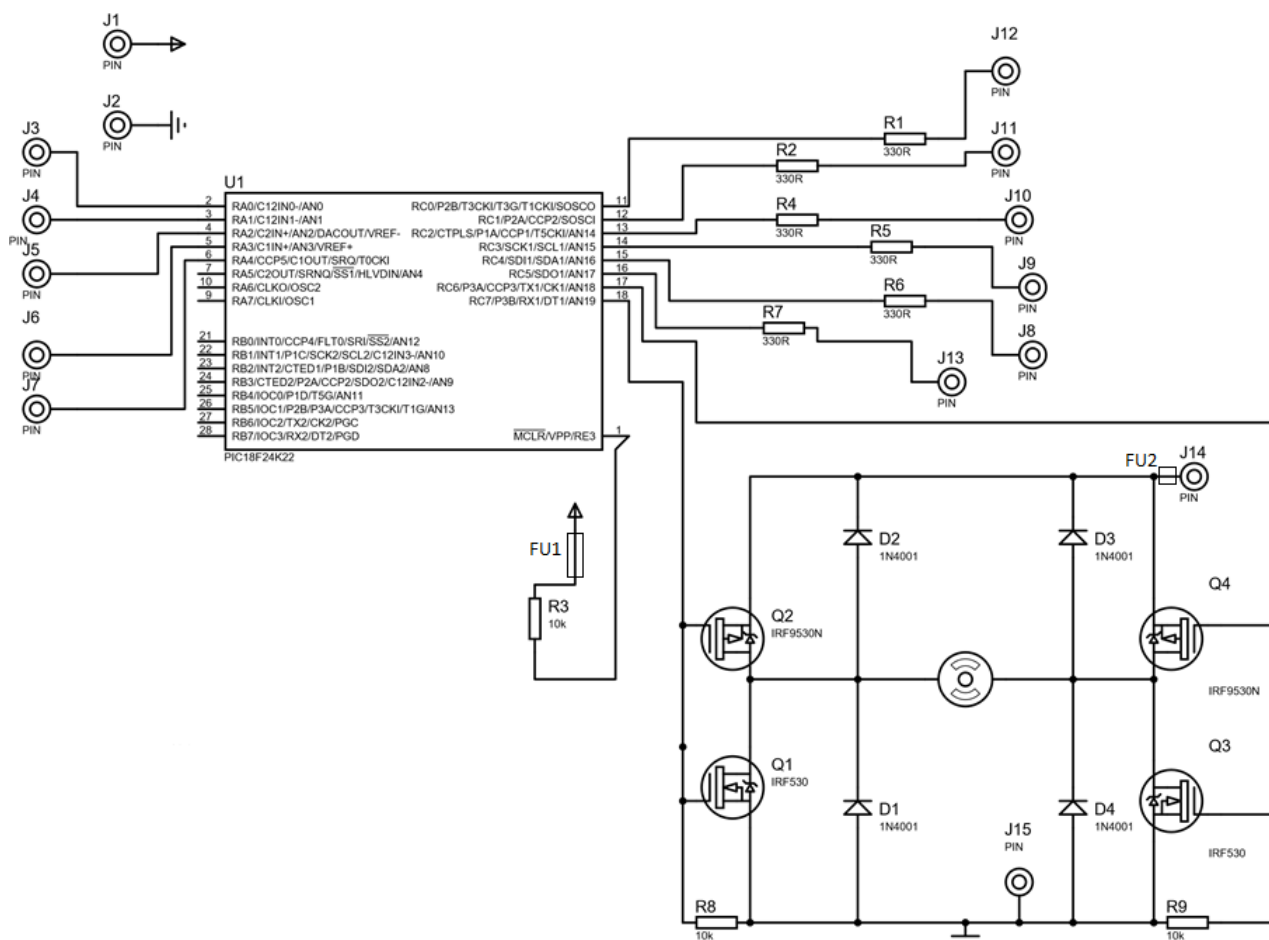
Projektuojama sistema veiks su dviem maitinimo šaltiniais, mikrovaldiklio veikimui bus paduodama konvertuota 5,5 V įtampa, o lauko tranzistorių grandinė ir jų valdomas durų užrakto mechanizmas veiks 12 V įtampoje.

Projektuojamos saugos sistemos elektrinės principinės schemos sudarymas

Pagal sudarytą automobilio saugos sistemos struktūrinę schemą parenkami komponentai. Sistemos komponentai parinkti kuo paprastesni ir patogesni montavimui, atsižvelgiant į ekonomiškumą bei patvarumą įvairių temperatūrų diapazone.

1. 5 vnt. lietimui jautrūs moduliai TTP223, kuriais duodamas signalas į mikrovaldiklį. Šie moduliai parinkti, nes veikia 2,2 – 5,5 V įtampos diapazone – puikiai suderinami su mikrovaldiklio darbine įtampa. Be to moduliai turi dideli jautrumą, nes bus pritaikyti veikti per 10 mm stiklą.
2. 7805 įtampos reguliatorius, kuris automobilio maitinimo įtampą sumažina iki 5 V ir paduoda ją mikrovaldikliui, patogus ir ekonomiškas sprendimas naudojant schemeje.
3. 6 vnt. 2 V LED šviesos diodai, indikuojantys apie aktyvuotą lietimui jautrų modulį bei sėkmingą arba nesėkmingą kodo įvestį. Penki šviesos diodai skleidžiantys raudoną šviesą parinkti indikuoti modulių lietimą, o vienas mėlyną šviesą skleidžiantis – nurodo apie sėkmingą operaciją arba galimą klaidą. Šie diodai puikiai tinka su naudojamu mikrovaldikliu.
4. 4 vnt. lauko tranzistoriai, valdomi mikrovaldiklio pagalba, kurie paduoda įtampą 12 V spynai, kuri atsirakina arba užsirakina. Naudojami 2 vnt. IRF9530N ir 2 vnt. IRF530 modelio lauko tranzistoriai. Šie tranzistoriai pasirinkti dėl patogesnio montavimo, racionalumo, lyginant su relių valdymu, ir ekonomiškumo.
5. Užrakto spyna 12 V kuri atrakina automobilio duris.
6. Mikrovaldiklis PIC18F24K22 gauna signalus iš lietimui jautrių modulių ir atitinkamai siunčia signalus į lauko tranzistorius spynos valdymui bei į LED indikatorius. Šis mikrovaldiklis patogus dėl savo kodavimo galimybių, didelio išvadų kiekio ir darbinių sąlygų palaikymo.

Automobilio saugos sistemos elektrinė principinė schema pateikiama 2 paveikslėlyje.



2 pav. Automobilio saugos sistemos valdymo elektrinė principinė schema:

J1- 5 V mikrovaldiklio maitinimo pliusinis įėjimas, J2- mikrovaldiklio maitinimo minusinis įėjimas, J3-J7 - lietimui jautrių mygtukų įėjimai, J8-J13 - išėjimai identifikuojantys įvesto kodo reikšmę, J14-J15 – 12 V maitinimo įėjimas, M1- užrakto spynos el. variklis, Q1-Q4 lauko tranzistoriai, R1-R8 - galios ribojimo varžos, U1 – mikrovaldiklis, D1-D4 – diodai, FU1, FU2 – saugiklis

Šaltinis: sudaryta autorių

Užrakto sistemos veikimo principas. Norint atrakinti automobilio centrinį užraktą, lango šoninėje dalyje įvedamas specialus nustatytas kodas (skaičių kombinaciją), naudojant lietimui jautrų modulį, jis yra sujungtas su sistemos mikrovaldikliu, kuris atsakingas už duomenų įvestį ir spynos aktyvavimą. Įvedus teisingą kodą iš lietimui jautraus modulio, mikrovaldiklis apdoroja informaciją, patvirtina teisingą įvestį ir sujungia 12 V grandinę su durų spynos mechanizmu, taip leisdamas atrakinti automobilio duris. Užrakinti automobilį galima naudoti dviejų lietimui jautrių mygtukų palaikymą 2 sekundes. Įvedus neteisingą atrakinimo kodą, modulis apie tai praneša LED šviesos diodų sumirktelėjimu.

Išvados

1. Nustatytos automobilio saugos sistemos techninės charakteristikos: 2 V nuolatinė įtampa – užrakto valdymo sistema pritaikyta dažniausiai būdingai 12 V įtampai automobilių elektros grandinėse. Daugelis sistemos komponentų veiks iki 5 V įtampos, todėl naudojamas įtampos keitiklis iš 12 V į 5 V, sistemos veikimo temperatūra – nuo -40° iki +85° C, vairuotojo informavimo funkcija (LED šviesos diodai), lietimo nustatymo funkcija ir nuotolinio duomenų perdavimo funkcija.

2. Sudaryta automobilio saugos sistemos struktūrinė schema ir nustatyta, kad projektuojama sistema veiks su dviem maitinimo šaltiniais, mikrovaldiklio veikimui bus paduodama konvertuota 5,5 V įtampa, o lauko tranzistorių grandinė ir jų valdomas durų užrakto mechanizmas veiks 12 V įtampoje.

3. Sudaryta automobilio saugos sistemos elektrinė principinė schema ir parinkti sistemos elementai: lietimui jautrūs moduliai TTP223, įtampos reguliatorius, 2 V LED šviesos diodai, lauko tranzistoriai, užrakto spyna 12 V kuri atrakina automobilio duris bei mikrovaldiklis PIC18F24K22.

Literatūra

1. JANČAITĖ, R., ŽYGIENĖ, R., SAUNORIS, M., VITONIS, P. Automobilio užvedimo spynelės mikrovaldiklio įtampos šuolių tyrimas. Inžinerinės ir edukacinės technologijos, Kauno technikos kolegija, 2020. pp. 154 – 158. ISSN.
2. JANČAITĖ, R., ŽYGIENĖ, R., SAUNORIS, M. Automobilių Mercedes-Benz užvedimo sistemų diagnostinės ir veikimo atstatymo priemonės projektavimas ir tyrimas. Inžinerinės ir edukacinės technologijos, Kauno technikos kolegija, 2021. pp. 80 – 87. ISSN 2029-9303.

CODE CONTROL OF THE VEHICLE CENTRAL LOCK

Summary

In today's world, every automobiles company tries to create new innovations which helps people to drive a car. Another technologies are which helps driver to use a car, to feel comfortable in it. Engineers try to create cars which are not only to drive from point A to point B, they creating automobiles which could apply different functions to driver to feel comfortable while using a car. One of those functions is car key. It's the every year updating project, every year engineers creating more and more simple key which has more comfortable functions in it. Our project is keyless lock and unlock system which allows person enter into the car without having a key. Project consist of PIC18F24K22 microcontroller, 5 touchscreen modules allows to unlock and lock car through automobiles window. This feature is placed into some different cars, there are many Ford models using this technology. There are many circumstances when people could use code lock, for example if children left something in car or door accidentally locks with key inside car, they could use simple 5 digits code to unlock car and if needed lock it. There is indicator light, which indicates if code was incorrect.

LAIPTŲ APŠVIETIMO SISTEMOS PROJEKTAVIMAS

Dangiras Paulikas, Dovydas Avelis, Eidmantas Baltauskas

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje aprašoma projektuojama laiptų apšvietimo patalpose sistema. Laiptų apšvietimo sistema nuo žmogaus judesio, suveikus atstumo nustatymo jutikliui, automatiškai apšvies kiekvieną laiptų pakopą, priklausomai nuo žmogaus padėties laiptų zonoje. Šis projektas suteiks patalpoms estetiškumo bei padidins saugumą lipant žmogui laiptais sutemus ar naktį. Straipsnyje pateikiamos laiptų apšvietimo patalpose sistemos techninės charakteristikos. Aprašoma laiptų apšvietimo sistemos projektavimo eiga, pristatomos struktūrinė ir elektrinė principinė schemos bei pateikiamos apibendrintos straipsnio išvados.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI: Laiptai, LED apšvietimas, judesio jutiklis, šviesos srauto jutiklis, saugumas, Arduinas.

