



Mérnöki Szimpózium a Bánkin előadásai

*(Proceedings of the Engineering
Symposium at Bánki)*

2022



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY



Mérnöki Szimpózium a Bánkin Előadásai

Proceedings of the Engineering Symposium at Bánki



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY



BÁNKI DONÁT GÉPÉSZ ÉS
BIZTONSÁGTECHNIKAI MÉRNÖKI KAR

BÁNKI DONÁT FACULTY OF MECHANICAL
AND SAFETY ENGINEERING

Copyright © a szerzők / the authors, ESB 2022

Minden jog, a kiadvány kivonatos utánnnyomására, kivonatos vagy teljes másolására (fotokópia, mikrokópia) és fordítására fenntartva.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, or transmitted, in any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Kiadó / Publisher: Óbudai Egyetem

Felelős kiadó / Editor-in-Chief: Rajnai Zoltán

Szerkesztette / Edited by: Horváth Richárd, Lukács Judit, Stadler Róbert Gábor

Műszaki szerkesztő / Technical Editor: Horváth Richárd

Borítóterv / Cover: Keserűné Balázs Tímea

ISBN 978-963-449-306-8

online elérhető / online available at:

<http://bgk.uni-obuda.hu/esb>

2022.

Köszöntő

Az elmúlt évtizedben megrendezett ESB – Engineering Symposium at the Bánki – konferenciák hagyományát méltó módon követve az idén is sikerült a különböző kutatói területek képviselőit megszólítani és egy konferencia kötetet összeállítani, amely a kar kutatóin, oktatóin, munkatársain és doktorandusz hallgatóin túl a társegyletünkben tanuló és oktató, illetve ipari területen dolgozó kollégáinknak is kínált publikálási lehetőséget. Tanulmánykötetünk a legszínvonalasabb publikációkat mutatja be, magyar és angol nyelven. A cikkek témagazdagsága és sokszínűsége nagyon hűen tükrözi napjaink hallatlanul izgalmas, kihívásokban gazdag időszakát, kutatási trendjeit és irányzatait. Ezúton szeretnék köszönetet mondani elsősorban a kötet szerzőinek, de mindazoknak is, akik támogatták, valamint ösztönzésükkel és segítségükkel nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy e kiadvány megjelenhetett. A tanulmánykötet sokszínűségére és tartalmi gazdagságára hivatkozva bízom benne, hogy elnyeri minden olvasó tetszését és mind az akadémiai, mind pedig a vállalati szférában tevékenykedő szakemberek számára érdekes és hasznos kiadvány. Olvasásához, tanulmányozásához sok sikert kívánok!

Budapest, 2022. december 15.



Prof. Dr. Rajnai Zoltán

Dékán

ESB Fővédnöke

Greetings

Following the tradition of the ESB - Engineering Symposium at the Bánki - conference held in the past decade, this year, we also managed to attract representatives from various research areas. The conference proceedings offered a publication opportunity to our colleagues, researchers, and doctoral students studying and teaching at our or even partner universities and also industrial partners. This volume presents publications of the highest quality in Hungarian and English. The wide variety of articles faithfully reflects the exciting and challenging times, research trends, and directions nowadays. I would like to take this opportunity to thank the authors of the articles and all those who have supported and contributed to the publication of this volume with their encouragement and assistance. Referring to the diversity and richness of the content of these proceedings, I am confident that it will win the approval of all readers and be exciting and valuable reading material for both academic and business professionals.

I wish you good luck reading and studying!

Budapest, December 15, 2022



Prof. Dr. Zoltán Rajnai

Dean

ESB – Patron in Chief

Tudományos bizottság / Committees

Tiszteletbeli elnök / Honorary chair

Levente KOVÁCS, Óbuda University, Hungary

Általános elnök / General chair

Zoltán RAJNAI, Óbuda University, Hungary

Tudományos bizottság elnöke, Scientific committee chair

Richárd HORVÁTH, Óbuda University, Hungary

Tudományos bizottság, lektorok / Scientific committee, peer reviewers

Anna Tünde KOVÁCS, Óbuda University, Hungary

Ágota DRÉGELYI-KISS, Óbuda University, Hungary

Árpád CZIFRA, Óbuda University, Hungary

Edit LAUFER, Óbuda University, Hungary

Enikő Réka FÁBIÁN, Óbuda University, Hungary

Endre RUSZINKÓ, Óbuda University, Hungary

Erzsébet ANCZA, Óbuda University, Hungary

Gabriella FARKAS, Óbuda University, Hungary

György CZIFRA, Óbuda University, Hungary

Gyula BAGYINSZKI, Óbuda University, Hungary

István NAGY, Óbuda University, Hungary

Istvánné RÁTHY, Óbuda University, Hungary

János BESENYŐ, Óbuda University, Hungary

József GÁTI, Óbuda University, Hungary

Judit, LUKÁCS, Óbuda University, Hungary

Gyula SZABÓ, Óbuda University, Hungary

József Zoltán SZABÓ, Óbuda University, Hungary

László HANKA, Óbuda University, Hungary

László POKORÁDI, Óbuda University, Hungary

Mihály RÉGER, Óbuda University, Hungary

Péter PINKE, Óbuda University, Hungary

Péter VARGA, Óbuda University, Hungary

Tamás RÉTI, Óbuda University, Hungary

Tamás SZAKÁCS, Óbuda University, Hungary

Tibor KOVÁCS, Óbuda University, Hungary

Viktor GONDA, Óbuda University, Hungary

Szervezés / General organizer

Judit LUKÁCS, Óbuda University, Hungary

Tartalomjegyzék / Contents

Angol szekció / English section

Ricardo P. Arciniega-Rocha, Vanessa C. Erazo-Chamorro, Andrea Tick Risk evaluation for Hand Tool selection	10
Nándor Bozsik, Ildikó Molnár Investigating the possibility of a solar hydrogen producing energy island concept in cooperation with a small settlement	15
Emőke Imre, Daniel Barreto Internal erosion or (fast) liquefaction? Some interesting dyke failures	25
Anett Forgács, Richárd Horváth, Judit Lukács The relationship between time and decision	29
Balázs Göncfalvi, Róbert Neumann, Richárd Horváth, Róbert Krisch Development of precision drive unit to be universally used as robot joints with high power density and modular construction at Wavedrive Kft.	33
Nagy Rudolf The environmental safety aspects of domestic residential chimney sweeping	39
Levente Széles, István Oldal, Tamás Kőfalvi Determination of the optimal FEM test environment for the characterization of large deformation Lattice behavior for 2.5 dimensional structures	46
Vanessa C. Erazo-Chamorro, Ricardo P. Arciniega-Rocha, Gyula Szabó Non Physical workplace Risk perception	53
Xinyan Jiang, István Bíró The lower limb kinematics of novice runners and recreational runners before and after 5 km running	58

Magyar szekció / Hungarian Section

Bunyitai Ákos Fizikai védelmi rendszer tervezésének menete új nukleáris létesítménynél	66
Csiszárík-Kocsir Ágnes, Varga János Digitalizáció és innováció – az Atala Prism projekt megítélése felhasználói oldalról	71
Csiszárík-Kocsir Ágnes A Sand Dollar projekt, mint a pénzügyi innovációk iskolapéldája és annak projektszemponitú értékelése	80
Csiszárík-Kocsir Ágnes, Varga János Az innovációhoz való hozzáállás, és az innováció tényezőinek értékelése a magyar MKKV szektor véleménye alapján	87
Csiszárík-Kocsir Ágnes, Varga János A környezeti kihívásokra választ adó megaprojektek és azok értékelése a felhasználók szemszögéből	95

Daruka Norbert A kritikus infrastruktúrák veszélyeztetettsége a robbanóanyagok jogellenes felhasználásának tükrében	104
Dobos Oszkár, Csiszárík-Kocsir Ágnes A magyar kis- és középvállalkozások véleménye az kutatási, fejlesztési és innovációs kezdeményezésekről a XXI. század digitalizálódó világában	110
Fábián Enikő Réka, Tóth László K340 Isodur szerszámacélok szövetszerkezete a hülési viszonyok függvényében	118
Faragó Ferenc Teljesítménymutatók, mint menedzsment döntéselőkészítő eszközök alkalmazása a nagyvállalati munkavédelemben	124
Felvári Bálint, Fábián Enikő Réka Ausztenites korrozióálló acélból készült vastaglemez hegesztése egy oldali szűkített V varrattal	135
Holczbauer András, Kőfalvi Tamás, Máthé László, Hegedűs Éva Modern eszközökkel végzett épületekonstrukciós rendszer kidolgozása	145
Imre Emőke, Diego Marchetti, Lachlan Bates, Juhász Miklós Szegedi sós üledékek - geotechnikai és talajtani kísérletek	151
Imre Emőke, Delphin Kabey A számtani-mértani közép Thalész tételes geometriai értelmezésének kiterjesztése	157
Imre Emőke, Pálinkás Tibor, Felker Péter, Bálint Ági, Nemcsics Ákos, Ürmös Antal Napsugárzás-intenzitás és szélesebesség-mérő rendszer egy hulladéklerakó dombon, 1. rész	163
Imre Emőke, Pálinkás Tibor, Felker Péter, Mayer Martin, Ürmös Antal, Weidinger Tamás Napsugárzás-intenzitás és szélesebesség-mérő rendszer egy hulladéklerakó dombon, 2. rész	169
Pálinkás Tibor, Felker Péter, Ürmös Antal, Mile Gábor, Imre Emőke, Weidinger Tamás Napsugárzás-intenzitás és szélesebesség-mérő rendszer egy hulladéklerakó dombon, 3. rész	175
Kertész József, Kovács Tünde Elektromos járművek többlettömegének hatása a közlekedésbiztonságra	187
Kőrösi Gábor, Tóth László, Pinke Péter Vizsgálatok a PVC granuláló szerszám élettartamának növelésére	194
Magyar Gergely, Poór Dániel István, Lukács Tamás, Geier Norbert Töltőanyagok hatásvizsgálata szénszálerősítéű polimer kompozitok forgácsolhatóságára	200
Mónus László József, Fábián Enikő Réka, Kuti János Nyomás és hőmérséklet hatása acélok ragasztott kötéseinek tulajdonságaira	206
Pócsik György Miklós Gyalogosbiztonsági rendszerek és működésük	212

Pogány Viktor, Répás József, Schmidt Miklós Modern járművek, mint adatforrások az utólagos szakértői vizsgálatokban	219
Rádics János Péter, Horváth Barnabás, Máthé László, Kotrocz Krisztián Helyi alapanyagokra alapozott mobil építészeti megoldás kidolgozása	225
Rákóczi Barbara Mónika Autizmussal élők a Villamosmérnöki Karon	231
Répás József A 7W szerepe a magas automatizáltságú járművek szakértői vizsgálatában	237
Schramkó Márton, Kovács Tünde, Pinke Péter A rögzítés hatása a kötés minőségére ultrahangos hegesztés során	243
Stadler Róbert Gábor, Fábián Enikő Réka, Pinke Péter, Horváth Richard Alumínium öntvények menetformázási vizsgálata	249
Stadler Róbert Gábor, Horváth Richard, Fábián Enikő Réka Kavaró dörzshegesztett PP lemezekon fellépő hibák megjelenése CT felvételeken	256
Széles Levente, Kőfalvi Tamás Passzív védelmi rendszer fejlesztése személygépjármű hátsó ülésorának utasai számára.	264
Tóth István Márk, Csiszárík-Kocsir Ágnes Mi kell az agilis szemlélethez? – a szükséges kompetenciák vizsgálata generációs szemüvegen keresztül	270
Turós Tímea Beléptető rendszerek funkciója és jelentősége a futball mérkőzések biztosításában	279
Varga János, Csiszárík-Kocsir Ágnes Megaprojektek a világból – metróépítési projektek terjedelmének megítélése primer adatok mentén	283
Varga János, Bíró Biborka Eszter, Bíbor Boróka Júlia, Székely Kinga Katalin, Csiszárík-Kocsir Ágnes, Garai-Fodor Mónika A magyar és a román kis- és középvállalkozások változáskezelési gyakorlata a pandémia tükrében	292
Varga Bence, Tar József, Horváth Richárd Szabályozási Ciklusidő Kiválasztásának Vizsgálata Fixpont Iteráción Alapuló Adaptív Szabályzás Esetén	299

Angol szekció / English section



Risk evaluation for Hand Tool selection

¹Ricardo P. Arciniega-Rocha, ²Vanessa C. Erazo-Chamorro, ³Andrea Tick

¹*Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Óbuda University, Budapest, Hungary. arciniega.ricardo@uni-obuda.hu.*

²*Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Óbuda University, Budapest, Hungary. erazo.vanessa@uni-obuda.hu.*

³*Keleti Károly Faculty of Business and Management, Óbuda University, Budapest, Hungary. tick.andrea@kgk.uni-obuda.hu.*

Abstract

The recent increase in development produced by the new informatics technologies helps industrial companies and tool suppliers to create a new economic market relation. In the actual tendency, hand tools have great participation during the industrial and non-industrial production tasks. This work is focused on analyzing the data collected by a survey focused on how workers feel and perceive risk during industrial tasks. During the research, the documents and standards provided by official institutions and international health and safety organizations are evaluated and related to the parameters used by hand tool producers in order to ensure the correct inclusive ergonomic design. As a result, the key points of risk are identified to select a tool tailored for a particular work group, making a guide usable for ergonomic managers in order to avoid injuries or illness for workers in the industry.

Keywords: Hand tools, Industrial Risk, Occupational safety, Tools selection, Tool size, Work Risk.

1 Introduction

The recent increase in development produced by the new informatics technologies helps industrial companies and tool suppliers to create a new economic market relation. In the actual tendency, hand tools have a great participation during the industrial and non-industrial production tasks [1]–[3]. In the actual tendency, the majority of tasks are related to the use of hand tools, which are the principal equipment in the development of industrial jobs. One of the biggest problems for the industry is the large number of injuries related to hand tools during the year, which means a need to expend resources to reset them [4].

Musculoskeletal disorders are monitored through different methods based on observation and organization of workstations, due to this reason, tool selection methods form an important part of the design or organizational part of workplaces [5]. The repetitive work of manual tasks, which require excessive muscle effort, represents a big problem from an ergonomic point of view due to the fact that it involves wrist flexion and extension [6], [7]. Each factory's ergonomics managers have to acknowledge extremities in cumulative trauma disorders as important ergonomic hazards.

The search for increasing efficiency in the globalized world includes all organizational systems in order to standardize the response for similar tasks in several countries [8]. The standardized available industrial documents give a guide to managing different variables and methods of data collection to determine its affection on worker behavior [9]. It is also vital to note that some key parameters that could have a big impact on the final tool selection are not mentioned in the papers.

As a result, a guide for non-powered tool selection that meets industrial security principles and

prevents worker injury risk should be developed and would add novelty in the field of interest.

The rest of the document is structured as follows: Section 2 describes the research method, Section 3 presents the results, and Section 4 summarizes the findings in the Conclusions.

2 Method

Hand risk during industrial tasks performing, where involves hand tools is a common issue in companies. In this sense, the evaluation of the risk perception against risks taken by the workers is presented in Figure 1, which shows the methodology implemented during the research.

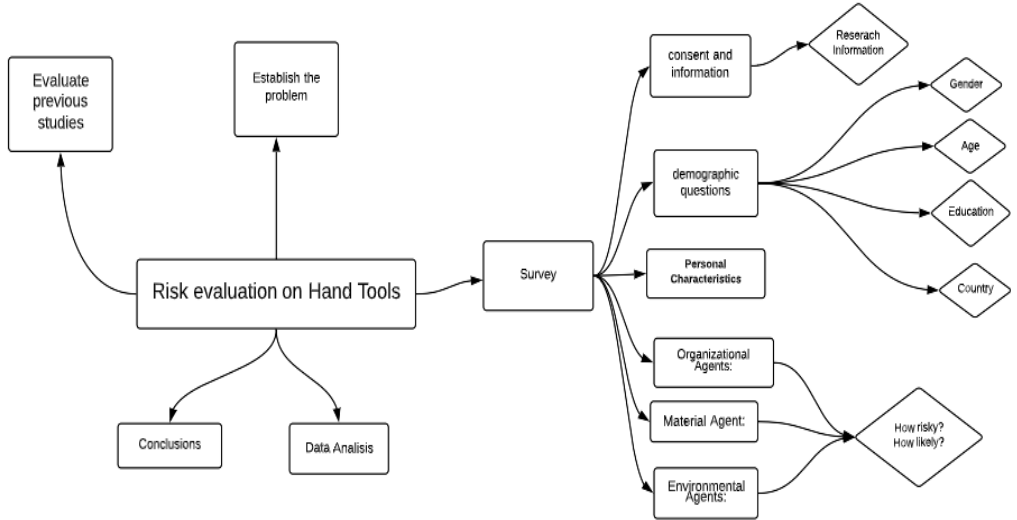


Figure 1. Research Design

As a first step, a background study is conducted to identify the difficulties and the previously identified factors in order to begin the investigation. After the initial evaluation, a survey is conducted to collect data about the behavior of workers during tasks activities, identifying four necessary aspects: I) Personal agents, II) Material agents, III) Environmental agents, and finally, IV) Organizational agents.

The first category *Material Agent* is composed of ten questions to gather data about how hand tools, devices, and non-powered machinery are used. The second category is *Environmental Agents*, which is composed of four questions related to physical characteristics, for example, temperature, lighting, and organization. The third one is *Personal Characteristics* to determine the relationship between the devices used and anthropometric characteristics, and finally, *Organizational Agents* to determine the risk of working under the absence of protocols and procedures.

3 Results

Risk evaluation of hand tools is one of the main issues in the industry. In order to prevent accidents and future work-related illnesses, this topic helps to save resources and raise the industry's income. The conducted research presents the results of the risk-taking questions compared with risk perception. Figure 2 shows the Personal characteristics section. This is a comparison between how workers feel the risk related to the use of hand tools when difficulties related to the anthropometrics

of the hand are presented, for example, when it is difficult to secure properly due to the tool size or tool weight [10], [11].

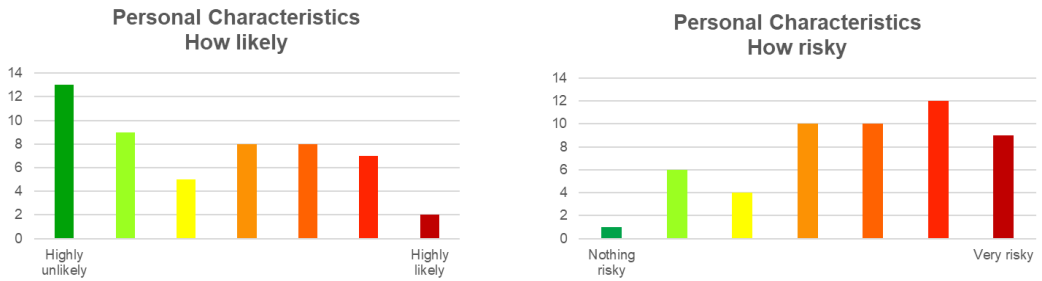


Figure 2. Personal Characteristics.

Next, the comparison between organizational factors considered for workers during the activities is shown in Figure 3. It indicates how the workers feel about the risk and the possibility of working in companies with an absence of established procedures and protocols.

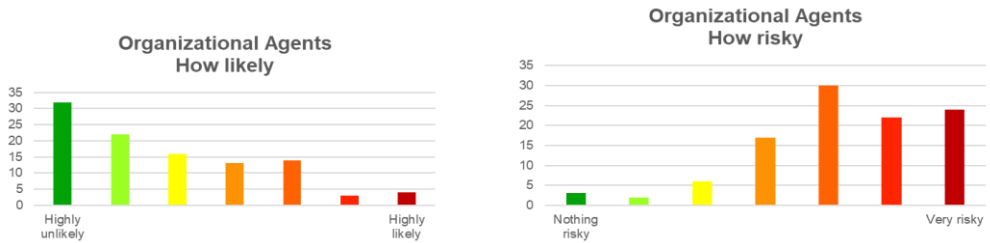


Figure 3. Organizational Agents.

The comparison between material agents involved in activities is shown in Figure 4. It indicates how the workers feel about the risk and the possibility of working with tools and devices in an incorrect physical state or with the wrong tool according to the task.

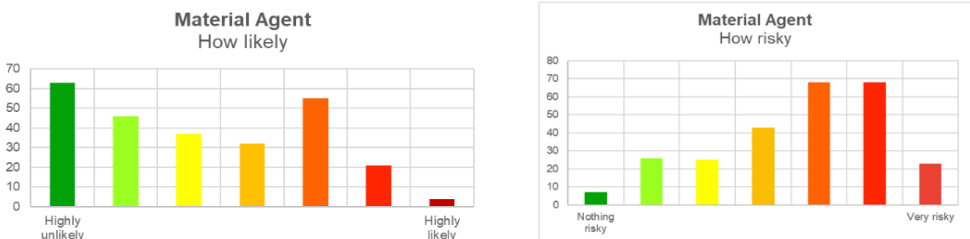


Figure 4. Material Agents.

Finally, the environmental agents give a comparison between activities that factors like humidity and light could affect during the tasks. These data are shown in Figure 5. It indicates how the workers

feel about the risk and the possibility of working under bad environmental conditions.

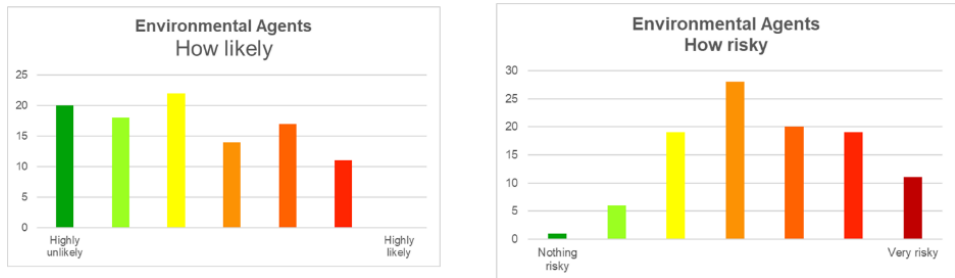


Figure 5. Environmental Agents.

4 Conclusion

Risk evaluation in industrial companies has a big influence during the evaluation of new designs and new decisions in order to achieve economic goals [12]. Risk perception compared with the risk taken by workers' behavior gives a tendency which allows the managers in companies to evaluate the key point where it is necessary to make some interventions to reduce the possibility of accidents.

In concordance with studies where the risk evaluation is presented using methods like direct measures [13], this research presents as a first contribution to the possibility to see the behavior of workers when the risk is rising or decreasing in each evaluated aspect. After processing the results, it is easy to determine that if the workers feel less risk, they have more possibilities to perform established work.

The possibility of identifying the main factor where the workers have more concerns is the next contribution. In this sense, it was identified that Organizational agents are the biggest preoccupation for workers, and this is the aspect where people are more careful before doing the needed task.

5 References

- [1] Tick, A. (2018, June). IT Security as a Special Awareness at the Analysis of the Digital/E-learning Acceptance Strategies of the Early Z Generation. In 2018 IEEE 22nd International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES) (pp. 000045-000050). IEEE.
- [2] Arciniega-Rocha, R. P., Rosero-Montalvo, P. D., Erazo-Chamorro, V. C., Arciniega-Rocha, V. M., Ubidia-Vasconez, R. A., Aguirre-Chagna, V. H., & Aulestia, R. R. (2019, November). Gasket tester for low-pressure pipelines: design and tests. In 2019 IEEE Fourth Ecuador Technical Chapters Meeting (ETCM) (pp. 1-6). IEEE.
- [3] Erazo-Chamorro, V. C., Arciniega-Rocha, R. P., Rudolf, N., Tibor, B., & Gyula, S. (2022). Safety Workplace: The Prevention of Industrial Security Risk Factors. *Applied Sciences*, 12(21), 10726.
- [4] Motamedzade, M., Choobineh, A., Mououdi, M. A., & Arghami, S. (2007). Ergonomic design of carpet weaving hand tools. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(7), 581-587.
- [5] Szabó, G. (2018). ErgoCapture—A Motion Capture Based Ergonomics Risk Assessment

Tool. *Advances in Physical Ergonomics and Human Factors: Part II*-Google Books, 2(2), 313-321.

- [6] Williams, R., & Westmorland, M. (1994). Occupational cumulative trauma disorders of the upper extremity. *The American Journal of Occupational Therapy*, 48(5), 411-420.
- [7] Jain, R., Sain, M. K., Meena, M. L., Dangayach, G. S., & Bhardwaj, A. K. (2018). Non-powered hand tool improvement research for prevention of work-related problems: a review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 24(3), 347-357.
- [8] Arciniega-Rocha, R.P., Erazo-Chamorro, V.C. (2022). "Non-Powered Hand Tool Size Selection Method," in *Mérnöki Szimpózium a Bánkin Előadásai : Proceedings of the Engineering Symposium at Bánki, ESB2021*, 1st ed., vol. 1, R. Horváth, Ed. Budapest: Óbudai Egyetem, pp. 37-43.
- [9] Hidalgo, B. D. A., Erazo-Chamorro, V. C., Zurita, D. B. P., Cedeño, E. A. L., Jimenez, G. A. M., Arciniega-Rocha, R. P., ... & Pijal-Rojas, J. A. (2022). Design of Pin on Disk Tribometer Under International Standards. In *Applications of Computational Methods in Manufacturing and Product Design: Select Proceedings of IPDIMS 2020* (pp. 49-62). Singapore: Springer Nature Singapore.
- [10] Erazo-Chamorro, V.C., Arciniega-Rocha, R.P., Szabo, G. (2022). "Healthy and safe workplace definition: a friendly boundary for a complex issue," in *Mérnöki Szimpózium a Bánkin Előadásai, Proceedings of the Engineering Symposium at Bánki (ESB2021)*, 2022, pp. 51-56, Accessed: Jun. 21, 2022.
- [11] Siwec, D., & Pacana, A. (2021). An improving the process of risk assessment occupational for industry. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska*.
- [12] Bahn, S. (2013). Workplace hazard identification and management: The case of an underground mining operation. *Safety Science*, 57, 129-137.
- [13] Ajslev, J., Dastjerdi, E. L., Dyreborg, J., Kines, P., Jeschke, K. C., Sundstrup, E., ... & Andersen, L. L. (2017). Safety climate and accidents at work: cross-sectional study among 15,000 workers of the general working population. *Safety Science*, 91, 320-325.



Investigating the possibility of a solar hydrogen producing energy island concept in cooperation with a small settlement

¹Bozsik Nándor, ²Molnár Ildikó PhD

¹*Óbuda University Doctoral School for Safety and Security Sciences, Budapest, Hungary, bozsik.nandor@bgk.uni-obuda.hu*

²*Óbuda University Bánki Donát Faculty, Budapest, Hungary, molnar.ildiko@bgk.uni-obuda.hu*

Abstract

The energy demand of the world is constantly growing while fossil resources are running out, and the costs of exploiting new resources are higher and higher. This fact and the increasingly urgent climate protection aims necessitate using renewable energy sources (RES). However, most of these energies depend on the weather, which means that the period of production and consumption are only sometimes in line. [1; 2] As a result, these systems require an external network, an energy storage solution, or a combination of both. Nevertheless, from an economic perspective, the produced renewable energies are worth using on location. After being stored, they can be used later in the form of different transformed energy, especially if the location is far from the network.

Keywords: renewable energy, CO2 emission, green energy, solar energy

1. Introduction

In China, Liu and his co-workers examined in detail the production of hydrogen from surplus renewable energy sources. The results showed that combining hydrogen and solar/wind power systems could reduce CO2 emissions and increase the amount of energy produced. Hydrogen will play a significant part of industry, energetics, and transportation in the following decades.

The production and use of hydrogen with water electrolysis are among the most promising solutions to achieve carbon neutrality by 2050. The use of solar energy in electrolysis processes proved to be the most cost-efficient and environmentally friendly. [3] Such energy-producing units create „islands” in larger energy networks. In some cases, they are created independently, forming energy-producing islands.

At first, when most people think of the term „energy island”, they think of wind farms protruding from the European North Sea. Today, this name has broadened in terms of content. It is often used for physically well-defined energy generating, transforming, and storing objects. These are no longer necessarily connected to the seas and coasts. These „islands” can also be inland. What they have in common is energy production based on renewables. (This is why it is bold to call the nuclear power plant installed by the Russians on a barge an energy island.) Their common characteristic – especially for land-based ones – is that they are communally owned, and their primary goal is not to generate profit. The central aspect is green energy production and increasing the energy security of the owner settlement. Below, a hydrogen-producing and utilizing energy island based on the solar electricity production of a small town is presented.

2. Material and method

The study mainly focuses on foreign literature. The referenced literature contains case studies describing systems larger than household size but smaller than power plant sizes. During their processing, a part of the cases is selected, which also appears in the concept discussed in the article. These include, for example, solar farms, sun-tracking processes, energy cells, hydrogen-based transport, Etc., and their applications. A significant part of the literature is related to simulations made with Matlab, PVsyst, System Advisor Model (SAM), and PVGIS programs.

The study was based on a settlement of 2,000 people in central Hungary. Its characteristics, such as households, public buildings, public institutions, public lighting, etc., consider its electricity consumption and the free solar energy capacity that can be produced in the settlement's buildings. The meteorological data consists of the data series of Vecsés and Lőrinci settlements, which serve as input data in the simulations.

The main elements of the system and the connection between them and the energy flow path can be clearly separated. The first is the solar system of households and public buildings, the second is the „energy island” of the settlement's solar field and the hydrogen development plan, and the third is the electrical network connecting them, which is also connected to the national electrical network.

The determination of the number of included buildings was based on an estimate to ensure that the result was underestimated rather than overestimated, ensuring the number of buildings and the amount of solar electricity that can be included in the project provides a solid basis for planning. Based on the KSH database, small and medium-sized settlements have 234 people per hundred residential buildings, so the village of 2,000 people has approx. It has 850 residential properties. [4]

A quarter of the buildings were considered unsuitable for installing a solar system on their roofs due to their location (in a valley, shaded, Etc.) or their condition. For approximately 510 properties, the solar system installed on the building can be included in the project. This is where the estimate, which can contain the most significant error, took place, where I estimated the number of properties at one-third, i.e., 170, where the owners had the entrepreneurial spirit and did not yet have a solar system or, if they had a system, they undertook to expand or convert it. The latter estimate may have a large error because recently (at the time of writing this article, the Russian-Ukrainian war that started on February 24, 2022, which is causing an energy crisis throughout Europe) has increased interest in renewable energies. So, this ratio can be much higher.

2.1 Solar system

Many factors influence the performance of solar systems. First, there are the given factors, such for example, the physical (electrical) characteristics of the solar panels, the orientation and inclination angle, the parameters of the electrical conversion equipment, and there are the changing factors such as the days and seasons, the weather (irradiance, temperature), Etc. All of these must be taken into account during calculations and simulations.

The cell that forms the basis of solar systems can also be understood as a current generator, which generates current depending on the light intensity of the appropriate wavelength (energy) and the cell's temperature. This current is brought to the desired voltage level and current form with the arrangement of the cells and current conversion equipment (inverters). [5]

The PVsyst simulation used for the calculations uses the single-diode Perez-Ineichen model instead of the Hay model. The latter is used when the diffuse irradiation data are not known precisely. [6] In our case, these are available from Meteonorm in the case of PVsyst, from NREL (National Renewable Energy Laboratory), NSRDB (National Solar Radiation Database) in the case of the

System Advisor Model simulation, and from the PVGIS-SARAH2 database in the case of PVGIS. [7; 8; 9]

Single diode model

Shockley's "single diode" model describes the operation of the solar module. The model describes the operation of a cell. In generalizing the entire module – solar panel – we assume that the cells are identical in all respects. For really accurate modeling, two diodes are used. [10; 11]

The monocrystalline solar cell included in the study consists of silicon layers that are joined to each other. During the production of monocrystalline solar cells, a crystal block is first prepared (grown), which is sliced, and surface treated several times. Cells are cut from the cylindrical block to be placed more favorably on the solar panel module. The most economical solution is an octagon design. (Even the layman can recognize it based on the octagonal patterns of the solar panels.) Its efficiency is 15-20%, which is currently the most effective, but you have to pay attention to the orientation and the inclination angle because it utilizes diffused sunlight less than direct sunlight. [12]

The basic equation under reference conditions

For the one diode models, we use the basic equation (Equation (1)). Besides the reference conditions (STC) the parameters given by the producers are at 1000 W/m² radiation 25 °C panel and environmental temperature.

$$I = I_{PHref} - I_{0ref} \left(e^{\frac{q \cdot (U + I \cdot R_S)}{N_{cs} \cdot \text{Gamma} \cdot k \cdot T_C}} - 1 \right) - \frac{U + I \cdot R_S}{R_{SH}} \quad (1)$$

I:	module current, A,
U:	voltage (can be measured at the module terminals), V,
I _{PHref} :	diode reference current, A,
I _{0ref} :	diode short circuit current, A,
R _S :	series resistance, ohm,
R _{SH} :	parallel resistance, ohm,
Gamma:	diode quality factor, 1-2 value,
q:	electron charge = 1.602·E-19 Coulomb,
k:	Boltzmann constant = 1.381 E-23 J/°K,
N _{cs} :	number of cells,
T _C :	temperature of cells, °K.

After calculating the five parameters, we can draw the I-U curve, and we can define the I=f(U) or the U=f(I) expressions. As the equation is implicit, we need to apply approaches following one another. [11]

The most important factor influencing the electricity production of solar panels is the heeling angle of the light striking them. Maximum production can be achieved when the light strikes the solar panel perpendicularly. If it doesn't, the performance is proportional to the coziness of the angle of incidence. During the sun's path through the sky, there is a daily and yearly cycle; therefore, solar

panels need a tracking system to achieve maximum performance. We usually try to set solar panels with optimal orientation and angle of incidence if the location allows it. In the case of the orientation, the South direction is the logical choice, while the heeling angle depends on the latitude of the system. In Hungary, to optimize fix systems, the South orientation and the heeling angle of 30-40 degrees are the standard parameters.

A P50-P90 energy yield calculation

The P50-P90 evaluation is a method based on random variables for which the simulation uses the data of more years. This method assumes that the distribution of yearly production follows the Gauss distribution during more years of usage. The P50 and P90 represent the production level which means the likelihood is that a yearly production exceeds its value by 50 or 90%. You need to define two parameters of the Gauss distribution for this, which are the average value and variance (expected value and standard variation). Meteorological data usually make these parameters more variable.

3. Results

Three different simulation programs and meteorological data series were used to calculate the performance. Meteorological data take into consideration similar geographic positions during a typical meteorological (TMY) Year. Simulations are explicitly based on the electric parameters of the solar panels, which are nearly the same technical parameters. The simulation programs were PVsyst 7.2, the SAM, and the VGIS. The source of the meteorological data for the simulations were Meteonorm 8.0, NREL-NSRDB, and PVGIS-SARAH2.

3.1 Calculation of solar energy

The aim of the first simulation was to examine the orientation and the heeling angle. The System was set up in a field of 250 kWp performance (kWp: the peak performance of a solar panel in ideal conditions). In the case of PVsyst and SAM, the types of the solar panels were 400 kWp LG 400 N2W-A5 monocrystal Si while the Type of the inverters was 20 kW AEG. In the case of the PVGIS, the field's peak performance and the solar panel's crystal type were set. The heeling angle was set between the recommended 35 and 40 degrees on this latitude, except for the tracker System simulating the field of the solar panel of the settlement. The rotation axis is set in the North-South direction with a horizontal heeling angle.

Figure 1 shows the graph of the performance per hour of a solar panel system that lacks shading on an average day at the beginning of June.

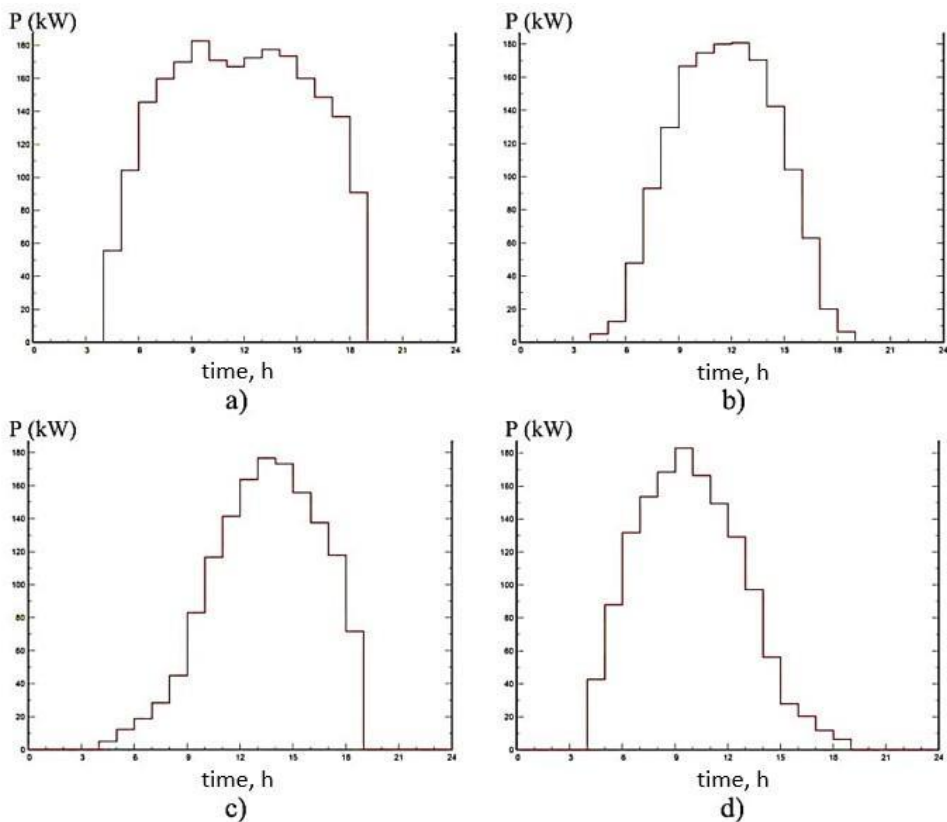


Figure 1.: Hourly performances depending on orientation during the day Source: Matlab 2022a, PVsyst-tools simulation

Figure 1 of the solar tracking system with a north-south orientation and horizontal axis of rotation shows that the daily production (between 8 am and 4 pm) is relatively even thanks to the setting of the panels. Graphs b), c), and d) of figure 1 show the production of solar panels set towards the south, west, and east with a 37-degree heeling angle. You can see the changes in peak production depending on the orientation.

Figure 2 shows the annual solar radiation per hour, indicating the total amount of solar radiation and the direct and indirect solar radiation in W/m^2 .

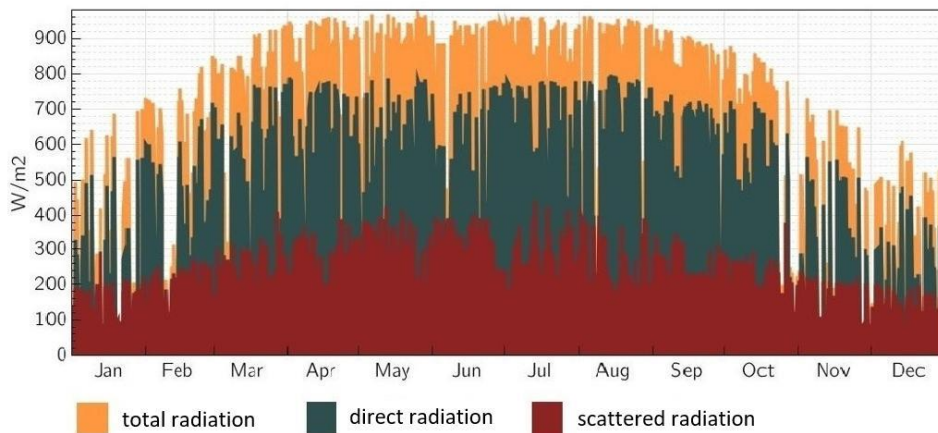


Figure 2.: All solar radiation and its components Source: SAM simulation

Figure 3 shows the performance in kW (also annual solar radiation per hour) of the 250 kWp solar panel shown in figure 2.

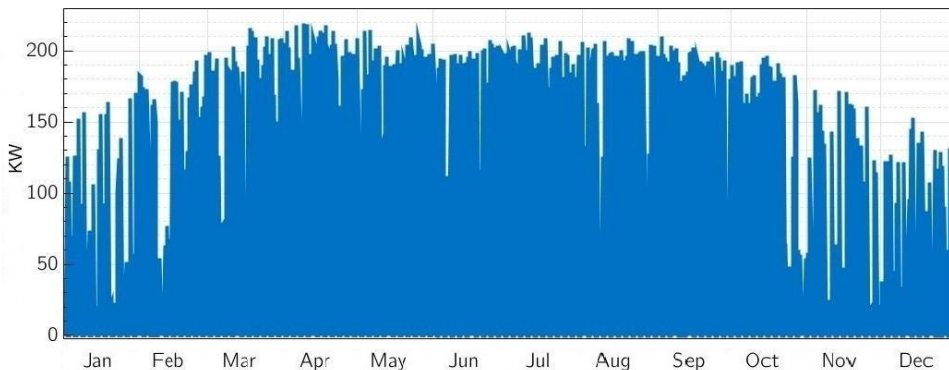


Figure 3.: Annual production in hourly resolution Source: SAM simulation

Figure 4 shows the annual graph of the same field however you can see the daily production in kWh in this figure.

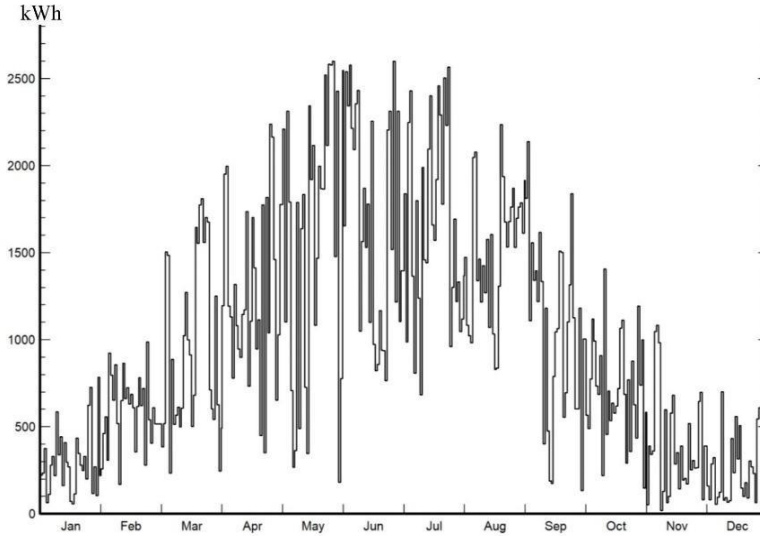


Figure 4. Annual production in daily resolution Source: PVsyst 7.2. simulation

Figure 4 shows the changes occurring during the year. You can see very well the changes in the daylight lengths during the year and the lower production as a consequence. In addition, the performance is lower during the winter period because the sun has a lower celestial orbit, and the number of cloudy days is higher.

Table 1 shows the values given by the simulation. There are different values due to the slightly dissimilar meteorological data and the electrical parameters, which are not entirely the same. It is important to say that the simulations SAM and PVGIS are there to confirm the results given by the PVsyst.

Table 1. Simulation production results depending on orientation and program types on the 250 kWp peak power solar field

*clear weather at beginning of June, (Vecsés, TMY: June.05.)
 ** clear weather at beginning of June, (Lőrinci, TMY: June. 05.)

	directedness	PVsyst		SAM		PVGIS
		daily*	yearly	daily**	yearly	yearly
a)	North-South	2,216 MWh	366 MWh	2,107 MWh	384 MWh	353 MWh
b)	South	1,497 MWh	311 MWh	1,579 MWh	355 MWh	310 MWh
c)	West	1,448 MWh	251 MWh	1,408 MWh	277 MWh	242 MWh
d)	East	1,443 MWh	249 MWh	1,406 MWh	256 MWh	239 MWh

The simulation of the performance of the solar tracking system indicated a discrepancy of +5% in the case of SAM, and a -3,5% in the case of PVGIS compared to the values given by the PVsyst.

During the simulation, we examined the western and eastern orientations in order to establish the annual production in kWp of the solar panels to be placed on the roofs of the houses of the settlement in these directions. It does not mean that the roofs of the settlement must face west, east, or south, but that we should be able to establish the average annual production in 1 kWp based on the estimated proportional factor.

The annual production for 1 kWp if the orientation is south is 1244 kWh (311 MWh/250 kWp) if the orientation is east, it is 1000 kWh (~250 MWh/250 kWp). The estimation is based on the fact that owners of solar panels can make use of the roofs facing west, east, and south in the proportion of 1:1:2 (Equation (2))

$$P_{average} = \frac{1 \cdot 251 \text{ MWh} + 1 \cdot 249 \text{ MWh} + 2 \cdot 311 \text{ MWh}}{4} / 250 \text{ kW}_p = 1122 \text{ kWh/kW}_p \quad (2)$$

The annual performance of each solar panel of 1 kWh installed on the rooftop of buildings is 1122 kWh. I took into consideration 2 extra solar panels of 400 Wp of peak performance per building for my calculations. If we look at an average solar system consisting of 8 solar panels, there is a 25 % increase in production with the two extra panels. Altogether a household can contribute to the energy network of a settlement by producing 20% of the electricity of its system. Thus, the above mentioned estimated 170 estates could produce 153 MWh of electricity per year (Equation (3)).

$$P = 170 \cdot 2 \cdot 0,4 \text{ kW}_p \cdot 1122 \text{ kWh/kW}_p \approx 153 \text{ MWh}. \quad (3)$$

In addition, there are five public buildings that can produce 13 MWh per year with six additional solar panels per building (Equation (4)).

$$P = 5 \cdot 6 \cdot 0,4 \text{ kW}_p \cdot 1122 \text{ kWh/kW}_p \approx 13 \text{ MWh}. \quad (4)$$

The settlement can contribute to the production of the energy island generating hydrogen with 166 MWh of electricity.

In the case of the solar panel field of the settlement, to predict the annual production more precisely, we calculated the P95 value with the help of the P50-P90 function. This means that the calculated estimate value is equal to a 95% probability or exceeds the value belonging to the 995 points.

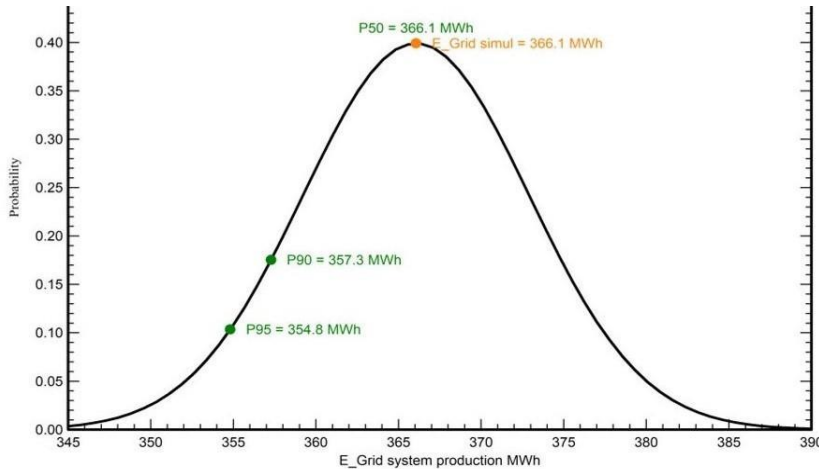


Figure 5. Day tracking values of P50-P90(P95) Source: PVsyst program simulation

Figure 5 shows a 95% probability that the system can produce 354.8 MWh or it can even exceed it. The value per 1 kWp belonging to the annual performance is 1419.2 kWh/kWp/year. For further calculations of the solar panel system of the settlement, an annual electricity production of 355 MWh will be taken into consideration.

3.2 Hydrogen production calculation

Hydrogen annually, 521,000 kWh of electricity is available for hydrogen production. The hydrogen generator converts this electricity into hydrogen gas through electrolysis and stores it compressed in special tanks until use production calculation.

The hydrogen generator can produce nearly 9.5 tons of hydrogen annually from the electricity produced by solar panel systems.

This is produced by the generator 16 hours a day (2 shifts), 52 weeks a year for a total of 5,824 hours of operation, of course, by occasionally using the national grid or the local battery pack as temporary storage.

4. Conclusion

The calculations show that even a small settlement can produce considerable electricity by relying on renewable energy resources without using significant territory (farmland). A field of solar panel system of a settlement can be more efficient by using a solar tracking device. The population can contribute to the production of renewable energy by providing rooftops previously unused. Thus, we can save some valuable territories.

For comparison, the 520 MWh of electricity produced by solar panel systems corresponds to the electricity production per hour of one block of the Paks nuclear plant. Therefore, it is worth using other Systems producing renewable energy, such as wind turbines, which can produce electricity even at night and do not need too much territory. [8]

It is possible to create wind farms consisting of smaller wind turbines (100 kW) similar to the solar panel park of this article. Micro turbines can also be used in the settlement, especially in the premises of institutions and parks, without having any disturbing effects (on the landscape, noise). There is no evidence that the neighboring estates would lose their value due to these wind parks. [9]

5. References

- [1] Meyer, N., Magda, R., & Bozsik, N. (2021). The role of renewable energies in the new EU member states. *Journal of Eastern European and Central Asian Research (JEECAR)*, 8(1), 18-25.
- [2] Magda, R., Bozsik, N., & Meyer, N. (2019). An evaluation of gross inland energy consumption of six Central European countries. *Journal of Eastern European and Central Asian Research (JEECAR)*, 6(2), 270-281.
- [3] Aqachmar, Z., Sassi, H. B., Lahrech, K., & Barhdadi, A. (2021). Solar technologies for electricity production: An updated review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(60), 30790-30817.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.06.190>.
- [4] Központi Statisztikai Hivatal. Lakásállomány. laksűrűség 1990-2022.
https://www.ksh.hu/stadat_files/lak/hu/lak0002.html, (letöltve: 2022.10.05.)
- [5] Markvart, T., & Castañer, L. (2018). Principles of solar cell operation. In McEvoy's Handbook of Photovoltaics (pp.3-28). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809921-6.00001-X>.
- [6] Perez, R., Ineichen, P., Seals, R., Michalsky, J., & Stewart, R. (1990). Modeling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance. *Solar energy*, 44(5), 271-289.
- [7] National Renewable Energy Laboratory. <https://www.nrel.gov/>, (letöltve: 2022.10.05.)
- [8] System Advisor Model. <https://sam.nrel.gov/weather-data>, (letöltve: 2022.10.05.)
- [9] National Solar Radiation Database. <https://nsrdb.nrel.gov/data-viewer>, (letöltve: 2022.10.05.)
- [10] John A. Duffie et W.-A. Beckman, *Solar Engineering of Thermal process*, John Wiley and Sons, N-Y. 2nd ed., 1991
- [11] Markvart, T., & Castañer, L. (2018). Principles of solar cell operation. In McEvoy's Handbook of Photovoltaics (pp. 3-28). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809921-6.00001-X>.
- [12] Sugianto, S. (2020). Comparative analysis of solar cell efficiency between monocrystalline and polycrystalline. *INTEK: Jurnal Penelitian*, 7(2), 92-100.



Internal erosion or (fast) liquefaction? Some interesting dyke failures

¹Emőke Imre, ²Daniel Barreto

¹ Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering, and Hydro-Bio-Mechanical Systems Research Center, Budapest, Hungary, imre.emoke@uni-obuda.hu

² Edinburgh Napier University, Edinburgh, United Kingdom, d.barreto@napier.ac.uk

Abstract

Some unusual case studies are presented in relation to very fast piping damage leading to dyke failure in about 5 minutes. Soil mechanical information is only available for one (Hosszúfok) case study. A hypothesis of fast, liquefaction piping is made with a vortex in the waterside and a geyser on the safe side. It is likely that advanced continuum/discrete approaches coupled with continuum fluid dynamics may explain these failures, including dynamic effects such as the vortex being in contact with the riverbed. Research is ongoing.

Keywords: dyke, liquefaction, piping, failure, flood protection dam

1. Introduction

Hungary has the longest river dyke system in Europe along the two big rivers (Danube and Tisza) and their connecting parts. The main characteristics are as follows. The Danube valley has a 0.5-6.0 m thick silty fine soil cover, which is prone to piping and liquefaction. The river bed is lying in granular soils. The dyke material is sand in the northern part and silt in the southern part. The most frequent flood damage is piping.

Dykes of the Duna river have the following leading dimensions. The height is about 6 to 8 m; the crest width is 4 m, the waterside slope is 3:1, and the landside slope is 2:1. The dykes have been built of silt (IP=12-20%), sand, or sandy gravel. The stratification under dykes comprises a sandy, silty cover overlying a highly permeable gravel bed.

The subsoil of the Tisza-Körös valley varies from the granular (northern part) to the highly plastic (southern part). The dyke material is granular soil in the north part and plastic soil in the south part. The surface is generally covered by plastic soil.

In some case studies (Danube, 1926, 1954 and 1965 Csicsó, Hosszúfok in 1980) are presented in relation to a very fast piping damage leading to failure in about 5 minutes. Soil mechanical information is available for the Hosszúfok case study only. A hypothesis of fast, liquefaction piping is made with a vortex on the waterside and a geyser on the safe side.

2. Case descriptions

The first specific, recorded case study of failure by internal erosion in Hungary at the river Danube was first reported by eyewitness Benedek in 1932 [1] and is referred to more recently by Nagy in 2014 [2]. The embankment failed (rapidly) approximately five days after the first sand-boil was observed 10-12 m from the downstream side toe of the embankment. According to well-established practice, a barrel was put on the spring and then reinforced by a protective material. At

the same time, a boat/canoe about 10 m long and 2 m wide was put on standby. Two days before the breach, the water level in the counterpressure basin started to oscillate, indicating pipe formation. Therefore, preventive materials (boat to sink if needed, piles, sand bags, piles, etc) were prepared. The breach happened within minutes, and a mud geyser appeared at the location of the sand boil. Seeing this, the chief engineer immediately ran up to the embankment crest and glanced at a vortex about 30 m from there, which was constantly approaching the embankment. When it approached the levee at 15-20 m, the boat began to tilt into the vortex, its nose up, dived under the dike, and reached the other side of the dike (see [1]) due to a kind of sink-hole effect. Subsequently, the crest began to crack, the embankment settled 8-10 m, the water began to flow into the saved area, and the breach widened to about 100 m. The depth of the washout at the rupture site was 24 m below the level of the flood.

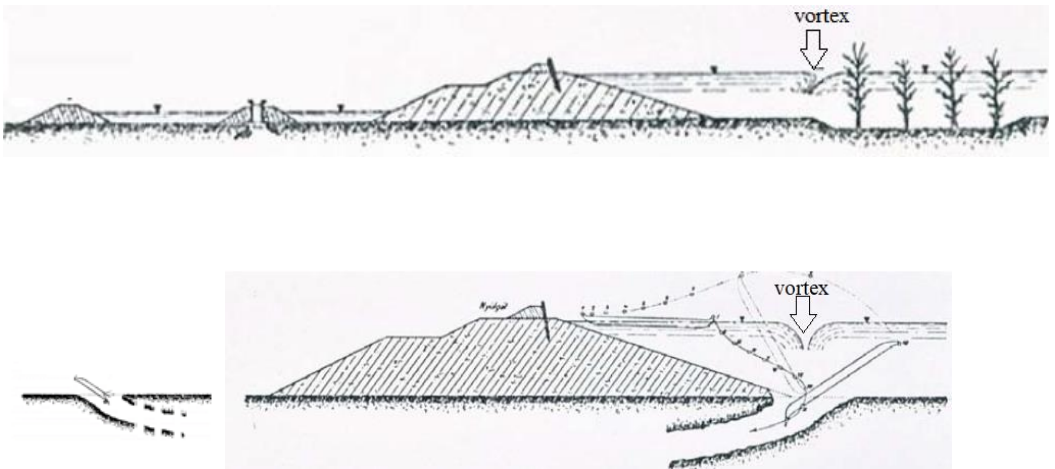


Figure 1. Illustration of the boat diving to the pipe, (a) condition some minutes before breach, (b) the path of the boat, which ended on the land side at around the first sand-boil spot. (after [1])

A similar failure occurred later at the river Danube on 15 July 1954 at Ásványráró which was referred to by Szepessy in 1983 [3] and more recently by Nagy in 2014 [2]. The formation of the dam break is quoted from the report of the witness, chief expert engineer László Marek, government commissioner, as follows. "During my inspection trip ...quite unexpectedly, about 5 m from the foot of the embankment in the saved field, a column of water broke up with a diameter of 1 m, a slightly cloudy color to a height of 1.4 m. At the moment of breaking, the surface of the river water was smooth, but approx. 2 seconds later, from the dam crown about 10 m away, a huge vortex appeared, which soon reached the embankment crown, and in its center, the watercolor sunk deep like a funnel. The geyser widened to 1.50 m in about a minute and a half and then suddenly stopped (probably due to the collapse of the embankment body). The dyke crown was in the original position. Then after half a minute, the column of water with a diameter of 1 m originally widened to approx. 4 m in diameter, the water column became 0.5 m high, with extremely cloudy, dark-colored water, and then another half minute later, the crown of the embankment and its crest suddenly collapsed deeply, and above the water began to flow above the collapsed dyke."

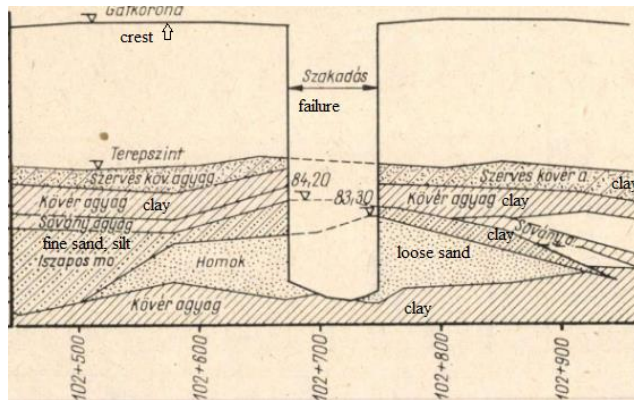


Figure 2. Kettős Körös river, Hosszúfok in 1980, loose, thick sand layer prone to liquefaction [3].

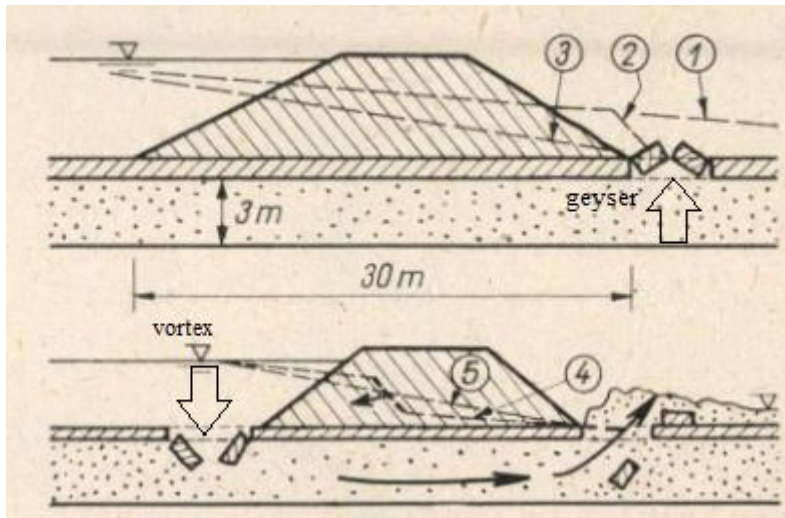


Figure 3. The hypothesis of fast, liquefaction piping in [3] completed by the vortex.

3. Discussion, conclusion

The evaluation: the piping mechanism is possibly liquefaction of the extremely loose and thick sand lens at the thickest dimension of the layer (Fig. 2). The cause was assumed to be a dynamic effect caused by liquefaction. The possible dynamic effect was the tearing off the very plastic clay cover layer (typical for this part of Hungary) at the first geyser spot (Fig. 2) and the sudden displacement of the dyke body due to the increased horizontal load.

In these three reported cases, failure may be attributed to regressive erosion and/or concentrated leak erosion (while contact erosion is not possible according to existing filter criteria). It is, however, more likely that static or dynamic liquefaction occurred. This is supported by the occurrence of sand boils, the formation of geysers from below a plastic clay surface layer after being torn off suddenly, and the loose state of the deposit of silty sand in Hosszúfok (Fig. 2). With similar observations, the

occurrence of a vortex in the first failure reported may also indicate that there is a hydraulic component in these failures. It is hypothesized that a kinematically admissible path was formed below the embankment comprising the entire layer.

Hence the occurrence of liquefaction is more likely. It is likely that advanced continuum/discrete approaches coupled with continuum fluid dynamics may explain these failures, including dynamic effects such as the vortex being in contact with the river bed. Research is ongoing. The possibility of the high energy impact of the vortex at the river bed and its effect on the liquefaction process of a deeper sublayer of soil may also need sophisticated numerical modeling for understanding. The liquefaction may be caused by the following effects: high pore water pressure in the dike base, the tear off of the clayey cover layer (i.e., sudden shear strain increment of the dike base, due to the increased load, cracking of the dike), the dynamic effect due to the advance of the saturation front in the dike material, and may be enhanced by the effect of the vortex reaching the river bed. Fast piping may occur in the case of a thick layer of extremely loose and poorly graded fine sand, generally in the vicinity of some old river bend crossings. The breach may happen within seconds/minutes of observation of the first muddy geyser on the land side and simultaneously appearing vortex funnel in the river. The vortex in the river water is moving towards the dyke, touching the river bed.

The membrane problem of Mechanics is identical to the fluid problem in terms of optimum model and numerical solution. A uniaxial problem is needed to be solved. The suggested literature is related to the optimization parts of Fluid Mechanics (see, e.g., Borrvall and Petersson, 2003 [5], Papadopoulos and Süli, 2021 [6], Vászárhelyiné, 2002 [7], Lógó, 2021 [8]).

4. References

- [1] Benedek, J. (1932). A strange dyke failure. Egy különös gátszakadás, *Vízügyi Közlemények*, 14, 254-255.
- [2] Nagy, L. (2014). Buzgárok az árvízvédelemben. Országos Vízügyi Főigazgatóság.
- [3] Szepessy, J. (1983). Erosion and liquefaction of sedimental and cohesive soils in flood protecting dikes. The degree of the danger and its reduction, *Hidrológiai Közöny*, 1, 11-20.
- [4] Imre, E., Koch, E., Nagy, L., Illés, Z., Hortobágyi, Z., & Barreto, D. (2021). Several cases of backward erosion/liquefaction piping from Hungary.
- [5] Borrvall, T., & Petersson, J. (2003). Topology optimization of fluids in Stokes flow. *International journal for numerical methods in fluids*, 41(1), 77-107.
- [6] Papadopoulos, I. P., & Süli, E. (2022). Numerical analysis of a topology optimization problem for Stokes flow. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 412, 114295.
- [7] Vászárhelyi, A. (2002). Controlling calculation of mechanical processes with mathematical programming. Doctoral Thesis, Hungarian Academy of Sciences.
- [8] J. Lógó. (2021). 'Topology optimization as tool for the analysis of flow problems', presented at the ISC6. Special Soils – MSW Workshop, 30th September 2021, Budapest, Hungary. siva.bgk.uni-obuda.hu/~imreemok/



The relationship between time and decision

¹Anett Forgács, ²Richárd Horváth, ²Judit Lukács

¹*Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering. Óbuda University, Doctoral School on Safety and Security Sciences, Budapest, Hungary, forgacs.anett@phd.uni-obuda*

²*Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering. Budapest, Hungary, lukacs.judit@uni-obuda.hu, horvath.richard@uni-obuda.hu*

Abstract

The study of human decision-making can be traced back to the great thinkers of antiquity, and many disciplines have been working on this fundamental question ever since. As a result, there have been many theories and studies on the decision-making process. The classical mathematical models of economics represent the normative tendency. However, the classical concept cannot fully describe most events in our everyday life and systems (e.g., from economic behavior to social sciences, project management models, Etc.). In this paper, we present a descriptive trend dealing with subjective decisions, and we also examine one of the significant factors in decision-making: time. Following a review of the literature, the paper shows that time influences decision-making, and, by its very nature, it is worth describing, even using soft computational models.

Keywords: decision, behavior, economics, time, Fuzzy, theory of decision-making.

1 History of decision theory

There are different approaches to decision theory. Philosophical approaches date back to the 4th century BC. Voluntary action is attributed to Lao Tzu, who believed in letting events happen independently [1]. At the same time, Confucius says that decisions require benevolence, ritual, reciprocity, and love for one's neighbor [2].

According to the psychological approach, the impact of a decision, its probability, and the way it is aggregated are subjective. The result is subjective expected values based on perceived rather than absolute probabilities.

According to the classical economic approach, human decision-making is focused on quantitative aspects. The starting point is that products and services on the market can be counted, so studying the laws of supply and demand in this way makes sense. In describing the behavior of the decision-maker, Smith [3] and Taylor [4] first examined the motivations and purposes with which producers and consumers engage in the interactions created by goods. In their view, the individual's aim in each case is to maximize utility, i.e., to achieve total utility.

Nevertheless, according to the Nobel Prize-winning researchers in decision theory in modern economics, it is also necessary to consider the subjective factors that influence the decision. Kenneth Arrow believes that there cannot be rules for social decision-making that satisfy all the needs of society [5]. According to Herbert Simon, human information processing capacity is limited when making decisions. The theory of bounded rationality allows and accepts the sequential enumeration of alternatives to a problem, which can be a suitable method instead of optimization [6]. The Allais paradox indicates that individuals prefer an inevitable consequence to an uncertainty of the same expected value [7]. Kahneman and Tversky used the tools of psychology to develop a theory of

prospect theory to deal with uncertainty, according to which people tend to commit cognitive biases when the outcomes of choices are uncertain [8]. Most recently, Richard Thaler combined behavioral science with decision theory. His work shows that the "homo oeconomicus" (the economic man who seeks the most significant possible gain at the minor sacrifice and by economic principles), as we know from classical economics, is found in only a tiny percentage of decision situations [9].

2 The decision under uncertainty - descriptive orientation

As discussed in the previous chapter, there are two primary schools of decision-theoretic approaches: normative and descriptive.

While quantitative decision methods represent the normative trend, which aims at optimal decision-making, the descriptive trend deals with uncertainty.

According to Knight Frank, the essential elements of subjective decision-making are uncertainty and the measurable part of the risk that comes from it. Moreover, in decision-making, risk and uncertainty are the same because action depends on the extent to which the decision-maker believes in his or her estimates [10]. According to J. Savage, probability is simply the degree of belief [11].

The descriptive approach focuses on the decision-making process. It considers the decision-maker's behavior in the specific decision situation. In many cases, this contrasts the decision models of the normative orientation.

3 The relationship between time and decision

The most important task of a manager is to make decisions in critical situations, whether they concern short-, medium- and long-term strategic issues or routine daily tasks [12]. The relationship between time and decision plays an essential role in the life of organizations, a relationship that is being explored in several disciplines.

Neurobiological research analyzes the time it takes to respond to a stimulus. According to Carpenter's studies, the distribution of reaction times generally follows a relatively simple law, which the LATER model can explain [13]. In addition, injuries to the cerebellum are associated with increased temporal variability [14]. In another study, Carpenter and Reddi also considered the supply of information or the individual's expectations as an influencing factor, in addition to the time needed to decide. They further demonstrated that the degree of urgency influences the criterion level at which the decision signal triggers a response [15].

Market changes require a rapid response in the financial world, so managers usually need more time before deciding. In many cases, this forces the person concerned to make subjective decisions, even on essential issues that may have a long-term impact on the operation and future of the organization [16][17].

In addition to identifying different approaches to the study of decision-making, the potential of time constraints in understanding their effects on judgment and decision-making was also developed. In doing so, it puts into perspective the different studies on judgment and decision-making [18].

Leaders make decisions as individuals, and time is an important dimension. The time taken to achieve a positive outcome can be seen as a cost and must be weighed against the benefits of the outcome. Impulsive individuals perceive time as a higher cost. Impulsive subjects, therefore, overestimate the duration of time intervals and consequently discount the value of delayed rewards more heavily than self-controlled individuals [19].

The survey of K Szűcsné Markovics 2012 shows that the organization's size influences the time

of investment decisions [20].

Making managers and other stakeholders aware of the different interpretations of time can help organizations be time and future-aware [21].

As discussed in the previous chapters, the relationship between time and decision-making should be investigated using neurobiology-based mathematical models. Neural networks and fuzzy systems are proving effective methods [22]. In 1979, Kacprzyk, J. studied the multi-step control of a deterministic and a stochastic system in a fuzzy environment. He analyzed the intersection of fuzzy constraints and objectives for maximizing decisions [23]. KY Lu introduces a fuzzy logic approach to maintenance decision-making, based on which a manager can easily make the right production management decisions to meet the rapid response requirement [24].

4 Conclusion

The study of the descriptive tendency has helped to identify the issues that underlie uncertainty. For example, one such uncertainty factor is time.

Time is an influential factor in the life of organizations. It is a determining factor in the formulation of strategies and in reacting to market changes, and thus in decision-making.

The availability of time influences decision-making, which is supported by both neurobiological and economic research.

Awareness of time interpretations facilitates the future conscious functioning of the organization. Furthermore, the time a decision-maker has to spend on a particular strategy directly impacts the organization's future.

Acknowledgments

This article is supported by the ÚNKP-22-3 New National Excellence Program of the Ministry for Culture and Innovation from the source of the National Research, Development, and Innovation Fund.

5 References

- [1] Ágner Lajos (1943). *Lao-ce, Tao Te King*, fordítás. Officina Nyomda és Kiadóvállalat Kft.
- [2] Tőkei Ferenc (1995). *Konfuciusz Beszélgetések és mondások*, fordítás. Szukits Kiadó
- [3] Smith, A. (1776). 1776. *The Wealth of Nations*. Oxford University Press, Oxford.
- [4] Taylor, D. W.: *Decision Making and Problem Solving*. In.: *Management Decision Making*. Ed.: New York: Cyert-Welsh Penquin Books, 1970
- [5] Arrow, K. J. (1974). General economic equilibrium: purpose, analytic techniques, collective choice. *The American Economic Review*, 64(3), 253-272.
- [6] Simon, H. A.: Theories of bounded rationality. *Decision and organization*, 1972, No. 1(1), 161-176 p.
- [7] Allais, M. (1979). The so-called Allais paradox and rational decisions under uncertainty. In *Expected utility hypotheses and the Allais paradox* (pp. 437-681). Springer, Dordrecht.
- [8] Kahneman, D., & Tversky, A. (2013). Prospect theory: An analysis of decision under risk. In

Handbook of the fundamentals of financial decision making: Part I (pp. 99-127).

- [9] Thaler, R. H. (2000). From homo economicus to homo sapiens. *Journal of economic perspectives*, 14(1), 133-141.
- [10] Knight Frank, H. (1921). Risk, uncertainty and profit.
- [11] Savage, L. J. (1972). *The foundations of statistics*. Courier Corporation.
- [12] Lukovszki, L. (2015). Generációk és vállalkozók. *Marketing & Menedzsment*, 49(4), 52-63.
- [13] Carpenter, R. H. S. (1999). A neural mechanism that randomises behaviour. *Journal of Consciousness Studies*, 6(1), 13-13.
- [14] Ivry, R. B., & Spencer, R. M. (2004). The neural representation of time. *Current opinion in neurobiology*, 14(2), 225-232.
- [15] Reddi, B. A. J., & Carpenter, R. H. (2000). The influence of urgency on decision time. *Nature neuroscience*, 3(8), 827-830.
- [16] Hébert, R. F., & Link, A. N. (1989). In search of the meaning of entrepreneurship. *Small business economics*, 1(1), 39-49.
- [17] Wennekers, S., & Thurik, R. (1999). Linking entrepreneurship and economic growth. *Small business economics*, 13(1), 27-56.
- [18] Maule, A. J., & Svenson, O. (1993). Theoretical and empirical approaches to behavioral decision making and their relation to time constraints. In *Time pressure and stress in human judgment and decision making* (pp. 3-25). Springer, Boston, MA.
- [19] Wittmann, M., & Paulus, M. P. (2008). Decision making, impulsivity and time perception. *Trends in cognitive sciences*, 12(1), 7-12.
- [20] Szűcsné Markovics, K. (2013). A beruházási döntések előkészítésének egyes kérdései a hazai feldolgozóipari vállalatoknál.
- [21] Gáspár, J. (2015). Idő-és jövőértelmezés a stratégiakutatásban és a tudatos jövőalkotás vállalati gyakorlata. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review*, 46(7), 63-74.
- [22] István, B. (1997). *Neurális hálózatok és fuzzy rendszerek*. Dialog Campus Kiadó. Budapest.
- [23] Kacprzyk, J. (1978). Decision-making in a fuzzy environment with fuzzy termination time. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(3), 169-179.
- [24] Lu, K. Y., & Sy, C. C. (2009). A real-time decision-making of maintenance using fuzzy agent. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2691-2698.



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY



Engineering Symposium at Bánki
(ESB 2022)
<http://bgk.uni-obuda.hu/esb/>



Development of precision drive unit to be universally used as robot joints with high power density and modular construction at Wavedrive Kft.

¹Balázs Göncfalvi, ¹Róbert Neumann, ²Richárd Horváth, ^{1,3}Róbert Krisch

¹*Wavedrive Kft. Törökbálint, Hungary, info@wavedrive.hu*

²*Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering. Budapest, Hungary, horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu*

³*Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary, krisch.robort@gt3.bme.hu*

Abstract

The main focus of this article is to present the unique and widely applicable precision drive systems developed by Wavedrive Kft., which are mainly a combination of an electric motor, strain wave gear elements, as well as encoders on the input and/or output side. This R&D project aims to develop more precise drive system solutions with minimal dimensions for the industry. The experimental drive systems were tested in industrial conditions to measure them in a real application example. Based on the test results, new precision drive units were designed and manufactured. Also, a unique, compact drive system was developed to meet the expectations of medium-load applications. The design- and manufacturing project was sponsored by the Ministry of Innovation and Technology under the tender number 2018-1.1.1-MKI-2018-00152.

Keywords: Innovative Precision Drive System; Strain Wave Gear; Finite Element Model

1. Introduction

Wavedrive Kft. (Previously known as K.K.K. 99 Kft. until 2022. September) has received a grant in the 2018-1.1.1-MKI-2018-00152 tender for research and development of high-precision drive units that can be used in high-accuracy robotic applications. Precision drives are widely used in healthcare systems, industrial manipulators, manufacturing and measurement devices.

As part of the main research and development project at Wavedrive Kft., we constructed and evaluated several drive configurations, which are a combination of different strain wave drive units, Brushless Direct Current (also known as BLDC) motors, and encoders on the input and/or output side. This article deals with the development of all the different combinations possibilities of potential drive units as well as their tests and results.

1.1 The Operating Principle of Strain Wave Drives

Strain wave drives are high reduction ratio, backlash-free, high power density precision drives. The very high reduction ratio requires the combination of the main elements shown in Figure 1. To achieve this high ratio and power transmission, the input wave generator's lobes deform the flexible bearing, which deforms the wave gear into the teeth of the rigid gear, thus initiating the connection to turn the flexible gear. The main elements are arranged coaxially in both the flat and cylindrical construction.

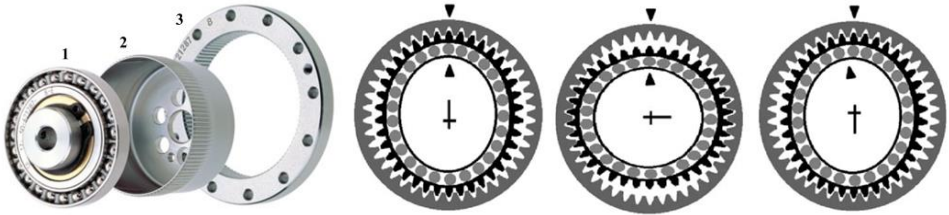


Figure 1. Cylindrical strain wave drive unit's main elements and working principle flexible bearing and wave generator (1), wave gear (2), rigid gear (3) [1].

The two main elements have a matching tooth profile, but the number of teeth on the wave gear is reduced by the number of lobe surfaces of the wave generator. Shown in Figure 2. is the operating principle of the cylindrical strain wave drive. This Figure it is shown how the periodic deformation travels around and distorts the flexible gear into the rigid gear, thus creating relative rotation. Strain wave drive units – in contrary to cyclo drives – are dynamically balanced, so they can be operated at a much higher input speed.

Regarding construction, there are two main types of strain wave drives: flat- and cylindrical wheel types. The flat wheel strain wave drives have a similar operating principle, but their design is partially different. In their case, the lobes of the wave generator, as well as the teeth of the wave- and rigid gears are formed on the face surface of a disc rather than on a cylindrical surface.

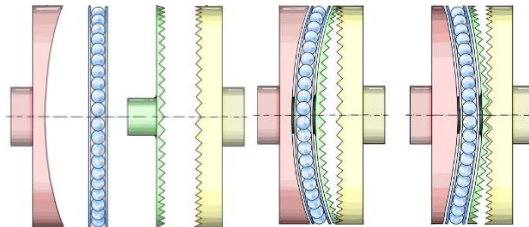


Figure 2. Illustration of the flat wheel strain wave drive's main elements [4].
From left to right: wave generator, flexible radial bearing, wave and rigid gear

The two main types of drives each have their advantages and disadvantages. The flat wheel drives typically have higher torsional stiffness but are less efficient in low-load cases. Meanwhile, the cylindrical construction is less optimal regarding torsion hence the more flexible design of the wave gear, but they can be operated with better efficiency. The reason for this is that the continuous periodic deformation of the cup-shaped wave gear requires less energy investment from the BLDC motor side. The outside dimensions of the different types are also different, so the installation environment has to be taken into account when selecting the appropriate drive system.

1.2 Development Guidelines

During this tender project, the four strain wave gear unit shown in Figure 4. were manufactured. Two flat- and two cylindrical wheel versions were built. Both two types can be assembled with or without an integrated brake. The prototypes have a modular design, so multiple parameters can be tested by replacing the interchangeable elements. In previous publications of this research and development project [5]., the experiences and test results of the drive systems were presented, which served as a reference during the development of the upgraded drive systems.



Figure 3. Prototypes of modular flat- and cylindrical wheel strain wave drive systems

In the case of the further developed versions, instead of a modular structure, the size and operation optimization were prioritized. The process consisted of several iterative steps, during which new cylindrical-type drive system prototypes were manufactured and assembled. These versions were operating in a similar power range as the ones from the first phase, but their enclosure size was much more compact. The dimensions of the experimental drive systems manufactured in the first phase of this R&D project are as follows: The outside diameter for the flat wheel strain wave drive system is 150 mm, minimum length is 84,8 mm, whereas the same parameters for the cylindrical wheel strain wave drive is 125 mm in diameter and 171,6 mm in minimum length. Depending on the type of the drive system, an output torque of 60-80 Nm can be measured on the output shaft. The highest tested motor speed was 1500 rpm for the flat wheel type and 3000 rpm for the cylindrical type drive systems. The optimized version of the cylindrical strain wave drive system manufactured during the second phase of the R&D project is capable of delivering 40 Nm of torque at a similar output speed, and its size has been significantly reduced: Its length is 107,5 mm with an outside diameter of 88 mm. Also, a small drive system prototype was developed and manufactured in parallel, which will be presented in Chapter 1.3.

1.3 Development of a compact cylindrical type strain wave precision drive system

In the latest phase of the R&D project, a small precision drive system was developed, in which all elements – including the wave generator and the wave- and rigid gears – are manufactured by Wavedrive Kft. The motor with an outside diameter of only 43 mm is – like the previous models – in this case also BLDC type, and is capable of continuously delivering 0,128 Nm of torque with a power of 70 W. Our goal is to develop a gear unit that can be well matched to these parameters. The main elements fit well with a commercially available flexible radial bearing with a diameter of 32 mm.

With these geometrical conditions, a gear ratio of $i = 50-120$ can be achieved. From this range, we implemented a gear ratio of $i = 60$. Also, a unique tooth profile was designed for both of the main elements. This reduction ratio provides optimal tooth engagement and – with appropriate efficiency – meets the requirements to be installed as the end-effector of a manipulator. In order to ensure optimal contact conditions, meticulously designed tooth profiles, gear geometry, and precise manufacturing are required. For that, we had to simulate the exact deformed shape of the flexible elements.

It is important to mention that the stress generated in the contacting elements depends to a large extent on the geometry of the flexible gear. The primary goal of our finite element tests is to optimize the geometry of the wave gear so that the stress is minimized, thereby maximizing the service life of the drive system. The following figures clearly show that the highest tension typically appears at the base of the teeth and at the base of the flat face of the wave gear.

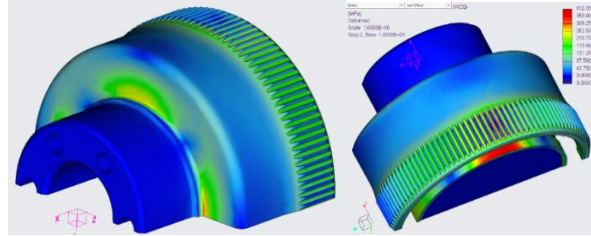


Figure 4. Stress distribution in the wave gear and flexible bearing (350 MPa < red color)

Aside from the tooth geometry, it is important to set optimal values for the length and wall thickness of the cup-shaped part. The dimensions of the flexible bearing determine the diameter of the cylindrical deformation zone. For this reason, efforts must be made to reduce the diameter of the hub, thereby increasing the area of the deformable surface. The optimization process with finite element tests is shown in Figure 5.

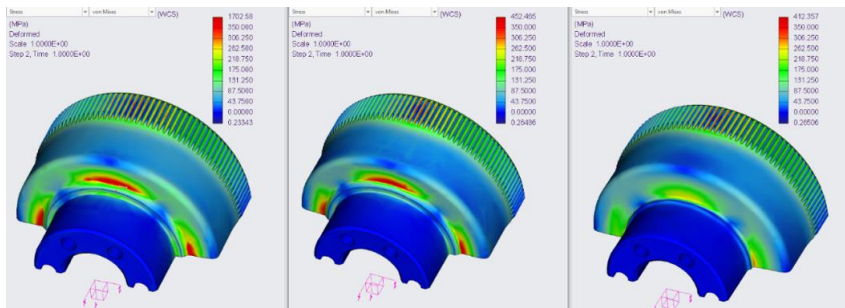


Figure 5. Optimization of wave gear geometry with finite element simulation

With the optimized geometry, the maximum stress at the base of the teeth is 364 MPa, and at the base of the cup-shaped part, only 283 MPa. The finite element simulation results also provide an opportunity to examine the deformed tooth profile, which served as input data for the calculation of the tooth geometry. The final tooth profile of the rigid and wave gears is the result of an iterative process, the aim of which is to ensure the best possible connection between the tooth pairs. By maximizing the contacting surfaces, it is possible to increase the efficiency of the gear unit, its service life, and the torque that can be transmitted by it. The final length of the complete drive unit equipped with a small BLDC motor is 44 mm, and its cross-section is 49x49 mm.

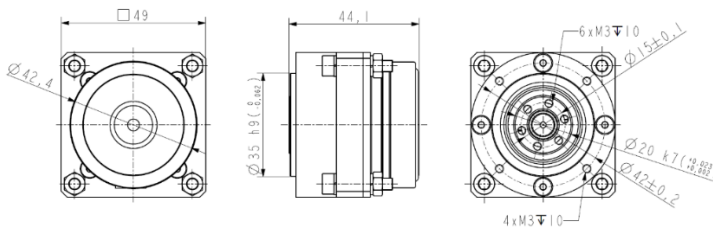


Figure 6. Front, side, and back view of Wavedrive's smallest precision drive unit

1.4 Testing Environment

During the R&D project, the compact drive system was tested on a continuously developed test bench. Providing the right test environment and measuring instruments is of high importance in order to obtain correct results that can also be compared with competing products.

The goal of the measurements is to validate the preliminary calculations and to carry out full lifecycle tests under a specified load. These tests are necessary to check the device for fatigue and whether the parts were made with appropriate production technology. In addition, it is also possible to measure the return accuracy, backlash, and torsional stiffness of the drive unit.

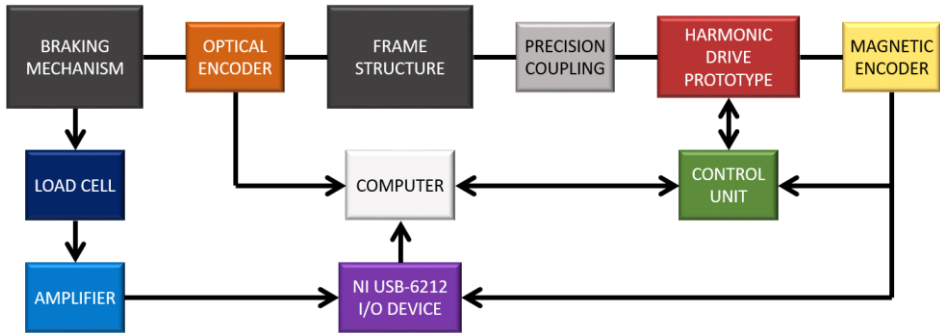


Figure 7. Block diagram of the testing environment setup

The base frame is made of steel hollow sections and sheet metal parts welded together, on top of which a cast bearing housing is mounted solidly. The drive system is mounted on one side of the shaft through a precision membrane coupling. The input rpm is monitored constantly with a magnetic encoder. On the output side, a high-resolution optical encoder is responsible for proper speeds and positioning. There is also a steel brake disc and a coaxially mounted steel bar attached to the output side of the shaft. The steel disc is braked through copper brake shoes mounted on a mechanism at the end of the bar. The copper shoes are adjustable to set the correct braking force. On the other side of the loading bar is a load cell so that the actual load can be continuously monitored. A signal amplifier is connected to the load cell; the signal is filtered by software. A multifunctional National Instruments USB-6212 data collector card transmits the signals of the load cell and the magnetic encoder on the input side to the evaluation computer.



Figure 8. Test bench for the precision drive units

1.5 Evaluation of the Results

Within the scope of this R&D project, six precision drive systems with significantly different parameters have been manufactured and assembled, including both cylindrical- and flat wheel type versions. The latest version of the developed drive systems is a very compact, cylindrical-wheel type unit, which fulfilled the pre-defined expectations, as the output torque did not drop under 5,62 Nm at 15 rpm and under constant load. The position recovery error remained below 0,001° in all measurement cases, and the backlash of the system was even smaller. The torsional stiffness of the drive system is 0,03 arcmin/Nm. Regarding these parameters, it can be stated that the developed compact drive system fully met the preliminary expectations and is suitable for implementation in any industrial environment requiring small size and high positioning accuracy.

2. Conclusion

Overall, the parameters of the drive systems developed by Wavedrive Kft. meet the requirements of industrial applications. Based on the results of tests and measurements, the performance and accuracy of the drive systems fit into other precision drive systems. Based on the experiences and conclusions gained during the project, our future plans include the installation of the prototype as an end-effector to the end of an industrial manipulator. This configuration is among further development possibilities of the experimental drive system. The next stage of this R&D project will be the comprehensive testing of a drive system of this type.

Acknowledgments

Authors thank the support to Dr. Richárd Horváth at Óbuda University for the setup of the testing environment and to the Ministry of Innovation and Technology, who sponsored the development project under the tender number 2018-1.1.1-MKI-2018-00152.

3. References

- [1] www.harmonic-drive.com
- [2] Krisch, R. (2015). Síkkerekes hullámhajtóművek fejlesztése (Doctoral dissertation, Budapest University of Technology and Economics (Hungary)).
- [3] Sz, K., & Krisch, R. (2015). Síkkerekes hullámhajtómű alapelemeinek optimalizálása.
- [4] Kirsch, R., & Göncfalvi, B. (2021). Síkkerekes hullámhajtómű család kísérleti fejlesztése és prototípusgyártása a KKK 99 Kft.-nél. *Multidisziplináris Tudományok*, 11(4), 408-415.
- [5] Kirsch, R., & Neumann, R. (2021). Moduláris felépítésű, robotkarokban univerzálisan használható, nagy teljesítménysűrűségű precíziós hajtásrendszer kifejlesztése a KKK 99 KFT.-NÉL. *Multidisziplináris Tudományok*, 11(4), 416-423.



The environmental safety aspects of domestic residential chimney sweeping

¹Nagy Rudolf

¹Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Budapest, Hungary, ORCID: 0000-0001-5108-9728, nagy.rudolf@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The gas supply crisis of recent months has led to the need for crisis management measures in several countries. Among other things, coal mines that had previously ceased production have been reopened, and there are plans to expand the alternatives to energy sources by cutting down wood for energy purposes.

The impact of the current energy crisis, as in so many other areas, is having a direct impact on the operation of domestic heating systems. Thus, the need to meet the communal demands of the population can lead to critical technical conditions at times during the normal pre-season heating inspections. Such a change in the energy situation could pose a serious threat to the safety of life and property for chimney sweeps who have not carried out this form of maintenance on solid fuel firing appliances and flue gas ducts that have been taken out of service but which are now being brought back into service because of the high cost of overheating.

Keywords: chimney sweeping, service, solid-fuel heater, exhaust flue, fire protection.

1 Introduction

The spread of the use of fire was a defining event in the rise of mankind. The first and most important step in understanding the nature of fire was the notification of the dangers of fire. The knowledge that this provided is still the basis for fire safety in its various uses. Although their risks are also significantly influenced by the environmental conditions of use. The fundamental problem with outdoor fires is to control their physical spread and prevent fire spread.

In settled human communities, fire very quickly takes up residence in the living space. Initially, it was used as a recess with an open firebox for heating the interior air and cooking food so that the smoke from the combustion products could escape freely through an opening in the roof, but the efficiency of this was far from optimal. For a long time, this commonly used solution was the dominant solution. Nevertheless, archaeological excavations have identified several very early traces of chimneys dating from the 5th century BC. [1]

The use of chimneys in the built environment, however, is now a highly reliable set of conditions for the safety of life and property, with the development of significant engineering methods. However, it is precisely the spread of combustion products in the open air, coupled with the resulting barrier, that can create life-threatening situations. This is due to the pyrolysis released in open-combustion fires and the rapidly decreasing oxygen levels as the combustion process progresses, with the formation of an increasing number of partially oxidizing components, most of which are

highly toxic, even for combustible materials of organic origin. This adds a very important element to the safety challenge by allowing the risk-free evacuation of these hazardous gases and solid combustion products from the interior through the chimney flue [2].

However, these combustion plants, like other systems, require technically defined maintenance of operating criteria. Therefore, special attention must be paid to maintaining their technical condition at the design stage and thereafter. [3]

In addition, the intermittent heating seasons, which often result in discontinuous operation, can pose an additional risk, as they can give rise to hidden technical problems. Moreover, in addition to their life-damaging nature, these combustion products can also cause considerable corrosive interaction with the building products that meet them. Not only does this create structural integrity problems, but the resulting leaks in rooms in contact with the flue gas ducts through their boundary structures are also unanticipated. More serious structural damage, directly caused by fire, can be expected if high-temperature combustion gases escaping from damaged flue gas ducts interact with combustible building structural elements. These occur mostly on roof structures. However, several developments that improve the quality of living conditions from a comfort point of view are heating systems and related building service upgrades, which are a major aspect of the safety of life and property.

The professional tasks involved, therefore, combined with the expertise of chimney sweeps, who are skilled in the operation and maintenance of buildings and based on engineering design, can help to maintain the expected level of safety and security of life and property in buildings.

The volume of chimney sweeping work has decreased significantly in recent years, thanks to the economical use of energy sources based on modern combustion technology. However, there is still a need for biomass-based ones, especially for less developed combustion plants which are still polluting and unsafe in terms of air quality protection. The figures in Figures 1 and 2 illustrate this. The former illustrates the very different levels of economic development of the different regions of Hungary. The second shows that more modern heating systems and associated chimneys are more common in developed urban settlements. Although their geographic extent differs, this in itself illustrates the existential relationship between the nature of residential heating technology.

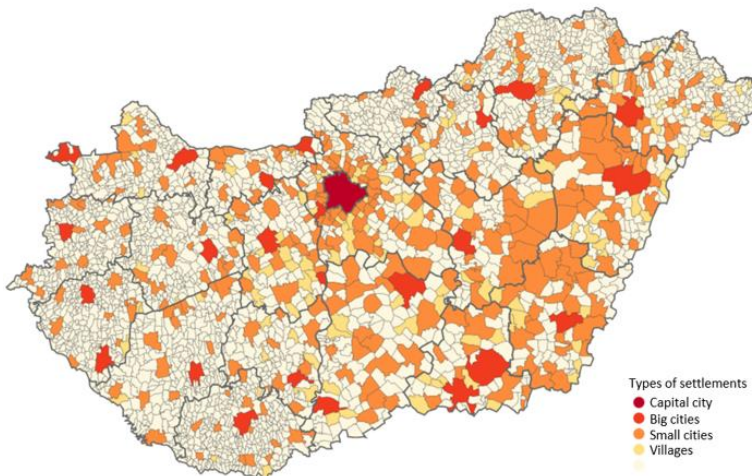


Figure 1. Distribution of settlement structure according to spatial development indicators, Source: CSO (20221) [4]

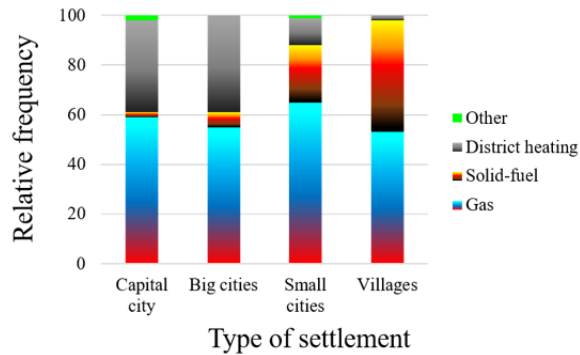


Figure 2. Distribution of settlement structure according to spatial development indicators
Source: Edited by the author based on CSO (2008) [5]

However, the energy crisis we are now witnessing has not only brought about a halt to the positive changes that have been achieved over many decades but could also lead to a significant step backward in terms of changes in combustion methods, fuel equipment, waste incineration and, not least, the energy mix. Given their increasing expenditure, many are likely to plan to revert to more outdated mixed or solid fuel heating systems, where the possibility of doing so has not been fully explored. Rural homes are a typical example, but in more than one case, minor or major modifications are required to bring combustion flues into operation. Not to mention the chimney sweep inspections that are essential in such cases. This is because modern heat generators operate in a different way from older types. For example, the parameters of the combustion products produced have changed considerably, which has led to different requirements for chimneys and flue gas ducts. From an organizational point of view, it also requires an increase in the speed of the service, which is already understaffed and understaffed because of the shortage of time in the run-up to the heating season.

2 Environmental aspects of residential chimney sweeping

The restructuring of energy production in the wake of the energy crisis has led to an increasing number of voices nowadays on the harmful effects on our environment, the harm caused by the increasing pollution of environmental elements, and the expected negative effects of climate change. Given that one of the most sensitive environmental elements in this respect, the atmosphere is no longer the only one directly affected region of the globe to face worsening emissions. As we have seen during the COVID epidemic, the reduction in intensive industrial and consumer activity has led to an extraordinary drop in air pollution levels in all parts of the world, even in the most remote and isolated corners.

However, industrial pollutants cannot be characterized by a general emission figure. For, technologies that use only natural gas and are therefore highly efficient in generating electricity or heat can be operated with more favorable air pollution quality parameters than other fossil fuel technologies. The latter is, in principle, almost equivalent to other combustion chemical technologies in terms of emission performance. In other words, they were, in-deed, highly polluting and dangerous during the earlier period of industrial production with little regard for the environment. Nothing proves this better than the fact that in 1775, in his monograph on chimney sweeps cleaning chimney flues during the Industrial Revolution, the London surgeon Sir Percival Pott described testicular cancer as an occupational disease of chimney sweeps, the cause of which he defined as the

repeated and persistent contact of soot from coal burning with the skin. [6]

However, nowadays, the solid components of the combustion products generated can be separated from the combustion products with very good efficiency, including the combustion gases that can cause adverse environmental effects. It can therefore be said that in contrast to the emissions of pollutants into the environment from domestic combustion plants, heating systems used by industry and other businesses typically use advanced combustion processes, so the emissions of pollutants from these systems are incomparably more favorable than those from almost unregulated residential buildings.

The same conclusion has been reached by scientific research, which has shown that air pollutants are a significant part of the environmental burden of air pollution. This is particularly true in the case of particulate matter and polycyclic aromatic compounds, which are harmful to health. They increase the amount of particulate matter released into the air and cause air pollution reaching very high concentrations in the vicinity of built-up areas, especially during the heating season. This is mainly due to the fact that heating systems are often operated in a way that is outdated or does not comply with technical standards. [7]

On the other hand, the choice of fuels used is no longer in line with technical requirements. Often, plant owners use inappropriate combustion equipment as 'incinerators' to re-cover part of the municipal waste while emitting seriously harmful substances in the combustion gas mixture. In this respect, the combustion products are very similar in material quality to the components to be measured in the flue gases from hazardous waste incineration. [8]

A good example of this is the dense smog that develops in municipalities in residential areas with individual heating systems, typically in single-family houses. This is due to the fact that unfavorable atmospheric conditions, which often occur during the winter heating season and are characterized by weather conditions that invert the vertical stability of the air, specifically promote the trapping of combustion products in the near-surface air layers, causing relatively long and concentrated persistent disperse pollution. The solid and irritant gaseous components of the smoke that partly make up this, which is emitted from the chimneys, can cause acute upper respiratory tract complaints in the case of short-term exposure and serious chronic health problems in the longer term. [9]

The protection of our immediate living environment and the wider natural environment is of fundamental interest to society today. Therefore, effective solutions for cases involving the emission of airborne particles from residential fire aerosols can also be directly linked to the operation of combustion devices attached to chimneys. In other words, the priority is to increase the efficiency of the combustion equipment responsible for the emissions and, on the other hand, to improve the quality of the fuel choice. Regular and professional inspection and maintenance of flue gas ducts, using chimney sweeping services, should be a priority in maintaining the air pollution conditions that are conducive to the health benefits to be achieved.

A significant contribution to this can be made by gas-fired boilers, which have increasingly replaced individual solid fuel systems in recent years through domestic heating modernization programs, and which produce heat for residential heating with greater techno-logical efficiency. Unfortunately, however, where the current energy crisis will lead to a shift towards renewable energy sources, such as firewood, the combustion technology systems to be used will be scaled back. This, coupled with the lack of professional chimney sweeping and cleaning to ensure that flue gas ducts, which are essential to maintain them in good technical condition due to the earlier shutdown of combustion installations, are likely to worsen the already very poor air quality in some municipalities, as illustrated in Figure 3, during and after the coming heating season.

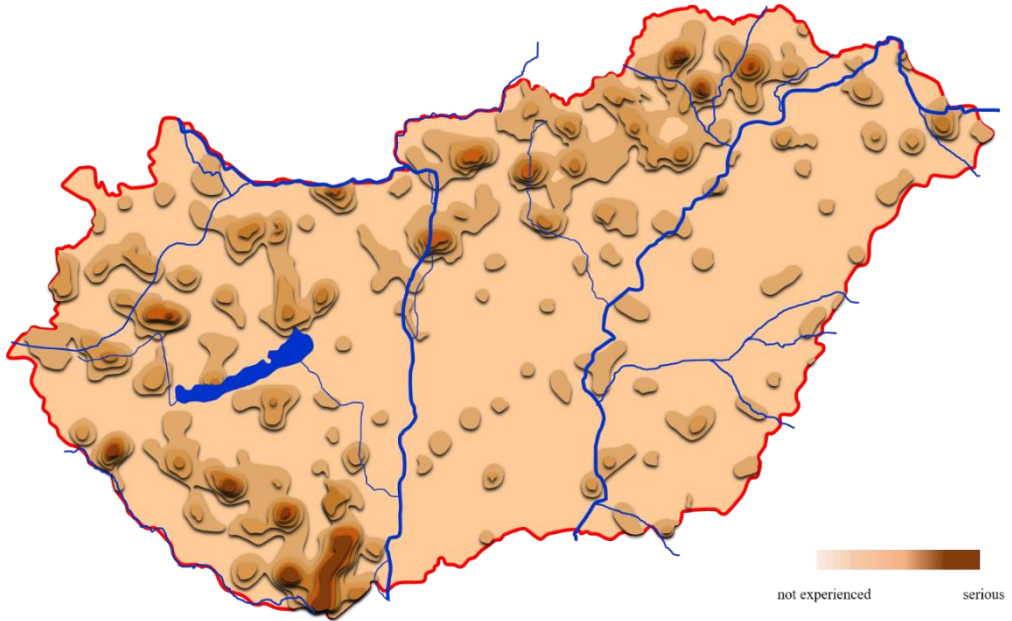


Figure 3. The severity of the air pollution in Hungarian municipalities, Source: Edited by the author based on WWF Hungary (2017) [10]

Old-new heating systems made operational in this way will certainly bring cost savings in today's high gas prices. However, not carrying out periodic chimney sweeping and any necessary cleaning, apart from the environmental degradation that is not directly reflected in the cost to the public, seriously compromises the safety of life and property.

Chimney sweepers, in the context of their service to the public, make a significant contribution to the safety of residential property by ensuring that inspections and sweeping are carried out in good time. Nothing is better proof of this than the fact that around 80 per-cent of the nearly 5 million chimneys in Hungary, as shown in Figure 4, are in residential properties. [11]

Thus, residential chimney sweeping is indeed part of the preventive fire protection system, which is a well-known professional objective of fire protection, but also a priority for the layman, and which is also evident to the layman. Naturally, the larger the population of a given region, the greater the added value of chimney sweeping in this way. Thus, the central region of the country, the capital, and the counties immediately adjacent to it account for most chimneys inspected. On the one hand, this can obviously only be achieved with a very intensive supply of tasks, considering the technologically required cycle times. On the other hand, this is considerably facilitated by the relatively high density of built-up areas compared with the dispersed settlement structure of other geographically more extensive regions.

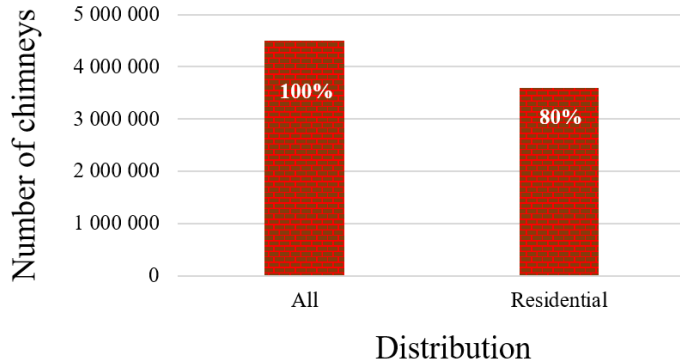


Figure 4. The distribution of chimneys in Hungary, Source: Edited by the author based on the database of chimney sweeping services [11]

3 Conclusion

On the basis of the above, it can be generally stated that the chimney sweep service, which is the largest residential service provider in Hungary and belongs to the professional disaster management organization, is the most important segment of this task system in terms of consequences, and is facing an unexpected workload in terms of serving the Hungarian real estate population of nearly 2.5 million chimneys. Consequently, we must also take into account the current and expected evolution of the energy mix in the world and especially in the European Union.

The resulting domestic energy use may bring a return of the challenges that are now beginning to disappear, not only for the domestic organizations involved in managing these challenges but also for the public itself, and in which not only the chimney sweeping industry but all domestic chimney sweeping service providers have an important role to play.

Acknowledgments

This paper originated with the support of the Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Hungary.