Įvadas

Laiptai – tai tarsi ta vertikalioji pastato ašis, aplink kurią išdėstomos patalpos tiek pirmame aukšte, tiek pastogėse. Todėl laiptų projektui – verta skirti didžiausią dėmesį, apšvietimas šalia laiptų labai reikalingas. Tai ne tik funkcionalumas tamsiais vakarais. Tai ir pasirinktas šešėlis, krintantis ant laipto pakopos ar išryškinama detalė, kurios galbūt dieną nepamatysi. Kone labiausiai tinkantis ir gražiai atrodantis laiptų apšvietimas yra apšvietimas virš laiptų t.y. LED juosta prikabinta virš laiptų sukurianti ne tik estetinį grožį, bet ir sumažinanti tikimybę šaltą ar lietingą naktį ir ne tik – ant jų paslysti ir susižeisti. Ši sistema taip pat reaguos į judesį, uždegdama kiekvieną laiptų pakopą atskirai – taip taupydama suvartojama elektros kiekį.

Straipsnį sudaro dvi dalys: pirmoje nustatomos laiptų apšvietimus sistemos techninės charakteristikos, o antroje - projektuojama sistema

Tyrimo tikslas: Sukurti tolygų arba momentinį pakopų apšvietimą

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti laiptų apšvietimo sistemos technines charakteristikas it funkcijas.
2. Sudaryti projektuojamos laiptų apšvietimo sistemos struktūrinę ir elektrinę principinę schemas.

Šiame projekte panaudotos gautos inžinerinės žinios, panašios LED apšvietimo sistemos, sistemos kodui panaudota mp-lab programa, elektrinei principinei schemei sudaryti „Proteus 8“.

Laiptų apšvietimus sistemos techninės charakteristikos

Nustatyti techniniai parametrai ir funkcijos projektuojamai laiptų apšvietimo sistemai:

1. Sistema turi būti pritaikyta laiptams, kurių maitinimo įtampa nuo 12 V.
2. Paleidimo metu laiptu pakopos turi įsijungti iš eiles viena paskui kita.
3. Laiptų apšvietimo funkcija – taupyti elektrą ir pagyvinti namų apšvietimą.
4. Sistemos įsijungimo funkcija priartėjus žmogui ir tamsiu paros metu.
5. Sistemos veikimo temperatūra – nuo -5 iki +60 C.
6. Tarnavimo laikas ne mažiau 35000 val.

Išskiriamas pagrindinis techninis reikalavimas: ilgas tarnavimo laikas ir energijos taupymas.

Sistema bus valdoma ARDUINO mikrovaldikliu. Kuriam įtampą keičia įtampos keitiklis, užtikrindamas pastovią ir nekintamą įtampos tiekimą mikrovaldikliui bei jo komponentams. Dėl to projektuojama apšvietimo sistema gali būti naudojama ne tik laiptams, bet ir koridoriams ar kitokiam patalpų apšvietimui.

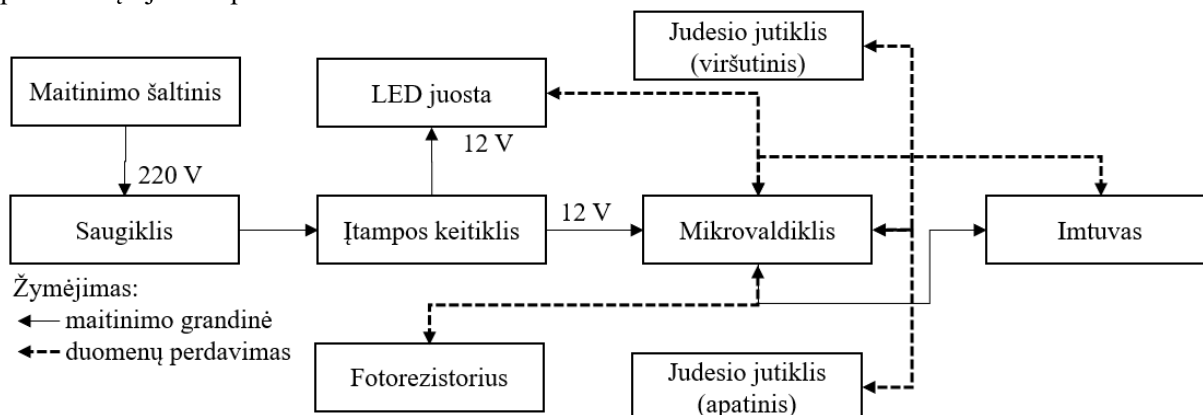
Laiptų apšvietimui gali būti naudojamos sienoje montuojami šviestuvai. Tokia sistema turi galimybę laikyti visada įjungtą pirmą ir paskutinę pakopą tam, kad naktį būtų matyti kur prasideda laiptai. Taip pat galima parinkti šviesos stiprumą, laiką ir greitį. Sistemos instaliacijos principas yra atvesti nuo kiekvienos pakopos ir jutiklių po atskirą kabelį į vietą kur stovės valdiklis. Taip pat iki valdiklio reikia atvesti standartinį 220 V maitinimo kabelį. Laiptų apšvietimo jutikliai yra montuojami sienoje laiptų apačioje ir viršuje.

Laiptų apšvietimo sistemos projektavimas

Norint tinkamai projektuoti apšvietimo įrenginio el. tinklą, būtina sudaryti maitinimo ir valdymo schemas, o apskaičiavus laidų skerspjūvius, parinkti laidų tipą bei apsaugą (Julius Petronis, 2006: 86). Tai

palengvina naudojama techninė literatūra, kurioje pateikiamos skaičiavimo formulės (Elektros įrenginių įrengimo taisyklės, 2001) ir lentelės. Žemiau pateikiama sudaryta laiptų apšvietimo sistemos struktūrinė schema (1 pav.) su atitinkamais sistemos blokais ir jų elektrinių ryšių kryptimi.

Laiptų apšvietimo sistemos struktūrinė schema leidžia nagrinėti laiptų apšvietimo valdymo principus, tarpusavio sąsajas bei paskirtis.



1 pav. Laiptų apšvietimo sistemos struktūrinė schema
Šaltinis: sudaryta autoriaus

Toliau aprašomos kiekvieno bloko funkcijos ir paskirtys:

- ✓ Maitinimo šaltinis 220 V – skirtas užmaitinti valdomus įrenginius bei visą sistemą.
- ✓ Įtampos keitiklis į 12 V – skirtas įtampai žeminti nuo 220 V iki 12 V įtampos, užmaitinti mikrovaldiklį.

- ✓ Mikrovaldiklis – ARDUINO mikrovaldiklis naudojamas LED juostų valdymui.
- ✓ Jutiklis – skirtas siusti signalą į mikrovaldiklį LED.
- ✓ LED juosta – apšviesti pakopas.
- ✓ Imtuvas - skirtas priimti signalus iš valdymo pultelio.

Sudaryta laiptų apšvietimo valdymo sistemos elektrinė principinė schema, aprašyti jos elementai ir nominalų pasirinkimo priežastys.

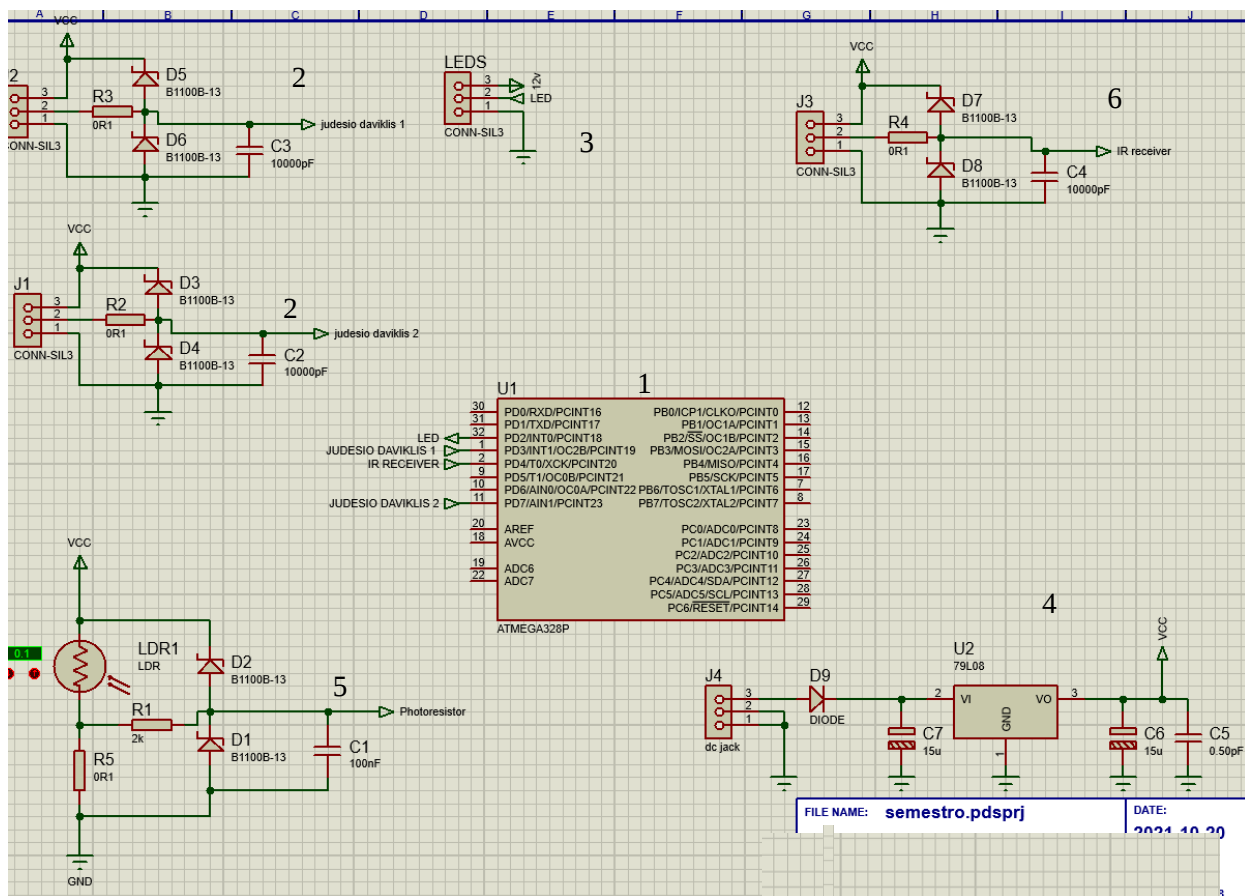
Žemiau pateiktoje 1 lentelėje pateikiamos pagrindinės LED laiptų įrengimui naudojamos medžiagos.

1 lentelė

LED laiptų įrengimui naudojamos medžiagos ir jų panaudojimo sritys

Medžiaga	Sritis	Panaudojimas
Mediena, guma, varis.	Laiptų maketo gamyba.	Gaminamas laiptų maketas iš medienos, skirtas vizualiai parodyti LED laiptų veikimo principą.
	Komponentų sudėliojimas į vietas.	Laidai, sensoriai, pultelis, jutikliai, skirti sujungti visus į vieną, kad būtų galima reguliuoti LED laiptų apšvietimą, įjungti, išjungti, keisti spalvą.
	Saugumo užtikrinimas, bendro vaizdo tobulinimas.	Sandarinimo ir izoliaciniai elementai.

Laiptų apšvietimo sistemos mikrovaldiklio schema pateikiama 2 paveikslėlyje.



2 pav. Laiptų apšvietimo sistemos mikrovaldiklio schema: 1 – ATMEGA328P, 2 – Jutikliai judesio, 3 – LED lemputė, 4 – įtampos stabilizatorius, 5 – Šviesos srauto jutiklis (fotorezistorius), 6. IR imtuvas
Šaltinis: sudaryta autoriaus

LED juostai 1 m – 18 W.

LED laiptų projekte yra 1,35 m – 24,3 W.

Saugiklio apskaičiavimo formulė :

$$I_{nom} = \frac{P_{max}}{U} = \frac{25 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 2 \text{ A.} \quad (1)$$

Maitinimo šaltinio bendrą galingumą galima skaičiuoti pagal formulę:

$$P = (PLV + JD + SD + LED) \cdot 1,2, \quad (2)$$

taigi

$$P = (0,12 \text{ W} + 2 \text{ W} + 0,6 \text{ W} + 24,3 \text{ W}) \cdot 1,2 = 32,42 \text{ W},$$

čia: I_{nom} – nominali srovės vertė, matuojama amperais (A), P_{max} – didžiausia vartotojo apkrovimo galia, kuri turi būti nurodyta įrenginyje, matuojama vatais (W). U – tinklo įtampa, matuojama voltais (V). PLV - valdiklio galingumas, įprastai iki 0,12 W. JD – judesio jutiklių galingumas, kiekvienas naudoja po 1 W. SD - sutimų jutiklio galia, galima skaičiuoti apie 0,6 W.

Išvados

1. Nustatyti laiptų apšvietimo sistemos techniniai parametrai: sistema turi būti pritaikyta laiptams, kurių maitinimo įtampa nuo 12 V, paleidimo metu laiptu pakopos turi įsijungti iš eilės viena paskui kita, laiptų apšvietimo funkcija – taupyti elektrą ir pagyvinti namų apšvietimą, sistemos įsijungimo funkcija priartėjus

žmogui ir tamsiu paros metu, sistemos veikimo temperatūra – nuo -5 iki +60 C, tarnavimo laikas ne mažiau 35000 val.

2. Sudaryta projektuojamos laiptų apšvietimo sistemos struktūrinė schema susideda iš sekančių elementų: maitinimo šaltinis 220 V – skirtas užmaitinti valdomus įrenginius bei visą sistemą, įtampos keitiklis į 12 V – skirtas įtampai žeminti nuo 220 V iki 12 V įtampos, užmaitinti mikrovaldiklį, mikrovaldiklis – ARDUINO mikrovaldiklis naudojamas LED juostų valdymui, jutiklis – skirtas siusti signalą į mikrovaldiklį LED, LED juosta – apšviesti pakopas, imtuvas – skirtas priimti signalus iš valdymo pultelio.

Sudaryta projektuojamos laiptų apšvietimo sistemos elektrinė principinė schema. Pakopų apšvietimo greitis, švietimo trukmė ir išjungimas yra programuojamas įdiegus sistemą. Ši sistema maitinama nuo elektros lizdo, kuriame teka 220 V. Ši įtampa yra pakeičiama į 12 V, šia įtampa maitinamas valdiklis ir LED juosta. Buvo surinkti visi reikiami komponentai, paruoštas bendras darbo planas, paruoštas laiptų maketas, sudėlioti komponentai į vietas, parašytas sistemos kodas. Buvo įmontuoti du PIR jutikliai – laiptų pradžioje ir pabaigoje. Įmontuotas fotorezistorius, skirtas automatiškai įjungti laiptus tamsiu paros metu. Įmontuotas IR jutiklis, skirtas priimti signalus iš valdymo pultelio.

Literatūra

1. Elektros įrenginių įrengimo taisyklės. Patvirtinta LR ūkio ministro. LR aplinkos ministro. Įsakymas 2000 12 28 Nr. 4331547. Vilnius. 2001. (žiūrėta 2021-10-30). Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.117476/HWNVNcRkEy>
2. Petronis J. Automatinio valdymo apšvietimo sistemų efektyvumo tyrimas. Baigiamasis magistro darbas. Vilnius: VGTU, 2006: 86 p.
3. Saugos taisyklės eksploatuojant elektros įrenginius. DT II – 02. Patvirtinta LR ūkio ministro įsakymu. 2002 m. vasario 5 d. Nr. 40. Vilnius. 2002. (žiūrėta 2021-10-30). Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalActPrint/lt?jfwid=&documentId=TAIS.162101&category=TAD>

DESIGN OF A STAIRCASE LIGHTING SYSTEM

Summary

The article describes the designed stair lighting system in the premises. The stair lighting system will automatically illuminate each step of the stairs from human movement, depending on the position of the person in the stair area. This project will give the premises aesthetics and increase safety when climbing stairs at dusk or at night. The article presents the technical characteristics of the stair lighting system in the premises. The design process of the stair lighting system is described, the structural and electrical schematics are presented, and the conclusions of the article are summarized.

AUTOMOBILIO BAGAŽINĖS DANGČIO ATIDARYMO KOJOS JUDESIU SISTEMOS PROJEKTAVIMAS

Modestas Šmitas
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje pateikiamas automobilio bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos projektavimas. Šios sistemos buvo naujesniuose automobiliuose komplektuojamos nuo 2014 metų, senesniuose automobiliuose tokios sistemos iki tol nebuvo diegiamos. Šio straipsnio tikslas apžvelgti kitų gamintojų bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemas ir suprojektuoti mobilią bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemą, kurią būtų galima montuoti į įvairių markių automobilius, neturinčius šios sistemos.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI. Automobilio bagažinės dangtis, kojos judesys, komfortas, sistema.

Įvadas

Dažnas automobilio vairuotojas susiduria su problema atidarant bagažinės dangtį, kai grįžtant iš parduotuvės, rankose nešami pirkiniai. Vairuotojui tenka ne tik atsirakinti automobilį, bet ir padėti pirkinius ant žemės. Taip ne tik sukelia nepatogumus ar sugaištama laiko, bet ir išpurvinamos, galimai pažeidžiamos prekės. Ši problema išsprendžiama įmontuojant bagažinės atidarymą kojos judesiu sistemą. Pasak autorių (Lee, Yen, 2018: 143 - 146) išmanioji bagažinės atidarymo sistema projektuojama po automobilio galiniu bamperiu taip, jog būtų patogų atlikti mojamąją kojos judesį. Sistemoje įmontuojamas ultragarsinis jutiklis, kuris gaudamas signalą perduoda mikrovaldikliui informaciją, ši informacija apdorojama ir siunčiamas signalas atidaryti bagažinę (Popovas, Nikolajevs, 1979: 468).

Šis straipsnis sudarytas iš trijų dalių: pirmoje dalyje pateikiama skirtingų markių automobilių bagažinės atidarymo kojos judesiu apžvalga. Antroje dalyje aprašomi techniniai reikalavimai ir elementinė bazė, trečioje dalyje - sudaryta sistemos struktūrinė ir elektrinė principinė schemas.

Tyrimo problema: kokie inžineriniai sprendimai automobilyje leistų suprojektuoti analogišką sistemą, kuri papildytų senesnių automobilių komforto sistemą.

Tyrimo tikslas – suprojektuoti bagažinės dangčio atidarymo kojos judesiu sistemą, kurią būtų galima montuoti į įvairių markių automobilius, neturinčius šios sistemos.

Tyrimo uždaviniai:

1. Atlikti kelių analoginių automobilių bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemų apžvalgą.
2. Nustatyti techninius reikalavimus, apžvelgti ir parinkti pagrindinius komponentus projektuojamai sistemai.
3. Sudaryti bagažinės atidarymo kojos judesiu struktūrinę ir elektrinę principinę schemas.

Panašių automobilio bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemų apžvalga

Originalios įmontuotos sistemos naujesnių metų automobiliuose yra pilnai įdiegtos ir sumontuotos profesionalių inžinierių, todėl šios sistemos yra žymiai sudėtingesnės, jose sukomponuoti patvaresni bei brangesni komponentai ir jutikliai. Šioje sistemoje naudojami du tūrio davikliai, kurie yra sumontuoti bamperio apačioje ir šone, apatinis tūrio daviklis fiksuoja kojos pirštus, o viršutinis fiksuoja blauzdos judesį. Ši sistema yra žymiai tikslesnė, nes tūrio davikliai taip pat sujungti su judesio nustatymo moduliu, kuris dar labiau tikslina informaciją ir siunčia signalą į spyną atidaryti bagažinės dangtį. Ši sistema yra saugesnė nes naudojama beraktė sistema, raktelyje įmontuotas procesorius siųstuvo pagalba siunčia užkoduotus signalus, o priėjus prie automobilio imtuvas tuos signalus priima ir duoda signalą į bagažinės valdymo įtaisą. Tačiau ši sistema reikalauja didesnių išlaidų, norint susimontuoti tokią sistemą savo automobilyje gali kainuoti nuo kelių šimtų iki kelių tūkstančių eurų.

Kadangi automobilių gamintojas autorizuos internetinėse svetainėse neatskleidžia techninių parametrų, bendrai bus aptartas panašių sistemų funkcionalumas.

BMW markės automobilių gamintojas teigia, jog bagažinės atidarymo sistema susiaktyvina tada, kai vairuotojas prisiartina prie automobilio. Tada norint atidaryti bagažinę, panaudojamas lengvas mostas su koja po galiniu bamperiu. Įmontuoti du tūrio jutikliai gauna signalą ir atidaro bagažinę. Jutikliai sumontuoti skirtingose vietose – vienas po bamperiu tam, kad aptiktų pėdą, antras - bamperio šone aptinka blauzdą, šis išdėstymas reikalingas tam, jog bagažinė neatsidarytų nuo pašalinių veiksmų.



1 pav. BMW automobilio bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos kojos judesio aptikimas
Šaltinis: (BMW Owner's Manual 2020: 76 - 102)

Volvo markės automobilių sistema panaši į BMW. Gamintojas teigia, jog norint atidaryti bagažinę kojos judesiu, vairuotojas automobilio raktą turi laikyti ne toliau kaip 1 metras nuo bagažinės. Atlikus spyrį po galiniu bamperiu jo noliečiant, pasigirsta garsinis signalas, jog bagažinės spyna atrakinta ir tuojau atsidarys.



1 pav. Volvo automobilio bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos jutiklių išdėstymas
Šaltinis: (Volvo Owner's Manual 2018: 267 - 271)

Taip pat norint uždaryti bagažinę atliekamas tas pats manevras kojos judesiu. Salone papildomai įmontuotas mygtukas, jei automobilis būtų užvestas ar savininkas neturėtų su savimi rakto.

Projektuojamos automobilio bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos techniniai parametrai nustatymai ir komponentų parinkimas

Nustatyti projektuojamos automobilio bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos techniniai parametrai ir funkcijos:

Veikimo temperatūra nuo -20 iki +50 °C.

Maitinimo įtampa nuo 12 V iki 14,5 V.

Sistemos komponentų įtampa 5 V.

Judesio nustatymo funkcija, veikimo diapazonas iki 30cm.

Parinkti projektuojamos automobilio bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos komponentai:

Mikrovaldiklis PIC18F24K22. Parinktas PIC18F24K22 mikrovaldiklis šiam projektui taip, kad kiekvienas elementas būtų tinkamas tokiai sistemai ir atliktų galimas funkcijas.



3 pav. Mikrovaldiklis PIC18F24K22
Šaltinis: (Vytautas Jonkus 2006 - 2008:70)

Mikrovaldiklio PIC18F24K22 techniniai parametrai:

Dažnis – 64 MHz.

Atmintis – 16 kB.

Sparta – iki 16 MIPS.

Darbinė įtampa – 1,8 – 5,5 V.

Mikrovaldiklio PIC18F24K22 savybės:

Vidinis rezonatorius.

PWM išėjimai.

12 skilčių ANC.

CAN, USB.