4. References

- [1] Johann Haidlmair: A biztonsági kémény - Biztonság, életminőség, gazdaságosság, (Soós Gy. ford.) SCHIEDEL Kéménygyár Kft., Budapest 2009., ISBN 978-963-513-218-8, 24. o.;
- [2] František Jiřík: Kémények, (Lajos J. ford.) Cser Kiadó 2008., Mestermunka, ISBN: 978-963-7418-56-3, 9. o.;
- [3] Weber G. - Arndt S. - Frick T.: Építmények üzemeltetésének és karbantartásának munkabiztonsági tervezése, (Walz. G. ford.) Munkavédelmi Kutatási Közalapítvány, Budapest, 2006., ISBN 3-86509-156-3, 490. o.;
- [4] KSH: Területi atlasz – Települések, https://www.ksh.hu/teruletiatlasz_telepulesek, (Letöltve: 2022. október 01.);
- [5] KSH: A háztartások energiafelhasználása, 2008, ISBN 978-963-235-284-8, <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/haztartenergia08.pdf>, 6. o. (Letöltve: 2022.

október 01.);

- [6] Ungváry Gy. et al: et al: Munkaegészségtan, Medicina Kiadó Zrt., Budapest, 2010., ISBN: 978 963 226 250 5, 561. o.;
- [7] The State Audit Office of Hungary: Monitoring of measures for the protection of air quality, Report, № V0779 (2018) <https://www.asz.hu/storage/files/files/jelentes/2018/18006.pdf?download=true>, p. 30.
- [8] Lábódy J.: Veszélyes hulladékok égetése, korszerű égetőművek üzemeltetése I., NETI Kft. Budapest, 2000., ISBN 963-00-4429-3, 59. o.;
- [9] Vajda Gy.: Kockázat és Biztonság, Akadémia Könyvkiadó, 1998., ISBN 963-05-7493-4, 346. o.;
- [10] WWF Magyarország: Fűtés és energiahatékonyság - Helyi hatóságok és önkormányzatok áttekintése (2017), https://wwf.hu/public/uploads/toltsdle/1511533746_Futes_es_energiahatekonysag_WWFHU_jelentes.pdf, p. 11. (Letöltve: 2022. október 02.);
- [11] National Directorate General for Disaster Management: GYIK (Acronym, In Hungarian: gyakran ismétlődő kérdések), <https://www.katasztrofavedelem.hu/34043/gyik>, (Letöltve: 2022. október 03.);



Determination of the optimal FEM test environment for the characterization of large deformation Lattice behavior for 2.5 dimensional structures

¹Széles Levente, ²Odal István, ³Kőfalvi Tamás

¹*EBK Hungary Kft. Gödöllő, Hungary, szeles.levente@ebkhungary.com*

²*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem. Gödöllő, Hungary, oldal.istvan@uni-mate.hu*

³*EBK Hungary Kft. Gödöllő, Hungary, kofalvi.tamas@ebkhungary.com*

Abstract

Selecting the optimal Lattice structure for a certain application is a complex task, which requires knowing the behavior of a plethora of structures. Homogenization is a powerful tool that can provide us with the required information without having to analyze complex structures filled with even more complex Lattice structures. The homogenization method, unfortunately, has its limitations, one of which is its inapplicability for large deformation. In this study, we investigate the optimal test environment for the characterization of large deformation Lattice behavior.

Keywords: Lattice, homogenization, large deformation

1. Introduction

Recent advances in additive technologies granted Engineers unprecedented design freedom. Not only can complex, previously unfeasible geometries be designed, but structures with infill, Lattices can also be manufactured. Lattices can be implemented into a design for a plethora of reasons, such as improved energy absorption, lightweighting, improved thermal properties, etc. It is not the wide range applicability of Lattice structures that makes them so unique but the achievable behaviors. This is where the miracle ends. Selecting and designing the appropriate Lattice structure with the appropriate parameters and then inserting it into our 3D CAD model are challenging tasks that are fundamental to achieving an optimal design.

In this paper, we will focus on the “bedrock” of selecting and designing the optimal Lattice structure, which is the characterization of Lattice structures. In order to choose the optimal structure, first, its properties and behavior characteristics must be known. Simulating complex lattice structures is difficult and time-consuming; thus, several homogenization methods are created.

The homogenization method is based on the idea that a heterogeneous medium can be characterized by the properties of the Representative Volume Element (RVE) [1]. In the case of Lattice structures, the RVE is the unit cell, as a region is filled by allocating unit cells along the x , y , and z axis – depending on the application. The concept of Homogenization can be seen in Figure 1. With homogenization, we only need to study/simulate the behavior of a single unit cell, and the results can be extended to the entire Lattice filled region, obviously. Homogenization has its limitations as well.

For simpler 2.5-dimensional Lattice structures, there were attempts to model the elastic deformation of these structures. Beam theory was used on the standard and the auxetic honeycomb structure to define its behavior [3].

The model is quite simple and does not require large computation power. However, only valid for small deformation and low density.

There are several homogenization methods for 3-dimensional Lattices, one of the methods is defined for 3-dimensional beam-based lattices [3]. This method is applicable to more complex lattices as well, as long as they are beam based.

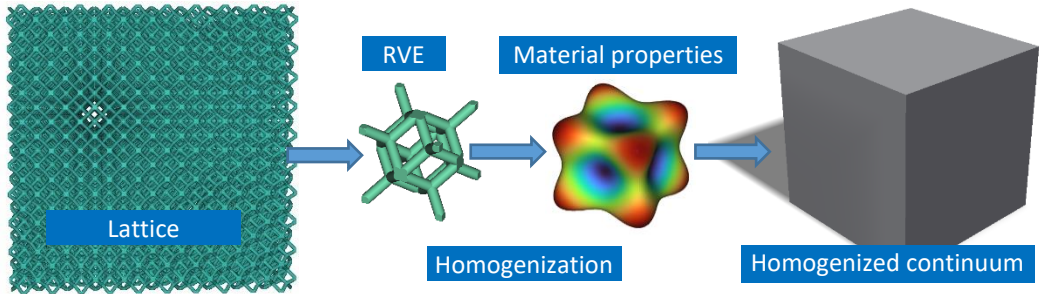


Figure 1. The concept of the homogenization approach

Homogenization, in general, can be considered accurate if the homogenized continuum under investigation consists of infinite unit cells. The method will yield the same results regardless of the number of elements. Studies [2] showed that homogenization can be considered accurate enough for compression load if there are 6 or more elements in one direction. In our case, as we will describe in this study later, far fewer elements can be fitted to the design.

Software, such as Ansys's Material Designer module, offers a homogenization method as well. For a 3-dimensional unit cell the software will create 6 separate load cases to determine 9 individual material constants (3 Poisson ratios, 3 elastic moduli, and 3 shear constants) [6]. This method is only valid for small deformation and an infinite number of elements.

2. Methods and materials

2.1 The scope of this study

Our aim was to determine the minimum number of elements that can represent the behavior of infinite elements accurately enough. In our project, we design passive safety elements for vulnerable road users for a variety of vehicles. During unfortunate road accidents, vulnerable road users experience immersed force and acceleration loads. These loads should be absorbed by the system we design. The absorption of energy, force, and acceleration happens under milliseconds, resulting in relatively large deformations on the safety elements. Furthermore, any product you install into a vehicle takes up space from the passengers resulting in a less comfortable travel experience. Thus, when designing the elements, we also have to consider certain dimensional constraints. The maximum enclosing depth dimension is defined at 5 cm.

In light of the above, our task is to determine the minimum number of elements that can represent the behavior of infinite elements, which are subjected to relatively high deformation with the maximum height of 5 cm.

First, an etalon specimen was created, forming the base for result evaluation. The etalon was created so that it has "infinite" elements. For the study, we created specimens with 7 (6) (*horizontal*) by 5 (*vertical*) elements, 5 (4) (*horizontal*) by 5 (*vertical*) elements, and a specimen with 5 (4) (*horizontal*) by 3 (*vertical*) elements. The etalon alongside the investigated specimens can be seen in Figure 2.

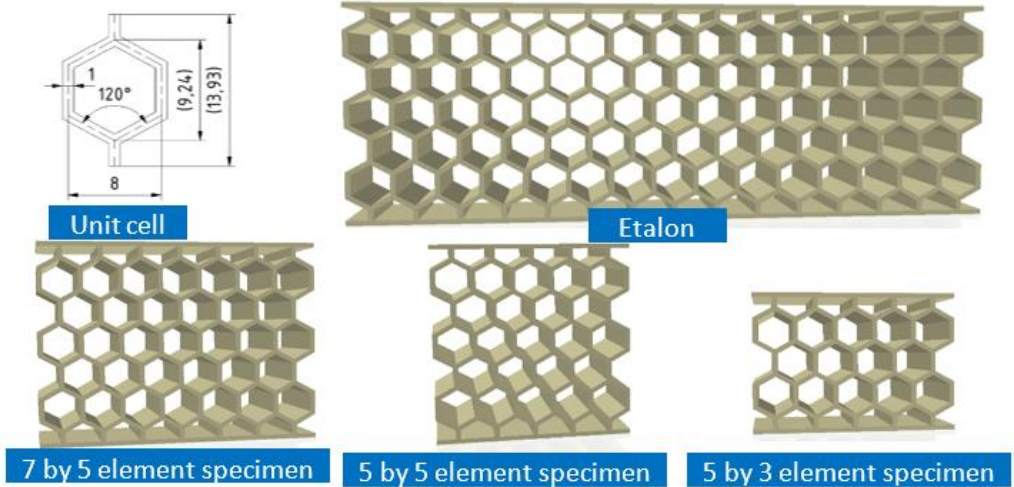


Figure 2. Unit cell dimensions and the investigated specimens

Based on the results, we can determine which of the above specimens can accurately represent the etalon so that we can carry out simulations on other Lattice structures with the determined element number. Our aim is to build a decision preparation database upon which the appropriate Lattice structure can be selected for certain applications. For determining the FEM test environment, the standard honeycomb structure was selected, with the dimensions shown in Figure. 2. The dimensions are given in [mm] unit.

2.2 FEM simulation

The energy-absorbing passive safety elements are subjected to compressive load during an accident, thus, in the finite element method (FEM) simulations, the specimens are also subjected to compressive load. For the FEM simulations, Ansys Workbench 2022 R2 software was used, and the studies were completed in static structural systems; large deformations were allowed.

The load is displacement-based, exerting its effect on the top edge of the specimens, as can be seen in Figure 3. The load is step applied to achieve a more reliable convergence and to obtain the results at several points. The bottom edge of the specimens is fixed rigidly. Vertical and lateral displacements are not allowed. Considering that the specimens are 2,5-dimensional 2-dimensional FEM simulations were created, further decreasing the simulation time.

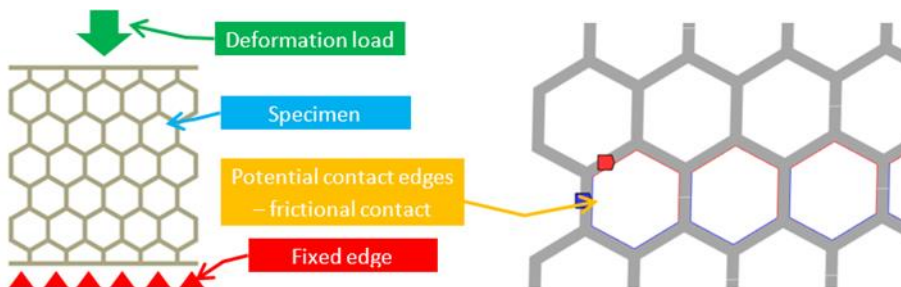


Figure 3. FEM model with boundary conditions.

As the deformation load progresses, the specimens will distort, and considering the large deformation load certain edges of the specimens will come into contact with one another. For the potential contact regions, frictional contact pairs were defined with a friction coefficient of 0,3 (polyamide – polyamide) [5]

Under real conditions, the passive safety elements will be manufactured by implementing additive technologies. On that note, HP's PA 12 material was set for the simulations, the material parameters were obtained from a recent study [7], and a bilinear material model was used. The tests were carried out until the central unit cell was fully flattened out in all cases, which meant a 10 mm deformation between the marked lines in Figure 4.

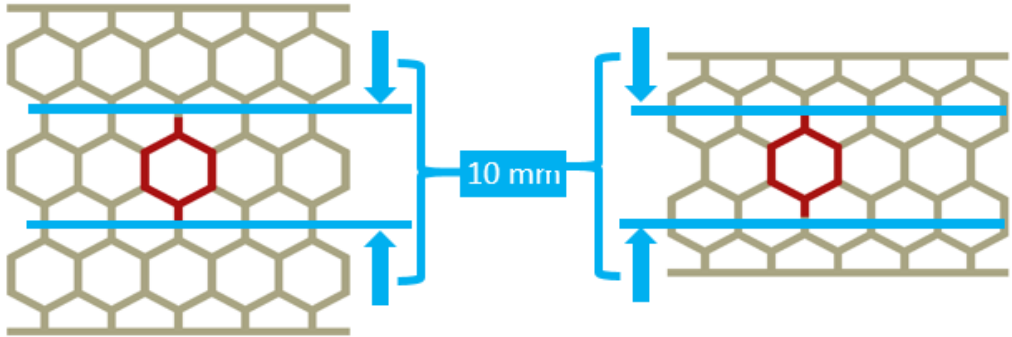


Figure 4. Representing the two control points for the deformation load

2.3 Basis for comparison and evaluation

The basis for comparing and evaluating the results was the ever-central unit cell and the central region (Fig.5.a), to be more specific the Poisson's ratio of these elements/regions in the function of the deformation. The absorbed force was also considered for evaluating the results.

The passion ratio was calculated using the following equation:

$$\mu = -\frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_y} \quad (1)$$

Where ε_x is the specific displacement in the x direction, while ε_y is the specific displacement in the y direction, as shown in Figure 5.b The specific displacement can be calculated by using equation (2) and the displacement data from the simulations illustrated in Figure 5.b

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta x}{x_0}; \text{ where } \Delta x = \frac{x_1 + x_2}{2} \quad (2)$$

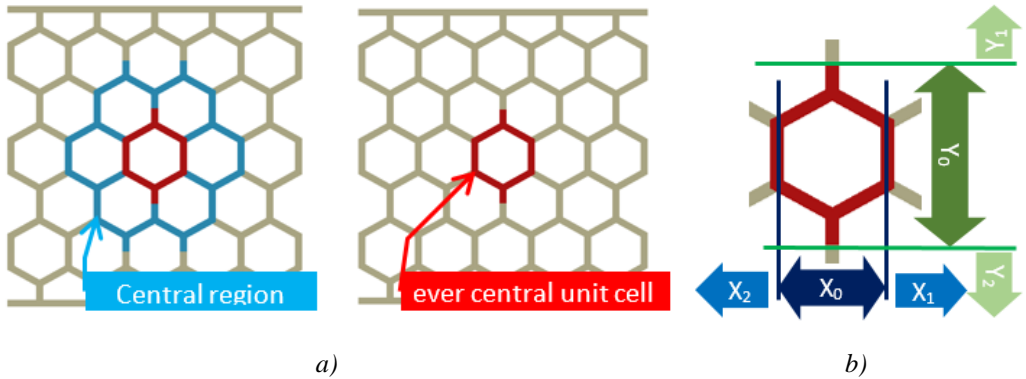


Figure 5. a) representation of the central regions, forming base for the evaluation; b) deformation components used to calculate the Poisson's ratio

3. Results and discussion

The results of the FEM simulations were first evaluated on the ever-central unit cell, as can be seen in Figure 6. At smaller deformation levels, the specimens with a smaller number of elements seem to be more accurate; however, as the deformation progresses, the 5 by 5 and the 5 by 7 specimens are more accurate at characterizing the behavior of Lattices.

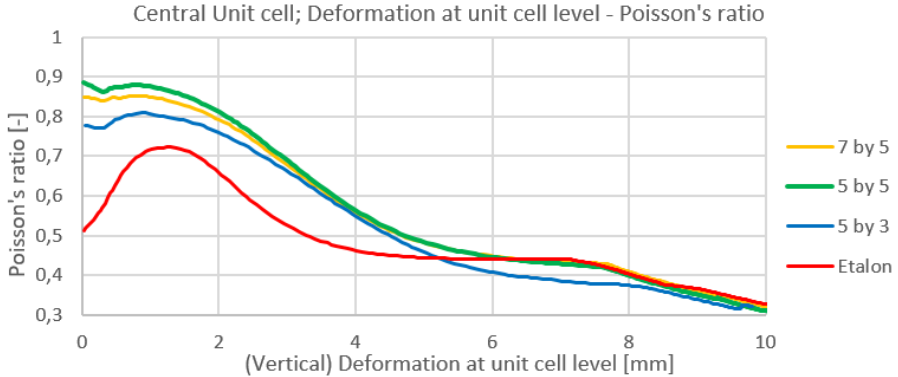


Figure 6. Poisson's ratio as a function of deformation at unit cell level

Considering the central region, which is a wider, a more specific region, it can be seen in Figure 7. that overall, the 5 by 5 and the 5 by 7 specimens follow the etalon specimen's behavior most accurately.

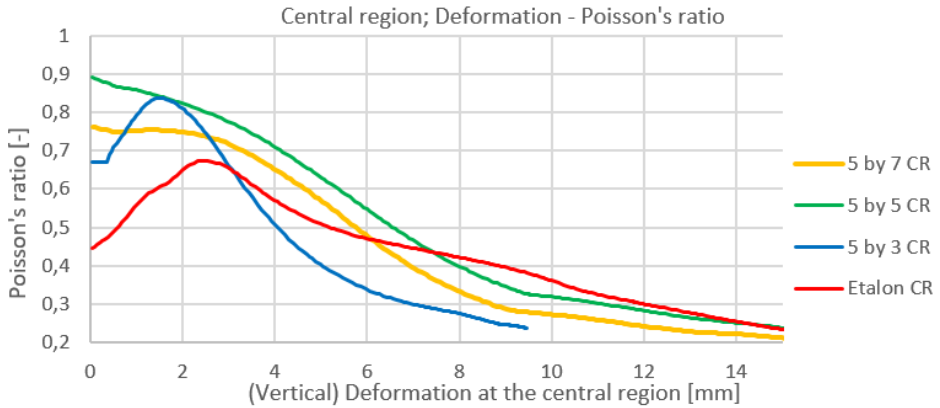


Figure 7. Poisson's ratio as a function of deformation, evaluated on the central region

By analyzing the evolution of the force as a function of displacement, it can be noted that the 5 by 7 and the 5 by 5 specimens represent the etalon specimen's behavior most accurately (see Fig. 8). Obviously, the specimen with the least number of elements will be selected for representation.

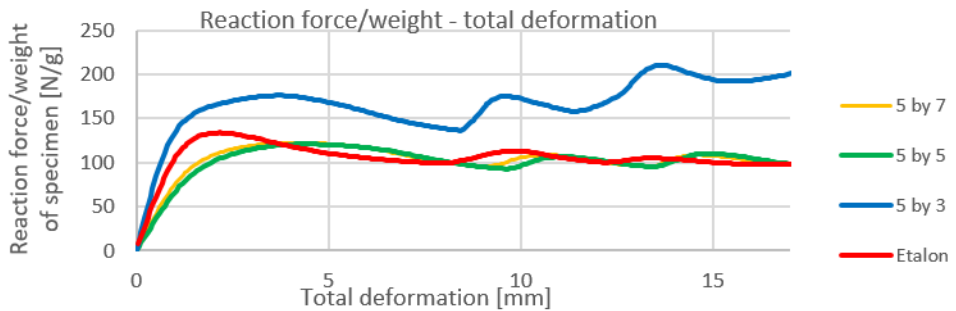


Figure 8. Reaction force as a function test environment

It can be concluded that 2.5-dimensional, non-auxetic Lattice structures subjected to large deformation can be characterized by only performing simulations on a smaller specimen consisting of 5 by 5-unit cells. It should be noted that further studies will be carried out to further validate the effectiveness of this method.

4. Conclusion

Based on the study introduced in this paper, it can be sad that Lattices subjected to large deformation can be homogenized as well with a different method. In this study, we determined the optional FEM test environment for standard (non-auxetic) 2.5-dimensional Lattice structures. The 5 by 5 element specimen will be the fundamental test environment for our decision preparation database, upon which the optimal Lattice structure can be selected for passive safety elements.

Acknowledgments

Project no. 2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00236 has been implemented with the support provided by the Ministry of Innovation and Technology of Hungary from the National Research, Development and Innovation Fund, financed under the 2019-1.1.1-PIACI-KFI funding scheme.



5. References

- [1] Somnic, J., & Jo, B. W. (2022). Homogenization Methods of Lattice Materials. *Encyclopedia*, 2(2), 1091-1102.
- [2] Wang, X., Zhu, L., Sun, L., & Li, N. (2021). Optimization of graded filleted lattice structures subject to yield and buckling constraints. *Materials & Design*, 206, 109746.
- [3] Masters, I. G., & Evans, K. E. (1996). Models for the elastic deformation of honeycombs. *Composite structures*, 35(4), 403-422.
- [4] Weeger, O. (2021). Numerical homogenization of second gradient, linear elastic constitutive models for cubic 3D beam-lattice metamaterials. *International Journal of Solids and Structures*, 224, 111037.
- [5] <https://www.tribology-abc.com/abc/cof.htm>
- [6] PADT inc. Using Material Designer To Perform Homogenization Studies.
- [7] Heather O'Connor, Dennis P Dowling, Andrew Nigel Dickson (2018). Evaluation of the mechanical performance of polymer parts fabricated using a production scale multi jet fusion printing process.



Non-Physical workplace Risk perception

¹Vanessa C. Erazo-Chamorro, ²Ricardo P. Arciniega-Rocha, ³Szabo Gyula

¹ Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Óbuda University, Budapest, Hungary. erazo.vanessa@uni-obuda.hu.

² Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Óbuda University, Budapest, Hungary. arciniega.ricardo@uni-obuda.hu.

³ Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Óbuda University, Budapest, Hungary. szabo.gyula@uni-obuda.hu.

Abstract

New global technological tendencies involve virtual life and virtual communication. In accordance with virtual life, the creation of an online workplace allows companies a field to offer specialized services. Occupational health science is continuously improving the safety and security of workplaces and has the challenge of considering the factors that must be considered in a non-physical workplace as real hazards. This research assesses the available information and validates it through methodical evaluation from documents and reports of official international institutions aimed at safe and security science. As a result, is defined the main risks involved in online workplaces related to safety and security science in the workplace, as well as; this factor is directly related to causes of work illnesses and is established as a priority to accomplish that a workplace will be considered “healthy & safe”.

Keywords: Online workplace, risks factors, security factors, hazards, health and security hazards

1. Introduction

The novelty of recent online apps and systems introduces new strategies for market and work tasks to allow the employees to develop a quantity of task from a different place that is not located physically in the company facilities. In this sense, the use of technology and access to new communications have an increasing role in the new industrial traditions [1-3].

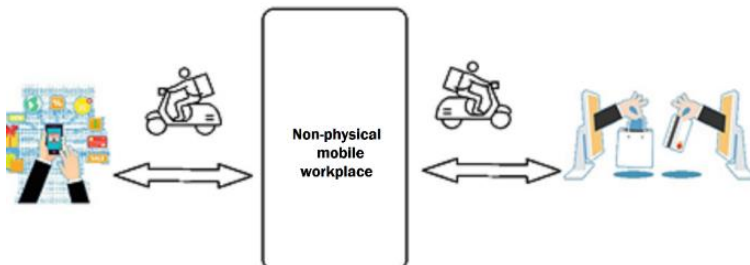


Figure 1. Online Delivery

From the point of view of occupational health can sound obvious that with more workplaces, there will be more issues to manage into workplaces [4], but the research question merging now is:

What is the perception nowadays about the mobile/non-physical workplaces from of point of view of safety and health?.

The rest of the document is structured as follows. Section 2 Related works. Section 3 Method. Section 4 Results. Finally, Section 5 Conclusions.

2. Related works

The appearance of new normality since early 2020 year with the emergency caused by the pandemic of COVID-19 push even more, E-commerce, increasing at the same time demand and services to fill the requirements [5], as mentioned by H. Chaudhary, in the research “Analyzing the Paradigm Shift of Consumer Behavior Towards E-Commerce During Pandemic Lockdown” in 2022.

The paper “Mobile Virtual Work: A New Paradigm” by H. Schaffers, it is explored Mobile Workplaces from the perspectives of using mobile technologies as innovation tools in business practice, Identifying the challenges and factors related to mobile workplaces. Such manner that the organizational and technical matters related to Mobile Workplaces are presented as important settings [6,7].

3. Method description

The method covers six stages, shown in Figure 2: (i) Research. (ii) IT tools. (iii) Data collection method. (iv) Sampling. (v) Analysis of data. (vi) Documentation.

According to the methodological development of this paper in the Research stage, was established the meaning of the research, the research question, and the following keywords: online workplace, risks factors, security factors, hazards, health and security hazards, threats in the workplace. Non-physical workplaces, mobile workplaces, e-commerce, online platforms, and online delivery workplace. Then it is placed up the Technological Tools to develop the investigation: Google Scholar, Google forms, Cmap-Tools, and Cloud analysis tools. In order to collect the data, a survey was developed about what is the perception of Non-Physical/Mobile workplaces, asking for positive and negative insights of these. The population is the general public, who can be customers, workers, and both at the same time of the Mobile workplaces platforms. For analyzing the data, the answers were compiled in a spreadsheet, ordering, classifying, and categorizing. Subsequently, using a Cloud Analysis method is getting a visualization of the results. As the last stage, all this research is documented [8].

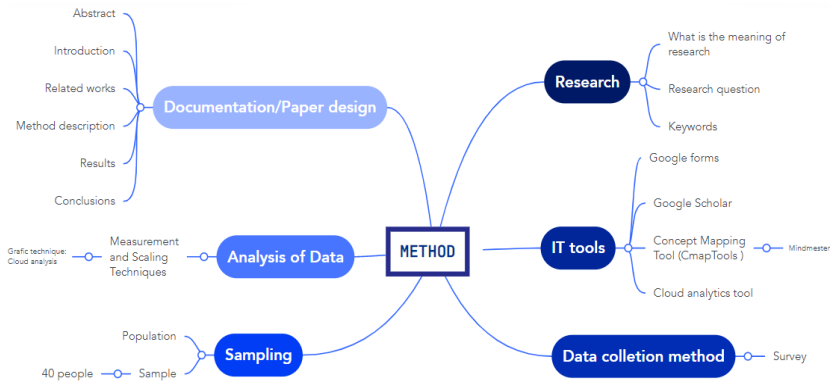


Figure 2. Method stages

4. Results

The results are shown graphically; the overall perception is shown in Figure 3, where is displayed that 96% of people asked wrote an answer about the positive perception of Mobile/non-Physical workplaces, while only 59.5% had an answer for the negative perception of these Online platforms as workplaces.

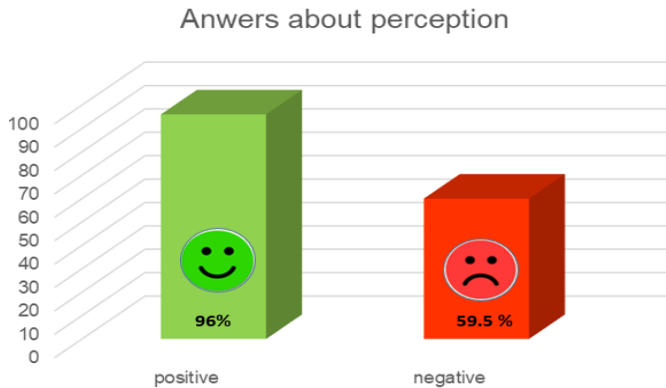


Figure 3. Overall perception of Mobile/non-Physical workplaces

5. Conclusions

Mobile/non-Physical workplaces seem comfortable for the general public, but the main risks found are that people become lonely and isolated; however, more seriously, the main hazard for the health of workers will be an overload of work caused by lack of surveillance and schedule programmed [9,10]. Figure 4 is illustrated the mobile/non-Physical workplaces with a positive perception. Figure 5 shows the perception of risk in mobile/non-Physical workplaces.



Figure 4. Mobile/non-Physical workplaces positive perception.



Figure 5. Perception of risk mobile/non-Physical workplaces)

Health and safety in the Mobile/non-physical workplaces are not broadly documented as the other workplaces named as common in the meaning of the definition, as is mentioned in the DIRECTIVE 2013/35/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. The directive specifies that is applicable for those workplaces, temporary and spatially permanent, excluding directly mobile/non-physical workplaces as the e-commerce or Online Delivery OD platforms [11-13]. In such a manner, the actual perception of the mobile/non-physical workplaces is still blurry the official definition, and more worrying, there is no much information about the existing risks into these workplaces.

6. References

- [1] Matwiejczyk, L., Field, L., Withall, E., & Scott, J. (2015). An online workplace healthy lunchbox challenge for adults. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 47(4), 399-401.
- [2] Rosero-Montalvo, P. D., López-Batista, V., Puertas, V. E. A., Maya-Olalla, E., Dominguez-Limaico, M., Zambrano-Vizuete, M., ... & Erazo-Chamorro, V. C. (2020). An intelligent system for detecting a person sitting position to prevent lumbar diseases. In *Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2019: Volume 1* (pp. 836-843). Springer International Publishing.
- [3] Tick, A. (2018, June). IT Security as a Special Awareness at the Analysis of the Digital/E-learning Acceptance Strategies of the Early Z Generation. In *2018 IEEE 22nd International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES)* (pp. 000045-000050). IEEE.
- [4] Erazo-Chamorro, V.C., Arciniega-Rocha, R.P., Szabo G. (2022). "Healthy and safe workplace definition: a friendly boundary for a complex issue," in *Mérnök Szimpózium a Bánkin Előadásai : Proceedings of the Engineering Symposium at Bánki (ESB2021)*, May 2022, 1st ed., vol. 1, pp. 51–56, Accessed: Jun. 01, 2022.
- [5] Chaudhary, H. (2020). Analyzing the paradigm shift of consumer behavior towards E-Commerce during pandemic lockdown. Available at SSRN 3664668.

- [6] Schaffers, H., Carver, L., Brodt, T., Fernando, T., & Slagter, R. (2006). Mobile workplaces and innovative business practice (pp. 343-368). Springer Berlin Heidelberg.
- [7] Gášová, M., Gašo, M., & Štefánik, A. (2017). Advanced industrial tools of ergonomics based on Industry 4.0 concept. *Procedia engineering*, 192, 219-224.
- [8] ILO, "Safety and health in the use of machinery," p. 154, 2013.
- [9] Erazo-Chamorro, V. C., Arciniega-Rocha, R. P., Rudolf, N., Tibor, B., & Gyula, S. (2022). Safety Workplace: The Prevention of Industrial Security Risk Factors. *Applied Sciences*, 12(21), 10726.
- [10] Szabó, G. (2018). Usability of machinery. In *Advances in Safety Management and Human Factors: Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Safety Management and Human Factors, July 17–21, 2017, The Westin Bonaventure Hotel, Los Angeles, California, USA 8* (pp. 161-168). Springer International Publishing.
- [11] F. Breu, S. Guggenbichler, and J. Wollmann, "Directive of the European Parliament and of the Council," 2008.
- [12] Zhang, W., Swangnetr, M., & Bloom, P. (2014). *Advances in Physical Ergonomics and Human Factors: Part I. Adv. Phys. Ergon. Hum. Factors*, 416.
- [13] Szabó, G. (2018). ErgoCapture—A Motion Capture Based Ergonomics Risk Assessment Tool. *Advances in Physical Ergonomics and Human Factors: Part II-Google Books*, 2(2), 313-321.



The lower limb kinematics of novice runners and recreational runners before and after 5 km running

¹Xinyan Jiang, ²István Bíró

¹ Doctoral School on Safety and Security Sciences, Obuda University, Budapest, Hungary, jiangxinyan168@163.com

² Doctoral School on Safety and Security Sciences, Obuda University, Budapest, Hungary, biro-i@mk.u-szeged.hu

Abstract

The purpose of this study was to compare the kinematics of lower limbs by measuring the range of motion of the lower limbs of runners at different levels before and after 5 km of running. 15 novice runners (weekly running volume: 7.13±2.67 km) and 15 recreational runners (weekly running volume: 35.67±9.23 km) were recruited in this study. There were significant differences in the joint range of motion of runners at different levels, especially in the hip joint. Compared with recreational runners, novice runners showed a higher risk of lower limb injuries in their gait. After 5 km of running, the range of motion of the joint increases. Running 5 km can cause runners to fatigue to a certain extent, which changes the biomechanical characteristics of runners' lower limbs, suggesting a higher risk of injury.

Keywords: kinematics, running, injury, fatigue

1. Introduction

Studies have shown that running can not only improve the cardiovascular function of the human body but also effectively promote the physical and mental health of runners [1]. Although running has a positive impact on physical fitness, with the surge in participation in the sport, running-related sports injuries are also increasing year by year [2,3]. In the process of middle and long-distance running, the runners have to bear the vertical ground reaction force (GRF) equivalent to two to three times their body weight. During this process, the runners will repeatedly bear the impact of vertical GRF [4]. The runners' sports injury survey report shows that the running-related injury rate of runners is as high as 30%-79% [3,5]. Most of the running-related injuries (RRI) (50%-75%) are caused by overuse of the knee and below, and the most common sports-related injuries are the knee and ankle joints [6].

The factors that affect running-related injuries are diverse, both intrinsic and extrinsic. Among them, internal factors refer to the differences in runners' human biomechanics and morphology, age, gender, medical history, body mass index (BMI), etc.; while external factors include training years, physical fitness status, type of running shoes, and other sports equipment [2,7]. Although many clinical and scientific researchers are committed to reducing the rate of running-related injuries, and the design of running equipment such as running shoes have continued to improve and innovate, the incidence of running injuries has not declined over the past 40 years [6,8]. Studies have shown that novice runners with no running experience have a higher risk of running injuries [2,9]. Therefore, it is especially important for novice runners to prevent related losses during running because it will increase the durability of the runner's run, thereby helping to promote the development of public

health.

Previous studies have demonstrated differences in the running biomechanics of novice and amateur runners, which can affect the incidence of sports injuries. However, most studies on the biomechanics of the lower limbs of runners at different levels focus on the sagittal plane, and there are fewer biomechanical studies on the coronal and horizontal planes. In addition, most studies at home and abroad focus on the differences in running biomechanics of runners of different levels in the non-fatigue state, and few studies have explored the effects of mid- and long-distance running and runner level on running biomechanics at the same time.

The purpose of this study was to measure the biomechanical parameters of the lower limbs of runners of different levels before and after the 5 km medium and long-distance running, to compare and analyze the basic regular characteristics of the three-dimensional kinematics of the lower limbs, and to explore the effect of medium and long-distance running on the running performance of runners of different levels. On the basis of this, the biomechanical characteristics of runners of different levels and the effect of mid- and long-distance running on running biomechanics were discussed, as well as the interaction between mid- and long-distance running and runner level on running biomechanics. In order to explore how to reduce the injury rate of running and avoid prominent problems such as lower limb injury during long-distance running, it can provide meaningful guidance for the prevention of running and running-related injuries.

2. Methods

2.1 Participants

15 novice runners and 15 recreational runners were recruited to participate in this study, for a total of 30 healthy male runners (Table 1). A novice runner is one who runs between 2 and 10 kilometers per week and has never competed in a running competition or participated in a training program. Recreational runners ran a minimum of 30 kilometers per week and had at least three years of running experience. Participants were heel strikers with right-sided dominant limbs (defined as the leg that preferred kicking a ball). Six months prior to the test, neither novice nor recreational runners had lower limb injuries or musculoskeletal system disorders. Before the study, each runner gave informed consent in writing.

Table 1. Mean (SD) of participant characteristics of novice and recreational runners.

Variable	Novice	Recreational	p Value
Age (years)	23.80±1.97	23.65±1.67	0.398
Height (m)	1.76±0.49	1.75±0.56	0.702
Body weight (kg)	71.93±7.70	72.73±6.44	0.794
BMI (kg/m ²)	23.13±1.18	23.65±1.67	0.456
Running experience (years)	1.53±0.74	6.07±1.62	<0.001
Running volume (km/week)	7.13±2.67	38.33±7.72	<0.001

2.2 Experimental Procedures

All runners wore tight pants and neutral running shoes (ART NO. 117255997, ANTA). On each participant, thirty-nine (12.5 mm in diameter) retroreflective markers were placed in order to define the trunk, hip, knee, and ankle segments (Figure 1). Running biomechanical data was captured using

an eight-camera Vicon motion capture system (Vicon Metrics Ltd., Oxford, UK) and a force plate (AMTI, Watertown, MA, USA). The force plate was installed in the center of an elevated runway. The frequencies at which kinematics data were recorded were 200 Hz and 1000 Hz, respectively. Before the test began, the runners had 10 minutes to warm up and become acquainted with the laboratory and testing procedures. At their preferred running speed (pre-5 km running), which was deemed their "natural running pace," baseline running data (pre-5 km running) were collected. The self-selected running speed was used to collect all running data, both before and after a 5 km run. Timing gates were used to measure and control each runner's running speed. Only if runners maintained their running pattern while striking the force plate with their right foot fully on were running trials considered successful, and each participant completed three successful running trials. After completing the baseline running test, runners ran 5 kilometers at their preferred speeds on a treadmill. During the treadmill run, the heart rate of each runner was continuously monitored (RS 400; Polar Electro Oy, Kempele, Finland), and the Borg Scale was used to assess perceived exertion. The participants completed post-5 km running tests within 5 minutes of completing the treadmill run, with the same protocols as the baseline test. All retroreflective markers remained on participants for the duration of the test.



Figure 1. Illustration of markers placement

2.3 Data Analysis

Using Visual 3D software (c-motion Inc., Germantown, Maryland, United States), lower limb joint kinematics of the running stance phase were calculated. Kinematics and ground reaction forces were filtered at 10 Hz, by a fourth-order low-pass Butterworth filter for the denoising of marker trajectories [10]. The stance phase was determined when the vertical GRF exceeded 20 Newtons. The ankle, knee, and hip joint kinematics were calculated using a Cardan X–Y–Z rotation sequence. Using Matlab version 2019b, the kinematic data of the running stance phase were time normalized to 101 points (The Math Works, Natick, MA, USA).

2.4 Statistical Analysis

A two - way repeated - measures analysis of variance (ANOVA) was used (runner \times time) to test for group differences (novice runner vs. recreational runner) and to evaluate if there were any group by 5 km run interaction. Firstly, ANOVA assumptions (normality and homogeneity of residuals) were examined. When assumptions were met, a two - way repeated measures ANOVA was used to evaluate the main effects of the ‘runner’ and ‘time’ factors and the interaction of the two factors. When the assumptions of ANOVA were not satisfied, a permutation procedure was performed. The alpha level was set to $\alpha = 0.05$. While the interaction effect was significant ($p < 0.05$), posthoc pairwise comparisons with a Bonferroni correction ($\alpha = p/6 = 0.008$) were applied. The statistical calculations were carried out using SPSS version 25.0 software (IBM, Armonk, NY, USA).

3. Results

The three-dimensional range of motion of the ankle, knee, and hip joints of runners at different levels before and after 5 km running is shown in Table 2. The statistical results showed that, whether before or after the 5 km run, the frontal range of motion of the ankle joint ($F=4.720$, $p=0.035$) and the frontal range of motion of the hip joint ($F=23.459$, $p<0.001$) of the novice runners were greater than those of recreational runners, and in sagittal motion of knee joint, novice runners had smaller range of motion than recreational runners ($F=57.932$, $p<0.001$). In both novice runners and recreational runners, the frontal range of motion of the knee joint ($F=12.818$, $p=0.001$) and the frontal range of motion of the hip joint ($F=13.369$, $p=0.001$) were greater than before 5 km running. There was an interaction effect on the range of motion in the frontal plane of the knee joint ($F=21.117$, $p<0.001$).

Table.2 Range of motion of lower limb joints

Range of motion (°)		Novice/Pre	Novice/Post	Recreational /Pre	Recreational /Post	Runner effect	5 km effect	Interaction Effect
Ankle	Sagittal	44.80±9.17	41.71±6.41	44.55±6.41	45.41±7.96	F=0.878; p=0.355	F=2.270; p=0.139	F=3.515; p=0.078
	Frontal	17.16±4.82	17.21±4.75	15.32±2.91	16.04±1.91	F=4.720; p=0.035*	F=1.442; p=0.236	F=1.104; p=0.299
	Horizontal	14.94±2.97	14.20±1.50	13.77±2.41	14.07±2.84	F=1.978; p=0.167	F=0.720; p=0.401	F=4.024; p=0.051
Knee	Sagittal	26.18±4.05	27.14±3.26	32.23±3.55	29.90±2.94	F=57.932; p<0.001*	F=1.941; p=0.171	F=5.917; p=0.035
	Frontal	2.85±0.63	3.90±1.55	3.38±0.79	3.43±1.20	F=0.025; p=0.876	F=12.818; p=0.001#	F=21.117; p<0.001^
	Horizontal	6.62±2.28	6.70±1.98	7.73±2.67	7.73±2.40	F=0.033; p=0.857	F=4.675; p=0.057	F=2.572; p=0.090
Hip	Sagittal	43.17±3.12	42.81±3.05	41.98±3.91	43.12±5.41	F=0.503; p=0.482	F=0.676; p=0.415	F=5.406; p=0.025
	Frontal	14.10±3.66	14.76±4.68	10.37±1.90	12.00±1.22	F=23.459; p<0.001*	F=13.369; p=0.001#	F=2.967; p=0.092
	Horizontal	10.96±4.44	12.66±6.26	10.48±3.31	10.69±2.61	F=1.378; p=0.247	F=6.664; p=0.013	F=5.682; p=0.022

4. Discussion

This study compared the basic regular characteristics of the parameters related to the three-dimensional joint range of motion of the lower limbs of runners with different levels before and after 5 km of running. It is found that there are differences in the three-dimensional kinematics of runners of different levels before and after long-distance running, which enriches the theoretical content of running biomechanics and provides meaningful guidance for running sports and the prevention of running-related injuries.

The range of motion of a joint refers to the maximum radian (angle) that a joint can reach when it is active, and it is also one of the most basic and important indicators for evaluating the function and state of the motor system. Novice runners have a greater ankle coronal range of motion during the stance phase than amateur runners, and Vtasalo et al. [11] identified greater ankle valgus range of motion as one of the factors that cause running-related injuries. By comparing the ankle biomechanical characteristics of injured runners and uninjured runners, Kuhman et al. [12] found that the ankle valgus activity of uninjured runners was greater than that of injured runners, which may be related to the ankle joint of injured runners. Coronal plane range of motion is limited. The sagittal range of motion of the knee joint varies among runners of different levels. The sagittal range of motion of the knee joint of novice runners is smaller than that of amateur runners. This is consistent with the research results of Cavanagh et al. [13]. The degree of knee flexion in runners is greater than that of ordinary runners, and greater knee flexion may indicate better running performance in amateur runners. Novice runners have a significantly greater range of motion in the frontal hip joint than recreational runners, a finding similar to the findings of Quan et al. [14] that runners have less range of motion in the frontal plane of the hip. The greater variability in hip range of motion in novice runners may be associated with hip instability.

A comparative study of before and after 5 km running found that both novice runners and recreational runners had a significantly greater range of motion in the frontal plane of the knee joint after 5 km running than before 5 km running. When the runners finish running a 5 km run, the neuromuscular control ability will be weakened to a certain extent due to fatigue, resulting in an increase in the range of motion of the knee joint, which is the same as the findings of Yu et al. [15]. Among them, the frontal range of motion of the knee joint also has an interactive effect at the runner level and the 5 km running. The increase in the frontal range of motion of the knee joint in novice runners after the 5 km run is significantly greater than that of recreational runners. Decreased control due to greater fatigue after the 5 km run. Whether it is a novice runner or a recreational runner, the range of motion in the frontal plane of the hip joint is significantly greater after the 5 km run than before the 5 km run. The hip joint plays an important role in the movement of the lower limbs. It is thought to be related to the rate of running-related injuries [16]. Hip instability has also been identified as an important mechanism for lower extremity sports injuries, and increased frontal range of motion of the hip is associated with iliotibial band syndrome and patellar pain [17].

5. Conclusion

This study investigated the biomechanical characteristics of runners of different levels before and after 5 km running, hoping to explore how the runner's level affects mid- and long-distance running at the biomechanical level and how to reduce the injury rate of running and avoid the process of mid- and long-distance running. Prominent issues such as lower extremity injuries provide meaningful guidance for running and the prevention of running-related injuries. There are significant differences in the kinematics of runners of different levels during the stance phase of running gait, especially in the range of motion of the hip joint. Compared with recreational runners, gait characteristics of novice runners were characterized by a higher risk of lower extremity running injuries, and a greater hip range of motion indicated a higher injury risk.

6. References

- [1] Lee, D. C., Brellenthin, A. G., Thompson, P. D., Sui, X., Lee, I. M., & Lavie, C. J. (2017). Running as a key lifestyle medicine for longevity. *Progress in cardiovascular diseases*, 60(1), 45-55.
- [2] Buist, I., Bredeweg, S. W., Lemmink, K. A., Van Mechelen, W., & Diercks, R. L. (2010). Predictors of running-related injuries in novice runners enrolled in a systematic training program: a prospective cohort study. *The American journal of sports medicine*, 38(2), 273-280.
- [3] Van Gent, R. N., Siem, D., van Middelkoop, M., Van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Koes, B. W. (2007). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 41(8), 469-480.
- [4] Lieberman, D. E., Venkadesan, M., Werbel, W. A., Daoud, A. I., D'andrea, S., Davis, I. S., ... & Pitsiladis, Y. (2010). Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners. *Nature*, 463(7280), 531-535.
- [5] Lun, V., Meeuwisse, W. H., Stergiou, P., & Stefanyshyn, D. (2004). Relation between running injury and static lower limb alignment in recreational runners. *British journal of sports medicine*, 38(5), 576-580.
- [6] Buist, I., Bredeweg, S. W., Bessem, B., Van Mechelen, W., Lemmink, K. A., & Diercks, R. L. (2010). Incidence and risk factors of running-related injuries during preparation for a 4-mile recreational running event. *British journal of sports medicine*, 44(8), 598-604.
- [7] Jiang, X., Chen, H., Sun, D., Baker, J. S., & Gu, Y. (2021). Running speed does not influence the asymmetry of kinematic variables of the lower limb joints in novice runners. *Acta Bioeng. Biomech*, 23(1), 69-81.
- [8] Messier, S. P., Martin, D. F., Mihalko, S. L., Ip, E., DeVita, P., Cannon, D. W., ... & Seay, J. F. (2018). A 2-year prospective cohort study of overuse running injuries: the runners and injury longitudinal study (TRAILS). *The American journal of sports medicine*, 46(9), 2211-2221.
- [9] Buist, I., Bredeweg, S. W., Van Mechelen, W., Lemmink, K. A., Pepping, G. J., & Diercks, R. L. (2008). No effect of a graded training program on the number of running-related injuries in novice runners: a randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(1), 33-39.
- [10] Jiang, X., Yang, X., Zhou, H., Baker, J. S., & Gu, Y. (2021, February). Prolonged running using bionic footwear influences lower limb biomechanics. In *Healthcare* (Vol. 9, No. 2, p. 236). MDPI.
- [11] Vtasalo, J. T., & Kvist, M. (1983). Some biomechanical aspects of the foot and ankle in athletes with and without shin splints. *The American Journal of Sports Medicine*, 11(3), 125-130.
- [12] Kuhman, D. J., Paquette, M. R., Peel, S. A., & Melcher, D. A. (2016). Comparison of ankle kinematics and ground reaction forces between prospectively injured and uninjured collegiate cross country runners. *Human movement science*, 47, 9-15.
- [13] Cavanagh, P. R., Pollock, M. L., & Landa, J. (1977). A biomechanical comparison of elite and good distance runners. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 301(1), 328-345.
- [14] Quan, W., Zhou, H., Xu, D., Li, S., Baker, J. S., & Gu, Y. (2021, October). Competitive and recreational running kinematics examined using principal components analysis. In *Healthcare* (Vol. 9, No. 10, p. 1321). MDPI.

- [15] Yu, P., Liang, M., Fekete, G., Baker, J. S., & Gu, Y. (2021). Effect of running-induced fatigue on lower limb mechanics in novice runners. *Technology and Health Care*, 29(2), 231-242.
- [16] Ferber, R., Noehren, B., Hamill, J., & Davis, I. (2010). Competitive female runners with a history of iliotibial band syndrome demonstrate atypical hip and knee kinematics. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 40(2), 52-58.
- [17] Ferber, R., Hreljac, A., & Kendall, K. D. (2009). Suspected mechanisms in the cause of overuse running injuries: a clinical review. *Sports health*, 1(3), 242-246.



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY



Engineering Symposium at Bánki
(ESB 2022)
<http://bgk.uni-obuda.hu/esb/2022/>



Magyar szekció / Hungarian section



Fizikai védelmi rendszer tervezésének menete új nukleáris létesítménynél

Design Approach of New Nuclear Facility's Physical Protection System

¹Bunyitai Ákos

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, Magyarország, bunyitai.akos@gmail.com

Összefoglalás

Új nukleáris létesítmény hatékony, komplex fizikai védelmi rendszerének tervezése – a létesítmény nemzetgazdasági és nemzetbiztonsági jelentősége, valamint a technológiai sajátosságok okán – fokozott körültekintést igénylő feladat. A védelem tervezése az atomenergia alkalmazása körében, jogszabályokban meghatározott követelményeknek megfelelően, Magyarország és azon belül a tervezett létesítmény alapfenyegetettségét szem előtt tartva, a nukleáris engedélyes feladata és felelőssége. A tanulmány célja, hogy rövid áttekintést adjon a feladat komplexitásáról.

Kulcs szavak: fizikai védelem, kritikus infrastruktúra, atomerőmű

Abstract

The design of an adequately effective, complex Physical Protection System for a new nuclear facility requires increased care due to the national economic and national security importance of the facility and its technological specificities. The nuclear licensee has the task and responsibility of planning the protection in the field of nuclear energy application, in compliance with the requirements laid down in the legislation, taking into account the basic threat of Hungary and, within it, of the planned installation. The study provides a brief overview of the complexity of this task.

Keywords: physical protection, critical infrastructure, nuclear power plant

1. A komplex védelem tervezési metodikája

Minden védelmi tervezés legalább a következő három kérdés megválaszolásával kezdődik: „MIT kell védeni?“, „MITŐL kell védeni?“ és „HOGYAN kell védeni?“. Új nukleáris létesítmény [1] komplex fizikai védelmi rendszerének tervezése alapjaiban hasonló metodikát követ, ugyanakkor – a létesítmény nemzetbiztonsági és nemzetgazdasági jelentőségéből, valamint az alkalmazott nukleáris energetikai technológiából adódóan – figyelembe kell venni erre a sajátos területre vonatkozó egyedi jogszabályokat és ajánlásokat [2].

1.1 Fogalmak

Annak érdekében, hogy új nukleáris létesítmény fizikai védelmi rendszerének tervezése során válaszokat találjunk a komplex védelem tervezésének alapkérdéseire, szükséges elhatárolni a kapcsolódó fogalmakat, tisztázni a tartalmukban rejlő különbségeket, úgymint: nukleáris biztonság,

nukleáris védettség, vagyonvédelem, fizikai védelem, fizikai hozzáférés védelem.

Nukleáris biztonság: *„megfelelő üzemeltetési feltételek megvalósítása, balesetek megelőzése, illetve a balesetek következményeinek enyhítése a nukleáris létesítmény, valamint a radiotív hulladék-tároló életciklusának valamennyi fázisában, amelyek eredményeként megvalósul a munkavállalóknak, a lakosságnak és a környezetnek a létesítmények ionizáló sugárzásából származó veszélyekkel szembeni védelme”*[1].

Nukleáris védettség: *„azon tevékenységek, eszközök és eljárások összessége, amelyek a szabotázs, a nukleáris vagy más radioaktív anyaggal elkövetett, a Büntető Törvénykönyv szerinti visszaélés, közveszélyokozás, környezetkárosítás, illetve jogtalan eltulajdonítás megelőzésére, észlelésére, elhárítására és következményeinek kezelésére irányulnak”*[1].

A „vagyonvédelem” (szakmai értelemben) a megbízó vagyonának, vagyontárgyainak a gazdálkodás folyamatán kívül eső, károsító cselekményektől vagy eseményektől – ide nem értve a természeti katasztrófákat – történő mechanikai, technikai, élőerős védelmét jelenti. A vagyonvédelem céltudatos és folyamatos tevékenység, melynek célja, hogy bármilyen fenyegetettséget elhárítson, vagy legalább következményeinek hatásait csökkentse, az esemény bekövetkezése esetén tegye lehetővé a károk minimalizálását, a normális élet vagy termelés mielőbbi helyreállítását.

Ezzel szemben a fizikai védelem nukleáris és más radioaktív anyagokkal szemben elkövetendő jogtalan eltulajdonítás és szabotázs elrettentésére, észlelésére, késleltetésére és elhárítására irányul. Az Atomtörvény az alábbiak szerint definiálja a nukleáris védettséghez tartozó fizikai védelem fogalmát: *„azon belső szabályozás, technikai eszköztár és élőerős elhárítás összessége, amely a nukleáris védettség részeként a nukleáris létesítményekkel, valamint nukleáris és más radioaktív anyagokkal szemben elkövetendő jogtalan eltulajdonítás és szabotázs elrettentésére, észlelésére, késleltetésére és elhárítására irányul”*[1].

Fizikai hozzáférés védelem alatt értjük: az Atv. és 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet[3] által előírtaktól eltérő megfontoláson alapuló belső szabályozást, technikai eszköztárat és élőerős elhárítást, amely alkalmas meghatározott rendszerek, rendszerelemek, berendezések, fegyverek, információk, stb. fizikai sértetlenségének biztosítására.

1.2 Lehetséges célpontok azonosítása

A tervezés első lépése, hogy azonosítani, lokalizálni és kategorizálni kell a védendő rendszereket, rendszerelemeket, mint „lehetséges célpontokat”, vagyis:

- Nukleáris létesítményként az Atv. és a 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet irányadó, vagyis védeni kell
 - a nukleáris üzemanyagot (a tárolás és felhasználás minden fázisában),
 - a radiológiai kibocsátás szempontjából kritikus rendszereket és rendszerelemeket,
 - a radiológiai sugárforrásokat.
- A lakosság alapvető ellátását biztosító infrastruktúráként az FBŐ Tv.[4] irányadó, vagyis a villamos energia termelő funkció védendő.
- Egyéb védelmi érdek alapján azonosított célpontokat egyedileg szükséges azonosítani.

1.3 A fenyegetettség meghatározása, megismerése

- Nukleáris létesítményként
Jogsabály szerint a Fizikai Védelmi Rendszert – a Rendelet 1. melléklet: „Nukleáris anyagok, radioaktív sugárforrások és radioaktív hulladékok kategorizálása”

figyelembevételével – úgy kell kialakítani, hogy biztosítsa a nukleáris anyag, illetve radioaktív sugárforrás megfelelő védelmét szabotázs és a jogtalan eltulajdonítás, továbbá a radiológiai következmények szempontjából jelentős rendszerek és rendszerelemek szabotázs ellen[3].

Azt, hogy a nukleáris létesítmény fizikai védelmét milyen jellegű támadás(ok) ellen kell tervezni, a Tervezési Alapfenyegetettség határozza meg[1]. Nukleáris létesítményként a Tervezési Alapfenyegetettségben meghatározottak bekövetkezési valószínűsége a tervezés szempontjából 100%-nak tekintendő, az ezt vizsgáló kockázatelemzés nem joga és nem feladata a nukleáris engedélyesnek[1] (továbbiakban: Engedélyes). A Tervezési Alapfenyegetettség az Országos Atomenergia Hivatal[1] (továbbiakban OAH) – a magyar polgári és katonai titkosszolgálatok, bűnüldöző, valamint terrorelhárító szervek bevonásával[3] – kerül meghatározásra.

A Tervezési Alapfenyegetettség – többek között – tartalmazza a várható támadói létszámot, szándékot, motivációt, képességeket, taktikákat, fegyverzetet, robbanóanyagot, eszköz-és szerszámkészletet és járműveket.

A Tervezési Alapfenyegetettséget meghaladó mértékű fenyegetés esetén a védelmet állami eszközökkel kell kiegészíteni[1].

- A későbbiek során a lakosság alapvető szükségletét biztosító infrastruktúráként

Azt, hogy a lakosság ellátása szempontjából kiemelt jelentőségű infrastruktúrát milyen technikai eszközökkel kell védeni, jogszabály nem határozza meg. A Fegyveres Biztonsági Őrségről szóló 1997. évi CLIX. tv. azonban előírja, hogy Fegyveres Biztonsági Őrséggel (továbbiakban: FBŐ) kell védeni[4]. Az FBŐ felállítására a jogszabály alapján az Országos Rendőr-Főkapitányság Közrendvédelmi Főosztálya határozatban szólítja fel az Engedélyest.

- Egyéb védelmi érdek alapján azonosított célpontok védelme egyedi – kockázatarányos – védelmet igényel; ha van, akkor a vonatkozó jogszabály figyelembevételével (pl. a nemzeti minősített adatok védelme[5]).

1.4 A megfelelően hatékony, komplex védelmi rendszer tervezése

Ha tudjuk, hogy „mit” és „mitől” kell védeni, tervezői kompetenciaként meghatározható a „hogyan”, vagyis a védelem jellege. Az azonosított lehetséges célpontok védelmére vonatkozó követelményeket figyelembe kell venni.

Nukleáris létesítményként a fizikai védelem minimális technikai szintjét – kiindulási alapként – az Atv. 31.§ és a 190/2011. Korm. rendelet határozza meg, azzal, hogy a tervezés során figyelembe kell venni a Tervezési Alapfenyegetettséget[3] is. A komplex védelmi koncepció tervezése[3], hatékonyságának igazolása és kivitelezést megelőző engedélyeztetése[1] a Fizikai Védelmi Terv[1] (a továbbiakban: FVT) benyújtásával: Engedélyesi feladat.

A nukleáris védettség tárgyába nem tartozó – Engedélyes által azonosított – rendszerek és rendszerelemek védelmére vonatkozó fizikai hozzáférés-védelem minimális technikai szintje jogszabályban nem szabályozott, útmutató nem ad rá ajánlást. Az azonosított rendszerek, rendszerelemek Fizikai Védelmi Tervben történő bemutatására az Engedélyesnek nincs jogszabályi kötelezettsége, ugyanakkor védelmük pozitívan befolyásolja a Fizikai Védelmi Rendszer hatékonyságát, így bemutatásuk a FVT-ben célszerűen javasolt. A nukleáris létesítményekre vonatkozó jogszabályok által nem nevesített rendszereket, rendszerelemeket szükség szerint „kiegészítő védelemmel” szükséges ellátni. Kiegészítő védelem alatt a 190/2011. Korm. rendelet - nukleáris védettségre vonatkozó – előírásain felül alkalmazott mechanikai akadályokat, elektronikus

detektáló berendezéseket, élőerőt és védelmi intézkedéseket, protokollokat, stb. értjük. A kiegészítő védelem célja a jogosulatlan fizikai hozzáférés akadályozása, késleltetése, illetve a hozzáférési kísérletnek mihamarabbi detektálása és dokumentálása.

Az Atomtörvénynek megfelelően az Engedélyes köteles a Tervezési Alapfenyegetettségben szereplő támadásokkal szemben megfelelően hatékony Fizikai Védelmi Rendszert létrehozni és működtetni[1]. Az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről szóló 190/2011. (IX. 19.) Kormány rendeletben foglaltak szerint a létesíteni tervezett nukleáris létesítményben alkalmazandó nukleáris anyagok, radioaktív sugárforrások és radioaktív hulladékok kategorizálása (Rendelet 1. sz. melléklete) alapján ki kell alakítani a létesítmény fizikai védelmi rendszerét a Rendelet 2. sz. mellékletében foglaltak szerint.

1.5 Fizikai Védelmi Terv

Fizikai Védelmi Terv alatt az Atv. 2.§ 34. alapján: „a fizikai védelmi rendszer működését, az elrettentés, észlelés, késleltetés és elhárítás fizikai védelmi funkciók konkrét megvalósulását leíró terv”-et értjük.

A vonatkozó 190/2011. Korm. rendelet 4. sz. melléklete alapján a Fizikai Védelmi Terv három részből tevődik össze:

- A fizikai védelmi terv létesítményre vonatkozó része;
- A Programozható Rendszerek Védelmi Terve (PRVT);
- A nukleáris anyag, radioaktív sugárforrás és radioaktív hulladék szállítására vonatkozó fizikai védelmi terv.

E tanulmány kizárólag a létesítményi FVT-re vonatkozik, melynek célja, hogy számítások, elemzések és modellezések segítségével bemutassa az Országos Atomenergia Hivatal és az Országos Rendőr-Főkapitányság számára, hogy a nukleáris létesítményben jogszabály szerint azonosított célpontok védelme a Tervezési Alapfenyegetettségben meghatározottakkal szemben megfelelően hatékony. A FVT kötelező tartalmi elemeit a Rendelet 4. sz. melléklet határozza meg.

Az összeállított Fizikai Védelmi Terv dokumentum javasolt minősítési szintje – a Tervezési Alapfenyegetettség megállapítása iránti kérelem és a Hatóság által határozatlanban kiadott Tervezési Alapfenyegetettséghez hasonlóan – a Hatóság FV-17 és FV-19. sz. útmutatók „Adatok minősítése” alapján nemzeti „Titkos!”, ezért annak összeállítása kizárólag akkreditált, védett (TEMPEST¹) munkaállomáson lehetséges, a minősítési szint a vonatkozó jogszabályokban[5] meghatározott biztonsági követelményeinek megfelelően.

Az Országos Atomenergia Hivatal által jóváhagyott fizikai védelmi tervet jogszabály szerint legalább 5 éves gyakorisággal felül kell vizsgálni.

2. Konklúzió

A tanulmányunkban tárgyaltak alapján kijelenthető, hogy új nukleáris létesítmény komplex, nukleáris védettséghez tartozó Fizikai Védelmi Rendszerének kialakítása koncepcionálisan törvényi és rendeleti szintű jogszabályokban meghatározott, ugyanakkor elmondható, hogy részleteiben a terveknek – és a kialakítandó rendszernek – mindenkor a hatályos Tervezési Alapfenyegetettségben meghatározott támadásokkal szemben kell, hogy megfelelően hatékony védelmet nyújtson. Az Országos Atomenergia Hivatal által határozatlanban meghatározott Tervezési Alapfenyegetettség megfelelően részletes és konkrét kell, hogy legyen annak érdekében, hogy Engedélyes a jogkövető magatartáson túl hatékony, racionális, egyszerű, funkcionális és költséghatékony rendszert

¹ „Telecommunications Electronics Material Protected from Emanating Spurious Transmissions”

tervezhessen, majd a későbbiekben kiépítsen, üzemeltessen. Jelenleg nincs olyan hatályos jogszabály vagy OAH útmutató, amely előírná, hogy a Tervezési Alapfenyegetettségnek milyen kötelező tartalmi elemei legyenek, milyen részletességű vagy mennyire legyen konkrét.

Az egyes védelmi szintekhez javasolt részletes műszaki megoldások a Nemzeti Atomenergia Ügynökség (NAÜ) és az OAH útmutatóiban kerülnek bemutatásra, melyeket a nemzetközi és nemzeti nukleáris védetség piacnak és szakmai trendeknek megfelelően szükséges frissíteni, kiegészíteni, pontosítani. A konkrét műszaki megoldásokat, létszámadatokat és felszereléseket, taktikákat tartalmazó Fizikai Védelmi Terv – nukleáris biztonsági, nemzetbiztonsági és nemzetgazdasági szempontokat figyelembe véve – mind a tervezési, mind az üzemelési fázisban nemzeti minősített dokumentumként kezelendő. Azonban azok egyes belső szabályzók és protokollok, amelyeket a nukleáris létesítmény üzemeltetői, továbbá a belső elhárító erők meg kell, hogy ismerjenek, nem minősíthetők azonos szinten a Fizikai Védelmi Tervvel, mert a minősítés esetlegesen akadályozza a napi munkavégzést.

3. Hivatkozások

- [1] 1996. évi CXVI. törvény – az atomenergiáról (Atv. vagy Atomtörvény)
- [2] 2012. évi CLXVI. törvény – a létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről és védelméről
- [3] 190/2011. (IX. 19.) Korm. rendelet az atomenergia alkalmazása körében a fizikai védelemről és a kapcsolódó engedélyezési, jelentési és ellenőrzési rendszerről (Rendelet)
- [4] 1997. évi CLIX. törvény – a fegyveres biztonsági őrségről, a természetvédelmi és a mezei őrszolgálatról (FBŐ Tv.)
- [5] 2009. évi CLV. törvény a minősített adat védelméről
- [6] 90/2010. (III. 26.) Korm. rendelet a Nemzeti Biztonsági Felügyelet működésének, valamint a minősített adat kezelésének rendjéről
- [7] 2005. évi CXXXIII. törvény – a személy- és vagyonvédelmi, valamint a magánnyomozói tevékenység szabályairól
- [8] 22/2006. (IV. 25.) BM rendelet a személy- és vagyonvédelmi, valamint a magánnyomozói tevékenység szabályairól szóló 2005. évi CXXXIII. törvény végrehajtásáról
- [9] 47/2012. (X. 4.) BM rendelet az atomenergia alkalmazásával összefüggő rendőrségi feladatokról
- [10] OAH FV-7 sz. útmutató - Alkalmazott vagy tárolt nukleáris anyagok, radioaktív sugárforrások és radioaktív hulladékok jogtalan eltulajdonítás és szabotázs elleni fizikai védelmének tervezése
- [11] OAH FV-8 sz. útmutató - A nukleáris létesítmények (kivéve 1 MW hőteljesítmény alatti reaktorral szerelt nukleáris létesítmények), valamint az átmeneti és végleges radioaktív hulladéktárolók fizikai védelmének tervezése
- [12] OAH FV-17 sz. útmutató - Létesítendő nukleáris létesítményre, valamint létesítendő átmeneti és végleges hulladéktárolókra vonatkozó fizikai védelmi ajánlások



Digitalizáció és innováció – az Atala Prism projekt megítélése felhasználói oldalról

Digitalization and innovation - user perception of the Atala Prism project

Csiszárík-Kocsir Ágnes¹, Varga János²

¹ Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, *Magyarország*
kocsir.agnes@kgk.uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, *Magyarország*
varga.janos@kgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

Minden projekt sikere abban rejlik, hogy mennyire fogadják el azt a végfelhasználók. Az újszerű kezdeményezések esetén a felhasználók általi elfogadás még nagyobb kockázatot jelent, mint más, hétköznapi, normál projektek esetén. Ahhoz, hogy egy újdonságot a felhasználók elfogadjanak, azt más szervezetek, gazdasági szereplők és széles körben alkalmazzák, mindenképpen átütő sikerre van szükség. Az innovatív kezdeményezések a gazdaság minden szektorát érintik, így nem kerülheti el azt az oktatás sem. Jelen tanulmány célja, hogy bemutassa az innovatív projektek szerepét, felhasználók általi megítélését egy nemzetközileg példaértékűnek tekintett projekt példáján keresztül. A projektet a felhasználók értékelése alapján, a stakeholderok oldaláról, a projektterjedelem egyes jellemzőin keresztül kívánjuk bemutatni, kiemelve azokat a tényezőket, amelyek azt használhatóvá és vonzóvá teszik egy kérdőíves kutatás eredményei alapján.

Abstract

The success of any project lies in its acceptance by the end users. For novel initiatives, user acceptance is an even greater risk than for other, ordinary, normal projects. For a novelty to be accepted by users, adopted by other organizations, economic operators, and widely used, it needs to be a resounding success. Innovative initiatives affect all sectors of the economy, and education is no exception. The aim of this paper is to illustrate the role of innovative projects and their perception by users through the example of a project considered to be an international example. The project will be presented from the users' point of view, from the stakeholders' point of view, through some characteristics of the project scope, highlighting the factors that make it usable and attractive, based on the results of a questionnaire survey.

1. Bevezetés

Az innováció fontossága az életünk minden területén jelentkezik, ez a szervezeti és üzleti siker egyik alapfeltétele [1]. Ennek nagyon egyszerű oka van. A verseny ugyanis a piacgazdaság motívuma, amely szinte mindenhol jelen van valamilyen formában. A nemzetgazdaság csak úgy léphet a fejlődés útjára, ha a gazdaság képes megújulni, azaz képes az egyre kifinomultabb versenyelőnyt biztosító és magasabb termelékenységű szegmensek vagy iparágak felé

elmozdulni [2]. Az iparágakban működő vállalatok versenyelőnye azok értékteremtő képességétől függ, ugyanakkor az értékteremtéshez nélkülözhetetlen lesz az innovációs potenciál. Az értékteremtő képesség pedig szervesen összefügg a gazdasági szereplők teljesítőképeségével, így többek között a kis- és középvállalkozások eredményességével is [3], [4]. Az innováció sikeréhez a vállalkozásoknak megfelelő szervezeti tulajdonságokkal is rendelkeznie kell, amelyek között az alapvető kompetenciákat és megkülönböztető képességeket (core and distinctive competences) lehet megnevezni. A versenyelőny megteremtéséhez végső soron olyan tulajdonságok összességére kell gondolni, amelyeket a vállalkozás adott időpontban fel tud mutatni és amelyekkel a fogyasztói igények magasabb szinten elégíthetők ki a korábbiakhoz képest [5]. Az innováció maga az ember, hiszen nem a gépeink és az eszközeink fognak új dolgokat kitalálni, hanem a gondolkodó és kreatív elme, vagyis az ember és annak tudása, amelyben határtalan lehetőségek jelennek. Az innováció tekintetében az emberi tényező kulcskérdéssé válik [6]. Az értékteremtés fokát éppen az határozza meg, hogy mekkora mennyiségű pénzt fordítottunk az emberekbe. Az innováció többek között azért is tökeigényes tevékenység, mert elsőképpen az embereinkbe is tőkét kell fordítani ahhoz, hogy az innováció létrejöjjön vagy haladjon. Az innováció nemcsak a vállalkozásokra, hanem a nemzetgazdaságban megtalálható valamennyi gazdasági szereplőre is jellemző lehet. Az innováció egyben a gazdaság egyik fontos mérőszáma és állapotjelzője. A tanulmány alapvetően az innovációt és annak jelentőségét állítja fókuszpontba, mindezt primer kutatási eredmények bemutatása mellett teszi.

2. Szakirodalmi áttekintés

A változás lehetősége magában hordozza a folyamatos megújulást. Ez a megújító képesség kiterjedhet a termékre, a szolgáltatásra, a technológiára, a marketingre, a folyamatok szervezésére vagy a vezetési, szervezési módszerekre, szervezeti kultúrára. Mindez jól mutatja az innováció fogalmának összetettségét és szerteágazóságát [7]. A gazdasági szereplőknek alkalmazkodniuk kell és készségesen fel kell készülniük a közelgő változásokra [8], [9]. A vállalkozások számára nemcsak a további fejlődésük, de az eddig elért eredményeik megtartásához is nélkülözhetetlen az innovációs tevékenység. Az innováció a gazdasági szereplők hosszú távú működésének egyik legfontosabb alapfeltétele [10]. A gazdasági szereplőknek maguknak is arra kell törekedniük, hogy új, gazdaságosabb termelési eljárásokat, új, korszerű, versenyképes termékeket hozzanak létre, új, kedvező piacokat szerezzenek, új hatékony szervezési, vezetési módszereket alkalmazzanak, tehát innovatívvá váljanak. Ez a felsorolás egyben jól tükrözi az innováció legáltalánosabban elfogadott definícióit is [11]. A termelékenység fenntartása és növelése folyamatos beruházási tevékenységet igényel mind a magán-, mind a közszférában. A termelékenység javításával összefüggésben erősíteni szükséges a beruházási és fejlesztési hajlandóságot, így az innovatív beruházások fokozott figyelmet kaphatnak a versenyképesség erősítésében [12]. Az innovációk legkézenfekvőbb forrása a saját kutatás-fejlesztés mellett a mások által létrehozott innovációk átvétele. Ezt nemes egyszerűséggel az innováció adaptációjának hívhatjuk, hiszen az új megoldások átvétele is hordozhat magában újszerűség érzetet [13]. Az innováció forrásai olyan tényezők, jelenségek, érdekek, célok, amelyek a vállalkozások számára ösztönző szerepet játszanak, mozgatóerőt képviselnek az újdonságok létrehozására. Az innováció mozgatóerőit a közgazdasági elméletek általában a technológiai fejlődéssel, a gazdasági növekedéssel, a vállalkozói tevékenységgel és a kormányzati támogatással összefüggésben vizsgálják [14]. A gazdasági fejlődés sarkalatos pontja a radikálisan új technikák megjelenése, ugyanakkor a radikális újítások mellett kisebb horderejű finomhangolásokat és fejlesztéseket is elvégezhetünk. Az új technika általában új energiaforrásokhoz és új anyagokhoz is kapcsolható, így sokszor az új technika megjelenése egyben azt is eredményezi, hogy a korábban használt vagy jól bevált megoldásokat, erőforrásokat elhagyjuk. Innen származik az innováció talán leghíresebb teóriája, amelyet teremtő rombolásnak neveztek el és amely Schumpeter osztrák-amerikai közgazdász megközelítéséből származik. Úgy véli, a fejlődés

a gazdaságban a folytonosság megszakadásával és a kialakult egyensúly felbomlásával jár együtt. A folytonosság megszakadása a kreatív szereplőknek köszönhető, amelyek az innováció letéteményesei: folyton folyvást újítanak és ezzel együtt rombolnak is, mivel újjal váltják fel a régit: új eljárásokkal, új termékekkel, új erőforrásokkal, új szervezetekkel, új piacokkal. Ez utóbbiakat tekinti Schumpeter az innováció tipikus megjelenési formáinak is, de manapság ennél lényegesen több innovációs típust is meg tudunk különböztetni [15]. Szokás mondani, hogy a klasszikus versenypiac egyben zéró összegű játék is, amely éles versenyhelyzetet teremt normál körülmények között az üzleti piacokon [16]. A piacon az egyik fél nyer, míg sokszor többen veszítenek, hiszen a piaci részesedések is mindig feloszlanak valakik között. E küzdelemben elvben nincs megállás addig, amíg további igénykielégítési lehetőségek nyílhatnak meg a küzdelem eredményeként. Ebben a folyamatban a vállalkozások szüntelen innovációk megalkotásán keresztül igyekeznek értéket teremteni a fogyasztók számára, mindaddig, amíg az előbb említett igénykielégítési lehetőségek teljesen ki nem merülnek. Ebből a megközelítésből nézve már nemcsak azt mondhatjuk, hogy az innováció a versenyben maradás feltétele, hanem azt is mondhatjuk, hogy az innováció eszköz az igénykielégítési lehetőségek fokozásáért, fenntartásáért vagy az újabb igények létrehozásáért. Az újérték-teremtés és az innováció rokon fogalmak. Egy sikeres innováció, legyen az termék, technológiai, piaci, vezetési vagy szervezési innováció, új értéket hoz létre. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy az új érték csak innovációval jöhet létre. Az új érték létrehozása és a fenntartható versenyelőny is rokon fogalmak. Manapság nem is igazából az a fontos, hogy miért kell innoválni [17], [18], [19]. Ma már senkit sem kell igazán meggyőzni arról, hogy miért is fontos az innováció. Sokkal fontosabb kérdés azonban az, hogy hogyan tegyük ezt és mivel tudjuk még inkább elősegíteni az innováció hatékonyságát? Ha tudatosan tervezünk és foglalkozunk az innováció megvalósításával már a kezdetektől fogva, úgy sikeresebben menedzselhetjük végig a teljes folyamatot [20]. Az innováció projektszemléletű értelmezése, annak projektszempontrú értelmezése a siker egyik fontos tényezője és faktora [21], [22], [23], [24], [25].

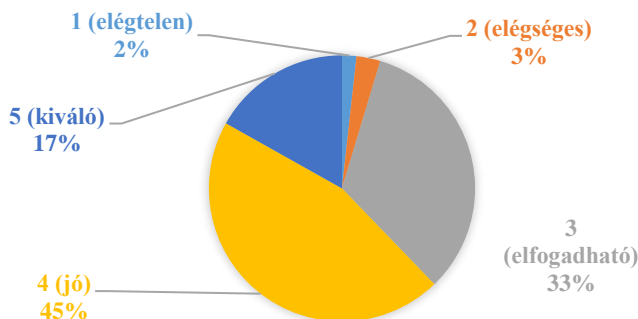
3. Anyag és módszer

A tanulmányunkban bemutatott megaprojekt a Projektmenedzsment Intézet (PMI) által közzétett 2021-es leginspirálóbb projekteket bemutató lista szereplője (PMI, 2021). A nemzetközileg elismert, általánosan elfogadott ismeretanyagok, projektmenedzsment standardokat kidolgozó szervezet évről évre, 2020 óta gyűjti, vizsgálja és értékeli azon projekteket, melyek követendő példaként állítandók a jövőbeli hasonló kezdeményezéseknek. A tanulmányban bemutatott Atala Prism projekt a digitalizáció és a mesterséges intelligencia szempontjából érdemel figyelmet. A projekt színtere Etiópia, ahol a projektgazda egy új blokklánc-alapú azonosító rendszeren dolgozik, amely utat nyithat a társadalmi és pénzügyi mobilitás felé a diákok számára. Ez azért fontos, mert a diákok nagy része, 80%-a vidéken él, ami jelentős problémákat vet fel a digitális és a pénzügyi kirekesztődés szempontjából. A projekt indítéka az volt, hogy korábban hiányzott egy megfelelő rendszer a végzettség nyilvántartására, így lehetetlenné tette a diákok számára, hogy bizonyítsák tanulmányi bizonyítványukat a potenciális munkaadók vagy felsőoktatási intézmények számára. Az új rendszer 3500 iskolában 5 millió diák és 750.000 tanár számára biztosít biztonságos digitális személyazonosságot, így a tanárok nyomon követhetik a diákok teljesítményét, pontosan meghatározhatják az alulteljesítő területeket. A projekt, mint a valaha kormányzat által indított legnagyobb blokklánc-üzlet, azt mutatja be, hogy a kriptoeszközök hogyan segíthetnek a pozitív társadalmi-gazdasági változások előmozdításában Afrikában és azon túl. A projektnek köszönhetően az etiópai oktatási minisztériumnak végre valós adatokkal bír a tanulmányi teljesítményekről, mivel ez korábban nem volt adott. A jelen projekt hozadéka, hogy a minisztériumnak rálátása lett a tanulmányi teljesítményre egészen az utolsó tanévig, amikor a diákok elhagyják az oktatási rendszert.

A kutatás során a válaszadókat arra kértük, hogy értékeljék a kiválasztott projektet a projekt terjedelmének néhány tényezője alapján. A válaszadók a tényezőket egy 1-től 4-ig terjedő skálán értékelték, ahol az 1-es érték a tényező nagyon gyenge, a 4-es érték pedig a tényező nagyon erős mivoltát jelentette. Arra is kíváncsiak voltunk, hogy a projekt megítélését mennyiben befolyásolta az, hogy összességében hogyan értékelték azt az iskolai értékelési skálán mérve (1 és 5 között). A mintában szereplő válaszadók 39,5%-a felsőfokú, míg a 60,5%-uk középfokú végzettséggel bír. A válaszadók 12,2%-a az Y, 23,3%-a az X, valamint a 64,5%-uk a Z generáció tagja. Az adatfelvétel 2022 áprilisában és májusában történt meg.

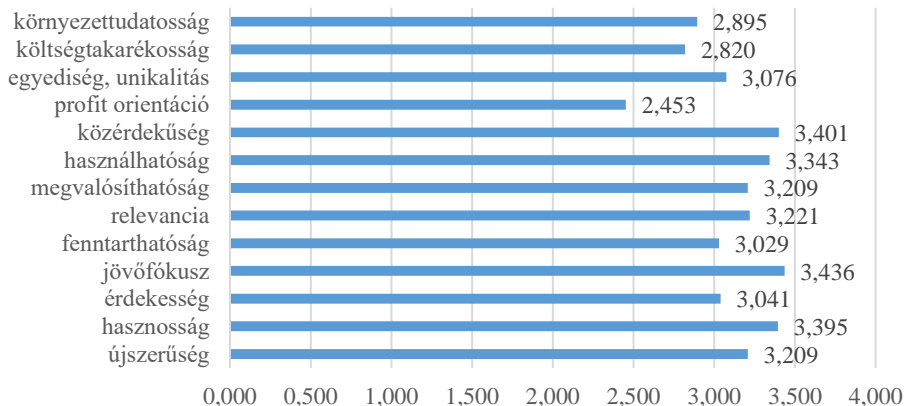
4. Eredmények

Első lépésben arra kértük a válaszadókat, hogy értékeljék a projektet általánosságban annak összbenyomása alapján. Elmondható, hogy a felhasználók közel kétharmados arányban (62%) kiválónak vagy jónak értékelték azt, azonban megdöbbentő, hogy a mintában szereplő vállal válaszadók 33%-a csak közepes szintűre, azaz elfogadhatónak minősítette azt. A továbbiakban arra vállalkozunk, hogy megvizsgáljuk, hogy ez az összbenyomás hogyan befolyásolja a projekt további megítélését a projekterjedelem egyes jellemzői mentén.



1. ábra: Az Atala Prism projekt általános értékelése
 Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

A válaszadók nagy arányban (3,436) jövőfokuszúnak tartják a projektet, valamint nagyon nagy arányban közérdekűnek (3,401) is tartották azt. Ezenkívül szintén magas értékkel bírt a projekt hasznossága (3,395), valamint annak használhatósága is (3,343). A projektet legkevésbé tartották a válaszadók profitorientáltnak (2,453), költségtakarékosnak (2,820) valamint környezettudatosnak (2,895). Összességében az egyes terjedelem elemekre adott válaszok alapján azt mondhatjuk, hogy a felhasználók – mivel a projekt közel áll hozzájuk a generációs sajátosságaikból adódóan is – jól értékelték annak nagy vonalas dimenzióit. Az, hogy a jövőfokusz, a közérdekűség, a hasznosság és a használhatóság nagy pontszámot kapott azt mutatja, hogy érdemes hasonló innovációban gondolkodni az országoknak. A kapott eredmények azt mutatják, hogy a mintába bevont válaszadók is szívesen fogadják az ehhez hasonló kezdeményezéseket, ami a hasonló projektek létjogosultságát támasztja alá.



2. ábra: Az Atala Prism projekt scope-jának átlagos értékelése
 Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

Mielőtt feltárjuk a projekt általános megítélése és az egyes projektterjedelem jellemzők közötti kapcsolatot elsőként szeretnék bemutatni a projekt általános megítélését a projektterjedelem jellemzői mentén. A kapcsolat bemutatása érdekében varianciaanalízist végeztünk egyutas ANOVA módszer segítségével, melynek eredményeit az alábbi táblázat mutatja.

1. táblázat: Az Atala Prism projekt scope elemeinek és a projekt átlagos értékelésének összefüggése

		Átlag	Szórás	F	Sig.
újszerűség	1 (elégtelen)	2,000	0,000	11,857	0,000
	2 (elégséges)	2,000	0,000		
	3 (elfogadható)	3,000	0,906		
	4 (jó)	3,244	0,759		
	5 (kiváló)	3,862	0,351		
	Total	3,209	0,839		
hasznosság	1 (elégtelen)	2,000	0,000	23,108	0,000
	2 (elégséges)	2,600	0,548		
	3 (elfogadható)	2,912	0,763		
	4 (jó)	3,692	0,565		
	5 (kiváló)	3,828	0,384		
	Total	3,395	0,754		
érdekesség	1 (elégtelen)	1,000	0,000	16,939	0,000
	2 (elégséges)	1,400	0,548		
	3 (elfogadható)	2,912	0,606		
	4 (jó)	3,141	0,768		
	5 (kiváló)	3,517	0,785		
	Total	3,041	0,833		
jövő fókusz	1 (elégtelen)	3,000	0,000	13,611	0,000
	2 (elégséges)	2,000	0,000		
	3 (elfogadható)	3,158	0,819		
	4 (jó)	3,564	0,656		
	5 (kiváló)	3,931	0,258		

		Átlag	Szórás	F	Sig.
	Total	3,436	0,750		
fenntarthatóság	1 (elégtelen)	3,000	0,000	5,789	0,000
	2 (elégséges)	2,000	0,000		
	3 (elfogadható)	2,789	0,840		
	4 (jó)	3,103	0,749		
	5 (kiváló)	3,483	0,949		
	Total	3,029	0,848		
relevancia	1 (elégtelen)	3,000	0,000	11,298	0,000
	2 (elégséges)	2,200	1,095		
	3 (elfogadható)	2,895	0,795		
	4 (jó)	3,295	0,758		
	5 (kiváló)	3,862	0,351		
	Total	3,221	0,808		
megvalósíthatóság	1 (elégtelen)	3,000	0,000	6,364	0,000
	2 (elégséges)	2,600	0,548		
	3 (elfogadható)	2,965	0,706		
	4 (jó)	3,269	0,715		
	5 (kiváló)	3,655	0,484		
	Total	3,209	0,711		
használhatóság	1 (elégtelen)	2,000	0,000	7,173	0,000
	2 (elégséges)	2,600	0,548		
	3 (elfogadható)	3,158	0,819		
	4 (jó)	3,449	0,677		
	5 (kiváló)	3,690	0,604		
	Total	3,343	0,760		
közérdekűség	1 (elégtelen)	2,000	0,000	11,234	0,000
	2 (elégséges)	2,400	0,548		
	3 (elfogadható)	3,158	0,862		
	4 (jó)	3,500	0,734		
	5 (kiváló)	3,931	0,258		
	Total	3,401	0,800		
profit orientáció	1 (elégtelen)	3,000	0,000	1,162	0,330
	2 (elégséges)	2,800	1,095		
	3 (elfogadható)	2,263	0,720		
	4 (jó)	2,500	0,964		
	5 (kiváló)	2,586	1,296		
	Total	2,453	0,957		
egyediség, unikalitás	1 (elégtelen)	1,000	0,000	9,739	0,000
	2 (elégséges)	2,400	0,548		
	3 (elfogadható)	3,035	0,801		
	4 (jó)	3,013	0,860		
	5 (kiváló)	3,655	0,721		
	Total	3,076	0,885		
költségtakarékosság	1 (elégtelen)	2,000	0,000	2,122	0,080
	2 (elégséges)	2,800	1,095		
	3 (elfogadható)	2,754	0,714		

		Átlag	Szórás	F	Sig.
	4 (jó)	2,769	0,882		
	5 (kiváló)	3,172	0,966		
	Total	2,820	0,856		
környezettudatosság	1 (elégtelen)	3,000	0,000	2,039	0,091
	2 (elégséges)	1,800	1,095		
	3 (elfogadható)	2,772	0,926		
	4 (jó)	3,013	0,960		
	5 (kiváló)	3,000	1,282		
	Total	2,895	1,021		

Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

Összességében elmondható, hogy a projekt átlagos megítélése a projektterjedelem egyes jellemzőinek egyenkénti megítélését is jelentősen befolyásolja. Mindösszesen a környezettudatosság, a költségtakarékosság, valamint a profitorientáció esetén nem volt befolyással a projektre adott átlagértékelés a szignifikancia értéke alapján. Az is látható a kapott eredmények alapján, hogy azon válaszadók akik a projektet kiválóra értékelték, hajlamosak az egyes jellemzőket az átlagnál jóval magasabbra értékelni. Ugyanez mondható el több tényező esetén a jó értékelést adó válaszadókra is. Jelen esetben is kimutatható a kapcsolat a projektet nagyra értékelő válaszadók és az egyes jellemzők átlagértékei között. Akik magas szintűre tették a projekt összességében vett minősítését, hajlamosak az egyes jellemzőket is szinte kivétel nélkül magas értékkel illetni, ami azt mutatja, hogy a végfelhasználók megnyerése kifejezetten fontos a projekt általános elfogadása tekintetében.

5. Konklúziók

A 21. század technikai vívmányai az élet számos területén változásokat hoztak. A mesterséges intelligencia, a blokklánc alapú megoldások nemcsak a pénzügyek területén, valamint a technológiaintenzív iparágakban emelkednek ki, hanem megjelennek az oktatásban és az egészségügyben is egyaránt, az utóbbi időben igen kimagasló arányban. A technológiai újítások, és innovációk alkalmazása nemcsak a magánszereplők kiváltsága, azok használata egyre jobban begyűrűzik a nonprofit szervezetek, valamint az államigazgatás területére is. A projekt magas szintűre való értékelése és a felhasználók általi elfogadása mindenképpen mérföldkőnek számít. Ebből látszik, hogy a hasonló kezdeményezéseket örömmel fogadják a fogyasztók és a felhasználók, ami biztos alapot jelenthet a jövőbeli, akár kormányzati oldalról jövő kezdeményezések számára is. A projekt követendő példát állít azon országok elé, akik hasonló problémákkal küzdenek nemcsak az oktatás, hanem más, kompetenciájukba tartozó területek esetén is. A projekttel kapcsolatos ismeretek terjesztése éppen ezért kulcsfontosságú. Jelen tanulmánnyal is ezt a célt kívántuk szolgálni annak érdekében, hogy a hasonló kezdeményezések kellő motivációt és inputot kapjanak a projekttervezéshez a fenti eredmények mentén.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a Nemzeti Közszoigalati Egyetem Széll Kálmán Állampénzügyi Kutatóműhely támogatásával készült.

6. Hivatkozások

- [1] Chatzoglou, P. & Chatzoudes, D. (2018). The role of innovation in building competitive advantages: an empirical investigation. *European Journal of Innovation Management*. Vol. 21. No. 1, pp. 44-69. <https://doi.org/10.1108/EJIM-02-2017-0015>

- [2] Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. Harvard Business School
- [3] Amit, R. & Zott, C. (2001). Value creation in E-business. *Strategic Management Journal*, Wiley Blackwell, Vol. 22(6-7), pp. 493-520.
- [4] Lesáková, L. (2009). Innovation in Small and Medium Enterprises in Slovakia. *Acta Polytechnica Hungarica*. Vol 6. No. 3. 2009.
- [5] Varga, J. (2021). Defining the Economic Role and Benefits of Micro, Small and Medium-sized Enterprises in the 21st Century with a Systematic Review of the Literature. *Acta Polytechnica Hungarica*. Vol 18. No. 11. 2021.
- [6] Mura L., Ključnikov A., Tvaronavičienė M. & Androniceanu A (2017). Development trends in human resource management in small and medium enterprises in the Visegrad Group. *Acta Polytechnica Hungarica*. 2017;14(7):105–122.
- [7] Baregheh, A., Rowley, J. & Sambrook, S. (2009). Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management Decision*, Vol. 47. No. 8. pp. 1323-1339. <https://doi.org/10.1108/00251740910984578>
- [8] Distanont, A. & Khongmalai, O. (2018). The role of innovation in creating a competitive advantage. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 41(1), 15–21. <https://so04.tcithaijo.org/index.php/kjss/article/view/234863>
- [9] Garai-Fodor, M. (2021). The Impact of the Coronavirus on Competence, from a Generation-Specific Perspective. *Acta Polytechnica Hungarica*, 19(8), pp. 111-125
- [10] Quintane, E., Mitch Casselman, R., Sebastian Reiche, B. & Nylund, P.A. (2011). Innovation as a knowledge-based outcome. *Journal of Knowledge Management*, Vol. 15. No. 6, pp. 928-947. <https://doi.org/10.1108/13673271111179299>
- [11] Varadarajan, R. (2018). Innovation, Innovation Strategy, and Strategic Innovation. *Innovation and Strategy (Review of Marketing Research*, Vol. 15), Emerald Publishing Limited, Bingley, pp. 143-166. <https://doi.org/10.1108/S1548-643520180000015007>
- [12] Hall, B.H. (2011). Innovation and productivity. MERIT Working Papers. United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).
- [13] Rodima-Taylor, D., Olwig, M.F. & Chhetri, N. (2011). Adaptation as innovation, innovation as adaptation: An institutional approach to climate change. *Applied Geography* (2011), doi:10.1016/j.apgeog.2011.10.011
- [14] Pörzse, G. (2011). Kutatószervezés és innovációmenedzsment az egészség - és élettudományok területén, Semmelweis Kiadó, Budapest. 2011. p. 22.
- [15] Schumpeter, J. (1980). A gazdasági fejlődés elmélete. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest
- [16] Chan Kim, W. & Mauborgne, R. (2005). Value innovation: a leap into the blue ocean. *Journal of Business Strategy*. Vol. 26. No. 4, pp. 22-28. <https://doi.org/10.1108/02756660510608521>
- [17] Csiszárík-Kocsir, Á., & Dobos, O. (2022). Hungarian SMEs' role and opinion about research, development and innovation projects. In: Szakál, Anikó (szerk.) *IEEE 20th Jubilee International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY 2022)*, IEEE, pp. 199-203.

- [18] Varga, J., & Csiszárík-Kocsir, Á. (2018). Understanding the innovation management system: The CEN/TS technical specification for a better innovation performance. *Journal of International Scientific Publication: Economy and Business*, 12, pp. 294-302.
- [19] Dobos, O., & Csiszárík-Kocsir, Á. (2022). Projektmenedzsment szerepe a kiberhadviselésben, a mesterséges intelligencia támogatásával. In: Horváth, Richárd; Lukács, Judit; Stadler, Róbert Gábor (szerk.): *Proceedings of the Engineering Symposium at Bánki (ESB2021), Óbudai Egyetem*, pp. 100-114.
- [20] Varga, J. (2023). Az innováció szerepe és a versenyképességgel való összefüggései. In: Csath, Magdolna; Nagy, Balázs (szerk.) *Innovációs sikerfeltételek a kis- és közepes vállalkozások (mkkv-k) körében 3. kötet*. Budapest, Magyarország: Pázmány Péter Katolikus Egyetem (2023) 360 p. pp. 51-139., 89 p.
- [21] Aranyossy, M., Blaskovics, B. and Horváth, Á. A. (2018). How universal are IT project success and failure factors?: Evidence from Hungary. *Information Systems Management*, 46(5), pp. 66-78.
- [22] Blaskovics, B. (2016). Differences between managing projects in an SME and in a large company.', in: *Corporate governance: challenges and development*. Ljubljana: Slovenian Academy of Management, pp. 159-176.
- [23] Blaskovics, B. (2018). Aspects of Digital Project Management. *Dynamic Relationship Management Journal*, 7(2), pp. 25-37.
- [24] Tóth, I.M. (2021): Az agilis szemléletmód – kísérlet, divat, vagy a jövő?. In: Horváth, Bálint; Földi, Péter (ed.) *Közgazdász Doktoranduszok és Kutatók VII. Nemzetközi Téli Konferenciája Konferenciakötet*, pp. 323-330.
- [25] Pintér, É., Bagó, P., Berényi, L., Molnár, L., Deutsch, N., Szigeti, G. & Pintér, T. (2021). How do Digitalization and the Fintech Phenomenon Affect Financial Decision-Making



A Sand Dollar projekt, mint a pénzügyi innovációk iskolapéldája és annak projektszemontú értékelése

A project-based evaluation of cryptocurrencies using the example of the Sand Dollar project

Csiszárík-Kocsir Ágnes¹

¹ Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, Magyarország
kocsir.agnes@kgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

A 21. század legnagyobb vívmánya az előretörő digitalizációs törekvésekben testesül meg. A digitalizáció az élet minden területén tetten érhető, és jelentős könnyítést is hoz a gazdaság minden szereplője számára. Ahhoz azonban, hogy élni tudjunk ezekkel az előnyökkel, mindenképpen otthonosan kell mozognunk az online térben, és a digitális világban. A digitalizáció leglátványosabb szereplői közé tartoznak a bankok és a különböző Fintech cégek is. A Fintech cégek mellett megjelentek a Regtech cégek, valamint a Bigtech cégek is, amelyek nemcsak a bankolásban, hanem a különböző fizetési megoldásokban is hoznak innovatív megoldásokat. Jelen tanulmány ezen gondolatmenetet követve egy olyan projekt értékelését kívánja bemutatni a felhasználók szemszögéből, amely kapcsolódik a digitalizációhoz, a kriptopénzekhez, és mégis újítást és újdonság értéket képvisel. A tanulmány célja, hogy bemutassa a kiemelt jelentőségű és mintaértékű Sand Dollar projektet, a scope felhasználók általi értékelését, a projekt hasznosságának, valamint céljának értékelését.

Kulcs szavak: 3-5 témához kapcsolódó kulcszó megadása (Abstract szöveg stílus)

Abstract

The greatest achievement of the 21st century is embodied in the advancing digitalization efforts. Digitalization is taking hold in all aspects of life and is also bringing significant relief to all economic actors. But to reap these benefits, we need to be comfortable in the online space and in the digital world. Banks and Fintech companies are among the most visible players in digitalization. In addition to Fintech companies, there are also Regtech companies and Bigtech companies, which are bringing innovative solutions not only in banking but also in various payment solutions. Following this line of thought, this paper aims to present an evaluation of a project from the users' perspective that is related to digitalization, crypto money, and yet represents innovation and novelty value. The aim of the paper is to present the Sand Dollar project, a project of high importance and exemplary, the evaluation of the scope by users, the assessment of the usefulness of the project, and its purpose.

Keywords: Project, scope, users, cryptocurrencies, Sand Dollar

1 Bevezetés

Napjaink előretörő digitalizációjának köszönhetően egyre több pénzügyi újítás jelenik meg a gazdaság minden szektorában, ez alól nem kivétel a pénzügyi szektor sem, ahol talán a legerősebb a digitalizációs kényszer. Az új szereplők megjelenésével a hagyományos banki szereplők olyan versenyhelyezettel találták szembe magukat, amelyet korábban sohasem láttak. Új szereplők jelentek

meg, mint versenytársak a szolgáltatásoktól kezdve a fizetési eszközökön át. A rugalmasan és gyorsan alkalmazkodni képes szervezetekkel szemben a hagyományos, merev, és szabályok által jelentősen befolyásolt pénzügyi szektor csak nagy erőfeszítések árán tudja megállni a helyét a versenyben [1], [2]. Jelen tanulmányban egy olyan projektet kívánok bemutatni, amely a digitalizációs törekvések nyomán kívánja bemutatni egy pénzhelyettesítő eszköz bevezetését, felhívva a figyelmet annak újszerűségére és üzenetére. A téma tárgyalása előtt azonban érdemes néhány szót ejteni a pénzről, tisztázni annak számos funkcióját, valamint részletesen kitérni a kriptopénzek fogalmára, és a velük kapcsolatos legfontosabb tudnivalókra. Mielőtt részletesen görcső alá vennénk ezen tényezőket, mindenképpen fontos szót ejteni a szabályozási kérdések fontosságáról. A 2008-ban eszkalálódott válság egyik legnagyobb problémája az volt, hogy a pénzügyi piacokat magukra hagyták a szabályozók, bízták a piac önszabályozó mivoltában, amelynek ára hatalmas veszteségekben mutatkozott meg [3], [4], [5]. A kriptoeszközök, beleértve az értékpapírokat, a pénzeket, és egyéb konstrukciókat, szabályozni szempontból nincsenek jó helyzetben. Sok tanulmány és kutatás felhívta már a figyelmet a szabályozás hiányára, ami sokféle szempontból jelent veszélyt az eszközök gyakorlati működése tekintetében.

A pénz a gazdaságban olyan szerepet tölt be, mint az emberi testben a vér – mozgatja, életben tartja azt, irányítja tranzakciókat [6]. Ahhoz, hogy a pénz be tudja tölteni a szerepét az árucserében és a fizetési forgalomban, négy alapjellel kell bírnia [7]: tartósnak, megoszthatónak, hordozhatónak és belső értékkel bírónak kell lennie. Ha hagyományos pénz funkciókat nézzük, akkor a klasszikus közgazdaságtani csoportosítás alapján ez négy jellemzőben mutatkozik meg. A pénznek van egy általános értékmérő, csereeszköz, fizetési eszköz, és forgalmi eszköz funkciója [8]. Mindez azt jelenti, hogy a pénznek titulált eszköz képes ezen funkciók mindegyikére, vagy a java részére. A pénzfejlődés során számos eszköz töltötte be a pénz funkcióit, kezdve az árucseréttől egészen a belső értékkel nem bíró pénzekig. Minden pénz közös jellemzője azonban az a momentum volt, hogy ezt a társadalom tagjai elfogadják, és hajlandóak érte értéket átadni. Amikor az áruk töltötték be a pénz funkcióit, ott a használati érték dominált, a nemesfémek esetén, pedig azok fémtartalma. A belső értékkel nem bíró pénzek esetén pedig a bizalom az, amely mozgásban és forgalomban tartja a pénzeszközt. Azonban fontos azt kijelenteni, hogy a bizalomhoz mindenképpen szükséges az, hogy az állam aktívan szerepet vállaljon a folyamatban. A piaci szereplőknek meg kell bízni a pénz kibocsátójában, el kell fogadni azt, hogy a kibocsátó, legyen szó akár az államról is, képes megőrizni a pénz értékét minden eszközzel. Mindezeket túl a pénznek van még más egyéb funkciója is, mint a világpénz funkció, a felhalmozási eszköz funkció és a hitel funkció egyaránt. Világpénz funkcióra nagyon kevés pénztípus képes, az jelentősen korlátozódik a dollárra, és az euróra. A hitelpénz funkció azonban nagyon lényeges, mivel a kereskedelmi bankok hitelpénz teremtésével, a hitelezési tevékenységükkel képesek növelni a forgalomban lévő pénz mennyiségét. Mindez számlapénz formájában történhet csak meg, mivel a jegybankok azok, amelyek egyedül hivatottak készpénz kibocsátására. Azonban fontos szempontot tölt be a felhalmozási eszköz funkció is, mivel a pénz kincsképző funkciója is lényeges, ez az alapja a megtakarítások képzésének [9]. Talán ez utóbbi jellemző tekintetében veti fel a legnagyobb kérdőjelet a digitális pénzek mivolta. A digitális pénzeszközök, a kriptovaluták árfolyama jelentős mozgásokra képes nemcsak bizonyos időszakokat tekintve, hanem akár napon belül is. Mindezen funkció nagyon megnehezíti a felhalmozási eszköz funkció érvényesülését, amit befolyásolni is nagyon nehéz, hiszen a jelen formában megtakarított pénz értéke folyamatosan változik és mozog, ami a vagyoni értékének a pontos meghatározását lehetetleníti el. A kriptopénzek felhalmozási eszköz funkciója mellett érvelnek azzal a ténnyel, hogy az mivel államoktól független, nem érintett az infláció által [10], mivel annak értékét teljes egészében a kereslet és a kínálat alakítja.

Ha jobban szemügyre vesszük a kriptovaluták működését, akkor látható, hogy a fenti felsorolt pénzeszköz funkciók között nemcsak a világpénz és a felhalmozási eszköz funkcióval van baj, hanem az összes többi funkció is csak korlátozottan érvényesülhet. Ha pénzt a fizetési eszköz

funkciójában értelmezzük, akkor látni kell azt, hogy azok elfogadottsága igen csak korlátos, holott az általános közvélekedés alapján értékes és forgalmazható pénzügyi instrumentumokról van szó [11]. Fontos azt is kijelenteni, hogy a kriptopénzek értéke csak egy adott ökoszisztémában létezik, ahogyan a kaori kagyló esete kapcsán is láthattuk. Az általános elfogadás egy jelentős akadálya maga a technológiai háttér is, valamint azok a különböző korlátozó intézkedések, amelyek az államok által került bevezetésre (Kína és India Jelentős lépéseket tett és tesz ezen pénz eszközök használatának és elterjedésének a korlátozására). Ha az értékmérő funkcióját nézők az új pénzeszközöknek, akkor fontos megemlíteni azok volatilitását [12], ami még a rövid távú értékmérő funkcióként való szereplésüket is korlátozza. Ha csereeszköz funkciót nézzük, akkor azt kell látnunk, hogy ezek a pénzeszközök nagyon nehezen bonthatók kisebb egységekre, ami az áruértékéhez való alkalmazkodás képességét kérdőjelezi meg. Mindezt tetőzi még a szükséges infrastruktúrális háttér megléte is. Egy esetleges áramszünet miatt meghiúsult tranzakciók mind-mind az elfogadottság növekedése ellen hatnak.

Mindezek ellenére jelentős lépések történnek a kriptovalutaák elterjesztése és elfogadása irányába, azonban nagyon fontos látni azt is, hogy milyen kockázatokat rejtenek ezen megoldások. Sokan úgy tartják, hogy a blokklánc alapú technológia miatt nem lehetséges a csalás, és a hamisítás. Ez azonban nem igaz, amit több kutatás és kimutatás és visszaigazol. Ezen megoldások mögött láthatatlan szereplők vannak, nincs az értékek mögött semmiféle ügyfél biztosítás, ami szintén problémát okozhat, főleg, ha nagy értékek vannak ezen pénzeszközök mögött. A szabályozási háttér alól való kibújás szintén csökkenti a pénzügyi megoldásokba vetett bizalmat. Fontos azt is megjegyezni, hogy a különböző generációkba tartozó ügyfelek hogyan vélekednek ezen megoldásokról. A Z generációba tartozó fiatalok számára divatos, és innovatív megoldás a digitális eszközök alkalmazása [13], [14], [15], [16], [17]. A fiatal felhasználók sok esetben nincsenek tisztában a kriptoeszközök kockázatával és buktatóival. Az idősebb generációba tartozó felhasználók azonban megfontoltabbak, inkább a hagyományos megoldásokat preferálják, jobban odafigyelnek a kockázatokra, valamint körültekintőbbek az egyes alternatív fizetőeszközök vásárlása és felhasználása tekintetében. Itt nagyon fontos szereppel bír a korábban megszerzett pénzügyi műveltség, és a felhasználó pénzügyi tudatossága. Éppen ezen szempontok miatt fontos a későbbiekben bemutatott projekt megítélése.

2 Anyag és módszer

A jelen tanulmányban bemutatott projekt a Projektmenedzsment Intézet (PMI) által közzétett top 50 projekt lista szereplője (PMI, 2021). A jelent tanulmányban bemutatott kriptopénz, a bahamai homokdollár (Sand Dollar) azért egyedülálló, mert az állam és egy kártyakibocsátó társaság közös összefogásának eredménye. Ez a konstrukció az előbb megfogalmazott kritikák ellen kíván tenni azáltal, hogy nagyobb biztonságot kíván adni az így létrehozott kriptopénznek. A kiválasztott projekt értékelését a hétköznapi emberek szemszögéből végeztük el, azaz a mintába való bekerülésnél nem volt előfeltétel sem az iskolai végzettség, sem a korábbi projekt menedzsment ismeret, így az értékelés alapjául szolgáló kérdőívet bárki kitölthette. A válaszadókat arra kértük, hogy értékeljék a kiválasztott projekteket a projekt terjedelmének néhány tényezője (újszerűség, relevancia, megvalósíthatóság, stb.) alapján. A válaszadók fent felsorolt tényezőket egy 1-től 4-ig terjedő skálán értékelték, ahol az 1-es érték a tényező nagyon gyenge, a 4-es érték pedig a tényező nagyon erős mivoltát jelentette. A kérdésekre 172 darab értékelhető válasz érkezett. A mintában szereplő válaszadók 39,5%-a felsőfokú, míg a 60,5%-uk középfokú végzettséggel bír. A válaszadók 12,2%-a az Y, 23,3%-a az X, valamint a 64,5%-uk a Z generáció tagja. Az adatfelvétel 2022 áprilisában és májusában történt meg.

3 Eredmények

A homokdollar az első, kormány által támogatott digitális valuta. A pénzeszköz létrehozása mögött az az indíték húzódtott meg, hogy a Bahamák, mint szigetcsoporthoz több mint 30 szigetből álló ország, ahol a készpénz szállítása kifejezetten veszélyesnek minősült a szállítmányokat ért atrocitások miatt. További cél volt a turizmus biztonságának a garantálása is, a digitális valuta segítségével. Maga a valuta bevezetése az első kormányzati támogatású, blokklánc alapú digitális valuta. A homokdollar segítségével a polgárok elektronikusan fogadhatnak és teljesíthetnek fizetéseket egy számukra létrehozott digitális pénztárcából. Mindehhez elég a mobiltelefonjuk, vagy teljesíthetik ezeket a tranzakciókat egy fizikailag létező fizetési kártya segítségével is. A projekt maga 2018-ban indult jelentős banki ellenállás mellett. A projekt jövőbeli célja az, hogy az így létrehozott digitális fizetőeszköz teljes mértékben beintegrálódjon a bahamai turizmusba. Cél az, hogy fizetőeszközt széles körben fogadják el a szállodák, a taxi társaságok, a hajózási szolgáltatók, az utazásszervezők, és lehessen vele fizetni a kiemelt látványosságoknál is. A homokdollar projekt más országok számára is tanulsággal szolgálhat. Most is vannak olyan országok, mint például Kína és Svédország, ahol digitális valuták a tesztelnek, számukra is érdekes lehet a projektből levonható tanulságok sora. A projektbe a Mastercard is betársult, amely az állammal együttműködve előre fizetett kártyákat bocsátott ki, amellyel a felhasználók a homokdollárt bahamai dollárra tudják átváltani, és ezzel bárhol fizetni képesek.

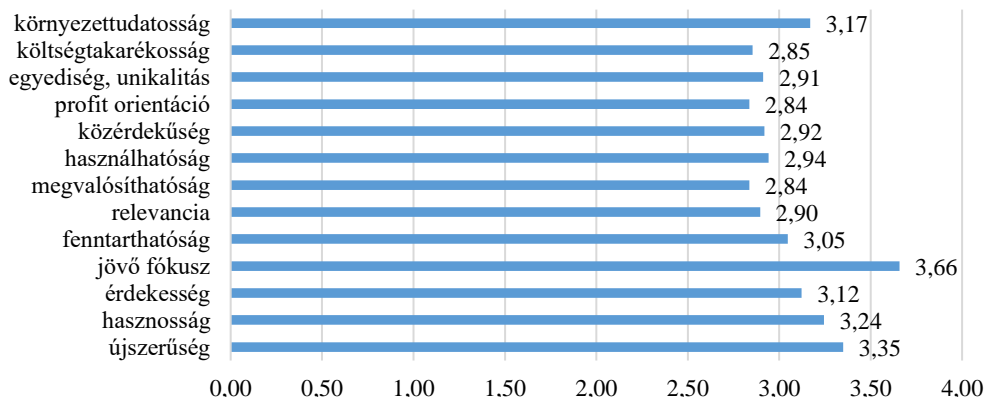
Első lépésként arra kértük a kutatásba bevont felhasználókat, hogy a projekt terjedelmét írják le a saját szavaikkal. A válaszokból készült szófelhő eredményét az 1. ábra mutatja. A leggyakrabban előforduló kifejezés a válaszadók véleménye alapján a digitalizáció volt, ezt követte a megfelelő jelző, valamint az innovatív minősítés. Sok esetben jelent meg a valuta, a fizetési eszköz, a kriptovaluta, valamint a bahamai dollár fogalma is. Ezen kívül a projektet kisebb számban ugyan, biztonságosnak, célorientáltnak és jónak minősítették a válaszadók. Ezen kívül voltak olyan válaszadók is, akik kezdetlegesnek, feleslegesnek értékelték az adott projektet.



1. ábra: A homokdollar projekt terjedelmének értelmezése.
Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

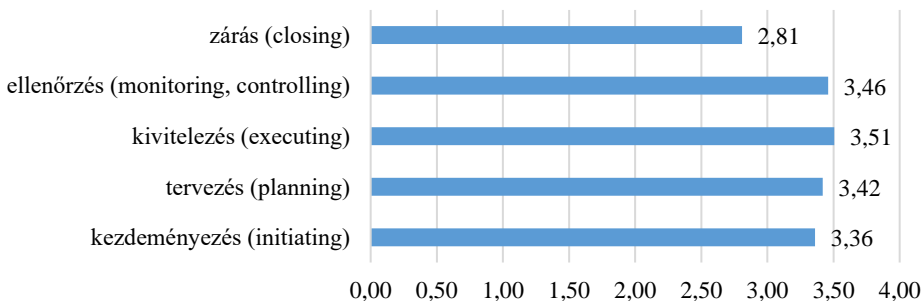
Ezt követően megkérdeztük a válaszadókat, hogy a projektterjedelemben mely jellemzőit hogyan értékeli egy négyfokozatú skála segítségével. A legmagasabb értékelést a jövőfokusz kapta, itt 3,66-os értéket adtak átlagban a válaszadók. Ezenkívül kiemelendő még az újszerűség, a maga 3,35-ös értékével, valamint kiemelendő még a hasznosság (3,24), valamint a környezettudatosság (3,17) fogalma is. Az összes többi érték többnyire hármastól négyesig értékeltek, de 2,5 alá egyetlen jellemző

sem csökkent. Mindez azt mutatja, hogy pozitívan fogadták a potenciális jövőbeli felhasználók a kezdeményezést, és annak terjedelmét kiemelkedő helyre sorolták.



2. ábra: A homokdollar projektterjedelmének értékelése az egyes tényezők mentén
 Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

Projektmenedzsment szempontjából és a projekt ciklus figyelembevételével fontosak a projekt szakaszai is. Minden projekt egy kezdeményezési szakasszal indul, ezt követi a PMI ajánlása alapján a tervezés, aminek nagyon alaposnak kell lenni ahhoz, hogy sikeres legyen maga a projekt. A jó tervek mentén a harmadik szakasz a kivitelezés már egy viszonylag könnyebb feladat, amit napi szinten kell menedzselni. Emellett nagyon lényeges a folyamatos ellenőrzése s visszacsatolás, és legvégül lényeges a zárás is, mivel ott tudjuk levonni azokat a következtetéseket, amely a jövőbeli projektek számára fontosak. A válaszadók szerint a projekt legfontosabb szakasza szintén egy négy fokozatú skálán értékelve a kivitelezés. Mellette szintén lényegesnek értékelték az ellenőrzést is, és az átlag értékek alapján mindössze a harmadik helyre sorolták a tervezést. A kezdeményezés, amely a projekt ötlet születését jelenti még kisebb értéket kapott. Holott ezek a szakaszok azok, amelyeken egy projekt sorsa és sikeressége múlik. Mindez lényeges mondanivaló, hiszen az oktatási tevékenységek során ezeket a szakaszokat kell jobban előtérbe helyezni nnak érdekében, hogy a jövőbeli projektek sikerrel tudjanak zárulni.



3. ábra: Az egyes projektszakaszok felhasználók általi értékelése
 Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

4 Összegzés

Összességében elmondható, hogy a kutatás eredményei alapján az unikalitásnak minősülő homokdóllár projektet jól értékelték a válaszadók. Meglátták a projektnek a lényegét, és pozitívan értékelték annak a terjedelmét is. A projektmenedzsment szakaszok tekintetében azonban nagyon fontos, hogy erősítsük a tervezés fontosságának a szemléletét, mivel ez nemcsak a projektmenedzsmentben, hanem a mindennapi életben is lényeges. Az is látható, hogy a döntő többségében Z generációba tartozó válaszadók nagyon pozitívan üdvözölték a projektnek a lényegét és célját. Mindez azt jelenti, hogy a fiatalok nyitottak az újításokra. Ez azonban újabb terhet ró oktatási rendszere, mivel itt a pénzügyi műveltség kialakítása kulcsfontosságú. Meg kell ismertetni a fiatalokat a digitális világ kockázataival annak érdekében, hogy tudatos felhasználók, és menedzserek legyenek a jövőbeli életük és munkájuk során.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Széll Kálmán Állampénzügyi Kutatóműhely támogatásával készült.

5 Felhasznált irodalom

- [1] Pintér, É., Bagó, P. (2020): Digitalizáció hatása a FinTech szektorra, In: Csiszárik-Kocsir, Á., Varga, J. (ed.) Vállalkozásfejlesztés a XXI. században X./1. : A szervezetek reakciója és válaszai a jelen kor üzleti kihívásaira, Budapest, Magyarország, 289-304. pp.
- [2] Pintér, É., Bagó, P., Berényi, L., Molnár, L., Deutsch, N., Szigeti, G., Pintér, T. (2021): How do Digitalization and the Fintech Phenomenon Affect Financial Decision-Making in the Younger Generation?, Acta Polytechnica Hungarica, Vol. 18., No. 11., 191-208. pp.
- [3] Bunikowski, D. (2015): Ethics and business ethics, and the financial crisis. About axiology and business: history of slavery is like a circle, Quaestio Iuris, Vol. 8., No. 1. Rio de Janeiro, 458.-488. pp.
- [4] Lentner, Cs., Szigeti, C., Borzán, A. (2011): New Dimension of Banks Social Responsibility, In: Sente V, Szendrő K, Varga Á, Barna R (szerk.) Abstracts of the 3rd International Conference of Economic Sciences: Sustainable Economics - Community Strategies, Kaposvár, Magyarország, 2011.05.19.-20. Kaposvári Egyetem,
- [5] Lentner, Cs., Szegedi, K., Tatay, T. (2015): A központi bankok társadalmi felelőssége, Vezetéstudomány, XLVI. évfolyam, 9.-10. szám, pp. 35.-47.
- [6] McLeay, M., Radia, A., Thomas, R. (2014): Money in the Modern Economy: An Introduction. Bank of England Quarterly Bulletin, Vol. 54., No. 1., 4–13. pp.
- [7] Lee, J. (2009): Aristotle and the Definition of Money. Retrieved from The Market Oracle: <http://www.marketoracle.co.uk/Article10370.html>
- [8] Gillányi, Zs. (2006): Az uralkodó pénzelmélet alapproblémái – a Hahn-problémáról, Közgazdasági Szemle, Vol. 53, 2006/július-augusztus, 701-713. pp.
- [9] Clower, R. W. (1984): A reconsideration of the microfoundations of money. In: Walker, D. A. (ed.): Money and Markets: Dewatripont,
- [10] Magro, P. (2016): What Greece can learn from bitcoin adoption in Latin America, International Business Times, <http://www.ibtimes.co.uk/what-greece-can-learn-bitcoin->

adoption-latin-america-1511183 (letöltve: 2022.08.13.)

- [11] Kelly, B. (2014): *The Bitcoin Big Bang : How Alternative Currencies Are About to Change the World*, Wiley,
- [12] Desjardins, J. (2016): *It's Official: Bitcoin was the Top Performing Currency of 2015*. Retrieved from The Money Project, <http://money.visualcapitalist.com/its-official-bitcoin-was-the-top-performing-currency-of-2015> (letöltve: 2022.08.13.)
- [13] Pintér, T., Bagó, P. (2021): *Aspects of Financial Literacy – Grable-Lytton risk attitude among Generation Z in Hungary*, In: Yuliia, Serpeninova; Zsolt, Pál; Larysa, Hrytsenko (ed.) *Aspects of Financial Literacy : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, Sumy, Ukrajna, 7-
- [14] Csiszárík-Kocsir, Á., Garai-Fodor, M., Varga, J. (2022a): *Preference system for the choice of savings in a generation-specific approach of the financial culture before and after the coronavirus pandemic*, In: Szakál, A. (ed.) *IEEE 10th Jubilee International Conference on Computational Cybernetics and Cyber-Medical Systems ICCC 2022*, Budapest, Magyarország : IEEE Hungary Section, 287-291. pp.
- [15] Csiszárík-Kocsir, Á., Garai-Fodor, M., Varga, J. (2022b): *Generation-specific analysis of the pandemic's impact on financial culture* In: Szakál, A. (ed.) *IEEE 20th Jubilee World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics SAMI (2022): Proceedings*, Poprad, Szlovákia : IEEE (2022), 201-205. pp.
- [16] Garai-Fodor, M. (2022a): *A kompetenciák, ismeretek fontosságának megítélése a koronavírus hatására generáció specifikus elemzésben*, *Polgári Szemle*, Vol. 18., No. 1-3., 190-203. pp.
- [17] Garai-Fodor, M. (2022b): *The Impact of the Coronavirus on Competence, from a Generation-Specific Perspective*, *Acta Polytechnica Hungaria*, Vol. 19., No. 8., 111-125. pp.



Az innovációhoz való hozzáállás, és az innováció tényezőinek értékelése a magyar MKKV szektor véleménye alapján

Attitudes towards innovation and the assessment of the factors of innovation according to the Hungarian SME sector

Csiszárík-Kocsor Ágnes¹, Varga János²

¹ Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, *Magyarország*
kocsir.agnes@kgk.uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, *Magyarország*
varga.janos@kgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

A 21. század diktálta gazdasági versenyben az innováció, az innovációhoz való hozzáállás kulcsfontosságú tényező. A hagyományos természeti erőforrások kimerülésével a mai gyorsan változó világunkban gyakorlatilag megszűnt a gazdasági növekedés korábbi motorja, így új szemlélet módra van szükség ahhoz, hogy a gazdaság szereplői meg tudják állni a helyüket az új közegben. A természeti erőforrások okozta anomáliát csak és kizárólag az új megoldások képesek feloldani. Kifejezetten fontos, hogy a gazdaság minden szereplője, a mikrovállalkozásoktól kezdve a nagyvállalatokig ki tudja venni a részét ebből a folyamatból. Ezért kiemelten fontos az, hogy a közeljövőben megteremtődjenek azok a feltételek, amelyek az innovációt előmozdítani, serkenteni tudják. A jelen tanulmány célja, hogy bemutassa a magyar MKKV szektor véleményét az innovációt serkentő tényezők tekintetében, felmérve azokat a potenciális jellemzőket, amelyek e folyamatokhoz és magatartáshoz tudnak hozzájárulni.

Summary

In the competitive economy of the 21st century, innovation and the attitude to innovation are key factors. The depletion of traditional natural resources in today's fast-changing world has virtually eliminated the former engine of economic growth, and a new approach is needed to enable economic actors to cope with the new environment. New solutions are the only way to overcome the anomaly of natural resources. It is essential that all economic actors, from micro to large enterprises, can play their part in this process. It is, therefore, of the utmost importance that the conditions are created in the near future to promote and stimulate innovation. The aim of this study is to present the Hungarian SME sector's view on the factors that stimulate innovation, assessing the potential characteristics that can contribute to these processes and behaviors.

1. Bevezetés

A mikro, kis- és közepes vállalkozások (MKKV-k) létfontosságú szerepet játszanak a globális gazdaságban, hozzájárulva a foglalkoztatáshoz, a jövedelemtermeléshez és a gazdasági növekedéshez [1]. Az innováció az MKKV-k versenyképességének és növekedésének egyik fő

mozgatórugója, mivel lehetővé teszi számukra az új termékek, szolgáltatások, folyamatok és üzleti modellek kifejlesztését, valamint új technológiák, ismeretek és gyakorlatok átvételét [2]. Az MKKV szektor ugyanazokat a kihívásokat éli meg nap mint nap, mint a nagyobb méretű versenytársai. Ugyanúgy fontossá válik e cégek számára is, hogy dinamikusan és gyorsan tudjanak alkalmazkodni a megváltozott környezeti feltételekhez [3]. Ezek közül talán a legfontosabb a vevői igényeknek való megfelelési igény, amely folyamatosan arra készíti a szektor szereplőit, hogy a szükségleteket a korábbinál magasabb szinten elégítsék ki. Csupán, ha a vevői elvárásoknak történő megfelelésre gondolunk, már önmagában ez is elegendő annak megértéséhez, hogy miért is annyira fontos az innováció a vállalkozói szektor számára. Az innovációról azt tartják, hogy az a versenyben maradás alapfeltétele. A fentieket figyelembe véve azt mondhatjuk, hogy az innováció a vevői igények újszerű kielégítésének alapvető módja, így az MKKV szektor számára sem mellékes kérdés, hogy milyen innovációs potenciállal tudnak megjelenni a piacokon a kisebb méretű vállalkozások. Ha az MKKV-k innovációs tevékenységét szeretnénk értelmezni, úgy alapvetően a következőkre kell gondolnunk: az MKKV innováció az új vagy továbbfejlesztett termékek, szolgáltatások, marketingmódszerek, folyamatok vagy üzleti modellek fejlesztését és bevezetését, valamint a versenyképességet, a termelékenységet és a növekedést fokozó új technológiák, ismeretek és gyakorlatok átvételét jelenti [4]. Az MKKV innováció azonban nemcsak a legjobb gyakorlatok átvételét jelenti, hanem a radikálisan új megoldások alkalmazását (és bevezetését) is. A tanulmány azzal a kérdéssel foglalkozik, hogy milyen szerepe jut az innovációnak, mindezt nemcsak szakirodalmi, hanem primer kutatási eredmények alapján is teszi.

2. Szakirodalmi áttekintés

Az innovációval magasabb szinten elégíthetők ki a fogyasztói igények a korábbinál, így ez segítheti a jóléti funkció megvalósítását. Az új megoldások, új eljárások és módszerek lehetővé tehetik, hogy az erőforrásokat más szerkezetben és mennyiségben használjuk fel, tehát az allokációs funkcióhoz is képes hozzájárulni, míg a hatékonyságot például egy új technológia vagy szervezési megoldás képes lehet javítani. Az innováció egyértelműen okozhatja a versenyfeltételek változását, előidézhetheti a verseny természetének megváltoztatását a szervezet számára. Az innováció eredménye azonban nemcsak az, hogy a versenyben való helytállást elősegíti. Az innováció segít megkülönböztető kompetenciákat létrehozni a vállalkozások számára [5]. A megkülönböztetés pedig lehetővé teszi a szereplők számára, hogy előnybe kerülhessenek a versenytársaikhoz képest. Az innováció az MKKV szektorban több szempontból is fontos. Ahogy arról már a bevezetőben is említést tettünk, az innováció segít az MKKV-knak abban, hogy megkülönböztessék magukat a versenytársaiktól. A megkülönböztetést úgy segíti elő, hogy az innovációval ezek a vállalkozások egyedül és magas minőségű termékeket, illetve szolgáltatásokat tudnak kínálni, amelyek a lehető leginkább megfelelhetnek a vásárlók igényeinek és preferenciáinak. Ez a piaci részesedés és a bevétel növekedéséhez vezethet. Másodszor, az innováció lehetővé teszi az MKKV -k számára a hatékonyság és a termelékenység növelését folyamataik racionalizálásával és a költségek csökkentésével [6]. Ez a nyereségesség és a versenyképesség javulásához vezethet. Az innováció olyan folyamatfejlesztésekhez nyit utat, amelyek növelik az MKKV -k termelékenységét. Új technológiákat és automatizálást használhatnak a költségek csökkentésére, a műveletek racionalizálására. Az innovativitásban élő járó cégek termelékenysége magasabb, mint a nem innovatív kvv cégeké [7]. Az innovatív MKKV -k piaci részesedése és nyereségessége magasabb, mint a nem innovatív kvv-ké. Hasonló véleményen vannak a híres nemzetközi piacutató és tanácsadó cégek is. Egy 2009-es kutatás rávilágít, hogy az új termékek és szolgáltatások kifejlesztése jelentősen kedvezhet a piaci részesedés javulásának. Az innovativitás egyértelmű és szoros kapcsolatot mutat a nyereségtermelő képességgel [8]. Az innovációk olyan területeken is fontossá válnak, mint a digitális technológiák fejlesztése [9], [10], [11]. Az ebbe történő befektetések és a digitális technológiák haszna egyértelműen kimutathatóvá válik [12]. A pénzügyi eredmények

sokkal jobbak azoknál a cégeknél, amelyek a digitális technológiák tekintetében magasabb innovációs szintet tudnak felmutatni [13]. Harmadszor, az innováció segíthet az MKKV-knak alkalmazkodni a változó piaci feltételekhez és fogyasztói igényekhez, lehetővé téve számukra, hogy hosszú távon relevánsak és versenyképesek maradjanak [14]. Az innováció az MKKV -k nemzetközivé válásának egyik fő mozgatórugója, amely lehetővé teszi számukra, hogy új piacokra lépjenek be és diverzifikálják ügyfélkörüket [15]. Az innováció elősegíti a szektor vállalkozásai számára, hogy rugalmasabban alkalmazkodjanak és megfeleljenek a környezeti változásoknak. Az innovatív cégek abban is sokkal sikeresebbek, ahogyan a változásokhoz alkalmazkodnak [16]. Az innováció potenciális előnyei ellenére az MKKV -k számos kihívással szembesülnek az innováció terén, mint például a pénzügyi és humán erőforrások hiánya, a tudáshoz és technológiához való korlátozott hozzáférés, valamint a kockázatkerülés [17]. E kihívások leküzdése érdekében az MKKV -k együttműködhetnek más cégekkel, egyetemekkel, kutatóintézetekkel és kormányzati szervekkel, hogy hozzáférjenek a tudáshoz, a technológiához és a finanszírozáshoz, valamint, hogy megosszák a kockázatokat és a hasznot [18]. Az MKKV -k által is elősegíthetik az innovációs kultúrát, hogy bátorítsák alkalmazottaikat a kísérletezésre, tanulásra és kockázatvállalásra, valamint biztosítják számukra a szükséges erőforrásokat és ösztönzőket [19], [20], [21], [22], [23]. Az innováció alapvető fontosságú az MKKV -k növekedése és versenyképessége szempontjából. Az innovatív MKKV -k nagyobb valószínűséggel maradnak fenn, növekednek és teremtenek munkahelyeket, mint azok, amelyek nem végeznek innovációs tevékenységet. Az innováció azonban beruházást, kockázatvállalást és együttműködést igényel, amely kihívást jelenthet a szektor számára.

3. Anyag és módszer

Primer kutatásunk keretében hazai vállalkozásokat kérdeztünk meg a pandémia okozta legfőbb kihívásokról, az arra adott válaszokról és eredményeikről. A kutatás során alkalmazott kérdőívben több területet mértünk fel, így a szervezeti változások, reziliencia, projektszemlélet elemzése, digitális megoldások, valamint a szervezetek kutatási-, fejlesztési- és innovációs aktivitása került felmérésre. A mintavétel önkéntes formában zajlott, előtesztelt sztenderdizált kérdőív segítségével. A felmérés eredményeképpen összesen 161 értékelhető kérdőívet kaptunk. A minta többsége, 57,1%-a mikrovállalkozás, 21,7 % a kis- és 21,1% a középvállalkozás aránya a mintában. A megkérdezett vállalkozások 41,6%-ának a fővárosban van a székhelye, 40,4%-a városi székhelyű és mindössze 18% működik valamilyen hazai falura bejegyzett székhellyel. A vállalkozások 40,4%-a 15 évnél több ideje működik. A minta 31,7%-a 5-15 éve működő vállalat és 28%-a pedig 5 éven belül került megalapításra. A kvantitatív eredmények feldolgozása SPSS 22.0 szoftverrel történt meg. Jelen kutatásban azt kívánjuk bemutatni, hogy a mintában szereplő vállalkozások életében hogyan jelentek meg – erősödtek vagy gyengültek – a pandémia okozta változások hatására azok a tényezők, melyek az innováció hajtómotorjainak mondhatók. A kutatás során egy négyfokozatú skálán arra kértük a válaszadókat, hogy értékeljék a vizsgált tényezőket (agilitás, nyitottság, innovativitás, kreativitás, előrelátás, óvatosság, stratégiában gondolkodás, pénzügyi tudatosság) annak érdekében, hogy megállapítható legyen a innováció, és az innovatív kezdeményezések felé mutató attitűd a hazai kis- és középvállalkozások oldaláról.

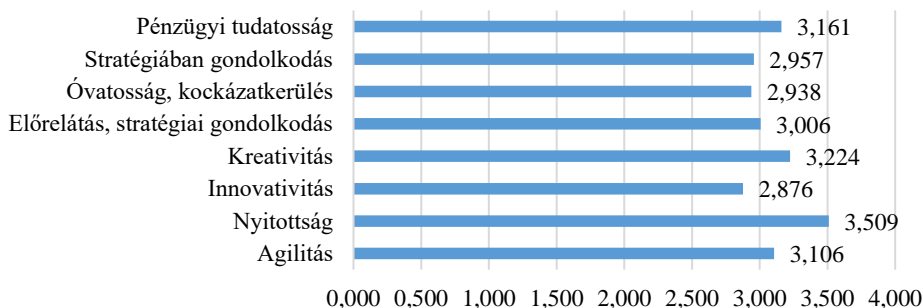
1. táblázat: A minta összetétele a működési tapasztalat és a vállalkozás mérete alapján

Forrás: saját kutatás, 2022, N = 161

Működési tapasztalat		Vállalkozás mérete	
5 év alatt	28%	Mikrovállalkozás	57%
5-15 év között	32%	Kisvállalkozás	21%
15 év felett	40%	Középvállalkozás	21%

4. Eredmények

A kutatás első lépéseként megvizsgáltuk azokat a tényezőket, amelyek a vállalkozások innovativitásának, innovációhoz való hozzáállásának a legfontosabb támogató tényezői. Kíváncsiak voltunk arra, hogy hogyan változott a vállalkozások agilitása, nyitottsága, tudatossága a pandémia hatására a jelen, erősen digitalizált világunkban. A válaszadóknak arra volt lehetőségük, hogy egytől négyig terjedő skálán értékeljék a felsorolt tényezőket. Összességében elmondható, hogy a vállalkozások nyitottsága kétség kívül a legmagasabb az összes tulajdonságon belül. A négyfokozatú skála tekintetében ez az érték, ami a nyitottságot jellemzi (3,509), a skála tetejéhez közelít, így kiugróan magas a többi tényezőhöz képest. Az is egyértelmű, hogy a vállalkozások kreativitása, pénzügyi tudatossága, agilitása, és az előrelátó gondolkodása szintén igen magas átlagértékkel lett jellemezve, ami fontos a jövőbeni életben maradás szempontjából. Ezek a tényezők a pandémia hatásának betudhatóan mind-mind 3,00 feletti értéket mutatnak. A többi tényező sem marad a 3,00 átlagérték tekintetében jelentősen alul, így a stratégiában való gondolkodás, az óvatosság, valamint az innovativitás az, ami a lista legvégére került. Érdekes megállapítás, hogy a vállalkozások az innovációt, és az innovativitást deklaráltan viszonylag alacsony szintűre értékelték, ezzel szemben az innovatív magatartáshoz szükséges tényezőket pedig kiemelten magasán. Mindez azt mutatja, hogy a mintába bevont vállalkozások gondolkodásába nem épült bele az innováció mint alapelem, azonban a hozzá szükséges tényezők már annál inkább.



1. ábra: A vizsgált szervezeti tulajdonságok általános megítélése az átlagértékek alapján
Forrás: saját kutatás, 2022, N = 161

A továbbiakban arra is kíváncsiak voltunk hogy mindezen felsorolt tényezőket mennyire befolyásolják a vállalkozások kategorizálására szolgáló tényezők. Jelen tanulmányban a működési tapasztalattal, valamint a vállalkozás méretével kapcsolatban kívántuk feltárni a tényezők megítélésének összefüggéseit. Az összefüggések feltárása érdekében varianciaanalízist végeztünk egyutas ANOVA tábla segítségével. Az alábbiakban mutatjuk be a vizsgálat eredményeit.

Első lépésként a működési tapasztalattal hasonlítottuk össze a vizsgálatba bevont jellemzőket. A kapott eredmények alapján a vállalkozások működési tapasztalata mindösszesen néhány vizsgált tényező megítélését befolyásolja, azaz csak a nyitottság, a stratégiában való gondolkodás, valamint a pénzügyi tudatosság tekintetében található összefüggés a tényező megítélése, valamint a működési tapasztalat között a szignifikancia értéke alapján. Azonban az egyes csoportok tényezőkre adott átlagos értékelése érdekes mintázatokra hívja fel a figyelmet Megállapítható, hogy az öt évnél kevesebb ideje működő vállalkozások azok, amelyek inkább nyitottak az innovációk irányába, illetve rólok mondható el az, hogy sokkal jobban odafigyelnek azokra a tényezőkre, amelyek új megoldásokat és eredményeket hozhatnak. Az ő esetükben a legmagasabb az agilitás átlagértéke (3,289), valamint szintén kiemelkedően magasra értékelték a kreativitást (3,422) is. Az 5 és 15 év között működő vállalkozásokra inkább az érettség a leginkább jellemző, ők azok, akik nagyra

értékelik az innovativitást (2,941), valamint erőteljesen megjelenik náluk a stratégiában való gondolkodás (3,196), de nem elhanyagolható az e kategóriába tartozó válaszadók nyitottsága sem (3,629). Ez utóbbi jellemző nagyon fontos a tudatos iránytartás miatt. A 15 évnél régebb óta működő vállalkozások, a sokrétű működési tapasztalataik miatt az átlagnál magasabb értékűre értékelik az előrelátás képességét (3,123), őket jellemzi leginkább az óvatosság és a kockázatkerülés (3,138), valamint a pénzügyi tudatosság is. Mindezen jellemzők alapján egyértelműen látható, hogy a fiatalabb vállalkozásoknál főként a rugalmasság a fő hajtóerő és az érett, 15 évnél több ideje működő vállalkozásoknál pedig az óvatosság és a tudatosság a leginkább mérvado tényező.

2. táblázat: A szervezeti tulajdonságok megítélése a vállalkozás működési tapasztalata alapján

		Átlag	Szórás	F	Sig.
Nyitottság	5 évnél kevesebb	3,644	0,609	4,280	0,015
	5-15 év között	3,647	0,594		
	15 évnél több	3,308	0,865		
	Total	3,509	0,734		
Stratégiában gondolkodás	5 évnél kevesebb	2,511	1,290	5,007	0,008
	5-15 év között	3,196	1,059		
	15 évnél több	3,077	1,065		
	Total	2,957	1,158		
Pénzügyi tudatosság	5 évnél kevesebb	2,800	1,307	3,235	0,042
	5-15 év között	3,314	1,068		
	15 évnél több	3,292	1,027		
	Total	3,161	1,140		

Forrás: saját kutatás, 2022, N = 161

A továbbiakban kíváncsiak voltunk arra is, hogy a vállalkozás mérete mennyiben befolyásolja a tényezők megítélését. Összességében elmondható, hogy a mikro vállalkozások, akik pénzügyi és humán erőforrások tekintetében szűkösen vannak, leginkább a kreativitásukra tudnak építeni (3,239). Ez nagyon fontos tényező ahhoz, hogy életben maradjanak, hiszen folyamatosan új és újszerű megoldásokat és irányokat kell, hogy találjanak annak érdekében, hogy megállják a helyüket a gazdasági feltételek diktálta versenyben. A kisvállalkozások szempontjából kiemelkedően magas értéket kapott a nyitottság (3,629), az óvatosság és kockázatkerülés (3,229), mint legfontosabb tényező. A középvállalkozások a maradék vizsgált tényező között vannak előnyben. Rájuk jellemző az átlagnál magasabb értékben a pénzügyi tudatosság (3,441), a stratégiám való gondolkodás (3,382), az előrelátás (3,235), az agilitás (3,176), és természetesen az innovativitás (3,176) is. Ezek a vállalkozások azok, amelyek pénzügyi és humán oldalról kellően erősek, így nagyobb hangsúlyt tudnak fektetni az innovációt megalapozó tényezőkre. A fentiekből egyértelműen megállapítható, hogy a innovációs potenciált ugyan nem befolyásolja a vállalkozások mérete, azonban az egyes tényezők megítélésénél egyértelműen látható a középvállalkozások előnye.

3. táblázat: A szervezeti tulajdonságok megítélése a vállalkozás mérete alapján

		Átlag	Szórás	F	Sig.
Stratégiában gondolkodás	Mikrovállalkozás	2,652	1,208	8,075	0,000
	Kisvállalkozás	3,343	0,873		
	Középvállalkozás	3,382	1,045		
	Total	2,957	1,158		

Forrás: saját kutatás, 2022, N = 161

5. Konklúziók

Összességében elmondható, hogy a 21. század hajtómotorjának tekintett innováció fontossága számos tanulmány és kutatás során bizonyítást nyert. Az innovációhoz vezető tényezők nagyon szerteágazóak.

A jelen kutatásban arra vállalkoztunk, hogy ezen tényezők közül néhányat részletesen megvizsgáljuk, és feltárjuk azokat az összefüggéseket, amelyek a magyar mikro-, kis- és középvállalkozások szektorát jellemzik és bemutatják. Olyan tényezőkre voltunk kíváncsiak, amelyek egyértelműen hozzájárulnak ahhoz, hogy a szervezetek nyitottabbá és befogadóbbá váljanak az innovációs kezdeményezések tekintetében. Megállapítottuk, hogy a vállalkozások működési tapasztalata csak kis mértékben befolyásolja az egyes alkotóelemek megítélését, és a vállalati méret tekintetében pedig mindösszesen egy tényezőnél találtunk szignifikáns összefüggést. Azonban az átlag értékek alapján feltárt összefüggések nagyon fontosak. Egyértelműen elmondható, hogy a kisebb vállalkozások (mikro- és kisvállalkozások), akik erőforrások tekintetében szűkösen vannak ellátva, jobban rá vannak kényszerülve arra, hogy a saját belső kompetenciáikra építsenek. Ugyanez elmondható a kevesebb működési tapasztalattal bíró vállalkozásokról is. Az is megállapítást nyert, hogy a kis- és közép vállalkozások már sokkal jobban tudnak koncentrálni a vizsgált tényezőkre, azokat sokkal fontosabbnak értékelik, mint a mikro vállalkozások. A működési évek számának a növekedése pedig egyértelműen azt bizonyítja, hogy a vállalkozások óvatosabbak, tudatosabbak, ami az innováció korlátját is jelentheti. Nagyon fontos az, hogy a vállalkozások irányába egy szemléletformáló tevékenység sorozat induljon el, hiszen fel kell hívni mind a különböző jellemzők, mind az innováció fontosságára figyelmet annak érdekében, hogy a jövő kihívásainak az MKKV szektor meg tudjon felelni.

Köszönetnyilvánítás

A 2019-2.1.11-TÉT-2020-00167 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2019-2.1.11-TÉT pályázati program finanszírozásában valósult meg.

6. Hivatkozások

- [1] Lesáková, L. (2009). Innovation in Small and Medium Enterprises in Slovakia. *Acta Polytechnica Hungarica*. 6(3), pp. 23-34.
- [2] Soderquist, K., Chanaron, J.J. & Motwani, J. (1997), Managing innovation in French small and medium- sized enterprises: an empirical study. *Benchmarking for Quality Management & Technology*, Vol. 4 No. 4, pp. 259-272. <https://doi.org/10.1108/14635779710195104>
- [3] Al Suwaidi, F., Alshurideh, M., Al Kurdi, B. & Salloum, S.A. (2021). The Impact of Innovation Management in SMEs Performance: A Systematic Review. In: Hassanien, A.E., Slowik, A., Snášel, V., El-Deeb, H., Tolba, F.M. (eds.) *Proceedings of the International Conference on Advanced Intelligent Systems and Informatics 2020*. AISI 2020. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 1261. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58669-0_64
- [4] Varga, J. (2021). Defining the Economic Role and Benefits of Micro, Small and Medium-sized Enterprises in the 21st Century with a Systematic Review of the Literature. *Acta Polytechnica Hungarica*. 18(11), pp. 209-228.
- [5] Collis, D.J. & Montgomery, C.A. (2008). Versengés az erőforrások terén. *Harvard Business Review*. Magyar Kiadás. 2008. december (In English: Competition on resources)

- [6] Del Giudice, M., Carayannis, E.G. & Peruta, M.R.D. (2012). Cross-Cultural Knowledge Management and Open Innovation Diplomacy: The Conceptual Understanding of Knowledge and Innovation. In: Cross-Cultural Knowledge Management. Innovation, Technology, and Knowledge Management, Vol 11. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2089-7_11
- [7] Hall, B.H., Lotti, F. & Mairesse, J. (2009). Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence for Italy. *Small Bus Econ* 33, 13–33 (2009). <https://doi.org/10.1007/s11187-009-9184-8>
- [8] Nesta (2009). The innovation imperative: why radical innovation is needed to reinvent public services for the recession and beyond. The Lab Discussion Paper 2009
- [9] Csiszárík-Kocsir, Á., & Dobos, O. (2022). Hungarian SMEs' role and opinion about research, development and innovation projects. In: Szakál, Anikó (szerk.) IEEE 20th Jubilee International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY 2022), IEEE, pp. 199-203.
- [10] Varga, J., & Csiszárík-Kocsir, Á. (2018). Understanding the innovation management system: The CEN/TS technical specification for a better innovation performance. *Journal of International Scientific Publication: Economy and Business*, 12, pp. 294-302.
- [11] Dobos, O., & Csiszárík-Kocsir, Á. (2022). Projektmenedzsment szerepe a kiberhadviselésben, a mesterséges intelligencia támogatásával. In: Horváth, Richárd; Lukács, Judit; Stadler, Róbert Gábor (szerk.): Proceedings of the Engineering Symposium at Bánki (ESB2021), Óbudai Egyetem, pp. 100-114.
- [12] Pintér, É., Bagó, P., Berényi, L., Molnár, L., Deutsch, N., Szigeti, G. & Pintér, T. (2021). How do Digitalization and the Fintech Phenomenon Affect Financial Decision-Making
- [13] Accenture. (2018). Digital disruption: The growth multiplier. <https://www.oxfordeconomics.com/resource/digital-disruption/>
- [14] Santoro, G. (2017). Innovation in small and medium enterprises: The impact of open innovation practices on firm's performance. *Business and Economics Review* 19(5):508. DOI: 10.1504/GBER.2017.086601
- [15] European Commission. (2018). Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. https://single-market-economy.ec.europa.eu/smes_en
- [16] Gianiodis, P., Soo-Hoon, L., Hao, Z., Maw-Der, F. & Audretsch, D. (2022). Lessons on small business resilience. *Journal of Small Business Management*. Taylor & Francis Journals, Vol. 60(5), pp. 1029-1040.
- [17] Hossain, M. (2015). A review of literature on open innovation in small and medium-sized enterprises. *Journal of Global Entrepreneurship Research* 5, 6
- [18] Rahman A, Rahman MT, Belas J. Determinants of SME finance: Evidence from three central european countries. *Review of Economic Perspectives*. 2017;17(3):263-285. doi: <https://doi.org/10.1515/revecp-2017-0014>.
- [19] Wynarczyk, P. (2013). Open innovation in SMEs: A dynamic approach to modern entrepreneurship in the twenty-first century. *Journal of Small Business and Enterprise Development*. Vol. 20. No. 2, pp. 258-278. <https://doi.org/10.1108/14626001311326725>
- [20] European Commission. (2018). Key Figures on European SMEs. Retrieved from

https://ec.europa.eu/growth/smes/business-friendly-environment/performance-review_en

- [21] Garai-Fodor, M. (2022): The Impact of the Coronavirus on Competence, from a Generation-Specific Perspective. *Acta Polytechnica Hungarica*, 19(8), pp. 111-125
- [22] Mura L., Ključnikov A., Tvaronavičienė M. & Androniceanu A (2017). Development trends in human resource management in small and medium enterprises in the Visegrad Group. *Acta Polytechnica Hungarica*. 14(7), pp.105–122.
- [23] Korcsmáros, E., & Csinger, B. (2022). Social Media from the Perspective of Small and Medium-sized Enterprises. *Acta Polytechnica Hungarica*. 19(8), pp. 31-48.



A környezeti kihívásokra választ adó megaprojektek és azok értékelése a felhasználók szemszögéből

The importance and evaluation of environment-friendly megaprojects - as perceived by users

Csiszárík-Kocsir Ágnes¹, Varga János²

¹ Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, *Magyarország*
kocsir.agnes@kgk.uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, *Magyarország*
varga.janos@kgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

A napjainkban kicsúcsosodó környezetrombolás, a korábbi évek környezet pusztító hatása, a globális felmelegedés olyan új és újszerű kihívásokkal állította szembe a világot, amit a korábbi évtizedek során nem tapasztaltunk. A tengerszint megemelkedése, az egyre növekvő energiaigény, valamint az energiaár robbanás új fókuszpontokat hozott létre a gazdasági élet minden szférájának gondolkodásában. A fosszilis tüzelőanyagok környezetromboló hatása miatt egyre nagyobb hangsúlyt kapnak a megújuló energiaforrások, valamint az innovatív megoldások. Jelen tanulmány célja az előbb bemutatott fő problémák megvizsgálása két kiemelt megaprojekt példáján keresztül. A tanulmány során arra vállalkozunk, hogy a maldív úszóvárost, valamint az európai energia sziget projektet vizsgáljuk meg felhasználói szemszögéből, kifejezetten annak környezetvédelem, valamint jövőbemutató üzenete szempontjából. A tanulmányban egy primer kutatás eredményein keresztül vizsgáljuk meg a két kiemelt projektet, megfogalmazva a fő üzeneteket a jövő megaprojektjeinek tervezéséhez.

Kulcsszavak: változás, környezet, projekt, projektmenedzsment

Abstract

The environmental degradation of our time, the environmental devastation of previous years, and global warming have presented the world with new and novel challenges that were not experienced in previous decades. Rising sea levels, increasing energy demand, and the explosion in energy prices have created new focal points in the thinking of all spheres of economic life. The environmental degradation of fossil fuels has led to an increasing focus on renewable energy sources and innovative solutions. The aim of this paper is to examine the main issues outlined above through the examples of two flagship megaprojects. The study will examine the Maldivian floating city and the European Energy Island project from a user perspective, specifically in terms of their environmental and visionary messages. In this study, we will examine the two flagship projects through the results of primary research, formulating the main messages for the design of the future projects.

Keywords: change, environment, project, project management

1. Bevezetés

Jól ismert tény, hogy a környezet- és klímaváltozás hatásai rendkívül szerteágazók. Nem pusztán életminőségünket, de egészségünket és jövőnket is meghatározzák azok a globális folyamatok, amelyek összefüggésbe hozhatók a természeti környezetben bekövetkezett változásokkal [1], [2]. A környezeti változásoktól aligha tudjuk függetleníteni magunkat. Nagyon kevés olyan gazdasági szereplő létezik, akire ne lenne közvetlen vagy közvetett hatással valamilyen külső környezeti változás. A gazdasági szereplők környezete jelentős átalakuláson ment keresztül az elmúlt évtizedekben. Amíg korábban a változások üteme lassabb volt és nem voltak ennyire kiterjedtek a gazdasági rendszerek, addig sokkal egyszerűbb, úgynevezett statikus környezetben működtek ezek a szereplők. Egy ilyen környezetben a változások mértéke és üteme nem volt annyira gyors, ami jelentősen megterhelte volna a gazdasági szereplők mindennapi működését. Ugyanakkor az elmúlt évtizedek megváltoztatták ezt a helyzetet. A második világháború után a világgazdaság intenzív növekedésnek indult, elég csak a GDP vagy a világkereskedelem változására figyelni. Emellett rohamosan emelkedett a népességszám is, amelyre eddig még nem volt példa a történelmünk során. Gyakorlatilag lehetetlen felsorolni mindazon tényezőket, amelyek a korunk gazdasági rendszerét ilyen összetetté és változékonnyá tették. Mégis, nagyon gyakran ki szokták emelni a globalizáció hatásait, a telekommunikációs eszközök fejlődését és az internet elterjedését (a digitalizációt), az új fogyasztói tudatosság kialakulását, az erőforrások könnyebb elérhetőségét, a távoli piacok közelebbé válását stb., és emellett megjelentek új trendek is, mint például a fenntarthatóság. Szinte végtelenségig lehetne sorolni azokat az okokat, amelyek odáig vezettek, hogy a statikus környezetből szép lassan elmozdultunk egy turbulenssé váló globális környezet irányába. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy az élet minden területén ugyanilyenek a környezeti adottságok. Mégis azt mondhatjuk, hogy a legtöbb gazdasági szereplő életében felgyorsultak az események és ezek a változások valamilyen formában válaszlépést követelnek meg tőlünk. A természeti környezetben bekövetkezett éghajlati változékonyságot az ökoszisztémákban bekövetkező hirtelen és visszafordíthatatlan változásokkal hozhatjuk összefüggésbe [3]. A tanulmány a környezeti változások közül is elsődlegesen a természeti környezetben bekövetkezett változásokkal foglalkozik és bemutat olyan példákat, amelyek az ilyen kihívásokra adott jó reagálásként értelmezhetők.

2. Szakirodalmi áttekintés

A bevezetésben említésre került, hogy a legtöbb gazdasági szereplő számára felgyorsult a világ és egyre intenzívebb, valamint változatosabb események gyakorolnak hatást mindennapi életünkre [4]. A gazdasági globalizáció eredményeként kialakult komplexitás, valamint az üzleti élet fokozott dinamizmusa miatt is ugrásszerűen megnőtt a váratlan események és a változások száma. Ezek közvetlen környezetünkben érkeznek és fejtik ki mindennapjainkra hatásukat. Napjaink legjelentősebb környezeti változásai között szokták emlegetni a digitalizációt, a fenntarthatóságot és a zöld átállást, a technológiai fejlődést, a COVID-19 válságot, az orosz-ukrán konfliktust, az energiaválságot és nem utolsósorban a már több évtizede megfigyelhető környezetrombolást, vagy a globális felmelegedés hatását. Ezekben vannak közös pontok és különbségek is. A közös pont az, hogy mindegyik hatással van a gazdasági szereplők nagy részére, míg van egy alapvető különbség is. A környezeti változások egy része a természeti környezetben zajlik, amelyre közvetlenül tudunk csak hatással lenni, míg a másik része a társadalmi környezetben történik. A globális környezeti változások egyre gyakrabban tárgyalt témakört jelentenek a szakirodalomban [5]. A természeti környezet változásai között említhetők meg a globális felmelegedés, a zöld átállás vagy az erőforrás szűkösség. Az itt bekövetkezett változásokat az emberi tevékenység is okozhatta vagy válthatta ki, de alapvetően a természeti környezet maga végzi a változtatási folyamatot. A társadalmi környezetben viszont az emberiség, a gazdasági szereplők okozzák magát a változást, és a változtatást is ők bonyolítják le. A digitalizáció vagy az orosz-ukrán konfliktus egyértelműen olyan

változások, amelyeket az emberiség okozott és maguk az emberek is bonyolítják le. Az emberi tevékenység - amely leginkább a társadalmi környezet jellemzője - világ számos természetes rendszerét, köztük az éghajlati rendszert is megváltoztatja [6]. A globális környezeti változások a természettudósok és a társadalomtudósok számára is kihívást jelentenek a jobb megértés érdekében. A globális környezeti változás stratégiát kínál a természettudósok és a társadalomtudósok erőfeszítéseinek egyesítésére annak jobb megértése érdekében, hogy cselekedeteink hogyan befolyásolják a globális változásokat, és hogyan hatnak ránk ezek a változások [7]. Bármelyik környezetben is menjen végbe a változás, az hatással lesz a szereplők szűkebb, vagy tágabb körére. A fent megnevezett folyamatok mindegyike szélesebb körben érintette a gazdasági szereplőket és az embereket is, így egyik sem olyan esemény, amely ne lett volna korszakalakító tényező az elmúlt éveket tekintve [8]. A környezeti változások közül a természeti környezet változásai jelentik a főbb fókuszot. A természeti környezet változásai között az egyik legjelentősebb kihívást az éghajlatváltozás jelenti [9]. Bizonyított tény, hogy az éghajlatváltozás kedvezőtlen hatással van az emberek életére [10]. Konkrét gazdasági hatásokat tekintve ez abban nyilvánul meg, hogy romlik a megfelelő ivóvízhez való hozzájutás, kedvezőtlenebb helyzetbe kerül az élelmiszertermelés, romlik az emberek egészsége és környezet minősége, állapota. A környezeti változásokat csak összetetten, mi több globálisan kell vizsgálni [11]. Mindez azzal magyarázható, hogy az ökológiai változásokat nem lehet pusztán egy szűk körre korlátozni földrajzi értelemben sem. A globális felmelegedés vagy az erőforráshiány sem áll meg az országhatároknál és nem válogat ember és ember között. Mi több, a természeti környezetben bekövetkezett változások hatásai átgyűrűznek a társadalmi környezetre is és igazából ott fejtik ki lényegi hatásukat. A természeti környezetben bekövetkező változások majd mindegyike szélesebb körben érintheti a társadalmak életét, ugyanez a társadalmi környezetben nincs mindig így, hiszen például, ha egy gazdasági szervezet megszűnési működését, amely amúgy sem rendelkezett nagy piaci részesedéssel, az nem biztos, hogy sok ember életére kihatással lesz. A természeti környezetben bekövetkezett változások kapcsán kevesebb olyan változás történik, amely csak a társadalom szűk körére koncentrálódik, már csak azért is, mert például a természeti katasztrófákból sem történik minden nap egy esemény, de a gazdaságban napi szinten dobhatnak ki új terméket a piacokra, amelyek változást idéznek elő a fogyasztók egy részénél. A társadalmi környezetre inkább jellemző, hogy több változást idéz elő, de azok nem mindegyike átfogó jellegű. A természeti környezetben kevesebb változást látunk, de azok legtöbbször átütő hatással vannak több emberre vagy gazdasági szereplőre is. A természeti környezeti változásokra adott válaszként értelmezhető a fenntarthatóságra való törekvés is, amely szintén uralkodó trenddé vált napjainkban és éppen a természeti környezettel van összefüggésben. A fenntarthatóság fogalma az 1960-as évekig nyúlik vissza, bár gyökereit még ennél is régebb óta fedezhetjük fel [12], [13]. A fenntarthatóság mögöttes okaként a társadalmi környezeti változásokat lehet kiemelni, így például a globalizációt, a piaci liberalizációt, a nemzetközi tényezőmobilitást vagy a gazdasági integrációk kialakulását. Ezeket a társadalmi környezet hozta létre és ez hatással volt a természeti környezetre is. A természeti környezetben ennek hatására kedvezőtlen folyamatok vették kezdetét, és a természet saját maga reagált erre a helyzetre. A klímaváltozás innentől már a természeti környezet változtatása, amely hatása visszacsapódik abba a környezetbe, amely azt ténylegesen kiváltotta, ez pedig nem volt más, mint a társadalmi környezetünk. A következmények beláthatatlan károkat hozhatnak. A tengerszint megemelkedését, az éves átlagos hőmérséklet emelkedését, vízhiányt, szárazságot, energiahíányt, míg a népességünk folyamatos növekedése csak nagyobb igényt támaszt a bolygó erőforrásaival szemben, amelyek viszont vérszesen fogynak és szűkösek. A fosszilis energiahordozók rendkívül szennyezik a környezetet, a levegő és a víz tisztaságának megőrzéséért számottevő lépéseket kell tennünk. Az éghajlatváltozás veszélyes a sérülékeny társadalmakra. Hőhullámokat, árvizeket, tornádókat, hurrikánokat, aszályokat, tüzeket és a gleccserek eltűnését okozhatja [14], [15]. Szükség van új gondolkodásra, új tudatosságra, hogy a természeti környezet értékeit meg tudjuk óvni. Olyan projektek és beruházások megvalósítására van szükség, amelyek kellően innovatívak és zöldek ahhoz, hogy a természeti környezetre gyakorolt negatív hatásunkat és

a káros természeti környezeti változásokat mérsékelni tudjuk, vagy esetlegesen meg tudjuk előzni azokat. Meg kell érteni az éghajlati hatások ökológiai dinamikáját, azonosítani kell a sebezhetőséget és az ellenállóképesség pontjait. Meg kell határozni azokat a beavatkozási lépéseket, amelyek segíthetik a bioszféra ellenállóképességét az éghajlatváltozással szemben. Ugyanakkor az ökoszisztémák az éghajlatváltozás mérséklésében és az ahhoz való alkalmazkodásban is segítséget nyújthatnak. Az éghajlatváltozással kapcsolatos megoldások mechanizmusait, lehetőségeit és korlátait kell vizsgálni és minél érthetőbben számszerűsíteni. A környezeti problémák a fejlődő országokban gyakrabban fordulnak elő és a kevésbé fejlett országoknak több pénzre és beruházásra van szükségük ahhoz, hogy fenntarthatóbbá váljanak. A fejlődő országoknak több pénzt kell fordítani a környezetbarát tevékenységek elősegítésére és az éghajlatváltozás kockázataira való reagálásra [16]. Az azonban nem kérdéses, hogy a környezeti kihívásokra reagálni szükséges és célzott beruházásokat, projekteket és fejlesztéseket is kell ehhez finanszírozni. Van, akinek többet kell erre áldozni, míg másoknak kevesebbet, de olyan dologról beszélünk, amely mindenki számára közös ügy. Globális környezeti változásokról volt szó, amelyben megjelenik a globális szó is.

3. Anyag és módszer

A jelen tanulmányban bemutatott megaprojektek a Projektmenedzsment Intézet (PMI) által közzétett top 50 projekt lista szereplői [17]. A tanulmányban két olyan projekt kerül bemutatásra, amelyek a jelenkor környezeti problémáival foglalkoznak, megfelelnek a környezetvédelemmel és környezet megóvással szemben támasztott elvárásoknak, valamint felhasználói szempontból fontosnak és érdekesnek minősülnek. A kiválasztott két projekt (Energia sziget, Maldív úszóváros) értékelését a hétköznapi emberek, mint felhasználók szemszögéből végeztük el, azaz a mintába való bekerülésnél nem volt előfeltétel sem az iskolai végzettség, sem a korábbi projekt menedzsment ismeret, így az értékelés alapjául szolgáló kérdőívet bárki kitölthette. A válaszadókat arra kértük, hogy értékeljék a kiválasztott projekteket a projekt terjedelmének néhány tényezője alapján. A válaszadók a tényezőket egy 1-től 4-ig terjedő skálán értékelték, ahol az 1-es érték a tényező nagyon gyenge, a 4-es érték pedig a tényező nagyon erős mivoltát jelentette. Ezt követően azt is megvizsgáltuk, hogy a válaszadók hogyan értékelik a projektet összességében egy 1-től 5-ig terjedő skálán, ahol az egyes érték a leggyengébb, az 5-ös érték pedig a legjobb értékelést jelentette, majd szignifikancia elemzés segítségével megnéztük, hogy van-e összefüggés az adott terjedelem jellemző, valamint a projekt általános értékelése között. A kérdésekre 172 darab értékelhető válasz érkezett. A mintában szereplő válaszadók 39,5%-a felsőfokú, míg a 60,5%-uk középfokú végzettséggel bír. A válaszadók 12,2%-a az Y, 23,3%-a az X, valamint a 64,5%-uk a Z generáció tagja. Az adatfelvétel 2022 áprilisában és májusában történt meg.

4. Eredmények

4.1 A maldív úszóváros projekt értékelése felhasználói oldalról

A 24. helyet elfoglaló maldív úszóváros projektje első ránézésre úgy fest, mint hogyha egy utópia lenne. Azonban a probléma, amelyre választ kíván adni a projekt, nagyon is valós. A szigetország a globális felmelegedés egyik legnagyobb kárvallottja lesz a közeljövőben. Számítások szerint a tengerszint 2100-ra akár fél méterrel is emelkedhet, ami a sziget csoport tekintetében azt jelenti, hogy a területének 77 %-át víz fogja borítani. Éppen ezért a döntéshozók megpróbálták előre menekülni és megoldást találni az egyre közelgő problémára. A projekt maga a maldív fővárostól nem messze, egy meleg víző lagunában kerülne kialakításra. A projekt több ezer család számára biztosítana otthont, a kórházi, iskolai ellátás biztosítása mellett, valamint kereskedelmi ingatlanokat is magában foglalna. Az úszóváros a környezetvédelem jegyében teljes mértékben megújuló energiára építene. Az úszóváros a helyi korallok geometriai mintázatát követve egyben rugalmas, és stabil is lenne. A projekt sikeressége esetén az mintáértékű lehetne az összes érintett ország számára, mivel megvalósulása esetén ez lenne a világ első és egyben legnagyobb úszó építménye, amely 5000

úszóházat foglalna magába. Az építkezést a tervek 2022-ben kellett volna megkezdeni, ami a tervek alapján 5 évet venne igénybe [17].

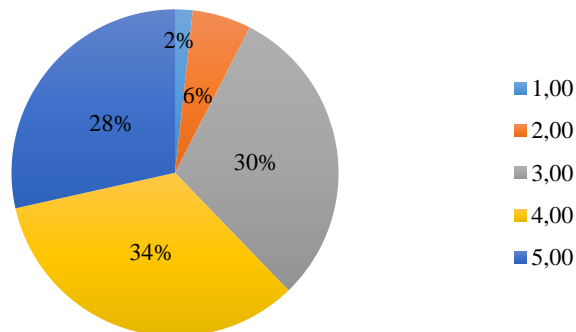
A válaszadók a projektet az átlagértékek alapján legnagyobb arányban érdekesnek tartották, valamint annak újszerűsége is igen magas, 3,5 feletti értékeléssel bírt. Szintén magas értékelést, 3,4 feletti átlaggal a projekt egyedisége és jövő fókuszra kapott. Továbbá hasznosnak, használhatónak, közérdekűnek és megvalósíthatónak is sokan tartották a bemutatott projekttervet. A válaszadók szerint azonban a projekt környezettudatossága, profit orientációja, és költségtakarékossága nem annyira domináns. Tehát sokan tartanak attól, hogy a projekt igen magas költségvetéssel fog megvalósulni, ami a használhatóság és a kihasználtság szempontjából fog gondot jelenteni, azaz a szegényebb, ellenben sokkal inkább rászoruló embereknek nem lesz lehetősége élni ezen megoldással.

1. táblázat: A maldív úszóváros scope-jának értékelése az átlagok és a szórások alapján

	Átlag	Szórás
újszerűség	3,512	0,662
hasznosság	3,198	0,821
érdekesség	3,558	0,594
jövő fókusz	3,465	0,737
fenntarthatóság	2,971	0,812
relevancia	2,930	0,835
megvalósíthatóság	3,000	0,692
használhatóság	3,174	0,752
közérdekűség	3,140	0,887
profit orientáció	2,721	1,067
egyediség, unikalitás	3,494	0,662
költségtakarékosság	2,320	0,903
környezettudatosság	2,860	0,881

Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

Ha a projekt összességében vett minősítését nézzük, akkor azt igen magas szinten végezték el a megkérdezettek. Összességében 3,98-ra értékelték a projektet egy öt fokozatú skálán. Döntő többségében a pozitív irányba ment el az értékelés, és mindösszesen három válaszadó értékelt elégtelenre azt, ami egyértelműen a projektötletet elfogadásáról és pozitív fogadtatásáról árulkodik.



1. ábra: A maldív úszóváros projekt átlagos értékelése
Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

A továbbiakban arra is kíváncsiak voltunk, hogy a projekt összességében vett megítélése összefüggésben van-e a projekterjedelem egyes jellemzőivel. Ahogy azt az alábbi Anova-tábla is mutatja, szinte minden jellemző esetén kimutatható volt az összefüggés, mivel a szignifikancia értéke minden vizsgált jellemző esetén 5% alatt volt. Ez alapján kijelenthető, hogy azon válaszadók, akik pozitívan értékelték a scope minden jellemzőit, önmagában a projektet is magas szinten minősítették. Mindez azt mutatja, hogy a felhasználók szempontjából pozitív képet mutatott a projekt tervezet, azaz annak innovativitása és újdonságértéke mindenképpen példaértékű, és a projekt sikeressége esetén követendő is.

2. táblázat: A maldív úszóváros scope elemeinek összefüggése a projekt értékelésével

	F	Sig.
újszerűség	9,239	0,000
hasznosság	17,390	0,000
érdekesség	12,740	0,000
jövő fókusz	25,109	0,000
fenntarthatóság	10,214	0,000
relevancia	13,206	0,000
megvalósíthatóság	5,616	0,000
használhatóság	9,293	0,000
közérdekűség	10,714	0,000
profit orientáció	5,385	0,000
egyediség, unikalitás	4,206	0,003
költségtakarékosság	3,340	0,012
környezettudatosság	9,985	0,000

Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172 (módszer: One-way ANOVA)

4.2 Az energiasziget projekt értékelése felhasználói oldalról

A projekt a PMI Top 50-es listáján a 9. helyet foglalta el. 30 évvel azután, hogy Dánia megépítette az első tengeri szélerőműparkját most egy újabb gigantikus projekttel próbálkozik, amellyel biztosítani kívánja az ország teljes energia ellátását megújuló energia forrásokra alapozva. Ennek érdekében egy olyan mesterséges tengeri szigetet kívánnak létrehozni, mely alkalmas lesz a környező szélerőművek által termelt energiát összegyűjteni, tárolni és eljuttatni a szükségleteknek megfelelő helyekre. A felesleges energiát, amelyet terveik szerint az erőmű elő fog állítani Európa más részeinek is értékesíteni tudják majd, biztosítva ezen országok áramellátásának egy részét is megújuló energiaforrásokra alapozva. A projekt üzembe helyezését 2023-ra tervezik, és költségvetés szempontjából az ország történetének egyik legnagyobb építkezési projektjeként definiálják majd azt. A projekt gigantikus mivoltából fakadóan ismét mintaértékű lehet más tengerparti országok számára is, alternatívát kínálva a termőföldet elfoglaló megújuló energia projektek helyett [17].

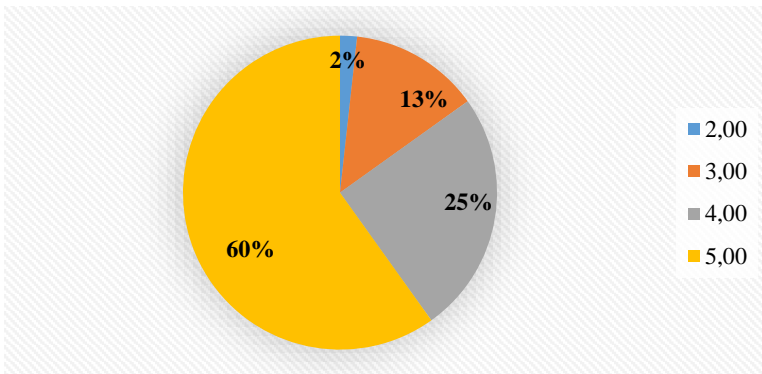
A projekterjedelem egyes jellemzői tekintetében az látható, hogy szemben a maldív úszóváros esetén tapasztalt értékekkel, itt sokkal nagyobb arányban szerepeltek a 3,5 feletti jellemzők. Legelső helyre, gyakorlatilag a skála legmagasabb pontjára a projekt jövőfókuszát helyezték a válaszadók, de igen magas értéket kapott a hasznosság, a környezettudatosság, a közérdekűség, a fenntarthatóság, valamint a projekt használhatósága (csökkenő sorrendben). A scope egyes jellemzői tekintetében a legkisebb értéket a projekt profitorientáltciója mutatta, amely egyben az egyetlen 3-as érték alatti jellemző a vizsgált tényezők tekintetében. A lista legvégén a profitorientáción kívül a megvalósíthatóság, és a költségtakarékosság található. Összességében tehát elmondható, hogy a projekt célja egyértelműen elnyerte a válaszadók tetszését.

3. táblázat: Az energiasziget scope-jának értékelése az átlagok és a szórások alapján

	Átlag	Szórás
újszerűség	3,465	0,687
hasznosság	3,767	0,566
érdekesség	3,465	0,737
jövő fókusz	3,831	0,460
fenntarthatóság	3,593	0,628
relevancia	3,331	0,710
megvalósíthatóság	3,180	0,715
használhatóság	3,523	0,653
közérdekűség	3,651	0,636
profit orientáció	2,645	0,983
egyediség, unikalitás	3,285	0,806
költségtakarékosság	3,093	0,818
környezettudatosság	3,698	0,603

Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

Ha projekt átlagos értékelését nézzük, akkor az jóval magasabb, mint az előző projekt esetében. A válaszadók az ötfokozatú skálán 4,4 feletti értékkel illeték a projektet, ami nagyon magas elfogadottságot jelent. A válaszadók közel 60%-a ötös értékelést adott a projektnek, ami a skála legmagasabb szintje. Az értékelések között egyes érték nem is látható, kettes értékből is mindössze 3 db található. Mindez azt mutatja, hogy a válaszadók pozitívan vették az energia válságot megoldani kívánó projekttervet, pozitívan fogadták annak tényét is, hogy a projekt sikeressége példaértékű lehet más országok számára is választ adva a napjainkban egyre súlyosabbá váló energia kérdésre.



2. ábra: Az energiasziget projekt átlagos értékelése saját kutatás, 2022, N = 172

Ahogy az előző projekt esetén is, most is kíváncsiak voltunk arra, hogy a projektterjedelem egyes jellemzőinek értékelése, valamint a projekt összességében vett értékelése között van-e szignifikáns kapcsolat. Jelen esetben is elmondható, hogy az egyes jellemzők döntő többségénél kimutatható volt ez a kapcsolat. Mindösszesen a projekt orientáció, és az egyediség nem mutatott szignifikáns összefüggést a projekt felhasználók általi megítélésével, azaz itt is kijelenthető, hogy a projektet pozitívan értékelők, és a scope általános elfogadottsága között egyértelműen kimutatható kapcsolat fedezhető fel.

4. táblázat: Az energiasziget scope elemeinek összefüggése a projekt értékelésével

	F	Sig.
újszerűség	7,732	0,000
hasznosság	22,470	0,000
érdekesség	7,665	0,000
jövő fókusz	21,391	0,000
fenntarthatóság	10,402	0,000
relevancia	9,196	0,000
megvalósíthatóság	2,692	0,048
használhatóság	16,390	0,000
közérdekűség	19,501	0,000
profit orientáció	0,456	0,714
egyediség, unikalitás	1,262	0,289
költségtakarékosság	5,479	0,001
környezettudatosság	3,725	0,013

Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172 (módszer: One-way ANOVA)

5. Összegzés

Napjaink egyre súlyosabbá váló környezeti problémái új, és innovatív megoldásokat kívánnak. Azon kihívások, amelyek a korábbi évek környezetpusztítása következtében jelentek meg nem kezelhetők hagyományos eszközökkel, mert a meglévő tudásunk tárháza véges. Eppen ezért csak az innováció jelenthet megoldást azokra. A jelen tanulmányban bemutatott két projekt a maga innovativitásának köszönhetően igen pozitív megítélésnek örvend. Mindkét projekt olyan akut problémákra kíván választ adni, amelyek az előttünk lévő évtizedekben már súlyos helyzeteket idézhetnek elő. A tengerszint emelkedése, az egyre jobban kimerülő hagyományos energia források és azok környezetkárosító mivolta mindenképpen megoldandó probléma. A tanulmányban bemutatott projekt tervek egyenlőre csak pilot programként jellemezhetők, ám azok sikeressége megoldási lehetőséget fog kínálni a fent bemutatott problémákra. A projektek pozitív mivolta a jelen, nem reprezentatív kutatás által is bizonyítást nyert, így követendő példaként állíthatók a jövőbeli hasonló projektek elé annak érdekében, hogy minél több használható megoldás születhessen a környezet pusztulásból eredő kihívások megoldására. A kutatást a jövőben tovább kívánjuk folytatni, főként a projektek megvalósítási szakaszában annak érdekében, hogy kiindulási alapot biztosítsunk a következő hasonló céllal bíró projektekhez.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a Nemzeti Közszerzői Egyetem Széll Kálmán Állampénzügyi Kutatóműhely támogatásával készült.

6. Felhasznált irodalom

- [1] World Health Organization. WHO calls for urgent action to protect health from climate change-sign the call. 2015. <http://www.who.int/globalchange/global-campaign/cop21/en/>
- [2] Costello, A., Abbas, M., Allen, A., Ball, S., Bell, S., Bellamy, R., ... & Patterson, C. (2009). Managing the health effects of climate change: lancet and University College London Institute for Global Health Commission. *The lancet*, 373(9676), 1693-1733.

- [3] Malhi, Y., Franklin, J., Seddon, N., Solan, M., Turner, M. G., Field, C. B., & Knowlton, N. (2020). Climate change and ecosystems: Threats, opportunities and solutions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375(1794), 20190104.
- [4] Russell-Jones, N. (2005). *Change management*. Manager Ltd. Budapest
- [5] Pyhälä, A., Fernández-Llamazares, Á., Lehvävirta, H., Byg, A., Ruiz-Mallén, I., Salpeteur, M., & Thornton, T. F. (2016). Global environmental change: local perceptions, understandings, and explanations. *Ecology and society: a journal of integrative science for resilience and sustainability*, 21(3).
- [6] McMICHAEL, A. J., Friel, S., Nyong, A., & Corvalan, C. (2008). Global environmental change and health: impacts, inequalities, and the health sector. *Bmj*, 336(7637), 191-194.
- [7] National Research Council (NRC) (1992). Division of behavioral and social sciences and education; Board on environmental change and society; Committee on the Human Dimensions of Global Change
- [8] Shi, Z. (2018). Impact of climate change on the global environment and associated human health. *Open Access Library Journal*, 5, 1-6.
- [9] Lenton, T. M., Rockström, J., Gaffney, O., Rahmstorf, S., Richardson, K., Steffen, W., & Schellnhuber, H. J. (2019). Climate tipping points—too risky to bet against. *Nature*, 575(7784), 592-595.
- [10] Stern, N. (2006). *Stern review on the economics of climate change*. Cambridge University Press, New York. (Internet: <http://www.hm-treasury.gov.uk>)
- [11] Norgaard, R. B., Bode, C. (1998). Next, the value of God, and other reactions. *Ecological Economics*, 25, 1, pp. 37-39.
- [12] McKenzie, S. (2004). *Social sustainability: towards some definitions*. Hawke Research Institute. Working Paper Series. No. 27. University of South Australia. 2004.
- [13] Engelman, R. (2013). *Beyond Sustainable Instate of the World: Is Sustainability Still Possible?* Washington DC: Island Press.
- [14] Cianconi, P., Betró, S., Janiri, L. (2020). The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review. *Frontiers in Psychiatry*. 06 March 2020 <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00074>
- [15] Church, J. A., Clark, P. U., Cazenave, A., Gregory, J. M., Jevrejeva, S., Levermann, A., ... & Unnikrishnan, A. S. (2013). *Sea level change*. PM Cambridge University Press.
- [16] Ahmed, N., Khan, T. I., & Augustine, A. (2018). Climate change and environmental degradation: a serious threat to global security. *European Journal of Social Sciences Studies*.
- [17] Project Management Institute 2021. *Most Influential Projects: 2021 Edition*. <https://www.pmi.org/most-influential-projects-2021> (letöltve: 19/03/2022)



A kritikus infrastruktúrák veszélyeztetettsége a robbanóanyagok jogellenes felhasználásának tükrében

Critical infrastructure vulnerability in the light of the misuse of explosives

¹Dr. Daruka Norbert

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Felnőttképzési Központ, Robbantástechnikai szakmérnök/szakember szakirányú továbbképzés, Budapest, Magyarország, daruka.norbert@bgk.uni-obuda.hu.

Összefoglalás

A 21. század biztonsági környezete rendkívül gyors ütemben és radikális módon változik szinte napról napra. A geopolitikai változások következtében nő az instabilitás, a kiszámíthatatlanság, így a biztonság kérdésköre ismételten felértékelődik. A kritikus infrastruktúrák egyre többször játszanak meghatározó szerepet a konfliktusokban és válságokban. A meghatározó szerep természetesen az infrastruktúrák időszakos vagy teljes működésképtelenségéből adódik. Az infrastruktúrákat támadó „érdekcsoportok” számos esetben robbanóanyagok jogellenes felhasználásával, mondhatni terrortámadás keretében, robbantással mérnek csapást az infrastruktúrák elemeire. Ebben a cikkben ismertetek néhány infrastruktúrát ért robbantásos támadást és annak következményeit, illetve következtetéseket vonok le a támadások összefüggéseire, hatásaira.

Kulcs szavak: robbantásos merénylet, infrastruktúrák támadása, kritikus infrastruktúra.

Abstract

The security environment of the 21st century is changing at an extremely rapid pace and in radical ways, almost on a daily basis. The geopolitical changes are increasing instability and unpredictability, and the security issue is once again becoming more important. Critical infrastructure is increasingly playing a decisive role in conflicts and crises. This is, of course, due to the intermittent or total inoperability of infrastructures. In many cases, the 'interest groups' attacking infrastructures strike at infrastructure elements through the unlawful use of explosives in the form of terrorist attacks, so to speak, by blowing them up. In this article, I describe some of the attacks on infrastructures and their consequences and draw conclusions on the context and impact of these attacks.

Keywords: bomb attack, attack on infrastructure, critical infrastructure.

1. A kritikus infrastruktúrák és veszélyeztetettségük

Az Európai Unió a kritikus infrastruktúra, mint terminológiai kifejezés a COM(2006) 786 számú irányelv 3. pontjában került bevezetésre angol nyelven és – a szerző által történő fordításban – a következőket tartalmazza: A létfontosságú infrastruktúrák azokból a fizikai és informatikai létesítményekből, hálózatokból, szolgáltatásokból és eszközökből állnak, amelyek megzavarása vagy megsemmisülése súlyos hatással lenne a polgárok egészségére, biztonságára, védelmére vagy

gazdasági jólétére, illetve a tagállamok kormányainak hatékony működésére. A létfontosságú infrastruktúrák a gazdaság számos ágazatára kiterjednek, beleértve a banki és pénzügyi, a közlekedési és elosztási, az energia-, a közmű-, az egészségügyi, az élelmiszerellátási és a kommunikációs ágazatot, valamint a kulcsfontosságú kormányzati szolgáltatásokat.

Hazánkban a Kritikus Infrastruktúra Védelem Nemzeti Programjáról szóló 2080/2008. (VI. 30.) Korm. határozat 1. sz. melléklet 3.2. pontja szerint: „*Kritikus infrastruktúrák alatt olyan, egymással összekapcsolódó, interaktív és egymástól kölcsönös függésben lévő infrastruktúra elemek, létesítmények, szolgáltatások, rendszerek és folyamatok hálózatát értjük, amelyek az ország (lakosság, gazdaság és kormányzat) működése szempontjából létfontosságúak, és érdemi szerepük van egy társadalmilag elvárt minimális szintű jogbiztonság, közbiztonság, nemzetbiztonság, gazdasági működőképesség, közegészségügyi és környezeti állapot fenntartásában. Kritikus infrastruktúráknak minősülnek azon hálózatok, erőforrások, szolgáltatások, termékek, fizikai vagy információtechnológiai rendszerek, berendezések, eszközök és azok alkotó részei, melyek működésének meghibásodása, megzavarása, kiesése vagy megsemmisítése, közvetlenül vagy közvetetten, átmenetileg vagy hosszútávon súlyos hatást gyakorolhat az állampolgárok gazdasági, szociális jólétére, a közegészségre, közbiztonságra, a nemzetbiztonságra, a nemzetgazdaság és a kormányzat működésére.*”

Ezek a megfogalmazások az ágazatban tevékenykedők számára ismertek, mégis fontosnak tartottam megemlíteni, hiszen már a kritikus infrastruktúrák definíálásánál is említésre kerülnek a kormányzati szolgáltatások, valamint a nemzetgazdaság és a kormányzat működési tevékenysége is. A világ számos területén bekövetkezett katasztrófák, természeti csapások és sajnos sikeresen végrehajtott terrorcselekmények is az infrastruktúrák sérülékenységére és az ebből adódó hatalmi destabilizálódásra világítottak rá. Az infrastruktúrák sérülékenységét és azok hatásait vizsgálva felállíthatunk egy fontossági sorrendet, hiszen egyes, úgynevezett „kritikus infrastruktúrák” különösen fontosak az adott ország, nemzet, társadalom működése szempontjából. [1] [2]

Nem véletlen, hogy a bűnös szándékkal elkövetett merényletek is ezekre a kritikus, a nemzet vagy társadalmi stabilitás szempontjából is kulcsfontosságú területekre irányulnak. Az elmúlt évtizedekben bekövetkezett események egyértelművé tették, hogy „*nem lehet a hidegháborús időszakra jellemző gondolkodásmóddal szemlélni felgyorsult világunk történéseit*”. A hagyományosnak nevezhető biztonsági kockázatok, háborúk, fegyveres konfliktusok rövidebb vagy hosszabb előkészítést igényelnek. Ezzel szemben a nem katonai biztonsági kihívások, például a szélsőséges időjárási anomáliák, földrengések, földcsuszamlások, cunamik és nem utolsósorban az aszteroida- és űrszemét-becsapódások is – amelyek többnyire függetlenek az emberi szándéktól és cselekvésektől – váratlanul, rövid időn belül következnek be. [3] Ezeknél az eseményeknél az emberi beavatkozás esélye igen csekély, hatékony védekezésre pedig ma még nincs lehetőség. Azért is tartom fontosnak ezt megemlíteni, mert napjaink kihívásai is hasonló formában jelentkeznek. A kritikus infrastruktúrákat ért támadások többnyire az egy személy, vagy nagyon kis létszámú csoportok (terrorista sejtek) által elkövethető, könnyen tervezhető, áldozatokat és tömeges sérüléseket követelő terrorcselekmények irányába mozdult el. Ezekre a váratlan és folyamatosan változó körülményekre hatékony és eredményes válaszokat kialakítani mind nemzeti, mind nemzetközi szinten hihetetlen feladat.

Az új kihívások (a biztonság nem katonai elemeinek előtérbe kerülése) mára már megjelentek a különböző országok és nemzetközi szervezetek hivatalos, tudományos alapokon nyugvó és a kritikus infrastruktúrák biztonságát is érintő dokumentumaiban, stratégiai terveiben. Azt azonban hozzá kell tenni, hogy ezek egyelőre csak tervek, a napjainkban elkövetett támadások igazolják, hogy ami papíron eredményes, az a valóságban nem minden esetben alakul a várakozások szerint. A régiókat, vagy akár globális méretű infrastruktúrákat olyan hatékonysággal és kilitükéltitkolásával képesek támadni, hogy az akár egy Európa jellegű kontinensre is hatással lehet.

2. A robbanóanyagok, robbanószerkezetek jogellenes felhasználása a madridi terrortámadás tükrében

A robbanóanyagok, robbanószerkezetek jogellenes felhasználása kifejezés nem túl gyakori a laikusok számára. Ezt ugyanis a rendvédelem területén, szakmai terminológiaként alkalmazzák. A médiafelületeken ez csak úgy szokott „helytelenül” megjelenni, hogy bombamerényletek, bombarobbantások és a legtöbb olvasó is csak így tudja aonosítani, hogy mról is van szó.

A modern kori terrorizmus legmeghatározóbb eseménye a 2001. szeptember 11-én az USA ellen elkövetett támadássorozat volt, amely bebizonyította, hogy a terroristák is felismerték a társadalom mindennapjaira közvetlen hatással lévő rendszerek sebezhetőségét. A támadások többszörösen alátámasztották, hogy a legnagyobb gazdasági és katonai potenciállal rendelkező ország sincs megfelelően felkészülve olyan eseményekre, amelyek egyik pillanatról a másikra, azonosítatlan eredettel következnek be, és jelentős következményeket idéznek elő. A New York-i World Trade Centerre és a Védelmi Minisztérium székhelyeként működő Pentagonra mért támadások után a terrorszervezetek ellehetetlenítése érdekében olyan mértékű katonai és polgári összefogás jött létre – a kritikus infrastruktúrák védelme mai értelemben vett folyamatai is ide vezethetők vissza –, mely sejtetni sem merte, hogy pontosan 911 nappal a történetek után Spanyolország is elszenvedi egy nagy áldozatokat követelő robbantásos merénylet veszteségeit.

2004. március 11-én egyértelműen bizonyítást nyert, hogy az amerikai támadássorozatot követően az európai infrastruktúrák sincsenek biztonságban. A spanyol főváros közlekedési hálózatát érintő robbantásos merényletek *„célkitűzése azonban túlmutatott az elretentés szándékán, és sokkal inkább a kormányba vetett bizalom megtörését célozta. A támadás elsősorban nem a nagyszámú emberáldozatra, hanem a minél jelentősebb károkozásra és pánikkeltésre irányult.”* [3] A madridi közlekedési infrastruktúra vasúti eleme kifejezetten megfelelt az elkövetők szándékának, mivel a stratégiailag fontos főpályaudvar olyan nagy kiterjedésű központi elem volt, amelynek hálózatszerúsége miatt a robbantások közvetett hatása országszerte érezhető volt.

A robbantások mindössze néhány nappal a március 14-re kiírt általános választások előtt történtek. Az 1996-ban hivatalba lépett néppárti miniszterelnök, José María Aznar a harmadik választási győzelmére készült. A politikai elemzők és a közvélemény kutatók szerint Aznarnak erre minden esélye megvolt. A választásokat azonban a José Luis Rodríguez Zapatero vezette Spanyol Szocialista Munkáspárt nyerte meg. Ebben nyilvánvalóan az is szerepet játszott, hogy a szocialista miniszterelnök jelölt a terrortámadás sorozat után ígéretet tett, hogy győzelme esetén azonnal kivonja az Irakban állomásozó spanyol katonákat. A szocialista politikus ígérete azt is jelezte, hogy szakít Aznar, az Egyesült Államokat a terrorizmus elleni háborúját feltétlenül támogató politikájával. Aznar miniszterelnököt a terrortámadás-sorozat és a közelgő választások kapcsán az a vád érte, hogy súlyos politikai hibát követett el akkor, amikor a merénylet elkövetésével az ETA-t vádolta meg. A 2003. decemberi merényletkísérlet tényét figyelembe véve ez nem is volt súlyos tévedés. Hibának sokkal inkább azt lehet tekinteni, hogy Aznar még akkor is ragaszkodott ahhoz, hogy a merénylet mögött az ETA állt, amikor bebizonyosodott, hogy terrortámadást más csoport szervezte és hajtotta végre. Ennek hátterében valószínűleg nem az állt, hogy a harmadik választási győzelmére készülő miniszterelnöknek személyesen is volt oka gyűlölni a baszk szeparatista terrorszervezetet. 1995. április 19-én Madridban az ETA robbantásos merényletet kísérelt meg az akkor még ellenzéki politikus ellen. Aznar csak a szerencsének és a páncélozott gépkocsijának köszönhette, hogy túlélte a terrorakciót.

A 2004. március 11. után azzal, hogy a spanyol miniszterelnök a baszk terrorszervezetet keverte gyanúba, nem más célja volt, mint megelőzni a Néppárt választási vereségét. Az viszont már valóban érthetetlen, hogy miért tartott ki Aznar még akkor is az ETA bűnössége mellett, amikor a nyilvánosság előtt már nem lehetett védeni ezt az álláspontot. A sors iróniája lehet, hogy 2009 nyár végén és kora őszén a spanyol sajtó rendőrségi forrásokra hivatkozva többször foglalkozott azzal,

hogy az ETA támogatóként mégis csak belekeveredett a 2004. március 11-i madridi robbantásokba. Amennyiben bebizonyosodik, hogy az ETA valamilyen módon mégis részese volt a terrortámadás-sorozatnak, az már nem változtathat a választási eredményeken.

Az események után viszonylag nagyon hamar kiderült, hogy a spanyol társadalmat, de túlzás nélkül állítható, hogy az egész világ közvéleményét sokkoló terrortámadás-sorozat mögött a magát Marokkói Iszlám Harcosok Csoportjának nevező terrorszervezet állt. A csoport az al-Kaida terrorhálózathoz való kötődése is nyilvánvaló volt. Az al-Kaida vezetői 2001 szeptembere után gyorsított ütemű franchise-szerű szervezetfejlesztésbe kezdtek. Az al-Kaida franchise-szerű térnyerése nem csak azoknak az országoknak a biztonságát veszélyezteti, ahol a nyugat ellenes szélsőséges terrorcsoportokat sikerült integrálni. Az al-Kaida ilyen módon alvó és bármikor aktivizálható terrorcsoportokat tud elhelyezni Nyugat-Európában. [5]

A spanyol közlekedési infrastruktúra ellen sikeresen végrehajtott robbantások demoralizáló hatásának következtében annyira megrendült a társadalom kormányba vetett bizalma, hogy az akkori spanyol kormányfő két ciklusú (8 év) kormányzás után megbukott a terrortámadást követő héten tartott választásokon. Az új elnök – ígéretéhez híven – első intézkedései között gondoskodott a spanyol katonai erők Irakból történő kivonásáról, amellyel jelezte Spanyolország közel-keleti konfliktusoktól való távolmaradási szándékát. Ebben az esetben konkrétan látható, hogy a lakosságot kiszolgáló létesítmények sebezhetőségi indexe magas, így a védelmüket garantáló biztonsági intézkedéseket különösen magas prioritással kell kezelni.



1.ábra A robbantás hatása a szerelvény elején és a végén [4]

Az eddigi legsúlyosabb spanyol terrortámadásban a legutóbbi veszteségmérleg szerint 202 ember halt meg és több mint 1750 megsebesült. A robbantásos merényletsorozatot mobiltelefonnal működtethető házi készítésű robbanó szerkezetekkel hajtották végre, amik Goma-2 Eco, vagy köznapinévén Riodin megnevezésű ipari robbanóanyagban indította el a detonációs folyamatokat. [5][6] A támadók összesen tizenhárom hátzszakot helyeztek el négy elővárosi vasútvonalon közlekedő szerelvényen. Az elérhető információk szerint a detonációt mobiltelefonnal váltották ki. Az eszközök nem működtek megfelelően, hiszen csak tíz robbanószerkezet detonált. A maradék három pokolgép gyújtószerkezet hibája miatt nem lépett működésbe. Azon szerkezetek alapján, melyek nem léptek működésbe indította el a helyi rendőrség a nyomozást, melybe más szervezetek is bekapcsolódtak. Az időzítés és a bekövetkezett hatások figyelembe vételével próbálták megállapítani a lehetséges célpontokat. Ha összegezni szeretnénk a merényletsorozatot, azt látjuk, hogy három robbanóeszköz robbant a főpályaudvaron, majd három egy külvárosi megállóban és végül négy a főpályaudvarhoz közeledve. A robbantásokat olyan vonatokon hajtották végre, amelyeket a reggeli órákban munkába induló utasok vesznek igénybe. Ebben az időpontban külföldi turisták általában nem utaznak ezeken a vonalakon. A halálos áldozatok és a sérültek 13 ország

állampolgárai közül kerültek ki. A madridi merénylet súlyossága nem csak az áldozatok számában és kiválasztott célpontok érzékenységében fejeződött ki. Ez a terrorakció megmutatta, hogy a nemzetközi terrorista csoportok képesek egy nyugat-európai fővárosban is összehangolt támadás során súlyos veszteséget okozni emberéletben és közlekedési eszközökben egyaránt.

3. A londoni infrastruktúra robbantásos támadása

Az európai infrastruktúrákat ért robbantásos merényletek másfél év elteltével tovább bővültek, amikor 2005. július 7-én újabb sikeresen végrehajtott 4 robbantásból álló támadássorozat erősítette fel az európai nemzetek félelemérzetét. A londoni és a madridi közlekedési infrastruktúrák elleni támadások között több párhuzamot is felfedezhetünk. A robbantás londonban is több helyszínt és robbanószervezetet érintett és a londoni támadás is a városközpont közvetlen hatósugarában következett be. Ebben az esetben is a robbanásokat kevető időszakban a kommunikációs hálózat a segélyhívások hatására jelentősen veszített hatékonyságából. Ezt jól szemlélteti, hogy az egyik helyszínen közel negyedóraig elektromos meghibásodásokra gyanakodtak. Azt, hogy mekkora volt a káosz nehéz kívülről megfogalmazni, de két nappal a robbantásokat követően a Scotland Yard közleményt adott ki arra vonatkozóan, hogy „*sejti a robbantások elkövetési módját, de az öngyilkos merényletet sem zárja ki.*” Az áldozatok és a sérültek pontos száma is csak később a mentési feladatokat befejezését követően realizálódik, miszerint a merényletekben összesen 56 ember vesztette életét és 700-an sérültek meg. Az elkövetők kilétére és az elkövetési módszerekre a vizsgálatok július 16-a körül adtak közelítő válaszokat. A 7/7 néven elhíresült merényletet házi készítésű szerves, peroxid-alapú vegyületekkel követték el (TATP), amelyeket a madridi eseményekhez hasonlóan hátizsákban szállítottak a merényletek helyszínére.



2.ábra A 30-as busz a robbantás negyedik helyszíne [3]

Ha politikai oldalról is megvizsgáljuk a támadás körüli időszakot, akkor az látható, hogy a robbantás időzítése egy jelentős nemzetközi-politikai döntéshez is köthető. A robbantások előtt került nyilvánosság elé, hogy a brit főváros elnyerte a 2012. évi, nyári olimpiai játékok rendezési jogát. Egyes elemzők a támadást stratégiai fegyverként említik, amely gazdasági szempontokat céloz meg. Ez nem meglepő, hiszen a biztonsági intézkedések soha nem látott költségeket emésztettek fel. Szakmai szempontokra visszatérve a támadás magas színvonalú szerveztségét támasztja alá a helyszínek kiválasztása és az a tény, hogy a hat metróállomás felrobbantása után egy olyan buszon is történt detonáció, amely a leállított metróforgalom pótlására indult útb. „*A terroristák tehát azonosítottak egy olyan szolgáltatás-célú rendszert, amelynek sérülése jelentős káoszt, és a lakosság körében pánikot eredményezett. Mindezt tovább fokozta, hogy a túlterheltség miatt a támadásokat követő órákban nemcsak a közel tízmillió lélekszámú Londonban, hanem a*

környéken is összeomlott a mobiltelefon-szolgáltatás.” [3]

A Londont ért támadás után, 2005. július 13-án az Európai Tanács rendkívüli ülésén a tagállamok megerősítették a „*terrorizmus elleni harc melletti határozott elkötelezettségüket*”, továbbá hangsúlyozták, hogy az uniós állampolgárok és a kritikus infrastruktúrák védelmére irányuló egységes fellépéssel törekedni kell a fenyegetettség és kiszolgáltatottság csökkentésére. A Tanács egyúttal felkérte a tagállamok képviselőit, hogy sajátosságaiknak megfelelően kezdjék meg veszélyhelyzeti reagálóképességük hatékony fejlesztését, járuljanak hozzá a megfelelő szintű és tartalmú információcseréhez, valamint a felkészültség szinten tartása és a megelőzés érdekében szervezzenek önálló, komplex, nemzetközi gyakorlatokat is.

4. Konklúzió

Napjainkra a kritikus infrastruktúrák veszélyeztetettsége a stratégiai szempontok miatt megkérdőjelelhetetlen, ebből adódóan a védelmére szoros és mindenere kiterjedő összefogásra van szükség. Az említett európai fővárosokat ért, a kritikus infrastruktúra közlekedési elemeit érintő robbantásos merényletek és azok politikai háttere sajnos előrevetítette, hogy ennek a folyamatnak nem lesz vége. A kritikus infrastruktúrák védelmére hozott intézkedések bár elméletben jól működnek, de a gyakorlatban nem képesek megfelelő választ adni a moderkori terrorizmus hatékonynak bizonyuló lépéseire. Az elmúlt hetek eseményei is bizonyítják, hogy ezekre a támadásokra számítani kell a kritikus, globálisan vagy regionálisan koncentrált infrastruktúráknál. Nem dolgoztam fel, mert egyelőre nem ismertek a részletek, de szabotázszt emleget annak kapcsán, hogy szivárgást észleltek a Balti-tengeren áthaladó két, Északi Áramlat gázvezetéken. Szeizmológusok víz alatti robbantásokat jeleztek, amelyek a szivárgás észlelése előtt történtek. A kritikus infrastruktúrák veszélyeztetettsége nagy mértékben fogja befolyásolni jövőnket, mivel jelenleg megfelelő válaszok a kor kihívásaira ilyen tekintetben nincsenek és előre láthatóan a közeljövőben nem is lesznek.

5. Hivatkozások

- [1] Balázs, L. (2011). A kritikus infrastruktúra védelem elveinek, céljainak és a veszélyes ipari üzemek biztonságának összefüggései, kapcsolatuk. *Military Engineer/Hadmérnök*, 6(2).
- [2] Bakos, T., Ember, I., & Kugyela, L. (2021). Moduláris betonfal alkalmazási lehetőségei a robbanás elleni védelemben. *Hadtudomány*, 31(3), 77-90.
- [3] Bognár, B., Bonnyai, T., & Vámosi, Z. (2019). Kritikus infrastruktúrák védelme I. Dialóg Campus Kiadó
- [4] Daruka N., Kugyela L. (2018). Ipari robbanóanyagok megjelenésének lehetőségei az improvizált robbanószerkezetek kialakításának tekintetében; Fúrás- robbantástechnika XIV. Nemzetközi Konferencia Velence, 2018. pp. 155-174.
- [5] Daruka N. (2018). A jövő háborúi az improvizált robbanószerkezetek alkalmazásának tekintetében, *Sereg Szemle XVI. évfolyam*, 2. szám, pp.: 07-22.
- [6] Daruka N. (2012). Možnosti kategorizácie improvizovaných výbušných prostriedkov, *Trhacia Technika, Stará Lesná*, pp.:168-178.



ÓBUDAI EGYETEM
OBUDA UNIVERSITY



Mérnöki Szimpózium a Bánkiban
(ESB 2022)
<http://bgk.uni-obuda.hu/esb/>



A magyar kis- és középvállalkozások véleménye az kutatási, fejlesztési és innovációs kezdeményezésekről a XXI. század digitalizálódó világában

Hungarian SMEs' views on research, development and innovation initiatives in the digitalising world of the 21st century

Dobos Oszkár¹, Csiszárík-Kocsir Ágnes²

¹Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, Magyarország
dobos.oszkar@kgk.uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, Magyarország
kocsir.agnes@kgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

Napjaink gyorsan változó világában az innovációk elengedhetetlenek ahhoz, hogy a szervezetek fejlődni tudjanak, valamint hogy megoldást tudjanak találni az újkor kihívásaira. Az innovációs kezdeményezések azonban hatalmas bizonytalansági faktorról bírnak, amit nehéz kezelni. Ezért fontos, hogy minden innovációs kezdeményezés projektszemlélettel legyen menedzselve, projekt menedzsmet oldalról támogatva. Az innováció és a projektmenedzsmet összekapcsolása azonban még nem egyértelmű. Mindkét területet külön diszciplínaként értelmezzük, sőt, az innovációkat sok esetben megfoghatatlan fogalomként tartjuk számon. Jelen tanulmány célja, hogy megmutassa az innovációs kezdeményezések eredmény- és sikerfaktorait, összekapcsolva azt a projektmenedzsmet tanaival. Jelen tanulmányunk célja, hogy megmutassuk a kutatási, fejlesztési, és innovációs projektekkel kapcsolatos véleményeket a projektmenedzsmet és a leszállítandó eredmény oldaláról, valamint feltárjuk a kapcsolatot az egyes szervezeti vezetők véleménye között. Célunk továbbá az is, hogy rávilágítsunk azokra az egyéni megítélésbeli különbségekre, amelyek determinálják a kutatási, fejlesztési, és innovációs projektek sikertfaktorait, azok eredményes megvalósításának körülményeit.

Abstract

In today's fast-changing world, innovation is essential for organizations to thrive and meet the challenges of the new age. However, innovation initiatives have a huge uncertainty factor that is difficult to manage. It is, therefore, important that all innovation initiatives are managed with a project approach supported by the project management side. However, the link between innovation and project management is not yet clear. Both fields are understood as separate disciplines, and innovation is often seen as an elusive concept. The aim of this paper is to show the outcome and success factors of innovation initiatives, linking them to the doctrines of project management. The aim of this paper is to show the views on research, development, and innovation projects from the perspective of project management and deliverables and to explore the relationship between the views of different organizational managers. We also aim to shed light on the individual differences in perception that determine the success factors of research, development, and innovation projects and the conditions for their successful implementation.

1. Bevezetés

A KFI (Kutatás, Fejlesztés, Innováció) kulcsfontosságú terület a vállalatok és az ipar számára, amelynek célja az innováció előmozdítása. Ennek érdekében a projektmenedzsment kérdése gyakran felmerül a KFI területen. Bizonyos nézőpont szerint a formális projektmenedzsment elengedhetetlen a KFI tevékenységhez, míg mások szerint a kutatók és a műszaki szakemberek vezetése a kulcs a projekt sikeréhez. Jelen cikkben ezt a témát vizsgáljuk primer kutatásban szereplő egyéni vélemények alapján. A projektmenedzsment nagyon fontos a hatékonysághoz, azonban a KFI projektek nagyon eltérőek a többi projekt típusától. A legtöbb projektmenedzsment módszer nem megfelelő a KFI projektek számára, mivel azokat gyakran nagyon dinamikusan változó és kockázatos projektek jellemzik, amelyek nehéz előre megtervezni és menedzselni. A változás és a kockázatok kezelése inkább a rugalmasságot és a kreativitást igényli, mint a szigorú projektmenedzsment szabályokat és előírásokat [1]. Sok esetben a KFI projektek jobban teljesítenek, ha a szakértői csapatoknak van szabadsága és a projektnek dinamikus irányítása van, mint egy szigorú projektmenedzsment keretrendszer alatt [2].

2. Szakirodalmi áttekintés

A KFI projektek vezetése nemcsak projektmenedzsment ismereteket igényel, hanem szükség van az adott terület szakértelmére is. A KFI projektek olyan új és innovatív ötleteken alapulnak, amelyeket csak az adott szakterületen dolgozó kutatók és műszaki szakemberek értenek [3]. Ezért elengedhetetlen, hogy az ilyen projekteket az adott terület szakemberei vezessék [4]. A kutatók és műszaki szakemberek gyakran jobban megértik az adott terület szakmai kihívásait és lehetőségeit, és képesek innovatív megoldásokat találni a problémákra [5]. Az ő vezetésükkel a projekttervezés és végrehajtás is hatékonyabb [6]. A másik oldalról pedig, fontos megjegyezni, a formális projektmenedzsment rendkívül fontos a KFI projektek sikeres végrehajtásához. A formális projektmenedzsment alapvetően egy strukturált módszertan, amely a projekt életciklusának minden szakaszában segíti a projektcsapatot az ütemterv, a költségvetés, a változások, az érdekelt felek és a kockázatok kezelésében [7]. A KFI projekt teljes életciklusán keresztül támogatja a projektmenedzsment a hatékonyságot és eredmények elérését:

- **Projekttervezés:** A formális projektmenedzsment lehetővé teszi a projekttervezési folyamatokat, amelyek segítenek a projektcsapatnak a projekt célok és a követelmények megértésében. Ez magában foglalja a projekt megtervezését, a határidők meghatározását, a költségvetés meghatározását és az erőforrások felosztását. Ez megakadályozza a szükségtelen költségeket és idővesztéseket, melyeket a gyakori változás generál [8].
- **Projekt végrehajtás:** A formális projektmenedzsment segíti a projektcsapatot a projekt végrehajtásában az előzetesen meghatározott ütemterv, a költségvetési korlátok és a pontosan definiált projekt scope mentén. Az egyes feladatokat és erőforrásokat jól meghatározott módszertan szerint kezelik, amely segít elkerülni, vagy adott esetben előre jelezni a projekt elhúzóását vagy a költségvetés túllépését [9].
- **Projekt ellenőrzés:** A formális projektmenedzsment a projekt életciklusának minden szakaszában segíti az értékelést és az ellenőrzést, hogy a projekt a tervezett költségvetésen és időn belül haladjon-e. Az értékelések és ellenőrzések lehetővé teszik a projektcsapat számára, hogy korrigálja a folyamatokat, ha szükséges, és figyelemmel kísérvé a projekt előrehaladását vagy jelezze az esetleges anomáliákat [10].
- **Projekt lezárása:** A formális projektmenedzsment fontos szerepet játszik a projekt lezárásában is. Ez magában foglalja a dokumentáció és az eredmények rögzítését, az értékelést és a következtetések levonását a projekt sikere vagy kudarca alapján. A

projekt lezárása lehetővé teszi a projektcsapat számára, hogy megértse, mi működött és mi nem.

A szervezeteknek a jövőbeni növekedésük biztosítása érdekében kiemelt fontossággal kell kezelniük a kutatás-fejlesztési és innovációs (KFI) projekteket [11]. A KFI projektek nagyon fontosak lehetnek a szervezetek számára, mert képesek olyan új termékek és szolgáltatások létrehozására, amelyek segíthetnek a versenylőny megszerzésében. Emellett a KFI projektek segíthetnek a szervezeteknek az üzleti folyamatok hatékonyságának javításában és az ügyfélélmény növelésében. Ezért a szervezeteknek be kell építeniük a KFI projekteket a szervezeti stratégiájukba. A szervezeti stratégia célja, annak meghatározása, hogy a szervezet milyen módon tudja elérni az üzleti célokat. A KFI projektek beillesztése a szervezeti stratégiába lehetővé teszi a szervezetek számára, a hosszú távú célok elérését, így képesek kezelni az üzleti kihívásokat és lehetőségeket [12].

A projektek céljainak meghatározása során fontos figyelembe venni az eredmények fenntarthatóságát [13], [14], [15]. A projektek céljait úgy kell meghatározni, hogy hosszú távon hozzájáruljanak a társadalmi és gazdasági fejlődéshez. Majd a fenntarthatósági elemzés során fel kell mérni a projekt hatásait a társadalomra és a környezetre. Ez segít a projektek tervezésében és végrehajtásában, hogy a lehető legjobb hatást gyakorolják a környezetre és a társadalomra. A KFI projektek célja az új és hatékonyabb megoldások kifejlesztése, amelyek hosszú távon növelik a vállalkozások hatékonyságát és versenyképességét. Azonban a KFI projektek eredményei csak akkor lehetnek valóban sikeresek, ha azok fenntarthatóak. Az eredmények fenntarthatósága olyan fontos tényező, amely befolyásolja a projekt hosszú távú hatásait, élettartamát és meghatározza annak társadalmi, gazdasági és környezeti hatásait. A következőkben bemutatásra kerül, miért fontos az eredmények fenntarthatósága a KFI projektek sikere szempontjából [16].

- Hosszú távú hatások

Az eredmények fenntarthatósága biztosítja a KFI projekt hosszú távú hatásait. Az eredményeket fenntartható módon kell tervezni és kifejleszteni, hogy azok hosszú időn keresztül használhatóak legyenek. Ez lehetővé teszi a vállalkozások számára, hogy hosszú távon megtakarítsanak költségeket és növeljék a hatékonyságot.

- Gazdasági hatások

Az eredmények fenntarthatósága növeli a KFI projekt gazdasági hatásait. Az eredmények fenntarthatóak és időtállóak, így azok hosszú időn keresztül hasznosak maradnak a vállalkozások számára. Ez hosszú távú megtakarításokat eredményezhet, és növelheti a vállalkozások versenyképességét.

- Környezeti hatások

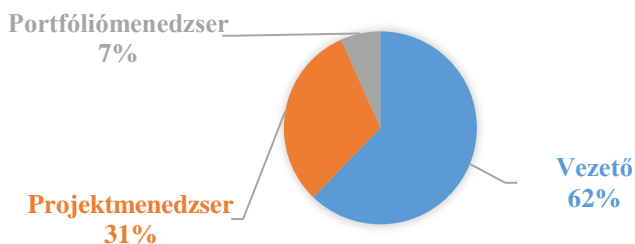
Az eredmények fenntarthatósága csökkenti a KFI projekt környezeti hatásait. A fenntartható megoldások általában kisebb ökológiai lábnyommal rendelkeznek, mint az egyéb megoldások. Az eredmények fenntartható kialakítása és fejlesztése lehetővé teszi a vállalkozások számára, hogy csökkentsék a környezetre gyakorolt hatásukat, ami elősegíti a fenntartható jövőképzés kialakítását. [17]

- Társadalmi hatások

Az eredmények fenntarthatósága pozitív társadalmi hatásokkal járhat. A fenntartható megoldások fejlesztése lehetővé teszi a vállalkozások számára, hogy támogassák a társadalom fejlődését.