Ultragarsinis jutiklis HC-SR04. Šis ultragarsinis jutiklis veikia išsiųsdamas signalą į aplinką ir skaičiuojantis laiką, kol signalas atsimuša nuo objekto ir grįžta atgal į jutiklį.

Ultragarsinio jutiklio HC-SR04 techniniai parametrai:

Darbinė įtampa – 4,5 – 5,5 V.

Veikimo dažnis – 40 KHz

Matavimo tikslumas – 0,3 cm.

Matmenys – 45 x 20 x 13 mm.

Matuojamas atstumas – 2 – 500 cm.



4 pav. Ultragarsinis jutiklis HC-SR04

Šaltinis: (Manpreet, Jai 2015: 503 - 505)

Šie ultragarsiniai sistemos jutikliai veikia 40 kHz dažnio režimu, naudojami objektui aptikti, šiuo atveju kojos mostui.

Įtampos stabilizatorius (7805 TO220) - skirtas stabilizuoti 5 V įtampą nuo maitinimo šaltinio.



5 pav. Įtampos stabilizatorius (7805 TO220)

Šaltinis: (CDIL (Continental Device India Limited) 2021: 3)

Įtampos stabilizatorius (7805 TO220) techniniai parametrai:

Maksimali įėjimo įtampa – 35 V.

Maksimali išėjimo įtampa – 7 V.

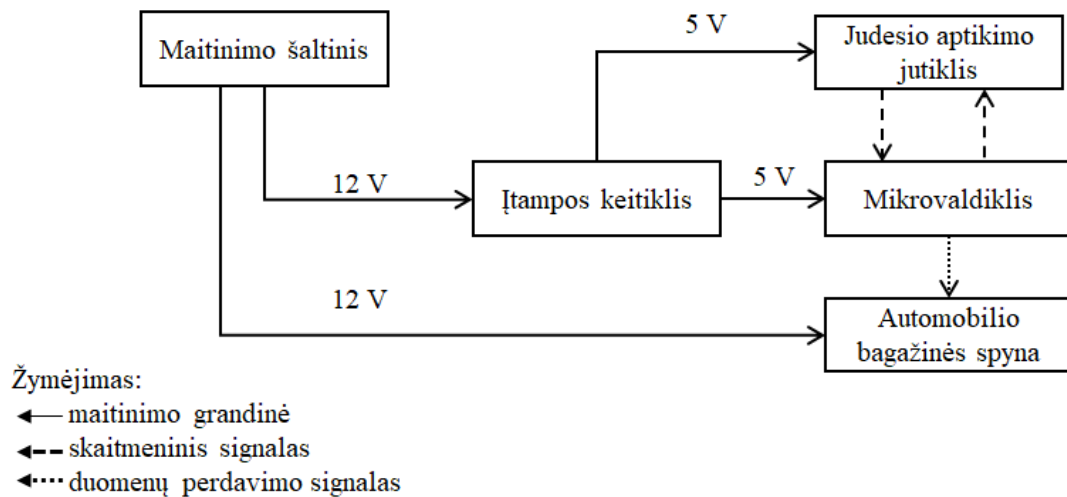
Naudojama išėjimo įtampa – 5 V.

Maksimali srovė – 1,5 A.

Veikimo temperatūra – nuo -20 iki +50 °C.

Bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos struktūrinės bei elektrinės principinių schemų sudarymas

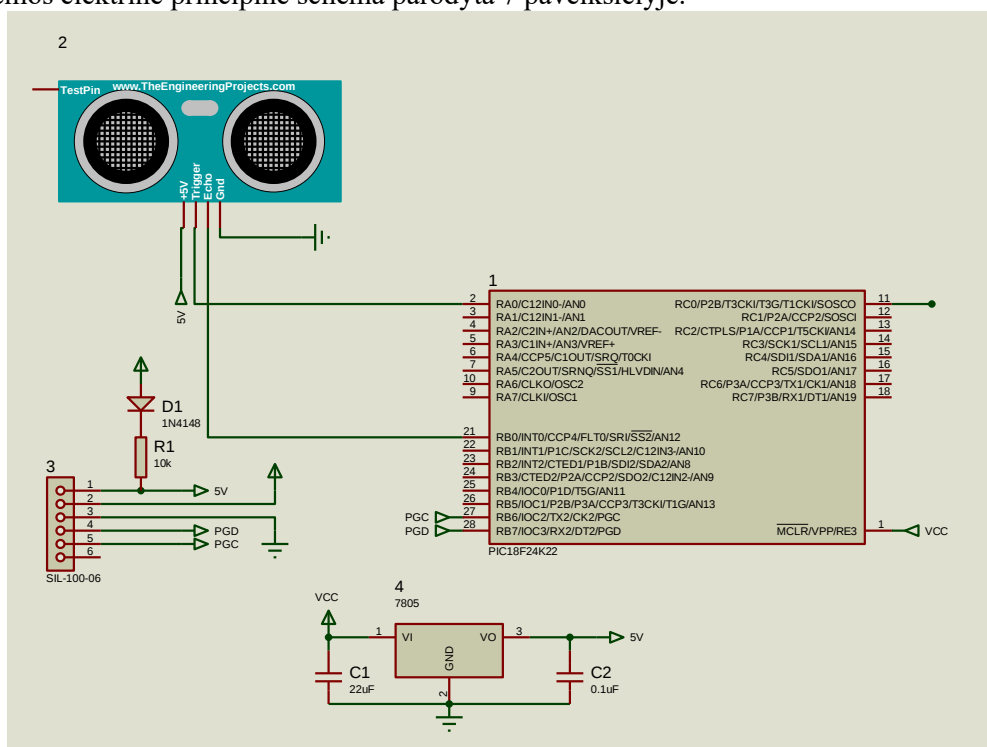
Bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos struktūrinės schemos sudarymas. Sudaryta bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos struktūrinė schema parodyta 6 paveikslėlyje.



6 pav. Bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos struktūrinė schema
Šaltinis: sudaryta autoriaus

Maitinimo šaltinis paduoda 12 V į įtampos stabilizatorių, jis pakeičia įtampą iš 12 V į 5 V, tada užmaitinamas mikrovaldiklis ir ultragarsinis jutiklis. Ultragarso jutiklis užfiksavęs kojos mostą duoda signalą mikrovaldikliui, kuris perduodamas bagažinės spynai ir ji atrakinama.

Bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos elektrinės principinės schemos sudarymas. Kadangi sistemos komponentai naudoja 5 V maitinimo įtampą reikia stabilizuoti 12 – 14,5 V automobilio įtampą. Stabilizuoti įtampą iki 5 V reikalingas stabilizatorius 7805 ir keli kondensatoriai tam, jog nebūtų įtampos šuolių. Užmaitinus mikrovaldiklį PIC18F24K22 ir ultragarsinį jutiklį HC-SR04 sistema pradeda funkcionuoti. RA0 skaitmeniniame kanale paduodamas signalas į ultragarsinį jutiklį *Trigger*. Bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos elektrinė principinė schema parodyta 7 paveikslėlyje.



7 pav. Bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos elektrinė principinė schema: 1 - mikrovaldiklis PIC18F24K22, 2 - ultragarsinis jutiklis HC-SR04, 3 - programavimo jungtis, 4 - įtampos stabilizatorius 7805 TO220

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Apdorojus signalą mikrovaldiklis siunčia signalą RC0 kanale į automobilio spynelę, ši atrakinama ir atidaromas automobilio bagažinės dangtis.

Išvados

1. Atlikta panašių sistemų analizė BMW ir Volvo markės automobiliuose. Šių automobilių bagažinės atidarymo kojos judesiu sistemos yra žymiai pažangesnės bei sudėtingesnės. Šios sistemos yra sumontuotos profesionalių inžinierių, todėl jose sukomponuoti patvaresni bei brangesni komponentai. Kadangi internetinėse svetainėse gamintojas nepateikia informacijos apie pačios sistemos techninius parametrus, aptariamas jų funkcionalumas. BMW markės automobiliuose sistema suaktyvinama kai automobilio raktelis priartinamas prie bagažinės. Raktelyje esantis siųstuvas siunčia koduotą signalą imtuvui, šis suaktyvina sistemą ir kojos mostu po galiniu bamperiu atidaromas bagažinės dangtis. Volvo markės automobiliuose įdiegta panaši sistema, tai pat turinti du tūrio daviklius. Norint atidaryti bagažinės dangtį raktelis turi būti ne toliau vieno metro nuo bagažinės. Atlikus spyrį po galiniu bamperiu jo noliečiant, pasigirsta garsinis signalas, kuris informuoja, jog tuojau bus atrakinta spyna ir atidarytas bagažinės dangtis.

2. Atlikta techninių parametrų analizė, nustatyta, jog sistema veiks nuo – 20 iki + 50 °C temperatūroje, automobilio maitinimo įtampa nuo 12 V iki 14,5 V, šią įtampa stabilizuojama iki 5 V skirta sistemos komponentams. Parinkta elementinė bazė susidaryta iš mikrovaldiklio PIC18F24K22, šis mikrovaldiklis yra tinkamas sistemai atlikti norimas funkcijas, ultragarsinio jutiklio HC-SR04 puikiai tinka aptikti objektui, šiuo atveju kojos judesiui, stabilizuoti automobilio maitinimo įtampa naudojamas įtampos stabilizatorius 7805 TO220 taip pat sistemai naudojami rezistoriai, kondensatoriai ir diodai.

3. Sudaryta struktūrinė bei elektrinė principinė schemos, panaudojant sistemai reikalingus komponentus. Elektrinė principinė schema buvo braižoma Proteus aplinkoje. Stabilizuota 12 – 14,5 V įtampa į 5 V, užmaitinami sistemos komponentai, tada mikrovaldiklis paduoda signalą ultragarsiniu jutikliu, aptikus kojos mostą šis signalą perduoda atgal į mikrovaldiklį, pastarasis išanalizavęs paleidžia vykdomąjį signalą į automobilio spynelę ir atidaromas bagažinės dangtis.

Literatūra

1. BMW Owner's Manual [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-11-19]. Prieiga per internetą: <https://www.ownersmanuals2.com/bmw-auto/x3-2019-owners-manual-76613>.
2. BMW sistemos analizavimas [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-11-10]. Prieiga per internetą: http://www.bmw3tech.com/66/opening_and_closing_the_tailgate_with_no_touch_activation.html.
3. Įtampos stabilizatorius 7805 TO220 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-11-10]. Prieiga per internetą: <https://www.tme.eu/Document/8aa8ed83dc2f8e8a5f3ad4a71fd201bc/lm7805.pdf>.
4. Lee, Yen. A Hands-Free Trunk Opening and Closing System. Proceedings of the 6th IIAE International Conference on Industrial Application Engineering, 2018, pp. 143-146.
5. Mikrovaldiklis PIC18F24K22 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-11-12]. Prieiga per internetą: <http://www.teti.ff.vu.lt/doc/mikrovaldikliai.pdf>.
6. Manpreet, Jai. Distance Measurement of Object by Ultrasonic Sensor HC-SR04 2015, p. 503 - 504
7. V. Popovas, S. Nikolajevs. Bendroji elektrotechnika ir elektronikos pagrindai, 1979, 468 p.
8. Volvo Owner's Manual [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-11-19]. Prieiga per internetą: https://az685612.vo.msecnd.net/pdfs/2fe2796d8d729f3b2e740ff88c69453f836d2086/XC60_OwnersManual_MY18_en-GB_TP24640.pdf.
9. Volvo sistemos analizavimas [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-11-19]. Prieiga per internetą: <https://www.volvocars.com/uk/support/topics/use-your-car/car-functions/operating-the-tailgate-with-foot-movement>.