3. Anyag és módszer

A tanulmányban bemutatott elemzés egy 2022-ben megvalósított kérdőíves megkérdezés eredményei, melynek során egy komplex kérdőív segítségével a szervezetek projekt-, program- és portfóliómenedzselési gyakorlatát, a kutatási, fejlesztési és innovációs tevékenységét, a KFI projektek menedzsmentjét mértük fel. A kutatás eredményként 180 darab előtesztelt, sztenderdizált kérdőív segítségével dolgozunk (eredetileg 211 darab kérdőívet kaptunk). A jelen tanulmányban a szervezetek KFI projektmenedzsmentjének aspektusait, a KFI eredmények egyes dimenzióit mutatjuk be a kitöltő pozíciója alapján. A felmérésben részt vevő vállalkozások inkább kis- és középvállalkozásnak minősülnek, így az ő esetükben vizsgáljuk meg a KFI projektmenedzsment helyzetét. Arra kértük a válaszadókat, hogy egy négyfokozatú skálán értékeljék a feltett állítást aszerint, hogy mennyire értenek egyet azzal. A skálán az 1-es érték a teljes egyet nem értést, a 4-es érték pedig a teljes egyértést mutatta. A minta összetételét az alábbi ábra mutatja:



1. ábra: A minta összetétele
 Forrás: saját kutatás, 2022, N = 180

4. Eredmények

A jelen kutatás során arra voltunk kíváncsiak, hogy a válaszadók pozíciójuktól függően hogyan értékelik az egyes kutatási, fejlesztési és innovációs projektekkal kapcsolatos menedzsmentbeli, és eredménybeli kérdéseket. Részletesen rákérdeztünk a KFI projektek menedzsmentjére, valamint az eredmény különböző dimenzióira. Egyértelműen látszik, hogy a válaszadó vezetők számára kiemelten fontos helyen szerepel az eredmény fenntarthatósága, hiszen ez az állítás kapta a legmagasabb értéket (2,494). Ezt követően szintén dobogós helyre tették a KFI projektek helyét a szervezeti stratégiába (2,289), valamint fontosnak tartják azt is, hogy kutatók és műszaki szakemberekkel hogy vezessék ezen projekteket (2,150). A lista legvégén az az állítás állt, amely inverz állításként került megfogalmazva miszerint a KFI eredményekhez elégséges a formális projektmenedzsment (1,633). Ezzel az állítással nem értettek egyet a válaszadók, ami kifejezetten jó, hiszen ez az ő eredmények valóságát támasztja alá. Hasonlóképpen inverz állításként kérdeztük meg azt is, hogy végezhető-e a KFI tevékenység projektmenedzsment nélkül is. Erre az állításra kapott átlag érték 1,878, ami szintén jónak mondható, hiszen ennek pontosan az ellenkezőjével értenek egyet a válaszadók. Hátulról a harmadik helyen a KFI projektek közötti szinergiák szerepeltek, amely a várhoz képest elég alacsony értéket kapott (1,917), valamint azzal sem értettek egyet a válaszadók, hogy eredményesebbé válnak a KFI projektek, hogyha azt kutatóintézzettel karöltve valósítják meg (1,978). Összességében elmondható, hogy a feltett állítások tekintetében a 2,5 átlag értéket egyetlen állításunk sem érte el, ami a válaszadók megosztottságára utal a minta tekintetében. Mindez azt sugallja, hogy szervezeti szinten a KFI tevékenységek a jövőben jelentősen erősítendőek kell, hogy legyenek az elvárt eredmények elérése érdekében.

1. táblázat: A feltett állítások átlagos megítélése és a válaszok szórása

	Átlag	Szórás
KFI tevékenység végezhető projektmenedzsment nélkül is.	1,878	1,327
Kutatók, műszaki szakemberek kell, hogy vezessék a KFI projekteket.	2,150	1,408
A KFI eredményekhez elégséges a formális projektmenedzsment.	1,633	1,268
A KFI eredmények jobbák, ha van formális KFI projektmenedzsment a szervezeten belül.	2,144	1,477
A KFI eredmények között lehet kihasználni szinergiákat, ha programként kezelik a KFI projekteket.	1,917	1,535
A szervezeti stratégiában helye van a KFI projekteknek.	2,289	1,470
A szervezeti stratégia hatékonyabban megvalósítható, ha KFI projektek is vannak a portfólióban.	2,106	1,500
A KFI projektek eredményesebbek, ha konzorciumban kutató szervezetekkel (egyetem, kutató intézet) valósulnak meg.]	2,050	1,579
A KFI projektek eredményesebbek, ha a kutató szervezetek (egyetem, kutató intézet) beszállítók a projektben.	1,978	1,502
A KFI projekt fontos sikertényezője az eredmény fenntarthatósága.	2,494	1,534

Forrás: saját kutatás, 2022, N = 180

A továbbiakban arra is kíváncsiak voltunk, hogy befolyásolja-e a kérdőívet kitöltő személy pozíciója az egyes állítások megítélését. Ennek érdekében varianciaanalízist végeztünk egyutas ANOVA módszerrel. A vizsgálat eredményeit az alábbi táblázat tartalmazza. Összességében elmondható, hogy a kitöltő pozíciója az állítások többségénél (70 százalékánál) befolyásolta annak megítélését a szignifikancia értéke alapján. Megállapítható az is, hogy az egyes csoportoktól származó átlagértékek arra utalnak, hogy a kitöltő projekt- és portfóliómenedzsment sokkal magasabb szintűre értékelték az egyes állításokat, szemben a kérdőívet kitöltő vezető pozícióban lévő személyekkel. Ez minden egyes állítás esetén igaz. A kapott eredmények alapján elmondható, hogy a vezetői pozícióban lévők nem látják a projektmenedzsment fontosságát és szerepét az innovációs projekteken kellően erősnek, nem értékelik annak fontosságát megfelelően. Ezen eredmények arra engednek következtetni, hogy a vezetés és a projektmenedzsment között nincs egyetértés a KFI projektek vezetése kapcsán. Mindezt a varianciaanalízis eredménye is megerősíti, amit a lenti táblázat mutat.

2. táblázat: A KFI projektmenedzsment egyes tényezőinek összefüggése a válaszadók pozíciójával

		Átlag	Szórás	F	Sig.
KFI tevékenység végezhető projektmenedzsment nélkül is.	Vezető	1,759	1,364	1,476	0,231
	Projektmenedzsment	2,018	1,286		
	Portfóliómenedzsment	2,333	1,073		
	Total	1,878	1,327		
Kutatók, műszaki szakemberek kell, hogy vezessék a KFI projekteket.	Vezető	1,884	1,450	6,007	0,003
	Projektmenedzsment	2,518	1,265		
	Portfóliómenedzsment	2,917	0,996		
	Total	2,150	1,408		
A KFI eredményekhez elégséges a formális projektmenedzsment.	Vezető	1,500	1,273	1,700	0,186
	Projektmenedzsment	1,875	1,294		
	Portfóliómenedzsment	1,750	0,965		
	Total	1,633	1,268		
A KFI eredmények jobbák, ha van formális KFI projektmenedzsment a szervezeten belül.	Vezető	1,786	1,448	11,063	0,000
	Projektmenedzsment	2,607	1,397		
	Portfóliómenedzsment	3,333	0,778		

		Átlag	Szórás	F	Sig.
	Total	2,144	1,477		
A KFI eredmények között lehet kihasználni szinergiákat, ha programként kezelik a KFI projekteket.	Vezető	1,607	1,479	6,976	0,001
	Projektmenedzser	2,339	1,505		
	Portfóliómenedzser	2,833	1,467		
	Total	1,917	1,535		
A szervezeti stratégiában helye van a KFI projekteknak.	Vezető	2,027	1,509	5,098	0,007
	Projektmenedzser	2,768	1,307		
	Portfóliómenedzser	2,500	1,314		
	Total	2,289	1,470		
A szervezeti stratégia hatékonyabban megvalósítható, ha KFI projektek is vannak a portfólióban.	Vezető	1,902	1,536	2,857	0,060
	Projektmenedzser	2,411	1,424		
	Portfóliómenedzser	2,583	1,240		
	Total	2,106	1,500		
A KFI projektek eredményesebbek, ha konzorciumban kutató szervezetekkel (egyetem, kutató intézet) valósulnak meg.]	Vezető	1,750	1,568	6,907	0,001
	Projektmenedzser	2,411	1,547		
	Portfóliómenedzser	3,167	0,937		
	Total	2,050	1,579		
A KFI projektek eredményesebbek, ha a kutató szervezetek (egyetem, kutató intézet) beszállítók a projektben.	Vezető	1,750	1,516	4,307	0,015
	Projektmenedzser	2,250	1,492		
	Portfóliómenedzser	2,833	0,835		
	Total	1,978	1,502		
A KFI projekt fontos sikertényezője az eredmény fenntarthatósága.	Vezető	2,170	1,570	8,576	0,000
	Projektmenedzser	2,893	1,397		
	Portfóliómenedzser	3,667	0,492		
	Total	2,494	1,534		

Forrás: saját kutatás, 2022, N = 180

5. Konklúziók

Összefoglalva jelen cikkünkben arra vállalkoztunk, hogy felmérjük a KFI projektek tudatos tervezését a szervezetek stratégiájában, valamint a KFI projektek formális projektmenedzsmentjét, amely lehetővé teszi a magasabb szintű stratégia tervszerű megvalósítását. Az innováció és a fejlesztés fontos tényezői a modern gazdaságnak, azonban az innováció eredményeinek fenntartása még fontosabb [18], [19]. A KFI projekteknél a fenntarthatóság fontos szerepet kell játsszon. Az eredmények fenntarthatósága nem csak a projektek hosszú távú értékének biztosítása, hanem az innovációk társadalmi és gazdasági hatásának maximalizálásához is [20], [21], [22] Az innovációk és a fejlesztések rendkívül fontosak a modern gazdaságban, de ha az eredmények csak rövid időre szólnak, akkor az innovációk által előidézett pozitív hatások korlátozottak lehetnek. A fenntarthatóság biztosítása hosszú távú értéket teremt, és az innovációk által előidézett hatásokat hosszú távon lehet maximalizálni (Varga, 2021)[23]. A kutatásunk eredménye egyértelműen azt mutatja, hogy a szervezetek ugyan ismerik és értékelik az innovációk szerepét, de annak operatív kérdéseibe még nem vonódtak be megfelelően. Az is bizonyítást nyert, hogy a KFI projekt- és programmenedzserek tökéletesen jól látják a KFI projektek fontosságát, magas szintűre értékelik annak eredmény- és sikerfaktorait, de jelentős disszonancia látható a vezetők és a menedzserek véleménye között. A kapott eredmények alapján érdemes a jövőben olyan ismeretbővítő akciókat indítani, mely ezen véleménykülönbség csökkentésére hivatott, az innovatív kezdeményezések meghonosítása, alkalmazása érdekében.

6. Hivatkozások

- [1] Varga, J., Csiszárík-Kocsir, Á. (2019b): The myth of high performance organization (hpo): the top priorities for building a more competitive company. *People: international journal of social sciences* 4 : 3 pp. 821-833. , 13 p.
- [2] Taques, F.H., López, M.G., Basso, L.F, Areal, N. (2021). “Indicators used to measure service innovation and manufacturing innovation”. *Journal of Innovation & Knowledge* 6 (1), 11-26
- [3] Domokos, B., Baracskaik, Z. (2022). On the other Side of Technology: Examining of Different Behavior Patterns with Artificial Intelligence. *Acta Polytechnica Hungarica*, Volume 19, Issue Number 2, pp. 67-83.
- [4] Varga, J., Csiszárík-Kocsir, Á. (2019a). Redefining the Role of Project Leader for Achieving a Better Project Result, *PM World Journal* 8 : 8 pp. 1-18. , 18 p.
- [5] Csiszér, T. (2022). Critical Failure Factors of Process Development by the Lean Office Methodology. *Acta Polytechnica Hungarica*, Volume 19, Issue Number 2, pp. 221-238.
- [6] Endres, H.; Huesig, S. (2022). “Digital Innovation Champions: Which Champions drive the Usage of Digital Innovation Management Systems and its Impact on New Product Development Performance”, *ICIS 2022 Proceedings*. 6. Paper Number 1627.
- [7] Rocha, A., Lima, R.M., Amorim, M., Romero, F., Cruz-Cunha, M. (2022). “Managing R&D and Innovation Projects: An Integrated Conceptual Model for Technology Transfer.” *International Journal of Innovation and Technology Management* 19 (08), Article No. 2250031
- [8] Ugonna, C.U., Ochieng, E.G., Zuofa, T. (2021). “Augmenting the delivery of public research and development projects in developing countries.” *Technological Forecasting and Social Change* 169, Article No. 120830
- [9] Asim, Z.; Sorooshian, S. (2022). “Supporting Management Disciplines for Research and Development in Public Organizations”, *Processes* 10, 2542
- [10] Juliana Hsuan Mikkola (2001). “Portfolio management of R&D projects: implications for innovation management”, *Technovation* 21 (7), 423-435
- [11] Varga, J., Csiszárík-Kocsir, Á. (2018): Understanding the innovation management system: The CEN/TS technical specification for a better innovation performance. *Journal of international scientific publication: economy and business* 12. pp. 294-302.
- [12] Csiszárík-Kocsir, Á. (2022). The Present and Future of Banking and New Financial Players in the Digital Space of the 21st Century. *Acta Polytechnica Hungarica*, Volume 19, Issue Number 8, pp. 143-160.
- [13] Aranyossy, M., Blaskovics, B. and Horváth, Á. A. (2018). How universal are IT project success and failure factors?: Evidence from Hungary. *Information Systems Management*, 46(5), pp. 66-78.
- [14] Blaskovics, B. (2016). Differences between managing projects in an SME and in a large company.', in: *Corporate governance: challenges and development*. Ljubljana: Slovenian Academy of Management, pp. 159-176.
- [15] Blaskovics, B. (2018). Aspects of Digital Project Management. *Dynamic Relationship Management Journal*, 7(2), pp. 25-37.

- [16] Ye, F., Jun Sun, J., Wang, Y., Nedjah, N., Bu, W. (2023). “A novel method for the performance evaluation of institutionalized collaborative innovation using an improved G1-CRITIC comprehensive evaluation model”. *J. of Innovation & Knowledge* 8 (1), Article No. 100289
- [17] Okunevičiūtė Neverauskienė, L., Danilevičienė, I., Tvaronavičienė, M. (2020). “Assessment of the factors influencing competitiveness fostering the country’s sustainability.” *Economic Research - Ekonomska Istraživanja* 33 (1), 1909-1924
- [18] P.Hamza, A. Yousaf , P. Dragan, M. Garai-Fodor, Á. Csiszárík-Kocsir (2022). Evaluation of critical risk factors in the implementation of modular construction. *PLOS ONE* 17 : 8 p. e0272448 , 18 p.
- [19] I.Aigner, M.Garai-Fodor, T.P.Szemere (2022, a). Singapore’s Journey as a Digit-all-ized and Innovative Smart Nation Toward Sustainability. In: Szakál, Anikó (szerk.) *IEEE 10th Jubilee International Conference on Computational Cybernetics and Cyber-Medical Systems ICC 2022*. Budapest, Magyarország : IEEE Hungary Section (2022) 401 p. pp. 259-264. , 6 p.
- [20] Jasińska-Biliczak, A. (2020). “Endogenous Innovation Potential: Regional SMEs’ Perspective in Emerging Economies”. *International J. of Economics & Business Administration* 8 (4), 435-449. DOI: 10.35808/ijeba/598
- [21] I.Aigner, M.Garai-Fodor, T.P.Szemere (2022,b): Singapore Once More: A Vital Alignment of Interests and Goals within the ASEAN Framework. In: Neszmélyi, György Iván; Kovács-Gergely, Marianna (szerk.) *The 55 years of ASEAN – Unity in diversity*. Budapest, Magyarország: Budapesti Gazdasági Egyetem (BGE) (2022) 171 p. pp. 69-99. ,
- [22] I.Aigner, M.Garai-Fodor, T.P.Szemere (2022,c): Singapore’s Multifaceted Management Strategy of Sustainable Benchmarking. In: Agnes, Csiszárík-Kocsir; Anett, Popovics; Pal, Feher-Polgar (szerk.) *XVII. FIKUSZ 2022 International Conference : Abstract Book*. Budapest, Magyarország: Óbudai Egyetem (2022) 71 p. pp. 64-64. ,
- [23] Varga, J. (2021). Defining the Economic Role and Benefits of Micro, Small and Medium-sized Enterprises in the 21st Century with a Systematic Review of the Literature. *Acta Polytechnica Hungarica*, Volume 18, Issue Number 11, pp. 209-228.



K340 Isodur szerszámacélok szövetszerkezete a hűlési viszonyok függvényében

The cooling condition effects on microstructure of K340 Isodur steels

¹Fábián Enikő Réka, ²Tóth László,

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag-Gyártástudományi Intézet. Budapest, Magyarország, fabian.reka@bgk.uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag-Gyártástudományi Intézet. Budapest, Magyarország, toth.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

Az elektrosalakosan gyártott Böhler K340 Isodur szerszámacél termékeket 1060°C-on való ausztenítést követő nitrogénnel való hűtés, majd nagy hőmérsékleten háromszor megeresztve vizsgáltuk. A masszív karbidok jellege hasonló volt a kisméretű és nagy méretű daraboknál is. A lassabban hűlő daraboknál martenzites szerkezetbe ágyazódott finom karbidkiválások finomabb szerkezetű töretfelületet és nagyobb keménységet eredményeztek, mint azt a gyorsabban hűlő daraboknál tapasztalhatunk.

Kulcs szavak: szerszámacél, karbidok, maradék ausztenit

Abstract

Böhler K340 Isodur tool steel products, manufactured by the electro-slag remelting (ESR) method, were studied after cooling with nitrogen after 1060°C austenitization and tempering three times at high temperature. The nature of the massive carbides was similar for each of the small and large size pieces. The fine carbide precipitates embedded in the martensitic structure of the slower cooling large pieces resulted in a finer fractured surface and higher hardness than the faster cooling small pieces.

Keywords: tool steel, carbides, retained austenit

1. Bevezetés

A szerszámacélok, gyorsacélok és különleges alapanyagok területén a Voestalpine a világ legjelentősebb gyártói közé tartozik. A cég által gyártott Böhler K340 Isodur acélt elektrosalakos átolvasztással gyártják, aminek köszönhetően ez az acél nagy tisztaságú, csekély a zárvány tartalma, és homogén szerkezetű. A hőkezeléskor is kiváló mérettartósságú Böhler K340 Isodur minőségű szerszámacélból gyártott termékek kiválóan polírozhatók, jó kopásállóságúak, különösen az adhéziós kopással szemben. Szívóssága és nyomószilárdsága kiváló. Nagyon jó megeresztésállósága, csekély és egyenletes a hőkezelési méretváltozás, illetve kiváló szikraforgácsolhatóság jellemzi az acélt [1]. A Böhler K340 ISODUR acél univerzálisan felhasználható hidegalakító acél, különösen alkalmas akár vastagabb lemezek vágó- és kivágószerszámainak (vágólapok és bélyegek). Számos esetben gyártanak belőle mélyhúzó szerszámot, folytatószerszámot, sajtoló szerszámot, hajlítószerszámot, menethengerlő szerszámot,

ipari és gépkéceket, hideghengerlő szerszámokat, érmeverő szerszámokat, famegmunkáló szerszámokat és esetenként gépelemeket is. A fenntartható technikák alkalmazásának ösztönzése érdekében a gépészetben és a gyártástechnológiában, valamint a termelékenység javítása, a termék élettartamának javítására és a gyártási költségek csökkentésére a szerszámköltségek nagyon fontos szempontok [2], [3].

A szerszámacéltermékek, szövetszerkezete, keménysége a hőkezelési paraméterektől függ [1], [4]. A szakirodalmi ajánlások az elért keménység tekintetében az 1 - 3 g-os teszt darabokkal felvett folyamatos lehülési diagramok jó kiindulás a hőkezelési paraméterek beállítása érdekében, de a valós daraboknál, főleg nagy méretű daraboknál nem egyforma a lehülés mértéke a darab felületén és a magban, a hűlési sebességeknek köszönhetően, így ezeknél a daraboknál például a mélyhűtés kiváló szemcsefinomító hatása [5-7] illetve a maradék ausztenit csökkentés [8-10] sem tud feltétlen érvényesülni a teljes darabban.

2. Anyagok és technológiák

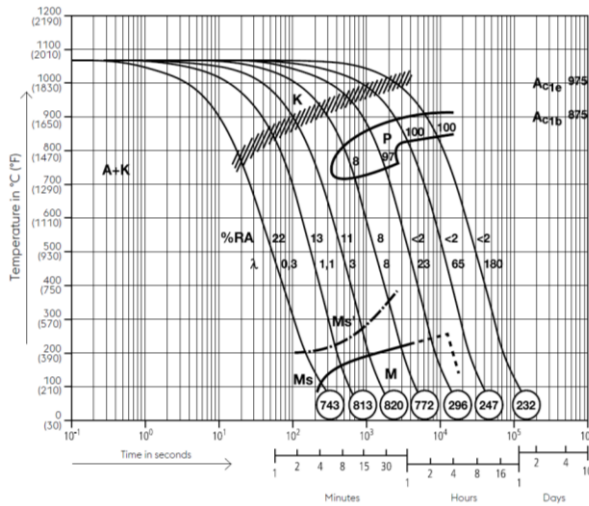
A Böhler K340 isodur anyagból készült termék keménységét erőteljesen befolyásolja az edzés előtti ausztenítésési hőmérséklet, illetve az ezt követő megeresztések [1].

Kísérleteinkhez használt acél vegyi összetételét (1. táblázat) a Hitachi PMP2 típusú hordozható spektrométerrel állapítottuk meg.

Table 2. táblázat A vizsgált acélminták vegyi összetétele

C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Mo (%)	V (%)
1,12	0,92	0,39	8,25	2,19	0,40

A hőkezeléseket az IU72/1F 2RV 60x60x40 cm hasznos méretű, akár 10 bar nitrogénnel dolgozó CP Schmetz típusú vákuum kemencében végeztük. A cél a folyamatos lehülési diagram alapján (1. ábra) a martenzites szövetszerkezet kialakulása volt.



1. ábra A Böhler K340 ISODUR acél folyamatos lehülési és átalakulási diagramja 30 percig tartó 1060°C-on való ausztenítésési követően [1]

A hőkezelés során Pt-PtRh termoelem segítségével mértük a kemence hőmérsékletét, illetve egy flexibilis Cr-CrNi termoelemmel mértük a munkadarab magjának a hőmérsékletét. A kísérleteket három különböző tömegű mintán végeztük (4 kg; 57 kg; illetve 80 kg). Az ausztenitesítési hőmérsékletre (1060°C) való hevítés vákuumban történt. Az ausztenitesítési hőmérsékletre való hevítéskor az A₁ illetve A₃ átalakulási hőmérsékletek alatt 650°C-on, illetve 850°C-on, valamint az ausztenitesítési hőmérsékleten (1060°C-on) hőkiegyenlítő lépcsőt alkalmaztunk. Az ausztenitesítési hőmérsékleten a hőkiegyenlítődé után még 25 perces hőtartást alkalmaztunk a homogén ausztenit kialakulása végett. A hűtést 7 bar nyomású nitrogén védőgázban végeztük miközben mértük a kemence, illetve a mag hőmérsékletét. A szekunder keményedés érdekében minden esetben háromszoros nagyhőmérsékletű megeresztést alkalmaztunk, az [1] alapján. A 80 kg-os szerszám



2. ábra A 80kg-os szerszám hőkezelési diagramja

hőkezelési diagramja a 2. ábrán látható.

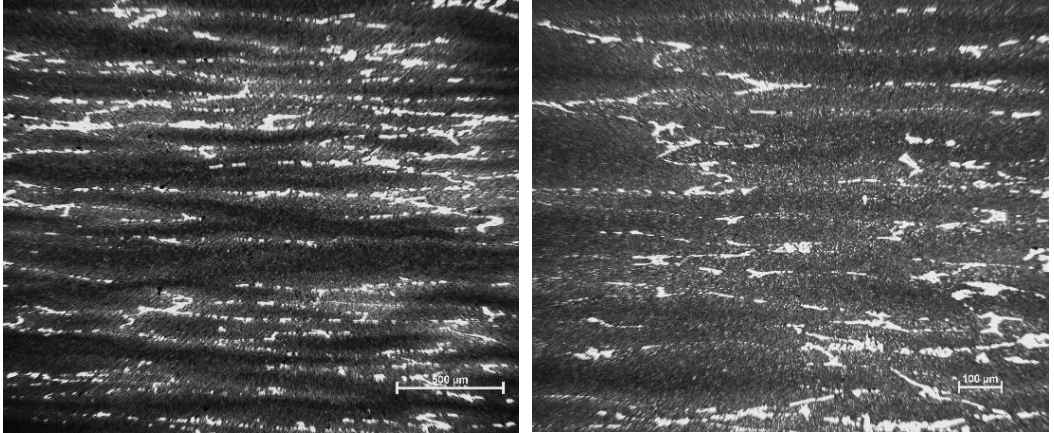
A minták szövetszerkezetét az Olympus DSX illetve Neophot 2 fénymikroszkópokon tanulmányoztuk, úgy polírozott mintáknál, mint nitálos maratást követően. A Charpy féle vizsgálat után a próbatestek törezeit Jeol 5310 pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk, míg a keménységméréseket egy ERNST típusú univerzális keménységmérő segítségével mértük.

Mindhárom munkadarab esetében a hűtési görbék alapján megállapítottuk a kemence és a mag közötti hőmérséklet különbség értékeit 1060°C-ról 50°C-ig való lehűtés esetében (2. táblázat).

1. táblázat Hűtési paraméterek és a hőmérséklet gradiens

Sor szám.	Darab, tömeg	Kemence hűtési idő 1060°C-ról 50°C-ra	Mag hűtési idő 1060°C-ról 50°C-ra	Hőmérséklet különbség
	kg	sec	sec	°C
1	4	420	480	60
2	57	660	1560	900
3	80	840	2160	1320

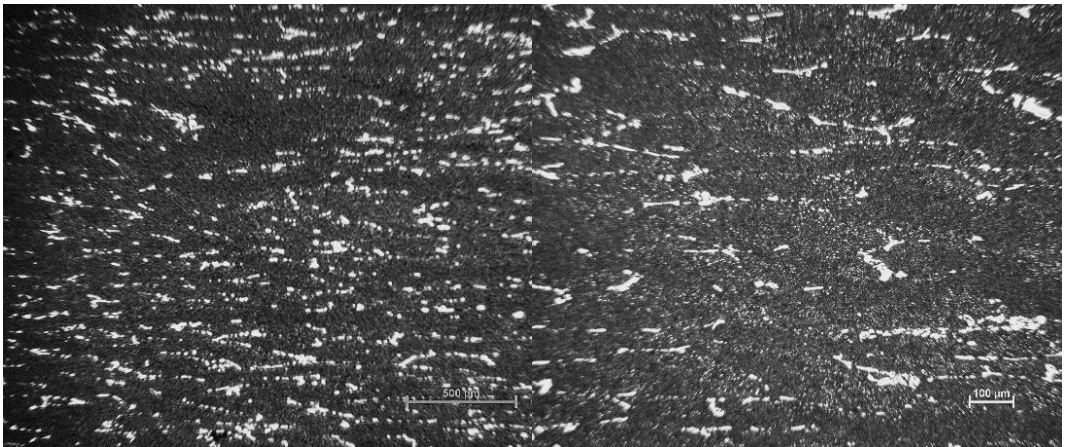
A 2%-os nitállal maratott minták fénymikroszkópos vizsgálatai alapján megállapítható, hogy a kisebb méretű darabban a karbid sorosság jobban kirajzolódik (3. ábra), míg a nagyobb tömegű darabban a masszív karbidok eloszlása egyenletesebb (4. ábra). A nagyobb felbontású képeken a maradék ausztenit is megkülönböztethető a finom szerkezetű megeresztett martenzit és a gömbszerű kis karbidok között, bár mértéke mindegyik mintánál kicsi (5. ábra).



a)

b)

3. ábra A masszív karbidok eloszlása az 1 jelű mintán a) $N=50\times$ b) $N=100\times$

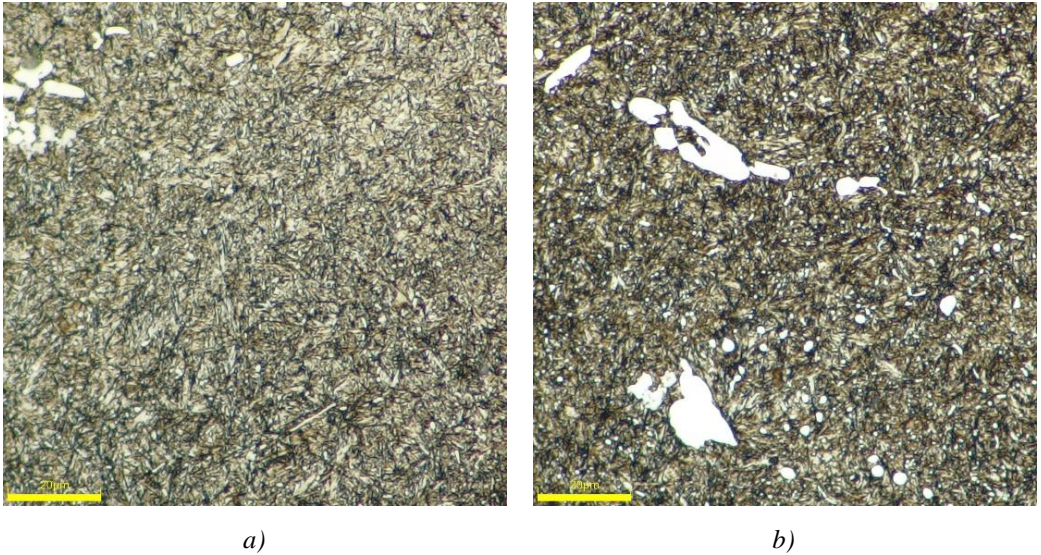


a)

b)

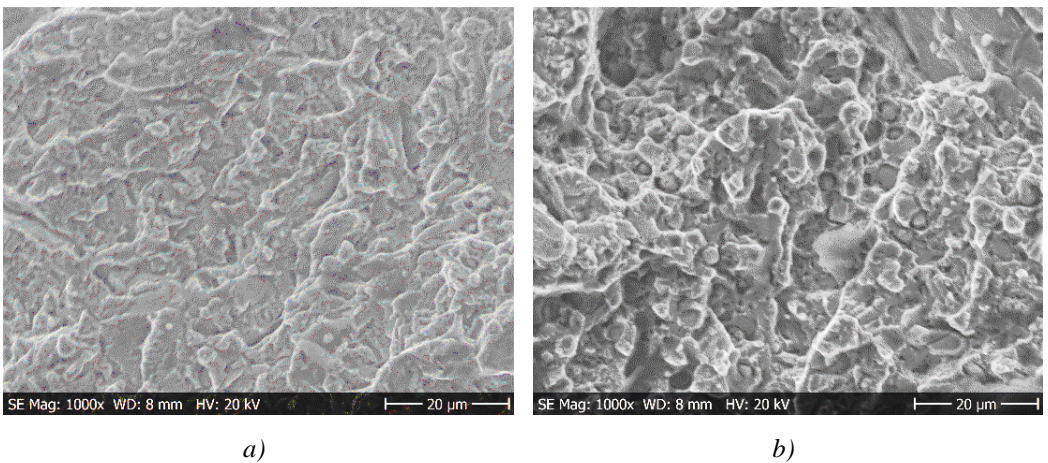
4. ábra A masszív karbidok eloszlása a 3 jelű mintán a) $N=50\times$ b) $N=100\times$

Ferde megvilágítású, nagyfelbontású felvételeken a megkülönböztethetők a szekunder karbidkiválások és a maradék ausztenit is a finomszerkezetű megeresztett martenzitben. Az ausztenit mennyisége a nagyobb mintában kevesebb, mint a kis méretűben, de szemmel láthatóan kevesebb, mint azt az 1. ábrán bemutatott folyamatos lehülési diagram alapján vártunk (~5 %), ami mindegyik mintánál a háromszoros nagyhőmérsékletű megeresztésnek köszönhető.



5. ábra Nagyfelbontású felvételek a mintadarabokról ferde megvilágításban a) 1. jelű minta b) 3. jelű minta

A mintadarabokkal hasonlóan hűtött Charpy féle próbatestek ütőmunkája kicsi (2-8 J), a kis minta a legridegebb, keménysége 61HRC, miközben leglassabban hűlt minta ütőmunkája 8 J , ugyanakkor keménysége 63 HRC. A töretek ridegek, de a gyorsabban hűlt minta törete durvaszerkezetű, a lassabban hűlt minta finomtöretű. A pásztázóelektronmikroszkópos vizsgálatoknál a finomtöretű mintáknál egyértelműen látszanak a finom, gömbszerű primerkarbidok megjelenése (6. ábra). Ez a karbidkiválás okozza a lassabb hűléskor az ausztenit szénttartalmának csökkenését és a martenzit kialakulásának kezdeti hőmérsékletének emelkedését, ami így már hűléskor kisebb maradék ausztenitet eredményez.



6. ábra SEM felvételek a mintadarabok töretéről a) 1. jelű minta b) 3. jelű minta

3. Következtetések

A gyorsabban hűlő, kisebb méretű darabban a karbidsorosság jobban kirajzolódott, míg a nagyobb tömegű darabban a masszív karbidok eloszlása egyenletesebb, és számos apró gömbszerű karbid is megjelent. A maradék ausztenit mennyisége a háromszoros nagy hőmérsékletű megeresztésnek köszönhetően nagyon kicsi, jóval kevesebb, mint azt az ausztenites tartományból való hűlés után várható. Bár mindegyik minta ridegen törik, a lassabban hűlő minta finomabb töretű, melyen finom gömbszerű primerkarbidkiválások SEM felvételeken megjelennek.

4. Hivatkozások

- [1] https://www.bohlersteels.co.uk/app/uploads/sites/92/2020/12/productdb/api/k340en_isodur.pdf
- [2] Ghosh, S., & Rao, P. V. (2015). Application of sustainable techniques in metal cutting for enhanced machinability: a review. *Journal of Cleaner Production*, 100, 17-34.
- [3] Jayal, A. D., Badurdeen, F., Dillon Jr, O. W., & Jawahir, I. S. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(3), 144-152.
- [4] Rausa, I., D'urica, J., Martinkovič, M., Čička, R., Pašák, M., & Jurči, P (2021). The influence of austenitizing temperature level on microstructure development in chromium ledeburitic tool steel.
- [5] Das, D., Dutta, A. K., & Ray, K. K. (2009). Correlation of microstructure with wear behaviour of deep cryogenically treated AISI D2 steel. *Wear*, 267(9-10), 1371-1380.
- [6] Fábián, E. R., Tóth, L., & Huszák, C. (2019). Examination of Heat Treatment on the Microstructure and Wear of Tool Steels. *Acta Materialia Transylvanica*, 2(2), 87-92.
- [7] Ray, K. K., & Das, D. (2017). Improved wear resistance of steels by cryotreatment: the current state of understanding. *Materials Science and Technology*, 33(3), 340-354.
- [8] Das, D., Sarkar, R., Dutta, A. K., & Ray, K. K. (2010). Influence of sub-zero treatments on fracture toughness of AISI D2 steel. *Materials Science and Engineering: A*, 528(2), 589-603.
- [9] Tóth L.; Fábián E.R., Pártl F. (2019). A 1.2379 minőségű szerszámacél szerkezeti átalakulásai különböző hőkezelési technológiák hatására, XXVIII. Hőkezelő és anyagtudomány a gépgyártásban országos konferencia és szakkiállítás külföldi résztvevőkkel, Balatonfüred 2018, Budapest: Gépipari Tudományos Egyesület, Hőkezelő Szakosztály, pp 212-217.
- [10] Tóth, L., & Fábián, R. (2019). The Effects of Quenching and Tempering Treatment on the Hardness and Microstructures of a Cold Work Steel. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, 4(1), 286-294.



Teljesítménymutatók, mint menedzsment döntéselőkészítő eszközök alkalmazása a nagyvállalati munkavédelemben

Performance Indicators as management decision support tools in the safety management of multinational companies

¹Faragó Ferenc

¹*Lotte Chemichal Magyarország Kft. Környe, Magyarország, farago.ferenc@uni-obuda.hu*

Összefoglalás

A munkavédelmi teljesítménymérés a közepes- és nagyvállalatok menedzsment gyakorlatának már jellemzően részévé vált, a teljesítmény mérésére és figyelemmel kísérésére kialakult módszerek azonban nem egységesek. Tanulmányunk célja a Magyarországon működő vállalatok munkavédelmi teljesítménymérési módszereinek felmérése, az alkalmazott eljárások azonosítása, főbb jellemzőik meghatározása. A vizsgálat kvalitatív kutatás módszerével, szakértői interjúk segítségével történt.

A kutatás eredményei alapján meghatározásra kerültek a vállalatok munkavédelmi teljesítménymérési gyakorlatának jellemzői, illetve különbségei, továbbá azon feltételezések, amelyekre alapozva a munkavédelmi teljesítmény mérése és a hatékonyság növelése érdekében alkalmazott módszerek további, részletes vizsgálata javasolt.

Kulcs szavak: teljesítménymérés, munkavédelmi teljesítmény, munkavédelmi szervezeti kultúra

Abstract

Occupational health and safety performance measurement has typically become part of the management practice of medium-sized and large companies. However, the methods developed for measuring and monitoring performance are not uniform. The aim of our study is to assess the occupational health and safety performance measurement methods of companies operating in Hungary, to identify the applied procedures, and to determine their main characteristics. The investigation was carried out using the qualitative research method with the help of expert interviews.

Based on the results of the research, the characteristics and differences of the occupational health and safety performance measurement practices of the companies were determined, as well as the assumptions based on which a further, detailed examination of the methods used to measure the occupational health and safety performance and increase efficiency is recommended.

Keywords: performance measurement, occupational safety performance, occupational safety organizational culture

1. Munkavédelmi teljesítmény és a teljesítmény nyomon követése

1.1 Munkavédelem

A szervezett munkavégzésre vonatkozó biztonsági és egészségügyi követelmények biztosítása – túl azon, hogy a munkáltatók jogszabály szerinti kötelezettsége – napjainkra már a fenntartható vállalati működés egyik meghatározó tényezője lett. A munkavédelem megfelelő menedzselése közvetlen pénzügyi előnyt jelent a vállalatoknak például a balesetekkel kapcsolatos költségek csökkentése révén, és kutatások igazolják, hogy a magas szintű biztonságmenedzsmenttel rendelkező vállalatok produktivitása javul [1]. A munkavédelem további előnyt is jelenthet a vállalat számára [2], hiszen a biztonságos, egészséges munkakörnyezet, a kiegyensúlyozott munkakörülmények hozzájárulnak a képzett munkaerő megszerzéséhez és megtartásához. A munkavédelmi menedzsment tehát versenyelőt jelent, ennél fogva a vállalat működése szempontjából sikertényező.

1.2 A vállalati teljesítménymérés

A vállalatok meghatározó folyamatainak figyelemmel kísérése és a teljesítmény mérése az eredményes vállalatvezetés alapvető eszköze. A vállalatok környezete jellemzően bonyolult, kapcsolatrendszerük pedig szerteágazó és kiterjedt. Az eredményes működés érdekében a cégeknek folyamatosan követniük kell érintetteik elvárásait és igényeit. Ennek eredményeképpen a vállalati folyamatok is összetettebbé váltak [3]. A vállalatok folyamatosan változó, összetett világában a döntéshozók számára a cég különböző egységeinek teljesítményét, illetve időbeni változásait mutatószámokkal leképzett adatok, úgynevezett kulcs-teljesítménymutatók teszik könnyen kezelhetővé.

A teljesítmény mérése:

- a cselekvés hatékonyságának és eredményességének mérési folyamata [4]
- a vállalati teljesítmény fejlesztésének eszköze [5]
- értékteremtő folyamatokat támogató gyakorlat [6]

A teljesítmény nyomon követése tehát a teljesítmény menedzselésének a feltétele.

A vállalati teljesítménymérés ugyanakkor döntéstámogató eszköz is. Számszerűsített, értékelhető információt biztosít az érintettek számára a vizsgált folyamatokról, azok eredményességéről, állapotáról és változásairól.

A teljesítménymérés célja tehát:

- a vállalat különböző szintjein szükséges döntésekhez a megfelelő információ szolgáltatása,
- a vállalati célok teljesítésének nyomon követése,
- az eredményesség értékelésének biztosítása,
- a működésre vonatkozó releváns információk "láthatóvá tétele", kommunikálása a vállalat érintettjei felé.

Neely és munkatársai [7] megfogalmazása szerint az üzleti teljesítménymérés feladata a megalapozott döntések, tevékenységek támogatása a múltbeli cselekvések hatékonyságának és eredményességének számszerűsítésével a megfelelő adatok gyűjtése, feldolgozása, rendszerezése, elemzése és értelmezése révén.

1.3 A munkavédelmi teljesítmény mérése

Modern vállalatvezetési módszerekkel a vállalatok működésének folyamatos nyomon követése tehát megoldott, a menedzsment naprakész információkkal rendelkezik a vállalat teljesítményéről. A korszerű vezetési eszközök ellenére a munkavédelem fejlesztésére irányuló tevékenység jellemzően utólagos: egy-egy esemény bekövetkezése és a kiváltó okok elemzése után hozott intézkedésekkel próbálják a hasonló balesetek ismétlődését megakadályozni. A munkavédelem alapját a kockázatértékelés jelenti, a célszerű intézkedésekhez az alapos kockázatértékelés biztosítja az alapot [8]. A vállalatokat jellemző összetett, folyamatosan változó gazdasági, technológiai környezetben ugyanakkor nagyon nehéz pusztán a kockázatértékelés szabványos módszereit alkalmazva a szervezet biztonsági szintjét növelni. Hiszen a kockázatértékelés pillanatnyi képet rajzol, emellett szükség lenne a hatékony megelőzést támogató további módszerekre is. Ebben segítséget nyújthat a munkavédelmi teljesítmény mérése és figyelemmel kísérése is, kiváltékp akkor, ha a gyűjtött adatok elemzése révén preventív intézkedések meghatározására is sor kerülhet.

A biztonság összetettsége miatt sok vita folyik arról, hogy mi a legjobb módja a munkavédelmi teljesítmény mérésének. Tipikus módja a „lemaradó” mutatók használata, amelyek a múlt eseményeit, például a megtörtént baleseteket mérik. A probléma az, hogy a szervezetek így a biztonság hiányát mérik, nem pedig annak jelenlétét, ez pedig nem ideális a fejlesztéshez. Az alacsony baleseti ráta nem garantálja a kockázatok ellenőrzését, és a balesetek megelőzését [9]. Helyes használat esetén a „vezető” mutatók, mint például a nem biztonságos helyzetek jelentése, lehetővé teszik a szervezetek számára, hogy azonosítsák és kijavítsák a hiányosságokat, mielőtt azok sérülést vagy kárt okoznának, és elősegítik a megelőzési kultúrát [10]. Tanulmányukban Zwetsloot és társai 14 vezető indikátort mutattak be, amelyek támogatják a prevenciókultúra kialakítását [11].

2. A kutatás és módszertana

A kutatás során célunk a munkavédelmi teljesítménymérés definíciójának meghatározása volt, illetve a Magyarországon működő vállalatok munkavédelmi teljesítménymérési gyakorlatának felmérése, a teljesítménymérésre alkalmazott módszerek azonosítása, az alkalmazott eljárások jellemzőinek meghatározása.

Kutatásunk célkitűzései alapján az alábbi kutatási kérdéseket fogalmaztuk meg:

K1: Hogyan jellemezhető a szervezet munkavédelmi teljesítménymérésre kialakult gyakorlata?

K2: Milyen mutatószámokat használnak a munkavédelmi teljesítmény mérésére és ezeket hogyan (miből) képzik?

K3: A teljesítménymérés során mennyire törekszik precíz adatgyűjtésre a vállalat? Van olyan esemény, amely nem kerül be az értékelésbe (bejelentésre nem kötelezett baleset, kvázi balesetek stb.)?

K4: Irányítási rendszert működtetnek-e? Ha igen, melye(ke)t (MIR, KIR, MEBIR, egyéb)? A munkavédelmi teljesítménymérési folyamat hogyan jelenik meg a vállalat irányítási rendszerében?

K5: Integrált teljesítménymérés és –értékelés történik a vállalatnál, vagy az egyes szakterületek csak a saját mutatószámukat követik nyomon?

K6: Mi a munkavédelmi teljesítménymérés feladata?

A vállalatirányítás területén végzett kvantitatív kutatások eredményei csak a kulcs teljesítménymutatókban megjelenő számszerű információkat rögzítik, de nem adnak lehetőséget a problémák, a folyamatok, a szervezeti és munkavállalói (individuális) viselkedés mélyebb megértéséhez [12][13][14]. Ennek kiküszöbölése érdekében kvalitatív kutatási módszerrel történő vizsgálatot láttunk szükségesnek a vállalati teljesítménymérést befolyásoló szervezeti folyamatok és emberi jelenségek interakciók megismerésére, az attitűdök, illetve az alkalmazott eljárások

összegyűjtése és elemzése érdekében. Lampek és Horváthné [15] szerint a kvalitatív vizsgálatok lehetőséget biztosítanak a kutatott terület alapos, mélyreható felmérésére és „általában kis mintát alkalmaznak, melyekben nem cél a reprezentativitás”. A kvalitatív kutatás egyik lényeges feladata az egyéni jellegzetességek kidomborítása [12].

Félig strukturált interjú elvégzése mellett döntöttünk. Kovács Interjú módszerek és technikák című fejezetében [16] leírtak szerint az ilyen mélyinterjú beszélgetés légköre nyitott, támogató, manipulációmentes [12]. Mint Kelemen rámutat: Seidman [17] szerint az interjúkészítés célja, hogy megértsük mások tapasztalatait és azt, ahogyan e tapasztalatokat értelmezik [12]. A kutatás során a vállalatoknál alkalmazott teljesítménymérési eljárások megismerése érdekében szakértői interjúkat alkalmaztunk. A munkavédelmi teljesítménymérési eljárás folyamatait ismerő és alkalmazó, illetve az adatokért felelős személyek jellemzően a vállalatok munkavédelmi szakemberei, illetve az adott terület vezetői. Ennek megfelelően a kutatást a szakterületek vezetőivel (munkavédelmi, illetve EHS menedzserek) folytattuk le.

A mintába kerülés feltételeként közepes- és nagyvállalati méretet határoztunk meg. A munkavédelmi teljesítménymérést nyolc mélyinterjú alapján vizsgáltuk 2021-ben és további négy mélyinterjúval 2022-ben. A kutatásban három fővárosi és kilenc vidéki telephellyel működő vállalat munkavédelmi vezetője vett részt. Az interjúk elemzésére tudományos analitikai módszereket, a beszámolók tartalomelemzését és grounded theory módszert alkalmaztunk, „mely vegyes módszertannak is megfeleltethető” [18]. Az alkalmazott kvalitatív adatelemzési eljárások biztosítják a kutatás tudományos alátámasztottságát [12], [13].

A koronavírus járvány terjedésének megakadályozása érdekében, a vizsgálatok kezdetén nem volt lehetséges a megkeresett interjúalanyokkal történő személyes találkozó. A vállalatok pandémiás intézkedési tervei a lehetséges kontaktok csökkentésének érdekében a külső partnerekkel, látogatókkal való személyes kapcsolatokat korlátozták. A járványügyi helyzetre való tekintettel 2021-ben az interjúk online zajlottak, Skype, illetve Microsoft Teams felületen keresztül, videó beszélgetés formájában. 2022-ben személyes találkozók során zajlottak az interjúk.

A teljesítménymérés céljának megfogalmazásához szakirodalmi elemzést alkalmaztunk.

3. A kutatás eredményei

Neely és munkatársai [7] teljesítménymérésre vonatkozó kutatásainak tükrében a munkavédelmi teljesítménymérés feladatát ekképpen definiálhatjuk: a vállalat munkavédelmi stratégiai céljainak meghatározásához szükséges információk biztosítása, a célok elérése érdekében hozott szervezési és műszaki intézkedések eredményességének nyomon követése és értékelése, valamint mindezen információk rendszerezése és megosztása az érintettekkel a munkavédelmi teljesítmény további javítása érdekében.

A kvalitatív kutatás eredményeinek összegzése alapján megállapítható, hogy a vállalatok teljesítménymérési gyakorlatába beépült a munkavédelemmel kapcsolatos teljesítmény mérése. A vizsgált vállalatok különböző stratégiák szerint, de nyomon követik a munkavédelmi teljesítmény alakulását.

A munkavédelmi teljesítményméréshez az adatgyűjtés folyamatosan, a nyomon követés jellemzően havi gyakorisággal történik. A folyamatosság azt jelenti, hogy a belső eljárásoknak megfelelően a munkavédelemmel foglalkozó szakemberek a balesetekről azonnal értesítést kapnak. A szükséges intézkedéseket (elsősegély, balesetvizsgálat stb.) követően a baleset tényét és adatait a vállalati eljárás szerint regisztrálják. Az adatbázis alapján készítik el a vezetők számára a jelentéseket – ez a nyomon követés és teljesítményértékelés alapja. A vizsgált vállalatoknál a környezetvédelmi és munkavédelmi (EHS vagy SHE) felelős, vagy -osztály feladata az adatgyűjtés és a menedzsment felé történő jelentés. A balesetek kivizsgálását követő adatrögzítés eredményeit

heti vezetői, illetve havi és éves felsővezetői nyomon követés során ellenőrzik a vezetők.

A teljesítménymérésre használt adatok és mutatószámok tekintetében nincs egységes gyakorlat. A munkavédelmi teljesítmény mérésére különböző teljesítménymutatókat használnak a vállalatok.

1. táblázat A leggyakrabban alkalmazott mutatószámok

Alkalmazott mutatószám	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Baleset (esetszám)	+	+	+		+	+				+	+	
Bejelentés köteles baleset				+			+	+	+			+
Kiesett munkaórák száma	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Foglalkozási megbetegedések	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kvázi balesetek száma	+	+	+		+	+	+	+		+	+	+
Veszélyes helyzetek	+		+	+			+	+	+	+		
Munkavédelmi oktatások	+		+	+					+	+		
Munkavédelmi auditok száma	+		+	+					+	+		
Baleseti gyakoriság	+	+		+		+	+	+				
EHS ráfordítás					+					+		

Általánosan, minden vizsgált vállalat esetében előforduló adat a baleseti esetszám (súlyosság szerint), illetve a kiesett munkaidő (óra). Ezek a lagging indikátorok a már bekövetkezett esetekre utalnak és minden vizsgált vállalat gyakorlatában előfordultak. A vizsgált vállalatok esetében a foglalkozási megbetegedések nyomon követése a baleseti eseményekhez hasonlóan történik.

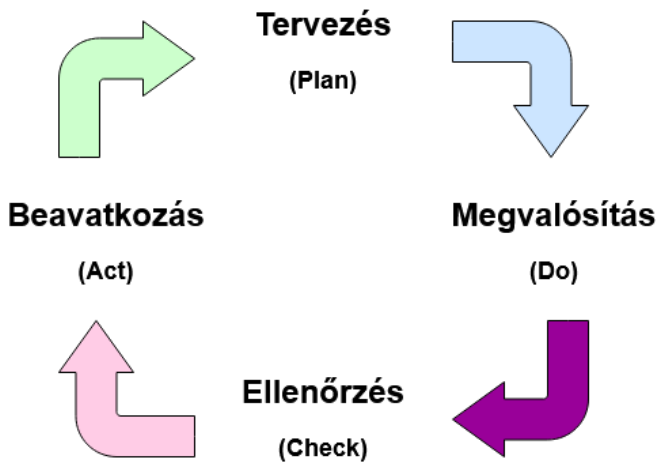
Jellemző a kvázi baleset szám, illetve a veszélyes helyzetek számának mérése. E két mutató leading, vagyis vezető indikátor, melyek tulajdonképpen előre jelzik a kockázatokat. Az, hogy egyre több vállalat követi nyomon a kvázi baleseteket (angolul: near miss), azt jelzi, hogy hangsúlyt kap a proaktív, megelőző szemlélet. Ezt igazolja az is, hogy a vizsgált vállalatok esetében a kvázi balesetek bejelentési rendszere, illetve az erre vonatkozó eljárás kidolgozott, a munkavállalókat a bejelentésre motiválják.

Öt vállalat esetében előfordult még a tréningek és auditok számának mérése is. Ezek szintén vezető mutatók, melyek a megelőzés érdekében tett erőfeszítéseket és ezek eredményeit mérik.

A teljesítményméréshez szükséges adatokat a leggyakrabban valamilyen táblázatkezelő szoftver segítségével rögzítik, de az Excel alapú adatgyűjtés mellett a nagyobb multinacionális cégeknél már jellemző a több bemenetes adatgyűjtést, részletes analitikát támogató szoftveres környezet alkalmazása is. Ez utóbbi jelentős előnye, hogy a munkavállalók számára azonnali bejelentési lehetőséget nyújt, biztosítja a munkavédelmi osztállyal a közvetlen kapcsolatot. A munkavállalók, illetve a területi vezetők a szoftver segítségével rögzíthetik a baleseteket, a kvázi baleseteket, illetve az észlelt kockázatokat a rendszerbe. A bejelentett események az érintett szakemberek és vezetők számára azonnal láthatóvá válnak. Fontos, hogy az események kezelésének lépéseiről is értesítést kapnak az érintettek, így az intézkedések folyamatosan és egyszerűen nyomon követhetők. A szoftverek lehetővé teszik jelentések és részletes analitikák, riportok, statisztikák elkészítését is. Célszoftver alkalmazása egyszerűvé teszi az események bejelentését, másrészt lehetőséget biztosít a munkavédelmi szakembereknek arra, hogy az adatokat részletesen elemezzék és meghatározzák a leggyakrabban előforduló eseteket, illetve azokat a munkahelyeket, ahol legsűrűbben történnek események. Jó példa erre az SAP vállalatirányítási rendszer egyedi igény szerinti kibővítése a kutatásban részt vevő egyik nagyvállalat esetében, illetve az Ideagen vállalat „Safety management system” nevű szoftverének használata egy másik nagyvállalatnál. A kutatásba bevont vállalatok közül négy használt célszoftvert a munkavédelmi esetek rögzítésére és analitikájára.

A vizsgálatba bevont vállalatok mindegyike foglalkozik a munkavédelmi teljesítmény mérésével és nyomon követésével. Vizsgálatunk során elemeztük, hogy a munkavédelmi teljesítménymérés hogyan épül be a vállalati teljesítménymérési folyamatba: önállóan vagy irányítási rendszer keretén belül működik-e? A vizsgált vállalatoknál jellemző az integrált teljesítménymérés, tehát a munkavédelmi teljesítmény mérése a vállalati teljesítménymérésbe beágyazódott. Ez azért lényeges, mert a vállalati teljesítménymérés szerves részeként nagyobb vezetői figyelmet kap a munkavédelmi teljesítménymérés. A biztonság így könnyebben integrálódik a munkavállalók mindennapjaiba is. A vállalatvezetők a teljesítmény javítása érdekében célokat határoznak meg és erőforrásokat rendelnek hozzá. A vállalatok teljesítménymérésének szerves részévé vált a munkavédelmi teljesítmény mérése és nyomon követése. Eltérő mutatószámok alkalmazásával, de a cégek figyelemmel kísérik a munkavédelmi teljesítményt.

A teljesítménymérés a különböző szervezeti egységek (munkavédelem, termelés, humán-erőforrás, stb.) tekintetében hasonlóan zajlanak és követik a Plan – Do – Check – Act (PDCA) elvet (1. ábra): az anyavállalat vagy a felsővezetés tűzi ki a célokat, az adott terület szakemberei pedig meghatározzák a célok elérése érdekében szükséges intézkedéseket és a költségvetést. A vállalat vezetése dönt a költségekről. Az intézkedések bevezetése és az eredmények mérése az adott terület vezetőinek és szakembereinek feladata. A nyomon követés az adott osztályon belül folyamatosan történik, a felsővezetés felé jellemzően havi rendszerességgel, az anyacég felé pedig évente.



1. ábra A teljesítmény nyomon követésének folyamata (PDCA-ciklus)

A vállalatok szervezeti egységei teljesítményük figyelemmel kísérését önállóan, egymástól függetlenül végzik. Három vállalat esetében a területvezetők közös értekezleten mutatják be az irányításuk alá tartozó szervezeti egységek teljesítményének alakulását, a többi esetben külön történik a jelentés. Egy esetben sem számoltak be a megkérdezett szakemberek arról, hogy a teljesítménymutatók egymásra hatását vizsgálták volna.

A munkavédelmi teljesítménymérés esetében fontos kihangsúlyozni, hogy a balesetmentességre való törekvés, mint teljesítmény cél megszűnt. A nulla baleset koncepciója korábban jellemző volt, de az interjúk során hangsúlyozták a szakemberek, hogy a balesetmentességi bónuszrendszert megszüntették, mert az ellenérdekelte tette a munkavállalókat. A zéró balesetet ösztönző folyamatok kontraproduktívak – a balesetmentesség bónuszt jelent, ez pedig az esetek eltitkolását, aluljelentését generálja. A vizsgált vállalatoknál nincs tehát balesetmentességre törekvés, baleseti mutatóhoz kötött ellenérdekeltség. A szakemberek szerint a teljesítményméréshez használt mutatók

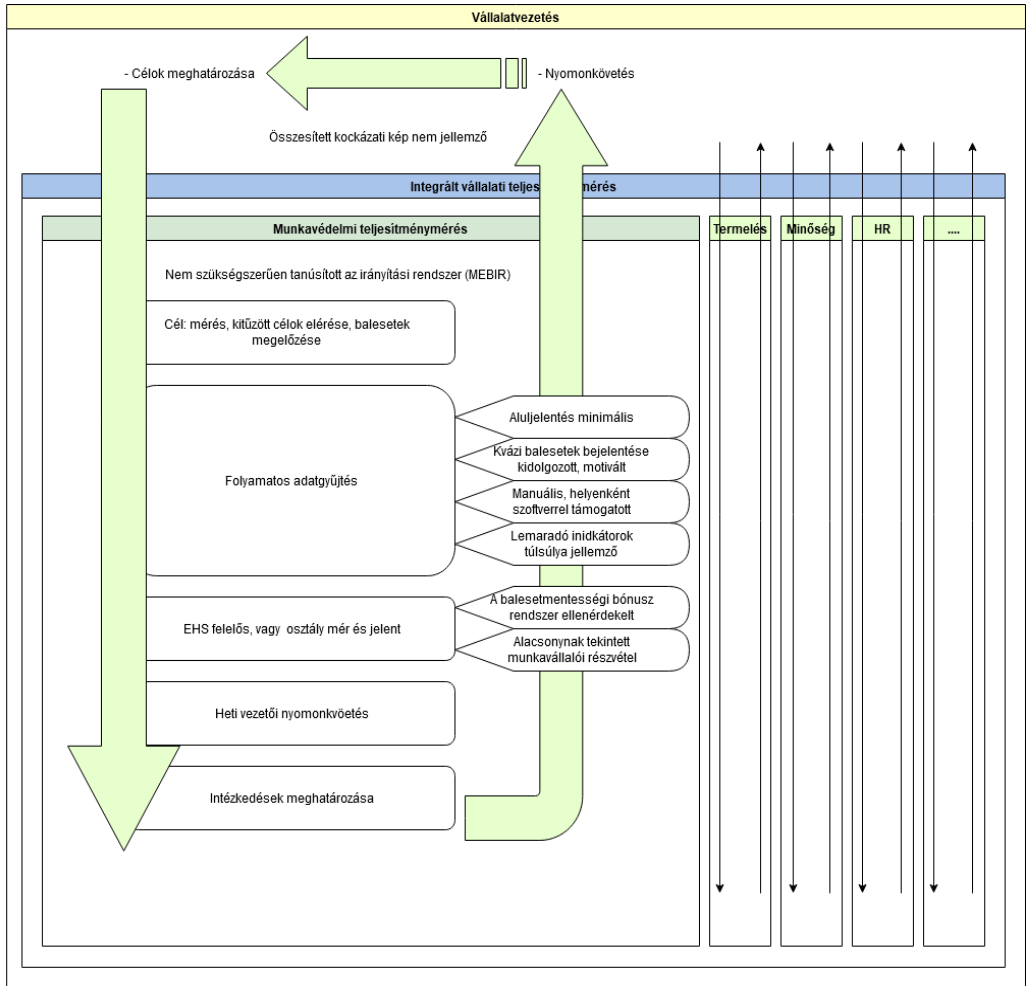
esetében az aluljelentés így minimális. A balesetek jelentése minden megkérdozettnél ösztönzött, az eltitkolás szankcionált, bejelentett baleset miatti szankció nincs. A cégek elszakadtak tehát a nulla baleset szemlélettől, a balesetmentességre törekvéstől, felismerve, hogy a balesetmentességre való ösztönzés a munkavédelmi teljesítmény szempontjából kontraproduktív, a nulla baleset víziója a balesetek eltitkolásával járhat. A munkavédelmi teljesítménymenedzsment gyakorlatában jóval nagyobb fontosságot kap a balesetek tényleges bejelentése és kivizsgálása, mint korábban.

A kockázatértékelés módszertana jól ismert a gazdasági és egyéb területeken. A munkavédelmi intézkedések alapját is a kockázatértékelés képezi. A kockázatértékelések általában az adott szakterületek vezetői számára biztosítanak lényeges információkat. Az összesített kockázati kép ugyanakkor a felsővezetés számára szolgáltató döntéseket megalapozó adatokat. Összesített kockázati térkép, tehát a vállalat különböző működési területén jelentkező kockázatokat egyesítő elemzés a vizsgálatban részt vevő vállalatok esetében nem volt jellemző. A minden szakterületre (gazdasági, humán, politikai, jogi, munkavédelmi stb.) kiterjedő kockázatértékelés egyedül a több piacon, több országban jelen lévő cégnél jellemző.

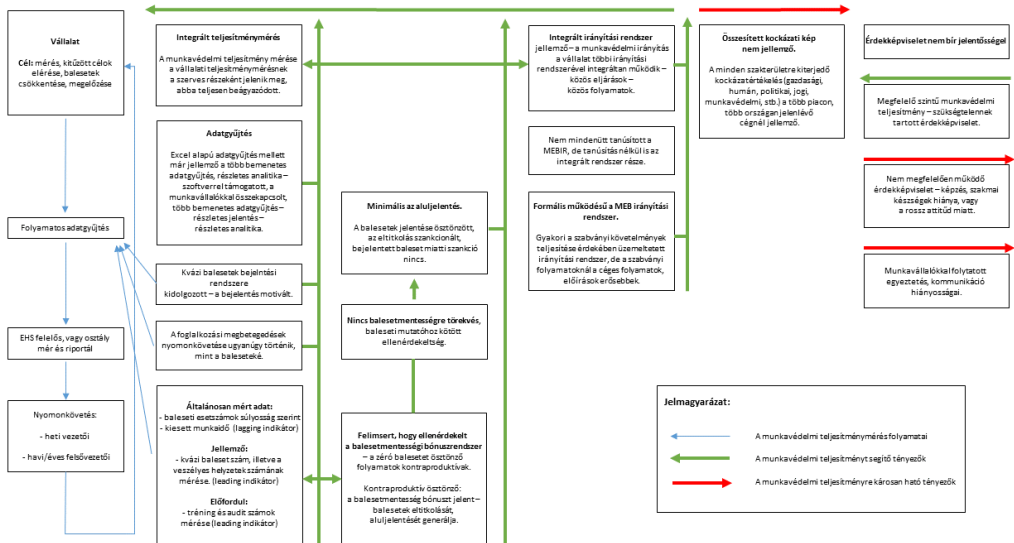
A Munkahelyi egészségvédelem és biztonság irányítási rendszerek (OHSAS, MEBIR) működését az elemzésben résztvevő vállalatok formálisnak tartják. Ennek magyarázata, hogy a szabványi követelmények teljesítése érdekében üzemeltetett irányítási rendszer követelményeinél, a szabványi folyamatoknál a céges folyamatok, előírások a legtöbb esetben erősebbek, magasabb elvárásokat támasztanak. Nem hagyhatjuk azonban figyelmen kívül az irányítási rendszereket, mivel ezek megadják a teljesítménymérés keretrendszerét. A legtöbb esetben integrált irányítási rendszer működik, vagyis a munkavédelmi irányítás a vállalat további irányítási rendszereivel (pl. minőségirányítási rendszer, környezetközpontú irányítási rendszer stb.) integráltan működik. Az integrált irányítási rendszerben a főbb eljárások és folyamatok közös, csakúgy, mint a különböző szakterületek teljesítményének mérésére és a teljesítmény nyomon követésére vonatkozó szabályozások. Bizonyos elemek szakterületenként specifikusak, egyediek. A MEBIR a vizsgálatba bevont vállalatok nem mindegyikénél volt tanúsított (külső szervezet által ellenőrzött és értékelt), de így is az integrált rendszer része.

Az irányítási rendszerek háttere tehát nem jelent feltétlenül hozzáadott értéket, formális jellegűvé válnak a cégek erősebb szabályozása miatt. Szerepük a teljesítménymenedzsment szempontjából (figyelemmel kísérés és fejlesztés) bír jelentőséggel.

A teljesítménymérés modelljét a 2. ábrán, a teljesítménymérésre és a munkavédelmi kultúrára ható folyamatok kölcsönhatásait a 3. ábrán vázoltuk.



2. ábra A teljesítménymérés és nyomon követés folyamata



3. ábra A munkavédelmi teljesítménymérés kölcsönhatása

4. Konklúzió

Vizsgálatunk eredménye alapján megállapítottuk, hogy a Magyarországon működő vizsgált közép- és nagyvállalatoknál a munkavédelmi teljesítménymérés a vállalati teljesítménymérési eljárások részévé vált. A teljesítmény nyomon követése és javítása a kontrollciklus ismétlődő, négylépéses menedzsment módszere (PDCA-ciklus) alapján történik. A célok kitűzése a vállalatcsoport, vagy a felsővezetés által történik, a teljesítésért és a visszacsatolásért a szervezeti egységek vezetői és munkatársai a felelősek.

A munkavédelmi teljesítmény mérésére alkalmazott teljesítménymutatók eltérőek. A lemaradó mutatók mellett megjelennek már vezető indikátorok is, amelyek a megelőzésre való törekvést tükrözik. A KPI-ok kiválasztására vonatkozóan nem találtunk elvet vagy koncepciót a vizsgálat során, a hazai vállalatok munkavédelemért felelős munkatársai azokat a mutatószámokat használják, amelyeket számukra meghatározott a cégcsoport, vagy az adott vállalat vezetése. Annak ellenére, hogy a további mutatók használata nem tiltott, nem bővítik a teljesítménymérésbe bevont teljesítménymutatók körét. Nem jellemző továbbá az sem, hogy a vállalati célokat a kisebb szervezeti, vagy működési egységekre lebontva is megfogalmazzák. Így a módszerben rejlő lehetőségeket csak részben használják ki.

Minden szervezeti egység nyomon követi a teljesítményét, de a különböző szervezeti egységek folyamatainak változásából eredő kölcsönhatások elemzése nem történik meg. A vállalat nem tekinthető önálló szervezeti egységei összességének. A különböző osztályok nem egymástól függetlenül működnek, döntéseik, folyamataik változásai kihatással vannak a többi osztály folyamataira. A folyamatváltozások egymásra hatásának vizsgálata hasznos információt szolgáltat a szervezetben működő kölcsönhatásokról.

A kutatás kiterjesztésével célszerű a munkavédelmi teljesítménymérés gyakorlatának szélesebb körű felmérése a jellemző vállalati nagyságrendek és a működtetett eljárások meghatározása érdekében. További kutatások segítségével javasolt a munkavédelmi teljesítmény mérésére

alkalmazott mutatószámok, továbbá a teljesítménymutatók kiválasztási módszereinek vizsgálata.

A kutatás kibővítése szükséges annak vizsgálatára, hogy a munkavédelmi teljesítménymérés gyakorlata, az alkalmazott kulcs teljesítménymutatók hogyan függenek össze a vállalati munkavédelmi stratégiában megfogalmazott célkitűzésekkel. A stratégia függvényében kerülnek meghatározásra a mutatószámok, vagy attól függetlenül? Felsővezetői interjúk segítségével célszerű megvizsgálni azt, hogy a vállalati teljesítménymérés milyen módon segíti elő a megfelelő vezetői döntéseket?

Javasolt továbbá a megelőzés érdekében kialakított módszertanok vizsgálata és eredményesség szempontjából történő értékelése. Célszerű a vállalatok különböző szervezeti egységei által nyomon követett kulcs teljesítménymutatók együttes vizsgálatát is elvégezni, hogy megállapíthatók legyenek azok az összefüggések, amelyek a baleseti kockázatok növekedésére utalhatnak és így előrejelzésre alkalmasak lehetnek.

5. Összefoglalás

Jelen kutatás célja a Magyarországon működő közép- és munkavédelmi teljesítménymérési gyakorlatának felmérése, a teljesítménymérésre alkalmazott módszerek azonosítása, az alkalmazott eljárások főbb jellemzőinek meghatározása volt. A kvalitatív kutatás eredményei rámutattak arra, hogy a munkavédelmi teljesítménymérés a menedzsment eljárások részévé vált. Az alkalmazott teljesítménymutatók és stratégiák különbözőek, de az elérni kívánt cél hasonló: a balesetek csökkentése, illetve megelőzése.

Az a tény, hogy a munkavédelmi teljesítmény növelése a vállalati törekvések eleme lett, a problémakör részletes vizsgálatára sarkall. Meghatároztuk a további lehetséges kutatási irányokat és javaslatot tettünk a kutatás kibővítésére.

6. Hivatkozások

- [1] O'Toole, M. (2002). The relationship between employees' perceptions of safety and organizational culture. *Journal of safety research*, 33(2), 231-243.
- [2] Beatriz, F., Jose, M. P., & Camilo, J. (2009). Relation between occupation safety management and firm performance. *Safety science*, 47, 980-991.
- [3] Sajtos, L. (2006). A vállalati marketingteljesítmény értékelésének többdimenziós megközelítése és alkalmazása a Magyarországon működő vállalatok körében (Doctoral dissertation, Budapesti Corvinus Egyetem).
- [4] Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (2005). Performance measurement system design: A literature review and research agenda. *International journal of operations & production management*, 25(12), 1228-1263.
- [5] Wimmer, Á. (2004). *Teljesítménymérés: az üzleti kapcsolatok értékelése, fejlesztése, menedzsmentje*-----Its title in English: *Performance measurement: evaluation, development and management of business relationships*.
- [6] Wimmer, Á. (2000). "A vállalati teljesítménymérés az értékteremtés szolgálatában A működési és a pénzügyi teljesítmény kapcsolatának vizsgálata," Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem.
- [7] Neely, A. D., Adams, C., & Kennerley, M. (2002). *The performance prism: The scorecard for measuring and managing business success* (pp. 159-160). London: Prentice Hall Financial Times.
- [8] Szabó, G. (2020). A munkavédelmi kockázatkezelés sajátosságai. *Bánki Közlemények*

- (Bánki Reports), 3(1), 5-12.
- [9] Arezes, P. M., & Sérgio Miguel, A. (2003). The role of safety culture in safety performance measurement. *Measuring business excellence*, 7(4), 20-28.
- [10] Sinelnikov, S., Inouye, J., & Kerper, S. (2015). Using leading indicators to measure occupational health and safety performance. *Safety science*, 72, 240-248.
- [11] Zwetsloot, G., Leka, S., Kines, P., & Jain, A. (2020). Vision zero: Developing proactive leading indicators for safety, health and wellbeing at work. *Safety Science*, 130, 104890.
- [12] Kelemen-Erdős, A., & Ariel, Z. M. (2017). Tematikus szolgáltatásélmény art-és romkocsmakörnyezetben. *Turisztikai és Vidékfejlesztési Tanulmányok*, 2(3).
- [13] Kelemen-Erdős, A., & Molnár, A. (2019). Cooperation or conflict? The nature of the collaboration of Marketing and Sales organizational units. *Economics and culture*, 16(1), 58-69.
- [14] Kelemen-Erdős, A. (2019). Dead-end development or real progress? Paradigm shift initiatives in marketing theory. In XV International May Conference on Strategic Management IMCSM19 May (Vol. 24, No. 26, p. 2019).
- [15] Boncz, I. (2015). Kutatásmódszertani alapismeretek. Pécs, Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, 290 p.
- [16] Margit, F. (2006). Kvalitatív módszerek az empirikus társadalom és kultúrakutatásban.
- [17] Seidman, I. (2002). Az interjú mint kvalitatív kutatási módszer Műszak Könyvkiadó.
- [18] Neulinger, Á. (2016). Több-módszertanú és vegyes módszertanú kutatások. *Vezetéstudomány-Budapest Management Review*, 47(4), 63-66.



Auszténites korrózióálló acélból készült vastaglemez hegesztése egy oldali szűkített V varrattal

One side welding at austenitic corrosion-resistant thick steel plate with narrow V seam

¹Felvári Bálint, ²Fábián Enikő Réka

¹Óbudai Egyetem, Budapest, Magyarország, felvari.balint@bgk.uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem, Budapest, Magyarország, fabian.reka@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

A hegesztési deformációk megállapítása hagyományos ötvözetlen szénacélból készült vékony lemezeknél jól korrelál a szimulációkkal. Az auszténites korrózióálló acélok hegesztésekor a darabok deformációja jelentős, ami különösen így van vastag lemezek esetén, főleg, ha azoknál a kötéseket egyoldali V varrattal oldjuk meg. A szimulációk és a gyakorlati alkalmazásokban jelentős az eltérés ezeknél az acéloknál. Hagyományos MIG hegesztéskor még lineáris mozgatóberendezést alkalmazva, illetve CMT eljárással való hegesztéskor is a deformáció 15°, míg CLOOS VariWeld eljárással való hegesztéskor 12° volt a 30 mm-es vastagságú 1.4301 minőségű lemezeknél.

Kulcs szavak: korrózióálló auszténites acél, MIG hegesztés, CLOOS VariWeld, vastag lemez, deformáció

Abstract

The finding of weld deformations in thin plates of conventional non-alloy carbon steel correlates well with the simulations. The deformation of austenitic corrosion-resistant steel pieces during the welding is significant, especially for thick plates, especially when the joints are made with a single V-seam. There is a significant discrepancy for these steels. In simulations and in practical applications. During conventional MIG welding, even automatized with linear motion, or after CMT method, the deformation was ~15°, still than in the case of CLOOS VariWeld technic was 12 in case of 30mm thick 1.4301 type austenitic steel.

Keywords: austenitic corrosion-resistant steel, welding, thick sheet, deformation, MIG, CLOOS VariWeld

1 Bevezetés

A korrózióálló acélok nevét adó tulajdonságának, alapvető feltétele a Cr ötvöző tartalma, melynek legalább 11-13 % - ot el kell érnie, a korrózióállóság biztosításához. A szükséges Cr tartalom révén a felületen, néhány rácsparaméternyi vékony oxid réteg jön létre, mely megvédi az acélt a korróziótól. Ezt a réteget passzív rétegnek, a folyamatot passzíválódásnak nevezzük. [1] A korrózióálló acélokat szövetszerkezetük alapján három nagy csoportba szokták sorolni: ferrites, martenzites, és auszténites korrózióálló acélok. A felhasznált korrózióálló acélok, mintegy 90 % - a auszténites acél [1, 2]. Ezeket az acélokat a kisebb mechanikai, ugyanakkor fokozottabb korróziós igénybevételnek kitett területeken alkalmazzák. Az auszténites acélok szilárdsága korlátozott, és ez hőkezeléssel sem javítható. Nagyobb szilárdság elsősorban N, B ötvözéssel, vagy hidegalakítással

érhető el [3-5]. Napjainkban folyamatosan fejlődő anyagminőségek újabb és újabb kihívásokat állítanak a felhasználók és megmunkálók elé. Az erősen ötvözött anyagokban hegesztés vagy vágás során a részben megolvad zónában kialakulhatnak, az alapanyag összetételétől függően különböző karbidok, nitridek, boridok. Ezeknek a kiválásoknak, mint amilyen a króm-karbid, titán-karbid, vagy niobium-karbid magasabb az olvadáspontja, mint az őket körülvevő anyag, ezért a részben megolvadt zónában a karbidok nem olvadnak meg, és ezek az ömledék szilárdulásakor repedéseket okozhatnak [6-7].

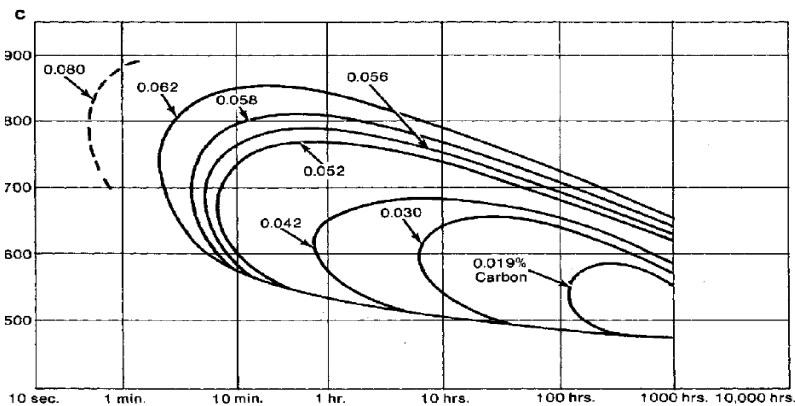
Az ausztenites korrózióálló acélokat a jól hegeszthető acélok közé szokás sorolni. Ennek ellenére különösen fontos szem előtt tartani a következő fő tulajdonságokat (szemben az ötvöztelen acélokkal):

- lényegesen nagyobb a hőtágulásuk,
- sokkal rosszabb a hővezető képességük,
- sokkal nagyobb a villamos ellenállásuk,
- nincs beedződés a hegesztés hőfolyamatban.

Ezekből az következik, hogy viszonylag kis hegesztési hőbevitellel kell hegeszteni, koncentrált hőforrásra van szükség, arra kell törekedni, hogy minél keskenyebb hősávot melegítsünk fel a hegesztés során. [1]

A nagy hőtágulás és a szénacélokhöz képest kisebb hővezetőképesség nagyobb mértékű alakváltozást idézhet elő, és amennyiben az alakváltozás gátolt, ez nagyobb saját feszültségek kialakulását eredményezheti, ellenkező esetben termikus feszültségek miatt a nagy alakváltozó képességű lapközepes köbös szövetszerkezet esetében nem kell tartani. A fokozott elhúzó veszélye miatt fűzőkor 1- 1,5 mm –rel nagyobb illesztési rést kell beállítani, mint amekkorára szükség lenne [1, 6].

Másik probléma a könnyebben előállítható relatív nagyobb karbon tartalmú ausztenites acélok hegesztésekor a króm-karbid kiválás okozta korrózióval szembeni érzékenysége.



1. ábra Hőmérséklet, idő és karbon tartalom közti kapcsolat az ausztenites korrózióálló acélok karbidkiválásainak megjelenésére, korrózióval szembeni érzékenységére [7]

Napjainkban hegesztési kötés során kialakuló a termikus, mikroszerkezeti és mechanikai problémák megoldása érdekében számos esetben használnak végeeselemes modellezéseket. A torzulás és a feszültségek pontos előrejelzését megnehezítik a hegesztések során esetlegesen megjelenő kiválások. A maradó feszültségekre vonatkozó valós mérések igen nehézkesek, különösen vastagabb daraboknál. Tsirkas és munkatársai [8] 3D végeeselemes analízist (VEA) használtak a lemezek tompakötéseinél a torzulások előrejelzésére. A kísérleti eredmények és a

numerikus modellezéssel előre jelzett eredmény közötti különbség 13 % volt. Deng és Murakawa [9] hasonló 3D-s végeelemes modellezést végzett lágyacélból készült vékony lemezeken, és jó egyezést mutatott a kísérleti eredményekkel. Kiderült, hogy az előrejelzés nagyon kis vastagságú lemezek hegesztésekor pontos, mivel a vastagságon átmenő hőmérsékleti gradiens elhanyagolható.

Elmesalamy és munkatársai [10] 2D-s véges elemes modellezést használtak a teljes vastagságon keresztüli maradó feszültség eloszlás, torzulások és képlékeny alakváltozások jellemzőinek értékelésére keskeny hézagú (lézerhegesztés) és V-hornyos (TIG) hegesztési kötéseknel SS 316 L lemezben, amelynek vastagsága legfeljebb 20 mm. Kimutatták, hogy a TIG esetében a torzulás körülbelül háromszor nagyobb a keskeny hézagú lézerhegesztésnél. Ezek az elemzések nem foglalkoztak a hozaganyagok hatásával. Fábíán és társainak [11-14] eredményei azt mutatták, hogy korrózióálló anyagok lézersugaras hegesztésekor, a hegesztési paraméterek mellett a hozaganyagok is jelentősen befolyásolják a varrat jellegét, hőhatásövezetet jellegét, különösen duplex acéloknaál, ami jelentősen befolyásolja az ilyen acélok varratközeli korrózióállóságát is [15-17]. Kovács és tsa [18] kísérletei rámutattak hogy az ausztenites acélok lézersugaras hegesztésekor is elhúzódnak, még 1-3 mm vastagságú lemezeknél is rögzítés, leszorítás szükséges.

Yavuz Yücesoy és Vural [19] által végzett kísérleteket 20 mm vastagságú rozsdamentes acéllemezek tompakötésinek konfigurációjára vonatkozó vizsgálatai kimutatták, hogy a végeelemes modellezés segítségével megjósolt torzulások alacsonyabbak, mint a tényleges alkatrészben előforduló torzulások. Yaghi és munkatársai [20] 7,1 mm (4 varrattal hegesztett) és 40 mm vastag (36 soros) rozsdamentes acélcsoövek maradó feszültségének értékelésére 2D tengelyszimmetrikus végeelemes modellezés-elemzésről számoltak be. Úgy találták hogy a vékony csönél a legnagyobb maradó feszültség a csöbelső falánál a gyökvarratnál, míg a vastag csönél a csö külsőfalánál a varratban és hőhatásövezetében marad. ezek a feszültséggel teli zónák a korrózió kiindulási pontjai lehetnek Deng és munkatársai 2008-ban [21] kimutatták, hogy a 23 mm vastagságú ausztenites (1.4304 típusú) acélcsoöben a kísérleti és a numerikus úton kimutatott maradó feszültségek jól összehasonlíthatóak a hegesztési középvonal közelében lévő tengelyirányban. A hegesztés középvonalától távolodva azonban eltérések vannak a tengelyirányú feszültségekben.

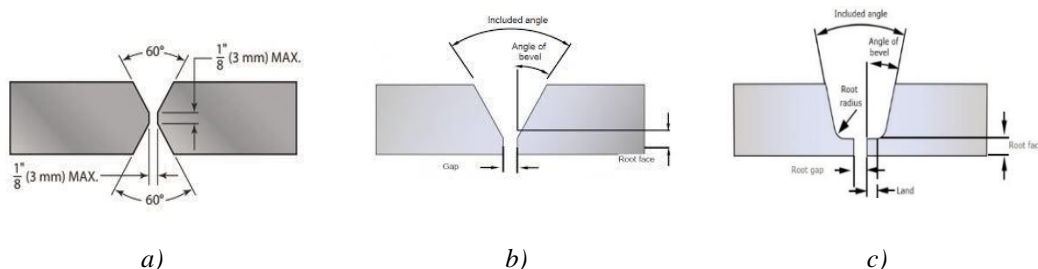
Deng és Kiyoshima [22] 3D-s végeelemes modellezést végzett a hegesztés okozta maradó feszültségek előrejelzésére 25 mm vastag SUS 304 körhegesztett csönél, a hegesztés kezdetének/végének régiójára helyezve a hangsúlyt. A hegesztés kezdő/vég régiójának közelében a maradó feszültségek éles gradiensét mutatták ki. Az utolsó menetnek a maradó feszültségek kialakulására gyakorolt jelentős hatásáról is beszámoltak. Zubairuddin és társai [23] kimutatták, hogy a maximális hosszirányú maradó feszültségek alacsony széntartalmú acél és ultranagy szilárdságú acél hegesztési varrataiban olyan magasak, mint az anyag folyáshatára.

Kevés kísérleti technika áll rendelkezésre a teljes vastagságon átmenő hegesztési kötésekben maradó feszültségek mérésére. A kísérleti eredmények és a numerikus/analitikus módszerek eredményei jelentősen eltérnek egymástól. A szakirodalomban a vastag hegesztési kötésekről szóló tanulmányok száma még kevesebb.

Banik és társai [24] 20 mm vastag lemezek tompa hegesztésekor fellépő torzulásokat TIG eljárással hegesztve vizsgálták. A 25 x100x20 mm-es darabok hegesztésekor, V varrat kiképzéssel (8 réteg és13 sor) 15°-os torzulást mértek. A hőmérsékleteloszlást, feszültségeloszlásokat illetve a torzulások modellezéshez a 3D-s SYSWELD-et [25] alkalmazták. A 60 °-os kiképzéssel készített V varratok okozta feszültségek és torzulások eredményei igen jó egyezést mutattak a számított értékekkel. A valóság és a modellezés között csak 2,61% eltérést tapasztaltak.

Ye és munkatársai [26] ausztenites korrózióálló acélnál (SUS304) a varratalak (V, K és X típusú) hatását vizsgálták a hegesztés okozta torzulásra, a maradó feszültségekre és a hőhatásövezetben kialakuló korróziós érzékenységre tompahegesztési kötések kísérleteinek és szimulációinak elvégzésével. A kimutatták, hogy a torzulások, a maradó feszültségek és a

szenzibilizált varrat szélessége V-típusú hornyoknál lényegesen nagyobbak Számos esetben nagy daraboknál a darabok forgatása a termelékenységet rendkívül csökkenti, vagy a hegesztéskori kétoldali hozzáférés korlátolt, így szükség van az egyoldali hegesztésre vastag lemezeknél is. Ugyanakkor kétoldali varratkialakításnál ügyelni kell a pontos pozicionálásokra, hiszen a darab megmunkálása nagy valószínűséggel, egy forgatási mellékfolyamat segítségével valósul meg. Igen komoly kihívásokat jelent a kétoldali gyök megmunkálása és a kétoldali hegesztés, sok esetben kivitelezhetetlen a darabok méretéből adódóan (2. ábra). Modern eljárással kiválthatjuk a kétoldali megmunkálást. Egy oldalról történő hegesztéskialakításnál különböző profilokat választhatunk (2. ábra b), c) vázlatai, melyek az aktuális feladat alapján határozhatunk meg.



2. ábra A varrat kialakítása vastag lemezeknél a) X varrat kialakítás b) V varrat kialakítása c) U varrat kialakítása

Bár a SYSWELD számos esetben igen jól használható, modern hegesztési eljárásokra még kevés az adat, különösen az ausztenites korrózióálló acéloknaál. Ahhoz hogy adataink legyenek szükséges a kísérletek végzése.

2. Anyagok és technológiák

Vizsgálatainkhoz a választott minőség egy nagyon széles körben használt 1.4301 típusú ausztenites korrózióálló acélra esett, melyet elsőszeretettel használnak élelmiszeripar, gyógyszeripar és vegyipar számos területén. Az acél szabvány szerinti összetételét az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat Avizsgálatra választott acél összetétele

Acél jele		Vegyí összetétel, %				
DIN 17006	DIN 10088-3 (AISI)	C, max	Cr	Ni	Mo	Egyéb
X5CrNi18-10	1.4301 (304)	0,07	17 - 19,5	8 - 10,5	-	5xC<Ti≤0,7

A 100mm × 300mm × 30 mm méretű próbalemezekből 15 fokal lelézéssel két -két darabot fűztünk össze a kísérlet lebonyolításához. Összefűzés nélkül a két darab közti hézag egyre szűkül. A munkadarabok így szűkített egy oldali „V” varrattal lettek kihegesztve. A megmunkálási folyamatot termoelemekkel dedikáltuk, így a hegesztés minden folyamatát a sorok közti hőmérsékletet jól lehet szabályozni. Kezdetekben az egyoldali szűkített varratok úgy voltak kialakítva, hogy a munkadarabok teljesen összeértek gyökhézag alkalmazása nélkül. Eleinte, ez a megoldás a vékony anyagél miatt elfogadhatónak tűnt, ugyanakkor később, a csiszolatoknaál rávilágított egy súlyos problémára, mégpedig a gyökoldal átolvadásának részlegességére.

Későbbiekben, ezt a problémát minimális 1,5 mm-es hézaggal orvosoltuk



3. ábra Összefűzött próbatest a termoelemeknek előkészített furatokkal

A választott huzal ausztenites korrózióálló acélokhoz fejlesztett Esab 308LSI. volt . Védőgázként argont alkalmaztunk.

Három technológiát próbáltunk ki. Elsősor a szinte mindenhol megtalálható MIG/MAG technológiát alkalmaztuk. Az eljárás során a 4. ábrán látható lineáris mozgató berendezésségével hegesztettünk. A berendezés egy robosztus vázból és asztalból áll, amelyet egy golyós orsó segítségével egy léptetőmotor mozgat. A motor vezérlését egy mikroprocesszor végzi.



a)



b)

4. ábra MIG eljárással való hegesztés részletei a) MVE MIG berendezés: b) Lineáris mozgató és munkadaraba termoelemekkel

A berendezés oldalán található egyszerű kezelőfelületen beállíthatjuk a hegesztési sebességet, és az iv gyújtás indítását és befejezését.

A második kísérletként Fronius CMT eljárát alkalmaztunk, modernebbnek mondható hét tengelyes Yaskawa robot robottal végzetük a hegesztést. A paraméterek beállítása, azaz a beprogramozás kimondottan korrózióálló anyagminőségekhez volt fejlesztve.

Harmadik kísérlethez CLOOS Variweld technológiát alkalmaztunk.

3. Kísérleti eredmények

Az első MIG/MAG technológiát alkalmazó kísérletsorozatnál, annak ellenére, hogy befogó készülékben robusztus zártszelvényekhez (60×40×3 mm) volt rögzítve a darab a készüléket is elhajlította (5. ábra), a csavarok megnyúltak.



5. ábra MIG eljárással való hegesztés után elhajlott darab és készülék

A másodikként alkalmazott Fronius CMT eljárás alkalmazásakor a folyamat közben egyáltalán nincs semmilyen fröcskölést nem tapasztaltunk. A robot pontos mozgása, mind a sebesség mind a mozgásirányok tekintetében sokkal precízebb, mint a lineáris mozgatás hozzá tett a munkadarab helyes hegesztéséhez. A munkadarab vetemedése valamelyest kevesebb volt mérések alapján, mint az előbbi hegesztés során. A nagy áttérés talán azért váratott magára mert az eljárás nem kifejezetten vastaglemezhez lett kifejlesztve. A hegesztést több sorból kellett kialakítanunk, mint korábban így a drasztikus energiabevitel csökkentése elmaradt, de a vetemedés mértéke kissé 15°-alá. csökkent.

A CLOOS VariWeld eljárással készült hegesztések hozták a legjobb eredményeket. A 6-7. ábrán előfeszítés nélkül, a 9. ábrán szögelfordulással illesztett lemezek hegesztés utáni állapota látható.



6. ábra Vetemedett lemez



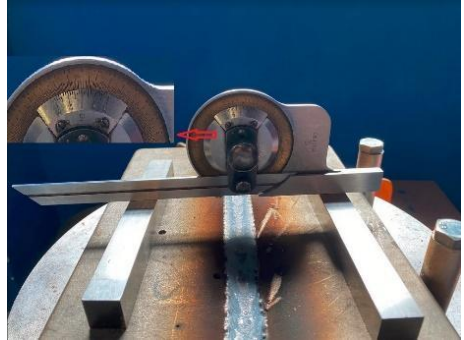
7. ábra 12°-os vetemedés

A hagyományos eljárással hegesztett munkadaraboknál a torzulás mértéke, ~ 15°-os torzulás (felhajlás) volt mérhető, addig a CLOOS eljárással hegesztett darab 12°-ot torzult (6- 7. ábra). Ezen kísérletek eredményei alapján, arra a következtetésre jutottunk, hogy a próbatetek leélezésén nem változtatunk, viszont a vetemedés mértékét előre kialakítjuk a próbadarabokon Az így kapott lemezpárok ellentétes szögben beállítva kerültek a hegesztőberendezés asztalára. Így a jelenlegi állás alapján, erre az értékre állítottuk be a darabot (8. ábra). Gyökhézagot 2 mm-re növeltük ezzel segítve

az átolvadást. Az így létrehozott varrattal a darab sík kifekvésű lett és (9. ábra) és teljes átolvadás jött létre (10. ábra).

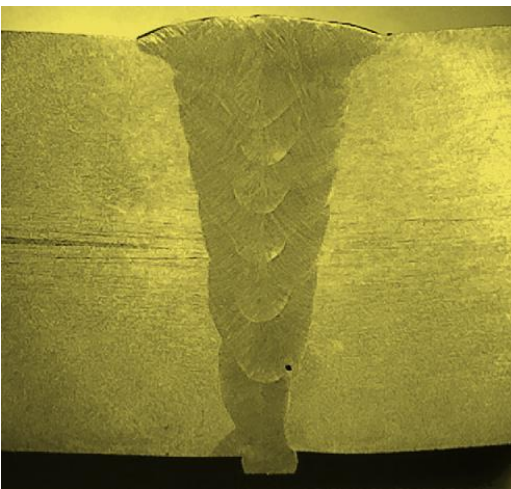


8. ábra Korrigált összeillesztés

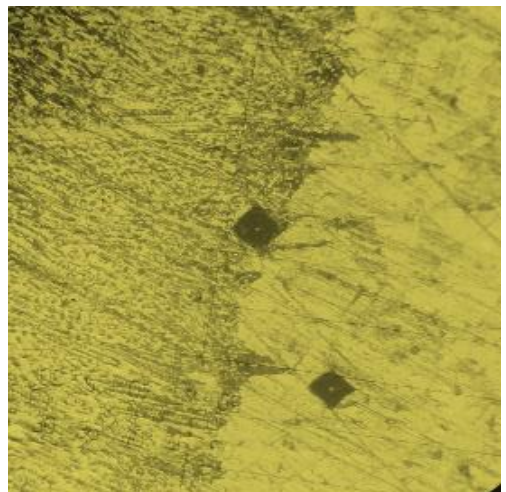


9. ábra Torzulás mentes szerkezet

A metallográfiai csiszolaton látható hogy e szűkített módszerrel létrehozott varrat hőhatásövezete nagyon keskeny . a keménységek lenyomatai közti különbségek a hőhatás övezetben és az alapanyagban alig különbözik (11. ábra).

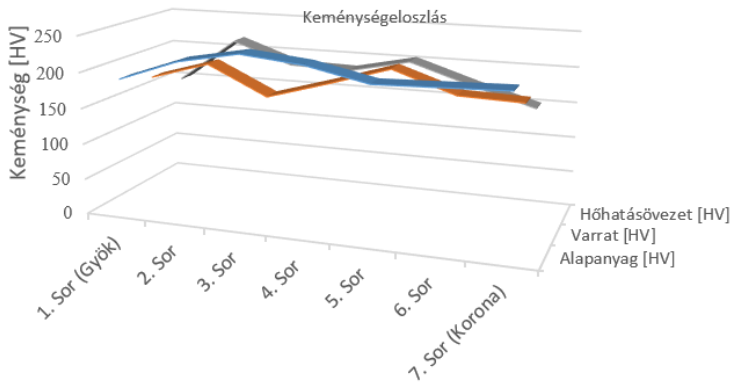


10. ábra Keskeny réshegesztéssel létrehozott 7 soros varrat makro felvétele



11. ábra Keménységlenyomatok a varrat hőhatásövezetében és az alapanyagban ($N_{eredeti}=500x$)

Minden varratsor környezetében szabványnak megfelelően 3-3 mérést végeztünk az alapanyagban a hőhatásövezetben és a varratfémbe. A keménységeloszlás homogénnek mondható. Jelentős eltérés az alapanyaghoz viszonyítva sem a hőhatás övezetben, sem a varratfémbe nem volt tapasztalható (12. ábra)-



	1. Sor (Gyök)	2. Sor	3. Sor	4. Sor	5. Sor	6. Sor	7. Sor (Korona)
■ Alapanyag [HV]	188,66	218,8	234,67	226,06	207,72	210,2	212,73
■ Varrat [HV]	173,97	199	158,73	183,79	210,2	181,09	178,45
■ Hőhatásövezet [HV]	154,44	217,04	187,5	185,16	203,69	175,87	151,09

12. ábra Keménységmérési eredmények átlagának ábrája

4. Következtetés

Az egyoldali varrat kialakítás nagyban hozzájárul a termelékeny és gazdaságos „modern” igények érvényesüléséhez, sőt mi több a biztonságot is elősegít. Kísérletekben használt kis méretű, (korábban bemutatott) minta jó alapul szolgálhat a valódi felhasználásnál jóval nagyobb méretek alkalmazásánál.

A vetemedés problémájának mérséklése érdekében különböző kialakításokat vizsgáltunk meg. Az így kapott eredmények alapján az eljárások és kialakítások kombinációjából, az optimálisnak egy szűkített varratot találtam melyet megfelelő előfeszítéssel eszközölve, szinté teljesen deformáció mentes munkadarabot kaptam az eljárás végére. A darab belső feszültségéből adódó alakváltozások irányítottan, az előfeszítéssel ellentétes irányba mentek végbe, így a bevitt hőenergia egy része a darab helyes pozíciójába történő elmozdulást segítette.

Kísérletek végeztével megállapítható, hogy a modern gépiesítés és a jól megválasztott kialakítás segítheti a gyártási folyamat egyszerűsítését. A modern eljárások segítenek az új szigorú biztonsági feltételek érvényesülésében. Megéri időt pénzt és energiát áldozni, egy folyamat optimalizálására főleg, ha sorozatgyártásról van szó. Korábbiakban az erősen ötvözött anyagminőségek körülményes hegesztése napjainkra már viszonylag leegyszerűsödött, ez segíti a felhasználási területek bővülését. Jól megválasztott technológia és kialakítás választása után is garantálni tudjuk a szövetszerkezet megfelelőségét és a mechanikai tulajdonságok megtartását.

5. Szakirodalom

- [1] Károly, B. (1997). Az ötvözetlen, gyengén és erősen ötvözött szerkezeti acélok korrózióállósága, különös tekintettel azok hegeszthetőségére. Corweld, Budapest, Hungary, 1, 12.
- [2] Mika, S. (2013). Outokumpu, Stainless Steels Handbook Outokumpu Stainless AB, Avesta Research Centre. www.outokumpu.com
- [3] Dománková, M., Bártová, K., Slatkovský, I., & Pinke, P. (2016). High nitrogen austenitic stainless steel precipitation during isothermal annealing. *Materials Engineering/Materialove Inzinierstvo*, 23(2).
- [4] Katarína, B., Marek, A., Jana, P., & Peter, P. (2018). Microstructure Characteristics of Borated Austenitic Stainless Steel Welds. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*, 26(43), 45-52.
- [5] Dománková, M., Kocsisová, E., Pinke, P., & Slatkovský, I. Effect of deformation on sensitisation process in austenitic stainless steel aisi 316.
- [6] Lippold, J. C. (2014). *Welding metallurgy and weldability*. John Wiley & Sons.
- [7] Series, A. D. S. H. (1988). *Welding of stainless steels and other joining methods*. American Iron and Steel Institute, Washington.
- [8] Tsrikas, S. A., Papanikos, P., & Kermanidis, T. (2003). Numerical simulation of the laser welding process in butt-joints specimens. *J Mater Process Technol*, 134, 59-69.
- [9] Deng, D., & Murakawa, H. (2008). Prediction of welding distortion and residual stress in a thin plate butt-welded joint. *Computational Materials Science*, 43(2), 353-365.
- [10] Elmesalamy, A., Francis, J. A., & Li, L. (2014). A comparison of residual stresses in multi pass narrow gap laser welds and gas-tungsten arc welds in AISI 316L stainless steel. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 113, 49-59.
- [11] Fábrián E.R. ; Dobránszky J. ; Csizmazia J. ; Ott R. (2016). Duplex acélok lézersugaras hegesztése: Hozaganyag hatása a varratfém tulajdonságaira In: Palotás, Béla (szerk.) 28. Nemzetközi Hegesztési Konferencia Dunaújváros, Magyarország, 323 p. pp. 317-323
- [12] Kovács, F., & Fábrián, E. R. (2020). Microstructural Changes During Laser Beam Welding of Austenitic Stainless Steel Sheets. *Acta Materialia Transylvanica*, 3(2), 81-85.
- [13] Fábrián, E. R. (2018). Laser Welding Parameters Effect on the Weld Metals Properties at Duplex Stainless Steels. *Adv Tech Mat*, 43(2), 7-13.
- [14] Fábrián, E. R., Dobránszky, J., Csizmazia, J., & Ott, R. (2017). Effect of laser beam welding on the microstructure of duplex stainless steels. In *Materials Science Forum* (Vol. 885, pp. 245-250). Trans Tech Publications Ltd.
- [15] Kovács, F. ; Fábrián, E. R. (2019). Korrózióállóság a hegesztési eljárások és a hegesztési sebesség függvényében In: Horváth, Richárd; Beke, Éva; Stadler, Róbert Gábor (szerk.) Mérnöki Szimpózium a Bánkin előadásai : Proceedings of the Engineering Symposium at Bánki (ESB 2019) Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem 94 p. pp. 23-28.
- [16] Fabian, E. R., Kuti, J., Gati, J., & Toth, L. (2020). Corrosion Behavior of Welded Joints in

Different Stainless Steels. *Revista De Chimie*, 440-449.

- [17] Fábíán, EE R. (2021). Lézersugárral hegesztett duplex és ausztenites acélok korróziós viselkedése *Hegesztéstechnika XXXII évfolyam* : 2021 V 4 pp. 41-46.
- [18] Kovács F. ; Fábíán E. R. (2021). Korrózióálló acélok szövetszerkezetében végbemenő változások lézersugaras hegesztési paraméterek függvényében In: Gáti, József (szerk.) XXX. Jubileumi Nemzetközi Hegesztési Online Konferencia: Konferencia Kiadvány Budapest, Magyarország: Magyar Hegesztési Egyesület pp. 126-130
- [19] Yücesoy, H. Y., & Vural, M. (2014). Experimental & Finite Element Analysis Of The Distortion Behavior Of Welded AISI 321 Type Austenitic Stainless Steels. *Journal of Naval Sciences and Engineering*, 10(1), 65-80.
- [20] Yaghi, A., Hyde, T. H., Becker, A. A., Sun, W., & Williams, J. A. (2006). Residual stress simulation in thin and thick-walled stainless steel pipe welds including pipe diameter effects. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 83(11-12), 864-874.
- [21] Deng, D., Murakawa, H., Liang, W., (2008). Numerical and experimental investigations on welding residual stress in multi-pass butt-welded austenitic stainless steel pipe. *Comput. Mater. Sci.* 42, 234–244.
- [22] Deng, D., Kiyoshima, S., (2010). FEM prediction of welding residual stresses in a SUS304 girth-welded pipe with emphasis on stress distribution near weld start/end location. *Comput. Mater. Sci.* 50, 612–621.
- [23] Zubairuddin, M., Albert, S. K., Mahadevan, S., Vasudevan, M., Chaudhari, V., & Suri, V. K. (2014). Experimental and finite element analysis of residual stress and distortion in GTA welding of modified 9Cr-1Mo steel. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 28, 5095-5105.
- [24] Banik, S. D., Kumar, S., Singh, P. K., Bhattacharya, S., & Mahapatra, M. M. (2021). Distortion and residual stresses in thick plate weld joint of austenitic stainless steel: Experiments and analysis. *Journal of Materials Processing Technology*, 289, 116944.
- [25] Systus International, ESI Group, (2017). SYSWELD FEM Analysis Program, Reference Manual. ESI Group, Paris/Lyon, France.
- [26] Ye, Y., Cai, J., Jiang, X., Dai, D., Deng, D., (2015). Influence of groove type on welding-induced residual stress, deformation and width of sensitization region in a SUS304 steel butt welded joint. *Adv. Eng. Softw.* 86, 39–48.