DESIGN OF A CAR TRUNK WITH THE LEG OPENING SYSTEM

Summary

In this article the design of the system which lets you open your cars' trunk using your foot is shown. These systems are installed in vehicles which are manufactured from the year 2014 and in older cars, the system has not been installed yet. The purpose of this presentation is to take into account other similar makes of the system which lets you open the trunk using only the swing of your foot and try to create a mobile system which could be installed in other makes of cars and also allowing even older cars to get the system installed.

AUTOMOBILIO AKUMULATORIAUS IŠSIKROVIMO ĮSPĖJIMO SISTEMŲ APŽVALGA IR ANALIZĖ

Jonas Strimaitis

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje pateikiama automobilio akumulatoriaus išsikrovimo įspėjimo sistemų apžvalga ir analizė. Šios sistemos projektavimo būtinybė atsirado naudojantis neužvesto automobilio multimedijos sistema, o bandant ją užvesti, bandymas nepavyko – automobilis neužsivedė dėl išsikrovusio automobilio akumulatoriaus. Šio straipsnio tikslas – išanalizuoti panašias akumulatoriaus išsikrovimo įspėjimo sistemas ir galimus realizavimo būdus projektuojant sistemą.

REIKŠMINIAI ŽODŽIAI. Automobilis, akumulatorius, maitinimo įtampa, GSM modulis, multimetras.

Įvadas

Akumulatorius yra neatsiejama automobilio dalis. Tinkamai veikiantis automobilio akumulatorius privalo palaikyti nuolatinę srovę ir būti įkraunamas važiavimo metu. Tuomet generatorius maitina visus automobilio elektrinius įrenginius, jų valdymo blokus ir įkrauna akumuliatorių. Dažnas žmogus susiduria su problema, kada automobilio akumulatorius yra nepakankamai įkrautas automobilio užvedimui (Moto integrator).

Šios situacijos priežastimi gali būti netinkamas jo krovimas, jei sugedęs generatorius arba krovimo sistema, taip pat gali būti pasenęs akumulatorius, kuris nepalaiko reikiamos įtampos arba tiesiog akumulatoriaus naudojimas jo nekraunant, pavyzdžiui muzikos klausymas automobilyje, kai automobilis nėra užvestas arba paliktos įjungtos šviesos, jei automobilis neturi automatinės šviesų įjungimo sistemos (Delfi, 2014).

Norint išvengti šių nereikalingų problemų ir siekiant apsaugoti sistemas nuo įtampų kritimo bei prailginti akumulatoriaus tarnavimo laiką, kuriama sistema, kuri įspės automobilių savininkus apie jų automobiliuose išsikraunantį akumuliatorių, tokiu atveju savininkas žinos, kad akumulatoriaus įtampa krenta iki išsekimo ribos ir reikia užkurti automobilį, kad generatorius pakrautų akumuliatorių.

Akumulatoriaus išsikrovimo įspėjimo sistema toliau straipsnyje bus vadinama BDW sistema (angl. battery discharge warning system).

Šis straipsnis sudarytas iš trijų dalių: pirmoje dalyje pateikiama BDW sistemos panašių sistemų apžvalga. Antroje dalyje aprašomi techniniai reikalavimai ir funkcijos, trečioje dalyje – aprašomi galimi sistemos funkcijų realizavimo būdai.

Tyrimo problema: kokie inžineriniai sprendimai ir metodai leistų įspėti vairuotojus apie automobilio akumulatoriaus išsikrovimą, taip pat leistų išvengti įtampų kritimo valdymo blokuose?

Tyrimo tikslas: išanalizuoti panašias BDW sistemas ir galimus jų funkcijų realizavimo būdus.

Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti projektuojamos akumulatoriaus išsikrovimo sistemos techninius reikalavimus.
2. Atlikti panašių BDW sistemų apžvalgą ir palyginamąją analizę.
3. Atlikti BDW sistemos realizacijos būdų apžvalgą ir analizę.

BDW sistema būtų diegiama į automobilius, neturinčius šios sistemos ir perspės vairuotojus. Ši sistema suveiks, jeigu jų akumulatoriaus įtampa nukris žemiau kritinės ribos. Taip bus tausojamas akumulatorius, nebus pilnai iškraunamas.

BDW sistemos techniniai parametrų ir funkcijų nustatymas

Nustatyti BDW sistemos techniniai parametrai ir funkcijos:

Veikimo temperatūra nuo -30 iki +80 °C.

Maitinimo įtampa nuo 3,3 V iki 12 V.

Akumulatoriaus įtampos matavimo funkcija. Matavimo ribos nuo 10,8 V iki 14,5 V.

Vairuotojo įspėjimo funkcija, nuotolinis duomenų perdavimas.

Masė iki 300 g.

Matmenys iki 60 x 100 x 25 mm.

Automobilio akumulatoriaus išsikrovimo įspėjimo sistemos pritaikomumas šios sistemos neturintiems automobiliais.

Panašaus veikimo principo BDW sistemų apžvalga

Multimetras yra universalus prietaisas (žr. 1 pav.), kuriuo galima matuoti tris pagrindinius dydžius, tai srovės stipris, įtampa ir elektrinė varža.

Matavimas su multimetru tai vienas iš būdų diagnozuoti automobilio akumulatoriaus įtampą. Šis būdas paprastas tuo, kad matavimo metu yra nustatoma, ar automobilio akumulatorius yra tinkamas atlikti jam skirtas funkcijas, tai yra, ar gali aprūpinti automobilio elektrinius įrenginius elektros energija.

Tačiau multimetras nėra skirtas išpėti vairuotojus, kai akumulatoriaus įtampa nukrenta iki kritinės 10,5 V (priklausomai nuo automobilio) įtampos.

Norint pamatuoti automobilio akumulatoriaus įtampą, reikalinga nustatyti akumulatoriaus teigiamo ir neigiamo polių vietas ir prijungti pliusinį multimetro laidą prie teigiamos poliaus, minusinį laidą prie neigiamo poliaus ir taip multimetro ekranėlyje pateikiami akumulatoriaus įtampos parametrai.

Multimetro pagrindinės savybės: rodo realias reikšmes (paklaida nuo 0,5 % iki 2 %), gali matuoti įtampą, el. srovę, varžą, maitinamas: keičiama 9 V baterija, matavimo ribos iki 1000 V, iki 10 A, iki 50 MΩ, mobilus įrenginys, galima matuoti visų automobilių akumulatoriaus įtampą.

Multimetro techniniai duomenys: darbinė temperatūra nuo -20 °C iki +55 °C, matmenys 3,1 cm x 8,6 cm x 18,6 cm, masė 355 g, maitinimo įtampa 9 V.



1 pav. „FLUKE 189“ skaitmeninis multimetras

Šaltinis: (FLUKE corporation, 2004:3)

„Peugeot“ markės automobilių akumulatoriaus energijos taupymo sistema. Ši sistema sukurta saugoti akumuliatorių nuo pilno išsikrovimo. Kai variklis nėra užvestas, sistema leidžia naudotis multimedijos, telekomunikacijos, langų valytuvų bei šviesos sistemomis. „Peugeot“ markės automobiliuose įrengta sistema, esant neužvestam automobiliui su anksčiau paminėtomis sistemomis, leidžia naudotis iki 30 minučių. Po to taupymo sistema išjungia minėtas sistemas ir skydelyje pateikia išspėjimą (žr. 2 pav.), kad akumulatoriaus energijos taupymo sistema pradėjo veikti ir naudojamos sistemos perjungiamos į budėjimo režimą. Ši sistema veikia automatiškai norint ją išjungti reikia užvesti automobilį ir pakrauti akumuliatorių, užvestą variklį palaikyti bent 5 min. Tai negalioja, jeigu automobilio akumulatorius yra pasenęs ir nepalaiko tinkamos įtampos (Peugeot).

„Peugeot“ markės automobilių akumulatoriaus energijos ekonominė sistemos pagrindinės savybės: veikia automatiškai, integruota gamykloje, „Peugeot“ markės automobiliuose, atjungia nereikalingas sistemas (radiją, valytuvus, šviesas), pasirodo išspėjimas prietaisų skydelyje.

„Peugeot“ markės automobilių akumulatoriaus energijos ekonominės sistemos techniniai duomenys: sistemos maitinimo įtampa 12 V DC, daugiau techninių duomenų apie šią sistemą gamintojas nepateikia.



2 pav. Išspėjimas skydelyje, jog sistema pradėjo veikti

Šaltinis: (Wren, 2021)

„VOLVO“ markės automobiliuose integruota sistema įspėja vairuotojus apie senkančią automobilio akumuliatoriaus energiją prietaisų skydelyje pasirodančiu įspėjimu (žr. 3 pav.). Ši sistema matuoja akumuliatoriaus įtampą ir esant per mažai įtampai, įspėja vairuotoją, jog reikia akumuliatorių pakrauti. Taip pat gali būti, kad akumuliatorius yra senas ir jis jau nesugeba palaikyti tinkamos įtampos, dėl to skydelyje atsiranda įspėjimas apie tai, kad reikalingas akumuliatoriaus krovimo sistemos remontas arba akumuliatoriaus keitimas (YOUCANIC, 2020).

„VOLVO“ markės automobilių akumuliatoriaus išsikrovimo įspėjimo sistemos pagrindinės savybės: veikia automatiškai, integruota gamykloje, „Volvo“ markės automobiliuose, pasirodo įspėjimas prietaisų skydelyje.



3 pav. „Volvo“ markės automobilių akumuliatoriaus išsikrovimo įspėjimo signalas prietaisų skydelyje

Šaltinis: (YOUCANIC, 2020)

„VOLVO“ markės automobilių akumuliatoriaus išsikrovimo įspėjimo sistemos techniniai duomenys: sistemos maitinimo įtampa 12 V DC, daugiau techninių duomenų apie šią sistemą gamintojas nepateikia.

1 lentelė

BDW sistemos lyginimas pagal sistemos pavadinimą ir technines charakteristikas

Techninės charakteristikos ir funkcijos	Sistemos pavadinimas	MULTIMETRAS „FLUKE 189“	„PEUGEOT“ ĮSPĖJIMO SISTEMA	„VOLVO“ ĮSPĖJIMO SISTEMA
Temperatūros ribos nuo -30 °C iki 80 °C		-	+	+
Maitinimo įtampa 3,3 – 12 V		+	+	+
Akumuliatoriaus įtampos matavimas		+	+	+
Masė iki 300 g		-	+	+
Matmenys iki 60x100x25 mm		-	+	+
Automobilio išsikrovimo sistemos pritaikumas šios sistemos neturintiems automobiliams.		+	-	-
Nuotolinė duomenų perdavimo funkcija		-	-	-

Nustatyta, kad visos sistemos maitinamos ta pačia nustatyta įtampa nuo 3,3 V iki 12 V DC. Taip pat, kad visos sistemos atlieką vieną pagrindinę funkciją, matuoja įtampą, tačiau tik viena iš jų yra universali kaip projektuojama įspėjimo sistema. „Peugeot“ ir „Volvo“ markės automobilių techninės charakteristikos ir funkcijos atitinka visas, išskyrus vieną, kadangi jos yra gamykloje integruotos sistemos, todėl kitiems, šios sistemos neturintiems automobiliams, jos yra nepritaikomos, o multimetru galima tik patikrinti akumuliatoriaus įtampą, tačiau ji neatliks įspėjimo funkcijos.

Pagrindinių funkcijų realizavimo būdų apžvalga ir analizė

Vairuotojo įspėjimo funkcija. Šiai funkcijai įgyvendinti reikia pasitelkti elementus, kurie gali skleisti signalą arba signalus, įspėsiančius vairuotoją apie senkančią jo automobilio akumuliatoriaus energiją. Tai gali būti įvairūs signalai, tokie kaip: garsinis signalas, vaizdinis signalas, pasirodantis automobilio skydelyje, nereikalingų sistemų išjungimas arba tekstinis pranešimas į mobilųjį telefoną. Svarbiausia tai, kad vairuotojas sureaguotų į šį įspėjimą ir imtųsi veiksmų tam, kad išvengtų problemų, susijusių su automobilio akumuliatoriaus išsikrovimu, pavyzdžiui įrodyta (Jančaitė et al, 2020: 154 – 158), kad Mercedes-Benz w204 užvedimo spynelė sugenda įvykus įtampos šuoliams.

Atsižvelgiant į keliamus techninius reikalavimus ir projektuojamos sistemos kompleksiskumą, reikia rinktis tokį elementą, kuris neekvotų daug akumuliatoriaus energijos, būtų nesunkiai pritaikomas automobiliuose, kuriuose šios sistemos nėra, jog neužimtų daug vietos ir kad signalas būtų efektyvus.

Kadangi kuriamos sistemos vienas iš pagrindinių techninių reikalavimų yra nuotolinis duomenų perdavimas, todėl reikia rinktis iš tokių elementų, kurie sugebėtų duomenis perduoti automobilio savininkui ir tuo atveju, jei jo nebūtų automobilyje, tai gali būti „Bluetooth“ modulis, IR spinduliai arba „GSM“ modulis.

Nuotolinio duomenų perdavimo sistemų lyginimas pagal technines charakteristikas ir funkcijas parodytas 1.2 lentelėje.

Bluetooth duomenų perdavimo protokolai (Wikipedia, 2021): asinchroninis ryšys be ryšio (loginis perdavimas) (ACL), sinchroninio ryšio orientuota (SCO) nuoroda, nuorodų valdymo protokolas (LMP), pagrindinio kompiuterio valdiklio sąsaja (HCI), loginio ryšio valdymo ir pritaikymo protokolas (L2CAP), „Bluetooth“ tinklo inkapsuliavimo protokolas (BNEP), radijo dažnio ryšys (RFCOMM), paslaugų aptikimo protokolas (SDP), telefonijos valdymo protokolas (TCS), garso / vaizdo valdymo perdavimo protokolas (AVCTP), garso / vaizdo duomenų perdavimo protokolas (AVDTP), keitimasis objektais (OBEX), mažos energijos sąnaudų protokolas (ATT), mažo energijos vartojimo saugumo vadybininko protokolas (SMP).

IR spindulių protokolai yra (Grigaitis et al, 2007): NEC, Sony SIRC, Philips RC5, Philips RC6 ir neapdoroti formatai.

GSM modulis naudoja SS7 protokolų rinkinį (Modulo), kuris leidžia naudotis telefonų tinklais ir keistis informacija, reikalinga skambučiams ir trumposioms žinutėms perduoti įrenginiams tarpusavyje.

2 lentelė

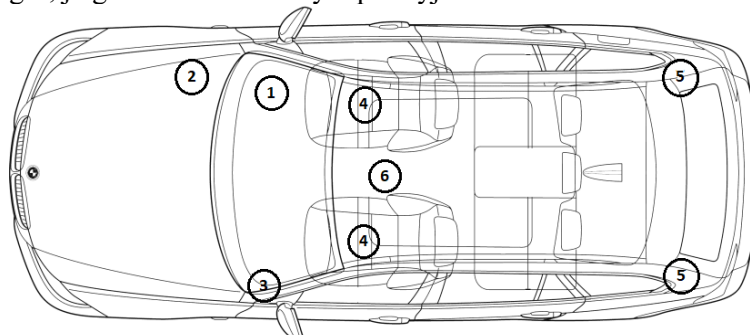
Nuotolinio duomenų perdavimo sistemų lyginimas pagal technines charakteristikas ir funkcijas

Nuotolinės duomenų perdavimo sistemos pavadinimas	Bluetooth	IR spinduliai	GSM
Techniniai charakteristikos ir funkcijos			
Tekstinės žinutės perdavimo funkcija	-	-	+
Minimalus duomenų perdavimo atstumas 20 m	-	-	+
Veikimo dažnis, MHz	~2408	~0,033	~1900
Duomenų perdavimas, Mbps	~150	~4	~30

Iš lentelės duomenų galima nustatyti, jog tinkamiausia nuotolinė duomenų perdavimo sistema yra „GSM“ modulis, kuris suteiks galimybę gauti SMS žinutę į mobilųjį telefoną. Tekstinės žinutės perteikti negali „Bluetooth“ ir infraraudonųjų spindulių sistemos, bei šių sistemų duomenų perdavimo atstumas yra trumpesnis nei „GSM“ modulyje.

Projektuojamos BDW sistemos vieta automobilyje. Sistemos matmenys iki 60 x 100 x 25 mm. Todėl ji gali būti montuojama įvairiose automobilio vietose, laidų ilgis neturi įtakos akumulatoriaus įtampos matavimui. Įmontavus sistemą, ji negali blaškyti vairuotojo dėmesio bei negali būti toje vietoje, kurioje sistema trukdytų vairuotojui valdyti automobilį ar patogiai ir saugiai sėdėti. Taip pat sistema turi būti tinkamai pritvirtinta, kad važiuojant neveiktų jo inercinė jėga, pvz. stabdant automobilį, ji nenuslystų po pedalais.

Daiktadėžėje arba porankyje – sistema bus apsaugota nuo dulkių, nebus pastebima, tačiau sumažins daiktų pasidėjimo plotą ir šiose vietose dažnai bus judinama. Variklio skyriuje prie variklio valdymo bloko – sistema bus nejudinamoje vietoje, tačiau gali būti tarp dulkių ar drėgmės ir šalia valdymo bloko sunkiau surasti vietos papildomoms sistemoms. Prie saugiklių dėžės – sistema bus apsaugota nuo dulkių, ne taip dažnai judinamoje vietoje, nebus pastebima, tačiau taip pat sunkiau surasti papildomos vietos bei gali trukdyti, norint pasitikrinti ar pakeisti saugiklius. Po keleivio arba vairuotojo sėdyne – sistema bus nepastebimoje ir nejudinamoje vietoje, tačiau ji bus tarp dulkių, o žiemos sezonu prie daugiau drėgmės. Bagažinės šonuose – sistema bus nepastebimoje vietoje, yra daugiau laisvos vietos, tačiau gali būti dulkių ir laido atvedimas iki priekio yra ganėtinai ilgas, jeigu akumulatorius yra priekyje.

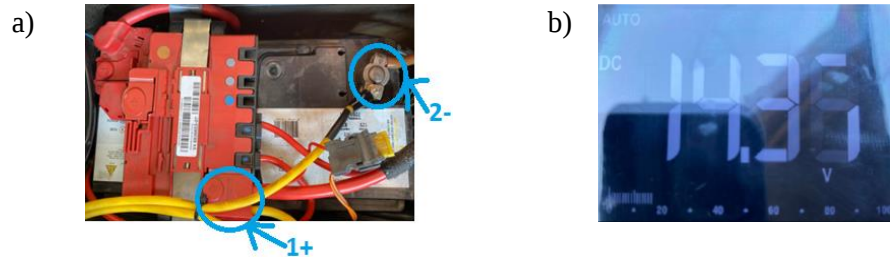


4 pav. BDW sistemos tvirtinimo vietos:

- 1 – daiktadėžėje keleivio pusėje, 2 – variklio skyriuje prie variklio valdymo bloko, 3 – prie saugiklių dėžės, 4 – po keleivio arba vairuotojo sėdyne, 5 – bagažinės šonuose, 6 – porankyje

Šaltinis: sudaryta autoriaus

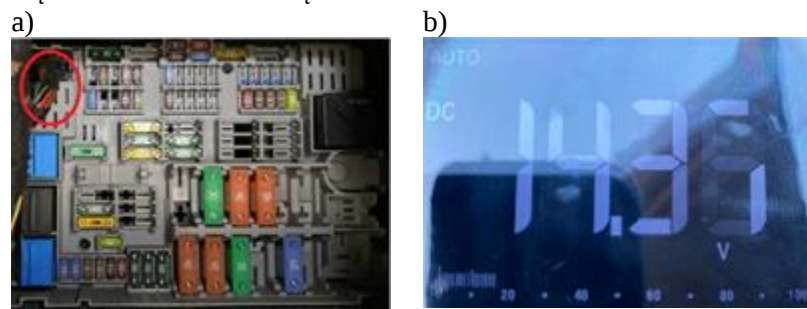
BDW sistemos maitinimo ir įtampos nustatymo funkcijos. Sistemai įgyvendinti reikalinga nustatyti pajungimo vietą, kurioje sistema galės maitintis elektros energija ir tuo pačiu metu matuoti automobilio akumuliatoriaus įtampos lygį. Taip pat reikia atkreipti dėmesį, kad sistema būtų nesunkiai atjungiamą, nes nuolatiniam naudojimui ji yra nereikalinga. Žemiau pateiktame 1.5 paveikslėlyje yra parodyta galima BDW sistemos pajungimo vieta, prie akumuliatoriaus.



5 pav. Jungimas BDW sistemos prie akumuliatoriaus: a) pajungimo vieta nurodytuose taškuose (1+, 2-), b) realūs akumuliatoriaus įtampos rodmenys tuose taškuose (1+, 2-)

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Atlikus įtampos matavimus prie akumuliatoriaus, sistema nustatytas jos vertes turės palyginti su nominaliomis, o nustačius žemiausią nustatytą ribą aktyvuoti vairuotojo išpėjimo sistemą. Jungimui prie akumuliatoriaus reikės papildomai ilgų laidų pravedimui iki automobilio salono, nepatogus sistemos prijungimas ar atjungimas, esant poreikiui. Tačiau jungimas šioje vietoje yra patikimiausias, nes jungiama tiesiogiai prie akumuliatoriaus. Žemiau pateiktame 6 paveikslėlyje yra parodyta galima BDW sistemos pajungimo vieta, prie saugiklių dėžės maitinimo laidų.

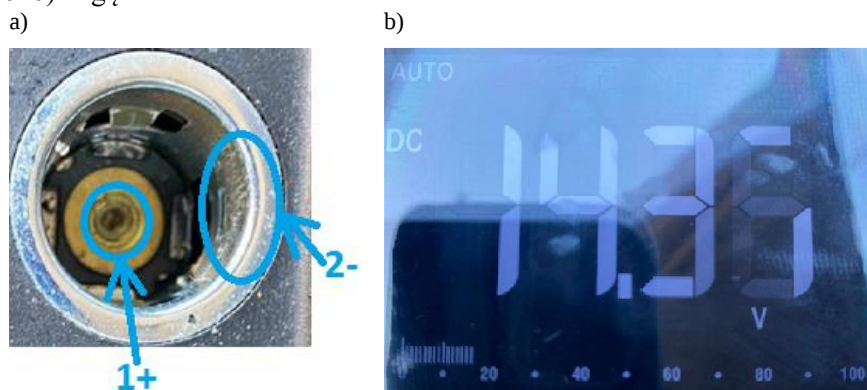


6 pav. Jungimas BDW sistemos prie saugiklių dėžės maitinimo laidų: a) pajungimo vieta nurodytame taške; b) realūs akumuliatoriaus įtampos rodmenys tame taške

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Jungimas prie saugiklių dėžės maitinimo laidų taip pat yra patikimas, nes šie laidai yra tiesiogiai sujungti su akumuliatoriumi, todėl sistemai bus suteikta reikiama įtampa ir signalas iš akumuliatoriaus, tačiau taip pat reikės ilgesnių laidų papildomam pravedimui automobilio viduje ir sistemą bus sunkiau prijungti ar atjungti, kai bus poreikis tai daryti, tai pat reikės gadinti gamyklinę automobilio laidų izoliaciją.

Žemiau pateiktame 7 paveikslėlyje yra parodyta galima BDW sistemos pajungimo vieta, į degiklio (Skonio Gidas, 2020) angą.