Modern eszközökkel végzett épületrekonstrukciós rendszer kidolgozása

Developing a building reconstruction system using modern tools

¹ HOLCZBAUER András, ¹ KÓFALVI Tamás, ² Dr. MÁTHÉ László, ¹ Dr. HEGEDŰS Éva

¹ *EBK Hungary Kft., 2100 Gödöllő, Pattantyús Ábrahám körút 10.,
holczbauer.andras@ebkhungary.com*

² *Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.,
mathe.laszlo@uni-mate.hu*

Összefoglalás

Az EBK Hungary Kft., a Szintézis Informatikai Zrt és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, a GINOP-2.2.1-18-2020-00022 azonosító számú kutatás-fejlesztési projekt keretében támogatást nyertek az épülethomlokzatok több különböző szenzor fűzójával támogatott diagnosztizálásának és széles körben alkalmazható rendszerének kidolgozására, amely mesterséges intelligencia segítségével segít detektálni és lokalizálni az épülethomlokzat szerkezeti vagy felületi hibáit, majd a kapott információk alapján a 3D pontfelhőből, egy sajátfejlesztésű szoftver segítségével alkothatóak meg a 3D nyomtatókhoz szükséges fájlok, amelyek segítségével a homlokzatok egyszerűen és gyorsan javíthatóvá válnak.

Kulcsszavak: Szenzorfüzió, mesterséges intelligencia, épülethomlokzat rekonstrukció, additív gyártás, pontfelhő

Abstract

EBK Hungary Ltd., Szintézis Informatika Ltd., and the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences received support in the framework of the research and development project with identification number GINOP-2.2.1-18-2020-00022 for a fusion of several different sensors of building facades a widely applicable system for diagnosis, which helps to detect and localize the structural or surface defects or sources of defects in the building facade with the help of artificial intelligence, and then, based on the information received, the files required for 3D printers can be created from the 3D point cloud with the help of a self-developed software to make façade repairs simple and quick.

Keywords: Sensor fusion, artificial intelligence, building façade reconstruction, additive manufacturing, point cloud

1. Bevezetés

A kutatásunk fő célja, hogy olyan lehetőségeket vizsgáljunk, amelyben modern diagnosztikai eszközök kombinációjával, vagy újonnan fejlesztett eszközökkel és szoftverekkel, fenntartható módon, idő és költséghatékonyan lehet információkat kinyerni az épületek homlokzatainak állapotáról.

A szenzorfüzióval, mesterséges intelligencia alapú szoftverek segítségével és az additív gyártástechnológia alkalmazásával azonnal elkezdhető, gyors, roncsolásmentes, automatizálható és kiszámítható javítási munka érhető el. A kidolgozott rendszer az épületrekonstrukcióban alkalmazott hagyományos szakági folyamatokat leegyszerűsítheti és felgyorsíthatja. Ezen felül az eredeti homlokzatot állapotát az alkalmazott eljárás nem módosítja. A 3D nyomtatás alkalmazásával a környezeti terhelése alacsonyabb lehet mint a hagyományos technológiával végzett épület rekonstrukcióé. A szenzorokból nyert információk a mesterséges intelligencia segítségével feldolgozásra kerülnek, majd a saját fejlesztésű szoftverrel történő digitálisan rekonstrukció és additív gyártástechnológia segítségével javíthatók, vagy újra gyárthatók a sérült részek.

A kutatás során több eredménytermék született meg: 3D nyomtatófej, szenzorfüzió, AI alapú diagnosztikai rendszer, 3D szoftver a pontfelhő módosítására és nyomtatási fájlok előkészítésére.

2. Szenzorfüziós, M.I. alapú épületdiagnosztikai rendszer

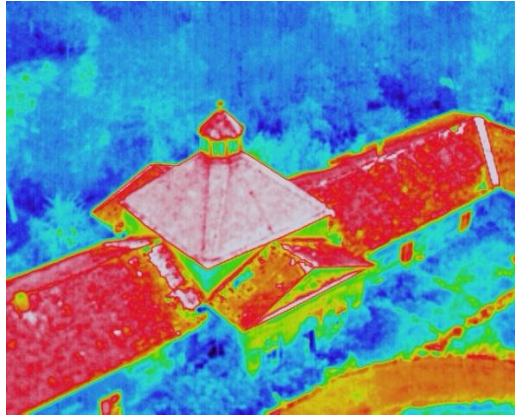
A projekt keretében kidolgozott mesterséges intelligencia alapú épületdiagnosztikai rendszer képes különböző szenzorokból érkező információ automatikus összevetésére, rendszerezésére és elemzésére. A kidolgozott szenzorfüziós irányelvek mentés a rendszer alkalmas hiperspektrális, hőkamerás, lidar szenzorral készült 3D adatok és RGB fényképes állományok összevetésére és elemzésére, az épülethibák megállapítására és megjelölésére.

A hiperspektrális felvételek (1. ábra) segítségével az épületekről és épületelemekről rengeteg fontos információt nyerhető. A kutatás-fejlesztés során elsősorban a falüregek keresését, vízsedések detektálását gombásodott részek feltárását tűztük ki célul. A hiperspektrális mérőeszközök előnye, hogy mélységi feltárások is elvégezhetők az épületszerkezeteken.



1. ábra Hiperspektrális képek párhuzamos osztályozása neurális hálózatok segítségével [1], balra; Új módszert felfedezése az épületek erősségei és gyengeségei elemzésére [2], jobbra

A hőkamerás épületdiagnosztika (2. ábra) segítségével elsősorban az épületek konstrukciós vagy szigetelési hiányosságaiból adódó hőhidak detektálhatók. Ezek a hőhidak az épület energiahatékonyasági hibáin túl, szerkezeti meghibásodásokat is okozhatnak.



2. ábra Babatpusztai istállókastély épület hőkamerás képe.

A 3D lidar szkennerek segítségével (3. ábra) a nagy pontosságú 3D pontfelhők készíthetők a sérült épülethomlokzatokról, amelyet követően a tapasztalt homlokzati hibák digitálisan rekonstruálhatók és javíthatók. A képkötés egy lidar mérőeszközzel felszerelt drón segítségével is elvégezhető. Így a drón levegőbe juttatásával, akár egy egész épületről készíthetők olyan 3D pontfelhők amelyek a rekonstrukció alapját képezik. Ezek a 3D pontfelhők különböző részletességűek lehetnek annak függvényében, hogy a cél az elemzés vagy a rekonstrukció.



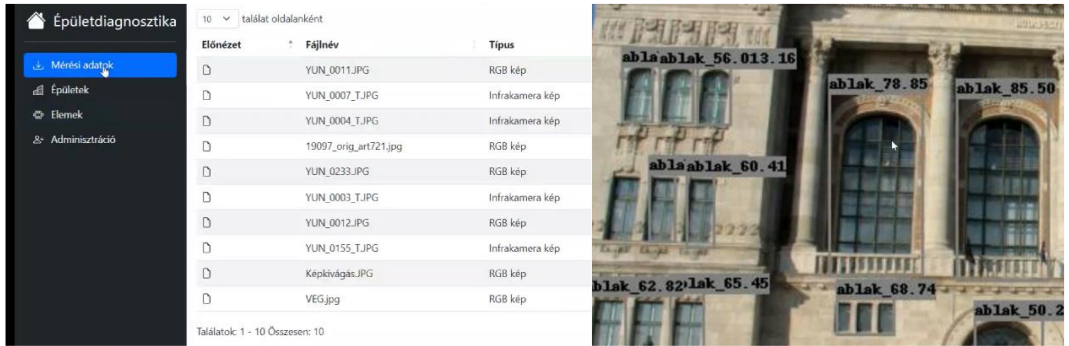
3. ábra. Sérült homlokzati elem szkennelése SCANTECH iReal 2E Color kézi 3D szkennerral

Az RGB fényképes felvételek szintén fontos elemei az épületdiagnosztikának. Az állványról, kézből, vagy drónról készült felvételek segítségével a vizuálisan felismerhető hibák, mint a repedések, homlokzatzolytonossági hiányosságok mellett, az olyan rekonstrukció tervezésben fontos elemek is felismertethetők, mint az ajtók, ablakok száma, mérete vagy felülete.

3. Mesterséges intelligencia alapú épületdiagnosztikai rendszer

A projekt keretében kidolgozott mesterséges intelligencia alapú épületdiagnosztikai szoftvert (4. ábra) a homlokzati elemek automatikus elemzésére fejlesztettük ki. Az automatikus diagnosztikával segíthetjük, vagy később akár ki is válthatjuk a szakember által végzett szemrevételezési felmérési munkát. Jelenleg a mesterséges intelligencia épületek alaksajátosságait,

mint például az ablakok, ajtók, tud a mesterséges intelligencia beazonosítani, de ezen felül a repedések folytonossági hiányok detektálására, jelölésére és felületének meghatározására is alkalmas. A szoftver segítségével teljes épületek, vagy több épületből álló képsorozatok gyors és automatizált állapotmeghatározása végezhető el automatikusan, így könnyebben, gyorsabban elemezhető az épületek, így rendszeres diagnosztikával folyamatosan nyomon követhető az épületerőztetés folyamatok.

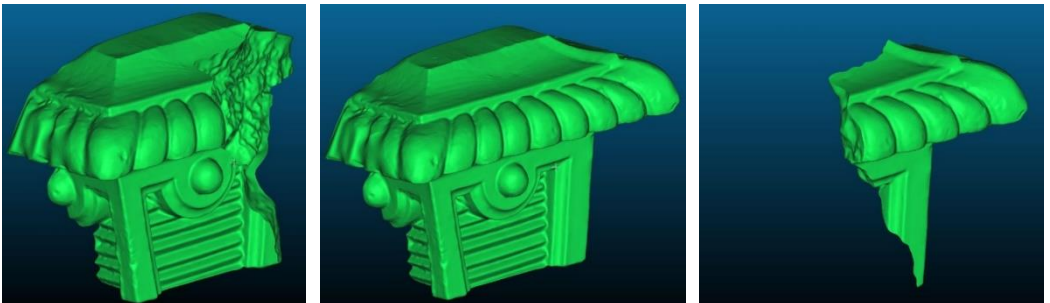


4. ábra Ablakok felismerése egy betöltött homlokzati minta alapján

4. Homlokzati hibák javítása

A látható tartományba eső hibák egyik gyakori típusa a különböző homlokzati elem leválásos és folytonossági hiányok, amelyek javítására olyan módszert dolgoztunk ki, amely segítségével a hibák javítása korszerű digitális módszerek segítségével történhet meg. Az épületdiagnosztikai rendszer által megjelölt hiányos épületrészletek lidar, vagy 3D szkennelvéssel készült pontfelhő adatait a szintén a projekt keretében fejlesztett, pontfelhő elemzésre és módosításra szolgáló szoftverbe, az EBKcc-be lehet betölteni. Ez a szoftver alkalmas a 3D pontfelhőt megjeleníteni, módosítani és a pontfelhőt 3D nyomtatáshoz előkészíteni.

Egy gyakorlati példával szemléltetve a folyamatot az alábbi ábrán láthatók (5. ábra) egy épületelem rekonstruálási folyamatának lépései. Ebben a példában egy sor hasonló homlokzati elem található az épületen. A szoftverbe a sérült és több hibátlan épületelem részlet is betölthető. A szoftver segítségével elemezhető, hogy mely hibátlan épületelem a leginkább hasonló a hibás épületelem megmaradt részeihez. A betöltött pontfelhőket tisztítás és hálóképzés után a két épületelem részletet a szoftver szinte automatikusan, egy kattintással egymásra helyezi. Az egymásra helyezett részletekből kivonás művelettel lehet kinyerni a hiányzó elemet, amely a 5. ábra jobbszélén látható.



5. ábra Rongálódott, hiányos részlet (bal oldalon), hibátlan részlet (középen) és a hiányzó, EBKcc által megoldott részlet bal oldalon

Az EBKcc által elkészült, csak a hiányzó részt tartalmazó elemrészlet nyomtatása azonnal elkezdhető, mivel a szoftver képes a pontfelhőből nyomtatásra alkalmas fájlformátumokat generálni. A nyomtatások a nyomtatandó részlet geometriai bonyolultsága, anyagminősége és méretei szerint eltérőek lehetnek. Az alábbi képen látható sarokelem kiegészítés sablonmintája nagyfelbontású 3D nyomtatóval lett kinyomtatva. A nyomtatott minta 2 komponensű shore 40-es kenérségű szilikonnal lett körbeöntve. A szilikon formába az épületelemmel megegyező anyagú beton került. Az így kapott elem, amely tökéletesen illeszkedik a tört felülethez (6/a ábra), időjárásálló betonragasztóval került felrögzítésre.



a.)



b.)

6. ábra Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem (MATE) főépületének megrongálódott korlátelemeinek rekonstrukciója
a.) Sarokelem kiegészítés; b.) Kovácsolt korlátdísz kiegészítés

A fenti példában említett korlátozszlop mellett található további hiba is kijavításra került a projekt keretében. A 6/b ábrán látható virágdísz kovácsolt elem egyik része hiányzott. A díszelem hiányzó részeinek rekonstruálásához az egész elemet le kellett gyártani. Az elem 3D szkennelése után a pontfelhő elemzés és javítás az EBKcc szoftverben történt, majd az elem legyártását 3D fémnyomtatóval végeztük el. Az így legyártott elemet már egészben lehet rögzíteni a korláthoz. Ezzel az eljárással a 3D nyomtatás magasabb költsége ellenére is rentábilisan javítható volt a hiányos korlátelem, tekintettel arra, hogy egy ilyen kovácsolt, vagy öntött alkatrész pontos, a meglévő elemekhez illeszkedő legyártása komoly szakértelmet és időt igényelne egy kovács szakembertől.

Jelenleg a mesterséges intelligencia a projektcélok között kitűzött alakzatokat lépés felismerni, de tekintettel a technológia univerzális voltára, további tanítással a felismerhető elemek száma tovább növelhető. A jövőben felismerhető alakzatok lehetnek akár látható vakolat átmedvesedések, elszíneződések, mészs-, szulfát-, klorid kivirágzások, vakolatleválások, vagy akár falfirka vagy egyéb rongálások is.

A szoftver segítségével az RGB tartományú fényképfelvételek alapján a látható tartományba eső hibák felismerését végezhetjük el, a hőkamerás felvételeken az épület hőterképének anomáliáit detektálja a mesterséges intelligencia, míg a hiperspektrális adatok alapján a nem látható tartományokba eső anomáliákat tudunk elemezni.

5. Összefoglalás

A cikkünkben bemutatott projekteredmények alapján elmondható, hogy a megalkotott épületdiagnosztikai és épületrekonstrukciós rendszer hasznossága bizonyított. Az additív gyártástechnológiával legyártott épülethomlokzati elem kiegészítések idő és költséghatékony alternatívái lehetnek az hagyományos restaurálási folyamatoknak. Az 3D nyomtatással készült elemek költségei automatizáltan és pontosan meghatározhatóak. Mivel sem a felmérési folyamat, sem a rekonstrukció nem igényli a restaurálandó épület módosítását, így műemlék jellegű épületeknél is alkalmazható a rendszer. Komoly lehetősége a rendszernek, hogy a munkafolyamatai sokkal pontosabbak és gyorsabbak is lehetnek, mint a jelenlegi restaurálási munkafolyamatok. Pontos és azonnali feltárásokat lehet lefuttatni a rendszer segítségével. Így a költségeket, munkaidő ráfordítást, anyagmennyiségeket relatív pontosan lehet meghatározni, ami az építőiparban nagy versenyelőnyvel járhat. A kidolgozott digitális eszközök és műveleti folyamatok a folyamatos felhasználás mellett tovább igazíthatók az épületrekonstrukciós napi gyakorlathoz.

Köszönetnyilvánítás

A jelen publikáció létrejötté a GINOP-2.2.1-18-2020-00022 számú projekt keretében nyújtott támogatással valósult meg.

6. Hivatkozások

- [1] Javier Plaza, A. P. (2018). “Parallel Classification of Hyperspectral Images using Neural Networks”. In Computational Intelligence for Remote Sensing, (old.: 193-216).
- [2] Laefer, P. D. (2018. október 8). Discovers a New Way to Analyze Building Strengths and Weaknesses. Forrás: New York University Tandon School of Engineering: <https://engineering.nyu.edu/news/professor-debra-laefer-discovers-new-way-analyze-building-strengths-and-weaknesses>



Szegedi sós üledékek - geotechnikai és talajtani kísérletek

Szeged saline soils - geotechnical and geochemistry tests

^{1,2}Imre Emőke, ³Diego Marchetti, ⁴Lachlan Bates, ⁵Juhász Miklós

¹Óbuda University, Bánki Donát Faculty, Budapest, Hungary

²EKIK Hydro-Bio-Mechanical Systems Research Center, Budapest, Hungary, imre.emoke@uni-obuda.hu,

³Studio Prof. Marchetti Italy

⁴The School of Engineering, The University of Newcastle Callaghan, Newcastle, Australia, [e-mail](mailto:imre.emoke@uni-obuda.hu)

⁵Debrecen University, Debrecen, top@taupe.hu

Összefoglalás

Egy korábbi statisztikai elemzés eredményét, új feltárásokkal megismételtük. Az eredményt ez megerősítette, és sikerült az eltérés okát is feltárni: Szeged nyugati részén a talajvíz egyrészt felfelé áramlik, másrészt foltokban sót tartalmaz. A talajok emiatt alul-konzolidáltak, és egyes rétegek – geokémiai kísérletek eredménye szerint - sós jellegűek. A cikk az e területen található talajok kompressziós és disszipációs kísérleteinek eredményének a kutatás keretében kidolgozott matematikailag pontos eljárással történő értékelését ismerteti. A sós talajok jellemzői eltérőek, pl. kúszásra hajlamosabbak. A konszolidációs tényező c lényegesen eltér sós és nem sós talajok, valamint labor és a helyszíni kísérletek esetén.

Kulcs szavak: disszipáció, sós talaj, kúszás

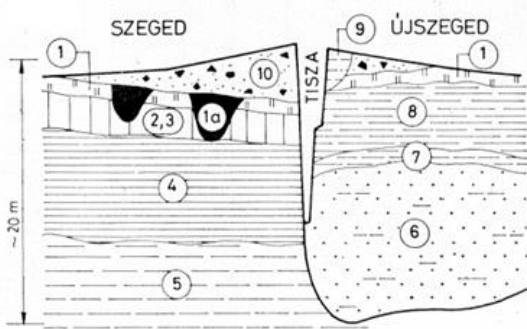
Abstract

The earlier result of the statistical analysis is supported by the statistical analysis repeated in a modified way by new explorations. The reason for it is explained as follows. The soil features in Szeged-West are influenced by the upward seepage of soil water. The soils are under-consolidated, and some layers are saline. The result of the oedomeric compression test and the CPTu dissipation tests are evaluated by the models and mathematically precise inverse problem solvers elaborated in the ongoing research. According to the results, the properties of the saline soils are different, e.g., are prone to creep. The identified coefficient of consolidation c is different for laboratory and situ tests.

Keywords: dissipation, saline soil, creep

1. Bevezetés

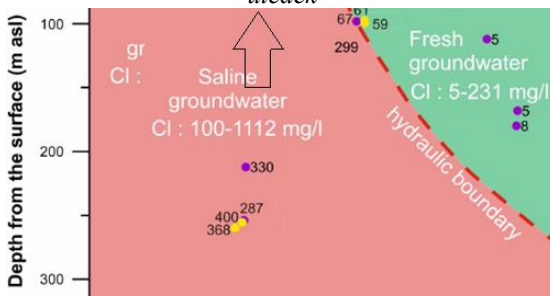
Rétháti és Ungár (1978) [1] statisztikai elemzése Szeged város nyugati oldalán vett 2600 talajminta 11000 laboratóriumi vizsgálatának eredménye alapján azt mutatja, hogy a rétegződés lényegében azonos, de a C jelű területen az üledékek szilárdsági jellemzői rosszabbak, mint a B és A jelű területen (1-4. ábra). Az elemzés OTKA kutatás majd az ELI talajvizsgálata keretében folyik. Kiegészítő geokémiai vizsgálatok is készültek, valamint a disszipációs kísérletek értékelésére is sor került. Az eredmények szerint Szeged nyugati területén sós talajvíz-feláramlás okozza a talaj szerkezetének leépülését és kúszásra való hajlam növekedését.



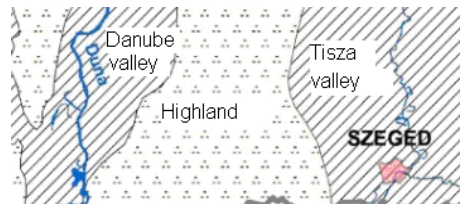
1. ábra Rétegek: 2,3 homokliszt, 4 sárga és 5 kék üledék



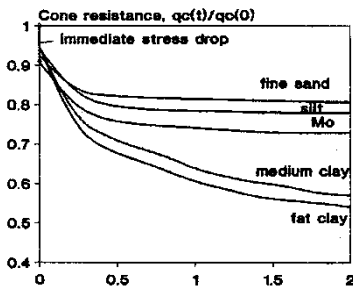
2. ábra Szegegd A, B és C terület és ELI.



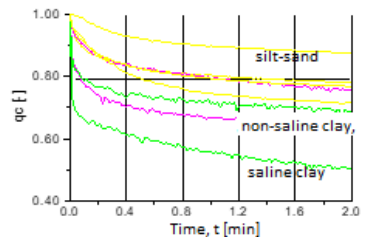
3. ábra A felfelé irányuló sós talajvíz az alsóbb tengeri agyagból [2]



4. ábra A Duna-Tisza közti rész, a szegegd környezeti felfelé, a felvidék felé szivárgásos.



5. ábra A statikus szonda csúcs disszipációs kísérlete, átlagos görbék



6. ábra A statikus szonda csúcs disszipációs kísérlete, ELI

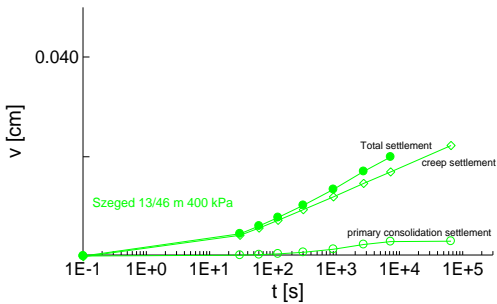
2. Hidrogeológiai viszonyok

Vízföldtani szempontból az Alföld magasabb helyzetű homokhátságai (3. ábra) a felszínalatti vizek utánpótlódási területei, míg általánosságban a vele szomszédos, mélyfekvésű területek természetes megcsapolódási területek, ahol a talajvíz felfelé áramlik. Ezeken a területeken a felszínalatti víz kettős eredetű, egy része a magas oldott anyag tartalommal jellemezhető mély és köztes áramlási régiókból tart a felszín felé, másik része a mélymedencék üledékeinek tömörödése révén szorul ki a porusokból és szivárog felfelé ([5]).

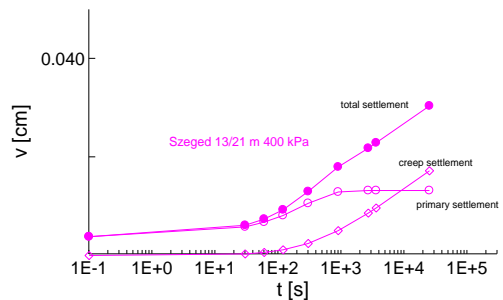
A vizsgált terület (3. ábra) a Duna-Tisza közének keleti felén lévő mélyterület, mélyföld, a 80 méteres magasság szintje. Így felmerül a szikesedési folyamatok jelenlétének lehetősége ([6]). Kutatások e témában eddig a Duna-Tisza közének nyugati felének szikes övezetében ([7]) folytak, amely e vizsgált terület szimmetrikus párja.

A felszín közeli só felhalmozódással jellemezhető zónák rendszerint egy hidrogeológiai csapdában jelennek meg, ahol a belépő vízhozam csak párolgás útján tud távozni a rendszerből. Nem általános, de gyakori a felszínen vagy a felszín közelben a karbonátok (mész, mészszap, konkréciók, lepedékek) jelenléte, a talajvíz nátriumos jelleg. (Ez szolonyec talajoknál feltétel, de ott az ESP 15% feletti.)

Korábbi vélemények szerint a vizsgált terület egy ilyen vízcsapda lehet, a Duna-Tisza közének 140 m vízválasztó szintjéről lefolyó víz itt felfelé áramlik és távozik a felszínről párolgás révén (a telítetlen talajok témakörében ismert, hogy a talajvíztükör felett víz- és vízgőz-áramlás lejátszódik). A mélyben sós rétegek előfordulása feltehetően a talajvíz-áramlás következménye. A kiváló só miatt mélységi sós vagy szikes talajok jöhetnek létre. Az újabb kutatások azonban gyökeresen eltérő eredményre vezettek.



7. ábra Az azonnali süllyedés: kúszási süllyedés: elsődleges konszolidációs süllyedés sós iszapban



8. ábra Az azonnali süllyedés: kúszási süllyedés: elsődleges konszolidációs süllyedés sós agyagban

3. Módszerek

Két OTKA kutatás keretében [2-5] a 2. ábrán lévő A, B, C területen hét, 15-20 m mély fúrás, folyamatos típusú statikus szondázás, illetve reológiai típusú statikus szondázás (csúcs és palást disszipációs kísérlet) készült. A fúrásokból vett talajmintákon talajazonosító, áteresztőképességi, szilárdsági és kompressziós kísérleten kívül egy új laboratóriumi kísérlet, a többszakaszos ödométeres relaxációs kísérlet is készült. Meghatározásra kerültek a kötött talajok ásványos és geokémiai jellemzői. Ezek statisztikai elemzése is elkészült. Az ELI szakvéleményéket mélyebb feltárások és újabb statikus szondázások készültek. A hidrológiai-mérnökgeológiai jellemzők elemzésre kerültek [6 - 9], és kapcsolatba hozhatók voltak a geotechnikai - talajtani vizsgálatok eredményével.

A pórusvíznyomás-disszipációs kísérletek három modellel kerültek értékelésre. Az első kettő egydimenziós, kapcsolt konszolidációs modellen alapul, amely a korábbi OTKA kutatásban készült, a kezdeti feltétel különböző a két módszer esetén, az illesztés matematikailag pontos. A harmadik módszer egy kereskedelmi értékelő program része, kétdimenziós nem kapcsolt modell és egy közelítő, t_{50} alapú egyponos-illesztés ([10, 11]) kombinációja.

Az OTKA kutatások keretben öt értékelő módszer-csoport került kialakításra (a statikus szonda csúcs és palást disszipációs kísérletéhez, az ödométeres relaxációs kísérlethez, a kompressziós kísérlethez és a statikus szonda pórusvíznyomás disszipációs kísérletéhez [12-16]).

A kompressziós kísérlet értékeléséhez jelenleg a legegyszerűbb Terzaghi-féle modellt használják. A mért adatokra a modellt közelítő módszerrel illesztik, az időváltozó egyetlen értékénél. E munka során két új modell és egy matematikailag pontos inverz probléma megoldó eljárás került alkalmazásra. A két

modell - a módosított Terzaghi (A) és a módosított Bjerrum (AC) - abban különbözik a két eredetitől, hogy figyelembe veszi az azonnali összenyomódást.

4. Eredmények

4.1 Talajjellemzők

Az eredmények szerint az eredeti rétegződés (a. feltöltés, b. humuszos talaj, c. infúziós lösz, d. sárga tavi agyag, e. kékesszürke édesvízi üledék) módosítható volt, sárga tavi agyag három szintre volt osztható. A sárga tavi agyag felső szintje korábban kiszáradt, és így kissé előterhelt; a középső szintje kevésbé kötött, az alsó szintje és az alatta lévő rétegek közel normálisan konszolidált állapotúak. Az alsó sárga tavi agyag montmorillonit+illit tartalma kisebb a C jelű területen, mint az A és B jelű területen ([2]). A nyírószilárdság és a statikus szonda átlagos ellenállása kisebb a C jelű területen, mint az A és B jelű területen.

Az eredmények szerint a C jelű területen a só %, 1:5 vizes kivonatban mért kation koncentráció, elektromos vezetőképesség és ESP alapján sós a X jelű fúrás két mintája (lásd 2. táblázat), illetve az egyik szikesnek is tekinthető. E fúrás esetén volt „fúrása” mind a statikus szonda csúcs és palást disszipációs kísérletének eredménye, mind az ödométeres relaxációs kísérlet eredménye, mindkettő a szemcseközi kötések romlására, hiányára utal.

A legutolsó, mélyebb feltárások vizsgált rétegei a következők: egy felső 7 m vastag, nagy hézagtépezőjű agyag, egy alsó, 10 m vastag, szegedi viszonyok között „normál” hézagtépezőjű agyag, majd ez alatt 7 m vastag homokos iszap, és egy nagy hézagtépezőjű iszap. A felső agyagréteg plaszticitási indexe 20 és 25% közötti, hézagtépezője pedig 0.98-1.1 közötti. Az alsó agyagréteg plaszticitási indexe 20 és 33% közötti, hézagtépezője 0.74 és 0.87 között változik, ami a szegedi agyagok esetén normálisnak tekinthető (lásd 1. táblázat).

4.2 Kompressziós kísérletek

A meghatározott konszolidációs tényező c a két modell esetén közel azonos, a Bjerrum modell esetén kicsit nagyobb. Értéke kb. feleződik, ha az iszapot, felső agyagot és alsó agyagot tekintjük. Az identifikált konszolidációs tényezők értéke átlagosan $1E-7$ m²/s az iszapra, ennek fele, $5E-8$ m²/s a felső és negyede $2.5E-8$ m²/s az alsó agyagra. Megjegyezzük, hogy a legalsó iszap (46 m) esetén az agyagokra érvényes köztes érték jelentkezik, feltehetően diszpergált állapot miatt, amelyet a nagy hézagtépező jelez. A paraméter meghatározási hiba általában nagyobb a módosított Terzaghi modell esetén, mint a módosított Bjerrum model [16] esetén.

Az A és AC modell mérési adatokra való illesztésével lehetségessé vált a konszolidációs szakaszok alatt mért süllyedések felbontása a különböző süllyedési komponensekre. A süllyedés a feltehetően sós rétegben legalább másfélszer akkora, mint a feltehetően nem sósban. A sós talajban nagyobb a kúszási és kisebb az elsődleges konszolidációs süllyedés nagysága. Részletesebben, az azonnali süllyedés: kúszási süllyedés: elsődleges konszolidációs süllyedés arány a feltehetően sós agyagban 0,08: 0,724: 0,200, a feltehetően nem sós agyagban 0,12: 0,651: 0,234.

Az azonnali süllyedés: kúszási süllyedés: elsődleges konszolidációs süllyedés arány feltehetően sós iszapban 0,01: 0,826: 0,161, a feltehetően nem sós iszapban 0,00: 0,512: 0,488. Az azonnali süllyedés aránya közel nulla az iszap esetén, ugyanakkor 10 % körüli az agyagoknál, a paraméter hibája relatíve kicsi. E paraméter a talaj drénezetlen kompresszibilitását tükrözi, amelyet a szemcsék és a pórusvíz kompresszibilitása határoz meg. Szemcsés talajok esetén a szemcsék kompresszibilitása elhanyagolható.

4.3 Pórusvíznyomás-disszipációs kísérletek

A pórusvíznyomás-disszipációs kísérletre vonatkozó eredmények részletesen láthatók [3-4]-ben, itt röviden ismertetjük. Három mélységben u_2 disszipációs kísérleteket végeztek: a felső agyagrétegben (17 és 25 m között, szürke közepes agyag, $e=1.08$) az alsó agyagrétegben (25 és 35 m között, szürke merev közepes agyag $e=0.74$), és alatta az iszapban-homokban.

Minden mérés „hosszú” volt, és a végértékek alapján minden vizsgálathoz más-más nyugalmi talajvíz-tükör tartozott. Ennek oka a felfelé áramlás, egyezően a kompressziós kísérlet eredményének értékelésénél tapasztaltakkal, ahol sz előterhelést a felfelé áramlás csökkenti.

A görbék alakja [10] szerint osztályozva nem monoton volt a NC agyagban (III és IV típusú), negatív és monoton volt az iszapos homokban (V. típusú). A disszipáció gyorsabb a sós, mint a nem-sós agyagokban. A t_{50} és t_{90} disszipációs idők és a c kapcsolata az CPTu disszipációs kísérletek értékelésének eredménye szerint a sósaknál vélt nagy hézagtnyezőjű agyag (szürke közepes agyag $e=1.08$) és a nem sós agyag (szürke merev közepes agyag $e=0.74$) lényegesen eltért. A c sós talajokban nagyobb volt, a nem sós jellegű talajokban kisebb.

A disszipációs kísérlet esetén alkalmazott három értékelő módszer eredménye kötött talajban jól egyezett. Szemcsés talajban azonban kissé eltérő volt, részben drénezett viszonyok esetén az ismert elméletek nem érvényesek, a t_{50} közelítő megállapítása csak nagy hibával lehetséges.

5. Tárgyalás, összegzés

Az ödométeres kompressziós kísérlet matematikailag pontos értékelésének eredménye szerint a legkisebb a kúszás az alsó, vélhetően nem-sós agyagban (a szegedi viszonyok között „normál” hézagtnyezőjű agyag), és iszapban. Nagy a kúszási hajlam a felső, vélhetően sós agyagban (nagy hézagtnyezőjű agyag) és a legalsó sós iszapban (nagy hézagtnyezőjű iszap), a süllyedés e rétegekben legalább másfélszer akkora, mint a nem-sós rétegekben. A konszolidációs tényező kisebb a vélhetően nem sós talajokban, mint a vélhetően sós - nagy hézagtnyezőjű - talajokban, mind labor, mind helyszíni kísérletből identifikálva. A konszolidációs tényező kisebb labor kísérletből identifikálva, mint a helyszíni, pórusvíznyomás disszipációs kísérletből meghatározva.

A vizsgált területet korábban nem hozták kapcsolatba a só-felhalmozódással, illetve a szikesedéssel. Az itt közölt első talajkémiai vizsgálati eredmények C jelű területen mélységi sós és szikes rétegek jelenlétét igazolják. A sótartalom eltérő lehet a különböző rétegekben. A C jelű területtel szomszédos mély feltárás esetén tehát valószínűsíthető egyes rétegek sós jellege, e feltevés helyessége ellenőrizendő. Geokémiai kísérlettel tisztázandó, hogy mennyiben határozza meg a hézagtnyező nagy értéke a talajréteg esetleges sós jellegét.

Végül egy általános megfigyelés. A disszipációs görbe alakja iszapban és homokban végig negatív. Ez a csúcs alatti összenyomódás drénezett jellegével függ össze, a palást körüli talaj emiatt túlkonzolidált. A nyírás során fellépő dilatációval és a talajt alkotó szemcsék kis kompresszibilitásával magyarázható a negatív érték, amit a kompressziós kísérlet értékelése is igazol, az azonnali összenyomódás ugyan. Ez utóbbit az e talajokban végzett ödométeres kompressziós kísérlet is igazolja. A matematikailag pontos értékelés eredménye szerint az iszapokban szinte nincs azonnali összenyomódás, az agyagokban van.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az OTKA 1456/86 és OTKA T 023119 támogatásával készült.

6. Hivatkozások

- [1] Rétháti, L.; Ungár, T. (1978). Large settlement's soil physical data Építés-Építésztud, X. (1-2) In Hungarian.
- [2] Imre, E. (1995). Statistical evaluation of simple rheological CPT data. Proc. Of XI. ECSMFE, Copenhagen, 1, 155-161.
- [3] Imre E. Firgi, T., Juhász M., Hazay M., Hegedűs M., Bakacsi Zs., Singh V. G. (2014). CPTu pore water pressure dissipation tests in saline environment. CPT14.
- [4] Imre E., Juhász M., Józsa V., Hegedűs M., Bíró B., Singh V. G. (2014). CPTu tests and CPT simple dissipation tests in saline environment. CPT14.
- [5] Arany, S., (1956). Salt-affected Soils and Their Reclamation. (In Hungarian) Mezőgazd.Kiadó, Budapest.
- [6] Ballenegger R.; Finály I., (1963). A magyar talajtani kutatás története 1944-ig, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- [7] Szendrei G. et al., (2001). Sókiválások hazai elterjedése. In: Földrajzi kutatások, Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged, 2001. okt. 25–27. Absztrakt. 177–178.
- [8] Simon, Sz. (2010). Characterization of groundwater and lake interaction in saline environment. Kelemenszék Lake, Danube-Tisza Interfluve, Hungary. PhD Th. Eötvös Loránd U, Budapest, 167 p.
- [9] Simon, Sz. Mádl-Szőnyi, Müller, I., Pogácsás, Gy. (2011). Conceptual model for surface salinization in an overpressured and a superimposed gravity-flow field, Lake Kelemenszék area, Hungary Hydrogeology Journal. 19: 701–717.
- [10] Sully J P, Robertson P K, Campanella R G, Woeller D J (1999). An approach to evaluation of field CPTU dissipation data in overconsolidated fine-grained soils, Can. Geotech. J. 36: 369–381.
- [11] Teh, C.I. and Houlsby, G.T. (1988). Analysis of the cone penetration test by the strain path method, Proc. 6th Int.
- [12] Imre, E., Rózsa, P., Bates, L., Fityus, S. (2010). Evaluation of monotonous and non-monotonous dissipation test results, COGE. 37: 885-904.
- [13] Imre E, Schanz T, Hegedűs Cs. (2013). Some thoughts in non-linear inverse problem solution. EURO:TUN 2013. Bochum, Németország, 2013.04.17-2013.04.19. pp. 357-365.
- [14] Imre, E., Vijay P. Singh and Fityus S. (2013). The modelling of some point-symmetric tests 166-185. Proc. of the 3rd Kézdi Conference, Budapest, Hungary, 2013.05.28. ISBN 978-963-313-081-0
- [15] Imre E., Schanz T. and Vijay P. Singh Evaluation of staged oedometric tests 251-268. Proc. of the 3rd Kézdi Conference. Budapest, Hungary, 2013.05.28. ISBN 978-963-313-081-0.
- [16] Bjerrum, L. (1967). Engineering geology of normally consolidated marine clays as related to settlements of buildings. Seventh Rankine Lecture. Geotechnique, 16(2): 83-118.



A számtani-mértani közép Thalész tételes geometriai értelmezésének kiterjesztése

An extension of Thales' theorem-based geometric interpretation of the arithmetic-geometric means

^{1,2,3}Emőke Imre, ³Delphin Kabey

¹ Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering,

² Óbuda University, Hydro-Bio-Mechanical Systems Research Center, imre.emoke@uni-obuda.hu

³ Óbuda University, AIAM Doctoral School, Budapest, Hungary, delphinsrc@gmail.com

Összefoglalás

A számtani-mértani közép egy geometriai szemléltetése $N=2$ esetén a Thalész kör. Az egységoldalú szimplexet tartalmazó hipersík fölé rajzolt gömb átmérője 1, sugara $\frac{1}{2}$. A pont feletti magasság azonos a mértani középpel (magasságtétel). Ha $N>2$, ez nem igaz a gömbre, de van egy konkáv felület, amelyre igaz. Az N cellával rendelkező diszkrét eloszlás az N dimenziós euklideszi tér $N-1$ dimenziós szimplexében ábrázolható. Az egyes szimplex pontok baricentrikus koordinátáinak súlyozott általánosított geometriai átlaga, ahol a súlyok megegyeznek a baricentrikus koordinátákkal, logaritmikusan alakban írva az entrópia átlaggal azonos. Ennek szép tulajdonságai vannak, szigorúan konkáv, szimmetrikus függvény, magassága kisebb vagy egyenlő, mint a számtani közép. Az entrópia átlag fizikai tartalma az információs entrópia és az osztályozó entrópia példáján mutatható be.

Kulcs szavak: Entrópia közép, számtani közép, mértani közép

Abstract

A geometrical representation of the arithmetic-geometric mean for $N=2$ is the Thales circle. The diameter of the sphere drawn above the hyperplane containing the unit-sided simplex is 1, and its radius is $\frac{1}{2}$. The height above the point is the same as the geometric mean of the two barycentric coordinates (height theorem). If $N>2$, this is not true for the sphere, but there is a concave surface of the arithmetic mean weighted logarithmically with itself, which can be used instead of the sphere. The discrete distribution with N cells can be represented in an $N-1$ dimensional simplex of the N -dimensional Euclidean space. The weighted generalized geometrical mean of the barycentre coordinates of each simplex point, where the weights are equal to the barycentre coordinates, is used to derive the entropy mean, which is a strictly concave, symmetric function. The compact surface drawn above the hyperplane containing the unit-sided simplex is less than or equal to the arithmetic mean.

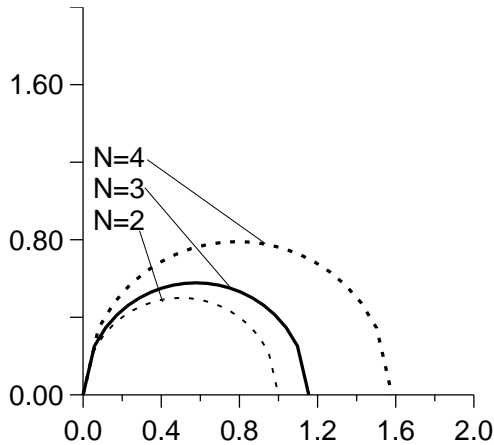
Keywords: arithmetic-geometric mean, entropy mean

1. Bevezetés

Matematikai tanulmányai során mindenki találkozik a számtani és a mértani közép fogalmával. A két közép között fennálló egyenlőtlenséghasznos eszköz, például egyszerű szélsőérték-feladatok megoldásában. A számtani-mértani közép egy geometriai szemléltetése $N=2$ esetén a Thalész kör. Az egységoldalú szimplexet tartalmazó hipersík fölé rajzolt gömb átmérője 1, sugara $\frac{1}{2}$. A pont feletti magasság azonos a két baricentrikus koordináta mértani közepével (magasságtétel). Bizonyára kevesen gondolnák, hogy ha $N>2$, akkor ez nem igaz.

Az egységoldalú szimplexet tartalmazó hipersík fölé rajzolt gömb hipersík feletti magassága nem is fejezhető ki a baricentrikus koordináták mértani közepének függvényeként. Jelölje O az alaplap köré írható gömb középpontját. Ekkor a kérdéses magasság (mint az alaplap hipersíkját befutó pont függvénye) az O körüli gömbfelületeken konstans, viszont a baricentrikus koordináták szorzata nem az. (Ez látható például a beírt kör esetén, amikor az érintési pontokban a baricentrikus koordináták mértani közepe zérus.)

Az egységoldalú szimplex köré írt, és e sugárral a szimplexet tartalmazó hipersík fölé rajzolt gömb átmérője N -el nő, és a számtani közép $(1/N)$ N -el csökken. A szimplexet magában foglaló hipersík feletti magasságra nem igaz, hogy azonos lenne a mértani középpel. A bemutatásra kerülő súlyozott logaritmikus közép grafikonjának pontjai $N>2$ esetén egy gömbhöz hasonló, szimmetrikus felület mentén helyezkednek el.



1. ábra A köréírt körök 2D síkra vetített képe

2. Az “entrópia” közép

A p_i ($i=1..N$) nem negatív valós, számok általánosított súlyozott geometriai közepe abban az esetben, ha a pozitív w_i súlyok összege 1 :

$$M_0 = \prod p_i^{w_i} \quad (1)$$

Tekintsük azt a speciális esetet, amikor az p_i valós számok az egységoldalú szimplex pontok koordinátái, és a szám és a hozzá rendelt súly megegyezik:

$$M_0 = \prod x_i^{x_i} \quad (2)$$

Ezt logaritmikusan átírva, és az N elemszámmal és $\ln N$ -el osztva:

$$B_p = -\frac{1}{N \ln N} \sum_{i=1}^N x_i \ln x_i \leq \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \frac{1}{N} \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1; x_i \geq 0 \quad (4)$$

ahol x_i az egységoldalú szimplex egy pontjának i -edik baricentrikus koordinátája, $i=1..N$. Egyszerű helyettesítéssel adódik, hogy ez a súlyozott „entrópia közép” a szimplex súlypontjában, ahol maximális, egyenlő a számtani átlaggal, grafikonja pedig szigorúan konkáv.

3. Tárgyalás

A javasolt entrópia átlag egyik alkalmazása, a diszkrét eloszlásokhoz rendelt statisztikus entrópia [3]. A kapcsolat a fenti átlaggal úgy nyerhető, hogy a baricentrikus koordinátákhoz egy véges, diszkrét eloszlásfüggvény x_i relatív gyakoriságát rendeljük, és definíció szerint az átlag egy fajlagos entrópiát jelöl, de középsőnek ezt eddig kevésbé tekintették.

Ilyen az információelméleti entrópia. Egy további alkalmazás a szemeloszlás ún. normalizált szemeloszlási entrópia növekménye B ([1] Lőrincz et al, 2005):

$$B := \frac{\Delta S}{\ln N}. \quad (5)$$

vagy $\square S$ a szemeloszlási entrópia növekménye:

$$\Delta S = -\frac{1}{\ln 2} \sum_{i=1}^N x_i \ln x_i \quad (6)$$

Ennek a szimmetrikus függvénynek egy alkalmasan választott, két-dimenziós síkra vetített képe nyerhető a következőképpen. Rendeljük az x_i relatív gyakoriságú cellához/baricentrikus koordinátához egy $i-1$ integer számot és ehhez egy átlagot:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^N x_i (i-1)}{N-1}. \quad (7)$$

Az A számot relatív alap-entrópiának hívjuk a szemeloszlás entrópia témakörében, ahol konkrét fizikai jelentése van.

Definiáljunk egy 2 dimenziós képsíkot a szimplex és a grafikon által generált N -dimenziós Euklideszi térben a B tengely és az egységoldalú szimplex 1 és N jelű csúcsai közötti éllel, és egy vetítő irányt két sík metszeteként az A = állandó, B = állandó feltétellel.

A B grafikonjának képén a felső határvonal szimmetria pontja N -től független, a többi pont kis N -ekre ($N < 20$) N -től kevésbé függ, és kb. azonos egy ellipszissel (közelítően egy, az átmérőre merőleges irányban kétszeresre nyújtott félkörrel). A kép felső határvonalának ősképe az „a” vonal alkotja a szimplexben (2-3 ábra).

Kereshetjük a közép maximumát az egységoldalú szimplex fenti síkmetszetein, ahol A = állandó. A B szigorúan konkáv és szimmetrikus jelleg miatt az A (relatív alap-entrópia) rögzített értékéhez

tartozó sík és a szimplex metszetén egyetlen (átlagos vagy optimális) pontot jelöl ki a B maximuma. Ez a következő:

$$x_1 = \frac{1}{\sum_{j=1}^N a^{j-1}} = \frac{1-a}{1-a^N}, \quad (8)$$

ahol az a paraméter a következő y polinom gyöke:

$$y = \sum_{j=1}^N a^{j-1} [j-1 - A(N-1)], \quad 0 \leq A \leq 1 \quad (9)$$

A maximális entrópia átlaghoz minden síkmetszeten a diszkrét (empirikus) szemcse-eloszlásfüggvények görbe alatti területe egyforma, és az optimális ezek között átlagos eloszlású.

Levezethető, hogy az adott A koordinátájú szemeloszlási görbe-halmaz esetén a maximális B értékkel jellemezhető ún. optimális szemeloszlási görbék véges fraktál eloszlásúak, mivel a frakciók relatív gyakorisága az alábbi összefüggésekkel számolható:

$$x_1 = \frac{(2^{(3-n)} - 1)d_{\min}^{(3-n)}}{d_{\max}^{(3-n)} - d_{\min}^{(3-n)}}, \quad (10)$$

$$a = 2^{(3-n)} \quad (11)$$

ahol n fraktál dimenzió. Az optimális szemeloszlási görbe szemi-log ábrázolásban konkáv, ha $A < 0.5$, lineáris ha $A = 0.5$, konvex ha $A > 0.5$. Egy A adott relatív alapentrópia esetén, szemi-logaritmikusan ábrázolásban az optimális szemeloszlási görbe átlagos helyzetű, mert az $A = \text{állandó}$ görbék – melyek görbe alatti területe azonos – minden esetben átmetszik. Az y polinom és a diagram felső határvonala szimmetrikus a következő értelemben. Ha a^* egy A^* -hoz tartozó pozitív gyöke y -nak, akkor $a = 1/a^*$ az a gyök, ami $A = 1 - A^*$ -hoz tartozik. A szimmetria-tengelyben – ahol B maximuma van – $A = 0.5$, $a = 1$ és $x_i = 1/N$, következésképpen $B = 1/\ln 2$ ($\Delta S = \ln N / \ln 2$), azaz B értéke nem függ a frakciószámtól.

Az egy metszethez tartozó maximális entrópia ún. „a” vonalra esik, amely feltehetően kapcsolatba hozható a metszetek súlypontjával, ez a kérdés további vizsgálatot igényel.

A diagram felső határvonalának pontjai (azaz a maximális B érték) függenek a frakciószámtól (N -től) a szimmetria pont kivételével. Az A koordináta definíciója és a Lőrincz-féle megoldás alapján a diagram felső határvonalán B , a , A és N kapcsolatára a következő képletek érvényesek:

$$A = \frac{1-a}{1-a^N} \frac{\sum_{i=1}^N a^{i-1} (i-1)}{N-1}. \quad (12)$$

$$B = -\frac{1}{\ln N \ln 2} \left[\ln x_1 + \ln a^{A(N-1)} \right] \quad (13)$$

A normalizált diagram felső határvonala kis N értékekre csak kissé függ N -től, így közelítően meghatározható a két frakció esetén érvényes képlettel:

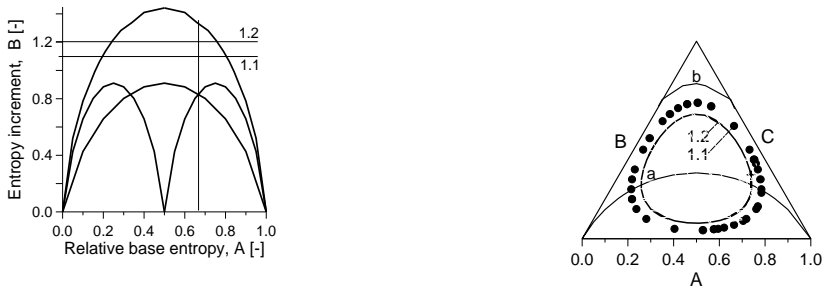
$$B = -\frac{1}{\ln 2 \ln 2} (A \ln A + (1-A) \ln(1-A)). \quad (14)$$

4. Konklúzió

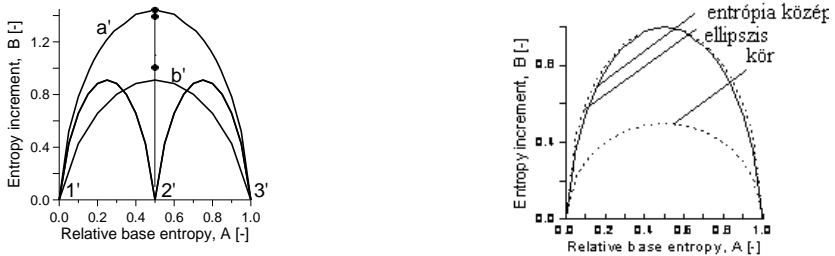
A számtani-mértani közép egy geometriai szemléltetése $N=2$ esetén a Thalész kör. Ha $N>2$, akkor ez nem igaz. Egyfelől az egységoldalú szimplex köré írt gömb sugara N -el nő, másfelől és a számtani közép $(1/N)$ N -el csökken. Ha a mértani közép helyett vesszük az egységoldalú szimplex baricentrikus koordinátáinak általánosított súlyozott geometriai közepét és ennek logaritmusát egy megfelelő együtthatóval (B_p), amit entrópia középnek nevezünk, akkor az egyenlőtlenség teljesül.

A geometriai jelentés is közelítően reprodukálható az $N>2$ esetre. A B_p közép ugyanis egy, az egységoldalú szimplexet tartalmazó sík fölé rajzolt szigorúan konkáv, szimmetrikus, kompakt felület. Megemlíthető, hogy míg a számtani vagy mértani közepek definíciója alapján a szimmetria és a pozitív homogenitás fennáll [4], az entrópia közép esetén csak a szimmetria teljesül.

A javasolt entrópia átlag egyik alkalmazása a diszkrét eloszlásokhoz rendelt statisztikus entrópia, ezekre osztályozás és osztályonként egy átlagos, fraktál eloszlás adható.



2. ábra Az entrópiafüggvény szimplex ($N=3$) feletti grafikonja, az A - B síkra vetített kép. Két szintvonal, valamint a B felső határvonal ösképe a szimplexben (az „ a ” vonal a B felső határvonal ösképe).



3. ábra A B gráfja a kétdimenziós szimplex ($N=3$) felett, $2D$ síkra vetített nyert kép.

5. Hivatkozások

- [1] Lőrincz, J; Imre, E; Gálos, M; Trang, Q.P; Telekes, G; Rajkai, K; Fityus, I. (2005). Grading entropy variation due to soil crushing. Int. Journ. of Geomechanics. Vol 5. Number 4. p. 311-320.

- [2] Imre, E; Lőrincz, J; Trang, Q.P; Fityus, S. Pusztai, J; Telekes, G; Schanz, T. (2009). Some dry density transfer function for sands. Invited paper. KSCE Journal of Civil Engineering 13(4):257-272. DOI 10.1007/s12205-009-0257-7
- [3] Korn G. A. and Korn T. M. (1975). „Mathematical Handbook for Scientists and Engineers” 2nd. Edition, McGraw-Hill Book Company.
- [4] Ádám, B. (2009). A számtani-mértani közép és egyéb érdekességek.

6. Melléklet – Szemeloszlási entrópia

Legyen n egymással egyenlő szélességű statisztikai cella, legyen M_i az elemek száma az i -edik cellában és legyen M az összes elemek száma. Ekkor az entrópia:

$$a_i = \frac{M_i}{M}, \quad \sum_i a_i = 1 \quad (15)$$

$$S = -\sum_i a_i \cdot \log_b a_i \quad (16)$$

ahol a_i a cellák gyakorisága, S az egy elemre jutó, fajlagos entrópia.

A szemeloszlási entrópia a diszkrét valószínűségi eloszlásfüggvényre ismert entrópia képlet alkalmazása a szemeloszlási görbére. A szemeloszlási görbe diszkrét eloszlásfüggvény, a cellák mérete nem azonos.

$$2^{k+1} d_0 \geq d > 2^k \quad (17)$$

Az alkalmazás úgy történik, hogy két statisztikus cella rendszert veszünk fel, az egyik a másik finomítása. A d_0 szélességű, finomabb – ún. elemi – cella rendszer csak a levezetésben játszik szerepet, mérete nem lehet nagyobb, mint a problémában szereplő minimális szemcseméret. A szemeloszlási entrópia definiálása során feltesszük, hogy az egy frakción belüli eloszlás egyenletes, az egyes frakciókban lévő elemi cellák relatív gyakorisága azonos. A szemeloszlási entrópia S két tag összege, ez a két entrópia koordináta:

$$S = S_0 + \Delta S, \quad (18)$$

$$S_0 = \sum_{x_i \neq 0} x_i S_{0i}, \quad (19)$$

$$S_0 = \sum_{x_i \neq 0} x_i S_{0i}, \quad (20)$$

1. táblázat Az i -dik frakció és annak saját entrópiája

frakció	1	...	23	24
terjedelem	$d_0 - 2 d_0$...	$2^{22} d_0 - 2^{23} d_0$	$2^{23} d_0 - 2^{24} d_0$
S_0 [-]	1	...	22	23



Napsugárzás-intenzitás és szélesebbesség-mérő rendszer egy hulladéklerakó dombon, 1. rész

Solar radiation intensity and wind velocity measuring system on a landfill hill, part 1.

^{1,2} Imre Emőke, ^{1,2} Pálinkás Tibor, ^{1,2} Felker Péter, ^{2,3} Bálint Ági, ^{2,4} Nemcsics Ákos, ^{2,4} Ürmös Antal

¹ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Kar. Budapest, Hungary, felker.peter@uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, EKIK HBM Kutatóközpont. Budapest, Hungary, imre.emoke@uni-obuda.hu

³ Óbuda University, Rejtő Sándor Faculty. Budapest, Hungary, balint.agnes@uni-obuda.hu

⁴ Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Kar. Budapest, Hungary, nemcsics.akos@uni-obuda.hu

Összefoglalás

Az Óbudai Egyetem EKIK HBM Kutatóközpontjának koordinálásával a Bánki kar önálló munkát végez a hazai kommunális hulladéklerakókról komplex energetikai hasznosítása céljából egy 2007-ben kezdett kutatás keretében. Partnerek többek között a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, a Naplopó Kft, az ELTE Meteorológiai Tanszék valamint a KFKI ELKH Energetikai Kutatóközpontja. A kutatás keretében diákok napsugárzás-intenzitás- és szélesebbesség mérést végeznek a Pusztázamori Regionális Hulladékkezelő Központon 1. ütemének dombján, a mért adatokat összehasonlítják a prognosztizált adatsorokkal. A tervezett méréseket, ezen belül a napsugárzás-intenzitás- és a szélesebbességmérő egység prototípusának készítését három részből álló cikksorozat mutatja be, az első rész az előzményeket ismerteti.

Kulcs szavak: napsugárzás intenzitás mérés, szélmérés, kommunális hulladéklerakó

Abstract

As a continuation of a research on the complex energy utilization of the Hungarian MSW landfill hills (started in 2007), the Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Óbuda University is working under the coordination of the EKIK HBM Systems Research Center, Óbuda University. Partners are the Department of Energy Engineering of the BME, Naplopó Kft., the ELKH Energetic Research Center of KFKI and ELTE Meteorological Department. The solar radiation intensity and wind speed measurements are carried out by students on Pusztázamor landfill hill. The measured data are compared with the forecasted data. This work is related to the preparation of the prototype of the solar radiation intensity meter and the wind speed measuring unit, and this is part 1.

Keywords: solar intensity meter, wind speed measuring unit, MSW landfill

1. Bevezetés

Hazánkban a közelmúltban mintegy félszáz korszerű lerakó létesült (1-2. ábra), ezekben most kezdődik meg a depóniagáz oly mértékű fejlődése, hogy annak kármentesítéséről gondoskodni kell (pl. fáklyázással, a depóniagáz elégetése kedvezményes CO₂ kvótával vehető figyelembe). Ezen kívül mintegy 2500 régebbi lerakó van, ahol számolni kell a depóniagáz hatásával. A depónia-gáz

és más megújuló energiaforrás együttes alkalmazásának lehetősége következik a hulladék domb geometriai jellemzőiből (3-4. ábra, szélérőmű tehető a domb tetejére, naperőmű az oldalakra). Építészeti szempontok is érvényesülhetnek a minierőmű és tágabb környezete kialakításánál [3].

2. A kutatás ismertetése

2.1 Irodalmi áttekintés

A megújuló energiaforrásokra építő villamos szigethálózatok tartozéka – szinte minden esetben – egy fosszilis üzemanyagra támaszkodó (dízelmotor) villamos generátor egység, és egy energiatároló. Mennél változatosabb a megújulók energiaforrása (pl. vízerőmű + foto-villamos cellák + szélérőmű), annál kisebb lehet az említett kisegítő egységek teljesítménye. Ahol erre lehetőség nyílik ott mindig célszerű a depónia-gázt, mint villamos energia előállítására szolgáló forrást figyelembe venni. Növeli a hasznosítás költségeit, ha a pillanatnyilag felesleges gázt vagy tárolni (gáztároló, vízbontás nyomástároló), vagy fáklyázni szükséges.

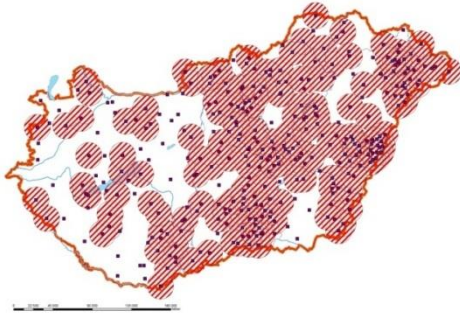
Egy átlagos, kommunális hulladéklerakó 30-40 évig pöfögi az 55-60 százalékos metántartalmú depónia-gázt, s ez alatt térfogata felére-kétharmadára esik össze. Az alábbi depónia-gáz hasznosítási technológiák említhetők: 1. a gáz elégetésével hőenergia előállítása, 2. gázmotorban üzemanyagként villamos energia és hő előállítása, 3. tiszta metán előállítása, 4. kapcsolt rendszerben, napkollektoros melegvíz-előállítás kisegítő fűtése, 5. kapcsolt rendszerben, szigethálózatok villamos energia ellátása, 6. kapcsolt rendszerben, alacsony hőmérsékletű termálvíz ráségítő fűtése ([8]).

Az energiadomb esetén egy fosszilis üzemanyagra támaszkodó (gázmotor) villamos generátor mellett a hulladékdombra napelemek és szélérőművek kerülnek, az első projekt 1999-ben valósult meg Németországban [4-6]. Hazánkban egy korábbi Jedlik és norvég kutatás [1, 2] adatbázist hozott létre a hazai kommunális hulladéklerakókról. A kutatás eredménye [8-20], hogy a nagyobb hulladéklerakók közelében, azok 15 km-es környezetét alapul véve egy decentralizált energetikai rendszer teremthető meg, várhatóan az ország elektromos energiaigényének 10...20%-át fedezve úgy, hogy a szükséges létesítmények nem pl. értékes termő-területeket foglalnak el. Ezzel a potenciállal a hazai energetikai vezetés nem számol [4], ugyanakkor jelentős tartalék lehet a továbbiakban, amelynek egyes elemei a decentralizált jelleg miatt bármikor bekapcsolhatók.

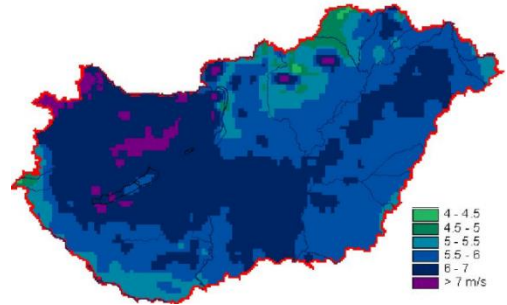
2.2 A kutatás célja

A BME, SZIE és ELTE által 2008-ban készített tanulmányok után önerővel, majd az Óbudai Egyetem EKIK HBM Kutatóközpontja megalakulása után (2020.07.15) a Környezetbarát és Megújuló Energiaforrásokért Alapítvány támogatásával folytatódik, a korábbi és új partnerek valamint érdeklődő diákok bevonásával [9-21].

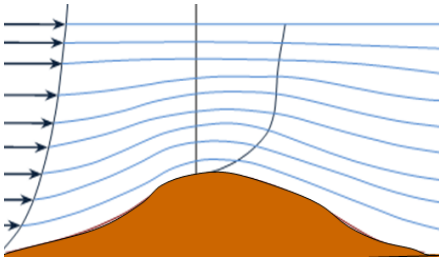
A Pusztaföldi Regionális Hulladékkezelő Központ első ütemben épült dombjának energetikai hasznosításához konkrét tervek készítése mellett a geometria (nap intenzitásra és szélsőségre gyakorolt) hatásának, valamint a felhőhatásnak a vizsgálata folyik, amely többfajta mérőeszközzel kerül megvalósításra. Korábban megkezdődött a szélsőségeknek a dombtető felett 18 m-rel történő mérése (6-7. ábra). E közlemény bemutatja a napsugárzás intenzitásának a gúla alakú domb oldalain (ÉNy, ÉK, DNy, DK), és a domb tetején, valamint a szélsőségek domb felületén – kereskedelmi forgalomban kapható időjárás állomással - történő mérésének előkészítését.



1. ábra A nagyobb (> 80000 m³-es) hulladéklerakók 15 km-es környezete [1-2]



2. ábra A széltérkép 150 m relatív magasságban [9]



3. ábra A domb növeli a szélsébséget



4. ábra Pusztafőmér, tervezett szélturbinák



5. ábra Az Energetikai Kutatóközpont mérőegységei

Több meteorológiai mérőegység kerül felállításra a Pusztafőméri Regionális Hulladékkezelő Központ 1. ütemében épített hulladék domb tetején, az Óbudai Egyetem EKIK HBM Kutatóközpontja koordinálásával, egyetemi hallgatók számára, akik méréseket végeznek és értékelnek majd. Lesz készen vett, hordozható mérőállomás, és lesz az Óbudai Egyetem által

kialakított mérési rendszer. A közlemény három részből áll. Az első rész az előzményeket ismerteti. Az második és harmadik rész célja az egyetem által kialakított rendszer bemutatása. Ezt az alrendszert nevezhetjük mérőcellának is, része egy analóg feszültségjelet szolgáltató piranométer, az ahhoz kifejlesztett, szintén analóg feszültség-jelet szolgáltató hőfokérzékelő, valamint egy impulzuszfrekvencia-kimenőjelű eszköz, amely a kanalas anemométer jeleinek kondicionálására, digitalizálására és az ezekből összeállított adatesomagok eltárolására alkalmas.

A KFKI-ban napsugárzás intenzitását különféle napelemekkel és piranométerekkel méri (5. ábra, az érdeklődő Hallgatók készítették 2022. november 16-án). A kutatási munka magában foglalja az ország területére vonatkozó napsugárzás-intenzitásadatok interpolálását. Az együttműködés keretében a diákok – akik egyes lerakókon napsugárzás intenzitás-méréseket végeznek – megkapják ezen lerakók prognosztizált adatsorát, kigyűjtik az egyéb adatbázisok adatait, és diplomamunkák keretében értékelik a mérési adatokat.

2.3 Első eredmények

Háromfajta eszközt telepítünk. A mérőcellán kívül használunk egy, a kereskedelemben beszerezhető időjárás állomást (6. ábra), amely vezeték nélküli, vezeték csak a szélesség mérő és a külső hőmérő (egyben jeladó közt van). Az adatokat maga az időjárás állomás beltéri egysége gyűjti. Ezen kívül korábban egy 18 m magas árboc került a rekultivált hulladéklerakó tetejére (7. ábra). A kanalas, árbocra szerelt szél- sebességmérő műszer üzembe helyezése korábban megtörtént [19], de az érzékelő cseréje szükségessé vált. Ennek menetét a 3. rész ismerteti.

Ez utóbbi szél mérés első eredménye a következő. A szél sebességének mérésére szolgáló eszköz forgókanalas anemométer volt. A [19] diplomamunka keretében a dombtetőn létesített kanalas szél mérő 18 m magas oszlopon telepítették. Az első eredmények szerint, a szélesség napi átlagos aránya a hegy tetején és az alján körülbelül 1,6 volt. A szél mérést értékelő számítások alapján az 1. táblázat adatai a mértékadók. Az 1000 kW-os turbinát min 75 m magas oszloppal kell szerelni és ezért a tengelymagassága a talajszinttől 140m lesz, a 750 kW-os turbinát 65 m magas oszloppal kell szerelni és ezért a tengelymagassága a talajszinttől min 130 m lesz. Ezekkel: 1000kW: a szélesség 6,2 m/s. 750kW: a szélesség 6,0 m/s. 25-30 m relatív szinten 5,3-5,4 m/s lesz (további adatok az 1. táblázatban láthatók).

1. táblázat Az első szél mérésre alapozott számítások eredménye a pusztazámori lerakó esetén

szélturbina	kWh/év	Db	kWh/év
1000 kW	2200000	2	4400000
750 kW	1575000	2	3150000
30 kW	46000	7	322000



6. ábra Időjárás állomás



7. ábra Árbóc a szél méréshez

Köszönetnyilvánítás

A munka a Környezetbarát és Megújuló Energiaforrásokért Alapítvány, a Lakics Kft, a Naplopó Kft, a BME Energetikai Gépek és Rendszerek tanszék, Prof. Dr. Tóth László, Prof. Dr. Weidinger Tamás, Schneider Tamás, Sinkovics Bálint, Mile Gábor támogatásával készült.

3. Hivatkozások

- [1] Biodegradációs technológia kifejlesztése és hatásainak vizsgálata. (2008) NKFP-B1-2006-0008 Jedlik Ányos Pályázati jelentés. Kézirat. 1-13.
- [2] Norvég pályázathoz Seed Money Kutatási Jelentés. BME. (2008). Kézirat. 1-124.
- [3] Nemcsics, Ákos (1999) Ökológikus - környezetbarát építés Budapest, Kandó Kálmán Műszaki Főiskola 1-162.
- [4] A nemzeti energiapolitika stratégiai kihívásai. Kerekasztal beszélgetés. Tudomány Ünnepe. 2022. november. MTA. 2022. november 10. [csütörtök] 9:30 – 13:00.
- [5] Internetes anyag az első energia dombról, Karlsruhe területén. <http://karlsruher-sonnendaecher.de/kasd/public/sopaI/muelldeponiewest?type=system>
- [6] Orth, W., Brauns, J. (1999) Gründung einer Windkraftanlage auf der Hausmülldeponie Karlsruhe-West Bautechnik 76(9).
- [7] Fleming, I.R., Fleming, M.A. & Sharma J.S. (2011) Cyclic loading of waste for design of a

wind turbine foundation on a landfill. Proc Sardinia 2011, 13th Int Waste Management and Landfill Symposium, Cagliari, Italy, 3 - 7 October 2011 CISA Publisher, Italy

- [8] Imre, L., Bitay, B. & Hecker, G. (2008) Megújuló energiaforrások. Egyetemi jegyzet. BME. 4. átdolgozott kiadás. 1-140.
- [9] Imre, E. & Fleming, J. (2012) Energy hill In: Bíró, Károly (szerk.) ENELKO2012 : XIII. Nemzetközi Energetika-Elektrotechnika Konferencia, 13th ENELKO International Conference on Energetics - Electrical Engineering (EMT), 96-102.
- [10] Vikker B (2012) Szélturbina alapozása a pusztazámori hulladékdombon. SZIE, Ybl. Szakdolgozat.
- [11] Tóth L (2014) Hungary wind energy potential and wind turbines on the top of waste landfill hills. Presentation on the Hungarian Academy of Sciences, Technical Sciences, Complex Committee on Chemical and Processing Engineering 2014. 04. 04.
- [12] Imre, E., Firgi, T., Telekes, G., Alföldy-Boruss, M. (2015) Energy Hill Concept and Realization - Smart Landfills 10. Jubileumi Óbudai Energetikai Konferencia - Smart Cities Budapest, Magyarország : Óbudai Egyetem. 145-155.
- [13] Imre, E., Firgi, T., Alföldy-Boruss, M., Tóth, L., Telekes, G., Ösz, J., Mészáros, J., Hortobágyi, Zs. & Fleming, J. (2015) Energy hill In: The 6 th International Workshop on Hydro - Physico - Mechanics of landfills 90-94.
- [14] Imre, E., Bálint, Á., Firgi, T., Telekes, G., Hortobágyi, Zs., Ösz, J., Takács, A., Törös, E. Fleming, I.R. (2021-2022) CPTu dissipation and various other tests of a landfill design In: Proceedings ISC6 <https://doi.org/10.53243/ISC2020-341>.
- [15] Novothny, F., Imre, E., Szekeres, B., Pálvölgyi, T., Kádár, P., Bálint, Á., Tóth, L., Schneider, T., Elek, I. Törös.E. (2018) Energy Hill - MSW Landfill Hill Poszter, 9th ICEEE-2018.
- [16] Litovszki, G. (2017) Hulladéklerakó dombokon létesült napelemes erőművek műszaki és gazdaságossági lehetőségei a Pusztazámori és Dunakeszi II. sz. lerakón szemléltetve. BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, Szakdolgozat.
- [17] Szekeres, B. (2018) Szélturbina tervezése a Pusztazámori Regionális Hulladékkezelő Központ területére. ÓE, Kandó, BSc. Szakdolgozat.
- [18] Pálvölgyi, T. (2018) in Pusztazámor. ÓE, Kandó, BSc. Szakdolgozat.
- [19] Kasperek, M. (2020) Szélesség-mérés a pusztazámori hulladékdombon. ÓE, Kandó, BSc. Szakdolgozat.
- [20] Wang, Y. (2020) Hydro-Bio-Mechanical Modelling of Landfill Waste ÓE, Rejtő, BSc. Thesis.
- [21] Tanui, L. Taneja, P. and Habaguhirwa, V. (2022) Feasibility of pv solar panels, wind turbines installation and development of a data acquisition system for measuring solar irradiance on Pusztazámor landfill site. 13th ICEEE-2022 Online Conf. presentation.
- [22] Taneja, P. et al (2022). Setting up DAS for pyranometer and anemometer. The 13th ICEEE-2022 Online Conf. Poster.
- [23] Internetes anyag: Kipp & Zonen: CM series Pyranometer range, Pyraometers for atmospheric research and industry.



Napsugárzás-intenzitás és szélesség-mérő rendszer egy hulladéklerakó dombon, 2. rész

Solar radiation intensity and wind velocity measuring system on a landfill hill, part 2

^{1,2} Imre Emőke, ² Pálincás Tibor, ² Felker Péter, ³ Mayer Martin, ^{2,4} Ürmös Antal, ⁵ Weidinger Tamás

¹ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Kar. Budapest, Hungary, felker.peter@uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, EKIK HBM Kutatóközpont. Budapest, Hungary, imre.emoke@uni-obuda.hu

³ BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék. Budapest, Hungary, Mayer@energia.bme.hu

⁴ Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Kar. Budapest, Hungary, urmos.antal@uni-obuda.hu

⁵ ELTE, TTK. Budapest, Hungary, weidi@caesar.elte.hu

Összefoglalás

Az Óbudai Egyetem EKIK HBM Kutatóközpontjának irányításával a 2007-ben indult (BME-SZIE-ELTE) Jedlik és norvég-kutatási projekt folytatásaként a Bánki kar önálló munkát végez, adatbázis bővítést hozva létre a hazai kommunális hulladéklerakókról diák kutatás révén. Partnerek többek között a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, a Naplopó Kft, valamint a KFKI ELKH Energetikai Kutatóközpontja. A diákok a pusztazámori kommunális hulladéklerakón napsugárzás intenzitás mérést és szélesség mérést végeznek, a mért adatokat összehasonlítják a meteorológiai kutatóállomáson mért adatok alapján prognosztizált adatsorokkal. Jelen munka a napsugárzás intenzitás mérő és a szélességmérő egység prototípusának elkészítéséhez kapcsolódik, ez a második, az érzékelőket bemutató rész.

Kulcs szavak: napsugárzás intenzitás mérés, szélmérés, kommunális hulladéklerakó

Abstract

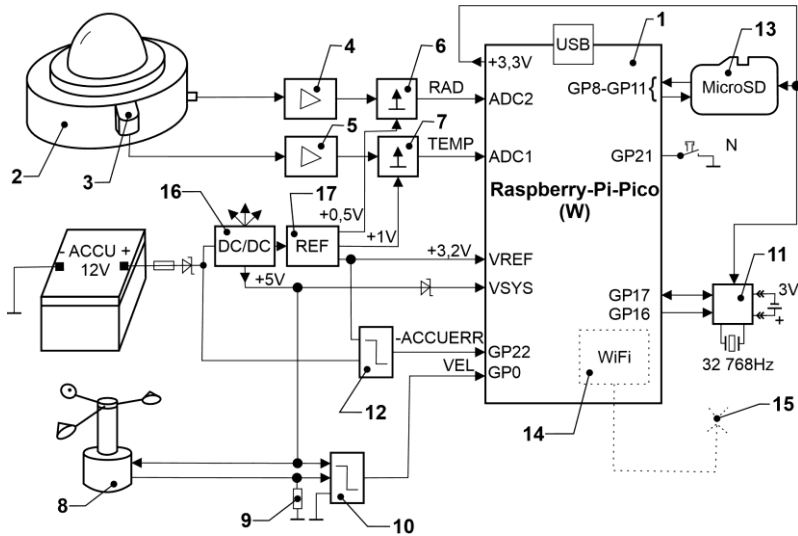
Under the direction of the EKIK HBM Systems Research Center of the University of Óbuda, as a continuation of the Jedlik and Norwegian research project started in 2007, the Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering is doing independent work, making an extension of the existing database of domestic municipal landfills. Partners include the Department of Energy Engineering of the BME, Naplopó Kft., and the ELKH Energetic Research Center of KFKI. The solar radiation intensity measurements and wind speed measurements are carried out at the municipal landfill of Pusztazámor, by students. The measured data are compared with the forecasted data sets based on meteorological research station data. This work is related to the preparation of the prototype of the solar radiation intensity meter and the wind speed measuring unit. This is part 2, presenting the various sensors.

Keywords: solar intensity meter, wind speed measuring unit, MSW landfill

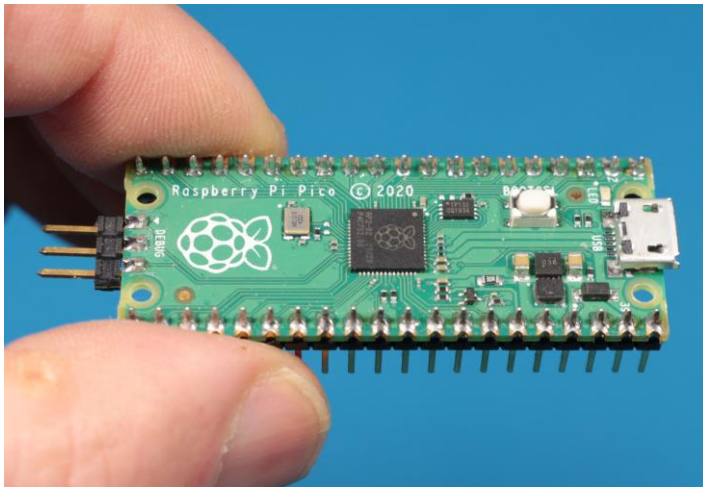
1. Bevezetés

A közlemény három részből áll, a második részben megkezdjük a diákok számára készítendő mérőcella elkészítéséhez kapcsolódó munka bemutatását, a kísérleti rendszer ismertetését. Ezt az rendszert nevezhetjük mérőcellának. Része egy analóg feszültség-jelet szolgáltató piranométer, az

ahhoz kifejlesztett, analóg feszültség-jelet szolgáltató hőfokérzékelő, valamint egy impulzusfrekvencia-kimenőjelű kanalas anemométer jeleinek kondicionálására, digitalizálására és az adatsomagok eltárolására alkalmas.



1. ábra. A mérőcella tömbvázlata



2. ábra. Mikroszámítógép

2. A kísérleti rendszer rendszerszintű bemutatása

Az elkészült mérőcella tömbvázlatát az 1. ábra mutatja. Az alapját jelenleg az 1 Raspberry Pi Pico típusú olcsó, de kifogástalan hőfoktűrű (-20...+85 °C között üzemeltethető) és meglehetősen intelligens, kétmagos ARM struktúrájú, 32 bites mikrokontrollerrel felszerelt mikroszámítógép

képezi (2. ábra, [1]). Az apró egység a képen már az általunk beforrasztott dugaszolható túsorokkal látható. További előnyei többek között a számos, sokféle feladatra konfigurálható portvonal, a négycsatornás multiplexerrel felszerelt 12 bites analóg-digitál átalakító, a Micro USB port, mindezek mellett a láthatóan kis méret és a rendkívül alacsony ár. A kísérleteket ezzel végezzük, de valószínűleg áttérünk a W kiegészítő jelzésű változatára, ami teljesen kompatibilis a jelenlegivel, ám az ugyanakkora nyomtatott áramköri lapkájára még WiFi modul és on-board WiFi antennát is elhelyeztek [2]. Utóbbit valószínűleg külső antennával kell kiváltanunk, amihez majd a modul minimális átalakítása szükséges.

A rendszer egyik alapvető érzékelője a 2 piranométer, azaz a napsugárzás fluxussűrűségének mérésére alkalmas, a fluxussűrűséget azzal arányos feszültségjellel alakító mérőjel-átalakító. A fluxussűrűséget W/m^2 -ben definiálják, a műszert erre kalibrálták. Az érzékelési spektrumuk általában a 300...3000 nm közötti hullámhossztartomány, lapos (azaz egyenletes) spektrális érzékenységgel. A látómezőjük félgömb. Az egyenletes térbeli irányérzékenységet az érzékelőt borító, speciális összetételű üvegből készült kupola (félgömb-héj) biztosítja. Egyben az üveg anyaga korlátozza a spektrum felső határát, ami anélkül 50 000 nm volna. Az érzékelő különleges technológiával készült hőelem-array, más néven hőtelep vagy termooszlop, ezernyi sorba kapcsolt réz-konstatán (az ipari gyakorlatban *T típusúnak* nevezett) hőelemmel. Ezek melegpontjai egy adott, kör alakú – a konkrét érzékelőben kb. 20 mm átmérőjű – sík felületet foglalnak el, a hidegpontjaik az érzékelő fémházával állnak termikus kapcsolatban. A melegpontokból álló érzékelősíkot széntartalmú hőelnyelő lakk borítja. Ez a bevonat elnyeli a széles spektrumú napsugárzást, amelyet hővé alakít. A hőelemeken a két felület közötti hőmérsékletkülönbség hatására a Seebeck- vagy termoelektromos hatás alapján feszültség keletkezik. Az egyes hőelemek feszültségei összeadódnak, így a cella kimenetén akár 50 mV-os eredő jelfeszültség is felléphet. A prototípus-mérőcella piranométerén feltüntetett érzékenység: $16,17 \mu V/W/m^2$.

Az adott műszer egy CM3 típusú, „C” osztályú, azaz másodosztályú mérőjel-átalakító ([3]). A piranométereket ui. „A”, „B” vagy „C” osztályba sorolják olyan specifikációk alapján, mint a válaszdő, az irányreakció, a hőmérséklet-válasz, a dőlésreakció és a kalibrálási módszer, az ISO 9060 szabvány szerint. A „C” osztályú eszköz több paramétere tekintetében gyengébb az elsőosztályú („B”) gyártmányoknál, pláne a másodlagos etalonoknál („A”). Az egyes kategóriák paraméterei összevethetők pl. a [4] adattáblázata alapján. A mi piranométerünkön okkultációs korong sincs. (Ez a kúppalást alakú, a piranométer házára az érzékelő síkjánál alacsonyabban felerősített, fehérre festett körgallér a diffúz sugárzás mérésére és a felületről érkező nyalábsugárzás blokkolására [okkultációjára] szolgál.)

A CM3 környezeti hőmérséklettől való függősége kirívóan magas: $\pm 6\%$ a $-10...+40$ °C tartományban. Ezt célszerűnek látszik kompenzálni, aminek két feltétele van: fel kell szerelni az érzékelőt egy, a házzal jó termikus kapcsolatban levő külső hőfokszenzorral, ill. klímakamrában, konstans mesterséges besugárzás mellett fel kell venni az érzékenység-hőfokfüggés karakterisztikát. A kompenzáls szoftveresen történik a PC-n folyó utólagos adatfeldolgozás során, a mérőcella mikroszámítógépe, több adat átlagolása után, elmenti az adatpárokat. A karakterisztika felvételéhez szükséges speciális mérési körülmények megteremtése folyamatban van.

A CM3 tokhőmérsékletét különleges, a ház hengeres palástjához simuló, egyedi gyártású fémtokba zárt 3 monolit hőmérséklet-feszültség átalakítóval mérjük. A hőfokérzékelő olyan magasságban helyezkedik el a tokban, hogy nagyjából a hőelem-array alsó síkjában helyezkedjen el. A hermetikusan zárt tokocskát UV-álló bandázsszalaggal rögzítjük a piranométerhez, miután az érintkező felületeket bevontuk szilikonzsírral (3. ábra).

A fenti két érzékelő feszültségjelét a 4, ill. az 5 kalibrált mérőerősítőbe vezetjük. A felerősített

kimenőfeszültségek a 6 és a 7 szinteltoló fokozat által módosítva jutnak a mikroszámítógép két analóg bemenetére.



3. ábra. A piranométer előkészítése

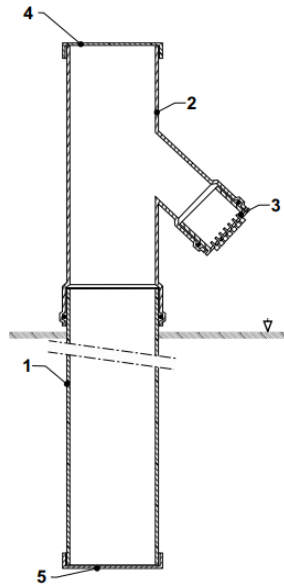


4. ábra. Az anemométer előkészítése

A következő érzékelő a 8 anemométer, típusa és gyártója ismeretlen. Közöséges, 3 kanalas, kúppalásthéj alakú műanyag kanalakkal felszerelt szélesebségmérőről (4. ábra) van szó, amely tengelyfordulatonként 14 db impulzust szolgáltat. Hogy az impulzussorozat frekvenciája milyen függvénykapcsolatban van a légáramlás sebességével, azt szélcsatornában leszünk kénytelenek megállapítani.

Az anemométerbe épített eredeti impulzusformáló áramkör (5. ábra) gyárilag háromeres árnyékolt kábelben keresztül csatlakozott a feldolgozó elektronikához. Amikor a műszer hozzánk került, ez a kábel töből le volt vágva. A konkrét telepítés helyén kb. 30 m hosszúságú árnyékolt kábelre volna szükség, amely jelenleg eléggé drágán szerezhető be. Úgy döntöttünk, hogy áttérünk

az iparban már régóta bevált kétvezetékes rendszerhez hasonló adatátviteli módszerre: az impulzusokat magán a tápvezetéken továbbítjuk, áramimpulzusok formájában.



5. ábra. A tervezett mérőegység elhelyezés

Ehhez tökéletesen megfelel az az olcsó, kétszeres szigetelésű vezeték, ami pl. az asztali lámpákat látja el hálózati feszültséggel (a beszerzett laposvezeték típusa: H03WH2-F 2×0,75 mm²). Az anemométer amúgy is elavult elektronikáját kicseréltük az erre az üzemmódra tervezett saját áramkörre. Az áramugrások a 9 figyelő-ellenálláson feszültségugrásokat hoznak létre. Ezeket alakítja át a 10 komparátor a 3,3 V-os logikai rendszer számára értelmezhető feszültségszintekkel bíró, kellő élmeredekségű impulzusokká. Az impulzusfrekvenciát a mikroszámítógép fogja megmérni.

Terveink szerint a méréseket ötpercenként végezzük. Ekkor 10-10 adatot digitalizálunk a piranométer és a hőmérséklet-átalakító jeléből, ezekből a legnagyobb és a legkisebb értékűt eldobjuk, a megmaradó 8-8-at átlagoljuk, és az így keletkezett adatok kerülnek az adatsomagba. Az anemométer frekvenciáját előreláthatólag 5 s kapuidővel mérjük majd.

A célszerű számlálási időt a szélcsatornás kísérlet után tudjuk megállapítani. A csomagban szerepelni fog ezen kívül a külső 11 Real Time Clock (RTC) dátum- és időadata, valamint a mikrokontroller chip hőmérséklete is, amit a chipen integrált dióda érzékel, és az A/D „rejtett” csatornája digitalizál.

Az akkumulátor állapotát (kapocsfeszültségét) a 12 komparátor érzékeli; ez a státusz ugyancsak az adatsomagba kerül. A csomagokat a szintén kívülről csatlakoztatott 13 Micro SD kártyára menti a kontroller, a programmemóriába beégetett rendszervezérlő szoftver parancsára.

Az összegyűjtött adatok kinyerésére többféle módszer kínálkozik. A megfelelő szoftverrel felvértezett laptopot csatlakoztatjuk a mikrogép USB portjához, ha pedig rendelkezik a 14 WiFi modulal, akkor a rádiós adatátvitelt is használhatjuk. Az elektronika telepítési körülményei miatt valószínűleg ehhez a 15 külső, célszerűen irányított antennát kell csatlakoztatnunk (ld. később). Végül soron magán a Micro SD kártyát is kiemelhetjük a foglalatából, és egy kártyaolvasóval a

helyszínen, de akár a laborban is letölthetjük róla az adatállományt.

A fent tárgyalt mérőcella áramköreit egy 12 V-os ólomakkumulátor-telep látja el elektromos energiával. Ebből egy 5 V-os kapcsolótáp (16) állítja elő a Raspberry, az anemométer és a külső komparátora számára a tápfeszültséget. Az analóg rendszer tápfeszültségét disszipatív jellegű tápáramkör (17) biztosítja, előállítva a referenciaszültségeket és a negatív tápfeszültséget is.

3. Összegezés

A korábban a Naplopó Kft valamint a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék által használt piranometer- és anemométer-készletet az Óbudai Egyetem Bánki Donát kara átvette a Pusztázamori Hulladéklerakó 1. szakasz dombján való mérés céljából, és az **1 - 5. ábra** szerinti mérőegységet tervezi létrehozni. A berendezések felújításra kerültek, és mérőcellában kerülnek telepítésre. A cél kutatási lehetőség biztosítása a 2007-ben indult (BME-SZIE-ELTE) Jedlik és norvég-kutatási projekt folytatásaként a megújuló energetikai témakörben készülő diplomamunkák számára.

4. Hivatkozások

- [1] Raspberry Pi Ltd.: Raspberry Pi Pico Datasheet An RP2040-based microcontroller board (netes dokumentáció)
- [2] Raspberry Pi Ltd.: Raspberry Pi Pico W Datasheet An RP2040-based microcontroller board with wireless; (netes dokumentáció)
- [3] Kipp & Zonen: CM3 pyranometer Instruction Manual; (netes dokumentáció)
- [4] Kipp & Zonen: CM series Pyranometer range; Pyranometers for atmospheric research and industry



Napsugárzás-intenzitás és szélesebesség-mérő rendszer egy hulladéklerakó dombon, 3. rész

Solar radiation intensity and wind velocity measuring system on a landfill hill, part 3

¹Pálinkás Tibor, ¹Felker Péter, ^{2,3}Ürmös Antal, ⁴Mile Gábor, ^{1,2}Imre Emőke, ⁵Weidinger Tamás

¹ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Kar. Budapest, Hungary, felker.peter@uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, EKIK HBM Kutatóközpont. Budapest, Hungary, imre.emoke@uni-obuda.hu

³ Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Kar. Budapest, Hungary, urmos.antal@uni-obuda.hu

⁴ FKF Zrt, Budapest, Hungary, mileg@fkf.hu

⁵ ELTE, TTK. Budapest, Hungary, weidi@caesar.elte.hu

Összefoglalás

Az Óbudai Egyetem EKIK HBM Kutatóközpontjának irányításával a 2007-ben indult (BME-SZIE-ELTE) Jedlik és norvég-kutatási projekt folytatásaként a Bánki kar önálló munkát végez, adatbázis bővítést hozva létre a hazai kommunális hulladéklerakókról diák kutatás révén. Partnerek többek között a BME Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék, a Naplopó Kft, valamint a KFKI ELKH Energetikai Kutatóközpontja. A diákok a pusztazámori kommunális hulladéklerakón napsugárzás intenzitás mérést és szélesebesség mérést végeznek, a mért adatokat összehasonlítják a meteorológiai kutatóállomáson mért adatok alapján prognosztizált adatsorokkal. Jelen munka a napsugárzás intenzitás mérő és a szélesebességmérő egység prototípusának elkészítéséhez kapcsolódik, ez a harmadik, áramkörös /programozási rész.

Kulcs szavak: napsugárzás intenzitás mérés, szélmérés, kommunális hulladéklerakó

Abstract

Under the direction of the EKIK HBM Systems Research Center of the University of Óbuda, as a continuation of the Jedlik and Norwegian research project started in 2007, the Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering is doing independent work, making an extension of the existing database of domestic municipal landfills. Partners include the Department of Energy Engineering of the BME, Naplopó Kft., and the ELKH Energetic Research Center of KFKI. The solar radiation intensity measurements and wind speed measurements are carried out at the municipal landfill of Pusztazámor, by students. The measured data are compared with the forecasted data sets based on meteorological research station data. This work is related to the preparation of the prototype of the solar radiation intensity meter and the wind speed measuring unit; this is part 3 on the electric circuits.

Keywords: solar intensity meter, wind speed measuring unit, MSW landfill

1.Bevezetés

A közlemény második részében bemutattuk a diákok számára készítendő meteorológiai kísérleti rendszer (mérőcella) érzékelőit. Része egy analóg feszültség-jelet szolgáltató piranométer, az ahhoz kifejlesztett, analóg feszültségelet szolgáltató hőfokérzékelő, valamint egy impulzusfrekvencia-

kimenőjelű kanalas anemométer jeleinek kondicionálására, digitalizálására és az adatsomagok eltárolására alkalmas. E harmadik rész célja az áramkörök, a programozás, valamint a tervezett eszközök telepítésének bemutatása.

2. Az áramkörök részletezése

Az egész projekt megvalósítása során igyekeztünk minél költségkímélőbb, egyben a leggyorsabban eredményt hozó módon eljárni. A nyomtatott áramköri paneleket például házilagos technológiával, vasalásos eljárással gyártottuk le [5]. Az elektronikai alkatrészek zöme felületszereléses, de igazodva a meglévő alkatrész készletünkhöz, néhányuk hagyományos, furatszerelt.

A prototípus-mérőcella áramköreit három kisméretű nyomtatott áramköri lapon helyeztük el: az analóg áramköri rendszer nagyobb részét az alappanelen, kisebb egységeit – mivel azokat később dolgoztuk ki – a feltétpanelen, a mikroszámítógépet és közvetlen áramköri környezetét a Raspberry panelen. A végleges kivitelben az alppanel és a feltétpanel rendszerei közös nyáklapra kerülnek majd. A panelek egymáshoz képest párhuzamosan helyezkednek el, menetes távtartókkal egymáshoz erősítve. A fentiek értelmében a prototípus kivitele hárompaneles, míg a végleges mérőcellaké kétpaneles „szendvicsszerkezet”.

A kapcsolási rajzokon feltüntetett, ill. a szövegben hivatkozott feszültség szintek a közös, *GND* potenciálhoz viszonyítva értendők. A jeladók fémburkolata, az árnyékolt jelkábelek árnyékoló harisnyája a „valódi földeléshez”, azaz egy talajba szúrt földelőszondához fog csatlakozni. Az, hogy ezt a két potenciált célszerű-e közösitni vagy sem, a gyakorlat fogja eldönteni. A földponton hozzávezető kábel faston jellegű csatlakozó dugója az alppanelen található. A *GND*-vel való közösitése a Jp6 jumperen történhet, egy hüvelyhíd felhelyezésével.

2.1 Analóg tápegység és feszültségreferencia

A cím szerinti áramköröket már a kétpaneles verzió szerint, egyetlen kapcsolási rajzon helyeztük el (1. ábra). Az akkumulátor feszültsége a kétpólusú *ACCU* (Jp3) csatlakozón keresztül kapcsolódik a rendszerre. Megjegyezzük, hogy a pozitív ágban minden mérőcellához egy-egy olvadóbiztosító is tartozik, amelyek az akkumulátoregységen helyezkednek el, ezért a rajzon nem szerepelnek. Az esetleges fordított polaritású rákapcsolás káros hatásai ellen a D1 védi az elektronikai rendszert.

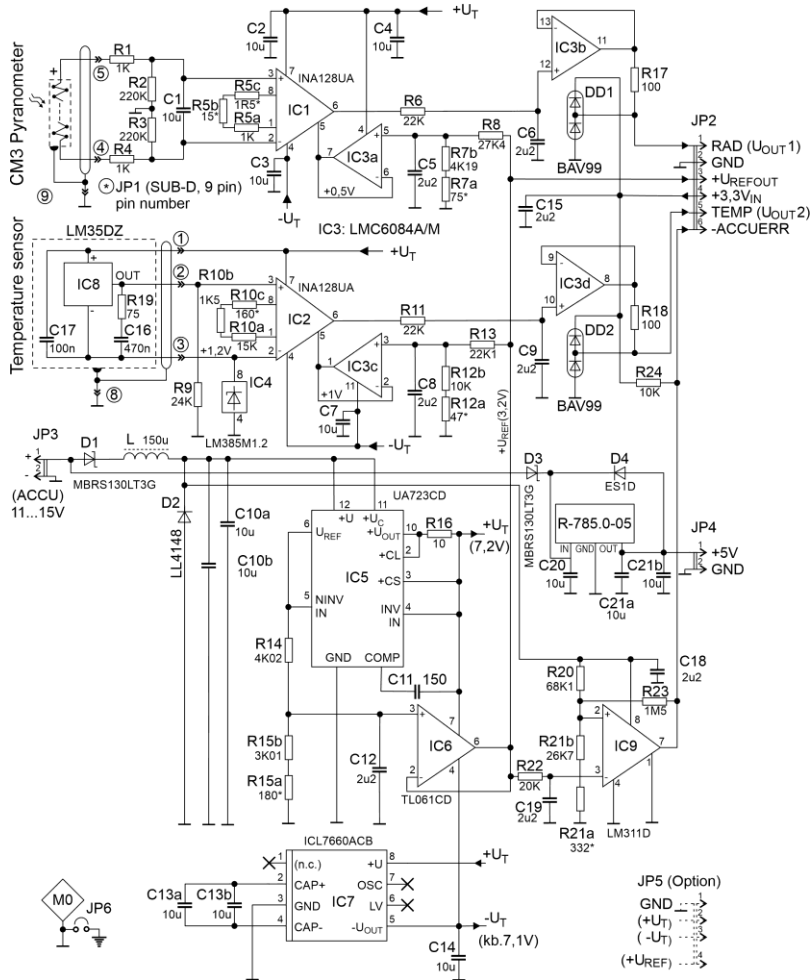
Mivel a kisebb veszteség érdekében ez jelentős visszaramú Schottky dióda, a szivárgási áram elvezetésére a D2 normál szilíciumdiódát is beiktattuk. A viszonylag hosszú tápvezetéken indukálódó környezeti zavarok, pl. a telepítési helyhez aránylag közeli, mára hosszúhullámra (135,6 kHz-re) átállított lakihegyi nagyadó RF zavarása, tápvezetékek erőterének zavarása ellen az L és a C10 védi az IC₅ feszültségstabilizátort. Látható, hogy ezek a viszonylag nagy kapacitású kondenzátorok nem elektrolitkondenzátorok vagy tantálkondenzátorok, hanem kerámia dielektrikumúak. Tekintettel a telepítés körülményeire, az elektronikát igyekeztünk stabil, időtálló paraméterekkel bíró alkatrémekből felépíteni. Így az áramkörökben sem elköt vagy tantálkondenzátort, sem trimmerpotenciómétert nem alkalmaztunk. Az ellenállások többsége 1%-os értéktűrésű.

Az IC₅ egy „ösi” (1967-ben került először forgalomba), de maig szinte minden jelentős IC-gyártó által gyártott, jól bevált áteresztő jellegű precíziós feszültségstabilizátor, a jól ismert 723-as. A tok itt a legegyszerűbb alkapcsolásában üzemel: a kimenőfeszültsége, azaz a rendszer +U_T tápfeszültsége megegyezik a belső feszültségreferenciája feszültségével. Ez a feszültség a különböző gyártók adatlapja szerint eléggé nagy szórású.

A megengedett határai gyártónként eltérők, az értéke összességében példánytól függően

+6,8...7,4 V között várható. Mivel a referenciaszültségeket is közvetve ebből az IC-ből származtatjuk, több példányból választottuk ki a melegítés hatására legkevesebbet változó referenciáját. Ilyeneket a tapasztalataink szerint többnyire a 7,1...7,3 V-osak között találunk.

CM3 SIGNAL CONDITIONER FOR RASPBERRY PI PICO



1. ábra. A kapcsolási rajz

A fő referenciaszültséget úgy kell beállítani az R14, R15 feszültségosztó alsó tagjainak válogatásával, hogy az IC6 referenciabuffer kimenetén +3,2 V jelenjen meg. A Raspberry-val ui. az a probléma, hogy az A/D-t is tartalmazó mikrokontroller +3,3 V-os tápfeszültsége képezi az A/D referenciaszültséget is, ami nem túl szerencsés, hiszen ezt a tápfeszültséget egy kapcsolóüzemű tápáramkör biztosítja, így nemcsak a kimenőfeszültség stabilitása nem felel meg egy 12 bites A/D igényeinek, de zajtűskékkel erősen terhelt. Szerencsére a mikroszámítógép rendelkezik egy VREF csatlakozóponttal, amin keresztül külső, minimálisan + 3 V-os, de +3,3 V-nál mindenképpen

alacsonyabb referenciafeszültséget lehet rákényszeríteni a 200 ohmos ellenállással leválasztott belső referenciapontra. Az elmondottak az [1]-ben szereplő kapcsolási rajzok alapján értelmezhetők.

A jelkondicionáló áramkörökben alkalmazott műszererősítők (INA-k) és műveleti erősítők (OPA-k) elvileg működnek szimpla tápfeszültségről is, de tapasztalataink szerint kedvezőbb a viselkedésük a szimmetrikus táplálás esetén. Ezért iktattuk a rendszerbe az IC7 kapcsolt kapacitású tápfeszültség-invertert, a szükséges külső kondenzátorokkal (C_{13} , C_{14}). Tekintettel arra, hogy a $-U_T$ negatív tápfeszültségről az összes fogyasztás csak néhány milliamper, ez az egyszerű megoldás tökéletesen megfelel a célnak.

2.2 A piranométer jelkondicionáló rendszere

Előjáróban leszögezzük, hogy a korábbi gyártású, kétvezetékes CM3-ről beszélünk! Az ugyanezen típusjelű újabb eszközöknek szimmetrikus kimenettel, azaz három kivezetéssel rendelkeznek.

Kétkivezetéses piranométerünk jelét az R1-R4, C1 szimmetrikus bemeneti aluláteresző szűrő közbeiktatásával vezetjük az IC1 INA bemeneteire. A bemeneti szűrő csillapítását is figyelembe véve, az INA erősítését $A_{u1} = 50,25$ -re állítottuk be az R5 soros hálózat segítségével. Így az eredő erősítés 50-szeres, tehát az 50 mV-os maximális bemenőjel $+2,5$ V kimenőfeszültséget eredményez az IC1 kimenetén. Elvileg a mikrokontroller analóg bemenetei 0 és $+U_{REF}$ közé eső bemenőfeszültséget képesek feldolgozni, de tapasztalataink szerint a 0 és $+U_{REF}$ közelében erősen romlik a linearitás. Ezért az IC1 5-ös (*Ref*) bemenetére 0 helyett $+0,5$ V-ot kapcsolva a kimenet potenciálját ennyivel eltoljuk. A kimeneti feszültségtartomány így $+0,5 \dots 3$ V-ra módosul. Az A/D 12 bites, azaz 4096 kvantálási egységgel reprezentált felbontása a $0 \dots 3,2$ V-os tartományra vonatkozik. A $2,5$ V-os redukált tartományra ebből 3200 egység jut. Azt sajnos, tudomásul kell vennünk, hogy a bonyolult digitális áramköri lapkán integrált A/D nettó felbontása a zajos környezetben csak legfeljebb 11 bit. Az adott tartományra vetítve tehát 1600 egység, ami, tekintve a piranométer pontosságát, még mindig több, mint elegendő.

A $0,5$ V-ot a $+3,2$ V-os rendszer-referencia R7, R8 osztóhálózattal való leosztásával állítjuk be. A *Ref* ponton kívánatos 0 forrásellenállást a feszültségkövetőként üzemelő IC3a biztosítja. A kimenőjel a kb. 50 ms időállandójú R6, C6 elemi aluláteresző tagon jut az IC3b feszültségkövető bemenetére, amely szintén 0 forrásellenállást biztosít a mikrokontroller analóg multiplexere felé. Ennek azért láttuk szükségességét, mert az RP3040 mikrokontroller vaskos kézikönyvének ([6]) egy eléggé eldugott táblázatában, a 617. oldalon szerepel az „ADC input impedance”, amelyet 100 k Ω -ként deklarál. Mivel sem tűrés, sem semmiféle stabilitási adat nem szerepel mellette, úgy döntöttünk, hogy nem számolunk vele.

1. táblázat Az analóg multiplexerre jutó TEMP jel feszültsége

	LM35 kimenet; V (10 mV/°C)	$A_u = 4$ (V; 40 mV/°C)	U_{ki2} : +1 V eltolás; [24] V
+50 °C	0,5	2	3
+20 °C	0,2	0,8	1,8
0 °C	0	0	1
-20 °C	-0,2	-0,8	0,2

A kimeneten egy feszültségghatároló diódapárt (DD1) találunk. A két dióda a mikroszámítógép $+3,3$ V-os tápfeszültségével záróirányban elő van feszítve. Ha valamilyen tranziens jelenség vagy meghibásodás folytán az IC3b kimenőfeszültsége abszolút értelemben túlságosan megemelkedne, a túlfeszültség irányától függően azt vagy az alsó dióda fogja meg $-0,65$ V-nál, vagy a felső $+3,95$ V-nál. A mikrokontroller analóg bemenetei ezt még meghibásodás nélkül elviselik.