7 pav. Jungimas BDW sistemos į degiklio angą: a) pajungimo vieta nurodytuose taškuose (1+, 2-), b) realūs akumuliatoriaus įtampos rodmenys tuose taškuose (1+, 2-)

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Ši BDW sistemos jungimo vieta yra patogiausia. Šioje vietoje yra tokia pati įtampa, kaip ir akumulatoriaus. Pavyzdžiui BMW 320 E91 markės automobilyje yra trys skirtingos pajungimo vietos: priekyje prie peleninės, porankyje bei bagažinėje, todėl yra ir daugiau paprastų galimybių šios sistemos maketą padėti į norimą vietą.

Kadangi šios sistemos vienas iš reikalavimų yra pritaikomumas, šios sistemos neturintiems automobiliams bei šios sistemos naudojimas nėra pastovus, todėl turi būti paprastas pajungimas ir atjungimas arba perdėjimas į kitą automobilį. Iš pateiktų vietų patogiausia jungimo vieta yra degiklio anga, nes bet kada galima ją prijungti ar atjungti be jokių sunkumų. Taip pat naudojant šį būdą nereikia gadinti gamyklinės laidų izoliacijos ar junginėti akumulatoriaus jungčių ir nereikia vesti papildomų laidų pro automobilio apdailą.

Išvados

1. Projektuojamai BDW sistemai nustatyti techniniai reikalavimai: darbinė temperatūra nuo -30 °C iki +80 °C, maitinimo įtampa 3,3 – 12 V DC, masė iki 300g, matmenys iki 60 x 100 x 25 mm. Ši sistema turės akumulatoriaus įtampos matavimo funkciją (matavimo ribos nuo 10,8 V iki 12,5 V), vairuotojo įspėjimo funkciją bei nuotolinio duomenų perdavimo funkciją. Ši sistema bus pritaikoma šios sistemos neturintiems automobiliams.

2. Nustačius technines charakteristikas atlikta analoginių sistemų apžvalga ir palyginamoji analizė. Šioje dalyje išnagrinėtos trys panašios sistemos: multimetras, Peugeot markės automobilio senkančio akumulatoriaus įspėjimo sistema ir Volvo markės automobilio senkančio akumulatoriaus įspėjimo sistema. Atlikus šių sistemų palyginamąją analizę buvo nustatyta, jog šios sistemos maitinamos ta pačia įtampa nuo 3,3 V iki 12 V bei atlieka tą pačią funkciją, matuoja akumulatoriaus įtampos lygį. Tačiau ne visos sistemos yra universalios arba neturi įspėjimo funkcijos, taip pat nei viena sistema neperduoda duomenų nuotoliniu būdu. Taip pat, kad multimetru galima patikrinti tik akumulatoriaus įtampą, tačiau ji neatliks įspėjimo funkcijos. Todėl būsima projektuojama sistema būtų naudinga, nes ją galima pritaikyti jos neturintiems automobiliams, taip pat nereikės būti automobilyje, nes BCW sistema perduotų informaciją vairuotojui apie senkančią akumuliatorių į mobiliųjį telefoną.

3. Atliekant realizacijos būdų apžvalgą buvo nustatyti būdai nuotoliniam duomenų perdavimui. Atlikta Bluetooth, infraraudonųjų spindulių ir GSM ryšių palyginamoji analizė, kurios metu buvo nustatyta, kad šiai sistemai bus naudojamas GSM ryšys, nes jo pagalba į telefoną galima perduoti SMS žinutę, bet koku atstumu. Taip pat buvo palyginamos sistemos montavimo vietos. Apžvelgti kiekvienos montavimo vietos privalumai ir trūkumai. Šioje dalyje buvo nustatytos galimos BDW sistemos maitinimo bei įtampos matavimo funkcijai atlikti reikalingos jungimo vietos. Atsižvelgus į jų privalumus ir trūkumus buvo pasirinkta degiklio anga, į kurią ateina sistemai reikalingas įtampos lygis bei ši jungimo vieta yra patogiausia, norint ją, esant poreikiui, junginėti.

Literatūra

1. DELFI. 7 priežastys, kodėl akumulatorius neberodo gyvybės ženklų, 2014 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021 – 10 – 11]. Prieiga per internetą: <https://www.delfi.lt/auto/patarimai/7-priezastys-kodel-akumulatorius-neberodo-gyvybes-zenklu.d?id=63839598>
2. FLUKE CORPORATION. Logging and analyzing events with FlukeView Forms Software, 2004 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021 – 10 – 12]. Prieiga per internetą: <https://www.pdfFiller.com/jsfiller-desk21/?requestHash=d9f1d2976053e9a44880df110b8b1f54684be8a1dcb4ec888807e894788a3d74&projectId=863218775&loader=tips#7a3ed303eb78108d1d7dd649081ef63d>
3. GRIGAITIS D., LUKŠĖNAS P. Infraraudonųjų spindulių nuotolinio valdymo protokolų apžvalga, 2007 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021 – 11 – 15]. Prieiga per internetą: <http://www.elektronika.lt/teorija/ryšiai/6910/infraraudonuju-spinduliu-nuotolinio-valdymo-protokolu-apzvalga/>
4. YOUCANIC. Troubleshooting Volvo Low Battery Warning, US, Baltimore, 2020 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021 – 10 – 17]. Prieiga per internetą: <https://www.youcanic.com/guide/volvo-low-battery-warning>
5. JANČAITĖ, R., ŽYGIENĖ, R., SAUNORIS, M., VITONIS, P. Automobilio užvedimo spynelės mikrovaldiklio įtampos šuolių tyrimas. Inžinerinės ir edukacinės technologijos, Kauno technikos kolegija, 2020. pp. 154 – 158. ISSN 2029-9303.
6. MODULO. GSM-GPRS Network Interfaces. [žiūrėta 2021 – 11 – 15]. Prieiga per internetą: <https://www.modulo.co.il/tools/gsm-ss7-network-interfaces/>
7. Moto integrator. Kokia turi būti akumulatoriaus įtampa? [interaktyvus]. [žiūrėta 2021 – 10 – 11]. Prieiga per internetą: <https://motointegrator.com/lt/lt/patarimai/akumulatoriai/kokia-turi-buti-akumulatoriaus-itampa>

8. PEUGEOT. Energy economy mode [interaktyvus]. [žiūrėta 2021 – 10 – 14]. Prieiga per internetą: <http://www.peuclub.com/pgcont-1384.html>
9. SKONIO GIDAS. Kaip taisyklingai lietuviškai vadinamos automobilių dalys? 2020 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021 – 11 – 04]. Prieiga per internetą: <https://www.autoreviu.lt/straipsniai/kaip-taisyklingai-lietuviskai-vadinamos-automobiliu-dalys>
10. Wikipedia. List of Bluetooth protocols, 2021 [interaktyvus]. [žiūrėta 2021 – 11 – 15]. Prieiga per internetą: https://en.wikipedia.org/wiki/list_of_bluetooth_protocols
11. WREN D. Peugeot 207 Economy Mode Not Starting: Causes & How to Fix? Driving and style, 2021. [žiūrėta 2021 – 11 – 15]. Prieiga per internetą: <https://drivingandstyle.com/peugeot-207-economy-mode-not-starting/>

CAR BATTERY DISCHARGE WARNING SYSTEM OVERVIEW AND ANALYSIS

Summary

The article provides an overview and analysis of car battery discharge warning systems. The idea for this system came from listening to the radio in a not started car. When it was time to leave, the car did not start due to a discharge car battery. Such a system would be installed in cars without this system and would alert drivers. This system will operate if their battery voltage drops below the critical limit. This will save battery power and will not completely discharge it.

ULTRAGARSINIŲ JUTIKLIŲ FUNKCINIŲ PARAMETRŲ TESTAVIMAS

Mantas Milieška, Julius Šaltanys

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Šiame straipsnyje apžvelgiamos problemos, kylančios elektronikos gaminių surinkime, kai dalį mazgų tiekia kiti gamintojai ir sunku užtikrinti tiekiamų komponentų, modulių kokybinius parametrus ar iš anksto identifikuoti galimus defektus. Vienas iš realių pavydžių – ultragarsinių atstumo jutiklių defektų aptikimas prieš sumontavimą gaminyje. Apžvelgiamos galimos dažniausiai pasitaikančių defektų priežastys ir jų ankstyvas aptikimas prieš sekančias montavimo ir testavimo operacijas surinktame gaminyje.

Reikšminiai žodžiai: ultragarsiniai jutikliai, funkcinis testavimas, defektų nustatymas.

Įvadas

Elektronikos gamybos pramonėje įmonės didžiąją dalį spausdintinių plokščių, gaminių surenka pačios, tačiau dalį surinktos elektronikos komponentų, jutiklių bei modulių tiekia kiti gamintojai, todėl užtikrinti visapusišką pilnai surinkto gaminio kokybę gali būti sudėtinga. Nors tokių modulių gamintojai deklaruoja užtikrinantys visus kokybinius ir techninius parametrus, tačiau pakavimo ir transportavimo metu gali atsirasti defektų, kuriuos būtina aptikti iki pilnai surinkto gaminio perdavimo užsakovui. Šiuo tikslu siekiama kuo anksčiau aptikti galimus defektus ir nebenaudoti pažeistų komponentų. Elektronikos surinkimo paslaugas teikiančioje įmonėje vienas dažniau pasitaikančių defektų – ultragarsinių atstumo jutiklių HC-SR04 ir HY-SRF05 netinkamas veikimas arba neveikimas. Įprastai testuojamas pilnai surinktas gaminys, kuriame išryškėjo pasikartojantis šių jutiklių defektas. Aptikus netinkamą jutiklį, jis keičiamas kitu. Tam reikalingos papildomos remonto operacijos, kurios didina gaminio savikainą bei gali nulemti kitus defektus. Siekiant išvengti papildomų operacijų bei išlaidų, nutarta sukurti testavimo sistemą tiekiamiems jutikliams, taip eliminuojant juos iš sekančių surinkimo operacijų.

Ultragarso atstumo jutiklį sudaro siųstuvas ir imtuvas. Inicijavus matavimą, mikrovaldiklis formuoja 10 μs aukšto lygio impulsą jutiklio „Trigger“ išvadui, siųstuvas išsiunčia aštuonis 12,5 μs ilgio impulsus kas 12,5 μs ir laukiama grįžtančio atspindžio nuo kliūties signalo (formuojamas aukštas įtampos lygis „Echo“ išvade“). Imtuvui priėmus grįžtantį signalą formuojamas atitinkamos trukmės impulsas jutiklio išėjime, kuris lygus išsiųsto ir grįžusio signalo suminiam laikui. Padauginus laiką iš garso greičio ir sandaugą padalinus iš dviejų gaunamas atstumas [1]. Tiriamų jutiklių pagrindiniai parametrai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Pagrindiniai HC-SR04 ir HY-SRF05 ultragarsinių atstumo jutiklių parametrai

Darbinis dažnis	Mažiausias matuojamas atstumas	Didžiausias matuojamas atstumas	Matavimo kampas	Stimulo signalas („Trig“ kontakto)
40 kHz	2 cm	400 cm	15°	10 uS TTL pulsas

Šaltinis: sudaryta autorių

Tačiau tiksliam matavimui atlikti būtina įvertinti aplinkos temperatūrą, dėl kurios pokyčio kinta garso greitis, tuo pačiu ir matavimo rezultatas. Didėjant aplinkos temperatūrai nuo -25°C iki +35°C garso sklaidimo greitis didėja 36 m/s, tai sudaro 10% pokytį. Įvertinus visas sąlygas jutikliu išmatuotas signalo sklaidimo laikas perskaičiuojamas į atstumą pagal šią (1) formulę [1]:

$$d = \frac{(C_{UG} + 0,606T) \cdot t}{2} \quad (1)$$

čia: d-apskaičiuotas atstumas, m, C_{UG} – ultragarso greitis prie 0°C, lygus 331,3 m/s, T- aplinkos temperatūra, t – jutikliu išmatuotas laikas

Patikrinti ar testuojami ultragarsiniai atstumo jutikliai atitinka parametrus, numatyta išmatuoti žinomą atstumą ir patikrinti jutiklio reakciją į begalinį atstumą.