2.3 A hőfokérzékelő jelkondicionáló rendszere

A CM3 hőfokérzékelőjeként a National Semiconductor régóta bevált LM35DZ típusú, alacsony fogyasztású, analóg feszültségkimenetű, TO-92 tokozású hőfokérzékelő chipjét alkalmaztuk (IC₈). Ez az eszköz +4...30 V-os tápfeszültségről üzemelhet, a mérhető hőfoktartomány –55...+150 °C, az érzékenysége 10 mV/°C. Pl. 30 °C tokhőmérséklet esetén a kimenetén 300 mV mérhető. Ez az IC 50 pF-nál nagyobb önkapacitású kábelhez csatlakoztatva gerjedésre hajlamos, az ilyen esetekre javasolt RC hálózatot (R19, C16) is beépítettük a számára készített alumínium tokba, amit aztán műgyantával kiöntöttünk.

Mivel negatív hőmérsékletet is mérnünk kell, az eszköz adatlapjának ajánlását követve a „talpát” 1,2 V-tal felemeltük a közös potenciálról (IC₄; az IC₈-ra jutó feszültség így 6 V), a kimenete és a közös pont közé pedig beiktattunk egy 24 kohmos R₉ ellenállást. Az így kialakított érzékelőáramkör kimeneti pontjai az IC₂ INA-ra csatlakoznak, amelyet az R10 soros hálózattal A_{u2} = 4-re állítottunk be. Tekintettel a negatív hőfoktartományhoz tartozó jeltartományra, az IC₂ Ref pontját ezúttal +1 V-tal toljuk el, a megfelelően megválasztott R12, R13 osztóhálózattal. Az INA kimenőfeszültsége, végül az analóg multiplexerre jutó TEMP jel feszültsége az 1. táblázat szerint alakul. A –20...+50 °C-os hőfoktartomány tehát 2,8 V-os feszültségtartományra képződik le, amihez elvileg 3584 pontos felbontás tartozna, de a 2.2.-ben írtak alapján csak 1792 pontossal számolhatunk, ami kb. 0,04 °C-os felbontásnak felel meg. A kompenzáláshoz 1 °C-os felbontás is bőven elegendő volna, ami, figyelembe véve a hőfokérzékelő gyártási tűréséből, a jelkondicionáló áramkör kalibrációs hibájából és hőfokfüggéséből adódó hibákat is, megvalósítható.

A hőmérsékletjel-kondicionáló áramkör további fokozatai azonosak a piranométer jelkondicionálójáéval. A hőfokérzékelő is kapott egy apró panelt, amin a kiegészítő RC elemek SMD-k; ezzel együtt helyeztük a tokba, majd öntöttük ki műgyantával.

2.4 +5 V-os tápegység és akkufeszültség-indikátor

Ezt a két áramköri részletet a prototípus feltépaneljére szereltük. A mikroszámítógép és az anemométer-csatorna tápellátását a szokásos módon, egy 5 V-os soros áteresztő „tápkockával”, pl. egy 7805-tel is megoldhattuk volna. Tekintettel arra, hogy a mérőcella akkumulátorról, terepi viszonyok között, felügyelet nélkül, folyamatosan működik, törekedni kellett a minél alacsonyabb fogyasztásra. Miután kiderült, hogy a hazai kereskedelemben megvásárolható, a 7805 kiváltására tervezett, annak kivezetés-elrendezésével azonos kivezetésekkel bíró R-785.0-05 típusú kis DC/DC modul (már-már tényleg kocka), vásároltunk egyet. Ezt az 500 mA-es maximális terhelésénél nagyságrenddel kisebb 10 mA-es terhelés mellett összehasonlítottuk hatásfok szempontjából egy 7805-tel. A bemenőfeszültség mindkét esetben 12 V volt. Míg a kapcsolótáp számított hatásfoka 48,25%-ra, a disszipatív tápé 33,2%-ra adódott. A mérőcella áramfelvétele jelenleg 30 mA körül van.

A kapcsolótápra a D3 polaritásvédő diódán át jut a nyers feszültség, az esetleges későbbi fejlesztések során beépítendő további pufferkondenzátorok kikapcsoláskori káros hatásától a D4 védi meg a modult. Az akkumulátorokkal foglalkozó szakirodalom szerint egy 12 V-os ólomakkumulátort akkor tekintünk kimerültnek, ha a kapocsfeszültsége terhelés közben 11,5 V-ra csökken. Az IC₉ komparátor neminvertáló bemenetére kapcsolódó R20, R21 osztóhálózat úgy van beállítva, hogy a bemenet szintje akkor csökken +3,2 V-ra, amikor az akkumulátor kapocsfeszültsége 11,5 V-ra esik. A neminvertáló bemenetre természetesen a +3,2 V-os rendszerreferencia kapcsolódik, az R₂₂, C₁₉ aluláteresztő tagon keresztül. Az akkufeszültség csökkenése lassú folyamat, ezért a komparátoron pozitív visszacsatolással 0,2 V körüli átkapcsolási hiszterézist állítunk be (R23). Az akkumulátor lemerült állapotát a –ACCUERR jel a nyugalmi H szintről L-re váltása jelzi. Az analóg rendszer +9,5 V-os bemenőfeszültségig még megfelelően

működik, a DC/DC még ennél kisebb feszültségről is előállítja az 5 V-ot. Viszont az adatsomagokban egy időponttól kezdve szerepelni fog a kimerültséget jelző 0 értékű státuszbit, így kiértékeléskor meg lehet ítélni az akkumulátortelep állapotát.

A **2. ábra** az alappanelt a GND potenciálú, telefóliás oldala felől mutatja, a rászertelt és szigetelt huzalokkal bekötött feltétpanellel. Jól látszik a 9 pólusú SUB-D aljzat (Jp1), a 6 pólusú tükkesor (Jp2) és a Jp3, 12 V-os csatlakozópár. A **3. ábrán** az alppanel alsó, mintázatos, felületszereléses oldalát láthatjuk. Mindkét képen megfigyelhető a 4 mm-es faston földelőcsatlakozó is.

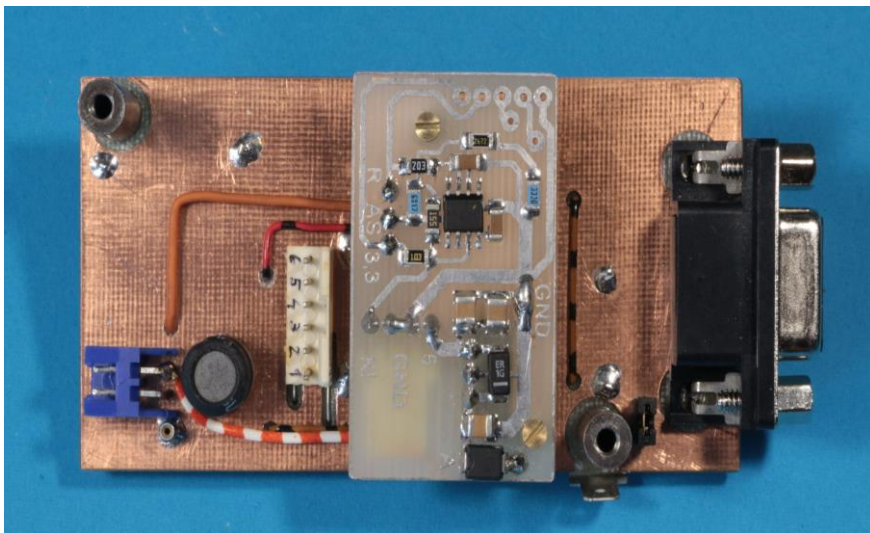
2.5 Az anemométer új áramköre

A kétvezetékesre átalakított szélességhőmérő rendszernek a műszerbe szerelt új áramkört a **4. ábra** kapcsolási rajza mutatja. Az OC optovilla kivitelében és paramétereiben nagyon hasonló az eredeti áramkörben levőéhez, a hozzá illesztett áramköri környezet viszont teljesen eltér azétól. Az IR LED-et elemi, tranzisztoros áramgenerátor (T, R1, D, R2) gerjeszti, mintegy 3 mA-rel. A régi típusú, 5 mm-es, 50 mA-es LED jelen alkalmazásban alig világít, inkább csak parázslik, viszont kitűnően kompenzálja a tranzisztor hőfokfüggését. Az IR LED a komparátor 1,1 V körüli referencifeszültségét is előállítja, ami az IC invertáló bemenetére kapcsolódik. A neminvertáló bemenet a fototranzisztor emitterfeszültségét érzékeli. A komparátor kimeneti terhelését a kimenőtranzisztor R4 emitterellenállása képezi, a kollektor a pozitív feszültségre kapcsolódik. A TS tranziensszupresszor a légköri elektromosság károsító hatását hivatott eliminálni.

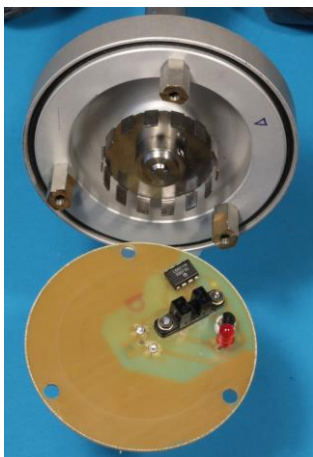
Az áramkör működtetése során a „+” vonal +5 V-ra, a „-” vonal eredőben 90 Ω-os ellenálláson keresztül GND-re csatlakozik. Ezen kondíciók mellett, szabad fénykapunál az eszköz áramfelvétele 6 mA, a figyelőellenálláson eső feszültség 0,55 V. Eltakart fénykapunál ezen értékpár 13,5 mA; 1,23 V. Utóbbi esetben az IC-re csupán 3,77 V-os tápfeszültség kerül, holott az adatlapján 4 V-os minimális tápfeszültség szerepel. Ez azonban az a garantált minimum, amelynél a főbb paraméterei, így pl. a működési sebessége a megadott határok között marad. A mi esetünkben a megkívánt működési sebesség nagyságrendekkel marad el a komparátor maximális sebességétől, úgyhogy ez nem túlságosan érdekes. A kísérletek során a kapcsolásban több gyártó 311-eseit is kipróbáltuk, és mindegyik megfelelően működött. A **5. ábrán** az új panel optovilla felőli oldala látható, fölötté a leendő beépítési helye, az anemométer hengeres háza. Jól látszik a 14 szárnyú sugárszaggató fémszerleg. A kerek panel forrasztási oldalának szerelt részletét az SMD-kkel a **6. ábra** mutatja.

2.5 A Raspberry panel

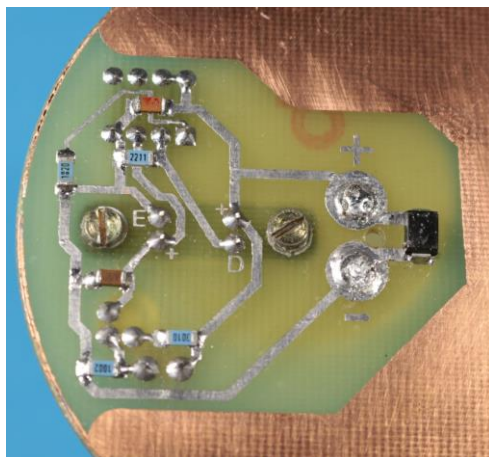
A „szendvics” tetején helyet foglaló panel kapcsolási rajza a **7. ábrán** látható. A tömbvázlattal kapcsolatban már szó esett az RTC (IC₁₀, Xtal, B) és a Micro SD illesztéséről, aminek a részletei a ajánlott követhetők, további magyarázatra nem szorulnak. Az N nyomógombnak a Micro SD kártya cseréjénél lesz szerepe. A +5 V-os tápfeszültséget a D5-ön keresztül vezetjük be a Raspberry-be, az [1] gépkönyvben szereplő ajánlás szerint. Ezzel megakadályozzuk, hogy a laptop csatlakoztatásakor az USB csatlakozón bejutó, ill. az M DC/DC modulból kapott tápfeszültség „összeveessen” egymással. A szélességhőmérő jelkondicionálja az IC₁₁ komparátoron alapul. A névlegesen 90 ohmos figyelő-ellenállást két, párhuzamosan kapcsolt 180 ohmos ellenállás képezi (R₂₄). A komparátor felső kapcsolási szintjét közelítőleg az R₂₄-en fellépő két feszültségérték középtévére, azaz +0,9 V-ra állítjuk be az R₂₆, R₂₇ osztóhálózattal. A komparátor R₂₉ kollektorköri munkaellenállása a +3,3 V-os tápfeszültségre kapcsolódik, így a VEL négyszögjelsorozat kimenőszintjei megfelelnek a mikrokontroller logikai szintjeinek. A nagy ellenállású R₂₈ néhányszor 10 mV-os hiszterézist állít be



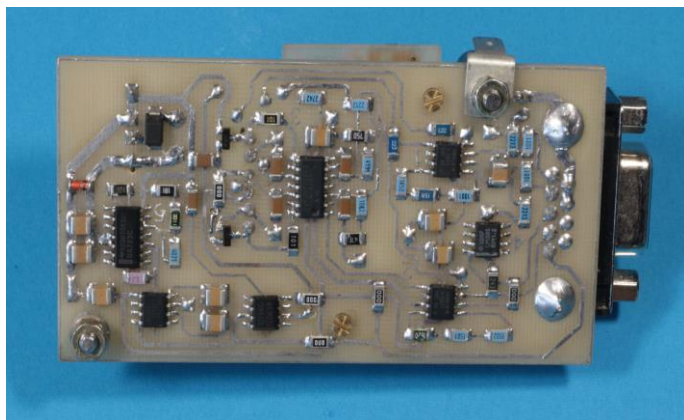
2. ábra. Az alappanel a GND potenciálú, telefóliás oldala felől



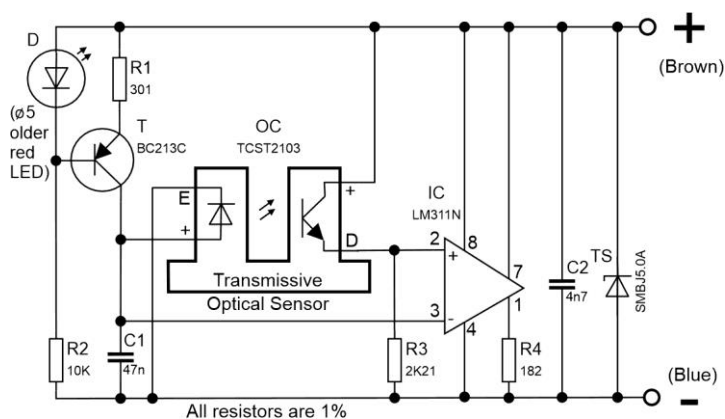
3. ábra. Az új panel optovilla felőli oldala



4. ábra. Az új panel forrasztási oldalának szerelt részlete az SMD-kkel



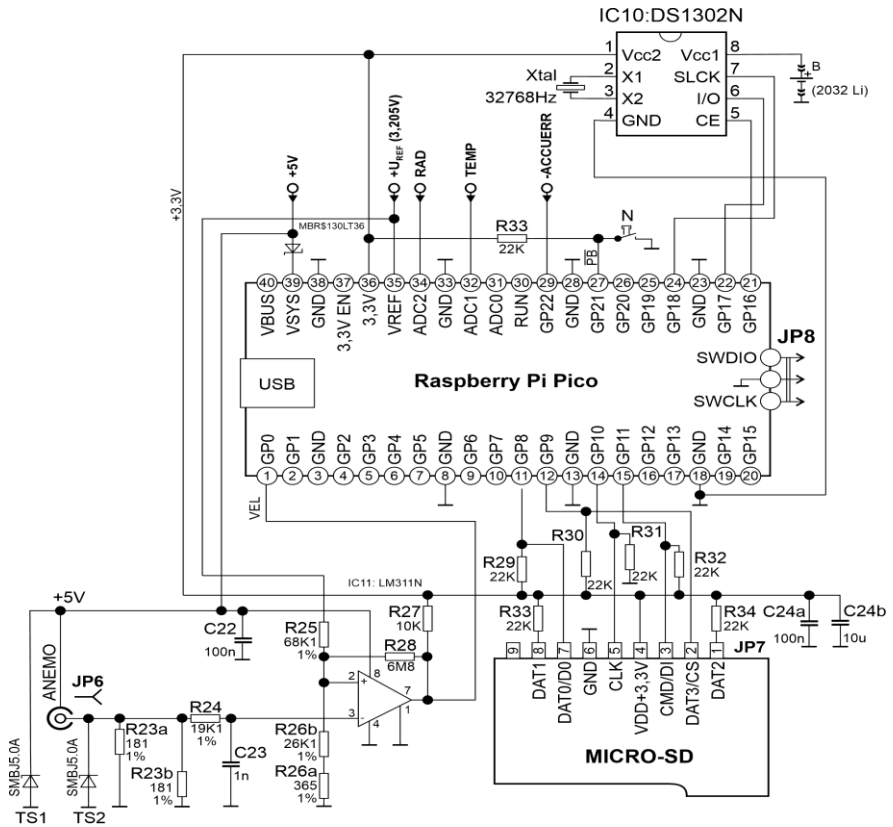
5. ábra. Az alappanel alsó, mintázatos, felületszereléses oldala



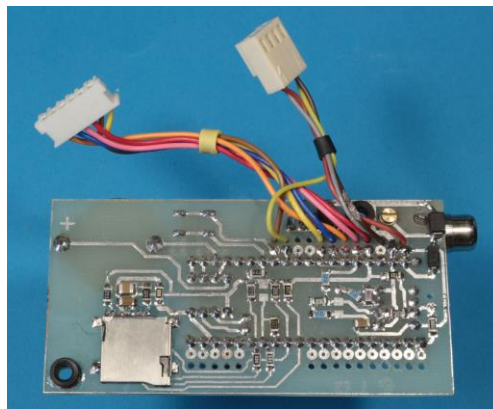
6. ábra. A kétvezetékesre átalakított szélességmérő új áramköre

A **8. ábra** a Raspberry foglalata, azaz a szendvics felső lapja felől mutatja a panelt, amibe sem az RTC lítiumcelláját, sem a mikroszámítógépet nem helyeztük be. Így jól látszik a Raspberry alatt megbúvó RTC tok a 32 768 Hz-es kristállyal (IC₁₀, Xtal), a hüvelysorok másik végénél pedig a szélességmérő jelét fogadó komparátor (IC₁₁). A panel mintázatos oldalán (**9. ábra**) a néhány felületszerelt passzív alkatrészen kívül jól látható a Micro SD kártya szintén felületszerelt foglalata. Az RCA csatlakozóját az anemométer számára szereltük fel (Jp₆).

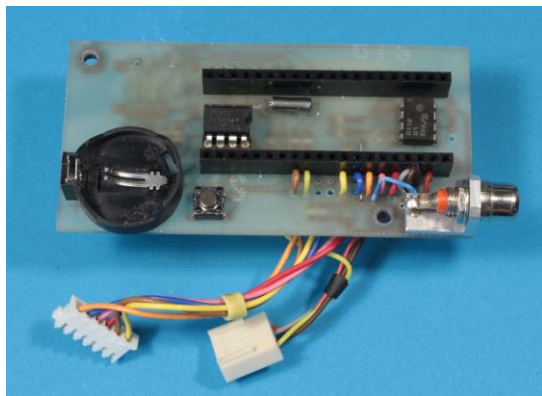
A fotókon megfigyelhető, hogy az alappanel és a feltétpanel nyákba ültetett hüvelysor/huzalkötegre krimpelt tűkesor jellegű csatlakozópárokon keresztül kerül villamos kapcsolatba a Raspberry panellel. A végleges változatban ezektől el fogunk tekinteni, és az összeköttetéseket mindkét nyákba közvetlenül beforrasztott huzalokkal létesítjük. A kísérleti stádiumban levő rendszer esetén célszerű, ha az összeköttetések könnyen bonthatók, megkönnyítve a méréseket, teszteseteket, esetleges javításokat.



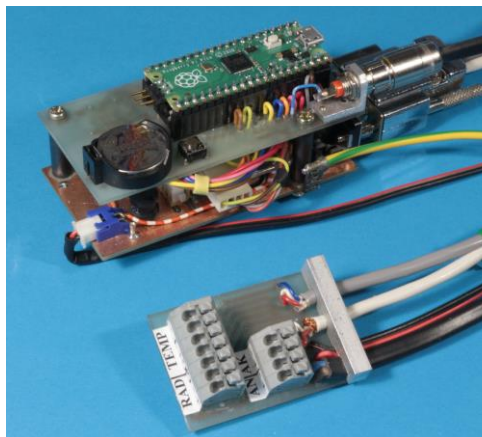
7. ábra. A „szendvics” tetején helyet foglaló panel kapcsolási rajza



8. ábra. A panel mintázatos oldalán a Micro SD kártya felületszerelt foglalatja



9. ábra. A panel a Raspberry foglalata, azaz a szendvics felső lapja felől



10. ábra. Rendezőpanel a komplett „szendvicsszerelvénnyel”

Ugyanezen okból a „szendvics” és az akkumulátorról, ill. Az érzékelőkről bejövő kábelek közbenső csatlakoztatására egy huzalrendezőt iktattunk a vezetékekbe. Ezen rugós szorítású nyák sorkapcsok találhatók, hogy a hozzájuk csatlakoztatott vezetékek ki ne lazulhassanak. A rendezőpanel a komplett „szendvicsszerelvénnyel” a **10. ábrán** figyelhető meg. Jól látható a fastonnal csatlakoztatott zöld/sárga földelővezeték. A végleges cellákban a huzalrendezőt is el fogjuk hagyni, miáltal nem csak költséget takarítunk meg, de az üzembiztonságot is javítjuk.

2.6 Az adatszerző rendszer és programozása

Az ELTE Meteorológiai Tanszéke vállalta az elkészített a mérőcella (piranométer és anemométer) valamint a 18 m magas árbócon elhelyezett szélmérő adatszerző rendszerének elkészítését és programozását.

3. A tervezett eszközök telepítése

Háromfajta eszközt telepítünk, időjárás állomást, 18 m magas árbóra szélmérőt és a mérőcellát. A mérőcella elhelyezésének elképzelését vázlatosan a **11., 12. ábrán** mutatjuk be, amelyen a mérőcella-prototípust ábrázoltuk. Az alapját a kereskedelemben kapható 110 mm átmérőjű, tokos (azaz O-gyűrűvel tömített csatlakozású) PVC lefolyócső-rendszer elemei képezik: az 1 egyenes csőszakasz és a 2 „Y” elágazás. A szerelvény függőlegesen lesz a talajba süllyesztve. A csövet a 3 alsó, az elágazást a 4 felső végelzáró kupak zárja le. Ezeket tömítetten fel is ragasztjuk. A felső dugó vízszintes síkjára erősítjük fel tömítetten a hőmérsékletérzékelővel felszerelt 5 piranométert [20, 21]. A másik négy cellán a piranométer nem vízszintes helyzetű lesz: azt egy-egy beállítható dőlésszögű lemezplatform közbeiktatásával rögzítjük a felső kupakhoz.

Az elágazás 45°-os csonkjába a 6 végdugó illeszkedik. Erre szereljük fel azokat a tömszelencéket, amelyeken keresztül a kábelek, vezetékek bevezethetők a cső a hermetikusan elzárt belső terébe, a 7 vezetékrendezőhöz, ill. közvetlenül a 8 elektronikai egységhez. A hermetikus elzárás meggátolja a csapadékvíz, talajvíz, por és egyéb légköri szennyeződés bejutását a szerelvény belsejébe, továbbá kizárja a hangyákat és más kis rovarokat. Az átvetendő kábelek, vezetékek: 1: a piranométer kéteres árnyékolt kábele, 2: a hőfokérzékelő háromeres árnyékolt kábele, 3: az anemométer kéteres vezetéke, 4: az USB hosszabbítókábel (tömített dugóval ellátott üregben; a dugó

eltávolítása után az USB-A csatlakozós kábelvég előhúzható és csatlakoztatható egy laptopozhoz), 5: a bilincsel rögzített WiFi antennaszervélyen koaxiális kábele, 6: az akkumulátor kéteres vezetéke, 7: a földelővezeték.

A 18 m magas árboc került a rekultivált hulladéklerakó tetejére. A kanalas, árbocra szerelt szélességmérő műszer üzembe helyezése korábban megtörtént [7], de az érzékelő cseréje szükségessé vált. A szélmérő cseréje nagyvonalakban a következőkből áll. Az oszlop feszítése oldalanként 3 sodronyból áll, ezekhez nem kell nyúlni a ledöntéshez. Az egyik rögzítéshez a földön cső is megy, erre kell rákötni egy legalább 20m-es kötelet. A kötél másik végét pedig érdemes egy autóhoz kötni.

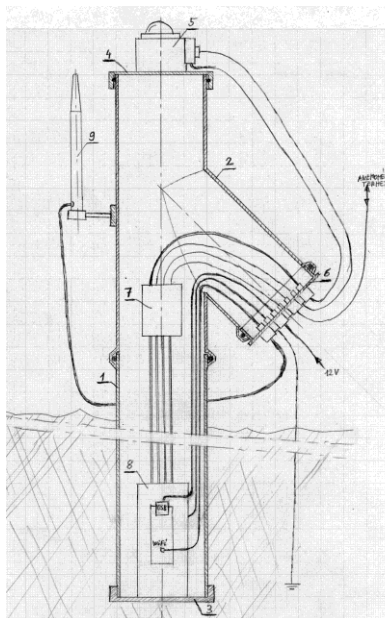
A földön fekvő cső 90°-ban van az árbochoz képest így ennek segítségével lehet leengedni a földre. A földön fekvő cső vége egy rövid sodronnyal és bilincsekkel van a földre szűrt karóhoz kötve, amit el kell lazítani. (Érdemes valakinek a csőre állnia hogy ne emelkedjen fel). Ezután lassan át lehet billenteni az oszlopot a súlypontján úgy hogy az autóra kötött kötél megfeszüljön majd lassan leengedni a földre. Az érzékelőt csak kábelkötöző rögzíti

2. Konklúzió

Amint a példa mutatja, régi, elavult meteorológiai jeladókat is fel lehet javítani, azokhoz a gyáriaknál olcsóbb jelkondicionálók készíthetők, valamint olcsó, eredetileg játéknak szánt mikroszámítógéppel is megoldható a mérőcellák autonóm adatgyűjtése. Sokat lehet spórolni a tokozási, telepítési módszereken is. A kutatás létrehozta a valós idejű mérési adatsorok lekérdezésének és az előrejelzési adatokkal való összevetésének lehetőségét.



11. ábra Az előzetes telepítési terv



12. ábra Mérőegység.

3. Hivatkozások

- [1] Raspberry Pi Ltd.: Raspberry Pi Pico Datasheet An RP2040-based microcontroller board (netes dokumentáció)
- [2] Raspberry Pi Ltd.: Raspberry Pi Pico W Datasheet An RP2040-based microcontroller board with wireless; (netes dokumentáció)
- [3] Kipp & Zonen: CM3 pyranometer Instruction Manual; (netes dokumentáció)
- [4] Kipp & Zonen: CM series Pyranometer range; Pyraometers for atmospheric researc and industry; (netes dokumentáció)
- [5] Pálinkás Tibor (2008) Rajzolat a nyáklemezen; Rádiótechnika 2016/06., pp. 195-197
- [6] Raspberry Pi Ltd.: RP2040 datasheet. A microcontroller by Raspberry Pi; (netes dokumentáció)
- [7] Kasperek, M. (2020) Szélesség-mérés a pusztazámbori hulladékdombon. ÓE, Kandó, BSc. Szakdolgozat.



Elektromos járművek többlettömegének hatása a közlekedésbiztonságra

Effect of additional mass of electric vehicles on road safety

^{1,2}Kertész József, ³Dr. Kovács Tünde Anna

¹Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, Óbuda, Magyarország,
kerteszzozsef90@gmail.com

²Debreceni Egyetem Műszaki Kar Légi – és közúti járművek Tanszék, Debrecen, Magyarország,
kerteszzozsef@eng.unideb.hu

³Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, Magyarország, kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

Elektromos járművek tekintetében a környezetvédelmi és felhasználói követelményeknek az egyidejűleg történő kielégítéséhez a gyártóknak kompromisszumot kell kötni, amely kompromisszum a jármű tömegében jelenik meg leginkább. Sajnos a tudomány jelenlegi állása alapján a hatótáv növelésének egyik leghatékonyabb eszköze még mindig az akkumulátorok számának vagy méreteinek növelése, ami természetesen magával vonja a járművek önsúlyának növekedését. A nagyobb önsúly nagyobb mozgási energiát és lendületet jelent a jármű használata során, amely egyértelműen negatívan hat az esetleges ütközés során keletkező ütközési energiákra és a baleset következményeire. Jelen tanulmány ezért az elektromos járművek közutakon való fokozódó jelenlétének hatását vizsgálja a ütközésbiztonság tekintetében sérülési valószínűségi mutatókat használva.

Kulcs szavak: ütközésbiztonság, elektromos jármű, passzív biztonság, frontális ütközés

Abstract (Abstract címsor stílus)

In order to meet environmental and user requirements simultaneously for electric vehicles, manufacturers have to make trade-offs, which are most evident in the weight of the vehicle. Unfortunately, based on the current state of science, one of the most effective means of increasing range is still to increase the number or size of batteries, which of course, entails an increase in the weight of the vehicle. Increased unloaded weight means more kinetic energy and momentum during vehicle use, which clearly has a negative impact on the collision energy and the consequences of an accident. The present study, therefore, investigates the impact of the increasing presence of electric vehicles on public roads, using injury probability indicators for crash safety.

Keywords: crash safety, electric vehicle, passive safety, frontal impact

1. Bevezetés

A közlekedésbiztonság mértékét alapvetően meghatározza a közlekedésben részt lévő járművek átlagéletkora. Az ezzel kapcsolatos vizsgálatok elsősorban az aktív és passzív biztonsági rendszerek

hiányát vagy esetleges elavultságát tekintik a legnagyobb problémának ha az autók átlagéletkorát vizsgálják közlekedésbiztonság szempontából [1-2]. Több európai országban, ahogy Magyarországon is a járművek átlagéletkora 10 és 15 év közé tehető, ez azt jelenti, hogy a közlekedésben részt vevő járművek többsége 2007 és 2010 közötti gyártású. Az ekkor gyártott autók jelentős része az Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) által 4-5 csillagos minősítést nyert el, technikájuk már kiforrott, megbízhatóak, és az ezt követő évtizedben gyártott modellek ütközésbiztonsági minősítése csak javult. Ennek ellenére Európában a közúti baleseteken elhunytak száma az elmúlt 10 évben nem fordítottan arányosan csökkent az egyre biztonságosabb járművek terjedésével, sőt még rosszabb eredményekről olvashat a statisztikai felméréseket elemezve [3-4]. Az NCAP által végzett töréstesztek igyekeznek a lehető legpontosabban azonosulni a valós baleseti körülményekkel ezért a töréstesztek alapján kalkulált minősítést a vásárlók jogosan tekinthetik a biztonság garanciájának. A magas minősítés ellenére egyre több komoly vagy az élettel összeegyeztethetetlen személyi sérüléssel járó baleseteket jegyez a közlekedésbiztonsági statisztika. A közlekedésben résztvevő járművek átlagos önsúlyával foglalkozó kimutatások eredményét még tovább rontja az a tény, hogy a legnagyobb kereslet a SUV-k iránt van, ezért az egyre népszerűsített elektrifikáció ebben a jármű kategóriában mutatkozik meg a leginkább. Ezt azt jelenti, hogy a hagyományos járművekhez viszonyítva az alából nagyobb önsúllyal rendelkező városi crossoverek elektromos változatai még nagyobb tömeget és ezáltal nagyobb ütközési energiát jelent egy közlekedési balesetben. A következő táblázat néhány népszerűbb márka hagyományos és elektromos hajtáslánccal rendelkező változatait hasonlítja össze az önsúly tekintetében.

1. táblázat Hagyományos és elektromos hajtáslánccal rendelkező modellek önsúlya

Márka	2010 (ICE*)	2022 (ICE)	2022 (PHEV*/BEV*)	Elektromos változat többlet súly
BMW X5	2105 kg	2265 kg	2510 kg	+245
Opel Astra	1373 kg	1332 kg	1603 kg	+271
Renault Megane	1235 kg	1238 kg	1711 kg	+473
Audi Q7	2295 kg	2165 kg	2535 kg	+370
BMW 7 series	1875 kg	2030 kg	2715 kg	+685
Mitsubishi Outlander	1655 kg	1475 kg	1910 kg	+435
Mercedes-Benz E-class	1825 kg	1855 kg	2355 kg	+500
Volvo XC 60	1869 kg	1898 kg	2113 kg	+215

*ICE: Internal Combustion Engine: belsőégésű motor

PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle: Hálózatról is tölthető hibrid jármű

BEV: Battery Electric Vehicle: Teljesen elektromos jármű

2. Az ütközés végkimenetelét meghatározó tényezők

Ahogy a bevezetőben kifejtésre került a töréstesztek célja mindig a valóság lehető legpontosabb leképzése, hogy az erre alapuló biztonsági minősítési rendszer a sérülések és azok súlyosságának valószínűségét a legpontosabban fejezze ki. Azonban egy tényleges ütközési szituációban a laborkörülményekhez képest rengeteg változó paraméter lehet. Ilyen változó az ütközésben többek között a részt vevő járművek tömege, a tömegük különbsége, passzív és aktív biztonsági rendszerek teljesítménye, az út, a környezeti vagy akár a személyi viszonyok. A baleset végső kimenetelét nem csak a balesetet megelőző paraméterek (sebesség, járműtömeg, ütközési szög és átfedés) de az ütközés alatti (lassulás mértéke és időbeli lefolyása) és az ütközés utáni paraméterek (pördülés,

borulás) is meghatározzák. Ezt az összefüggést írja le a Haddon-mátrix, amely egyértelműen alátámasztja, hogy miért csak százalékos valószínűségben fejezhető ki egy jármű ütközésbiztonsági minősítése és nem egzakt módon [5-6].

	Ütközés előtt	Ütközés alatt	Ütközés után
Emberi viszonyok	Technikai és személyi sérülés mértéke		
Környezeti viszonyok			
Jármű viszonyok			

1. ábra Haddon-matrix [7]

3. Mutatószámok a személyi sérülések leírására

Ütközés során a jármű haladási sebessége a másodperc töredéke alatt redukálódik nullára, vagy akár az ütközés mértékétől függően negatív értéket is felvehet. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a jármű kvázi leptattan és az ütközés maradványsebesség értékével az ellenkező irányba halad. Ez még egy intenzív fékezés esetéhez képest is sokszoros lassulást jelent. A járműben utazók azonban a tehetlenség miatt a lassulással ellentétes, de azonos nagyságú gyorsulást szenvednek el. Az ütközési situációtól függően ezeknek a gyorsulási vektoroknak Y-irányú, vagyis oldalirányú komponense is lehet. Az ilyen mértékű hossz és keresztirányú gyorsulásoknak a belső szervek és az azok rögzítő szövetei már nem képesek elviselni, és részleges vagy teljes leszakadásukra kerülhet sor, amely intenzív belső vérzést vonhat maga után. Ezért a járművek biztonsági minősítése a létfontosságú szervek által elszenvedett gyorsulás értékeken alapszik, és súlyosságuk leírásukhoz, vizsgálatukhoz mutatószámok bevezetése volt szükséges. Ezek közül a legfontosabbak a mellkasi terhelést leíró CIC (Chest Injury/Impact Criteria), a fej tehetlenségi mozgásából adódó sérülések valószínűségét kifejező HIC (Head Injury/Impact Criteria), és a ASI (Acceleration Severity Index) amelyet az ütközés intenzitására használnak [8]. A tanulmány az elektromos járművek nagyobb önsúlyára visszavezethető HIC érték növekményére fókuszál, ezért ennek részletezésére a következő fejezetben kerül sor.

3.1 Fej-sérülésikritérium (HIC)

A HIC (Head Injury Criteria) fej-sérülési kritérium az alábbiak szerint kifejezhető:

$$HIC(\Delta t_{max}) = \max_{t_1}^{t_2} \left[\left(\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \hat{a} dt \right)^{2.5} (t_2 - t_1) \right] \quad (1)$$

ahol a $t_2 - t_1 \leq \Delta t_{max}$ feltétel teljesülése szükséges. A t_1 a vizsgált intervallum kezdeti a t_2 pedig a záró időpontja milliszekundumban kifejezve. Az \hat{a} a fej gyorsulását jelöli, mértékegysége G. Az így kapott eredmény jelölése HIC₁₅, ha a $\Delta t_{max}=15$ ms, és HIC₃₆, ha a $\Delta t_{max}=36$ ms. Fontos megjegyezni, hogy az \hat{a} -nál fent említett G mértékegységet a $\hat{a}=a/g$ módon értelmezzük, ahol az "a" a fej gyorsulása a g pedig a gravitációs gyorsulás bármilyen, de azonos mértékegységben használva. A prefereált mértékegység a m/s² Ezek alapján az \hat{a} leírására a normalizált fej-gyorsulás kifejezését használjuk. A normalizált fej-gyorsulás tehát egy mértékegység nélküli számként jelenik meg a képletben, vagyis a végső HIC mértékegysége másodperc lesz. A képletben szereplő 2.5 index egy – számtalan kutatáson és emberi és állatkísérletekkel megállapított - tapasztalati szám a fejre és koponyára vonatkozóan. Természetesen más testrészek SI értékének meghatározásához más érték

kerül behelyettesítésre. A HIC-t általában a kritikus periódusra, vagyis az ütközést követő 30-60 ms közötti időintervallumra határozzuk megtörténik, ahol a gyorsulás csúcsok jelentkeznek [9].

4. Önsúly hatása a lassulás mértékére

Az Eurostat által vezetett statisztika szerint ma Magyarországon újonnan forgalomba helyezett járművek átlagos önsúlya 1350 kg [10]. Ezért a tanulmányban frontálisan ütköztetett egyik vizsgálati járműnek ezt a tömeget választjuk meg, amelyet „A” karakterrel jelölünk. Az összehasonlítás érdekében az ütközési számpéldában szereplő másik járműnél egy olyan modellre esett a választás, amelyből elérhető tisztán elektromos és hagyományos belsőégésű motorral szerelt változata is. A választott modell hagyományos motorral szerelt változata 2030 kg, amíg elektromos változata 2715 kg önsúllyal bír. Ezen felül fontos szempont volt, hogy a lehető legmagasabb biztonsági minősítéssel rendelkező márkákat válasszuk mindkét járműnél, hogy kapott eredmények alkalmasak legyenek a többlet tömeg negatív hatásának elemzésére. A teljes átfedéses frontális ütközésre kapott jellemző paramétereket a következő táblázat foglalja össze különböző ütközési sebességekre meghatározva:

2. táblázat Hagyományos és elektromos hajtással rendelkező modellek önsúlya

Jármű önsúly [kg]		Ütközés pillanatbeli sebesség ($v_A=v_B$) [km/h]	Mozgási energia [MJ]		Ütközés utáni maradvány sebesség [km/h]	Elszenvedett átlagos lassulás ($t=0.12s$) [G]	
A jármű	B jármű		A jármű	B jármű		A jármű	B jármű
1350	2030	50	0.13	0.197	10.05	14.16	9.42
	2715			0.261		16.72	15.73
	2030	70	0.25	0.383	14.41	19.91	13.11
	2715			0.513		23.5	22.06
	2030	90	0.42	0.640	18.52	25.61	16.68
	2715			0.848		30.22	28.36

A táblázat értékei alapján látható, hogy nagyobb sebesség tartományban az elektromos változattal való ütközés egyre nagyobb lassulás többletet eredményez az „A” vizsgálati jármű tekintetében. 50 km/h ütközési sebességet feltételezve az elektromos változattal történő ütközés mindössze 1.57 G többletlassulást jelent. Ugyanez az érték 70km/h-nál 2.15 G, 90 km/h-nál pedig már 2.75 G különbözetet eredményez az „A” jármű esetébe azonos ütközési körülményeket feltételezve. Az ütközés teljes lefolyási idejét 0.12 másodpercre választottuk meg.

5. A HIC változásának mértéke

Annak érdekében, hogy a járművek tömegének személyi sérülés mértékére vett hatását tudjuk elemezni, mindkét ütközés esetében azonos passzív és aktív biztonsági rendszert feltételezünk, azonos környezeti feltételek mellett, ezért a gyorsulás karakterisztikáját is azonos lefutásúnak választjuk meg, azok csak a lokális maximumaiban térnek el. A HIC érték változását a legkritikusabb tartományra vonatkoztatjuk, hiszen számos kutatás igazolja, hogy a személyi sérülések jelentős része ebben a periódusban keletkezik. Első lépésként a vizsgált tartomány átlagos gyorsulás értékét szükséges meghatározni [9]. Ehhez a lassulásfüggvények két kiténtetett határérték közötti integrál kiszámítása, vagyis a görbe alatti terület meghatározása szükséges, amelyhez a következő képletet használjuk:

$$\bar{a}(t_1 - t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) \quad (2)$$

Jelen tanulmány a HIC érték változását vizsgálja az ütközésben résztvevő járművek tömegeire fókuszálva, ezért a konkrét passzív és aktív biztonsági rendszerek teljesítményének hiányában a számítás a HIC %-os változására fókuszál és nem azok konkrét számszerű értékeinek kifejezésére. A HIC változás meghatározása a 2. táblázatban szereplő lassulásértékek figyelembevételével történik az (1) és (2) képletben való behelyettesítéssel. Az így kapott eredményeket pedig a 3. táblázatban foglaltuk össze.

3. táblázat HIC növekmény elektromos változattal való ütközés esetén [Szerzők]

Jármű önsúly [kg]		Ütközés pillanatbeli sebesség ($v_A=v_B$) [km/h]	„A” járműre számított HIC %-os növekmény
A jármű	B jármű		
1350	2030	50	+ 19 %
	2715		
	2030	70	+21 %
	2715		
	2030	90	+ 22%
	2715		

A kapott eredmények alapján kijelenthető, - azonos ütközési paramétereket feltételezve – hogy minden plussz 500 kg tömeg differencia esetén 19%-os HIC érték növekedést jelent 50 km/h-s bemeneti sebesség esetén. Ennek a többlet tömegnek a hatása fokozódik magasabb sebesséstartományban, hiszen 90 km/h-s ütközési sebességet feltételezve - ugyan azon 685 kg tömegdifferencia esetén - a HIC már 22%-os növekményt mutat. Az átlagos 20%-os növekedés hatásának érzékeltetéséhez az AIS (Abbreviated Injury Scale) sérüléstartományok definiálása szükséges.

6. AIS – sérülés skála

Az AIS (Abbreviated Injury Scale) egyszerűsített sérülés skála egy anatómia alapú számkarakteres leíró módszer, amelyet a személyi sérülések súlyosságának osztályzására és leírására használhatunk, beleértve a sérüléshez kapcsolódó életveszélyt is. Az AIS az egyik leggyakrabban alkalmazott traumás sérüléseket skálázó módszer. A skála első változata 1969-ben jelent meg, azóta többször is jelentősebb átdolgozásokon vagy frissítéseken esett át. Az AIS a sérülés három aspektusát definiálja: típusát, helyét és súlyosságát. Az AIS súlyossági skálája 1-től 6-ig terjed, ahol az 1 a könnyű sérülés megfelelője. A 6-os AIS súlyosság nem ekvivalens az életvesztéssel, azonban már olyan sérüléseket is magába foglalhat, amelyek bizonyos esetekben az élettel összeegyeztethetetlenek. Az AIS kódok tartalmát a 4. táblázat foglalja össze [11].

4. táblázat A fejsérülés mértéke AIS kód alapján [12]

HIC	AIS	Sérülés típusa	Fejsérülésre vonatkozó leírás	AIS % elhalálozási valószínűség
135-519	MAIS-1	minimális	Fejfájás vagy szédülés	0
520-899	MAIS-2	mérsékelt	Eszméletvesztés (<1 óra), lineáris törés	1-2
900-1254	MAIS-3	komoly	Eszméletvesztés (1-6 óra), koponya depresszív sérülés	8-10
1255-1574	MAIS-4	fokozott	Eszméletvesztés (6-24 óra), koponya nyílt sérülés	5-50
1575-1859	MAIS-5	kritikus	Eszméletvesztés (>24 óra), nagyterjedésű hematóma	5-50
>1860	MAIS-6	maximum	Gyakorlatilag nem túlélhető	100

7. Következtetés

A fenti táblázat alapján, ha a HIC értékére 1000-t kapunk, akkor az ütközés AIS rendszer szerinti besorolás alapján a 3. kategóriába lenne sorolható. Ezt számszerűen kifejezve azt jelenti, hogy megközelítőleg a balesetben résztvevők 10%-a vesztene életét. Ezt a valószínűséget nem úgy kell értelmezni, hogy a fennmaradó 90%-nak semmilyen sérülése nem keletkezne, hanem hogy az általuk elszenvedett sérülés mértéke még az élettel összeegyeztethető. Egyébiránt hasonló lefutású diagram használható a CIC (Chest Injury Criteria) vagyis mellkas lassulására visszavezethető terhelésekre is [12]. A 4. táblázat első oszlopában található az egyes AIS kódok-hoz tartozó HIC tartomány. Ezeknek a tartományoknak a terjedelme az AIS kódok növekedésével egyre csökkennek. Amíg ASI3-hoz tartozó HIC tartomány 354, addig a következő ASI4 csoportban már csak 319. Ez azt jelenti, hogy a tanulmányban végzett számítások alapján egy elektromos változattal történő ütközés esetén jelentkező átlagos +20%-os HIC növekmény már egy következő ASI fokozatba történő besorolást von maga után, ami alapján egyértelműen kijelenthető a komolyabb, akár az élettel összeegyeztethetetlen személyi sérülések valószínűségének növekedése. A fenti számításból egyértelműen kiderül, hogy a tömegoptimalizáció nem csak a jármű energia hatékonyságához járulhatna hozzá, hanem az ütközésbiztonság mértékéhez is.

8. Összefoglalás

A lokálisan emissziómentesnek tekinthető elektromos autók hozzá járulhatnak a fenntarthatóbb jövőképehez, hogy milyen mértékben arra jelen tanulmány nem tér ki, azonban számuk egyértelműen növekszik. A tényszerű adatok viszont azt igazolják, hogy az egyes márkák elektromos változatai átlagosan 4-500 kg-mal nagyobb önsúllyal rendelkeznek. Ez a többletsúly az akkumulátorcsomag és az azok védelme érdekében kialakított konstrukcióban keresendő. Ezt a hipotézist a 2. táblázatban összefoglalt számítási eredmények is alátámasztják. Egy elektromos változattal való ütközés esetén a baleseti kisebb tömeggel rendelkező jármű jelentősen nagyobb lassulást szenved az ütközés pillanatában. Rosszabb esetben a közel 500 kg többlet maradványsebességet is eredményezhet. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a könnyebb jármű sebessége nem csak nullára csökken a másodperc töredéke alatt, hanem ellenkező irányba (hátrafelé) gyorsulni kezd, amely még drasztikusabb lassulást eredményez. A ütközés során jelentkező lassulás időbeli lefolyása nem lineáris, amely a gyűrődő zóna nem egyenletes deformációjára vezethető vissza. Az ütközés időtartamát tekintve a 30 és 60 milliszekundum közötti periódus a

legdrasztikusabb, hiszen ahogy az a második ábrán szereplő diagramon is látható itt éri el a lassulás a maximum értékét. Erre a tartományra határoztuk meg a HIC növekményt különböző sebességtartományokban összehasonlítva a hagyományos és elektromos változattal való ütközés esetét. A fejsérülési mutatószám átlagosan 20%-al mutatott nagyobb értéket a könnyebb jármű utasainál, elektromos változattal való ütközés esetén. Ez a növekmény határértéktől függően már egy nagyobb AIS csoportba való besorolást vonhat maga után, ezáltal jelentősen növelve a súlyos sérülés vagy elhalálozás valószínűségét. Az elektromos járművek a töréskereszteken kiemelkedő eredményeket érnek el a hatékonyabb gyűrődő zóna kialakítás végett. Azonban a közutakon való jelenlétük a hagyományos és különösen kisebb tömegű járművekre nézve nagyobb veszélyforrást jelent. Ezért azok tényleges tömegoptimalizációja nem csak energia hatékonyabb felhasználást jelentene, hanem a közlekedésbiztonság fokozására is pozitív hatással lenne.

9. Hivatkozások

- [1] Griškevičius, P., & Žiliukas, A. (2003). The crash energy absorption of the vehicles front structures. *Transport*, 18(2), 97-101.
- [2] Golubović-Bugarški, V., Petković, S., & Globočki-Lakić, G. (2021). 1. The effect of corrosion on a structural integrity and vehicle safety
- [3] Cabrera-Arnau, C., & Bishop, S. R. (2021). Urban population size and road traffic collisions in Europe. *PLoS one*, 16(8), e0256485.
- [4] European Union Mobility and Transport - https://transport.ec.europa.eu/2021-road-safety-statistics-what-behind-figures_en (2022.10.04.)
- [5] Aghayari, Hossein, et al. (2021). "Mobile applications for road traffic health and safety in the mirror of the Haddon's matrix." *BMC medical informatics and decision making* 21.1, 1-12.
- [6] Mahdinia, I. (2021). Exploring potential impacts of connected and automated vehicle technologies
- [7] Gyula, K., & Ferenc, I. (2011). Utasmozgás vizsgálata gépjárművek ütközésénél. *Biomechanica Hungarica*, 4(1).
- [8] Doecke, S. D., Dutschke, J. K., Baldock, M. R., & Kloeden, C. N. (2021). Travel speed and the risk of serious injury in vehicle crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 161, 106359.
- [9] Dalong Gao & Charles W. Wampler, (2009). On the Use of the Head Injury Criterion (HIC) to Assess the Danger of Robot Impacts, Manufacturing Systems Research Laboratory General Motors R&D Center MC 480-106-359 Warren, MI 48090, USA
- [10] <https://data.europa.eu/data/datasets/d1qgy5f48gznlucqxtuhw?locale=en> (2022.09.14.)
- [11] Halari, M. M., Charyk Stewart, T., McClafferty, K. J., Pellar, A. C., Pickup, M. J., & Shkrum, M. J. (2022). Injury patterns in motor vehicle collision-pediatric pedestrian deaths. *Traffic injury prevention*, 1-6.
- [12] Wilde, K., Tilsen, A., Burzyński, S., & Witkowski, W. (2019). On estimation of occupant safety in vehicular crashes into roadside obstacles using non-linear dynamic analysis. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 285, p. 00022). EDP Sciences.



Vizsgálatok a PVC granuláló szerszám élettartamának növelésére

Investigations to increase the PVC granulating tool life

¹Körösi Gábor, ²Dr. Tóth László, ³Dr. Pinke Péter

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar. Budapest, Magyarország, korosigabor.atg@gmail.com

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar. Budapest, Magyarország, toth.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

³Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar. Budapest, Magyarország, pinke.peter@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

Kutatásunkban a PVC granulálás során alkalmazott szerszám élettartam növelésének lehetőségeit vizsgáltuk. Egy általunk ajánlott anyagminőséget egyrészt hagyományos módon, másrészt mélyhűtés alkalmazásával is hőkezeltünk. Az eltérően hőkezelt munkadarabokból 4-4 próbatestet kopásvizsgálatnak, és korróziós vizsgálatnak vetettünk alá, majd az eredményeket összehasonlítottuk. A mérési eredmények azt mutatták, hogy a mélyhűtéssel javítható mind a kopásállóság, mind a korrózióállóság. Ezen tulajdonságok mind meghatározzák a granuláló szerszám élettartamát.

Kulcs szavak: PVC granulálás, hőkezelés, mélyhűtés, élettartam, szerszámacél

Abstract

In our research, we investigated the possibilities of increasing the tool life in PVC granulation. Our recommended steel grade was heat treated conventionally and also using cryogenic treatment. From the differently heat-treated workpieces, 4 specimens each were subjected to wear and corrosion tests, and then the results were compared. They showed that both wear resistance and corrosion resistance can be improved by cryogenic heat treatment. These properties determine the lifetime of a granulating tool.

Keywords: PVC granulating, heat treatment, cryogenic treatment, tool steel

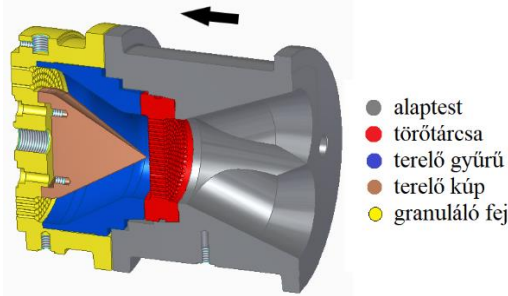
1. Bevezetés

A polivinil-klorid (PVC) alapú anyagok rendkívül nagy mennyiségben kerülnek felhasználásra szinte a világon. Nem lebomló tulajdonsága mellett fő alkotóeleme, a klór sajátosságai miatt környezetszennyező is. Ezért újrahasznosítása rendkívül fontos. Hulladéka feldolgozásával is készíthető granulátum [1]. A granulátumból később gyárthatóak, pl. extrudálással, többek között az építőiparban, vagy a kertészetben használt profilok, csövek is. Magyarországon, Balotaszálláson a granulálás mellett PVC extrudálással is foglalkozó Rolló Kft. az épülő csarnokaihoz a lambériákat és redőnykapukat saját maga készíti újrahasznosított PVC alapanyagból. A granuláláshoz használt szerszámoknak kopásállónak kell lennie, mivel az áramló ömledék a súrlódás következtében koptatja a szerszám felületét. Mindemellett a korrózióállóság is követelmény, ugyanis a

granuláláshoz szükséges hőmérséklet (adalékoktól függően 160-180 °C) elérése közben az ömledék gázosodni kezd, ami erősen korrodáló hatású. Ezen hatások összessége rendkívül igénybeveszi az alkalmazott szerszámanyagot.

A gyakori elhasználódást követő szerszámfelújítás, netán a tönkremenetel utáni új szerszám legyártása plusz időbe telik és többletköltséget teremt, valamint a termelékenységet rontja. Ezért fontos a szerszám élettartamának növelése. Ezt jól megválasztott anyagminőséggel, és hőkezeléssel érhetjük el [2], mivel a szerszámacélok tulajdonságait az összetételén kívül a szerkezeti felépítése is befolyásolja, amit hőkezeléssel tudunk optimalizálni. Dolgozatunkban a kiválasztott szerszámalapanyag tulajdonságait vizsgáltuk különböző hőkezelések hatására.

A hőkezelések eredményességének ellenőrzéséhez keménységmérést, valamint kopásállósági- és korróziós vizsgálatot végeztünk [6].



1. ábra Granuláló szerszám metszete (nyíllal jelölve az anyagáramlás iránya)

A fenti ábra egy granulálószerszámot ábrázol, metszetben. Az ábra jobb oldala felől két csiga hordja be az ömledéket, ami a bal oldali granuláló fejből kilépve, forgó késekkel aprításra kerül.

2. Anyagok, eszközök és technológiák

Az alábbiakban ismertetjük a választott anyagminőséget, a vizsgálatok során alkalmazott eszközöket, és a próbatesteken alkalmazott hőkezelési eljárásokat. A hőkezelésen átesett munkadarabokból a Duna Precíziós Kft. szikraforgácsoló eljárással 4-4 próbatestet munkált ki a további vizsgálatokhoz.

2.1 Anyagminőség

Az anyagminőség kiválasztásánál a műanyagalakító szerszámok családját vizsgáltuk meg. Fontosnak tartottuk a szénttartalmat az elérhető keménység, a króm és molibdén tartalmat a jobb kopási tulajdonságok miatt. A króm önmagában a jobb korrózióállóság szempontjából is fontos. A vanádium a szemcsefinomodást segíti elő, emellett a kopásállóságot, és szívósságot is javítja. A választott anyagminőség a Böhler M340 ISOPLAST [3], vegyi összetételét az 1. táblázat tartalmazza, aminek meghatározása Hitachi PMI MP2 típusú spektrométerrel történt (2.ábra.). Az ISOPLAST elnevezés elektroszalagos átolvasztási eljárással tisztított anyagot jelöl. Az acél tisztasága fontos a belső repedések megelőzése végett.

1. táblázat Böhler M340 spektrométerrel mért vegyi összetétele (tömeg %)

C	Si	Mn	Cr	Mo	V
0,52	0,42	0,41	17,10	1,12	0,11



2. ábra Spektrométer



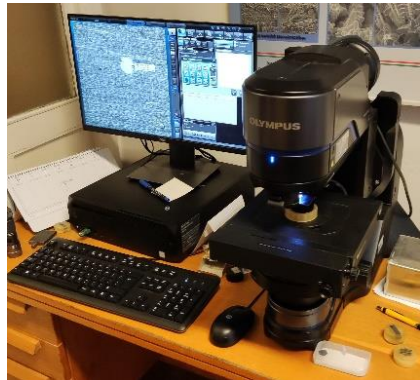
3. ábra Keménységmérő

2.2 Eszközök

A vizsgálatokhoz a próbaelőkészítést a Titán 94 Kft. laborjában végeztük. A keménységet Ernst AT130 D típusú (3. ábra.) univerzális keménységmérővel mértük. A Brinell keménységmérésnél edzett acélgolyó, a Rockwell mérésnél gyémántkúpos szűrő szerszámot használtunk. A koptatást a Bánki anyagvizsgáló laborjában lévő berendezéssel (4. ábra) végeztük csiszolt felületű próbatesteken. A kopásnyomot Olympus DSX10-BSW típusú mikroszkóppal (5. ábra) vizsgáltuk. A korróziós vizsgálat az ASTM (American Society for Testing and Materials) G48-11R20E01 szabvány [4] „A” módszerének előírásai szerint zajlott (6 % -os FeCl_3 oldatban, 72 óráig, állandó $22\text{ }^\circ\text{C}$ -os hőmérsékleten) a csiszolt felületű próbatesteken.



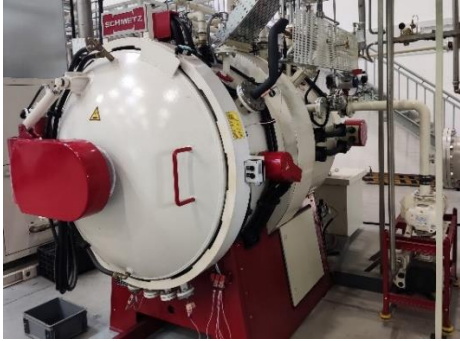
4. ábra Koptató berendezés



5. ábra Mikroszkóp

2.3 Alkalmazott hőkezelések

A munkadarabokat Schmetz IU72/IF 2RV 60x60x40 10 bar CP típusú vákuum kemencében (6.a, ábra), valamint egy Muhel nitrogén védőgázás megeresztő kemencében (6.b, ábra) hőkezeltük.



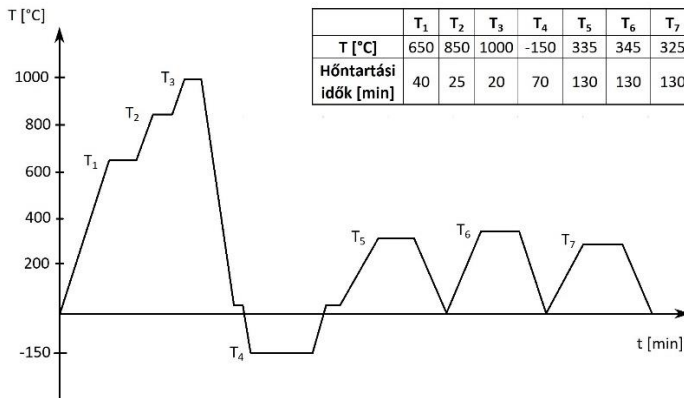
a,



b,

6. ábra Vákuum kemence (a) és megeresztő kemence (b)

Az alábbi ábrán a mélyhűtéssel kezelt munkadarab hőkezelési diagramjának elvi vázlata látható. A hagyományosan hőkezelt munkadarab diagramja, a mélyhűtés kivételével, a hőmérsékletekben és hőntartási időkből megegyezik ezzel.



7. ábra A mélyhűtött munkadarab vázlatos hőkezelési diagramja, rajta a főbb hőmérsékletekkel, és hőntartási időekkel

A hagyományos hőkezelés során, az 1000 °C -os ausztenítési hőmérsékletre való lépcsős hevítést követő edzés után, három eltérő hőmérsékletű megeresztés következett, rendre 335 °C, 345 °C és 325 °C -on.

A másik hőkezelésnél az azonos paraméterekkel rendelkező edzés után tovább csökkentettük a hőmérsékletet, egészen -150 °C -ig. Ezt a folyamatot nevezzük mélyhűtésnek. A célja, hogy elérjük a martenzites átalakulás befejező hőmérsékletét (M_f) [5], ezzel együtt a maradék ausztenit mennyiségét is minimalizáljuk. Ezt követően, az előző hőkezeléssel azonos három eltérő hőmérsékletű megeresztéssel folytatódott a hőkezelés.

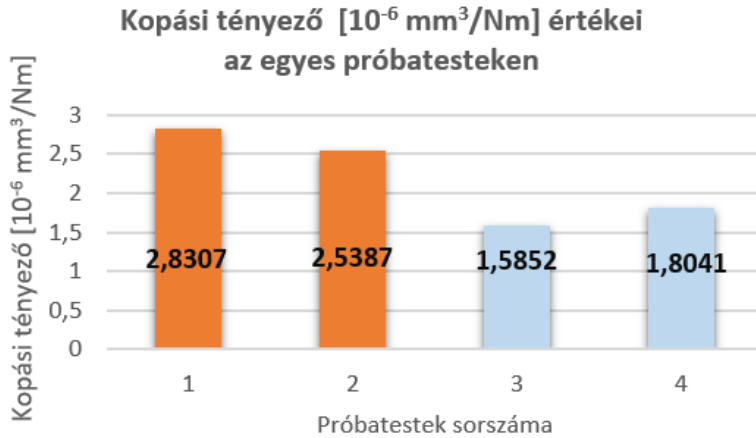
3. Mérési eredmények

Az acél szállítási állapotban lágyított. A keménységmérések átlagos értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

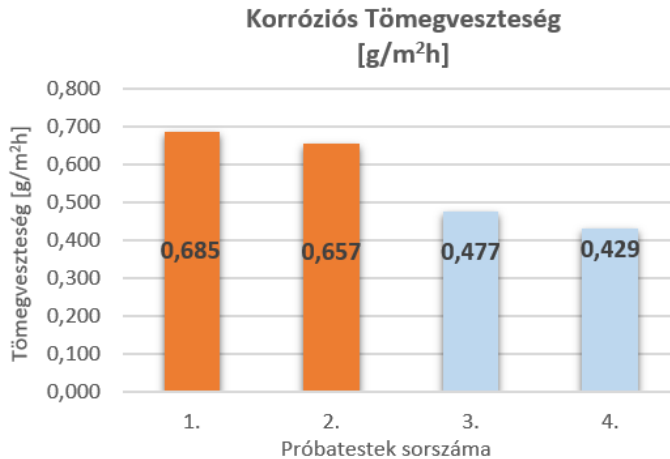
2. táblázat Keménységmérés eredményei

	Szállítási állapotban	Hagyományosan hőkezelt	Mélyhűtött
Brinell keménység (HB)	252	-	-
Rockwell C keménység (HRC)	-	55	56

A kopásnyomok alapján számított kopási tényezők, valamint a korróziós vizsgálat eredményeként kapott tömegvesztési értékeket az alábbi diagramok szemléltetik:



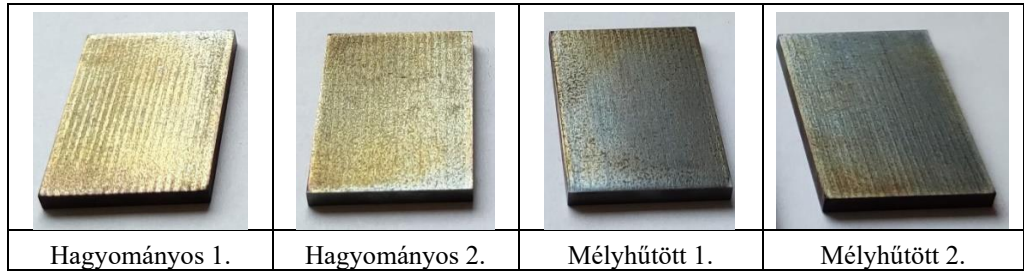
8. ábra Kopási tényezők diagramja (rozsdás színnel a hagyományosan hőkezelt próbatestek)



9. ábra Korróziós veszteségek diagramja (világoskékkel a mélyhűtött próbatestek)

Az eredmények értékelésekor alkalmazott képletek a felhasznált irodalomban megtalálhatóak. [6]

3. táblázat Korrózió nyomai a próbatestek felületein



4. Konklúzió

A keménységmérés előre jelezte, majd a koptatóvizsgálat bizonyította (8.ábra), hogy a mélyhűtés alkalmazásával növelhető a szerszámacél kopásállósága. Ezt a maradék ausztenit minimalizálódása, és a létrejövő finom, diszperz eloszlású karbidok okozzák. A korroziós tömegvesztés értékeiből (9.ábra), valamint a felületekről készített felvételekből (3.táblázat) pedig az szűrhető le, hogy a korrozióállóság is javult a mélyhűtés hatására. Minden bizonnyal a szabad króm homogén eloszlása elősegítette a króm-oxid hártya egyenletesebb képződését a felületen, ezáltal lassítva a korroziós folyamatot.

Ezeknek köszönhetően azt várjuk, hogy a granuláló szerszám élettartama növelhető a mélyhűtés alkalmazásával.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők szeretnének köszönetet mondani a Titán 94 Kft -nek a hőkezelő kemencék, valamint vizsgáló laborjának rendelkezésünkre bocsátásáért, a Duna Precíziós Kft -nek, hogy a próbatesteket kimunkálták, valamint a Rolló Kft -nek a gyárlátogatást, és hogy megosztották gyakorlati tapasztalataikat a PVC granulálásról. Köszönjük az Óbudai Egyetemnek, hogy a Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar anyagvizsgáló, és kémia laborját, felszerelésükkel együtt méréseinkhez szabadon használhattuk.

5. Hivatkozások

- [1] Ronkay, F., Dobrovsky, K. & Toldy, A. (2014). Műanyagok újrahasznosítása. Printer Kiadó.
- [2] Tóth, L. (2021). Mélyhűtéssel a maradék ausztenit ellen. Mérnöki Szimpózium a Bánkin Előadásai, Óbudai Egyetem, p 181-186.
- [3] Böehler M340 ISOPLAST szerszámanyag adatlapja: (2022.11.14.)
<https://www.boehler.hu/app/uploads/sites/92/2020/12/productdb/api/m340en.pdf>
- [4] ASTM G48 szabvány: (2022.11.14.) <https://www.astm.org/g0048-11r20e01.html>
- [5] Gavriljuk, V.G., Theisen, V. & Siros, V.V. (2013). Low-temperature martensitic transformation in tool steels in relation to their deep cryogenic treatment. Acta Materialia 61, p. 1705-1715.
- [6] Kőrösi G. (2022). A PVC anyagok újrahasznosítása során alkalmazott szerszámok élettartamának növelése megfelelő acélminőség kiválasztásával és hőkezelésének optimalizálásával. TDK dolgozat, Óbudai Egyetem



Töltőanyagok hatásvizsgálata szénszálerősítésű polimer kompozitok forgácsolhatóságára

Analysis of the effect of fillers on the machinability of carbon fibre reinforced polymer composites

¹Magyar Gergely, ²Poór Dániel István, ³Lukács Tamás, ⁴Geier Norbert

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Gépészmérnöki Kar – Gyártástudomány és -technológia Tanszék, Budapest, Magyarország, magyar.gergely@edu.bme.hu

²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Gépészmérnöki Kar – Gyártástudomány és -technológia Tanszék, Budapest, Magyarország, poor.daniel@gpk.bme.hu

³Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Gépészmérnöki Kar – Gyártástudomány és -technológia Tanszék, Budapest, Magyarország, lukacs.tamas@edu.bme.hu

⁴Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem – Gépészmérnöki Kar – Gyártástudomány és -technológia Tanszék, Budapest, Magyarország, geier.norbert@gpk.bme.hu

Összefoglalás

A szénszálerősítésű polimer (CFRP) kompozit anyagokat egyre gyakrabban alkalmazzák olyan szerkezeti alkatrészek elemeként, ahol a kis tömeg mellett kiváló mechanikai tulajdonságokat szükséges biztosítani. Ezen anyagoknak a forgácsolása sok esetben szükséges, melyre leginkább jellemző technológia a fúrás. Kutatásunk során három, különböző mennyiségben töltőanyagot tartalmazó CFRP kompoziton végeztünk fúrási kísérleteket. A fúrási kísérletek során fellépő forgácsolási erőt vizsgáltuk varianciaanalízis (ANOVA) segítségével. Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a töltőanyagok mennyisége szignifikáns hatással van a CFRP kompozit anyagok fúrása során jelentkező forgácsolási erőre.

Kulcs szavak: CFRP, töltőanyag, fúrás, forgácsolási erő

Abstract

The use of carbon fibre reinforced polymer (CFRP) composite materials is becoming increasingly popular in applications where high mechanical properties are required at low weight. Machining of these materials is often necessary, and the most common technology is drilling. Our research involved drilling experiments on three CFRP composites containing different amounts of fillers. The machining forces during the drilling experiments were investigated by analysis of variance (ANOVA). Our investigations revealed that fillers have a significant effect on the cutting force when drilling CFRP composites.

Keywords: CFRP, filler, drilling, cutting force

1. Bevezetés

Napjainkban a szénszálerősítésű polimer (CFRP) kompozitok alkalmazása egyre nagyobb népszerűségnek örvendnek olyan csúcscategóriás iparágak területén, mint például a repülőgépipar, energiaipar, sporteszközyártás vagy a gépjárműgyártás [1-2]. Ezen iparágak esetén jellemző, hogy az alkatrészeknek kis tömeg mellett kiváló szilárdsági tulajdonságokkal szükséges rendelkezniük,

mely tulajdonságok elérhetők CFRP kompozit alkalmazásával [3]. A CFRP kompozit alkatrészek gyártása során általában a tervezett geometriai sajátosságok előállítása megtörténik, azonban az alkatrészek szereléséhez szükséges csatlakozó felületek előállítása utólagos megmunkálással, azon belül is gyakran mechanikai úton történő forgácsolással valósul meg [4]. Az egyik leggyakoribb utólagos megmunkálási technológia a CFRP kompozitok fúrása, mellyel kiváló minőségű furatok előállítása valósítható meg, azonban az anyag inhomogén és anizotrop szerkezete miatt eltérő kihívások jelentkeznek ezen gyártási folyamat során a hagyományosan forgácsolt, kvázi homogén szerkezetű anyagokhoz (pl. acél, alumínium) képest [5-6]. Az elsősorú kihívások a fúrásindukált geometriai hibák kialakulása (sorja és a delamináció stb.), valamint az erősítő szálak koptató hatása következtében jelentkező nagymértékű szerszámkopás [7].

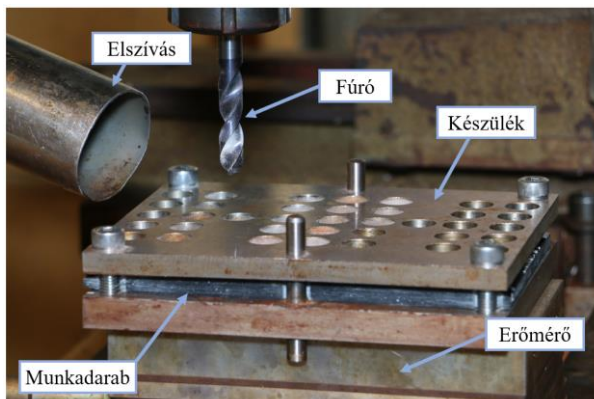
CFRP kompozit anyagokban egyre gyakrabban alkalmaznak töltőanyagokat a szilárdsági tulajdonságok javítása, illetve a gyártási költségek csökkentése érdekében, azonban a töltőanyagot tartalmazó CFRP kompozitok fúrásának témakörével jelentősen kevesebb tanulmány foglalkozik a töltőanyagot nem tartalmazó CFRP kompozitokhoz képest [8]. A mérsékelt mennyiségű fellelhető publikáció, azonban azt mutatja, hogy a töltőanyagok előnyös hatással lehetnek a CFRP anyagok forgácsolhatóságára a keletkező fúrás-indukált geometriai hibák keletkezése [9] és a fellépő forgácsolási erő tekintetében [10]. Elsődleges célunk a töltőanyagok mennyiségének hatásvizsgálata volt a CFRP kompozitok forgácsolása esetében, tekintettel a jelenleg fellelhető kis mennyiségű kutatásokra, illetve a töltőanyagok várható előnyös tulajdonságaira. A hatásvizsgálat a forgácsolási erő elemzésével történt.

2. Kísérleti anyagok és környezet

A fúrási kísérletek három különböző CFRP kompozit anyagon lettek elvégezve, melyek esetében azonos, IPOX MH3010-es epoxi gyanta mátrixanyag került felhasználásra IPOX MH3124-es térhálósítóval 100:30-as keverési arány alkalmazása mellett. A három CFRP kompozit erősítőstruktúrája eltérő volt. Az első erősítőstruktúra csak örölt szénszálakat tartalmazott töltőanyagként, melyek 45 ± 28 μm hosszúságúak voltak (T), a második erősítőstruktúra szénszál paplant tartalmazott töltőanyag nélkül (P), míg a harmadik struktúra az első kettő kombinációját alkalmazó hibrid erősítés volt (H).

A fúrási kísérletek egy Kondia B640 háromtengelyes megmunkálóközponton kerültek elvégzésre, a szálerősített kompozitok megmunkálására jellemző száraz körülmények között, mely során egy Nilfisk GB733 típusú ipari porszívóval történt a megfelelő elszívás biztosítása. A vizsgálatok során a forgácsolási erő mérését egy KISTLER 9257BA típusú erőmérő segítségével végeztük el, melyhez szükség volt továbbá egy KISTLER 5070-es többcsatornás töltéserősítőre, valamint egy National Instruments USB-4431-es adatgyűjtő kártya. A fúrási kísérletekhez alkalmazott szerszám egy Tivoly Polaris 150 Sim Dim 6537K $\varnothing 10$ mm-es átmérőjű, szálerősített kompozitok megmunkálásához ajánlott tömör keményfém fúró volt, mely TiNAl bevonattal volt ellátva. A kísérletek során használt eszközök az *1. ábrán* megfigyelhetők.

Annak érdekében, hogy viszonylag kevés forgácsolási kísérlet elvégzése mellett, megfelelő pontosságú képet kapjunk a különböző mennyiségben töltőanyagot tartalmazó CFRP kompozitok forgácsolhatóságáról, Central Composite kísérletterv lapközepes altípusát alkalmaztuk, mely során három faktor szintjeit határoztuk meg, mely közül az előtolás (f) és a forgácsolási sebesség (v_c) folytonos faktorok voltak, míg az erősítőstruktúra kategorikus faktor volt. Az egyes faktorokat korábbi kísérleti tapasztalatok és gyártói ajánlások szerint határoztuk meg három-három szinten, melyek a *1. táblázatban* olvashatók.

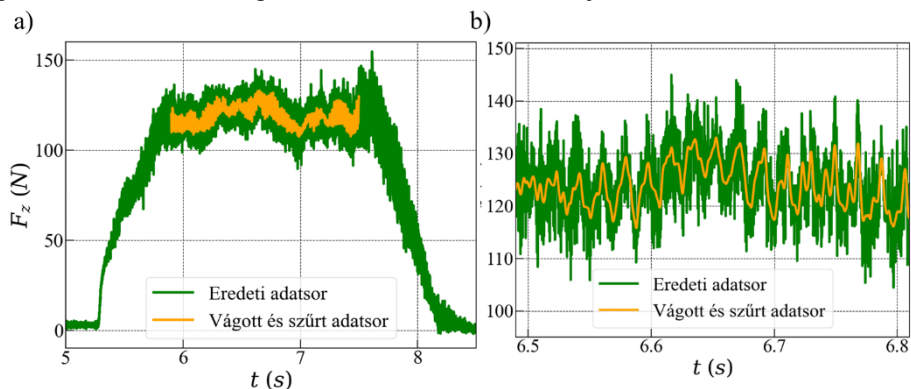


1. ábra. Kísérleti körülmények.

1. táblázat. Fúrási kísérleteket során alkalmazott faktorok és szintjeik.

Alkalmazott faktorok	Szintek		
	-1	0	1
Előtolás – f (mm/fordulat)	0,1	0,2	0,3
Forgácsolási sebesség – v_c (mm/min)	50	100	150
Erősítő struktúra	T	P	H

A fúrási kísérletek során a KISTLER erőmérőből származó adatokat egy LabView program segítségével rögzítettük 10.000 Hz-es mintavételezési frekvenciával. A kapott erő adatokat ezután egy Python nyelven írt egyedi kiértékelő szoftver segítségével dolgoztuk fel, mely során a szoftver első lépésben a hasznos adatsor kivágását végezte, ezután egy Butterworth aluláteresztő szűrővel végezte az adatok szűrését 300 Hz-es határértékérték mellett, végül meghatározta a maximálisan fellépő forgácsolási erőt (F_z) a szűrt adatsorokra, mely az adott fúrási kísérletet ezután jellemezte. A feldolgozás előtt álló és feldolgozott adatokat a 2. ábra mutatja be.



2. ábra. Fúrási kísérletek során kapott feldolgozás előtti (zöld) és feldolgozott (sárga) adatsorok (a) a teljes fúrás alatt és (b) az állandósult szakaszon.

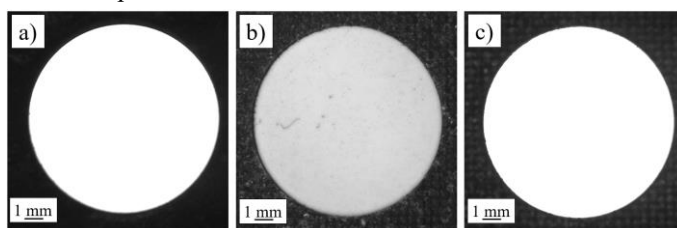
Annak érdekében, hogy meghatározzuk az egyes faktorok hatását a fellépő forgácsolási erőre,

varianciaanalízist (ANOVA) alkalmaztunk. Vizsgálataink során egy faktor hatását abban az esetben ítéltük szignifikánsnak, ha legalább az $\alpha=0,05$ szignifikancia szintet elérte.

A mért erőadatok kiértékelésén felül a készített furatok minőségének meghatározása és dokumentálása érdekében a megmunkálás után fotókat készítettünk a munkadarab megmunkálás szerinti belépési és kilépési oldaláról is. Erre a célra a Mitutoyo Quick Image QI-A505 optikai mikroszkópot használtunk.

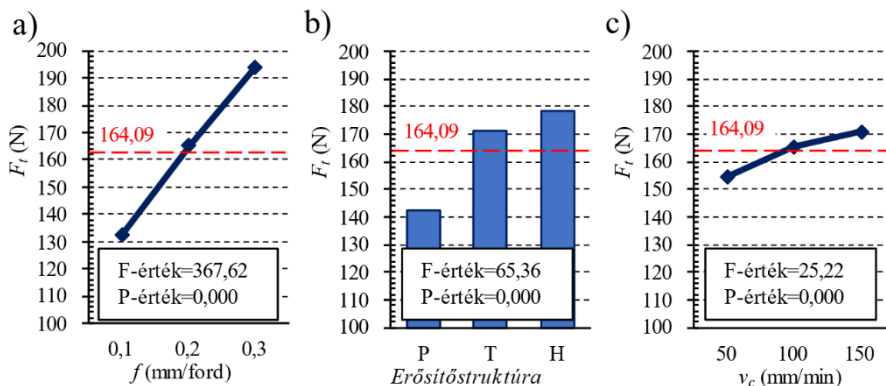
3. Eredmények

A fúrasi kísérletek eredményei azt mutatták, hogy mindegyik különböző erősítőstruktúra esetén kiváló minőségű furatokat sikerült előállítani. A szálerősített kompozitok fúrására jellemző geometriai hibák gyakorlatilag elhanyagolható mennyiségben jelentkeztek. A készített furatokról nyújt egy-egy reprezentatív példát a három különböző erősítőstruktúrák esetén a 3. ábra.



3. ábra. Fúrasi kísérletekkel létrehozott furatok jellemző minősége (a) T típusú, (b) P típusú és (c) H típusú erősítőstruktúra esetén.

A furatok minőségében tehát nem jelentkezett a töltőanyagok mennyiségének hatása, azonban a fellépő forgácsolási erő esetében már igen. Az ANOVA vizsgálatok eredménye azt mutatta, hogy az előtolás (F-érték = 367,62; P-érték = 0,000), a forgácsolási sebesség (F-érték = 25,22; P-érték = 0,000) és az erősítőstruktúra (F-érték = 100,00; P-érték = 0,000) is szignifikáns hatással van a fellépő forgácsolási erő axiális komponensére (F_r). A 4. ábrán látható főhatás diagramokon megfigyelhető, hogy az eddigi tapasztalatoknak és a várakozásoknak megfelelően a leginkább szignifikáns hatása az előtolásnak van, ezt követi az erősítőstruktúra, majd a forgácsolási sebesség. Az előtolás és a forgácsolási sebesség növekedésével növekszik a fellépő maximális forgácsolási erő. Az erősítőstruktúrák esetén az eddigi kutatók tapasztalataival ellentétes eredmények születtek, ugyanis a töltőanyagok alkalmazásával a CFRP kompozit anyagok nehezebben forgácsolhatók lettek. Megfigyelhető, hogy a töltőanyag és a paplan erősítőstruktúra együttes alkalmazása esetén volt a legnagyobb a fellépő forgácsolási erő (H típusú erősítőstruktúra), ezt követte a csak töltőanyagot tartalmazó (T típusú erősítőstruktúra), majd a legkisebb fellépő forgácsolási erőt produkáló paplan erősítőstruktúra (P típusú erősítőstruktúra). Korábbi kutatások során szén nanocsöveket alkalmaztak [8], melyek feltételezhetően kenő hatást biztosítottak, a jelen kísérletek során alkalmazott rövid, vágott szénzákkal ellentétben. A forgácsolási erő növekedésének egy további oka lehet, hogy a töltőanyagot tartalmazó kompozitok esetében a szálak nem csak a forgácsolás irányára merőlegesen állhatnak, hanem azzal megegyezően is, ezzel jelentősen megnehezítve az elvágásukat. A CFRP kompozitok erősítő szénzállai kiváló hővezetési tulajdonságokkal rendelkeznek, melyek feltehetően csökkenthetik a forgácsolás során fellépő hőmérsékletet. Mivel a rövid, vágott szálak a tér minden irányában állhatnak, így elvezethetik a keletkező hőt és feltételezhetően a töltőanyagot tartalmazó erősítőstruktúrák esetén kisebb forgácsolási hőmérséklet fog fellépni, így a jövőben ezen irányban fogunk vizsgálatokat végezni.



4. ábra. Főhatás diagramok (a) előtolás, (b) erősítőstruktúra és (c) forgácsolási sebesség esetén.

4. Konklúziók

Kutatásunk során három különböző erősítőstruktúrájú CFRP kompozitot vizsgáltunk, melyek különböző mennyiségben tartalmaztak töltőanyagot. A kompozitokon fúrási kísérleteket végeztünk, hogy meghatározzuk milyen hatással vannak a készített furat minőségére, illetve a fellépő forgácsolási erőre a töltőanyag mennyisége. Az előállított furatokról készített képek alapján megállapítottuk, hogy mindegyik erősítőstruktúra esetén kiváló minőségű furatokat sikerült létrehozni a vizsgálati körülmények között. A forgácsolási erő adatokon végzett ANOVA vizsgálat során megállapítottuk, hogy mindegyik vizsgált faktor szignifikáns hatással van a forgácsolási erőre, ezek közül legnagyobb hatással az előtolás, majd az erősítőstruktúra és végül a forgácsolási sebesség rendelkezik. Várakozásainkkal ellentétben a töltőanyagok ellentétes hatást mutattak a fellépő forgácsolási erőre, ugyanis a töltőanyagok alkalmazásával egyre nagyobb forgácsolási erő lépett fel. A paplan erősítőstruktúrárt és töltőanyagot tartalmazó (H típus) esetén volt a legnagyobb fellépő erő, ezt követte a csak töltőanyagot tartalmazó típus (T típus), majd a csak paplan erősítőstruktúrárt tartalmazó típus (P típus). Mivel a szénszálak kiváló hővezetési tulajdonságokkal rendelkeznek, így jövőbeli kutatásunkban a töltőanyagok forgácsolás során fellépő hőmérsékletre való hatását vizsgáljuk CFRP kompozitok esetén.

Köszönetnyilvánítás

Ez a kutatás a Kulturális és Innovációs és Minisztérium ÚNKP22-2-III-BME-80, ÚNKP-22-3-I-BME-92 és ÚNKP-22-5-BME-327 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával és a Magyar Tudományos Akadémia által finanszírozott, BO/00508/22/6 számú Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

5. Hivatkozások

- [1] Geier, N., Davim, J. P., & Szalay, T. (2019). Advanced cutting tools and technologies for drilling carbon fibre reinforced polymer (CFRP) composites: A review. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 125, 105552.
- [2] Geier, N., & Pereszlai, C. (2020). Analysis of characteristics of surface roughness of machined CFRP composites. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 64(1), 67-80.
- [3] Zhu, W., Fu, H., Li, F., Ji, X., Li, Y., & Bai, F. (2022). Optimization of CFRP drilling process: A review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 123(5-6), 1403-1432.
- [4] Fernández-Pérez, J., Díaz-Álvarez, J., Miguélez, M. H., & Cantero, J. L. (2021). Combined analysis of wear mechanisms and delamination in CFRP drilling. *Composite Structures*, 255, 112774.
- [5] Geier, N., Poór, D. I., Pereszlai, C., & Tamás-Bényei, P. (2022). Drilling of recycled carbon fibre-reinforced polymer (rCFRP) composites: analysis of burrs and microstructure. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 120(3-4), 1677-1693.
- [6] Geier, N., Poór, D. I., Pereszlai, C., Tamás-Bényei, P., & Xu, J. (2022). A drilling case study in polymer composites reinforced by virgin and recycled carbon fibres (CFRP and rCFRP) to analyse thrust force and torque. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 120(3-4), 2603-2615.
- [7] Lee, J. H., Ge, J. C., & Song, J. H. (2021). Study on burr formation and tool wear in drilling CFRP and its hybrid composites. *Applied Sciences*, 11(1), 384.
- [8] Thakur, R. K., & Singh, K. K. (2021). Influence of fillers on polymeric composite during conventional machining processes: a review. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 43, 1-20.
- [9] Li, N., Li, Y., Zhou, J., He, Y., & Hao, X. (2015). Drilling delamination and thermal damage of carbon nanotube/carbon fiber reinforced epoxy composites processed by microwave curing. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 97, 11-17.
- [10] Kumar, S., Chauhan, S. R., Rakesh, P. K., Singh, I., & Davim, J. P. (2012). Drilling of glass fiber/vinyl ester composites with fillers. *Materials and Manufacturing Processes*, 27(3), 314-319.



Nyomás és hőmérséklet hatása acélok ragasztott kötéseinek tulajdonságaira

Effect of pressure and temperature on the properties of adhesive bondings of steels

Mónus László József¹, Fábíán Enikő Réka², Kuti János³

¹Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag és Gyártástudományi Intézet, Budapest, Magyarország, monuslaszlojosef@gmail.com

²Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag és Gyártástudományi Intézet, Budapest, Magyarország, fabian.reka@bgk.uni-obuda.hu

³Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag és Gyártástudományi Intézet, Budapest, Magyarország, kuti.janos@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

E munka során S355 J2 acél ragasztásához kerestük a lehető legkedvezőbb ragasztási feltételeket biztosító ragasztót és azokat a ragasztási tényezőket, amelyekkel a legerősebb kötést lehet létrehozni. A vizsgálatokhoz három különböző ragasztót teszteltünk növelt szilárdságú acéllemezek átlapoltt kötéseinek tesztelésére, állandó ragasztási időtartam, felületi érdesség és rétegvastagság alkalmazásával, különböző nyomás és hőmérséklet paraméterekkel létrehozott ragasztott minták szakítóvizsgálattal meghatározható tulajdonságait vizsgáltuk. A kutatási munka során számos érdekes dolgot tapasztaltunk, és egyértelműen meghatározhatóvá vált, hogy melyik ragasztási módszer és ragasztó a legmegfelelőbb a modern versenyíj kötéseinek elkészítéséhez.

Kulcsszavak: szerkezeti acél, ragasztás, szakító vizsgálat

Abstract

During this research, it was looking for the glue that provides the most favorable adhesive bonding conditions and the bonding parameters for S355J2 steel, which would produce the strongest bond. The tensile properties of specimens bonded under different pressure and temperature parameters were investigated. Three different adhesives were used to test overlapped joints of increased strength steel plates using constant bonding time, surface roughness, and layer thickness. During this work, were experienced several interesting things and clearly determined which bonding method and adhesive material is the most suitable for creating the bindings of modern competition bow.

Keywords: Structural steel, adhesive bonding, tensile test

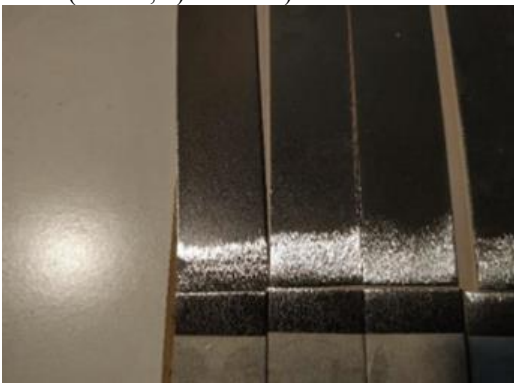
1. Bevezetés

Az ipari világ ma is keresi a kis tömeg, szívósság által jellemezhető anyagfészeségek egyidejű alkalmazásából, összeépítéséből extrém igénybevételeknek ellenálló, jó szilárdsági tulajdonsággal bíró gépek, szerkezetek, gépelemek gazdaságos gyártását. Különböző anyagok összekötésének egyre népszerűbb eszköze a ragasztástechnika. Gépész és hegesztőmérnökként egy dinamikusan fejlődő technikai sporttal az íjászával foglalkozom, mint sportoló és mint tervező, egy távolsági világrekord

lövő íjat szerettem volna ragasztani, innen származik a vizsgálatom aktualitása. Kutatásom során szigorú feltételek mellett különböző hőmérsékleteken és nyomásokon vizsgáltam három különböző ragasztó viselkedését és szerettem volna megtalálni azt a ragasztót és azokat a fizikai paramétereket melyek segítségével ragasztva elkészíthetem a számomra elérhető legjobb ragasztott kötést. [1] A ragasztás sokrétű technológia, amely segítségével megvalósíthatunk eltérő anyagminőségű fémek, fémek és polimerek, fémek és kompozitok, fémek és üvegek, polimerek és polimerek, kompozitok és kompozitok, üvegek és polimerek, gumik és fémek, valamint textíliák és gumi anyagok közötti kötéseket. A ragasztó a felsorolt szerkezeti elemek között kötéhálót alakít ki, mely a különböző anyagok közötti összekötő hídaként funkcionál. A kötés fizikai tulajdonságai és felépítése az adhézió függvénye, tehát a ragasztás a ragasztó felülethez való tapadásától, illetve saját belső szilárdságának mértékétől függ. A ragasztás technológiai folyamata számos olyan műveletet foglal magában, amelyek a ragasztott kötés terv szerinti összeállításához vezetnek, mint például: a ragasztófelület előkezelése a ragasztáshoz, a ragasztó előkészítése és keverése, a ragasztók helyzetének beállítása és összeszerelése, a ragasztó kikeményítése, a kötés minőségének ellenőrzése és a befejező műveletek [2, 3].

2. Próbatetek gyártása és vizsgálati technikák

A próbatetek 15mm x 100mm x 2mm-es S335 J2-es minőségű acéllemezekből átlapolat ragasztási technikával lettek összeragasztva. A vizsgálatokhoz három különböző ragasztót alkalmaztunk. ezek a következők voltak: Uverapid 20, EA 40 és Araldite AW 106 kétkomponensű epoxiragasztó. A próbatetek irodalmi ajánlásoknak megfelelően [4, 5]. acetonnal voltak tisztítva ragasztás előtt. Bár az irodalmi adatok a felületi érdességre vonatkoztatva eltérőek, főleg anyagminőség függvényében, [6]. A vizsgálatainkhoz a próbatetek előkészítése során 15-20 μm felületi érdességet alkalmaztunk. Az így kapott felületeken semmi egyenetlenség, foltosság nem látszott, ahogy azt az 1. a) ábrán is láthatjuk. A vizsgálatokhoz átlapolat ragasztott kötések készítettünk, 30 próbatest készült Uverapid 20-as ragasztóval, 30 darab Araldite AW 106-os ragasztóval és újabb 30 darab EA 40-es ragasztóval. A használt ragasztók kétkomponensű epoxi alapú, nagy szilárdságú, rugalmas ragasztók. A cél az volt, olyan ragasztott kötések hozunk létre melyek nagy szakítószilárdságúak, de ugyanakkor megfelelően rugalmasak és szívósak, hogy nagy és dinamikus igénybevételek hatására is helyt álljanak. 15 mm x 20 mm-es ragasztási felületekkel dolgoztam. Minden egyes darabnál a ragasztó 0,13 -0,18 mm rétegvastagságú volt. A kötések kialakításához 3 órás ragasztási időt számoltunk. Az elkészített próbatetek sorszámozással voltak jelölve (1. ábra, b) felvétele)



a)



b)

1. ábra A próbatetek vizsgálati előkészítése a) mintadarabok felületi kezeléseket követően b) a ragasztott és sorszámozott próbatetek a felületi kezeléseket követően

A 90 darab próbatest ragasztása egyidejűleg készült el. A folyamat elvégzéséhez ragasztó-illesztő készüléket készítettem. Ezek nyomás hatására összenyomva tartották a ragasztott felületeket egyenletesen, egyidejűleg és ellenőrizhetően a ragasztás teljes időtartamára. Mivel a hőmérséklet és a nyomás hatását vizsgáltuk ezért az illesztő készülékeket nagy kiterjedésű kemencékbe helyezve, a ragasztandó próbatesteket tűzoltó tömlőkbe vezetett levegővel nyomtuk össze.

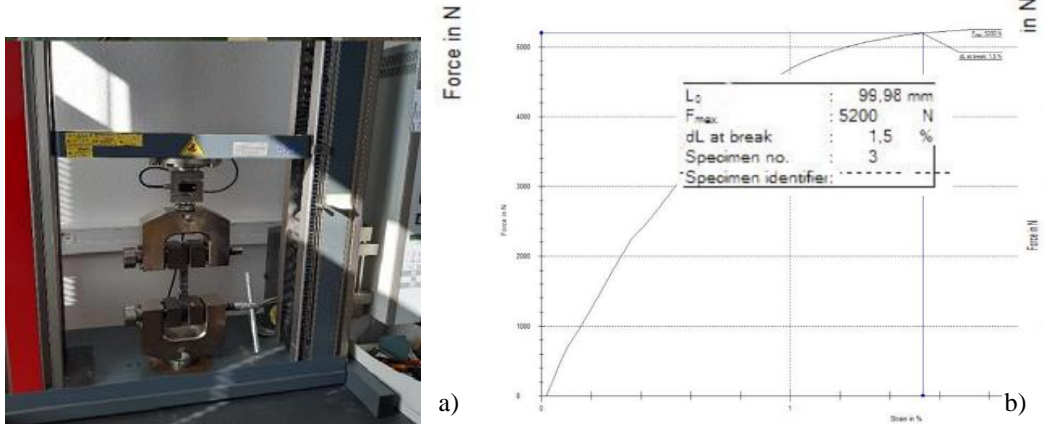


2. ábra Munkadarabok különböző 1, 3 és 6 bar nyomás alatt egyidejűleg

A próbatestek ragasztásának teljes folyamata részletezve a következőképp zajlott: a próbatestek elkészítése érdekében a mintadarabokat méretre vágtam, a felületet acetonnal való zsírtalanítás után egyengettem, a sorját eltávolítottam köszörüléssel, a ragasztandó felületeket különféleképpen megmunkáltam, a kívánt felületi érdességet kialakítottam és mértem. Ezt követően a felületeket újból acetonnal zsírtalanítottam, a próbatesteket feliratoztam azonosításuk érdekében, majd a ragasztó komponenseket súly szerinti kimértem és bekevertem a 3 különböző ragasztót, külön tálkában. Ezt követően a próbatesteket szerszámba helyeztem, a ragasztandó felületeket ragasztóval kentem be 15mm x 15mm felületen, majd összeillesztettem és hézagoltam. Végül összeszereltem a ragasztószerszámot, bezártam, nyomás alá helyeztem tömlővel (Az alkalmazott nyomás 1- 3- 6 bar volt), és a ragasztott próbatesteket hőkamrába helyeztem (50-70-90 C⁰) 3 órán keresztül. A kötési idő lejártá után a próbatesteket a hőkamrából kivéve, majd a ragasztószerszámból kibontva, az esetenként túlcordult ragasztót eltávolítva a ragasztott felület oldalairól a munkadarabok tároló dobozába tettem, amelyek szobahőmérsékletű laboratóriumi környezetben 24 órás pihentetés után kerültek szakítóvizsgálatra, az irodalmi ajánlások szerint. A kombinációk számát növelte a három különféle ragasztó alkalmazása. Igyekeztem a sokrétű paraméterek változtatásával megállapítani a szakítószilárdság értékeit, azok függőségeit, szabályszerűségeit. [4-6]

2.1 Szakítóvizsgálatok

A ragasztott próbatesteken szabványos szakítóvizsgálatot végeztünk Zwick Z010 szakítógéppel az ÉMI-TÜV SÜD Kft. KERMI anyagvizsgáló laborjában, Budapesten. A mérések során a vizsgálati hőmérséklet 20 C⁰ volt, a szakítóvizsgálatokat $v = 15$ mm/min szakítósebességénél végeztük. A szakító vizsgálatok után sztereomikroszkóppal vizsgáltuk az elszakadt kötések felületét.



3. ábra Szakító vizsgálat részletei a) Zwick Z010 szakítógép b) Araldite AW 106-os ragasztó által létrehozott ragasztott kötés szakítódiaagramja

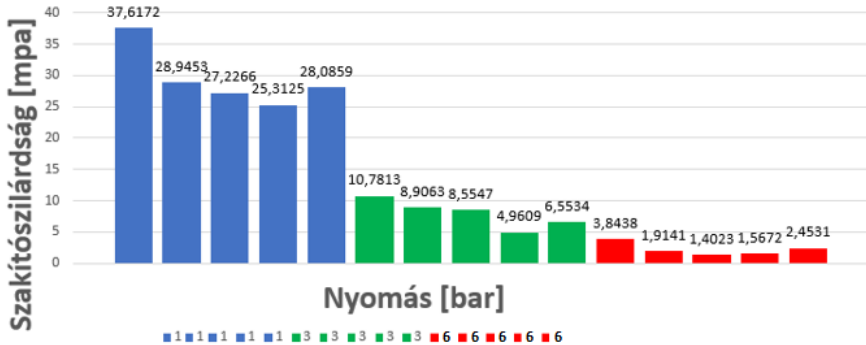
3. Vizsgálati eredmények

A ragasztandó felületek kialakítása legalább annyira meghatározta a kötés szakítószilárdságát, mint maga a ragasztó helyes kiválasztása. A szakítás 87 eredményes és 3 eredménytelen méréssel zárult. Az eredménytelennek mondott ragasztott kötéseknel, mindhárom esetben a ragasztás szétvált a szakítást megelőzően. Az eredménytelen vizsgálatok felületkezelési hiányosságokkal voltak összefüggésben, és számuk kellően kicsi volt az eredményes ragasztásokhoz képest. A ragasztott felületeknél a szakítóvizsgálatok eredményeit megfigyelve és értékelve következtettem a nyomás, valamint a hőmérséklet hatására melyek a próbatestek szakítószilárdságára és szakadási megnyúlására vetültek.

1. táblázat A ragasztott kötések szakítószilárdságainak átlaga, különböző hőmérsékleteken és nyomásokon.

Nyomás, bar		1 bar	1 bar	1 bar	3 bar	3 bar	3 bar	6 bar	6 bar	6 bar
Hőmérséklet, °C		50 C ⁰	70 C ⁰	90 C ⁰	50 C ⁰	70 C ⁰	90 C ⁰	50 C ⁰	70 C ⁰	90 C ⁰
Ragasztók										
Szakítószilárdság, (MPa)	Uverapid 20	17,14	28,08	8,52	11,54	19,55	8,08	7,08	6,52	4,38
	Araldite AW 106	9,41	37,61	15,23	8,63	18,23	11,62	5,71	11,55	7,89
	EA 40	2,05	4,91	0,93	1,41	2,19	0,79	0,55	0,79	0,43

A vizsgálati eredmények alapján látható, hogy az EA 40-es ragasztóval létrejött szakítószilárdság messze elmaradt az Uverapid 20-as és az Araldite AW 106-os ragasztókkal elért eredményektől. Az eredmények egyértelműen mutatták, hogy a ragasztások 3 bar és 6 bar nyomáson elmaradtak az 1 bar-on ragasztott kötésekkel szemben az összes ragasztó esetén, mindhárom hőmérsékleten. Kiemelve a legjobbnak látszó ragasztót és diagramban szemléltetve a ragasztáskor alkalmazott nyomás hatását. Látványos az alkalmazott nyomás hatása, hogy a legjobb szakítószilárdságok 1 bar nyomáson jöttek létre.



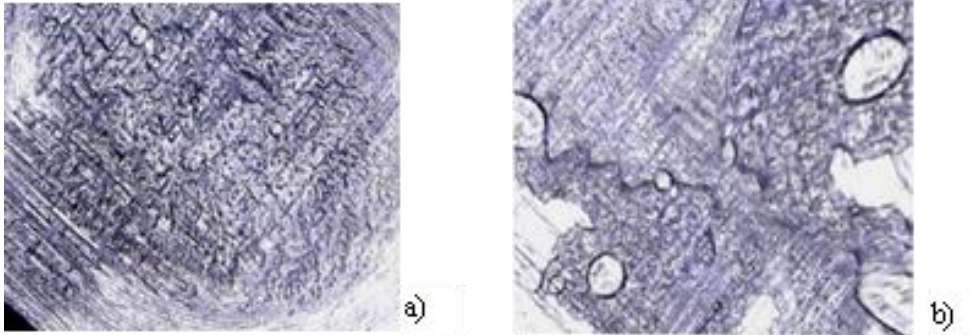
4. ábra Araldite AW 106-os ragasztó esetén a nyomás-szakítószilárdság viszonya

Ahhoz, hogy egy távlövő íj alkalmas legyen akár egy világrekord lövésére szívósnak, rugalmasnak kell lennie ahhoz, hogy elviselje a rá nehezedő dinamikus terheléseket. A szakadási nyúlás megmutatja, hogy mennyit képes az adott anyag nyúlni a szakadás bekövetkeztéig. Azok a ragasztási technikák, melyek nagy szakítószilárdság mellett kedvezően nagyobb szakadási nyúlást produkálnak, azok a kötések alkalmasabbak egy verseny íj szerkezetének kialakítására. Éppen ezért különös figyelmet szenteltem ezen értékek elemzésére is. A következő táblázatba a három különböző ragasztóval ragasztott, adott hőmérsékleten és adott nyomás hatására létrehozott kötések szakadási megnyúlásainak szórását rendeztem, kiemelve a legkedvezőbb értékeket.

2. táblázat A ragasztott kötések szakítóvizsgálat során mért szakadási megnyúlás értékei (%) -ban, meghatározott hőmérsékleten és nyomáson.

Nyomás, (bár) Hőmérséklet, (°C) Ragasztók		1bar 50C ⁰	1bar 70C ⁰	1bar 90C ⁰	3bar 50C ⁰	3bar 70C ⁰	3bar 90C ⁰	6bar 50C ⁰	6bar 70C ⁰	6bar 90C ⁰
Szakadási nyúlás, (%)	Uverapid 20	0,7	0,9	0,6	0,6	0,7	0,5	0,6	0,6	0,5
	Araldite AW 106	0,7	1,1	0,8	0,6	0,8	0,6	0,4	0,6	0,5
	EA 40	0,4	0,6	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3

A mérési eredmények jól mutatják, hogy a legkedvezőbb szakadási nyúlás eredmények mind az Uverapid 20-as és az Araldite AW 106-os ragasztó esetén 1 bar nyomáson és 70 C⁰-os hőmérsékleten adódtak. A szakadási nyúlások alapján a legkiemelkedőbb ragasztások az Araldite AW 106-os ragasztó által ragasztott kötések voltak, melyeket 70 C⁰-os hőmérsékleten, 1 bar-ral nyomva ragasztottam. A szakító vizsgálatokat követő fénymikroszkópos vizsgálatok alapján a lemezek felületéről 87 mintánál nem vált le a ragasztó teljesen, csak lokálisan. Az 5. ábrán láthatjuk a legjobb szakítószilárdsági értékeket mutató Araldite AW 106-os ragasztóval ragasztott kötés fénymikroszkópos felvétele mellett az Uverapid 20-as ragasztóval ragasztott kötés megjelenését.



5. ábra A ragasztott kötések mikroszkópos felvételei a) Az Araldite AW 106-os ragasztó legnagyobb szilárdságú kötése. b) A legerősebb Uverapid 20-al ragasztott kötés

4. Következtetések

A kutatás során szigorú feltételek mellett különböző hőmérsékleteken és nyomásokon három különböző ragasztó viselkedését vizsgáltuk, azzal a céllal, hogy megtaláljuk azt a ragasztót és azokat a fizikai paramétereket melyek segítségével ragasztva elkészíthető az íjászat szempontjából elérhető legjobb ragasztott kötések. A vizsgálatokból kiderült, hogy a 15-20 μm felületi érdességű acéllemezeknél, 0,1-0,18-mm ragasztó rétegvastagság mellett, a három vizsgált ragasztó közül a legalkalmasabb a modern táv lövő íj szerkezetének elkészítéséhez az Araldite AW 106-os ragasztó, 70 $^{\circ}\text{C}$ -ra melegítve, 1 bar nyomás alatt hozta létre a legkiemelkedőbb eredményeket. Ezzel a ragasztási technikával elkészítve a modern távlövő íj markolatát és íjkarjait hamarosan versenykörülmények között is tesztelésre kerülnek.

5. Hivatkozások

- [1] Czvikovszky Tibor, Nagy Péter, Gaál János: A polimertechnika alapjai <https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/polimertechnika-alapjai/ch12s03.html>
- [2] Campbell Jr, F. C. (Ed.). (2003). Manufacturing processes for advanced composites. elsevier.
- [3] Rudawska, A. (2019). Surface treatment in bonding technology. Academic Press.
- [4] Wegman, R. F., & Van Twisk, J. (2012). Surface preparation techniques for adhesive bonding. William Andrew.
- [5] Rudawska, A. (2019). Surface treatment in bonding technology. Academic Press.
- [6] Duncan, B. C., & Crocker, L. E. (2001). Review of tests for adhesion strength.



Gyalogosbiztonsági rendszerek és működésük

Pedestrian safety in motor vehicles

¹Pócsik György Miklós

¹Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész, és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar. Budapest, Magyarország, pocsikgyorgymiklos@gmail.com

Összefoglalás

A nagyvárosok egyre növekvő forgalma, és a járművek növekvő sebessége miatt, egyre fontosabb a gyalogosok biztonsága, mivel ők a közlekedés legvédtelenebb résztvevői. Nem veszi őket körbe fém váz, és az olykor kiszámíthatatlan mozgásuk miatt gyakran keverednek balesetbe. Ezen szituációk elkerülése lenne az optimális megoldás, melyeket az aktív biztonsági rendszerek segítségével tudunk megtenni, ám sajnos ez nem mindig megoldható. Ekkor lépnek életbe a passzív rendszerek. Jelen cikk keretein belül konkrét példákon keresztül kerülnek bemutatásra az ezen funkciót ellátó rendszerek, kiemelt figyelmet szentelve a gyalogoslégzsák sajátosságainak és megoldásának részletezésére.

Kulcs szavak: gyalogosbiztonság, aktív biztonság, passzív biztonság, gyalogoslégzsák

Abstract

The ever-growing traffic in big cities, and the fact that modern cars are capable of maintaining higher speeds make pedestrian safety more important than ever. Pedestrians are the most vulnerable participants in traffic because they don't have a metal cage around them, and due to their movements that are sometimes unpredictable, they get in accidents fairly often. The best solution would be to avoid these situations, which can be done by using active safety systems. Unfortunately, not each of these situations can be avoided. That is the point where passive systems come into focus. In this paper, some examples and useful applications are introduced, with particular attention to the solution called the pedestrian airbag.

Keywords: pedestrian safety, active safety, passive safety, pedestrian airbag

1. Gyalogsvédelem szükségessége

Egyre növekszik a forgalom, és ezzel együtt nő a városok lakosainak száma [1], az így megnövekedett gyalogosszám, és az egyre gyorsabb, és halkabb autók ahhoz vezetnek, egyre gyakoribbak lettek azon balesetek, melyekben az egyik résztvevő gyalogos. Magyarországon 2019-ben, a KSH adatai alapján [2] 2448 gyalogost ütöttek el. Amennyiben ezt a számot csökkenteni tudjuk, vagy az ütközésből származó személyi sérülések súlyosságát enyhíteni lehet, azzal sokkal biztonságosabb városokat hozhatunk létre [3]. Éppen ezért a járművek tervezése, kialakítása, támogató rendszerek kiválasztása során a legfontosabb cél az emberi élet védelme. A tanulmány további részében ennek a megvalósítási lehetőségei kerülnek bemutatásra.

2. Passzív biztonság

Amennyiben nem megoldható a baleset elkerülése, akkor lép színtérre a passzív biztonság. Fontos kiemelni azonban, hogy nem szabad eltekinteni ezektől a megoldásoktól akkor sem, ha aktív rendszerekkel is ellátott a járművekről van szó, mivel igen fontos a már bekövetkezett balesetből adódó személyi sérülések mérséklése is.

2.1 A vészháritó, és díszítőelemek szerepe

Talán a legszemléletesebb módja ezen elemek szerepének kihangsúlyozására az, hogy két azonos kategóriájú, azonos gyártótól származó, ám igencsak különböző korszakban tervezett személygépjárművön keresztül bemutatom a fontosabb különbségeket.



1. ábra balra: Mercedes-Benz W116 (1996) [5] jobbra Mercedes-Benz W213 (2022) [6]

Mint az az 1. ábrán is megfigyelhető, az elmúlt 60 évben igen sok változás történt. A legszembeütőbb átalakulás a közel térdmagasságban lévő krómozott lökhárító átalakulása, ami nagy merevsége miatt gyakran okozott lábtöréseket [7]. Ezt több generáció alatt leváltotta egy kiálló részeket már alig tartalmazó, műanyagból készült elem, amely ütközés során nagyobb deformációra képes, így több energiát képes elnyelni, kevésbé súlyos sérüléseket okozva a gyalogosoknak. Ezen felül, természetesen a vészháritó rendszerekkel szemben támasztott további, szabványban rögzített kritériumoknak is megfelelnek a modern műanyagból készült megoldások [8].

Az ablaktörő karok rejtett, védett helyre kerültek. A lámpabúrák anyaga is megváltozott, üveg helyett már műanyagokat használnak, így baleset során már nem keletkeznek éles üvegszilánkok, amelyek sérülést okoznának. Így gyakorlatilag elmondhatjuk, hogy az autó teljes első része műanyagborítású, amely nagyobb rugalmasságából kifolyólag védelmet nyújt. A tükrök, és a kilincsek, amelyek vágásokat, ütéseket okozhattak elsodrásos balesetek esetén, szintén műanyag borításúak lettek, és formai kialakításuknál fogva kisebb veszélyforrást jelentenek.

További feltűnő változás, hogy gyakorlatilag teljesen eltűntek a kiálló díszítőelemek, csak az ikonikus Mercedes csillag maradt meg az autó elején, de az se maradt változatlan, mivel felfogatása megengedi, hogy elhajoljon amennyiben szükség van rá.

2.2 Motortér kialakításának szerepe

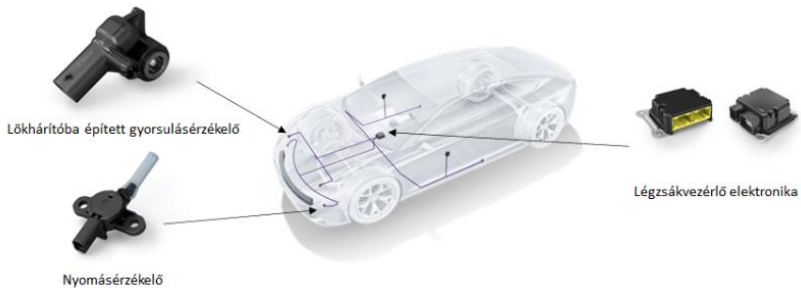
További fontos kritérium lehet a motortér kialakítása, mivel gyalogosbalesetek során gyakran a motorháztetőre repül az elütött személy. Ilyen esetekben a rossz kialakítás komoly fejsérüléseket okozhat, ezért a gyártók elkezdtek műanyag burkolatokat helyezni a jármű hengerfejére, illetve megjelentek a műanyagból készült szívócsőcsök, és lehetőség szerint a motortér felső részein nagyobb helyet próbálnak hagyni a deformációnak. Mostanában egyre gyakoribb az a megoldás is, hogy a régebben a motorháztetőhöz nagyon közel lévő tornyokat közel a szélvédő alá rejtik, így elkerülve az ebből a nagyszilárdságú alkatrészből származó sérüléseket.

Az tervezők munkáját segíti egy kicsit a piac is [9]. A napjainkban egyre népszerűbb hobbiterepjárók motortere magasabb, így már alapvető dizájnjukból adódóan, igen nagy tér áll rendelkezésre a deformáció végbemeneteléséhez.

2.3 Számítógép vezérelt passzív rendszerek

A következőkben még mielőtt az aktív biztonságra térnék szeretnék kitérni a passzív számítógép vezérelt rendszerekre, melyek egy példát is hoznék a Bosch Mobility Solutions weblapjáról [10], ez a komplett rendszer megvásárolható a Boschtól, így a legtöbb gyártó számára elérhető.

Talán a legbonyolultabb része az érzékelés, és az jelek értékelése. Hogyan dönthetjük el, hogy a baleset másik résztvevője gyalogos? Erre kínál megoldást a 2. ábrán látható rendszer. A légszákvezérlő a szenzoroktól beérkező jelet kiértékeli, ez egy előre beprogramozott, referencia jellegmezőhöz való hasonlítással történik, a jellegmező tartalmazza a gyalogossal történő ütközés karakterisztikáit. Ez a teljes folyamat mindössze 5 ms alatt megy végbe, ezzel növelve a túlélés esélyét. Az így szerzett információt felhasználhatjuk pl. egy patronos motortértető emelő vezérléséhez (3. ábra).



2. ábra Pedestrian protection system elvi ábrája [10]



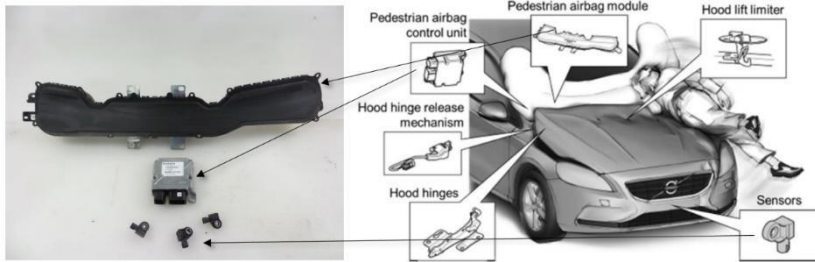
3. ábra General Motors Active Hood felépítése [11]

A 3. ábrán látható megoldás a már előbb tárgyalt rendszer felhasználásával megvalósítható, működésének alapja a pirotechnikai patron, amellyel a motorháztetőt megemeljük, így rugalmasabban mehet végbe az ütközés, a becsapódás energiájának egy részét felemészítve, illetve nagyobb helyet adva a deformációnak.

2.4 Egy érdekes passzív biztonsági megoldás: a gyalogoslégszák

A legtöbb esetben a motorháztető megemelése elégséges védelmet nyújt, ám a Volvo kutatásai szerint mégsem ez a kritikus pont, hanem inkább az „A” oszlop, és a szélvédő alsó része, ami

fokozottan érvényes az alacsonyabb építésű, rövidebb motorháztetővel rendelkező járműveknél. Éppen ezért egy olyan megoldásra volt szükségük a V40-es széria tervezésénél, ami ezen kritikus pontokat biztonságosabbá tette. Így alkották meg a „Pedestrian airbag” rendszert, melynek vázlata és részei a 4. ábrán láthatóak.



4. ábra A gyalogos légszák felépítése [12]

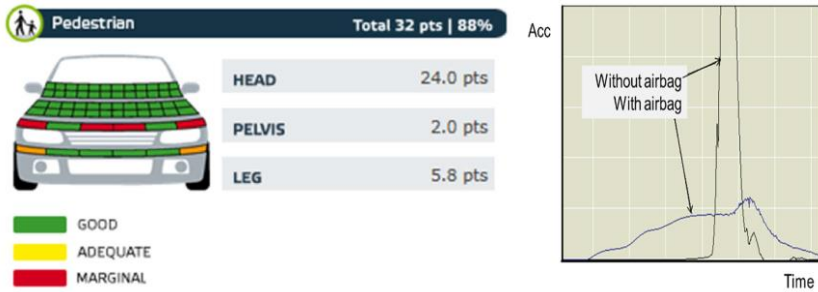
Ez a rendszer jól ötvözi a fent ismertetett rendszereket, hiszen gyorsulásérzékelők jeleit használja fel, melyeket egy dedikált vezérlőegység értékeli ki, majd amennyiben a referencia jellegmezőhöz hasonlítva úgy állapítja meg, hogy gyalogossal ütköztünk, úgy vezérli a gyalogoslégszákot, illetve motorháztető zsanérjainak elengedését végző mechanizmust. Amikor a rendszer működésbe lép és kinyílik a légszák, a motorháztető emelt pozícióba kerül, a vészvillogó bekapcsol, és az autó felkészül a vészfékezésre. Amennyiben a jármű belterében nem nyílt légszák akkor a balesetet követően „Pedestrian airbag” összehajtható, így tovább lehet haladni a következő javítóműhelyig. A légszák felépítésében megegyezik az utastérben használt változatokkal, csupán mérete és alakja eltérő.

Egy ilyen komplikált, drága rendszerhez átfogó tesztelés tartozik, melyet maga a gyártó, és független szervek is végeztek. A tesztelés számítógépes, úgymond „Computer Aided Engineering (CAE)” segítségével, fej-ütés vizsgálatokkal [13], és valós, teljes emberi testet szimuláló bábúkkal történt, a tesztről készült képek az 5. ábrán láthatók.



5. ábra tesztelés során készült képek [6]

A tesztek sikerrel zárultak, a rendszer hatosságáról árulkodik a 6. ábra, jobb oldalán látható, EuroNCAP által végzett, gyalogosbiztonsági értékelés vizualizációja. Valamint a 6. ábra bal oldalán látható az a diagram, ahol a fej gyorsulását láthatjuk, az idő függvényében légszákkal, és légszák nélkül, mint ahogy leolvasható a légszákkal jelentősen csökkenthető a fej gyorsulása, így kisebb esély van agyrázkódásra, és fejsérülésre a balesetet szenvedő gyalogosnál.



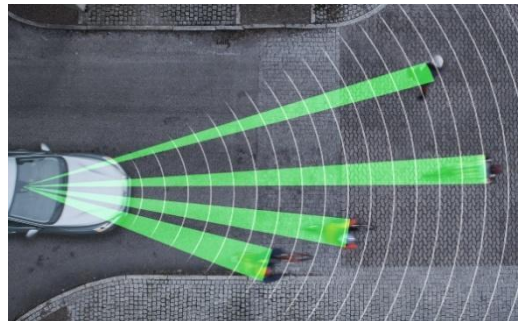
6. ábra jobbra: EuroNCAP vizsgálat eredménye [12] balra: A fej gyorsulása gyalogoslégzsákkal, és nélküle [12]

A rendszer annak ellenére, hogy a teszteken igen jól szerepelt, nem jelent meg másik autókban, ennek oka, hogy igen költséges, mind a beépítése, mind a cseréje egy baleset után. Illetve egyre többen vásárolnak SUV-ket, amelyeknél kialakításukból adódóan, nincs szükség ilyen rendszerre.

3. Aktív gyalogosbiztonsági rendszerek

Természetesen azt fontos megemlíteni, hogy a legfontosabb védelem az elkerülés. Így amióta lehetőség van aktív, már a baleset megelőzését lehetővé tevő berendezések beépítésére, azóta a gyártók folyamatosan kutatásokat végeznek ezen a területen [14]. Fejlesztések folynak, hogy egyre hatékonyabb rendszereket alkossanak. Erre egy kitűnő példa a Volvo City Safety, ami, mint a neve is mutatja egy városban működő baleset megelőző rendszer.

Az érzékelés egyik legfontosabb eleme a belső visszapillantó tükörbe épített kamerarendszer (7. ábra bal oldali része), amely a fedélzetizszámítógépbe küldi az általa felvett képanyagot, ahol ez mesterséges intelligencia segítségével kiértékeli azt. A kamera rendszer önmagában nem tud tökéletes jelet adni rossz látási körülmények közt, például este, ködben, ezért a rendszer radarral egészül ki, így növelve a rendszer működésének biztonságát. A radar szerepe, hogy pásztázza az utat, figyelve a mozgásokra, ezt kiegészíti a kamera, ami meghatározza az elem milyenségét (gyalogos, biciklis), és a radar segítségével a távolságát (7. ábra jobb oldali képe). Veszély esetén a rendszer először hang és fényjeleket küld a vezető felé. Amennyiben nem történik beavatkozás, és a veszély továbbra is fennáll, a jármű felkészül a beavatkozásra, indokolt esetben megkezdi a vészfékezést, végül a járművet állóra fékezi.



7. ábra balra a City Safety érzékelői [15], jobbra a működését szemléltető ábra [16]

4. Konklúzió

Mint az a fentiek alapján látható, hatalmas fejlődés tapasztalható a gyalogosok biztonságának védelmét célzó rendszerek esetén. A gyalogosok túlélési esélyeinek növeléséhez részben a divat is hozzájárult, erre jó példát mutatnak a SUV-ok elterjedése.

Az előbb tárgyalt rendszerek nagyban hozzájárulnak útjaink biztonságához, nyugodtabb sétáinkhoz a városban, miközben a járművekben dolgozó számítógépek aktívan próbálják óvni az életünket, testi épségünket. Amennyiben nem kerülhető el a baleset, akkor is tudhatjuk, hogy a passzív rendszerek enyhítik majd a sérüléseket.

A bemutatott megoldásokon felül komoly kutatások folynak a rendszerekkel kapcsolatosan, melynek következtében további életek menthetők meg, így a közúti közlekedés biztonsági színvonala tovább növelhetővé válik.

5. Hivatkozások

- [1] Kolnhofer-Derecskei, A., Reicher, R. Z., Szeghegyi, Á. (2019) Transport Habits and Preferences of Generations—Does it Matter, Regarding the State of The Art?. Acta Polytechnica Hungarica, 16(1), DOI: 10.12700/APH.16.1.2019.1.2
- [2] Központi Statisztikai Hivatal adatbázisa (letöltve: 2022. november 10.) https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_ods005.html
- [3] Rózsás, Z., & István, L. (2021). Sérülékeny úthasználók részvételével bekövetkező baleseti statisztikák áttekintése, technológiai változások, környezeti hatások, szokások, áttekintése, amelyek hatással vannak a balesetek kialakulásában.
- [4] Holló, P. (2008). Gondolatok a hazai közúti közlekedés biztonságáról. Magyar Tudomány, 2, 175-185.
- [5] <https://www.auto-motor-und-sport.de/oldtimer/fahrbericht-mercedes-benz-190-die-evolution-der-heckflosse/> (letöltve: 2022. november 10.)
- [6] <https://www.mercedes-benz.hu/passengercars/mercedes-benz-cars/models/e-class/saloon-w213-fl/design/equipment-lines.module.html> (letöltve: 2022. november 10.)
- [7] Martin, A. (2006). Factors influencing pedestrian safety: a literature review (No. PPR241). Wokingham, Berks: TRL.
- [8] Babu, A. D., & Rajesh, K. (2020). Impact Analysis of an Automobile Bumper.
- [9] CarSaleBase adatbázis (letöltve: 2022. november 10.) <https://carsalesbase.com/car-sales-europe-home-main/>
- [10] Bosch Mobility Solorion leírás <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/driving-safety/pedestrian-protection/> (letöltve: 2022. november 10.)
- [11] General Motors Safety Technology leírás <https://gmauthority.com/blog/gm/general-motors-technology/gm-safety-technology/gm-active-safety-technology/gm-active-hood-pedestrian-safety-system-technology/> (letöltve: 2022. november 10.)

- [12] Lotta Jakobsson, Thomas Broberg, Henrik Karlsson, Anders Fredriksson, Niklas Gråberg, Christina Gullander, Magdalena Lindman, Volvo Car Corporation, Sweden (2012). PEDESTRIAN AIRBAG TECHNOLOGY – A PRODUCTION SYSTEM. Paper Number 13-0447, Jakobsson 1-7.
- [13] Tripathy, S. K., & Rath, K. C. (2022). Pedestrian Head Impact Analysis on a Vehicle and Measures to Reduce HIC Value. ECS Transactions, 107(1), 10757.
- [14] Nagai, M. (2007). The perspectives of research for enhancing active safety based on advanced control technology. Vehicle System Dynamics, 45(5), 413-431.
- [15] <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/photos/18738?preview=true&t=36cbc854-9cb4-4860-8909-163ab3e94f41> (letöltve: 2022. november 10.)
- [16] <https://volvo-saigon.com/volvo-xc90-2021-chiec-suv-hoan-hao-cho-gia-dinh/> (letöltve: 2022. november 10.)



Modern járművek, mint adatforrások az utólagos szakértői vizsgálatokban

Modern vehicles as data sources in the digital forensics examinations

¹Pogány Viktor, ²Répás József, Schmidt Miklós

¹*Alverad Technology Focus Kft. Budapest, Magyarország, pogany.viktor@alverad.hu*

²*Nemzeti Közszolgálati Egyetem. Budapest, Magyarország, repas.jozsef@uni-nke.hu*

Összefoglalás

A mai modern, komplex vezetéstámogató funkcióval rendelkező, magas automatizáltságú és egyre inkább önvezetővé váló járművek széleskörű elterjedésével, az utólagos szakértői vizsgálatok (forensics vizsgálatok) elvégzéséhez egyre szélesebb körben állnak majd rendelkezésre információk. Ezek az információk rendelkezésre állhatnak a járművekben, egy vagy több vezérlő egységben, a járművön kívül, akár több helyszínen és szolgáltatónál, amelyekhez a hozzáférés új kihívásokat jelent a vizsgálatot elvégző szakértők számára.

Kulcs szavak: Szakértői vizsgálat, forensics, modern járművek, önvezető autó

Abstract

With the widespread of today's modern, highly automated, and increasingly self-driving vehicles with more and more driving support functions, more and more information will be available to carry out subsequent expert examinations (forensic examinations). This information may be available in the vehicles, in one or more control units, outside the vehicle, or even at multiple locations and providers; access to these data presents new challenges for the experts conducting the investigation.

Keywords: Forensics examination, modern car, autonomous vehicle

1 Bevezetés

A járművek összekapcsoltsága, az új szolgáltatások és lehetőségek több adatforrást eredményeznek, azonban az adatokhoz való hozzáférés, azok kinyerése egyre összetettebb folyamatokat és módszereket igényelnek. A jövő kooperatív intelligens közlekedési rendszereiben (C-ITS - Cooperative Intelligent Transport Systems) mind a járművekről, a közlekedés résztvevőiről, a környezeti és pálya elemekről egyaránt elérhetőek lesznek olyan adatok, amelyek megfelelő kontextusba helyezésével egy szakértői vizsgálat céljainak megfelelő információkat jelenthetnek. Egyre kevesebb olyan tevékenység képzelhető el, ami ne lenne valamilyen IT eszközzel, digitális elemmel támogatva, vagy azzal végrehajtva. Igaz ez a bűncselekmények elkövetésére is. Szinte minden bűncselekményhez kapcsolódik valamilyen digitális eszköz (például számítógép, vagy mobil telefon), az esetek kb. 80 %-ában használnak valamilyen járművet az elkövetés során [13]. Napjaink járművei is számos olyan adatot tartalmaznak -melyekre az átlag felhasználó nem is

gondolna - ami egy balesetben, bűncselekmény vizsgálatakor felhasználhatóak. Az ilyen adatok mennyisége folyamatosan növekszik, a minősége egyre javul és utólagos felhasználhatósága hatékonyabbá válik. A járművek vagy a járművekhez kapcsolódó adatok hatósági vagy jogi eljárásbeli vizsgálata során a cél a releváns múlt megállapítása, annak egyértelmű meghatározása, hogy mi történt, még azokban az esetekben is, amelyek nem megismételhetők.

2 Utólagos szakértői vizsgálat – Digital Forensics vizsgálat

A jogi eljárások fejlődése, a perbeli képviselet lehetőségeinek változása lehetővé tette, hogy a felek igazolhassák, bizonyíthassák az „igazukat”. Ennek egyik módja a bizonyítékok szakértő általi feldolgozása, elemzése, melynek eredményéről állásfoglalást készít. Tanulmányunk hatókörébe a Digital Forensics vizsgálat és annak egy fejlődőben lévő új területe a járművekhez kapcsolódó vizsgálat tartozik bele. Az ilyen vizsgálatok elvégzése felhatalmazáshoz kötött, feladata a digitális adatok azonosításának, gyűjtésének, feldolgozásának, elemzésének és riportolásának gyakorlata. Olyan technikák és eszközök gyűjteménye, amelyek segítségével a vizsgálati eljárás céljának megfelelő információk előállíthatóvá válnak. Ilyen vizsgálati cél lehet:

- a járművek által elszenvedett vagy okozott közlekedési balesetek utólagos vizsgálata,
- a jármű érintettségével, közreműködésével elkövetett bűncselekmények vizsgálata,
- személyek vagy szállítmányok nyomonkövetése.

3 A járművekben végzett szakértői vizsgálatok és adatok

A járművekhez kapcsolódó, utólagos szakértői vizsgálatok a járművek folyamatos fejlődése (gyártók egyre inkább elmozdulnak a funkcióktól a szolgáltatások irányába), szoftver orientálttá való alakulása, a belső struktúra változása okán új eszközöket, módszereket és folyamatokat igényel. További vizsgálatot igényel, hogy milyen technológiák, eszközök és adatok állnak rendelkezésre és alkalmasak bizonyítékként való felhasználásra. Függetlenül attól, hogy milyen egység és milyen adattárolási módot alkalmaz a gyártó az egyes járművekben, a nyomok sértetlensége a teljes vizsgálati folyamatban kiemelten fontos. A balesetek, vagy egyéb járművel kapcsolatos események vizsgálata során több belső adatforrást, a bennük tárolt adatokat is figyelembe kell venni.

3.1 Eseményadat-rögzítő és adatai

Balesetek körülményeinek vizsgálatához elsődleges adatforrás a napjainkban, az új járművekbe kötelezően beépített „fekete doboz” az eseményadat-rögzítő, az EDR – Event Data Recorder. Az ilyen eszközök alkalmazásának célja, az (EU) 2022/545 számú rendelete alapján „az, hogy röviddel ütközés előtt, ütközéskor és közvetlenül az ütközést követően az ütközés szempontjából kritikus adatokat és információkat rögzítse és tárolja annak érdekében, hogy a balesetekkel kapcsolatban pontosabb, részletesebb adatok álljanak rendelkezésre”.

Az eseményadat-rögzítők tehát olyan eszközök, amelyek rögzítik a járművek műszaki paramétereit, jellemzően baleset vagy ütközésközeli esemény előtt, közben és után. Személygépjárművek, SUV-k esetén ezeket az adatokat a légszák vezérlő (Air Bag Control Module - ACM) tartalmazza. Az eseményt az EDR általában a jármű túlzott lassulásával detektálja, ehhez elég egy erős fékezés is, ilyen esetben nem mindig következik be baleset. Tehergépjárművek esetén a motorvezérlő egységben (Engine Control Module - ECM) találhatóak. Az ECM szabályozza a motor teljesítményt, a károsanyag-kibocsátást az üzemanyag-felhasználást stb. és rögzíti a biztonsággal összefüggő adatokat is [2][4][12].

Az EDR által rögzített adatok folyamatosan frissülnek és az ideiglenes memóriában tárolódnak a légszák kioldásáig, melynek hatására adatok az állandó memóriába kerülnek, amelyből

visszakereshető marad [8]. Anonimizált módon tartalmazza a jármű sebességét, a motor fordulatszámát a baleset időpontjában, a fékezési információkat, a jármű pozícióját és dőlését az úton, a jármű összes biztonsági rendszerének állapotát és aktiválási sebességét, a járműbe épített eCall rendszer jelzését, a fék aktiválását és a releváns bemeneti jellemzőit a fedélzeti aktív biztonsági és balesetelhárító rendszereknek. A rendszer utasbiztonsághoz kapcsolódóan is gyűjt adatokat például a biztonsági öv, légszék státusza. Ezeket az információkat egyre gyakrabban használják fel tárgyi bizonyítékok kiegészítésére baleset rekonstrukciója érdekében [2][4][7].

Az EDR-ben tárolt eseményadatokhoz történő hozzáféréshez, kinyerésre azonban nem állnak rendelkezésre szabványosított kommunikációs protokollok. Jelenleg a járműgyártók adnak tájékoztatást arról, hogy milyen módon férhetőek hozzá és értelmezhetőek ezen adatok. A lekérdezése az alkalmazott módszerek licensszel védettek. Meghatározott gyártók (például: GM, Ford, Chrysler és bizonyos partnerei) és a Bosch által használhatóak. A Hexadecimális Fordító eszközöket (HTT- Hex To Text) az EDR gyártók készítik el. A Bosch 2008. óta gyártja a Crash Data Retrieval Tool (CDR) eszközt, ami az egyetlen olyan nyilvánosan elérhető, harmadik féltől származó (nem gyártói) eszköz, amely képes az EDR-ekben tárolt adatok kinyerésére és értelmezésére.

3.2 Jármű központi egység, fejegység és adatai

Bár az EDR-ek fontos adatforrásként jelennek meg egy esemény, baleset körülményeinek a szakértői vizsgálatok, a vezérlőegységek számának növekedése, az egyre inkább önvezetővé váló járművek fejlődésével párosulva, egyre inkább szerepet kapnak a jármű központi egységek (fejegységek), telematikai-infotainment rendszerek és a bennük tárolt adatok, számos lehetőséget és kihívást jelentve a vizsgálatot elvégző szakembereknek. Az elérhető adatok mennyisége és a „választék”, az adatok köre folyamatosan növekszik és egyre fontosabbá válnak. A vizsgálatok folyamatára és eredményeire egyre nagyobb hatást gyakorolnak, mivel az összes gyártó beépít már valamilyen szintű beágyazott rendszert új járműveibe, melyek egyre több járművön belüli és azon kívüli kapcsolattal fognak rendelkezni [3]. Ahogy a magas automatizáltságú és egyre inkább önvezető járművek aránya a napi közlekedésben növekszik, úgy fog emelkedni az ellenük elkövetett bűncselekmények, vagy az olyan balesetek száma, mely során az ilyen jármű kerül konfliktusba, vagy ütközik emberi vezető által irányított autóval. Egyre gyakoribbá válhatnak az járműrendszerek elleni támadások, valamint a járművek távoli távtelértítése, irányítása is. Az ilyen bűncselekmények során keletkező adatok megszerzése és elemzése kulcsfontosságú lesz a a szakértők számára [14].

A központi egységekben tárolt adatok mennyisége és forrása gyártónként eltérő, esetenként a járműmodellek vagy gyártási évek között is lehetnek különbségek. Tárolásra kerülnek a járműben található vezérlő egységek ECU-k azonosító adatai (például sorozatszám, frissítési és újraindítási információk, szoftver verzió, gyártási számok), vagy a járműhöz vezetékes vagy vezeték nélküli módon csatlakoztatott eszközök adatai (például USB eszköz, SD-kártya, mobiltelefon stb.), navigációs adatok (például útvonal, korábbi úti célok stb.), eszközinformációk és a jármű működési eseményei (például indítás, leállítás, sebességváltás, gyorsítás, fékezés stb.).

A csatlakoztatott eszközről olyan adatokat tárol a rendszer, mint például az eszköz neve, gyártója, interfész típusa és az eszköz egyedi száma vagy MAC-címe. A GPS és a jármű működési eseményadatok tartalmazzák a navigációs adatokat minden rögzített eseményhez, valamint a jármű pontos helyzetét. Részletes információk ismerhetők meg az aktív és inaktív útvonalokról, mentett helyekről, korábbi úticélokról, ezekhez megőrzésre kerül dátum, idő, város- és utcanév is. Ezek az információk egy szakértői vizsgálat során felhasználhatóak egy esemény vagy eseménysorozat idővonalának létrehozásához, helyszíneinek és az érintett személyek meghatározásához [6][11].

3.3 Key Fobs - távirányítók

Egyes források szerint a járművek távirányítói is egyre több digitális bizonyítékot tartalmaznak, potenciális adatforrássá válhatnak. Ezek a kulcsrendszerek a vizsgálathoz kapcsolódóan tárolhatnak hasznos információt, mint például a jármű azonosítót, kulcs ID-t, idő- és dátumbélyegzőket, kilométeróra állást, vagy éppen a kulcs utolsó használati időpontját [3].

3.4 Egyéb adatforrások

A jármű által érzékelt, szerzett, rögzített információk mellett a közlekedési rendszerek fejlődésével egyre több külső adatforrás is elérhetővé válik/válhat a szakértői vizsgálatok elvégzéséhez. A kooperatív intelligens közlekedési rendszerek által a környezeti elemekből, pályaelemekből is rendelkezésre állnak információk, amelyek az adott üzemeltető, hatóság által válnak hozzáférhetővé, vizsgálhatóvá. A különböző cloud megoldások, azok szolgáltatói, a járművekkel kapcsolatban álló szerverek és alkalmazások naplói kiegészítő információt jelenthetnek az egyes vizsgálatokhoz. A különböző telekommunikációs rendszer és szolgáltatói naplók napjainkban is elérhetőek a jogosult szervezetek számára, ezek szerepe a járművek önálló kommunikációs csatornáinak elterjedésével még hangsúlyosabbá válnak a jövőben. Bár ezek a járművön kívüli, külső adatforrások javítják a vizsgálatok teljesítményét, hatékonyságát, az adatok hozzáférhetősége, begyűjtési lehetőségei, tulajdonjoga új kihívásokat jelentenek. Jelen tanulmány azonban nem terjed ki ezen kihívások részletes vizsgálatára [10].

4 Szakértői vizsgálatok adatkinyerési lehetőségei

A járművek központi egységeiben található adatok kinyerése elvégezhető manuális módszerrel, az infotainment felhasználói felületén manuálisan navigálva, az információk a jármű kijelzőjén jelennek meg. Logikai módszernél a vezérlő egységek memóriájából vagy azok egy részéből nyerhetőek ki a jármű által generált, érzékelt, vagy a felhasználó által létrehozott adatok és fájlok, függetlenül attól, hogy aktív vagy törölt adatokról van szó. Nem invazív módszer esetén az ECU adataihoz való hozzáférés, azok kinyerése anélkül biztosítható, hogy fizikailag hozzá kellene férni a vezérlő egységhez, meg kellene bontani a jármű műszerfalát, vagy az eszköz burkolatát. Például szabványos csatlakozón keresztül, OBD-II, vagy USB port.

Invazív módszer alkalmazása esetén az ECU adataihoz, az 1. ábrán látható módon, a jármű műszerfalának megbontásával az egység szétszerelésével juthatunk hozzá.

Az adatok kinyerésére több megoldás alkalmazható, J-tag módszer, „chip-off” eljárás, microRead módszer. A J-tag módszer esetén a vezérlő egységen található szervízpontok, kivezetések, csatlakozók felhasználásával, azokat a vizsgáló számítógéppel összekapcsolva válnak kinyerhetővé a tárolt adatok. Chip-off eljárás esetén a memóriachip eltávolításra kerül a vezérlőegységből, annak adattartalma beolvasásra kerül, az elemzés elvégzéséhez.

MicroRead módszer alkalmazása során a memória áramkör tokjának eltávolítása után, nagy teljesítményű mikroszkóppal történik a vizsgálat ami fizikai képet ad a memóriáról, annak működéséről [6][8].

A járművek központi egységéből kinyert, letöltött bináris kép elemzésével a szakértői vizsgálat során olyan adatok válnak hozzáférhetővé, melynek elemzésével meghatározhatóak a vizsgálat céljához kapcsolódó kérdések, például a jármű haladási útvonala, a járművezető személye, a megtörtént események idővonala, helyszínek stb. Különböző személyek összekapcsolhatóak lehetnek a járművel egy adott helyen és időpontban. Lehetségessé válik annak meghatározása, hogy mely helyszínen és időpontban szálltak be utasok a járműbe vagy szálltak ki a járműből [6][11].



1. ábra Járműközponti egység [1][5]

5 Konklúzió

A digitális lábnyom, egyik meghatározása szerint „azon digitális adatok, információk összessége, amelyeket a különböző online és digitális tevékenységünk révén hagyunk magunk után életünk folyamán”[9]. Ez tartalmazza a közösségi média platformokon megosztott tevékenységeket, a levelezésünket, interneten elérhető fotóinkat eszközeink azonosítóit, amiket felismernek és elraktároznak a különböző szerverek. Digitális nyomaink körének nagy léptékű bővülését a számítógépek után a mobiltelefonok és használata által generált adatmennyiség jelentette. A szerzők véleménye szerint új mérföldkövet a modern és egyre inkább önvezetővé váló járművek jelentik, amelyek olyan mennyiségű és minőségű adatokat fognak tartalmazni, amelyek a felhasználói tevékenységek és viselkedés még pontosabb követhetőségét és elemezhetőségét teszik lehetővé. Ezek a lehetőségek egy szakértői vizsgálati eljárásban mindenképpen előnyt jelentenek, lehetővé teszik megalapozott vizsgálatok elvégzését a tanulmányban ismertetett adatforrások felhasználásával.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió támogatásával valósult meg, az RRF-2.3.1-21-2022-00004 azonosítójú, Mesterséges Intelligencia Nemzeti Laboratórium projekt keretében.

A szerzők külön szeretnének köszönetet mondani az Alverad Technology Focus Kft. ügyvezetőjének és munkatársainak a kutatási munkához nyújtott támogatásukért.

6 Hivatkozások

- [1] Alpine (2022). https://www.alpine.hu/fileadmin/_productdb/imagecache/480x360_iLX-F905D_Alpine-Halo-9-sound-setting.jpg, (2022.11.10.)
- [2] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (EU) 2019/2144 RENDELETE
- [3] Bates, Eoin A. (2019). Digital Vehicle Forensics Forrás: <https://abforensics.com/wp-content/uploads/2019/02/INTERPOL-4N6-PULSE-IssueIV-BATES.pdf>, (2021.10.22.)

- [4] Event Data Recorder (2022). <https://squarell.com/solutions/event-data-recorder-edr>, (2022.10.15.)
- [5] Ford ECU (2022). https://images.cdnrrr.com//dtr/0/0/0/0/1/0/4/8/9/0e176aab1949b8131c05f2a34bd19ceb-ford_explorer_multimedijos_kontroleris.jpg, (2022.11.10.)
- [6] Selimovic, E. (2017). Forensic Investigation Of Automotive Computers by , A Capstone Project Submitted to the Faculty of Utica College
- [7] Gabler, H. C., Hinch, J. A., & Steiner, J. (2008). Event Data Recorder. A Decade of Innovation.
- [8] Jackson Jr, K. A. (2020). Infotainment and Telematic Systems Challenges Effecting Vehicle Forensic Law Enforcement Capabilities (Doctoral dissertation, Utica College).
- [9] Quadron (2022). Mi az a digitális lábnyom és milyen veszélyeket rejt a közösségi médiában?, <https://www.quadron.hu/blog-9>, (2022.11.15.)
- [10] Bucks (2022). Mobile Forensics, <https://www.bucks.edu/media/bcccmcdialibrary/coned/itacademy/IntroToMobileForensics.pdf>, (2022.09.22.)
- [11] Répás J., Schmidt M., Berek L., (2022). Autonomous Vehicles Forensics -The next step of the Digital Vehicles Forensics, 1ST IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE MOBILITY
- [12] Crash Response LLC (2022). Truck EDR (Black box) download and analysis, <https://crashresponse.com/services/truck-edr-black-box-download-and-analysis/> (2022.11.11.)
- [13] Berla (2015). Forensics, <https://berla.co/12-days-of-vehicle-forensics/>, (2022.10.11.)
- [14] Proven Data (2022). What is Digital Forensics and Why Is It Important?, <https://www.provendatarecovery.com/blog/what-is-digital-forensics/> (2022.10.20.)



Helyi alapanyagokra alapozott mobil építészeti megoldás kidolgozása

Development of mobile architectural solution based on local raw materials

¹ Dr. RÁDICS János Péter, ¹ HORVÁTH Barnabás, ² Dr. MÁTHÉ László, ¹ Dr. KOTROCZ Krisztián

¹ Sparktech Innováció Kft., 2100 Gödöllő, Ganz Ábrahám u. 2., mernok1@sparktech.hu

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1., mathe.laszlo@uni-mate.hu

Összefoglalás

A cikk egy automatizált, mezőgazdasági alapú, helyi nyersanyagokra és melléktermékekre épülő mezőgazdasági megoldás fejlesztési folyamatának egy részét mutatja be. A projektet a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal 2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00222 azonosítószámmal támogatta. A projektben egy precíziós anyagadagolásra alkalmas építőipari rendszer fejlesztése, valamint a talaj alapú additív építőipari nyomtatás receptúrájának kutatása voltak a fő célok. Egy olyan alapanyag előállító berendezés kifejlesztése is folyamatban van, amely megfelelő arányban keveri össze az alapanyagokat az épülethez használt talajjalapú nyomtatóanyag létrehozásához. Mind az építőrobot, mind az anyagkeverő berendezés mobil, ami azt jelenti, hogy könnyen az építkezés helyszínére szállítható. Az előállított mezőgazdasági épület többfunkciós, akár raktárként, akár állattartó épületként is használható.

Kulcs szavak: 3D nyomtatás, épületnyomtatás, talaj alapú nyomtatási anyagok, kültéri nyomtató fejlesztés

Abstract

The article presents part of the development process of an automated, agricultural-based solution for agriculture based on local raw materials and by-products. This project was supported by the National Research, Development and Innovation Office under the number 2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00222. In this project, a building construction robot for precision material dispensing is being developed and the perfect formula for additive building construction is also being researched. An equipment that mixes the raw materials to create the soil-based formula used for the building is also being developed. Both the construction robot and the material mixing equipment are mobile, which means that they can easily be transported to the construction location. The produced agricultural building is multifunctional as it can be used either as a storage or as a livestock building.

Keywords: 3D printing, building printing, soil-based print materials, outdoor printer development

1. Bevezetés

A SPARKTECH Innováció Kft. a 2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00222 azonosítójú, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és innovációs Hivatal által támogatott projekt keretén belül mezőgazdasági

használatra tervezett, helyi alapanyagokra és melléktermékekre alapozott, mobil építészeti megoldás kidolgozását végzi. A fejlesztés eredménye egy precíziós anyagkijuttatást megvalósító épület építő mobil robot, mely szintén a projekt keretén belül kifejlesztett helyi adottságokra alapozva elkészített anyag segítségével képes lenne mezőgazdasági célú, egyszintes épületek méretkorlát nélküli előállítására. A projekt keretén belül tulajdonképpen az energiatakarékos, ámde mára elavultnak gondolt vályogépítési technológiák (monolit, előregyártott, merevbetétes [1]) modernizálása valósul meg. Ehhez kapcsolódóan része a projektnek az új alapanyag gyártástechnológiájának kifejlesztése, az elkészített alapanyag összetételének kutatása, és az alapanyag minőségének biztosításához szükséges kísérletek elvégzése. Az alapanyaggal szemben támasztott legfőbb követelmény, hogy az építmény stabilitásához szükséges paraméterek (pl.:összetétel, víztartalom) [2] mellett, a nyomtathatósághoz szükséges paraméter előírásoknak (pl.: sűrűség, konzisztencia) is megfeleljen. A helyi alapanyaggal dolgozó épület építő robotokkal ellentétben a beton alapú additív gyártástechnológiával dolgozó 3D nyomtatók szélesebb körben elérhetőek, köszönhetően az utóbbi évek fejlesztéseinek, azonban ez a technológia is még mindig kezdeti fázisban van [3]. A beton 3D nyomtatókkal szerzett tapasztalatok azonban csak korlátozottan használhatók fel a talaj alapú anyagoknál, hiszen azok összetétele és viselkedése jelentősen eltér egymástól [4], így ez a terület még jelentős innovációs potenciállal rendelkezik, mely a közeljövőben az építészet egyik jelentős újításává válhat [5]. A fejlesztett berendezés által elkészített eredménytermék egy költséghatékony, a mezőgazdaság helyi igényeinek megfelelően kialakított multifunkcionális (tároló, állattartó) épület. A tárolóépületek közt megtalálhatók horizontális és vertikális kialakításúak, míg az állattartó épületek legtöbbje hosszanti irányban nyújtott és egyszintes [6]. A projekt keretén belül kifejlesztett építési technológia, valamint a felhasznált alapanyagok sajátosságai miatt egyszintes, hosszúkas mezőgazdasági épület felépítése valósítható meg. A kifejlesztett berendezésnek és helyi alapanyagoknak köszönhetően, a kitűzött cél, hogy a hagyományos technológiához képest, minimum 30%-kal legyen olcsóbb az építés. Ez a költséghatékony az egyik legnagyobb előnye az épületnek, valamint az, hogy újrahasznosítható és környezetbarát. Ez azt jelenti, hogy ha az épületre már nincs szükség, az ledönthető és beszántható. A kifejlesztett berendezés előnyei közé tartozik a gyorsaság és a mobilitás, azaz a helyszínre kiszállítva minimális előkészülettel, kis munkaerőszükséglettel az épület rövid időn belül felépíthető. A publikáció röviden bemutatja a projekt konzorciumának tagjait, illetve kitér a különböző fejlesztési koncepciók bemutatására. A cikk részletesen foglalkozik a vályog alapú anyagokkal folytatott kísérletek eredményeinek ismertetésével.

1.1 Konzorciumi tagok bemutatása

A konzorcium vezetője a SPARKTECH Innováció Kft. mely 1994 óta működik, 2019-ben bekövetkezett jelentős bővülése óta 25 fővel. A cég tudásbázisának alapját gépjárművekkel, biztonságtechnikával és kültéri kísérletekkel kapcsolatos kutatás-fejlesztési projektek adják. A cég profiljából adódóan kiemelten fontos számára a környezetvédelem. A projekt konzorciumon belül a SPARKTECH Innováció Kft. feladata a gépészeti, építészeti és anyagkutató feladatok végrehajtása. A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem konzorciumi partnerként vesz részt a projektben. A projekt szempontjából releváns kutatási területe az alapanyagot és az építési technológiát érintő fejlesztésekhez kapcsolódik. Fejlesztési feladata a projekten belül a laboratóriumi anyagvizsgálatok, mechanikai tesztek és minőségbiztosítási folyamatok kidolgozása.

2. Vályogfal nyomtatási technológia

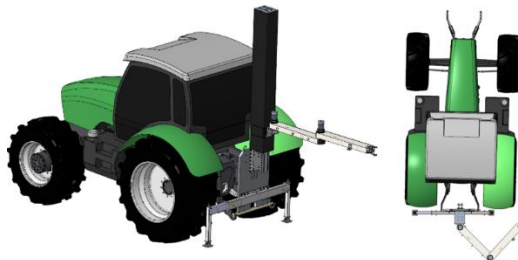
A helyi alapanyagokból előállítandó épület építésére különféle építési koncepciók kerültek kidolgozásra, ennek egyike a vályogfal nyomtatási technológia. A technológia lényege, hogy a helyi alapanyagokból előállított talaj alapú anyagot egy több irányban mozgatható kar végére szerelt

extruder rétegekben teríti egymásra, így építve fel a falakat. Az építendő épület ennél a megoldásnál egyenes falakkal rendelkezik, a födém pedig nem a falak alapanyagából készül, hanem külön faszkelet segítségével. A fő cél ebben az esetben a mai vázszerkezet konstrukciók mobillá alakítása, hogy azokat könnyen a helyszínre szállítva elvégezhető legyen a nyomtatás. Konceptióként felmerült a vályognyomtató berendezés pókdarura vagy teherautóra történő ráépítése, azonban ezekben a megoldásokban közös, hogy az épületeket egy pontból kell nyomtatni, ami korlátozza az épület alapterületét, ahogy az az 1. ábra is látható.



1. ábra - Pókdarura szerelt nyomtató

A végleges változat egy traktorra szerelhető nyomtató lett, mellyel több részletben nyomtatva a falakat tetszőleges méretű épület hozható létre. A traktort különböző pozíciókba állítva azokból a pontokból építhetők fel a falak. A nyomtató szerkezete egy a traktor hátuljára felszerelt SCARA robot, melynek végére van rögzítve az anyagkijuttatást megvalósító extruder (2. ábra).

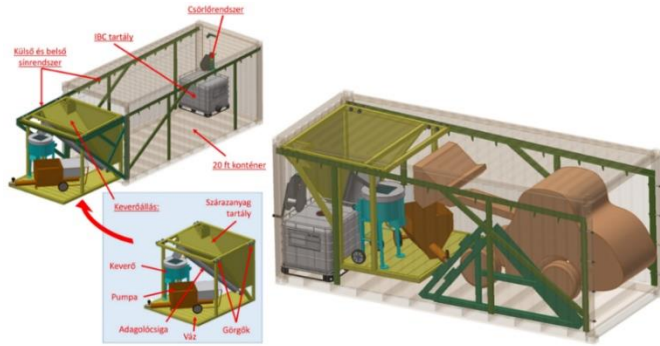


2. ábra - Traktorra szerelt SCARA robot

3. Talaj alapú anyag gyártástechnológiája

A mezőgazdasági épület felépítéséhez szükséges anyag helyi alapanyagokból készül el, emiatt az előállítás is az építés helyszínén kell, hogy megtörténjen, azaz a gyártóberendezésnek szállíthatónak kell lennie. Ez úgy valósítható meg a legegyszerűbben, ha a minden részegység egy sztenderd 20 lábás konténerben szállítható, így ezek úgy lettek megtervezve, illetve kiválasztva, hogy utóbbi követelménynek eleget tegyenek. A nyomtatási anyag elkészítéséhez szükség van vízre, helyileg kitermelt föld alapú anyagra, illetve különféle természetes eredetű erősítőként hozzáadott szálas anyagra (pl. szalma, pelyva). A víz a konténerben egy 800 literes IBC tartályban tárolható és a konténerrel együtt a helyszínre szállítható. A száraz anyag a különféle adalékokkal, szálas anyagokkal a szárazanyag tartályban keveredik össze, melynek feltöltése egy a konténer méreteit figyelembe véve megválasztott homlokrakodóval történik. A szárazanyag tartályból egy szállítócsigán keresztül az anyag a keverőbe kerül, ahol az IBC tartályból adagolt vízzel együtt addig

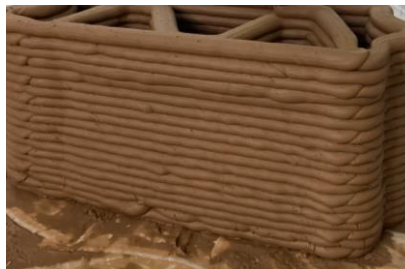
keveredik, míg el nem éri a nyomtatáshoz szükséges konzisztenciát. A keverőből aztán az anyag közvetlenül a pumpába kerül. A pumpa egy hidraulikacsövön keresztül nyomja az anyagot a nyomtatókar végén található extruderfejbe. A szárazanyag tartály, a keverő és a pumpa egy közös vázszerkezeten foglalnak helyet, mely egy sínes pályán egy csőrő segítségével a konténerből ki-be mozgatható attól függően, hogy a berendezés használatban van-e, vagy éppen szállítják (3. ábra).



3. ábra - Anyagkeverő géprendszer üzemi és szállítási állapotban

4. Agyag alapú anyagokkal folytatott kísérletek

A projekt másik része egy új, talaj alapú anyag receptúrájának megalkotása, mely alkalmas 3D nyomtatott épületek alapanyagaként történő felhasználásra. Az alapanyagok a projekt követelményei szerint természetes eredetűek, így a kísérletek agyag és homok, illetve különböző természetes eredetű szálerősítő anyag használatával folytak. A különféle keverékek vizsgálata különböző szempontok szerint zajlott. A vizsgálatok kezdetben alapvetően a nyomtathatóság kérdése körül összpontosultak, azaz a cél olyan anyagok keverése és összeállítása volt, mely alkalmas arra, hogy a pumpán és az extruderen át kijuthasson. Ez kis szemcseméretet kívánt meg, melyre az agyag és homok keveréke volt a megfelelő. További vizsgálatok tárgyát képezte nyomtatás és a szilárdság szempontjából megfelelő konzisztencia meghatározása. A pumpa szempontjából a minél kedvezőbb eset, ha az anyag híg, ugyanis ekkor a pumpa tartályból a gravitáció segítségével áramlik a garat felé, a folyékony anyag pedig jól elterül a tartályban. Ez előnyös, ugyanis így a pumpába nehezebben jut levegő, ami szakadásmentes nyomtatást eredményez. A nedvesebb anyaggal könnyebb a nyomtatást is gyorsítani, azaz az extruderfej gyors mozgása nehezebben okoz szakadásokat az anyagban. Hátránya a túl nedves anyag használatának, hogy a szilárdsága nem megfelelő, azaz a falat egyre magasabbra nyomtatva az alsóbb rétegek az építmény saját súlya alatt összenyomódnak, így a fal kihalasodik. A túl nedves anyagból készült fal stabilitása sem megfelelő, az alsó rétegek deformációja miatt szükséges többrétegű, vagy belső merevítésekkel ellátott falat nyomtatni az összedőlés veszélyének elkerülése végett (4. ábra).



4. ábra - Tiszta, nedves agyagból nyomtatott falrészlet

A nedves anyag legfőbb hátránya, hogy a száradás sokáig tart, eközben pedig jelentős repedésképződés figyelhető meg a rétegek közt. Ez alkalmatlanná teszi az anyagot arra, hogy falak készüljenek belőle. A hozzáadott vízmennyiség csökkentésével a rétegek szilárdsága nő, az alul elhelyezkedők kevésbé nyomódnak össze a felettük lévő súly alatt, valamint alaktartásuk is jobb lesz, így magasabb fal nyomtatható. Hátránya, hogy minél szilárdabb az anyag, annál könnyebben tud a garatnál levegőt szívni a pumpa, ami szakadásokhoz vezet a nyomtatásban. Ezért célszerű az anyagot a tartályt rezegtetve folyamatosan a garat felé terelni. A frissen terített rétegek jóval repedezettebbek, mint a nedvesebb anyaggal nyomtatott rétegeknél látható volt, azonban száradás során ezek a repedések nem terjedtek tovább, így a falrészlet egyben maradt (5. ábra).



5. ábra - Szárazabb, homokkal kevert agyag

Túl nagy arányban hozzáadott homok azonban növeli a száraz anyag porozitását, illetve a rétegek is könnyebben el tudnak válni egymástól száradás után, ami szintén a fal végig repedéséhez vezethet. Repedéscsökkentő és erősítő hatása van a szálanyagok agyagba keverésének. Ilyen természetes eredetű erősítőanyagok a szalma vagy a pelyva. A pelyva a homokos agyagban jól elkeveredik, a nyomtatott rétegekben alig észrevehető, köszönhetően a szálak 1 cm alatti hosszának (6. ábra)



6. ábra - Pelyvával és homokkal kevert agyag

A nyomtatott falrészletek belső kitöltése különféle geometriákkal előnyösen befolyásolja a falszerkezet stabilitását, azaz sokkal magasabb falrészleteket lehet nyomtatni, anélkül, hogy az összedőlne. Megfelelően száraz anyaggal és jól megválasztott belső merevítő struktúrával az extruder fúvóka átmérője csökkenthető, így vékonyabb rétegek készíthetők, ami anyagmegtakarításhoz, illetve tömegcsökkenéshez vezet. A vékonyabb rétegekből felépített fal korábban felsorolt előnyös tulajdonságai mellett esztétikusabb külsővel is rendelkezik, amely bár mezőgazdasági tárolóépületek esetében másodlagos szempont, mégis piacképesebbé teszi a terméket (7. ábra).



7. ábra - Alul 20 mm, felül 16 mm átmérőjű extruderfejjel nyomtatott rétegek

5. Összefoglalás

Összességében elmondható, hogy a projekt keretében megvalósuló talaj alapú alapanyagból dolgozó mobil épületnyomtató robot, valamint a hozzá kapcsolódó berendezések egy innovatív, a mezőgazdaságban eddig még sehol nem alkalmazott költséghatékony megoldást nyújtanak. Az elkészült épület intelligenssé tételével az további, korábban nem alkalmazott funkciókkal is ellátható. Az agyag alapú anyagokkal folytatott kísérletek pedig biztosítják, hogy az építés szempontjából a legmegfelelőbb anyag kerüljön felhasználásra.

Köszönetnyilvánítás

A jelen publikáció létrejötté a 2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00222 számú projekt keretében, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatással valósult meg.

6. Hivatkozások

- [1] V. Molnár, Vályogépítési módok és szerkezeti megoldások, MAGYAR ÉPÍTŐIPAR, köt. 48, o. 348–350, 1998.
- [2] Szűcs Miklós, Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása. Építésügyi Tájékoztató Központ Kft., Budapest 2002.
- [3] Nematollahi, B., Xia, M., & Sanjayan, J. (2017). Current progress of 3D concrete printing technologies. In ISARC. Proceedings of the international symposium on automation and robotics in construction (Vol. 34). IAARC Publications,
- [4] Gomaa, Mohamed & Jabi, Wassim & Veliz Reyes, Alejandro & Soebarto, Veronica. (2021). 3D printing system for earth-based construction: Case study of cob. Automation in Construction. 124. 103577. 10.1016/j.autcon.2021.103577.,
- [5] Thejeel, Marwa & Balázs, György. (2022). 3D printing for earth construction - review. Concrete Structures. 23. 64-67. 10.32970/CS.2022.1.10.
- [6] Reischl Gábor, Mezőgazdaság és építészet; ISBN: 978 963 9968 02 8; Terc Kft. 2010



Autizmussal élők a Villamosmérnöki Karon

Autistic people at Faculty of Electrical Engineering

¹Rákóczi Barbara Mónika

¹ Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar Automatizálási és Energiarendszerek Intézet. Budapest, Magyarország, rakoczi.barbara@uni-obuda.hu

Összefoglalás

Magyarországon több mint 67000 autizmussal élő személy él. Ez egy regisztrált adat, így ezen felül valószínűleg vannak még többen is, csak náluk nem történt meg a tünetek felismerése. Az elmúlt 4 évben 15 %-al nőtt a regisztráltak száma, ami egy nagyon nagy ugrás az előtte levő időszakhoz képest. Az autizmus egy speciális spektrumzavar, mely egy széles skálán mozog. Az alsó 20 százalék súlyos tüneteket párosít más mentális vagy fizikális jellemzők mellé. A Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karra érkező diákok is egyre nagyobb számban mutatnak enyhe vagy súlyos autisztikus tüneteket. Sajnos nagyrésztük abbahagyja a képzésünk, mivel sem a szociális dolgokat, sem pedig az oktatási formát nem tudják nagytöbbségben teljesíteni. Nemzetközi viszonylatban más országok már elkezdtek ezzel a témakörrel foglalkozni, miszerint hogyan lehetne őket különböző alternatívákkal, de bevonni a felsőoktatási intézményekbe, ezzel is lehetőséget adni nekik, hogy később munkát tudjanak vállalni, és a családjuktól függetlenek tudjanak lenni. [1] A gondolkodásmódjuk nagyon egyedi. Cél- és feladatorientáltak tudnak csak tudást elsajátítani, mindezt egy adott ritmusban. Szabályszerint, monoton módon élik a mindennapjaikat. Ütemszerűen mozognak, beszélnek, érzékelnek az órára, pakolnak ki a táskájukból és a megszokott helyeket preferálják. Az előadásaink, laboratóriumaink és gyakorlataink tematikája nem kedvez számukra. Ennek csak egy része az, hogy sokan vannak egy előadásban, ami őket frusztrálja sok esetben, ha olyan helyre ülnek, ahol folyamatosan ezzel szembesülnek. A másik része pedig az, hogy mi az előadás jegyzeteinktől kezdve a mérési útmutatókig majdnem mindent folyamatában oktatunk. Nem a céltől visszafelé haladva állítjuk elő a diasorokat például. A magyarországi hallgatói létszám csökkenése miatt annak érdekében, hogy fenn tudjuk magunkat tartani a következő sok évben is, jó lehetőség lenne azon felül, hogy egy társadalmi „problémával” foglalkozunk, hogy őket, egy új célcsoportot is megcímzünk a felvételinél. Kialakíthatunk egy olyan mintatantervet, mely minden más hallgatónk számára ideális, de az autizmussal élők képesek teljesíteni az elvártakat. Jó mérnökök lehetnek, és mivel a villamosmérnöki pálya is egy hiányszakma mint sok minden más, ezzel is segíteni tudnánk a társadalmi terhelést. [2]

Kulcs szavak: autizmus, Asperger szindróma, oktatás

Abstract

There are more than 67,000 people with autism in Hungary. This is registered data, so there are probably even more, but we did not recognize the symptoms. In the last 4 years, the number of registered users has increased by 15%, which is a very big leap compared to the previous period. Autism is a special spectrum disorder that ranges across a very wide spectrum. The bottom 20 percent pair severe symptoms with other mental or physical characteristics. An increasing number of people coming to the Kálmán Kandó Faculty of Electrical Engineering show mild or severe autistic symptoms. Unfortunately, most of them stop our training, as the majority of them are unable to complete either the social issues or the form of education. In an international context, other countries have already started to deal with this topic, as to how they could be involved in higher education institutions with different alternatives, thereby giving them the

opportunity to take up a job later and be independent of their families. [1] Their way of thinking is very unique. They can only acquire knowledge in a goal- and task-oriented manner, all in a specific rhythm. As a rule, they live their daily lives in a monotonous manner. They move, talk, arrive at classes, unpack their bags and prefer the usual places. The themes of our lectures, laboratories, and exercises do not favor them. The only part of this is that there are many people in a lecture hall, which frustrates them in many cases if they sit in a place where they are constantly confronted with this. The other part is that we teach almost everything in progress, from our lecture notes to measurement guides. For example, we do not create slideshows by moving backward from the goal. Due to the decrease in the number of students in Hungary, in order to be able to sustain ourselves for the next many years, it would be a good opportunity, in addition to dealing with a social "problem", to address them, a new target group, during admissions. We create a sample curriculum that is ideal for all our other students, but those with autism are able to meet the expectations. They can be good engineers, and since electrical engineering is a profession in short supply like many others, we could also help with the social burden. [2]

Keywords: autism, Asperger syndrome, education

1. Autizmus a mindennapokban

Az autizmus egy speciális spektrumzavar, mely különböző tünetekkel jelentkezik az emberek életszakaszaiban. Már kisgyermek korban (kétéves kor körül) láthatóvá válhat, például, ha egy gyermek nem válasz jellegű mosolya hiányzik a viselkedéséből vagy pedig a szülő az ölébe ültetve szorongó testtartást vél felfedezni. Később a szociális kapcsolatok hiánya, szemkontaktus kerülése, beszéd és figyelemzavar, fejlődési zavar vagy pedig a testkontaktus elutasítása hívhatja fel a figyelmet arra, hogy miért viselkedik másképp a gyerek. Kamaszkorban és felnőtteknél a társadalmi különбözőség még inkább szembetűnőbb lehet. Sztereotíp módon ragaszkodnak az állandósághoz, a megszokott napi ritmushoz, adott szavakhoz és mozdulatokhoz (pl. tárgyakat pörgetnek az ujjukkal, sorba rendeznek mindent, ami a kezükbe akad, beszéd közben monoton módon mozgatják a végtagjaikat vagy pedig valamilyen szokatlan mimikát használnak, mely nem feltétlenül tükrözi a valódi mondandójukat vagy érzelmi állapotukat).

Gyakran párosul epilepszia az autizmus mellé fizikai tünetként, viszont mentális zavarok, mint például a depresszió, szorongás és kényszerbetegség is kialakulhat. A legnehezebb látható viselkedési zavar pedig, ami már gyerekkorban előjöhethet, és fejlesztések és kezelések híján rettenetesen megnehezíti az autisták és a környezetük életét is, az pedig a videlkedési problémák megjelenése, mely dührohammal, fizikai vagy szóban lévő megnyilvánulással párosulhat. Nem tehetnek róla, ha előjön. Egy aprócska „zavar” például a megszokott napirendjünkben, iskolába menet az útvonalon is elő képes hozni egy ilyet. A spektrum nagyon széles, vannak, akik minimális tünetekkel és jobb szociális készséggel rendelkeznek, de vannak olyanok is, akiket sajnos mindenki más a környezetükben zavarhat, így a kellemetlen érzés kiváltása miatt, ők teljesen elzárkóznak a külvilágtól. [3]

Egy fontos társadalmi kérdést vet fel számunkra az, hogy mit tudnánk tenni annak érdekében, hogy ők, akik nem a súlyos tüneteket mutatják, és fejleszthetőek egyes területeken, hogy tudnának egészségesebb életet élni.

Egy autista gyermek szülője az anyagi nehézségek mellett szemben találja magát a társadalmi problémákkal. Fejlesztéseket igényel a gyermeke, óvodát, iskolát kell keresni számára. Olyat, ahol teljesíteni tudja a kritériumokat mindazonáltal nem szenved el mentális problémákat. Egy jó tanár és egy maximálisan befogadó iskolai közösség sem feltétlenül tudja biztosítani az autista számára azt a légkört (és itt még nem beszélek oktatási rendszerről), ami elegendő lenne ahhoz, hogy ne kelljen fél vagy egy éven belül iskolát váltania, esetleg magántanulóvá válnia vagy abbahagynia. A másik gond pedig az, hogyha pozitív volt az oktatási rendszer forgatókönyve, a diák elvégezte a

tanulmányait, merre menjen tovább? Hol folytassa? Szakirányú vagy felsőoktatási képzést válasszon? Meg fogja-e tudni csinálni, vagy vissza kell fizetnie a hallgatói szerződés miatt a megkezdett félévek számát? Hogy fogja ott magát érezni? Tud-e majd relatíve önállóan boldogulni? És ha úgy alakult, hogy be tudta fejezni, milyen kilátásai vannak a munkaerőpiacon?

A járvány alatt akarva akaratlanul átbillent egy picit a világunk abba az irányba, hogy vannak olyan szektorok, ahol a munkavállalók képesek otthonról home office-ból dolgozni. Rengetegen megtapasztalták milyen az, amikor az ember otthona a munkahelyévé válik. Volt, akinek ez testhezálló volt, de volt olyan is, aki várta a pillanatot, hogy visszamehessen a kollégái közé a munkahelyére. Természetesen van olyan is, aki még mindig otthonról dolgozik, de jelentősen változott ezeknek a száma az elmúlt egy évben. Nem vagyunk egyformák, mint ahogy az autizmussal elők sem azok. [4]

A munkaerő hiány rengeteg területet súlyt jelenleg is. A cél az, hogy a Villamosmérnöki Karra járó hallgatók a lehető legtöbb elméleti és gyakorlati tudást el tudják sajátítani, és a diplomájuk megszerzése után el tudjanak helyezkedni a mérnöki pályán. A villamosmérnöki terület is egy hiányszakma mint sok más. Keresnek minket a cégek, hogy szükségük lenne több és több diákra majd mérnökre, de a hallgatói szám adott. A nyiltnapokon is valóságot mutatjuk a Kandón. Viszont van egy szűk paletta, akik az autizmussal élő diákok csoportja, akik többségében el se jutnak addig, hogy jelentkezzenek a felsőoktatásba. Ezzel nyilván a szüleik is a következő 30-40 évben erejükön felül kell majd, hogy segítsék őket az esetek nagy részében. [5]

Szükség lenne több mérnökre, de a jelentkezők száma adott. Ezen úgy is lehetne változtatni, ha olyan diákoknak is lehetőséget adnánk felsőoktatásban tanulni, akiknek idáig kifejezetten nem lehetett. Egy autizmussal élő diák problémamegoldó képessége és gondolkodása egyedi. Nagyon gyorsan képesek elsajátítani különböző feladatokat és specifikus tudást. Jó mérnökök lehetnek, ráadásul vannak olyan munkaterületek a későbbiekben, ahol nem lesz gond, hogy szociálisan nem aktívak. Nem probléma, hogy nem tudnak csapatban dolgozni, sőt az sem lesz aggályos egyes területeken, hogy ők otthonról, a megszokott helyükről, a saját szobájukban fogják a munkát elvégezni. Lehetőség van rá. Erre billent pár éve a világ. [6]

2. Tanulási nehézségek bemutatása és javítása

Jelenleg a felsőoktatási rendszer nem kifejezetten ideális a számukra. Őket sok esetben zavarja a tömeg, márpedig az előadásokon sokan vannak. Főleg az első évfolyamon. Nagy részben ekkorra és emiatt abba is hagyják azok, akik felvételt nyertek. A másik gond nálunk a laborokon vagy krétás gyakorlatokon a csapatmunka, és a közös feladat végzés. A harmadik dolog, ami befolyásolja a végzési arányt az az előadások (ppt-k) felépítése és tematikája. Az utolsó pedig ami változtatásra szorulna annak érdekében, hogy többen végezhessenek közülük az pedig az, hogy nagyobb hangsúlyt fektetünk mások elfogadására. Mivel mindenki más, így ezzel az utolsóval nem tudunk tárgyilagosan foglalkozni. Mi magunk tudunk odafigyelni arra, hogyan állunk egymáshoz!

A Villamosmérnöki Karon az első négy félévben alapozó tárgyakat hallgatnak a diákjaink. Utána kerülnek szakirányra, ahol a jelenlegi képzési irány az, hogy választhatnak kötelezően választható tantárgyak közül az utolsó három félévükben. Minimum két tárgyat kell választaniuk szemeszterenként. Ezeknek van előadás és laboratórium órájuk is, és emiatt olyan irányban tudnak tudományterületeken elmélyülni, ami érdekli őket. Ez egy fantasztikus lehetőség arra, hogy egy minőségi és széles spektrumú oktatási palettát kínáljunk számukra is.

Lehetőség nyílik olyan oktatási módszerek használatára, ami segítheti az autista hallgatóink tanulását, illetve végzését. Az oktatási mód fejlesztése lehetővé teszi, hogy az autizmussal élő diákok, olyanok, akik nem a spektrum szélén vannak, tehát az alsó 20 százalékban, nem kényszerülnek feltétlenül arra, hogy abba kelljen hagyniuk a tanulmányaikat vagy egyénileg kelljen felkészülniük. [7]

Az 5. félévtől kezdődően a kötelezően választható tárgyak miatt már különböző felosztásban történnek a kurzusok. Ez lehetővé teszi, hogy kialakítsunk olyan irányokat, melyek az autista hallgatók számára lehetőséget adnak a kívánt területeket. A Villamosmérnöki pálya, mint ahogy minden más terület is, szerteágazó. Vannak az iparban olyan területek, ahol csoportos a munkavégzés. Egy építkezésen például alvállalkozókkal együtt kinn terepen kell feladatokat ellátni, problémákat megoldani. Viszont van olyan lehetőség is, hogy otthonról és számítógépen keresztül, egy adott felületen, programban, webes platformon történik a munkavégzés. A feladatot a mérnökök megkapják és képesek megoldják „távolról”. Ez az általam választott célcsoport számára ideális terület. [8]

Különbséget teszek az előadások és a laborok oktatási módszertanában. Az előadások száma meghatározott. Eltérő a nappali, levelező és a már kifutóban lévő távoktatási tagozaton is, Bsc - és Msc képzésen egyaránt. Az általam vizsgált terület a Bsc képzés nappali tagozata. Heti óraszámokat tartalmaz a tantervünk, mely ad egy sémát az egésznek.

Magyarországon több mint 67000 az autizmussal élők száma. A 2007-es kimutatás alapján 10000 3 és 18 éves gyereket vizsgálva az az eredmény jött ki, hogy minden 16. autista vagy autisztikus tünetekkel elő. Ez a szám azóta megnőtt, jelenleg minden 20. A felsőoktatásba nagyon kis arányban jutnak el az ilyen típusú diákok. [9]

Az oktatás javítását vizsgálva ez első módszerem a frontális oktatás bevezetése. Ez azt jelenti, hogy mivel az autista hallgatókat zavarni tudja a környezet (a „tömeg”) így, ha az első sorban ülnek jobban tudnak figyelni, képesek kizárni azt, hogy hányan vannak körülöttük, és könnyebben tudnak együtt haladni a többiekkel. Mivel senkitől nem kérdezhető meg, hogy beletartozik-e ebbe a csoportba, autizmussal él-e, így az első sort szabadon hagyva lehet számukra lehetőséget adni az odaüléshez.

A másik szintén helyszíni megoldás az, hogy mivel sok esetben zavarja őket a fény, így az előadásokon a projektor közelébe nem ültetünk senkit, így ők se fognak olyan helyre ülni.

A laborokon mérési útmutatókkal tartjuk az órákat. Feladatokat tartalmaz, melyet valamilyen fizikai kapcsolással, eszközzel, műszerrel kell megvalósítani, lemérni, szimulálni. Az útmutatók kinézete nagyjából egyezik. Rajta van a mérés neve, a feladatok leírása vázlatpontoszerűen és erre van egy adott idő. Sok esetben helyszíni jegyzőkönyvekkel készülnek a laborfoglalkozások, ezzel leellenőrizve, hogy sikeresen végigmérte-e a mérést az adott hallgató.

Az autisták fejlesztéséhez javasolt, kizárólag, ha nincsenek sokan a helyszínen úgynevezett kooperatív munkát alkalmazni. Erre a laboratóriumi gyakorlat ideális. Az általam vizsgált csoportot nem zavarja a környezet, mert nincsenek sokan körülöttük. A mérőpárjától vagy ha többen dolgoznak akkor hallgatói társaitól „mintázni” tud. Nagyon fontos, hogy ez csak akkor működik, ha a mérőpartner nem autista, hogy az ő problémamegoldó képességét, a feladat elsajátítási megoldását mintázza le. Ha ez nem működik, akkor az óra elején az oktató tudja ezt a mintát felállítani, ezzel segítve mindenkit, beleértve az autistákat is. A vizsgált célcsoportom gondolkodásmódja rutin alapú. Ez azt jelenti, hogy tudatosan megtanul egy folyamatot és azt követi. Nem tér el ettől, mert nem tudja utáni felvenni a fonalat és folytatni sem a munkát, sem az életben mást, amibe belekezdett.

Ez egyben előny, másrésről pedig hátrány. Ha megtanulja a sémát miszerint, miután megérkezett az órára hova ül, mit vesz elő, ki fog mellette ülni, mi jön először, majd, hogy álljon/álljanak neki a feladatnak, utána ezt képes többször már rutinszerűen alkalmazni. Amire figyelni kell az a kizökkentés elkerülése. Ha megakasztunk egy autizmussal élő diákot, akkor nem fogja tudni teljesíteni a feladatot. Ezt úgy lehet megtenni, hogy először is a feladat kiosztása után nekik több időt hagyunk arra, hogy átgondolja és a saját gondolkodásmódjára formálja „mit is kell csinálnia?”. Az itt adott többletidőt ők utána behozzák, mert ha felvette a ritmüst, nem zökkenti ki semmi, akkor nagyon gyorsan képesek a mérnöki gondolkodásra. Az elején lévő többletidő, az ülés fontossága és a csoportok kiosztása sem befolyásolja a többi diák munkáját.

Amit még a laboratóriumokon figyelembe kell venni az a célorientált útmutatók használata. Ha nem tudja, hogy mit kell csinálni, mi a mérés célja, mi lesz az eredmény (vagy minek kellene lennie), akkor nem tudja ráállítani a sajátos gondolkodását a feladatra.

Ez előbb említett oktatási módszer az előadásokra is igaz. Ha egy előadás diasorának tartalma nem mutatja be már az elején, hogy mi a cél, és hova fogunk majd eljutni, miről lesz szó és ahhoz, hogy oda eljussunk milyen utat választunk oktatóként, akkor az óra elejétől kezdve elvesztettük a figyelmét, az aktivitását és ezzel a sikerélményt is. A többi hallgató számára ígyis világos lesz a tananyag. Érteni fogják, és meg tudják tanulni ígyis. Viszont a vizsgált célcsoport másképp nem képes erre.

Lehetőség van még úgynevezett szegregált oktatási módszer alkalmazására is. Ilyen esetben ők egy kurzust, egy tanulókört tesznek ki és a többiektől külön tanulnak, viszont mivel az oktatási rendszerünk nem teszi lehetővé azt sem időben sem helyben, hogy minden tárgyat külön nekik egyedi módon oktassunk, így én ezt a lehetőséget a kutatási munkám során nem vizsgálom. Azzal, hogy a többiekkel együtt választhatnak tárgyakat, nem zárjuk be a lehetőséget számukra, hogy olyan tanuljon, ami érdekli és olyan időben, amiben lehetőség szerint jó neki. A másik előny, hogy a társaitól a „mintázás” során tanulni tud, lehetőséget kap fejlődni és beilleszkedni. Ugyanolyan értékes lesz, mint a társai, és ezzel elérhető az, hogy ő is átlagosabb egyetemi éltet élhet. [10]

3. Konklúzió

Az autizmussal élők oktatása egy társadalmi kérdéskör, én mégis mérnöki szemmel, a villamosmérnöki pályán vizsgálom. A cél az, hogy hogyan lehet javítani a továbbtanulási helyzetükön, hogyan lehet őket a felsőoktatásban a többi diákkal együtt oktatni, és nem különbséget tenni elsősorban, hogyan lehet velük együttműködni és a határaikat nem hátrányként, hanem előnyként venni, illetve, hogy hogyan lehet ezzel a jelenleg is nagy problémát okozó mérnökihiányon is segíteni. A spektrum melyben különböző súlyosságú tünetekkel el vannak helyezve, nagyon széles. A szélén lévő szélsőséges esetekkel, ami az alsó 20 százalék, tehát akiknek esetleg pluszban valamilyen mozgásszervi problémája vagy mentális betegsége van, nem tudunk foglalkozni jelenleg. Bízom benne, hogy idővel egy egyre nagyobb számú diák csoportot lehet majd elemezni és minél több problémára konkrét megoldást, tematikát javasolni. [11]

Jelenleg a világban több irányban is kutatják, melyik oktatási módszer a legideálisabb az autizmussal élők számára a felsőoktatásban. Én a célorientált pálya modellt tartom a leginkább kivitelezhetőnek, mert így a többi diák számára is megfelelő és specifikus tanulásmódszertanokat lehet alkalmazni. Ezzel elkerülve azt, hogy külön képzést kelljen generálni az autisták számára. A mintatantervünk, helyszíni adottságok és tematika erre megfelel. [12]

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani az Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karának, ahol megtaláltam 10 éve azt a pályát, amit csinálni szeretnék! Mindezt fantasztikus kollégák és diákok között. Hálás vagyok a témavezetőmnek, Dr. habil Nádai Lászlónak is, hogy segíti a munkám.

4. Hivatkozások

- [1] Vjna T. Qubit (2018). Betegségek Nemzetközi Szabályozása. <https://qubit.hu/2018/10/15/az-autizmussal-elo-gyerekek-rideg-integracioja-zajlik-magyarorszagon> (2022.11.02.)
- [2] von Below, R., Spaeth, E., & Horlin, C. (2021). Autism in Higher Education: dissonance between educators' perceived knowledge and reported teaching behaviour. *International Journal of Inclusive Education*, 1-18.
- [3] Susánszky- Tóth K., Besze B. (2015). Mit jelent az, hogy... valaki autista?. *Mikkamakka*, 2016/1.
- [4] AlRawi, J. M., & AlKahtani, M. A. (2022). Universal design for learning for educating students with intellectual disabilities: a systematic review. *International Journal of Developmental Disabilities*, 68(6), 800-808.
- [5] Handó, T., Vadasné Tóth, M. (2019). Az autizmussal élők is helytállnak a munka világában. <https://www.feol.hu/életstilus/2019/05/az-autizmussal-elok-is-helytallnak-a-munka-vilagaban> (2022.11.02.)
- [6] Dr. Poustka, F. (2005). Rainman's Home. Frankfurti Goethe Egyetem (2022.10.26.) <https://aosz.hu/esoember/autizmus-kutatas-es-gyakorlat-2/>
- [7] Schneider, R. (2017). SPD in Adults https://sensoryhealth.org/basic/spd-adults?gclid=EAIaIQobChMI9qDV4Imp-wIVHI9oCR2-eQTPEAAiAAEgKjYYPD_BwE (2022.10.26.)
- [8] Dr. Simó, J. (2018). Tényleg minden 59. ember autista? <https://marsalapitvany.hu/tenyleg-minden-59-ember-autista/> (2022.10.26.)
- [9] Autism Speaks. Hartley, D. Phd. (2022). Genetic testing can guide interventions for autism and its co-occurring conditions. Stanford University <https://www.autismspeaks.org/science-blog/genetic-testing-can-guide-interventions-autism-and-its-co-occurring-conditions> (2022.10.27.)
- [10] Autisták Országos Szövetsége (2009). Hazánkban is meredeken nő az autizmussal diagnosztizáltak száma – mégis tetlenkedik a kormány. http://medicalonline.hu/cikk/hazankban_is_meredeken_no_az_autizmussal_diagnosztizáltak_szama__megis_tetlenkedik_a_kormany (2022.10.29.)
- [11] Jordan, R., & Powell, S. (2009). Autizmussal élő gyermekek megismerése és tanítása. Kapocs K.
- [12] Coyne, P., Pisha, B., Dalton, B., Zeph, L. A., & Smith, N. C. (2012). Literacy by design: A universal design for learning approach for students with significant intellectual disabilities. *Remedial and Special Education*, 33(3), 162-172.



A 7W szerepe a magas automatizáltságú járművek szakértői vizsgálatában

The role of 7W in the forensics examination of highly automated vehicles

¹ Répás József

¹Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, Magyarország, repas.jozsef@uni-nke.hu

Összefoglalás

„A bűnözés világa összetett hely”[1]. Bűncselekmény elkövetés szinte bárhol, bármikor megtörténhet például otthon, a munkahelyen, útközben, járművekben. A technológiai fejlődés, a megnövekedett adatmennyiség, új adatforrások és az internet széleskörű elterjedésének eredményeként, az összekapcsolt eszközök és rendszerek által egyre nagyobb a kitettségünk, hogy áldozattá váljunk. A modern, magas automatizáltságú és egyre inkább önvezetővé váló, összekapcsolt járművek sem számítanak kivételnek. Megjelenhetnek a bűncselekmény elkövetésének eszközeként, egy támadás célpontjaként is, vagy valamilyen forgalmi szituációban közreműködésként, ezáltal tartalmazhatnak bizonyítékot az eseményhez kapcsolódóan. Az események vizsgálata során, a bizonyítékok utólagos elemzésekor fel kell tárnunk, meg kell ismernünk a korábbi történéseket, érintetteket, melyhez a Forensics eljárások nyújtanak segítséget.

Kulcs szavak: forensics, forenzikus tudományok, kriminalisztika, szakértői vizsgálat, 7W

Abstract

„The world of crime is a complex place„[1]. A crime can be committed almost anywhere, at any time, for example, at home, in the workplace, on the road, in the vehicles. Result of technological development, increased data volume, new data sources, and the widespread use of the Internet, connected devices, and systems make us increasingly vulnerable to victimization. Modern, highly automated, and increasingly autonomous, connected vehicles are no exception. They can be a means of committing a crime, the target of an attack, or a participant in some traffic situation, thereby containing evidence related to the event. During the investigation of the events, the subsequent analysis of the evidence, it is necessary to identify and get to know the previous events and the people involved, for which Forensic methods provide help.

Keywords: Forensics, forensic sciences, criminology, forensic investigation, 7W

1. Forenzikus tudományok

A Forensics sciences, a forenzikus tudományok, vagy más néven kriminalisztika a bűncselekmények felderítésével és bizonyításával, annak eszközeinek és módszereinek feltárással rendszerezésével foglalkozik [1][2][3]. A hatékony és szakszerű bűnüldözés, a nyomozás modern, tényfelderítő, interdiszciplináris alkalmazott tudománya, ami a 19. század második felében indult a tudományos bizonyítékok előretörésével. A kriminalisztika „fő feladata a természettudományok eredményeinek felhasználása annak érdekében, hogy a bűnüldözés és a büntető igazságszolgáltatás

az állam büntető hatalmát törvényes eljárásban, az igazság megállapítására alapozva érvényesítse” [4]. Szinte minden tudományos tevékenység tekinthető kriminalisztikai tevékenységnek, mivel hozzájárulhat a bizonyítékok felleléséhez, feltárásához. A kriminalisztikában szisztematikus módon alkalmazzák a természettudományos módszereket, technikákat, azok típusától függetlenül, emellett saját módszereket is kialakítottak.

1.1 Digitális Forensics

Napjainkban ritka olyan személyt találni, aki ne használna valamilyen digitális eszközt, folyamatosan körül vagyunk véve és függünk a különböző okos eszközeinktől, egyes megközelítésben az eszközök kezdtek el használni minket [5]. Szinte nincs olyan tevékenység, amely ne lenne az információtechnológiai fejlődés és az infokommunikáció eredményei által támogatott, a mindennapi feladataink elvégzéséhez is valamilyen digitális eszköz (például: notebook, mobiltelefon stb.) használata szükséges vagy célszerű. Ahogy egyre inkább életünk részévé váltak ezek az eszközök, a hozzájuk kapcsolódó szakértői vizsgálatok szerepe is egyre inkább növekedett. A közlekedésben is megjelentek és egyre gyorsabban terjednek a modern, magas automatizáltságú és az egyre inkább önvezetővé váló járművek, melyek a középtávú jövőben emberi beavatkozás nélkül, a szenzorai segítségével gyűjtenek információt, érzékelik környezetüket és válnak képessé önállóan közlekedni.

Mind a különböző informatikai eszközeink, mind modern autóink hatalmas mennyiségű adatot kezelnek és tárolnak rólunk, sokkal többet, mint amit átlag felhasználóként el tudunk képzelni. Ezen adatokhoz való jogosult vagy jogosulatlan, jóhiszemű, vagy rosszindulatú hozzáféréssel, elemzésével feltérképezhető az adott felhasználó múltbeli tevékenységei és szokásai. Bár az eszközeink, járműveink használatának az a célja, hogy egyszerűbbé és funkcionálisabbá tegyék életünket, ugyanakkor a bennük található nagy mennyiségű adat védelméről sem szabad megfeledkezni. A digitális forensics, vagy más néven informatikai szakértői vizsgálatok ezen eszközökben keletkezett, feldolgozott és tárolt adatok, vagyis digitális bizonyítékok azonosításával, elemzésével, értelmezésével, megőrzésével és helyreállításával foglalkozik.

A valamilyen felhatalmazáson, engedélyen alapuló szakértői vizsgálat során cél az egyes eseményekhez, bűncselekményhez vagy balesethez kapcsolódó kulcsfontosságú bizonyítékok azonosítása, elemzése, utólagos vizsgálata; megállapítani a felelősségi kérdéseket, meghatározni az eseményt, amelyről hiteles bizonyítékot kell szolgáltatni. Ezek „bizonyító erejű információk, amelyeket bináris formában tároltak, vagy továbbítottak” [6][7][8]. Ehhez meg kell határozni a nyomok forrását, hozzá kell férni a digitális adatokhoz, majd fel kell tártani azon bizonyítékokat amelyek segítségével a bizonyítási eljárásban, az eljárás szempontjából jelentős tények tisztázása megtörténhet. Mint minden módszernek a digitális szakértői vizsgálatnak is megvannak a maga korlátai, melynek megértése fontos a módszer alkalmazásához. „...a releváns múlt megismerése sokszor szinte leküzdhetetlen akadályokba ütközhet, és mindig fennáll a tévedés veszélye is” [4], ezért a vizsgálat során tisztázni kell az esemény releváns körülményeit és az abban résztvevők személyét és szerepét egyaránt.

2. Forensics vizsgálatok fő kérdései (7W)

A modern és egyre inkább önvezetővé váló járművekkel kapcsolatos bizonyítási eljárások eszközei között egyre inkább az elektronikus adatok és az ezeket tároló adathordozók, eszközök válnak hangsúlyossá. A kriminalisztika egyik alapelve szerint a múltbeli esemény megismételhető a bizonyítékok/nyomok segítségével, azonban nem tárható fel minden esetben, minden bizonyíték [9].

Digitális környezetben ez azt jelenti, hogy a rendelkezésre álló digitális bizonyítékokat

felhasználva kerülnek megválaszolásra az úgynevezett 5WH/6W, vagy egyes megközelítés szerint a 7W formula kérdései. A tudományos irodalomban egyaránt megtalálható az 5WH (who, why, where, when, what, how), vagy más elnevezésben 6W formula (who, why, where, when, what, how), vagy ennek Fenyvesi Csaba által bővített változata a 7W, ami az eredeti formula kiegészítése a „with whom”, vagyis kivel kérdéssel, ami társas elkövetés és az összekapcsolt járművek vizsgálata során esetén játszik szerepet.

A vizsgált eseményhez kapcsolódó fő kérdések tehát:

- ki (who): a vizsgálathoz kapcsolódóan érintett személyek (például: sértettel közvetlen kapcsolatba hozható személy, vagy személyek, azon személyek azonosítása, akik a bűncselekmény elkövetésével kapcsolatba hozhatóak, vagy akik szemtanúi lehetnek a cselekmény elkövetésének),
- miért (why): az esemény motivációja/kiváltó oka (például: a cselekményt előre eltervezték, vagy azt ad-hoc jelleggel követték el),
- hol (where): az esemény helyszíne és egyéb a vizsgálat szempontjából fontos helyszínek (például: a kábítószer előállításának, tárolásának és kereskedelmének különböző helyszínei),
- mikor (when): a vizsgált esemény és egyéb kapcsolódó események időpontok (például: egy közlekedési baleset bekövetkezésének pontos időpontja, amelyből ellentmondás esetén egyértelműen megállapítható a forgalmi jelzőlámpa jelzése),
- mi (what): az esemény és az események idővonalának összeállítása (például: informatikai eszközön elkövetett támadás során mi (és mikor) változott meg),
- hogyan (how): hogyan történt, milyen módon következett be az esemény (például: megtévesztéssel telepítenek kártékony kódot a sértett számítástechnikai eszközére),
- kivel (with whom): az eseményben érintett, vagy résztvevő személyek meghatározása (például: több elkövető esetén az egyes személyek szerepe a cselekmény elkövetésében) [9][11][12].

A ki kérdés megválaszolása az egyik legnehezebb az egyre inkább önvezetővé váló járművek esetén. Erre a kérdésre abban az esetben lehet választ adni, ha:

- ismert a jármű automatizációjának/önvezetésének szintje,
- meghatározásra kerültek a vonatkozó jogszabályi kérdések.

Az önvezetési képesség jelentősen befolyásolja a felelősség meghatározását. A Society of Automotive Engineers (SAE) által kiadott J3016 számú ajánlásában az önvezetési képességek egyértelmű meghatározása és az önvezetőképesség mérése érdekében hat szintű követelményrendszert vezetett be. Ezáltal meghatározhatóvá válik, hogy a járművek milyen mértékben és milyen körülmények között képesek az önvezetésre.

A SAE 0. szint esetén a járműben nincs automatizálás, minden esetben a járművezető irányítja az autót. Az egyes támogató funkciók figyelmeztetést és pillanatnyi asszisztenciát nyújtanak (például automatikus vészfékezés, holttér figyelés, sávelhagyás figyelmeztetés). SAE 1. szint esetén megjelennek bizonyos automatizált vezetéstámogató funkciók (például sávközpen tartás vagy adaptív tempomat). Ezek használata esetén is a járművezető irányítja az autót, folyamatosan figyelnie kell a vezetéstámogató rendszerek működését, jelzéseit. SAE 2. szint esetén részleges automatizálást biztosít a jármű, azonban ezen járművek esetén is a járművezető irányítja az autót, folyamatosan figyelnie kell a vezetéstámogató rendszerek működését, jelzéseit. SAE 3. szint esetén megjelenik az automatizált vezetési szolgáltatás, ezáltal feltételes automatizálást, egyes vezetési módokban (például automatizált vezetés forgalmi dugóban) teljeskörű automatizált irányítást biztosít a gépjármű. A járművezető nem vezet, a rendszer jelzése esetén azonban át kell vennie az

irányítást. SAE 4. szint esetén magas szintű automatizálást biztosít a jármű, a vezető felügyeletére, beavatkozására, az irányítás átvételére ezen rendszereknél nincs mód és szükség. Ezek a funkciók korlátozott módon, előre meghatározott helyzetekben (például vezető nélküli helyi taxi, shuttle busz) képesek a jármű vezetésére. SAE 5. szintű járművek lesznek teljes automatizációra képesek. Teljeskörű gépi irányítás mellett, járművezető nélkül is képessé válnak a közlekedésre [13][14].

Jelenleg a közúti közlekedés szabályairól 1/1975. (II. 5.) KPM–BM együttes rendelet 4. szakasza alapján, a „járművet az vezethet, aki ” kifejezés okán az ilyen járművek önálló közlekedése még várat magára, mivel a járművek vezetéséhez szükséges személyi feltételek között a természetes személyek kerültek meghatározásra [15]. Az önvezető járművekkel összefüggésbe hozható szabályozási kérdések még nem alakultak ki, kérdéses, hogy a jogalkotó milyen jogtechnikai megoldást fog alkalmazni az önálló döntésre képes járművekkel összefüggésbe hozható – polgári-, büntető-, szabálysértési jogi – ügyekben. A mai büntetőjogi megközelítésben, az önvezető jármű nem lehet egy büntetőjogi felelősség alanya (tettese), mivel a jármű önmaga nem tehető felelőssé. A felelősség kérdéskörében Klein és társainak megközelítése szernt felmerülhet:

- „a gépjárműben utazó személy felelőssége,
- az üzemben tartó felelőssége,
- a gyártó, forgalmazó felelőssége,
- a szoftver, mesterséges intelligencia programozójának és/vagy annak a felelőssége, aki az MI felett folyamatos felügyeletet gyakorol” [15].

Finnszország az okos technológiák fejlesztésére nagy hangsúlyt helyez, az önvezető járművek elterjedését például a jogszabályi környezet is segíti, nem írják elő, hogy legyen a járműben vezető [16]. „Az Egyesült Államokban hosszas jogértelmezést követően fogadták el a Google vezető nélküli autóját irányító mesterséges intelligenciát legitim (jogszerűen közlekedési tevékenységet megvalósító) sofőrként”[15]

Az önvezető járművekhez kapcsolódó morális kérdéseket a roboetika és a gépi etika tudományterületek vizsgálják. Míg a roboetika esetén az ember és a robot interakcióján, a robotok elfogadottságán és szerepén van a hangsúly, addig a gépi etika esetén a robot döntéseinek morális kérdéseivel foglalkoznak, vagyis azzal, hogy a robot mi alapján dönt/dönthet az emberi életről. A mesterséges intelligencia döntéshozatala során olyan végkifejletek definiálását is el kell végezni, amelyek a hagyományos közlekedésben a járművezető által kerültek eldöntésre, vagy a véletlenek alakították azt. A járművek jelenlegi automatizáltsági szintjénél a fentiek bármelyikének, felelősként való kijelölése kontraproduktívnak tekinthető, emellett fontos szempont, hogy emberéletek feletti döntések meghozatala átengedhető-e a járműnek.

A járművek önvezető képességi szintjének ismerete mellett, a miért kérdés megválaszolása során a szakértői vizsgálatnak ki kell terjednie annak meghatározására, hogy az adott jármű biztonsági szintje megfelelt-e a gyártói követelményeknek, beállításoknak. Valamint történt-e olyan jogosulatlan módosítás, hiba amely hatással lehetett a jármű működésére, vagy az időszakos karbantartások megtörténtek-e, a kopó alkatrészek szervíz intervalluma megfelelő-e, maga a jármű programozására vonatkozó hiba felfedezésre került-e. Amennyiben nem történt külső beavatkozás (például nem gyártói módosítás, vagy hacking), nincs külső hiba, vizsgálandó, hogy a jármű saját belső utasításai, vagy a járművezető által végrehajtott tevékenységek eredményezték az adott eseményt. Külső beavatkozás, jogellenes behatolás, jogosulatlan módosítás, utasítás kiadás hiányában a jármű belső működése és/vagy a vezető által kiadott utasítások, tevékenységek kerülnek vizsgálatra. Amennyiben feltételezhető a visszaélés, jogosult vagy jogosulatlan beavatkozás, a működés manipulációja, a megtörtént eseményt ezek figyelembevételével és vizsgálatával kell kiegészíteni. Forensics vizsgálat során feltárásra kerülhet, hogy a járműben kártékony kód került-e alkalmazásra, valamilyen terrorcselekményhez kapcsolódóan történt-e olyan beavatkozás, amely a

járművet a támadás célpontjává teszi, vagy maga a jármű a cselekmény eszköze [17].

A hol kérdés már a mai járművekben is egyre inkább elterjedt beépített navigációs rendszerek segítségével egyszerűen megválaszolható lesz. A vizsgálat során a mobil eszközökből származó helyadatokkal kiegészítve a vizsgálati pontosság is javítható lehet.

A mikor kérdés az önvezető járművek esetén nem eredményez vizsgálati sajátosságot, a válasz szempontjából nincs nagy jelentősége annak, hogy a jármű önvezető vagy sem, azonban az elsöre egyszerűnek tűnő dolog, mint a dátum és idő jelenthet kihívást. A dátum (nap-hó-év, vagy év-hó-nap), az idő adatformátuma megfelelő kontextusba helyezés, időformátum (12h vagy 24h) és beállított időzóna nélkül nem egyértelmű [9]. Központi óraszinkron nélkül vagy a felhasználó által manuálisan beállított (akár szándékosan rossz) időpont ellentmondásokat eredményezhet a vizsgálat során.

Maga az esemény és az események idővonalának összeállítása során kerül meghatározásra, hogy milyen esemény történt, melyben érintetté vált a jármű. Nem csupán közlekedési balesetekben hanem személyek követésében, titkos információgyűjtésben, különböző bűncselekményekben, kábítószer szállítmányok nyomon követésében, gyilkosságokhoz kapcsolódóan is releváns eszköz lehet a gépjármű.

A hogyan kérdésre való válasz kialakítása a modern és egyre inkább önvezetővé váló járművek esetén egyszerűbb, egyúttal komplexebb feladat. Az járművek a szenzorok hálózata által és a hálózatba kapcsoltág (mind a környezettel, mind a közeli járművekkel, pályával stb.) révén az emberi érzékelésnél sokkal részletesebb és összetettebb környezetérzékelést valósítanak meg. A gyűjtött információkat az emberi agynál gyorsabban és hatékonyabban dolgozzák fel, elemzik a helyzeteket, majd feldolgozási eredmények alapján avatkoznak be, hajtják végre az adott feladatot, műveletet vagyis vezérlik az autót. Az összegyűjtött és feldolgozott adatok tárolásra kerülnek, általuk a megoldott közlekedési szituációk információi hozzáférhetőek lesznek az utólagos vizsgálat során, segítségükkel nagy pontossággal válik meghatározhatóvá, hogy a vizsgált esemény hogyan következett be [17].

A kivel kérdés esetén az eseményben érintett, vagy abban résztvevő személyek meghatározása történik. A járművek egymással, digitális eszközökkel és környezetükkel való összekapcsoltága által, olyan információk is rendelkezésre fognak állni, amellyel a vizsgált eseményben résztvevők, vagy az esemény által érintettek köre egyszerűen meghatározható.

3. Konklúzió

A modern, magas automatizáltságú és egyre inkább önvezetővé váló, hálózatba kapcsolt járművek a jövőben is célpontjai, vagy eszközei lehetnek különböző a bűncselekményeknek, különböző forgalmi szituációban közreműködőként szerepelhetnek, melyekhez kapcsolódóan tartalmazhatnak bizonyítékot azon eseményhez kapcsolódóan, melyhez utólagos szakértői vizsgálat elvégzése válik szükségessé. A bizonyítékok utólagos kinyerésekor, elemzésekor fel kell tárnai, meg kell ismerni a múlt eseményeit, a korábbi történéseket, érintetteket, melyhez a Forensics eljárások nyújtanak segítséget. A publikációban bemutatásra került a digitális forensics fogalma és célja, továbbá a kriminalisztika fő kérdéseinek, a jövő, összekapcsolt közlekedési rendszerében való értelmezése, mely segítséget nyújt a modern járműveken végzett vizsgálatok elvégzésében.

Köszönetnyilvánítás

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium Kooperatív Doktori Program Doktori Hallgatói Ösztöndíj Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

4. Hivatkozások

- [1] Committee on Identifying the Needs of the Forensic Sciences Community, National Research Council (US). Committee on Science, Law Policy, Global Affairs, Committee on Science, Law, ... & Theoretical Statistics. (2009). Strengthening forensic science in the United States: a path forward. National Academy Press.
- [2] Gönczöl, K., Kerezsi, K., Korinek, L., & Lévay, M. (2006). Kriminológia-szakkriminológia. Complex Wolters Kluwer csoport.
- [3] Borbíró A., Gönczöl K., Kerezsi K., Lévay M. (2020). Kriminológia. Complex Wolters Kluwer csoport.
- [4] Finszter G. (2020). A kriminalisztika ígérete, Magyar Tudomány 2020/5, https://mersz.hu/hivatkozas/matud_f41567/#matud_f41567,(2022.10.15.)
- [5] Rohatgi, S., Sharma, A., & Sharma, B. (2022). Internet of Things Mobility Forensics. Digital Forensics and Internet of Things: Impact and Challenges, 73-86.
- [6] Répás J., Berek L., Schmidt M., (2022). Autonomous Vehicles Forensics -The next step of the Digital Vehicles Forensics, 1ST IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE MOBILITY
- [7] Máté, I. Z. (2018). Informatikai rendszerek elleni támadások szakértői vizsgálata–a digitális nyomok rögzítésének szerepe. Belügyi Szemle, 66(7-8), 36-54.
- [8] SWGDE/SWGIT Digital & Multimedia Evidence Glossary Version: 1.0 (2005). <https://www.swgde.org/documents/Archived%20Documents/SWGDE-SWGIT%20Digital%20and%20Multimedia%20Evidence%20Glossary%20v1-0>
- [9] Lyle, J. R., Guttman, B., Butler, J., Sauerwein, K., Reed, C., & Lloyd, C. (2022). Digital Investigation Techniques: A NIST Scientific Foundation Review.
- [10] Stine Bergholtz, The Six W's of Investigation, Source: <https://www.brainspores.com/the-six-ws-of-investigation/> (2022.04.22.)
- [11] Årnes, A. (Ed.). (2017). Digital forensics. John Wiley & Sons.
- [12] Fenyvesi Cs. (2021). A kriminalisztika elmélete és gyakorlata, Nyitott Egyetem, <https://www.youtube.com/watch?v=yBC4Ght7nNk>, (2022.09.13.)
- [13] Gáspár P., Németh B., Bokor J. (2019). Járműirányítás. Akadémia Kiadó
- [14] Miklós, L., Beáta, U., Bence, Z., & Béla, K. (2018). Az önvezető autók és a felelősségteljes innováció. Közgazdasági Szemle, 65(9), 949-974.
- [15] Klein, T., & Tóth, D. A. (2019). Technológia jog-Robotjog-Cyberjog. Wolters Kluwer Hungary.
- [16] Mándoki P., Lakatos A. (2018). Autóbusz-üzemtan. Akadémiai Kiadó.
- [17] Herke, C. (2021). A kriminalisztika alapkérdései és az önvezető járművek. Belügyi Szemle, 69(1), 87-105.



A rögzítés hatása a kötés minőségére ultrahangos hegesztés során

The effect of fastening on the quality of the joint during ultrasonic welding

¹Schramkó Márton, ²Kovács Tünde, ³Pinke Péter,

¹ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai kar, 1081 Budapest Magyarország, schramko.marton@bgk.uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai kar, 1081 Budapest Magyarország, kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

³ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai kar, 1081 Budapest Magyarország, pinke.peter@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

Az ultrahangos hegesztés napjainkban egyre szélesebb körben alkalmazott kötéstechnológiai eljárás. Az eljárás előnyeként a különböző anyagminőségek összekötésének lehetősége és a rövid hegesztési idő emlithető. Napjainkban az ultrahangos hegesztést műanyagok összekötése esetén használják legszélesebb körben, azonban folyamatosak a kísérletek fémek hegesztésére vonatkozóan is. Az eljárásról elmondható, hogy a hegesztési paraméterek gondos megválasztása rendkívül fontos, minimális paraméter változtatás is nagymértékben csökkentheti a hegesztés sikerességét. A hegesztés során könnyen kialakulhatnak különböző károsodások, főleg repedések, ennek egyik oka az ultrahang hatása a diszlokációk mozgására, illetve a rezgésből adódó kifáradási jelenségek. A jelzett problémák elkerülése céljából fontos a hegesztett darabok megfelelő rögzítése a technológia alkalmazása során, ezzel foglalkozik jelen kutatásunk. A kísérlet fókuszában réz és alumínium lemezek közti kötés kialakítása volt, amelynek eredményességét vizuálisan és húzóterheléssel szembeni ellenállóképesség mérésével értékeltük.