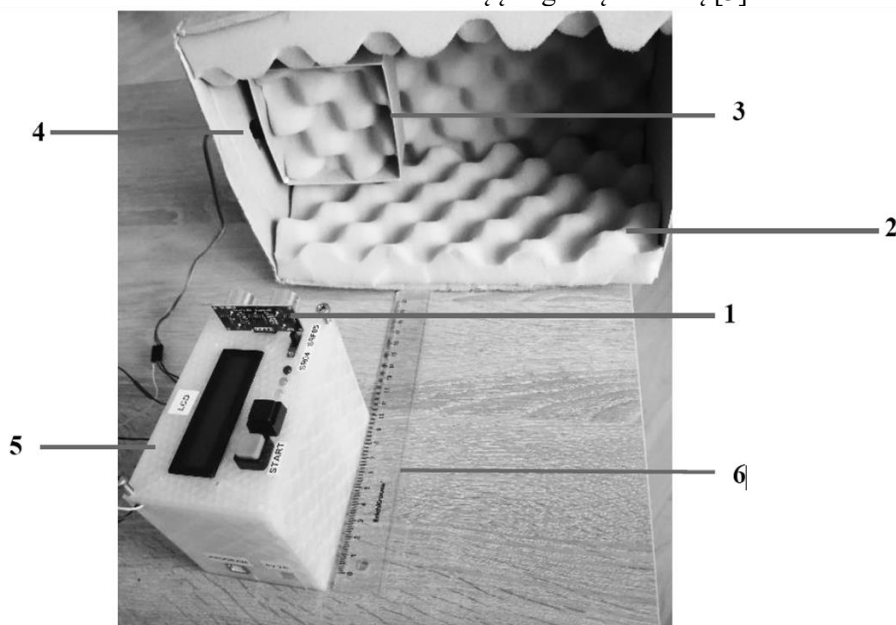
Nustatyti dažniausiai pasitaikantys gedimai: nėra jokio signalo iš jutiklio, inicijavus matavimą visada gražinamas toks pats matavimo laikas, atlikus matavimą gaunamas netikslus išmatuotas atstumas, atlikus matavimą gaunamas nepastovus rezultatas, gražinamas signalas esant didesniai atstumui už 4 m.

Tyrimo metodika

Pagamintas ultragarsinių atstumo jutiklių HC-SR04 ir HY-SRF05 tyrimo stendas (1 pav.) ir atliktas jutiklių tyrimas. Numatyta, kad tyrimo stendas bus naudojamas masinėje gamyboje, todėl jis turi būti lengvai valdomas ir galinti pateikti aiškų ir konkretų rezultatą, aiškiai suprantamą operatoriui, tuo pačiu kaupti statistinius testavimo rezultatus skirtus inžinieriams. Tyrimo stendo parametrai: suderinamas su HC-SR04 ir HY-SRF05 jutikliais, žinomo ir begalinio atstumo matavimo testavimas, įvertinant aplinkos temperatūrą, rezultato atvaizdavimas ekrane bei PASS (testas sėkmingas) arba FAIL (jutiklis brokuotas) LED indikacija skirta operatoriui.

Jutiklių inicijavimui ir rezultato priėmimui naudotas atmega328 mikrovaldiklis esantis „Arduino Nano“ plokštėje. Pasirinktas dėl kompaktiškų gabaritų, nesudėtingo programavimo ir bibliotekų gausos. [2]

Testuojamų jutiklių deklaruojamas matuojamas atstumas nuo 2 cm iki 4 m. Siekiant patikrinti didžiausią matuojamą atstumą, tyrimo stendas užimtų pernelyg daug vietos. Norint patikrinti kaip dirba jutiklis esant didesniai atstumui, nuspręsta naudoti akustinę medžiagą, sugeriančią ultragarsą. Tam panaudotas uždarytų porų viskoelastinio putų poliuretano 50 kg/m³ profiliuotas akustinis porolonas, kuriuo išklota testavimo kamera. Atstumo matavimui naudota kartoninė dėžutė žinomu atstumu nuo jutiklio, kurios viena pusė padengta minėta akustine medžiaga, kita - palikta nedengta. Atspindžio dėžutė testavimo metu servo pavaros apsuksama 180° laipsnių kampu, tokiu būdu keičiant žinomo atstumo matavimą į begalinį atstumą [3].



1 pav. Testavimo sistema, 1 – ultragarsinis jutiklis, 2 – testavimo kamera, 3 – atspindžio paviršius, 4 – servo pavaras, 5 – testavimo įrenginys, 6 – atstumo matavimas

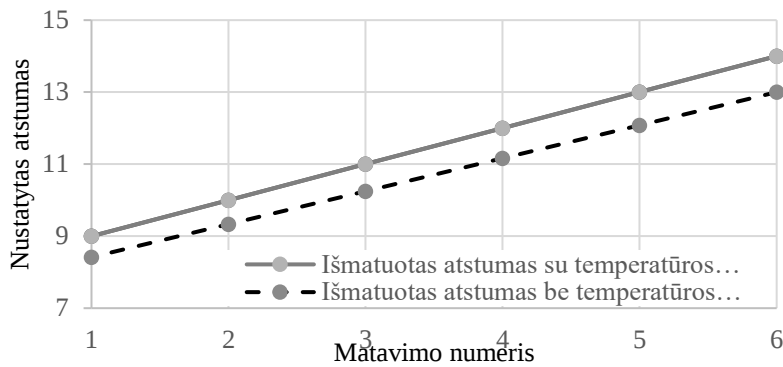
Šaltinis: sudaryta autorių

Eksperimentų rezultatai

Pagrindinė tyrimo stendo užduotis – patikrinti ar testuojamas ultragarsinis jutiklis yra funkcionalus (atlieka atstumo matavimo funkciją pagal specifikaciją). Reikia užtikrinti ar testavimo sistema geba tinkamai patikrinti minėtą jutiklį. Tikrinami žinomi geri ir žinomi blogi ultragarsiniai jutikliai. Testavimui naudojami įrankiai: kompiuteris su „Arduino IDE“ programavimo aplinka, liniuotė, „Arduino“ programos serijinės komunikacijos konsolė.

Pirmiausia tikrinami žinomi geri ultragarsiniai jutikliai. Atspindžio paviršiaus plokštelė, akustine medžiaga išklotoje kameroje atitraukiama 14 cm atstumu nuo tyrimo stendo, įstatomas ultragarsinis jutiklis. Atstumas mažinamas 5 kartus, 1 cm intervalu. Pirminis matavimas atliekamas liniuote, matavimo rezultatai pateikti 2 paveiksle. Eksperimento metu atstumas matuojamas be vertės po kablelio, kadangi tokiu atstumu pastatyti kliūtį yra itin sudėtinga.

Eksperimento metu atstumas matuojamas su temperatūros jutikliu ir be. Pastebėta, kad paprastas temperatūros jutiklis matavimą paverčia tikslesniu, t.y. jei kliūtis pastatyta priešais jutiklį per 14 cm, jutiklio matavimo rezultatas atitinka realų matuojant kiekvieną kartą. Be temperatūros jutiklio, pastebėta, kad 3 iš 10 kartų, jutiklis išmatuoja 1 cm mažesnę atstumą.



2 pav. Atstumo matavimo eksperimento rezultatai

Šaltinis: sudaryta autorių

Toliau atliekami tyrimo stendo funkcionalumo matavimai – tikrinama, ar apsukus akustine medžiaga dengtą dėžutės pusę į jutiklį signalas išsklaidomas. Testavimo metu pastebėta, kad grįžtantis signalas ne visada išsklaidomas. Testavimas atliktas 20 kartų, iš jų 9 kartus signalas grįžo, tačiau išmatuotas atstumas ~10 kartų didesnis, likusius 11 kartų išmatuotas atstumas lygus 0, tai reiškia, kad signalas negrįžo. Dėl šios priežasties atliktas atspindžio paviršiaus atitraukimas nuo kraštinės kameros sienelės bei kruopščiau padengtas akustine medžiaga. Viso tikrinta 15 brokuotų ultragarsinių jutiklių. Eksperimentas atliktas analogiškai žinomiems geriams jutikliams. Tikrinama atstumo matavimo funkcija, signalai ant „Trigger“ bei „Echo“ išvadų. Tikrinimas atliktas esant 14 cm atstumui iki kliūtis ir imituojant begalinį atstumą sugeriant signalą.

Iš visų tikrintų brokuotų ultragarsinių atstumo jutiklių aptikta 8 vnt. kurie rodė 0 cm atstumo rezultatą, likę - rodė begalinio atstumo rezultatą, nepaisant koks atstumas buvo nustatytas testavimo stende. Tai rodo, kad dažniausiai pasitaikantis defektas – nefunkcionuojantis jutiklis. Vieno jutiklio testavimo laikas, įvertinant operatoriaus sugaištą laiką įstatant ir išimant jutiklį, trunka tarp 6 s ir 12 s.

Išvados

1. Straipsnyje apžvelgti tipiniai ultragarsinių atstumo jutiklių HC-SR04 ir HY-SRF05 parametrai ir dažniausiai pasitaikantys jų defektai, aptinkami pilnai sumontavus į gaminį.
2. Pagal apžvelgtus parametrus ir veikimo principus sudaryta tyrimo metodika bei pagamintas jutiklių tyrimo stendas.
3. Gauti eksperimentų rezultatai rodo, kad metodika ir tyrimo stendas aptinka jutiklius neatitinkančius techninių parametrų. Tyrimo metu testuoti veikiantys jutikliai testą pilnai praėjo, tirti 15 vnt. brokuotų jutiklių patvirtinti netinkamai naudoti, iš jų 8 vnt. rodė 0 cm atstumą, likę – begalinį.
4. Įvertinti tyrimo stendo funkcionalumo realiomis gamybinėmis sąlygomis ir sukaupti daugiau statistinių duomenų nebuvo galimybės, dėl pakeistos darbovietės.

Literatūra

1. Distance Measurement with an Ultrasonic Sensor HY-SRF05 | hackster.io. [žiūrėta 2021.10.27]. Prieiga per internetą: <https://www.makerguides.com/hc-sr04-arduino-tutorial/>
2. Arduino Nano (V2.3) User Manual | Arduino. [žiūrėta 2021.10.19]. Prieiga per internetą: <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoNanoManual23.pdf>
3. Servo Motor SG-90 | components101. [žiūrėta 2021.10.21]. Prieiga per internetą: <https://components101.com/motors/servo-motor-basics-pinout-datasheet>

TESTING OF FUNCTIONAL PARAMETERS OF ULTRASOUND SENSORS

Summary

This article reviews the problems that arise in the assembly of electronic products, when part of the components are supplied by other manufacturers and it is difficult to ensure the quality of parameters of the supplied components, modules or to identify possible defects in advance. One of the real examples is the detection of defects in ultrasonic distance sensors before installation in the product. The possible causes of the most common defects and their early detection before the next installation and testing operations in the assembled product are reviewed.

ISSN 2783-6223 (leidinio forma: Elektroninis)

Mokslinės konferencijos
„PRAMONĖS IR VERSLO SINERGIJA TVARIAI ATEIČIAI”
recenzuotų straipsnių rinkinys

Išleido Kauno technikos kolegija, Tvirtovės al. 35, LT-50155 Kaunas
www.ktk.lt,
el.p. ktk@edu.ktk.lt