Kulcs szavak: ultrahangos hegesztés; rögzítés; Cu-Al kötés

Abstract

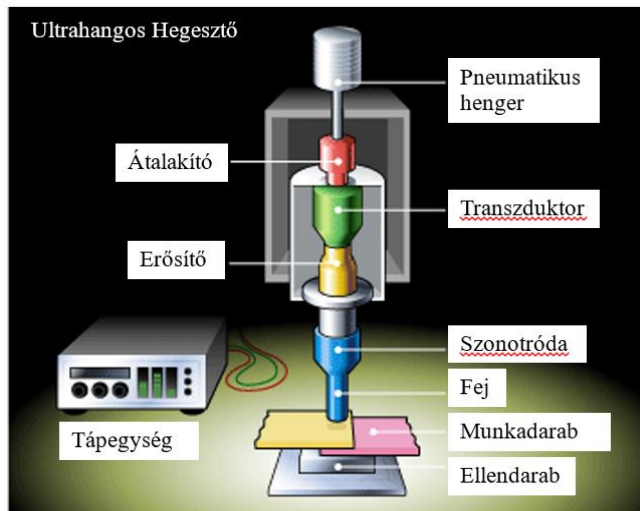
Nowadays, ultrasonic welding is an increasingly widely used joining technology process. The advantages of the process include the possibility of connecting different material qualities and the short welding time. Ultrasonic welding is most widely used for joining plastics, but experiments are also ongoing for welding metals. Regarding the procedure, it can be said that the careful selection of welding parameters is extremely important. Even minimal parameter changes can greatly reduce the success of welding. Various damages, especially cracks, can easily develop during welding; one of the reasons for this is the effect of ultrasound on the movement of dislocations, as well as fatigue phenomena resulting from vibration. In order to avoid the indicated problems, it is important to fix the welded pieces properly during the application of the technology, and this is what our research deals with. The focus of the experiment was the formation of a bond between copper and aluminum plates, the effectiveness of which was evaluated visually and by measuring resistance to tensile loads.

Keywords: ultrasonic welding; clamping; Cu-Al bonding

1. Ultrahangos hegesztés

A hegesztési eljárás a hidegsajtoló hegesztés egyik változata. Előnye, hogy helyes paramétersor beállítás esetén a felszabaduló hő alacsony és a kötés szilárdsága is megfelelő. Az eljárás során a felületeket nyomásnak tesszük ki, amely közben az ultrahang által keltett rezgőmozgás a hegesztett felületek érdességi kiemelkedéseit és oxidrétegeit roncsolja, ezáltal a felületeket egymásba dörzsölve létrehozza a kötést [1]. Az eljárás kiválóan alkalmas műanyagok, fémek és kompozitok hegesztésére, valamint fémek vegyes kötéseinek kialakítására.

A technológia egy piezoelektromos vagy magnetostrikciós gerjesztőre épül. A felvett hálózati feszültséget az átalakító mechanikus rezgésekké alakítja, majd ezt felerősíti és a santonrodába (hegesztő fej) vezet. A berendezés a ponthegesztéshez hasonló módon terhelést helyez a munkadarabra, majd kialakítja a kötést a darabok között. Az 1. ábrán látható egy vázlat az ultrahangos hegesztőgép felépítéséről [2].



1. ábra Ultrahangos hegesztőgép felépítése [2]

1.1 Kritikus paraméterek és az ebből eredő problémák

Az ultrahangos hegesztés esetén a legfontosabb paraméterek: a rezgésamplitúdó és a hegesztési idő, ezektől függ, hogy a munkadarab milyen hosszú ideig lesz kitéve az ultrahangos hatásnak. Ezen két paraméter mellett még fontos meghatározni a darabra ható összeszorító erőt, illetve a maximális teljesítményt, amely megvalósítható a hegesztés során. Ha ezek a paraméterek behatároltak, a következő lépés egy megfelelő rögzítés alkalmazása, ugyanis ennek hiányában a darabok könnyen deformálódhatnak vagy akár el is törhetnek. A hegesztésre tekintettel fontos megemlíteni, hogy egyes geometriák másképpen hatnak az eljárásra. A tapasztalatok alapján a vékonyabb és lágyabb anyagok nagyobb keresztmetszet mellett is jól hegeszthetők, míg a nagyobb méretű és keményebb anyagokról ez nem mondható el. A problémásabban hegeszthető darabok esetében a geometria könnyen válhat egy kritikus paraméterre a hegesztés során [3].

Egy további problémát jelenthet az ultrahangos hegesztés során képződő ultrahang-jelenség, amely elősegíti a diszlokációk mozgását, adott helyen való feltorlódásukat egyes esetekben. A diszlokációk mozgása az anyagban komolyabb szerkezeti változásokkal járhat, például a

munkadarab keményedését, lágyulását vagy akár a darab alakváltozását is okozhatja [4]. Ennek egyik oka az eljárás során az anyagban tapasztalható magas gerjesztettségi állapot, amelyet az ultrahangos hatás okoz, ez azonban megfelelő rögzítéssel, szilárd megfogással csökkenthető. A befogás szerepe annak függvényében válik fontossá, hogy milyen anyagminőséget szeretnénk hegeszteni. Lágy anyagok esetében repedések ritkán alakulnak ki, annak ellenére, hogy nem alkalmaznak munkadarab rögzítést. Keményebb alumínium darabok esetében azonban repedések jelennek meg, ha a darabok nincsenek kellően lerögzítve.

2. Kísérletek

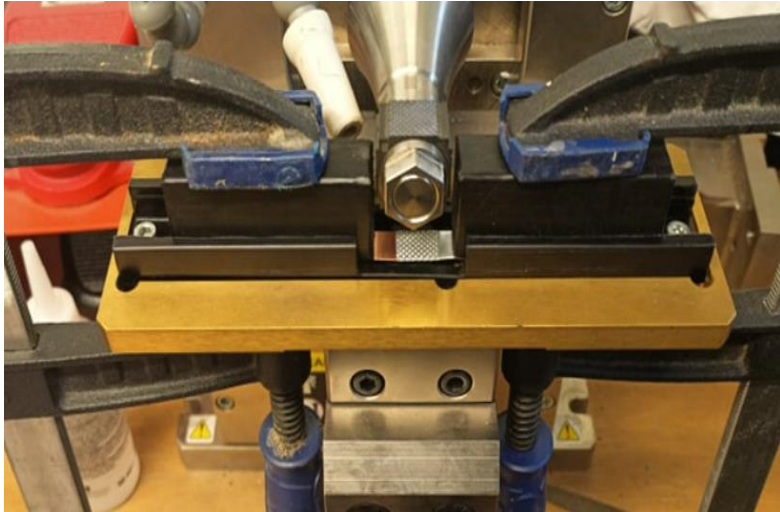
2.1 Kísérlet leírása és az alkalmazott paraméterek

A kísérletek során a célkitűzésünk a befogás hatásának tanulmányozása volt alumínium (Al) és réz (Cu) közti ultrahangosan hegesztett kötés kialakulására vonatkozóan. A kísérletek során a kötések kialakításához beállított paraméterek a következők voltak: amplitúdó 37 μm , összeszorító erő 24 PSI (0,165MPa), a teljesítmény pedig 1200-1400 W között változott, ezeket az értékeket szakirodalmi forrás [5] alapján választottuk. Az idő paraméter kapcsán több kísérletet végeztünk. A két lemez minősége egy 99,5%-os tisztaságú Al és egy 99,5%-os tisztaságú Cu lemez volt, a lemezzvastagság 0,5 mm, a lemezek hossza 70 mm, szélessége 10 mm volt. Az első kísérletekhez lágyított állapotú Al lemezeket használtunk, amelyeken előzetesen 30 perces lágyítást alkalmaztunk 500 °C – on.

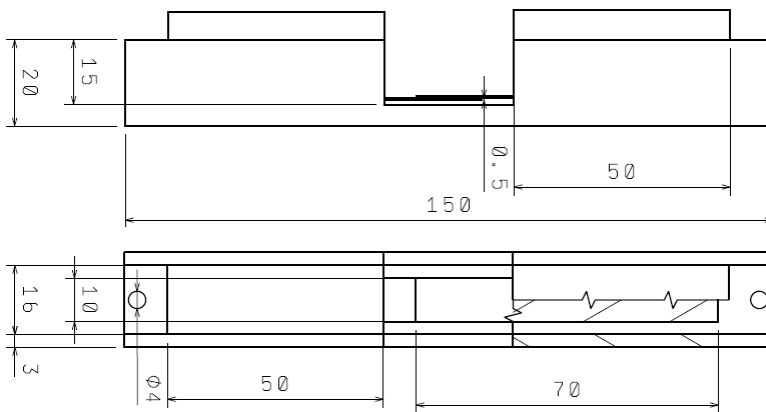
A 2. ábrán látható 4 hegesztett darab, amelyből 2-2 munkadarab rögzítés (befogás) mellett volt hegesztve, a fennmaradó darabok esetében pedig darabrögzítés nélküli volt a hegesztés. A rögzítés elrendezését ultrahangos hegesztés során a 3. ábra, a befogókészülék vázlatát pedig a 4. ábra mutatja. Húzóvizsgálat során a hegesztett darabok elszakításához szükséges erőt mértük (illetve ebből feszültséget számítottunk), továbbá felmértük a vizuálisan detektálható hibákat (repedések, hibás kötés, nagymértékű alakváltozás a darabok geometriájában). Ezen felül még keménységmérést is végeztünk a darabokon. Ezt a keménységmérést a felületen végeztük a befogás alatti területeken. A mérések eredményeképpen azt kaptuk, hogy a kiinduló 20 HV_{0,2/30}-as (szórás+0,8HV) keménységi érték készülék alkalmazása esetén a lefogott részen nem változott, míg készülék alkalmazása nélkül a lemez felkeményedett 25 HV_{0,2/30} (szórás+0,4HV) keménységet elérve a mért területen.



2. ábra Befogással és befogás nélkül hegesztett darabok



3. ábra A befogott darab hegesztése.



4. ábra A befogó készülék és a lemezek rögzítésének vázlatja

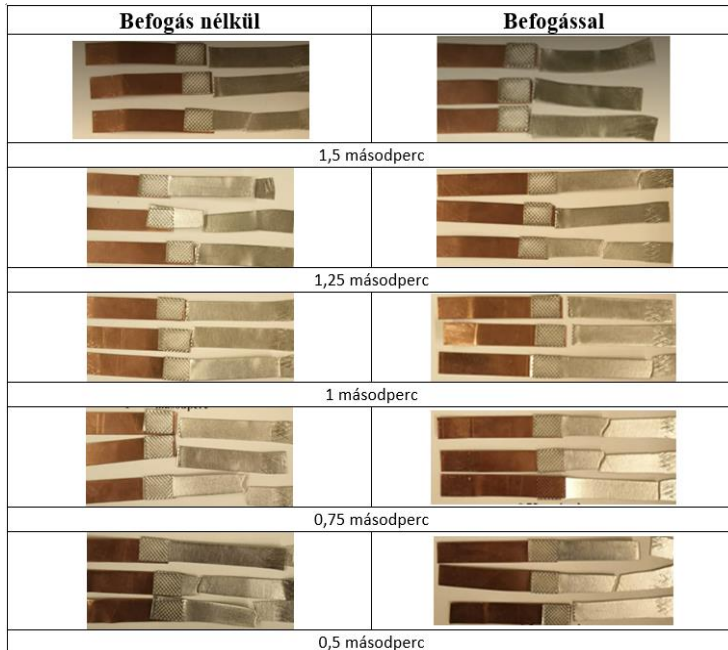
2.2 Kísérlet eredmények összefoglalása

Az 1. táblázat a hegesztés után mért szakadási szilárdság értékeit tartalmazza. A táblázat zölddel kiemelt részei azt jelzik, hogy az adott eredmény megfelelt mind geometriai, mind szilárdsági szempontból. Ha az egyes hegesztési paraméterek esetében hegesztett kötés nem alakult ki, vagy elrepedt a darab az eljárás során, azt szövegesen jelöltük. Az adatok, melyek nincsenek kiemelve színnel, valamilyen geometriai hibával rendelkező kötetést jelölnek. A darabokról egy összefoglaló táblát a 2. táblázat közöl, a felvételek a szakító kísérlet után készültek. Látható, hogy a készülékkel rögzített darabok esetében a próbadarabok többnyire a hegesztési ponttól távolabb szakadtak el, az alumínium lemezben. Ebből megállapítható, hogy rögzítés hatására csökkent a hegesztés közvetlen környezetében bekövetkező repedés kialakulásának veszélye. Ezenfelül a befogás a geometriai deformációk ellen is kedvező megoldást jelent.

1. táblázat Mérések eredményei

Idő	Szakadási szilárdság [MPa]	
	Befogás nélkül	Befogással
1,5 s	43,2	50,4
1,25 s	51,2	49,6
1,25 s (nem lágyított)	nem alakul ki kötés	81,6
1 s	49,6	47,2
0,75 s	51,2	51,2
0,5 s	50	50

2. táblázat Kiválasztott hegesztett darabok tablója lágyított állapotú szakítás után



2.3 Eredmények kiértékelése

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy vékony lemezek esetében, hegesztés során, a darabok állapota nagyobb hatást gyakorol egyes esetekben, mind maga az ultrahangos kitettségnél az ideje. Miközben a lágyított lemezek esetében alig látható különbség az egyes hegesztési paraméter kombinációk hegesztett kötésre gyakorolt hatása között, addig a hideghengerlés után nem lágyított darabok esetében észrevehető a befogás hiánya, hiszen kötés sem alakult ki. Ugyanakkor az is elmondható, hogy ha fontos, hogy a kötés nagyobb szilárdságú legyen, nem ajánlott a lágyítás, e helyett a befogó készüléket ajánlott pontosabban megtervezni. Ezen észrevételek mellett az is látható, hogy a lágy lemezeknél minden hegesztési idő esetében fellépett deformáció, amely már

egy egyszerű munkadarab rögzítéssel is elkerülhető lehet. Megemlítendő továbbá, hogy bár a befogás a szilárdsági paramétereket nem minden esetben növeli, a geometriai deformációkkal szemben megfelelő megoldást jelent és ez sok esetben legalább olyan fontos paraméter, mint a szakadási szilárdság.

3. Konklúzió

Az elvégzett kísérletek alapján megállapítható, hogy a befogás, a munkadarabok rögzítése, egy fontos lépés az ultrahangos hegesztés során. Elmondható, hogy bár a hegesztések egy része befogás nélkül is elvégezhető, sőt bizonyos szempontból a befogás nem is javít az eredményen, de az alapanyagok deformációja elkerülhető általa. Tapasztalatokból következően, az elektronikai iparban, kábelek, BUS-ok kötés kialakítása során nem feltétlenül szükséges a munkadarabok rögzítése. A kutatás folytatásaként vizsgálható lehet, hogy a hegesztés során a geometriai deformitás milyen hatást gyakorol a vezetőképesség változására. A rögzítési erő pontos meghatározása is egy lehetséges területét képezi a kísérletsorozat folytatásának.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki a Bánki Szakkollégium által nyújtott támogatásért, amelynek eredményeként a rögzítő elemek elkészítéséhez szükséges anyagok beszerezhetők voltak.

4. Hivatkozások

- [1] Siddiq, A., & Ghassemieh, E. (2008). Thermomechanical analyses of ultrasonic welding process using thermal and acoustic softening effects. *Mechanics of Materials*, 40(12), 982-1000.
- [2] Mech4study Mechanical Engineering Blog (2017). Ultrasonic Welding : Principle, Working, Equipment's, Application, Advantages and Disadvantage <https://www.mech4study.com/2017/03/ultrasonic-welding-principle-working-equipment-application-advantages-and-disadvantages.html> (2022.10.25.)
- [3] Kovács T. (2018) Investigation of the Ultrasound Welded Aluminum Joint Microstructure. In: Jármái K., Bolló B. (eds) Vehicle and Automotive Engineering 2. VAE 2018. Lecture Notes in
- [4] Ruzinko, E., & ALHILF, A. (2021). The Effect of Ultrasound on Strain-hardened Metals. *Acta Polytechnica Hungarica*, 18(8), 221-233.
- [5] Schramkó, M., Nyikes, Z., Jaber, H., & Kovács, T. A. (2022). Dissimilar Joining by Ultrasonic Welding. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 49(3).
- [6] Ward, A. A., French, M. R., Leonard, D. N., & Cordero, Z. C. (2018). Grain growth during ultrasonic welding of nanocrystalline alloys. *Journal of Materials Processing Technology*, 254, 373-382.
- [7] Dhara, S., & Das, A. (2020). Impact of ultrasonic welding on multi-layered Al–Cu joint for electric vehicle battery applications: A layer-wise microstructural analysis. *Materials Science and Engineering: A*, 791, 139795.



Alumínium öntvények menetformázási vizsgálata

Thread forming testing of aluminium castings

¹Stadler Róbert Gábor, ²Fábián Enikő Réka, ³Pinke Péter, ⁴Horváth Richard

¹Óbudai Egyetem. Budapest, Magyarország, stadler.robort@bgk.uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem. Budapest, Magyarország, fabian.reka@bgk.uni-obuda.hu

³Óbudai Egyetem. Budapest, Magyarország, pinke.peter@bgk.uni-obuda.hu

⁴Óbudai Egyetem. Budapest, Magyarország, horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

A nyomásosan öntött autoipari alkatrészek összeszerelése érdekében az alkatrészekeken gyakran kell menetes részt kialakítani. Annak függvényében, hogy mekkora a készítendő menet magfuratba meneetalakítási nyomaték nagyban változik. Nagy nyomaték esetén (előírt magurfathoz képest kisebb átmérőknél) viszont nagy diszlokációsűrűség növekedés lép fel. A diszlokációk felületen való feltorlódásai felületi repedéseket hozhatnak létre, amennyiben az alakított rétegben létrejött feszültség meghaladja a kritikus törési szilárdságot. Jelen tanulmányban különböző magfurat átmérők mellett menetformázási műveletet végeztünk, a folyamat során pedig mértük a fellépő forgácsolási nyomatékokat. Ezekután pásztázó elektronmikroszkóp és optikai mikroszkóp segítségével jellemeztük a menetalakítás utáni mintákat. Vizsgálataink azt mutatták, hogy magfurat növelésével csökken a menetprofil a hordozó felületen.

Kulcs szavak: nyomásosan öntött alumínium ötvözet, menetformázás, alakítási repedés.

Abstract

In order to assemble die-cast automotive parts, threading is often required on the parts. Depending on the size of the core hole, the machining torque varies considerably. At high torque, however, a large increase in dislocation density occurs. The build-up of dislocations on the surface can create surface cracks if the stress generated in the formed layer exceeds the critical fracture strength. In the present study, a thread forming operation was carried out at different core hole diameters, and the applied cutting torque was measured during the process. The samples were then studied using scanning electron microscopy and optical microscopy. Our investigations showed that the thread profile on the substrate surface decreases with increasing core fouling.

Keywords: die-cast aluminium alloy, thread forming, deformation cracking

1. Bevezetés

Az alumíniumötvözetből készült öntvények alkalmazása folyamatosan növekvő tendenciát mutat több iparágban, amelyek közül az egyik legjelentősebbet a járműipari felhasználás jelenti. Ez többek között az alkalmazott ötvözetek és feldolgozó technológiák előnyös társításából következik. Az öntészeti ötvözetek megfelelő öntehetősége és fajlagos szilárdsága lehetőséget ad bonyolult geometriájú alkatrészek költséghatékony sorozatgyártására [1].

A nyomásos öntéstechnológia alkalmazása során, a technológiai paraméterek optimalizálása mellett is, kialakulnak különböző öntési hibák, amelyek nagyban befolyásolják a végeredmék

mechanikai és fizikai tulajdonságait. Ezek a hibák többféle mechanizmus által képződnek, amelyek eredményeként a jellemző hibák: a felületi oxidáció, a gázporozitás, a zsugorodási üregek képződése, valamint légzárványok kialakulása [2].

Az öntvényben képződött különböző öntési hibák nagyban kihatnak a termék utómunkálataira is, ezek közül a különböző felületkezelési vagy menetformázási eljárások említhetők. Menetes kötélemeket széles körben alkalmaznak mechanikai és szerkezeti alkalmazásokban, többek között a könnyebb karbantartási, szerelési és javítási lehetőségek miatt [3].

Az öntvények egyre növekvő alkalmazása végett, az ilyen típusú alkatrészekbe gyakran menetformázással készítene meneteket, ebből adódóan a menetformázási technológiákkal összefüggő kísérletek, vizsgálatok száma is megnőtt.

Alessandra Olinda és ts. [4] tanulmányukban kiemelik, hogy a belső menetfúrás az egyik legkritikusabb megmunkálási művelet. Vizsgálataik során AM60 típusú ötvözetben különböző furatátmérők (9,1; 9,3; 9,5 mm), formázási sebességek (60; 80; 100 mm/perc), és szerszám típusok (bevonatos és bevonat nélküli szerszámok) hatását vizsgálták többek között a folyamat során kialakuló nyomatékra és axiális erőre vonatkozóan. Ezekon kívül vizsgálták a keménységet (mikrokeménység mérővel a menet profilon 5 helyen) valamint mikroszerkezeti és topográfiai elemzést is végeztek a kész menetekben. A tanulmányukban többek között arra a következtetésre jutottak, hogy a nyomatékot jobban befolyásolja a furat átmérő, mint az axiális erő, valamint megállapították, hogy kisebb átmérő és nagyobb formázási sebesség mellett keményedés tapasztalható.

Nils Felinks és ts. [5] szintén a változó magfurat átmérők hatását vizsgálták a menet kialakítására vonatkozóan AlSi10MnMg öntött ötvözetben. A tanulmányukban M6-os menetek formáztak és vizsgáltak két magfurat átmérőn (5,5 és 5,6 mm). A menetformázásokat egy TiN bevonatú menetformázóval hajtották végre, 7,5 m/perc formázási sebesség mellett. A vizsgálatok során mérték a mechanikai szerszámterheléseket (axiális erő és nyomaték), valamint vizsgálták a szárnyprofil mikroszerkezetét. Arra a következtetésre jutottak, hogy a nagyobb méretű magfuratnál kisebb szerszámterhelések lépnek fel, illetve, megállapítást nyert, hogy a magfurat átmérő jelentősen befolyásolja a menet minőségét.

Breno dos Santos Siqueira és ts. [6] a menetformázó szerszám paramétereinek (forgáctörő, spirálszög, bevonat), valamint a vágósebesség (15; 30; 45 m/perc) hatását vizsgálták menetformázási kísérletek során. A vizsgálatok során detektálták a menetformázási művelet során fellépő axiális erőt és nyomatékot. Az M8-as menetformázási vizsgálatokat SAE 1020-as acél munkadarabban hajtották végre. Mindegyik menetformázást, ugyanolyan geometriai paraméterekkel rendelkező furatban végezték el. Mérési eredményeik alapján megállapították, hogy a formázó szerszám kialakítása jelentős hatást gyakorol az axiális irányú erőre, valamint a keletkező nyomatékra. A nagyobb spirálszöggel rendelkező, bevonatos, forgáctörő nélküli menetformázó szerszámmal érték el a legjobb eredményeket.

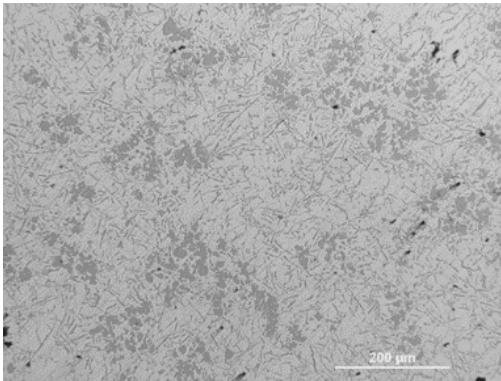
Oliveira és ts. [7] a formázási sebesség (10; 50 m/perc), a menetfűrő bevonatának és a menetfűrő kúpos tartományának hatását vizsgálták menetfűrési művelet során 7075-T6 alumíniumötvözetben. A vizsgált kimenő paraméterek a folyamat során fellépő tolóerő és a nyomaték volt, valamint ezek hatása a menetprofilok mikrokeménységére és minőségére. Minden bemenő faktort két szinten változtattak. Vizsgálati eredményeik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a formázási sebesség, a bevonat és a kúpos tartomány mind jelentős befolyással van a folyamat során keletkező tolóerőre és nyomatékra. A TiN bevonatú, C típusú kúpos szerszámmal előállított menetprofil 10 m/perc alakítási sebességgel adta a legjobb menetprofil topográfiát.

Ebben a cikkben eltérő magfurattal rendelkező menealakítást végeztünk nyomásosan öntött alumínium ötvözetben abból a célból, hogy a magfurat csökkenéséből adódó nyomaték növekedés és az abból adódó alakítás növekedése, hogyan hat a menetprofilra. A nagymértékű alakítás okozhat-e

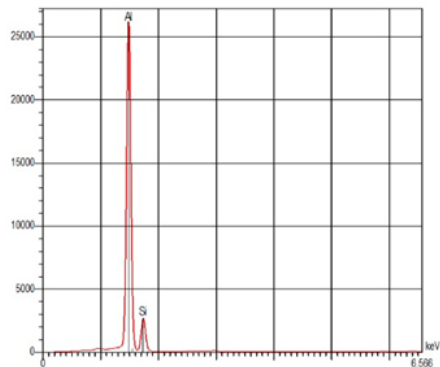
akár repedéseket a menetalkítás során, mely szivárgási útvonalként szolgálhat a gáztömör követelményekkel rendelkező ötvények esetében.

2. Anyag és módszer

A menetformázási vizsgálatokat tömeggyártásban készült nyomásosan öntött hipereutektikus összetételű Al-Si próbatesteken (Al = 82,8%; Si = 17,3%) végeztük el. A minta szövetszerkezete az 1.a). ábrán, a pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) elemzésekor felvett spektruma pedig az 1.b). ábrán látható. A metallográfiai elemzés és a SEM spektrum alapján látható hogy hipereutektikus Al-Si ötvözetéről van szó, ahol a primer szilíciumkristályok kisebb csoportosulásokban oszlanak el az anyagban.



a,



b,

1. ábra. A vizsgált nyomásosan öntött alkatrész szövetszerkezete (a) és SEM elemzési spektruma (b)

A vizsgálatok során M5 típusú menetek formázását hajtottuk végre. A formázási kísérletek során Mazak Nexus 410A-II típusú CNC marógépet és egy Walter gyártmányú TC420-M5-C0-WW60BA kódú menetformázó szerszámot alkalmaztunk. A mérések során alkalmazott forgácsolási paramétereket a szerszám katalógusa alapján választottuk, amelyek minden mérési pontban azonosak voltak (n – fordulatszám: 3500 1/perc; v_f – előtolási sebesség: 175 mm/perc). A vizsgálatok során egy paramétert, a magfurat átmérőt változtattuk 3 szinten (4,6; 4,65; 4,7 mm). A menetformázás során pedig a különböző magfuratok alakítása során fellépő nyomatékot mértük egy Kistler 9123C típusú nyomatékmérővel. Azonos magfurat átmérőn három mérést végeztünk. A mért nyomaték értékeket átlagoltuk.

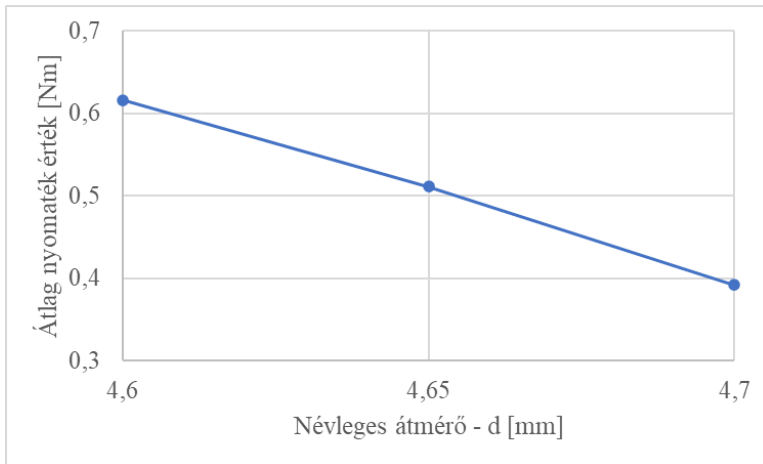
A menetformázás után a vizsgálati mintákat kettétörtük. A kapott töretfelületeket egy Jeol JSM 5310 típusú pásztázó elektron-mikroszkópon, valamint egy Optika SZM2-e típusú sztereomikroszkópon vizsgálatuk.

3. Eredmények bemutatása

Az 1. táblázatban láthatóak a mért nyomaték értékek az egyes mérési pontokban, illetve az azonos magfuratban mért formázó nyomatékok átlagértékei. A 2. ábrán az egyes magfuratokon mért nyomatékok átlaga látható.

1. táblázat: A névleges és tényleges magfuratátmérő értékek

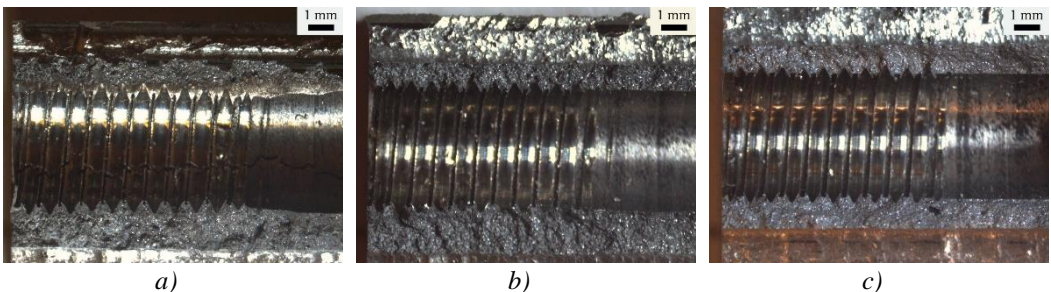
Névleges átmérő [mm]	1. mérés, Nm	2. mérés, Nm	3. mérés, Nm	Átlag, Nm
4,6	0,622	0,608	0,618	0,616
4,65	0,499	0,522	0,512	0,511
4,7	0,384	0,390	0,401	0,392



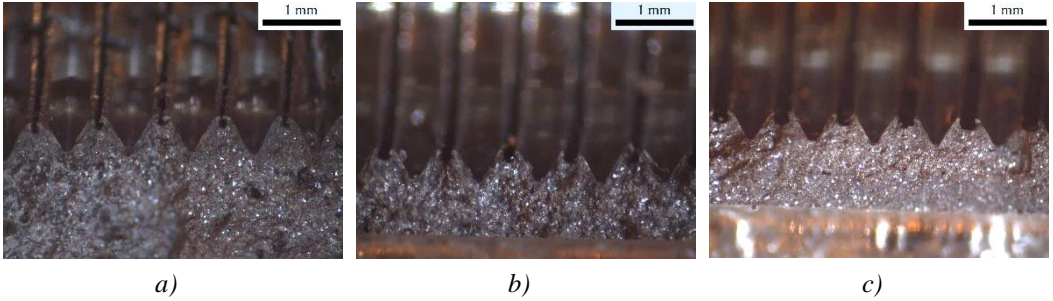
2. ábra: A mért átlag nyomaték értékek a névleges magfurat átmérő függvényében

A mért eredményekből jól megfigyelhető, hogy a legnagyobb nyomaték értékeket a legkisebb magfurat átmérőn mértük ($d = 4,6$ mm), míg a legkisebb nyomaték értékek a legnagyobb magfurat átmérőn ($d = 4,7$ mm) kaptuk. Az azonos magfuratokon mért nyomatékértékek közt minimális eltérés tapasztalható. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a magfurat növelésével csökken a formázás során fellépő formázási nyomaték, ezzel csökken a szerszámra ható terhelés, valamint a menetalakítás mértéke is.

A 2. és 3. ábrán láthatóak a sztereomikroszkópos felvételek az elkészült menetek töretfelületeiről.



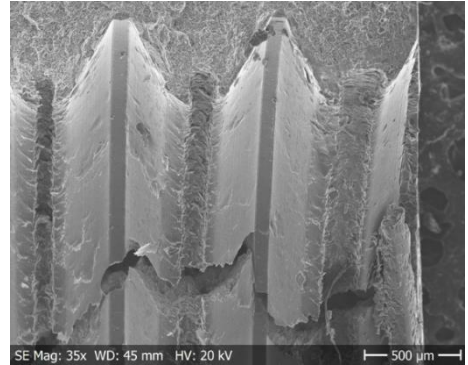
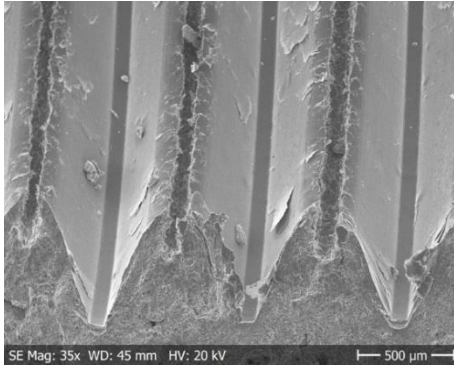
3. ábra: A különböző magfuraton kapott menetek megjelenése sztereomikroszkópos vizsgálat során (ridegítetten eltört minták felülnézete) a) $d=4,6$ mm b) $d=4,65$ mm c) $d=4,7$ mm



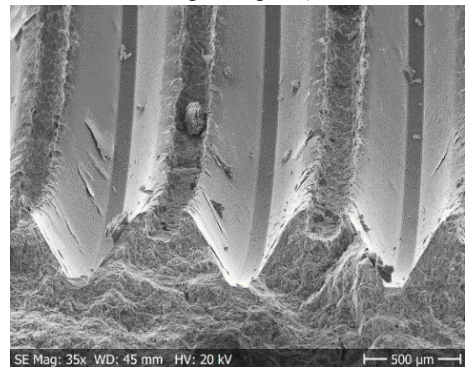
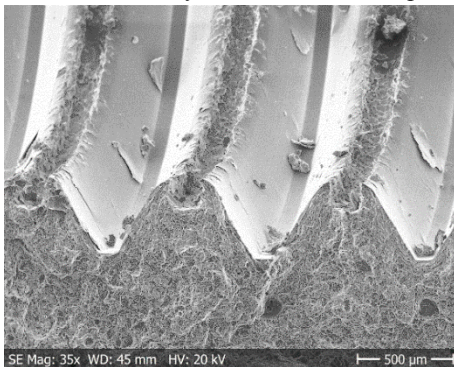
4. ábra: A különböző magfúraton kapott menetek profiljai oldalnézetből sztereomikroszkópos felvétel a) $d=4,6$ mm b) $d=4,65$ mm c) $d=4,7$ mm

A sztereomikroszkópos vizsgálatok során azt tapasztaltuk, hogy minél nagyobb a magfúrat, annál kisebb a menetprofil hordozó felülete. A sztereomikroszkópos felvételek alapján jó felületi minőségűnek látszanak a profilok, a 4,6 mm magfúrat átmérőn formázott menet felületén feltételezhető egy jelentősebb méretű repedés. A 4,65 mm és 4,7 mm magfúrat átmérőn formázott menetek töretfelületén nem vált láthatóvá repedés ezen vizsgálatok során.

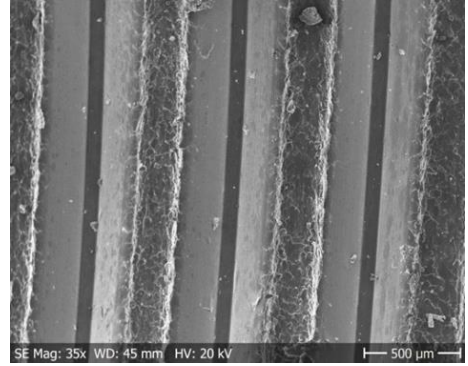
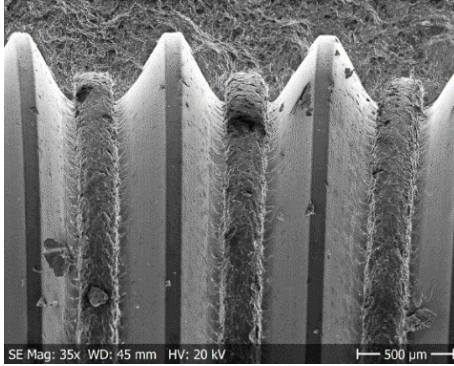
A pásztázó elektron mikroszkópos vizsgálatok alkalmasak a nagyobb felbontóképességre, jó mélységélesség mellett. Ennek következtében a menetformázás során keletkezett esetleges hibák és azok jellege jobban feltérképezhető. A 5., 6. és 7. ábrán a három különböző átmérőn formázott menetek néhány jellegzetes felvételét láthatjuk.



4. ábra: A töretfelületekről készített pásztázó elektron-mikroszkópos képek ($d = 4,6$ mm)



5. ábra: A töretfelületekről készített pásztázó elektron-mikroszkópos képek ($d = 4,65$ mm)



6. ábra: A töretfelületekről készített pásztázó elektron-mikroszkópos képek ($d = 4,7 \text{ mm}$)

A vizsgálat során bebizonyosodott, hogy $d = 4,6 \text{ mm}$ -es magfurat megmunkálásakor a menetek felületén számos felhasadás, illetve teljes törésvonal is kialakult (4. ábra).

Ismeretes, hogy az alakítások során az alakváltozás mértékének növelésével nő az anyagban létrejövő diszlokáció mennyisége, amely az anyag szilárdság növekedését okozza, mely az alábbi módon számítható:

$$\Delta\sigma = \alpha Gb\sqrt{\rho} = \alpha Gb\sqrt{\frac{\varepsilon}{bL}} \quad (1)$$

ahol : α – keményedési kitevő,
 G – csúsztató rugalmasági modulusz,
 ρ – diszlokációsűrűség
 L – diszlokációk szabad úthossza
 ε – fajlagos alakváltozás
 b – Burgers vektor

A mérési eredmények és megfigyelések egybevágznak a szakirodalomban fellelhető adatokkal, Wu és tsi. [8] hasonlóan nyomásosan öntött hipereutektoidos alumínium – szilícium ötvözetnél azt találták, hogy a szakadási feszültség 275-400 MPa közé esik, az anyag szemcseméretének függvényében, amit az öntéskor alkalmazott nyomással módosítottak.

A $d = 4,6 \text{ mm}$ -es magfurat megmunkálásakor a felhasadások azt mutatják, hogy ennél az alakításnál a diszlokációsűrűség növekedése által okozott feszültség meghaladta az anyag minőségének megfelelő szakadási feszültséget.

A $d = 4,65 \text{ mm}$ -es magfurat megmunkálásakor a menetek felületén több, de apróbb felhasadás jelent meg a megmunkálás során, viszont nagy repedés nem jelent meg. Itt is kijelenthető, hogy az alakított felületek még mindig akkora alakváltozást szenvedtek, amelytől a diszlokációk a felületre kifutva apró felrepedéseket hoztak létre, ahogy azt a 5. ábra felvételei is mutatják.

A $d = 4,7 \text{ mm}$ -es magfurat megmunkálásakor a menetek felülete sík, sima, felületi felhasadások nem észlelhetők. A 6. ábra felvételeinek tanúsága szerint a 0,392 Nm nyomaték nem hozza létre a kritikus, felrepedést okozható diszlokációmennyiséget, amit az előzőleg bemutatott magfurat átmérőkön tapasztaltunk. Továbbá a SEM képsorozatok alátámasztják a sztereomikroszkópos vizsgálatok megfigyeléseit, miszerint a magfurat növelésével csökken a menetprofil a hordozó felületen.

4. Következtetés

Jelen tanulmányban különböző magfurat átmérők mellett hajtottunk végre menetformázási műveleteket nyomásosan öntött alumínium próbatestekbe. A vizsgálatok során 3 különböző magfurat átmérőn 3-3 menetformázási vizsgálatot végeztünk. A formázási művelet során minden mérési pontban azonos forgácsolási sebességet alkalmaztunk, továbbá mértük a menetalakítás során fellépő nyomatékot. A nyomaték mérés eredményeiből arra a következtetésre jutottunk, hogy a magfurat átmérő (d) növelésével csökken a formázás során fellépő nyomaték, ezáltal a szerszámmra ható terhelések is. A növelt átmérő mellett a menetformázó szerszámnak kevesebb anyagmennyiséget kell alakítani a művelet végrehajtása során. Az elektronmikroszkópos és az optikai sztereomikroszkópos felvételek alapján megfigyeltük, hogy a 4,6 mm és a 4,65 mm magfuratok esetén a felületen repedések, apró felhasadások figyelhetők meg. Vizsgálataink azt mutatják, hogy ezeknél a méréseknél a diszlokációsűrűség növekedése által okozott feszültség meghaladta az anyag minőségének megfelelő szakadási feszültséget. A legnagyobb magfurat átmérőnél ($d=4,7$ mm) mért 0,392 Nm-es nyomaték nem okozott a menetek felületén felszakadást, ugyanakkor a magfurat növelésével csökken a menetprofil a hordozó felületen.

Köszönetnyilvánítás

Az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-22-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.

A kutatás a 2019-1.1.1-Piaci KFI-2019-00462 projektpénzügyi támogatásával valósult meg.

5. Hivatkozások

- [1] Lordan, E., Lazaro-Nebreda, J., Zhang, Y., Dou, K., Blake, P., & Fan, Z. (2020). On the relationship between internal porosity and the tensile ductility of aluminium alloy die-castings. *Materials Science and Engineering: A*, 778, 139107.
- [2] Jolly, M., & Katgerman, L. (2022). Modelling of defects in aluminium cast products. *Progress in Materials Science*, 123, 100824.
- [3] Croccolo, D., De Agostinis, M., & Vincenzi, N. (2010). Experimental study of friction in aluminium bolted joints. In *EPJ Web of Conferences* (Vol. 6, p. 08003). EDP Sciences.
- [4] de Carvalho, A. O., Brandão, L. C., Panzera, T. H., & Lauro, C. H. (2012). Analysis of form threads using fluteless taps in cast magnesium alloy (AM60). *Journal of Materials Processing Technology*, 212(8), 1753-1760.
- [5] Felinks, N., Krumme, E., Beer, C., Hechtle, D., Sarafraz, Y., Walther, F., & Biermann, D. (2022). Influence of Core Hole Diameter on Thread Quality for a High-Performance Tapping Technology in AlSi10MnMg Cast Alloys. *Procedia CIRP*, 115, 42-47.
- [6] dos Santos Siqueira, B., Freitas, S. A., Pereira, R. B. D., Lauro, C. H., & Brandão, L. C. (2019). Influence of chip breaker and helix angle on cutting efforts in the internal threading process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(5), 1537-1546.
- [7] de Oliveira, J. A., Ribeiro Filho, S. L. M., & Brandão, L. C. (2019). Investigation of the influence of coating and the tapered entry in the internal forming tapping process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 101(1), 1051-1063.
- [8] Wu, F. F., Li, S. T., Zhang, G. A., & Jiang, F. (2014). Microstructural evolution and mechanical properties of hypereutectic Al-Si alloy processed by liquid die forging. *Bulletin of Materials Science*, 37, 1153-1157.



Kavaró dörzshegesztett PP lemezekben fellépő hibák megjelenése CT felvételeken

Appearance of defects in friction stir welded PP plates on CT images

¹Stadler Róbert Gábor, ²Horváth Richard, ³Fábián Enikő Réka

¹Óbudai Egyetem, Budapest, Magyarország, stadler.robort@bgk.uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem, Budapest, Magyarország, horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu

³Óbudai Egyetem, Budapest, Magyarország, fabian.reka@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

Jelen tanulmányban 4 mm vastagságú polipropilén lemezek kavaró dörzshegesztését végeztük el 12 mm átmérőjű forgó váll kialakítású szerszámmal különböző hegesztési paraméterek (szerszám fordulatszám és előtolási sebesség) mellett. A szerszám fordulatszámot és az előtolási sebességet is 4-4 szinten változtattuk, így 16 mérési pontot foglalmaztunk meg. A hegesztések után a varratokról 2D-s CT felvételeket készítettünk, majd pedig szakító próbatesteket kivágva (mérési pontonként 3 darabot) vizsgáltuk a varratok szilárdságát. A szakító vizsgálatok eredményének ismeretében a CT felvételeket értékeltük.

Kulcs szavak: Kavaró dörzshegesztés (FSW), Polipropilén (PP), műanyag hegesztés, CT

Abstract

In the present study, a friction stir welding of 4 mm thick polypropylene sheets was welded with a 12 mm diameter rotary shoulder tool at different welding parameters (tool speed and feed rate). We changed the tool speed and the feed rate parameters in 4-4 levels, so 16 measurement points were created. After welding, 2D CT scans of the welds were taken, and then tensile specimens were cut (3 per measurement point) to test the strength of the welds. The results of the tensile tests were used to evaluate the CT scans.

Keywords: friction stir welding (FSW), polypropylene (PP), plastic welding, CT

1. Bevezetés

Napjainkban a hegesztés tudományterülete egy nagyon népszerű, és széles körben kutatott témakör. Kezdvé az egyes anyag típusok hegeszthetőségétől (pl.: ausztenites rozsdamentes acél [1], hőre lágyuló kompozit anyagok [2]) a különböző hegesztési technológiák (pl.: robbantásos hegesztés [3], ultrahangos hegesztés [4]) vizsgálatáig és optimalizálásáig.

A kavaró dörzshegesztés egy a mechanikai súrlódás elvén működő hegesztési technológia, amelyet a kifejezetten nehezen hegeszthető anyagok, mint például a különböző alumínium ötvözetekre fejlesztettek ki a 90-es évek elején [5]. Az összehegeszteni kívánt anyagok illesztésénél bevezetett forgó szerszám biztosítja a hegesztési hőmérsékletet, aminek köszönhetően az anyagok összehegednek. A forgó mozgást végző szerszám a megömlesztett anyagok homogén eloszlását is biztosítja a hegesztési zónában, így már napjainkban egyre több olyan kutatás van, amely a különböző fémkompozitok hegesztését vizsgálja ezzel a hegesztési eljárással [6].

A 2004-ben Nelson és tsi. [7] sikeres hegesztési kísérleteket hajtottak végre a technológiával polimer anyagon, amely anyagcsoport szintén a nehezen hegeszthető anyagok csoportjába sorolható. Ezekután a polimerek kavará dörzshegesztéssel történő összeillesztése az évek során népszerű kutatási területté vált. A kutatások többek között kitérnek a különböző polimer és polimer kompozit anyagok hegeszthetőségére [8], a hegesztések során alkalmazott és a hegesztési varrat minőségét befolyásoló szerszám konstrukciókra és csap geometriákra [9,10].

Ezeken kívül számos olyan kutatást végeztek polimerek kavará dörzshegesztése során, ahol a hegesztési varratot, illetve morfológiai változásait vizsgálták.

Kiss és Czigány [11] polipropilén (PP) lemezek hegesztési varratait vizsgálta optikai és elektromikroszkópiával. A mérések során alacsonyabb (2000 1/perc) és magasabb fordulatszámon (3000 1/perc) végeztek hegesztéseket. Mérési eredményeik során kimutatták, hogy a varrat középső részein az alapanyag anyagszerkezetéhez hasonló szerkezetek alakulnak ki, míg a varrat határvonalán komplex szupermolekuláris struktúra volt a jellemző. Továbbá azt tapasztalták, hogy a hegesztési zónában a szferolitok átlagos átmérője a fele az alapanyagéhoz képest. Az alacsonyabb hegesztési fordulatszám hatására a határmenti átmeneti zóna összetettebb tulajdonságú volt, mint a magasabb forgási sebesség. Ez a hegesztési varrat szilárdságának romlását eredményezte.

Simões és Rodrigues [12] polimetil-metakriláton (PMMA) végeztek kavará dörzshegesztési kísérleteket, hogy megfigyeljék a hegesztés során tapasztalható anyagáramlást és termomechanikai jelenségeket. A szerzők kiemelik, hogy a fémek kavará dörzshegesztésének termomechanikai jelenségeit széles körben vizsgálták már, míg a polimer anyagoknál hiányos ez a szakirodalom rész. A PMMA nagy átlátszóságának köszönhetően könnyen elemezni tudták a hegesztési folyamat által kiváltott morfológiai változásokat. A hegesztési varratból kereszt- és hosszirányú mintákat is elemeztek. Vizsgálataikból arra a következtetésre jutottak, hogy a polimer anyag reológiai és fizikai tulajdonságaiból adódóan a hegesztés során tapasztalható termomechanikai feltételek nagy mértékben eltérnek a fémek hegesztésétől. Továbbá megfigyelték, hogy az ellenirányú oldalon a hegesztés során jelentős számú makro- és mikroüregek keletkeztek, amely a varrat szilárdságának romlását eredményezi.

Zafar és tsi. [13] 16 mm vastagságú Nylon 6 lemezek kavarádörzshegesztését végezték el A hegesztési kísérletek során a szerszám forgási sebességének (4 szinten változtatták) a hegesztési varratra gyakorolt hatását vizsgálták. A hegesztések során alkalmazott szerszám forgó váll kialakítású volt és menetes csappal volt ellátva. A hegesztési varratokon optikai mikroszkópos, pásztázó elektronmikroszkópos és DSC vizsgálatokat végeztek, illetve a varratok szilárdságát szakító vizsgálattal jellemezték. A szerzők többek között arra a következtetésre jutottak, hogy a Nylon 6 anyagot az alacsony olvadékviszkózitása miatt kisebb fordulatszámon érdemes hegeszteni. A nagy fordulatszámon történő hegesztések során a hegesztési zónában jelentős anyaghiányt és hegesztési hibákat tapasztaltak. A DSC vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a hegesztési zóna kristályossága csökkent, továbbá az ellenirányú oldalon kisebb volt a kristályosság mint az egyenirányú oldalon. A szakítóvizsgálatok során az összes varrat szakítószilárdsága alacsonyabb volt, mint az alapanyagé.

Alumínium ötvözetek esetén egyre több olyan vizsgálatot végeznek, ahol a kavará dörzshegesztéssel előállított hegesztési varratokat CT vizsgálattal jellemzik, így átfogóbb képet kapva a hegesztés minőségéről és a hegesztési hibákról. [14,15]. A kavará dörzshegesztett polimer varratok CT vizsgálata eddig kevésbé volt kutatott terület, így jelen kutatásban különböző paraméterek mellett hegesztett polipropilén lemezek hegesztési varratait vizsgáljuk CT berendezéssel.

2. Anyagok és módszertan

A hegesztési vizsgálatok során 4 mm vastag polipropilén (PP) lemezeket hegesztettünk össze egy Mazak Nexus VCN 410A-II típusú CNC marógép segítségével. A hegesztések során alkalmazott szerszám forgó váll kialakítású volt, hengeres csap geometriával. A hegesztési kísérletek során teljes kísérlettervet alkalmaztunk, a paraméterek közül a fordulatszámot és az előtolási sebességet változtattuk 4-4 szinten, így 16 mérési pontot határoztunk meg. A vizsgálatok során alkalmazott hegesztési paramétereket az 1. táblázatban tüntettük fel.

1. táblázat: A kísérletek során alkalmazott hegesztési paraméterek

Paraméterek		Szintek			
		1	2	3	4
x_1	Hegesztési fordulatszám – n , 1/perc	500	1000	1500	2000
x_2	Előtolási sebesség – v_f , mm/perc	50	100	150	200

A hegesztési varratokról 2D-s CT felvételeket készítettünk egy Y.Cheetah FXE-160.51 Multifocus X-Ray típusú CT berendezéssel. A CT képek a teljes hegesztési varratról készültek, 70 kV-os csőfeszültség, 22 μ A-es csőáramerősség, illetve 1,2-es Gamma érték mellett. A maszkolás értéke 3, míg a faktor szám 1-re volt állítva a képek készítése során.

A CT vizsgálatok után a hegesztési mintákból 3-3 darab lapos szakítópróbatestet vágunk ki, és a varratok szilárdságát szakító vizsgálattal határoztuk meg. A szakító vizsgálatokat egy Zwick Z005 szakítógépen végeztük el. A hegesztett darabokon kívül az alapanyag szakító szilárdságát is megmértük háromszor, a varrat jósági tényezőjének meghatározásakor a három mérési eredmény átlagát (28,8 MPa) vettük alapul. A kötési hatékonyságot az alábbi képlettel számoltuk:

$$JE [\%] = \frac{\sigma_{\text{hegesztett kötés}}}{\sigma_{\text{alapanyag}}} \quad (1)$$

ahol : $\sigma_{\text{hegesztett kötés}}$ – A varrat szakítószilárdsága
 $\sigma_{\text{alapanyag}}$ – alapanyag szakítószilárdsága,

3. Eredmények bemutatása

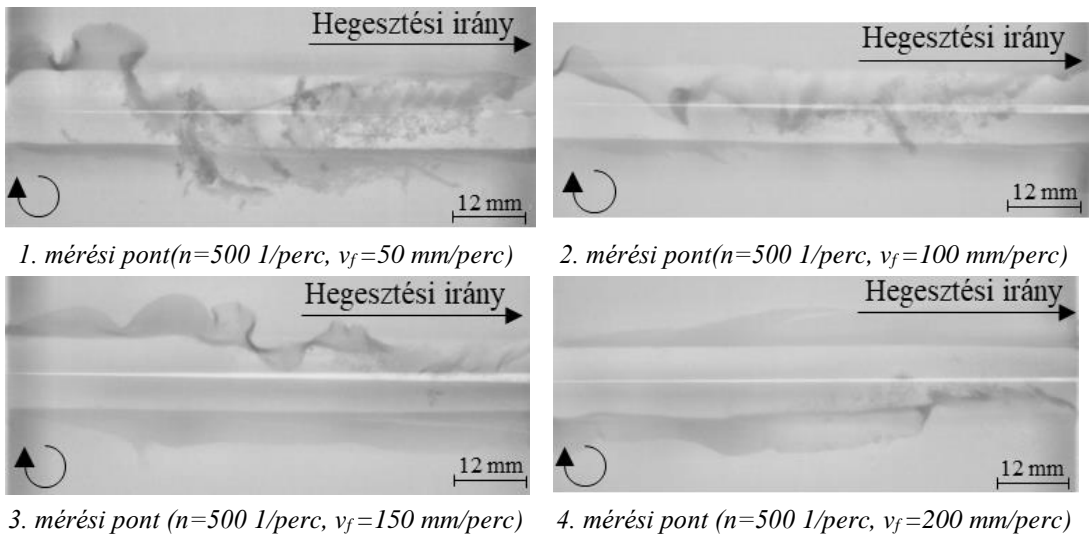
A 2. táblázatban láthatóak az egyes mérési pontokban kapott szakító szilárdságok, valamint az ezekből számolt kötési hatékonyságok.

2. táblázat: A szakító vizsgálatok eredményei és a számolt kötési hatékonyságok

Mérési pont	n [1/perc]	v_f [mm/perc]	Szakító szilárdság [MPa]			Kötési hatékonyság [%]		
			1.	2.	3.	1.	2.	3.
1	500	50	2,86	5,8	2,29	10%	20%	8%
2	500	100	2,57	4,37	5	9%	15%	17%
3	500	150	-	-	-	0%	0%	0%
4	500	200	-	-	-	0%	0%	0%
5	1000	50	5,52	5,98	6,24	19%	21%	22%
6	1000	100	5	3,48	4,28	17%	12%	15%

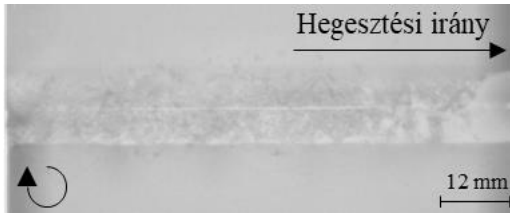
7	1000	150	5,29	2,95	4,61	18%	10%	16%
8	1000	200	2,92	3,47	3,04	10%	12%	11%
9	1500	50	6,57	9,91	7,68	23%	34%	27%
10	1500	100	4,98	6,68	1,02	17%	23%	4%
11	1500	150	3,86	5,7	1,45	13%	20%	5%
12	1500	200	2,97	3,85	2,49	10%	13%	9%
13	2000	50	7,54	7,6	8,16	26%	26%	28%
14	2000	100	5,87	3,19	7,51	20%	11%	26%
15	2000	150	5,5	4,09	1	19%	14%	3%
16	2000	200	4,19	3,48	1,12	15%	12%	4%

Ahogy a táblázatból is jól látható, hogy a legalacsonyabb előtolási sebesség (50 mm/perc) mellett sikerült a legjobb kötési hatékonyságokat elérni, illetve az is látható, hogy 2 mérési pont esetén (3. és 4. mérési pontok) nem jött létre, értékelhető kapcsolat. A mérési eredmények ismeretében érdemes megvizsgálni az egyes mérési pontok mellett kapott varratok 2D-s CT felvételeit. Az 1. ábrán láthatóak az 500 1/perc fordulatszámra hegesztett kötések.

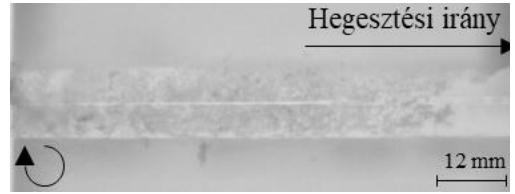


1. ábra: Az 500 1/perc fordulatszámra történő hegesztési varratok CT-s felvételei

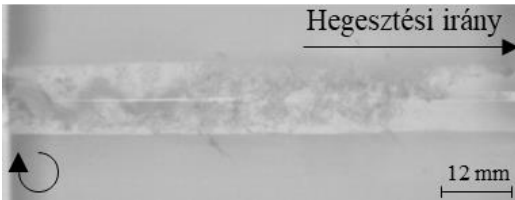
Az 1. ábrán látható CT-s felvételek mindegyikéről el lehet mondani, hogy nagyobb mennyiségű anyag került ki a hegesztési zónából sorja formájában, illetve mindegyik hegesztés esetén jól kivehetőek az illesztések. Ezenkívül jól megfigyelhető, hogy az előtolási sebesség növelésével ez az anyagvesztés növekszik, aminek köszönhetően a 3. és 4. mérési pontban már nem is jött létre értékelhető kötés. A kapott varratok arra engednek következtetni, hogy ilyen alacsony fordulatszám mellett a szerszám nehezebben tud felmelegedni, ezáltal nehezebben tudja az anyagot megömleszteni. Az előtolási sebesség növekedésével pedig a hegesztési idő csökken, amely szintén nagy szerepet játszik a hegesztés során. A 3. és 4. mérési pontban a túl alacsony fordulatszám (alacsony hegesztési hőmérséklet) és túl nagy előtolás (csökkentett hegesztési idő) miatt nem jöhetett létre értékelhető kötés. A 2. ábrán az 1000 1/perc fordulatszám mellett kapott varratok 2D-s CT felvételei láthatóak.



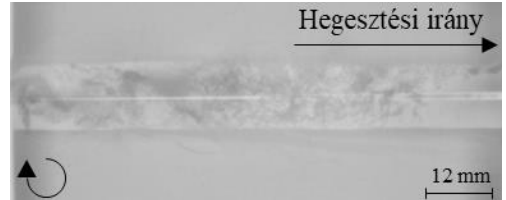
5. mérési pont
($n=1000$ 1/perc, $v_f=50$ mm/perc)



6. mérési pont
($n=1000$ 1/perc, $v_f=100$ mm/perc)



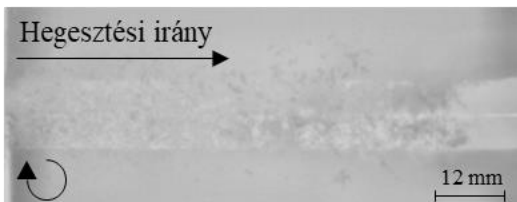
7. mérési pont
($n=1000$ 1/perc, $v_f=150$ mm/perc)



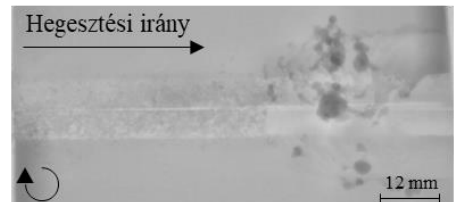
8. mérési pont
($n=1000$ 1/perc, $v_f=200$ mm/perc)

2. ábra: Az 1000 1/perc fordulatszámon történő hegesztési varratok CT-s felvételei

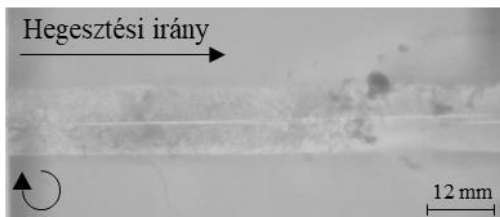
Az 1000 1/perc fordulatszámon történő hegesztések során jelentősen kevesebb anyagvesztés figyelhető meg. A magasabb fordulatszám mellett a szerszám jobban fel tudott melegedni, így az anyagot is jobban meg tudta ömlesztani. A CT felvételeken látszik, hogy a szerszám az ellenirányú oldalra sodorja inkább az anyagot, aminek következtében az egyenirányú oldalnál anyagihiány figyelhető meg, továbbá jelentős anyagihiány van a szerszám kilépő oldalán, ugyanis ott már nem tud megfelelően anyagot visszaáramoltatni a hegesztési zónába. Az illesztések még mindig jól kivehetők a felvételeken, ami arra következtet, hogy az illesztéseknél nem történ megfelelő összehegedés. A 3. ábra az 1500 1/perc fordulatszámon történő varratok 2D-s CT felvételei láthatóak.



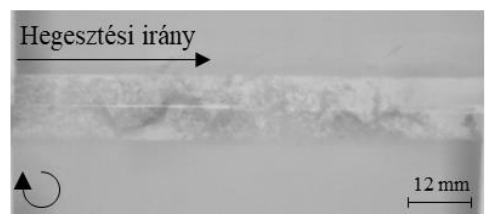
9. mérési pont
($n=1500$ 1/perc, $v_f=50$ mm/perc)



10. mérési pont
($n=1500$ 1/perc, $v_f=100$ mm/perc)



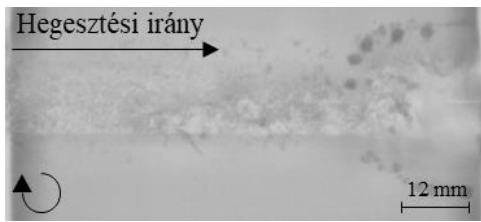
11. mérési pont
($n=1500$ 1/perc, $v_f=150$ mm/perc)



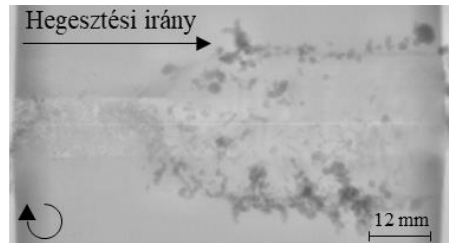
12. mérési pont
($n=1500$ 1/perc, $v_f=200$ mm/perc)

3. ábra: Az 1500 1/perc fordulatszámon történő hegesztési varratok CT-s felvételei

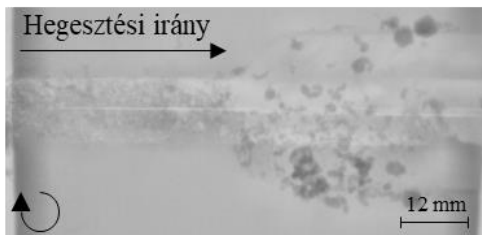
Az 1500 1/perc fordulatszámra történő hegesztési varratokon szintén jól látszik, hogy szerszám kilépési oldalán jelentős az anyagvesztés, valamint itt is megfigyelhető, hogy az ellenirányú oldal felé sodródik az anyag és az egyenirányú oldalon anyaghiány jön létre. A fordulatszám növelésével növekedett a hegesztési hőmérséklet is, ami abból is jól látszódik, hogy van olyan mérési pont (10. és 11. mérési pont) ahol a CT felvételeken jól látható hőhatás zónák alakultak ki, aminek mérete megegyezik a használt hegesztő szerszám váll átmérőjével. A 9. mérési pont kiemelkedő, olyan szempontból, hogy a CT felvételen nem látszik az illesztés, így itt az illesztéseknél is létrejött kapcsolat. Tovább erősíti ezt a tényt, hogy a 9. mérési pontnál volt tapasztalható az egyik legjobb szakító szilárdság. A 4. ábrán látható a legmagasabb 2000 1/perc fordulatszám mellett kapott varratok 2D-s CT felvételei



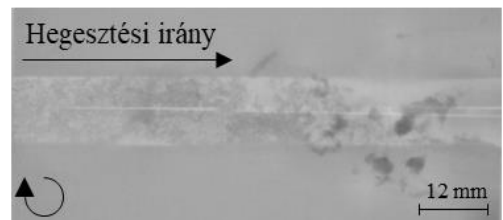
13. mérési pont
($n=2000$ 1/perc, $v_f=50$ mm/perc)



14. mérési pont
($n=2000$ 1/perc, $v_f=100$ mm/perc)



15. mérési pont
($n=2000$ 1/perc, $v_f=150$ mm/perc)



16. mérési pont
($n=2000$ 1/perc, $v_f=200$ mm/perc)

4. ábra: Az 2000 1/perc fordulatszámra történő hegesztési varratok CT-s felvételei

A 2000 1/perc fordulatszámra történő hegesztések során jól megfigyelhető, hogy a hegesztés során a szerszám hőmérséklete folyamatosan növekszik, amíg a szerszám hőmérséklet optimális szinten van tartva, addig a varrat szép és egyenes, azonban a szerszám túl melegevé válása után a szerszám átmérőjénél nagyobb hőhatás zóna alakul ki, ami a varrat esztétikáját nagyban rontja. A 13. mérési pontnál (ahogyan előbb a 9. mérési pontnál) szintén nem látható az illesztés helye a CT felvételen, ez itt is magasabb szilárdsági méréseket eredményezett.

4. Konklúzió

Jelen publikációban különböző hegesztési paraméterek mellett végeztünk kavarró dörzshegesztéseket polipropilén (PP) lemezekben. Mindegyik mérési pont hegesztési varratjáról 2D-s CT felvételt készítettünk, majd ezután a lemezekből szakító próbatesteket vágunk ki és szakítottunk el. A varratok szilárdsági paramétereinek ismeretében áttekintettük az egyes mérési pontok CT-s felvételeit, és az alábbi következtetéseket tudjuk levonni:

- Alacsony fordulatszámon (500 1/perc) nehezebben melegszik fel a szerszám, így sorja formájában kinyomja az anyagot a hegesztési zónából. Az alacsony fordulatszám gyors előtolási sebességgel párosítva eredménytelen hegesztéshez vezet

- A túl nagy fordulatszám esetén (2000 1/perc) a szerszám a hegesztés során túlmelegszik, így a varratban jelentős hőhatás zóna figyelhető meg.
- Azoknál a mérési pontoknál, ahol az illesztés nem vehető ki a CT-s felvételen, magasabb szilárdsági értékeket mértünk.
- Jól megfigyelhető volt a CT-s felvételeken, hogy a szerszám az ellenirányú oldal felé sodorja az anyagot, így az egyenirányú oldalon mindig anyaghiány jelentkezik.

5. Hivatkozások

- [1] Dománková, M., Adamech, M., Petzová, J., Bártová, K., & Pinke, P. (2018). Microstructure Characteristics of Borated Austenitic Stainless Steel Welds. *Research Papers Faculty of Materials Science and Technology Slovak University of Technology*, 26(43), 45-52.
- [2] Kiss, Z., Temesi, T., Bitay, E., Bárány, T., & Czigány, T. (2020). Ultrasonic welding of all-polypropylene composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 137(24), 48799.
- [3] Nyikes, Z., & Kovács, T. A. (2022). Experimental study of the explosive welding process applicability for train weight decreasing. *Transportation Research Procedia*, 63, 2523-2528.
- [4] Kovács, T., & Pinke, P. (2018). Analysis of the Effect of Ultrasonic Welding on Microstructure. *Acta Materialia Transylvanica*, 1(1), 49-52.
- [5] Thomas, W. M., Nicholas, E. D., Needham, J. C., Murch, M. G., Templesmith, P., & Dawes, C. J. (1991). International patent application no (No. 9125978.8, p. 6). PCT/GB92/02203 and GB patent application.
- [6] Subramanya, P., Amar, M., Arun, S., Mervin, H., & Shrikantha, R. (2018). Friction stir welding of Aluminium matrix composites–A Review. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 144, p. 03002). EDP Sciences.
- [7] Nelson, T. W., Sorenson, C. D., & Johns, C. J. (2004). U.S. Patent No. 6,811,632. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [8] Huang, Y., Meng, X., Xie, Y., Wan, L., Lv, Z., Cao, J., & Feng, J. (2018). Friction stir welding/processing of polymers and polymer matrix composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 105, 235-257.
- [9] Kumar, S., & Roy, B. S. (2019). Novel study of joining of acrylonitrile butadiene styrene and polycarbonate plate by using friction stir welding with double-step shoulder. *Journal of Manufacturing Processes*, 45, 322-330.
- [10] Hajideh, M. R., Farahani, M., Alavi, S. A. D., & Ramezani, N. M. (2017). Investigation on the effects of tool geometry on the microstructure and the mechanical properties of dissimilar friction stir welded polyethylene and polypropylene sheets. *Journal of Manufacturing Processes*, 26, 269-279.
- [11] Kiss, Z., & Czigany, T. (2012). Microscopic analysis of the morphology of seams in friction stir welded polypropylene. *Express Polymer Letters*, 6(1).
- [12] Simões, F., & Rodrigues, D. M. (2014). Material flow and thermo-mechanical conditions during friction stir welding of polymers: literature review, experimental results and empirical analysis. *Materials & Design*, 59, 344-351.
- [13] Zafar, A., Awang, M., Khan, S. R., & Emamian, S. (2016). Investigating friction stir welding on thick nylon 6 plates. *Welding Journal*, 95(6), 210s-218s.

- [14] Roy, R. B., Ghosh, A., Bhattacharyya, S., Mahto, R. P., Kumari, K., Pal, S. K., & Pal, S. (2018). Weld defect identification in friction stir welding through optimized wavelet transformation of signals and validation through X-ray micro-CT scan. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 99(1), 623-633.
- [15] Hamade, R. F., & Baydoun, A. M. R. (2019). Nondestructive detection of defects in friction stir welded lap joints using computed tomography. *Materials & Design*, 162, 10-23.



Passzív védelmi rendszer fejlesztése személygépjármű hátsó ülésorának utasai számára.

Development of a passive protection system for rear seat passengers

¹Széles Levente, ²Kőfalvi Tamás

¹EBK Hungary Kft. Gödöllő, Magyarország, szeles.levente@ebkhungary.com

²EBK Hungary Kft. Gödöllő, Magyarország, kofalvi.tamas@ebkhungary.com

Összefoglalás

A személygépjármű hátsó ülésorán utazók a fogalomban lévő gépjárművek többségének esetében védtelen közlekedési résztvevőknek tekinthetők. Hatékony, széleskörben alkalmazható védelmük érdekében célunk egy innovatív, utólagosan, könnyedén felszerelhető, passzív védelmet nyújtó termék megalkotása. A termék fejlesztésénél, a lehető legoptimálisabb termék megalkotásának érdekében felhasználjuk az additív technológiák által biztosított tervezői szabadságot, valamint a kiemelkedő energia felvőképességgel rendelkező Lattice szerkezetek realizálhatóságát is.

Kulcs szavak: biztonság, additív gyártástechnológia, Lattice, energia elnyelés.

Abstract

Rear seat passengers in the majority of vehicles can be considered as vulnerable road users. In order to provide them with effective and widely applicable protection, our aim is to create an innovative product that can easily be retrofitted to provide passive protection. In product development, the design freedom provided by additive technologies and the feasibility of Lattice structures with superior energy absorption capabilities were utilized to create the most optimal design.

Keywords: safety, additive manufacturing, lattice, energy absorption

1. Bevezetés

A mai napig rendkívül sok ember sérül meg, veszti életét közúti balesetekben. Kétségtől kijelenthető, hogy a gépjármű fejlesztés legfontosabb területe jelenleg a minél környezet kímélőbb hajtásrendszerek megalkotása. Természetesen rendkívül fontos a fenntartható fejlődés és így a környezetük óvása is, ugyanakkor, ha megfigyeljük az utasokat védő rendszerek terén nem történtek jelentős fejlesztések. A hajtó erő a környezet kímélő hajtásrendszerek mögött törvényi szabályozásokra – betartandó normákra vezethető vissza. Hasonló törvényszintű szabályozás nincs a balesetekre, az utasok védelmére vonatkozóan. Az Európai Unió egy jelentősen csökkenő balesetszám maximumot, mint célt fogalmazott meg, azonban rendkívül sajnálatos módon számos évben a valós adatok felül múlták a célkitűzést [1]. Ha a kitűzött cél elérésre is kerül, minden baleset elkerülendő és minden egyes élet megóvendő. Lényegében ezen gondolat fejlesztésük alapelve.

1.1 Meglévő biztonsági rendszerek

Történelmünk első halálos kimenetelű balesete 1889-ben történt New York városában [2], az esemény kétségkívül a jármű biztonság megszületésének alapköve. Napjainkban a személygépjármű gyártók esetében a karosszéria törésállósága, az utasok védelme azonos fontossági szinten rangsorolt, mint a design, a fogyasztás és a menetstabilitás [2]. A közlekedési résztvevők járműveiben megtalálható biztonsági rendszerek két csoportra, az aktív és a passzív biztonsági berendezések csoportjára oszthatók. Az aktív biztonsági elemek a baleset elkerüléséért felelősek, ilyen az ABS és ESC rendszer például, melyek az Európai utatokon közlekedő gépjárművek 80-90%-ban megtalálhatók [3]. Az aktív rendszer fejlett számos szenzort használó elemeit az 1. ábra mutatja be.



1. ábra A járművekben elterjedt aktív [3] és passzív [4] biztonsági berendezések.

Passzív biztonsági elemekből jelentősen több található járműveinkben, feladatuk a bekövetkezett baleset súlyosságának mérséklése az emberi sérülések szempontjából. A legjellemzőbb, legismertebb passzív elemeket szintén az 1. ábra ismerteti. Az 1. ábrát megtekintve, elemezve egy szinte tökéletes biztonságot nyújtó rendszer hamis képével szembesülhetünk. A fejlettebb aktív biztonsági elemek csak a prémium személygépjárművekben így a közlekedők csekély százalékánál jennek meg. Másik oldalról a korábban említett statisztikák is azt mutatják, hogy fejlesztés szükséges.

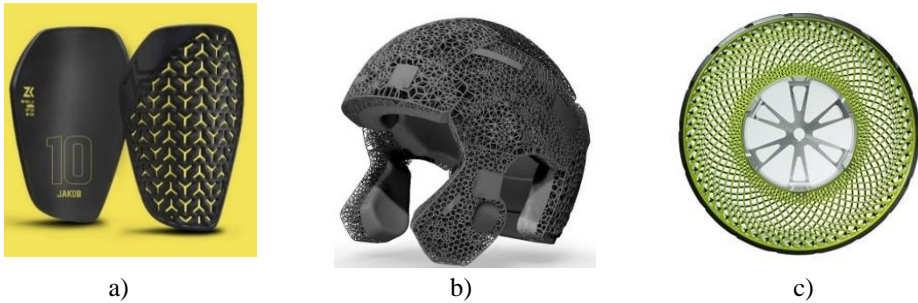
1.2 Fejlesztési terület kijelölése

A problémakör felismerését követően első körben a fejlesztési területet megválasztása volt a feladatunk. Az általunk fejlesztendő biztonsági elemek a passzív biztonsági elemek kategóriájába kell kerüljenek, ha egy széleskörben elérhető hatásos terméket szeretnénk megvalósítani. Az aktív biztonsági elemekre történő fejlesztés rendkívül hosszú, az autó gyártókkal elhúzódó együttműködést igényelne, megvalósítása egy ilyen rendszernek megint csak költséges lenne, így lényegében nem a kívánt cél értük volna el. Tehát egy utólag beépíthető passzív biztonsági elemre fókuszálva kezdtük meg a fejlesztést.

1.3 Additív technológiák alkalmazhatósága

A fejlesztési terület rendszer szintű definiálását követően átfogó piackutatásba kezdtünk. Megvizsgáltuk, hogy az élet más területén milyen az emberi testet védő termékek léteznek. A különböző sportágak területén számos innovatív sípcsontvédővel, bukósisakkal, jégkorong sisakkal találkoztunk.

A felsorolt termékek létező termékek, önmagukban nem újdonságok, azonban a 2. ábrán látható változatok mindegyike egyedi belső térkitöltő szerkezettel tervezett.



2. ábra. Az additív technológia és a Lattice szerkezetek; a) Zweikampf sípcsontvédő [5]; b) Riddel amerikai foci sisak [6]; c) Bridgestone levegő nélküli kerék koncepció [7].

A termékeket és az energiafelvétel szempontjából alkalmazott kitöltő Lattice szerkezeteket additív technológiákkal gyártották le. A Lattice szerkezetek olyan belső térkitöltő szerkezetek melyek a közelmúltig kizárólag a tudományos irodalomban és a természetben léteztek, azonban az additív gyártástechnológiák rohamos fejlődésének köszönhetően mára egy tervezhető, beépíthető elemmé váltak. A Lattice szerkezetek viselkedése és paraméterei a megfelelő struktúra megválasztásával a kívánt követelményekhez illeszthetők. A 2. ábrán jelölt termékek pont ezt alkalmazzák, így az általunk fejlesztett passzív biztonsági elemek is erre fókuszálnának

2. Anyagok és módszerek

2.1 Baleseti helyzet elemzése

Egy esetleges baleset során a gépjármű utasai számos felületnek nekiütnének különböző testrészeikkel. Jóllehet egy rendkívül felszerelt személygépjárműben számos légszák van beépítve, az utakon lévő személygépjárművek többségében a hátsó ülésor utasai szinte teljesen védtelenek, a biztonsági övön kívül komolyabb passzív védelemi rendszer nem lelhető fel. A személygépjármű hátsó ülésén utazók védelmi rendszerének fejlesztéséhez először a fejlesztési területeket kellett meghatározunk. Esetükben a fejlesztési területek a védtelen utas becsapódási régiói. A potenciális becsapódási régiókat baleset vizsgálatokból nyertük, ahol is tesztbábukat ültettek egy autóba, melyet több eltérő módon ütköztettek. A videófelvételek és írásos források alapján meghatároztuk a legjelentősebb fejlesztési területeket [8] [9]. A megjelölt források alapján az emberi test ütközés közben a térdén és a fejénél ütközik fel az első sor ülésében, ezt szemlélteti a 3.ábra – a termékfejlesztésünk alapja is így ezen régiókra esik.



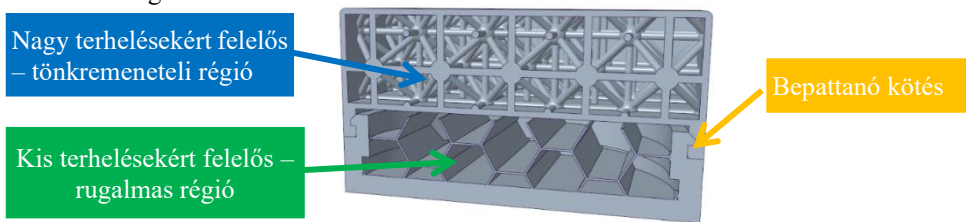
3. ábra. a) a hátsó ülésor utasának jellemző baleseti becsapódási régiói; b) egy reprezentatív 3D CAD környezetben kijelölt fejlesztési területek.

2.2 A termékfejlesztés konkretizálása

Az irodalom és piackutatás alapján megállapítottuk, hogy additív technológiákkal létrehozott energiafelvevő elemek felelnének az ütközési energia felvételért (roncsolódással) és így a baleset súlyosságának csökkentéséért. Célunk egy széles körben elérhető passzív védelmi rendszer megalkotása, így egy a hátsó ülés utasaihoz utólag, könnyedén felszerelhető termék megalkotása a konkrét feladunk. A teljes termék több, különálló energiafelvevő elemből állna, melyek a 3. ábrán megjelölt régióknál kerülnének rögzítésre. Természetesen az egyes elemeket ahhoz, hogy széleskörben lehessen alkalmazni egy termékként kell megalkotnunk, az egyes energiafelvevő régiókba telepített elemeket össze is kell kötni. Továbbá követelmény a kétrétegű kialakítás; egy rugalmas régió mely a kisebb ütközések esetén nem igényli az elem cseréjét; valamint egy nagy energia felvevő képességű régió mely nagymértékű deformációval és tönkremenettel – töréssel veszi fel a komoly balesetek energiáit.

2.3 Energia felvevő egység koncepció képzés – bepattanó peremes

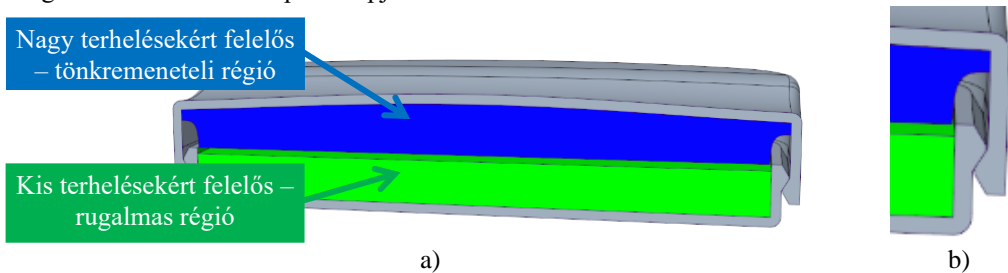
A koncepció két félből áll, mint a 4. ábrán is látható. A két fél eltérő tulajdonságú Lattice szerkezetekkel került kiöltésre. Az egység két fele egy, a kerület teljes hosszán végigmenő bepattanó kötésen keresztül csatlakozik. A kötés biztos, azonban jelentős értékes térfogatot vesz el a Lattice szerkezetektől. A koncepció legnagyobb hátránya az energia felvétel korlátozottsága. A merev burkolati rendszer miatt a Lattice szerkezetek a terhelés irányában nem tudnak elmozdulni, további fejlesztés szükséges.



4. ábra. A bepattanó peremes koncepció.

2.4 Energia felvevő egység koncepció képzés – szabad burkolatú

Az előző koncepció egyik legnagyobb hátránya a Lattice szerkezetek alul használatossága. Ezen továbbfejlesztett konstrukcióban azonban a termék alsó és felső fele a terhelés hatására szabadon elmozdulhat egymáson (egy megvezetésen keresztül), így maguk a Lattice szerkezetek képesek az energia felvételre. A koncepció alapját az 5. ábra ismerteti.

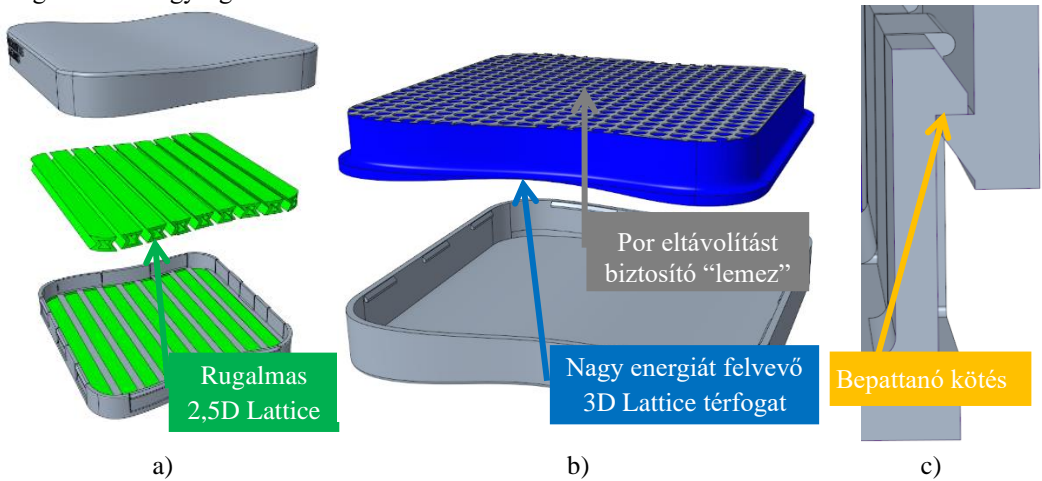


5. ábra. A szabad elmozdulást – deformációt megengedendő burkolat alap koncepciója

2.5 A koncepció termékké fejlesztése

Fejlesztésre az előzőekben bemutatott, szabad elmozdulást biztosító koncepciót választottuk meg. A koncepció termékké alakításánál a korábban megfogalmazott funkcionális követelmények mellett a gyártástechnológiai megkötéseket is figyelembe kell venni.

A termék alsó felébe egy ismétlődő – kismértékű terheléseket felvenni képes régiót terveztünk, mely még nem jelenti a termék tönkremenetelét. Éppen ezért az alsó régió rugalmas anyagból készül. Rugalmas anyagból DLP technológiával tudunk nyomtatni egy 3D Systems Figure 4 nyomtatón. Az anyag viselkedése miatt rendkívül vékony és kifinomult geometriák nem realizálhatók. A megkötést figyelembe véve az alsó régió 2,5 dimenziós auxetikus (negatív Poisson tényező) méhsejt struktúrából készült. A 6 a). ábrán látható „rudak” egy peremen keresztül túlfedéssel szerelhetők az energia felvevő egység alsó felébe.



6. ábra. A termékké fejlesztett koncepció főbb részegységei

A felső régió, mely a nagyenergiájú ütközések energiáját hivatott elnyelni 3 dimenziós gyémánt szerkezetű Lattice-al került kitöltésre. A felső rész egy egységet képez, MJF technológiával kerül nyomtatásra egy HP JetFusion 4200 típusú gépen. Azaz egy burkolat és egy alacsony térkitöltésű szerkezet egyszerre – egy alkatrészként kerül nyomtatásra egy porágyas technológiájú gépen, mely a por eltávolítását lehetetlenné tenné. Az ellentmondás feloldására a Lattice réteg alját nem egy tömör, hanem egy „furatolt” lemezzel zártuk le, mely a csomópontokban kapcsolódik a Lattice-hoz, így biztosítja annak stabilitását és a nyomtatáshoz használt por is eltávolításra kerülhet. (lásd 6.b. ábra). A termék két fele bepattanó kötéssel csatlakozik, mint ahogy a 6.c. ábrán látható.

A termékfejlesztés utolsó lépése ez egyes elemek keretbe foglalása. Mint korábban is írtuk, célunk egy könnyen felszerelhető termék megalkotása volt, éppen ezért az egyes régiók energiafelvevő elemeit egy az első ülés háttámlájához rugalmasan, pántokon keresztül történő rögzítési módot választottuk, fejlesztettük tovább. Ezen rögzítési mód rendkívül elterjedt a személygépjármű kiegészítők, ülésvédők világában, megbízhatóan egyszerűen rögzíthető.

Az egy fej és két láb energiaelnyelő elemet magába foglaló passzív védelmi rendszer így egy termék formájában került megtervezésre, melyet a 7. ábra mutat be önmagában majd ülésre szerelve.



7. ábra. A termék fejlesztés végeredménye – 3D CAD fotórenderelt ábrákon bemutatva

3. Összegzés

A cikk első felében bemutatott problémakört körbejárva kívántunk egy olyan megoldást, terméket fejleszteni, mely széleskörben, a védtelen közlekedési résztvevők nagy számára kínál innovatív védelmet.

Az additív technológiák és az általunk elvégzett termék fejlesztésnek köszönhetően sikerült egy innovatív, hatásos és esztétikus terméket megalkotnunk a személygépjárművek hátsó ülésorainak utasai számára.

Köszönetnyilvánítás

A 2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00236 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2019-1.1.1-PIACI-KFI pályázati program finanszírozásában valósult meg.



4. Hivatkozások

- [1] Európai Bizottság (2019). 2018 road safety statistics: what is behind the figures? https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/MEMO_19_1990
- [2] Prasad, P., Belwafa, J. E., Bois, P., Chou, C. C., Fileta, B. B., Khalil, T. B., ... & Wisman, J. (2004). Vehicle crashworthiness and occupant protection. American Iron and Steel Institute: Southfield, MI, USA.
- [3] Road Safety Facts. Aktív biztonsági rendszerek rövid áttekintése <https://roadsafetyfacts.eu/active-safety-systems-what-are-they-and-how-do-they-work/>
- [4] Road Safety Facts. Passzív biztonsági rendszerek rövid áttekintése <https://roadsafetyfacts.eu/passive-safety-systems-what-are-they-and-how-do-they-work/>;
- [5] Zweikampf. Sípcsontvédő <https://ifdesign.com/en/winner-ranking/project/zweikampf-shin-guards/203262>
- [6] Riddell speedflex. Amerikai foci sisak <https://www.3dnatives.com/en/top-10-3d-printing-sport-131120174/#!>
- [7] Bridgestone. Levegő nélküli kerék koncepció <https://www.bridgestonetire.com/learn/tire-technology/airless-concept-tires/>.
- [8] IIHS. About our tests <https://www.iihs.org/ratings/about-our-tests>
- [9] IIHS. Frontális ütézés tesztbábú teszt, hátsó ülésor <https://www.youtube.com/watch?v=y3InF19dzlM>



Mi kell az agilis szemlélethez? – a szükséges kompetenciák vizsgálata generációs szemüvegen keresztül

What is needed for an agile approach? - examining the competences needed through a generational lens

Tóth István Márk¹, Csiszárík-Kocsir Ágnes²

¹Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, Magyarország,
toth.mark@uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, Magyarország,
kocsir.agnes@uni-obuda.hu

Összefoglalás

A rugalmasság, a változások megfelelő és hatékony kezelése mind az egyének, mind a szervezetek számára rendkívül fontos a mai világban. Ez az egyik fő oka annak, hogy egyre szélesebb körben terjed a szoftverfejlesztés világából indult agilis szemlélet, ugyanis épp a változásokhoz való alkalmazkodás az egyik legfőbb erőssége. A szervezetek agilitása, illetve a projektek agilis szemlélet szerinti végrehajtása azonban elképzelhetetlen az egyének agilitása nélkül, melyet különböző tulajdonságok, kompetenciák, készségek és képességek kombinációja ad. Ezek megléte generációnként eltérő lehet. Kutatásunk célja, hogy választ kapjunk arra a kérdésre, hogy az agilis szemlélethez melyek a legfontosabb emberi tulajdonságok, és hogy azok megléte generációnként mennyire eltérő.

Kulcsszavak: agilitás, kompetencia, generációk

Abstract

Resilience and the ability to manage change appropriately and effectively is crucial for both individuals and organizations in today's world. This is one of the main reasons why the agile approach, which originated in the world of software development, is becoming more and more widespread, as it is precisely the ability to adapt to change that is one of its main strengths. However, agility in organizations and the agile execution of projects is inconceivable without the agility of individuals, which is the result of a combination of different attributes, competencies, skills, and abilities. These may vary from generation to generation. The aim of our research is to answer the question of what are the most important human attributes for an agile approach and how these attributes vary between generations.

Keywords: agility, competence, generations

1. Bevezetés

Az agilis szemlélet bár a szoftverfejlesztők között alakult és fejlődött ki, de az elmúlt években más területeken is egyre ismertebbé és elterjedtebbé vált. Fő célja a minél magasabb szintű ügyfélelégedettség elérése, és ezáltal a piaci pozíció erősítése, melynek zálogaként a valódi értékteremtést azonosítja, és erre helyezi a fókuszot.

Ehhez elengedhetetlen a rugalmasság, a változások hatékony és megfelelő kezelése. Ennél azonban az agilitás, mint emberi tulajdonság jóval többet jelent, sokkal komplexebb.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1 Az agilitás alapjai

Az agilis szemlélet az utóbbi immár több, mint húsz évben – az Agilis kiáltvány 2001-es megfogalmazása óta – világszerte széles körben elterjedté vált. A szoftverfejlesztés területén született meg, és alapvetően négy pillérré – ahogy a kiáltvány fogalmaz, értékre – támaszkodik:

- fontosabb az egyének, és közöttük a személyes kommunikáció, mint az alkalmazott módszerek és eszközök;
- fontosabb a működő szoftver, mint a részletes dokumentáció;
- fontosabb a megrendelővel történő együttműködés, mint a szerződéses egyeztetés;
- fontosabb a hatékony változáskezelés, mint a tervekhez való ragaszkodás [1].

Ezeket az alapokat tizenkét elvben részletezi a kiáltvány, ezek: az értékes szoftver szállítása, a változáskezelés, a gyakori szállítás, a folyamatos kapcsolattartás, a motivált csapattagok és a köztük lévő bizalom, a személyes kommunikáció, az előrehaladás, a fenntartható fejlesztés, a technikai kiválóság, az egyszerűség, az önszerveződő csapat, valamint a gyakori finomhangolás [1].

A felsorolt négy értékre és a tizenkét elvre támaszkodva az agilis szemlélet megoldást kínál a változó környezet és a folyamatosan formálódó ügyféligények megfelelő kezelésére, és célja a valódi értékteremtés, melynek érdekében különös figyelmet fordít az ügyfelek visszajelzéseire és az együttműködésen alapuló fejlesztésre, nagy hangsúlyt fektet a rugalmasságra, a csapatmunkára és a folyamatos fejlődésre [2] [3][24][25].

Az agilitás egy komplex fogalom: a szakirodalmakban találkozhatunk vele úgy, mint szemlélet, gondolkodásmód, technika, gyakorlat, illetve keretrendszer, melyen belül különböző megközelítéseket és módszereket találhatunk [4]. Ezek közül az egyik, sőt, talán a legelterjedtebb a Scrum. Ennek alapja az iteratív megközelítés, mely a folyamatot több, kisebb ciklusra, úgynevezett sprintekre bontja [5]. Az iterációk közben egyrészt lehetőség nyílik a rendszeres visszajelzésre, melynek fontos szerepe van az agilis fejlesztés során, másrészt ezeknek köszönhetően a csapattagok folyamatos tanulásnak lehetnek a részesei [6] [7].

Az agilitásra, ha tulajdonságként tekintünk, és tömören akarjuk leírni, akkor nem más, mint a rugalmasság és stabilitás egyensúlyának képessége [8]. Napjaink változó világában, és a gyakran rendkívül éles piaci verseny során ezekre nagy szükség van [26]. Ezért is van az, hogy bár a szoftverfejlesztés területéről indult, de mára szélesebb körben alkalmazzák [9]. Különösen jellemző ott, ahol mindennapos az innovatív és dinamikus fejlődés, valamint a folyamatos változás [10] [11].

Ezzel együtt pedig eljutunk az emberi tulajdonságként való értelmezéséhez. Az agilis szemlélet projektek, illetve szervezetek esetében történő alkalmazásához elengedhetetlen, hogy maga az ember is agilis legyen: azonosuljon a gondolkodásmóddal, és birtokában legyen azoknak a kompetenciáknak, képességeknek, illetve készségeknek, melyekre szükség van az agilis szemlélet szerinti munkavégzés során.

Az agilitás nemcsak projektvezetési módszertan, hanem készség és képesség, mely alapelvárássá kezd válni a digitalizáció világában a munkavállalókkal szemben [12] [13] [14].

2.2 Generációelmélet

A különböző generációkat szegmentációs elvként gyakran szokás alkalmazni, igen eltérő szolgáltatás és termékportfólió pontosabb targetálása érdekében [15], [16]. A generációs megközelítés arra épül, hogy az egyes generációk általánosan jellemezhetőek gondolkodásmódjuk, magatartásuk és közös értékeik alapján [13]. Jelen kutatásunk az X, Y és Z generációra fókuszál,

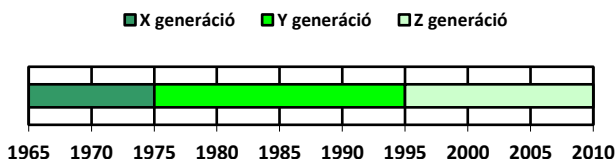
hiszen ők alkotják napjainkban az aktív korosztály jelentős részét. És bár egzakt módon nem lehet bekategorizálni őket, így a szakirodalmakban előfordul néhány év különbség a születési évet illetően.

Az X generációba általában az 1965 és 1974 között születetteket sorolják. Általános jellemzőjükként tartják számon, hogy értékrendjük alapja a munka, a teljesítmény és a státusz tisztelete, kiemelten fontos számukra a hozzáértés, különbözőség, vállalkozás [17].

Az Y generáció tagjainak az 1975 és 1994 között születetteket tekintjük, akiknek fontos a karrier, a függetlenség és a hitelesség. Nyitottak az újdonságokra, hajlamosak véleményüknek hangot adni. Számukra a karrier, a siker és a pénz a kulcsfontosságú. Preferálják a kényelmet és rugalmasságot [18].

A Z generációba az 1995-től 2009-ig születetteket sorolhatjuk [15]. Ők a digitális világ aktív résztvevői, a „digitális bennszülöttek” – szemben az Y generációval, a „digitális bevándorlókkal” – akik számára kiskoruktól természetes a mobiltelefon, vagy az internet [19] [20] [21] [22].

E három generáció idővonalon való ábrázolását mutatja be az 1. ábra.



1. Ábra: A generációk születési idő szerint egy általános értelmezés szerint

3. Anyag és módszer

A tanulmány alapjául szolgáló primer kutatás Magyarországon zajlott le, és két részből állt, melynek során kvalitatív és kvantitatív módszert is alkalmaztunk.

Első körben 2021 tavaszán szakértői interjúk segítségével mértük fel, hogy a megkérdezettek véleménye szerint melyek azok a tulajdonságok, kompetenciák, készségek, illetve képességek, melyekre feltétlenül szükség van az agilis szemlélet szerinti munkavégzés során. Összesen tizenegy, az agilis projektmenedzsment területén jelentős tapasztalattal rendelkező vezető, illetve a témában érintett szakértőt kerestünk meg.

Ezek közül a tulajdonságok közül kiválasztottunk tizet: ezek a rugalmasság, a nyitottság, a csapatjáték, az önálló munka, a pontosság, a felelősségvállalás, a bizalom, a proaktivitás, a hatékony időmenedzsment és a fókuszált figyelem. Ezeket a tulajdonságokat illetően 2022 nyarán kérdőíves kutatás segítségével vizsgáltuk, hogy a különböző életkorban lévő kitöltők melyiket mennyire tartják jellemzőnek önmagukra nézve. A kérdőív kizárólag zárt kérdéseket tartalmazott.

Online megkérdezést folytattunk le, melynek célcsoportját a 18 és 59 év közötti, az agilis szemléletet napi szinten alkalmazó szakértők és vezetők alkották, akiknek rekrutálása hólabda mintavételi eljárással történt. A kérdőívet a válaszadók anonim módon töltötték ki.

A témával kapcsolatban előzetesen három hipotézist fogalmaztunk meg:

H1: A vizsgált tulajdonságok és kompetenciák általában véve jobbra jellemzőek

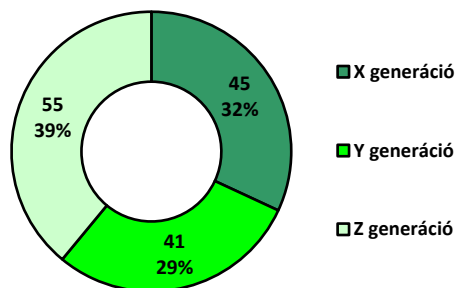
H2: A vizsgált tulajdonságok összességében jellemzőbbek az idősebb, tapasztaltabb generációra, mint a fiatalabb korosztályra.

H3: A rugalmasság a fiatalabb, Z generációra a legjellemzőbb

Összesen 141 értékelhető kitöltés született. A minta nem minősül reprezentatívnak, de akár

lehetőséget adhat egy későbbi reprezentatív kutatás megalapozására.

A válaszadók szegmentálását – tekintettel a generációk közötti különbségekre történő fókuszálásra – az életkor alapján végeztük el. A szakirodalmi áttekintésben bemutatott besorolás alapján generációk szerint csoportosítva a válaszadók 32%-a (45 fő) az X generáció tagja, 29%-a (41 fő) az Y generációba tartozik, és 39%-a (55 fő) a Z generációba sorolható. Ez a generációk szerinti megoszlás látható a 2. ábrán.



2. Ábra: A kitöltők generációk szerinti megoszlása (N=141)

A megkérdezettek az egyes tulajdonságokkal és kompetenciákkal való azonosulásukat 1-től 6-ig terjedő Likert-skálán értékelhették, az I. táblázat szerint.

1. Táblázat: A Likert-skála értékei

Érték	Válasz
6	Teljes mértékben
5	Inkább igen
4	Közepesen
3	Inkább nem
2	Kismértékben
1	Egyáltalán nem

A kapott adatok elemzéséhez és kiértékeléséhez az IBM statisztikai szoftverét, az SPSS Statistics 25 programot, a diagramok elkészítéséhez a Microsoft Office programcsomag Excel táblázatkezelőjét használtuk. Az eredmények minél érthetőbb és szemléletesebb ábrázolása érdekében táblázatos elrendezést és grafikus megjelenítést is alkalmaztunk [23].

4. Eredmények

A vizsgált tulajdonságokra vonatkozóan kapott válaszokhoz tartozó értékek átlagai közül – ahogy az a II. táblázatban is látható – a fókuszált figyelem a legkisebb, ami 4,74-es értéket jelent.

2. Táblázat: A válaszok átlaga

	Átlag
Rugalmasság	5,18
Nyitottság	5,21
Csapatjáték	5,06
Önálló munkavégzés	5,54
Pontosság	5,05
Felelősségvállalás	5,48
Bizalom	4,96
Proaktivitás	4,95
Hatékony időmenedzsment	4,77
Fókuszált figyelem	4,74

Mivel az 1-től 6-ig terjedő skálán ez is magasnak tekinthető – a többi pedig csak még magasabb –, az összes tulajdonság esetén pedig az átlag 5,07 lett (ahol az 5-ös érték az „Inkább igen” válaszhoz tartozik), ezért a H1 hipotézist elfogadjuk, azaz a szóban forgó tulajdonságokról és kompetenciákról általánosan elmondható, hogy jellemzőek az agilis szemlélet szerint dolgozóakra.

A válaszokhoz tartozó értékek átlagait nézve megállapítható, hogy az összes vizsgált tulajdonságot egyben nézve a legmagasabb átlag az X generációhoz tartozik, mely 5,14. Az Y generációnál ugyanez 5,01, míg a Z generációnál 5,05. Ezt mutatja be a III. táblázat, ahol a legalacsonyabbtól a legmagasabb felé haladást a piros-sárga-zöld színskála szimbolizálja.

3. Táblázat: A válaszok összesített átlaga generációk szerint

	X generáció	Y generáció	Z generáció
Minta db szám	45	41	55
Átlag	5,14	5,01	5,05

Felmerülhet, hogy lehetséges-e, hogy a fiatalabb korosztály a kitöltés során esetleg önkritikusabb volt, és általánosan kisebb értékeket jelöltek meg a válaszaiban? Az egyes tulajdonságokra adott válaszokat külön-külön elemezve azonban (ahogy azt a későbbiek során be fogjuk mutatni) látható, hogy nem mindegyik esetben tartozik ehhez a generációhoz a legmagasabb átlag.

A fent leírtak alapján a H2 hipotézist elfogadjuk, azaz az idősebb, tapasztaltabb generációra inkább jellemző, hogy a vizsgált tulajdonságoknak a birtokában van.

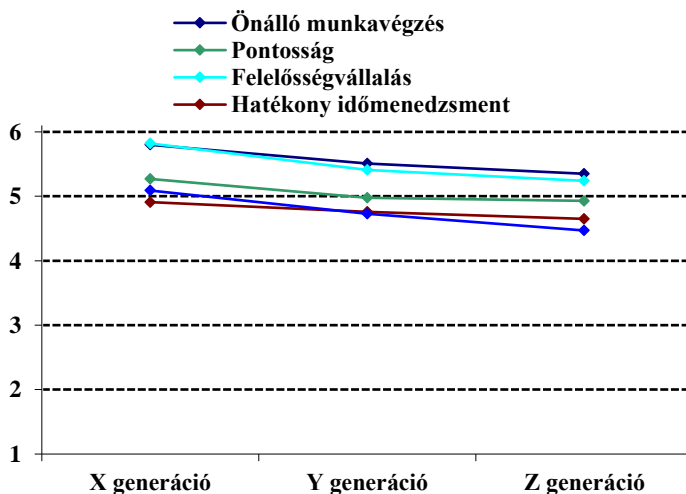
A vizsgált tulajdonságokat és kompetenciákat külön-külön elemezve – és az ezt bemutató IV. táblázatban – az látható, hogy a rugalmasság, a csapatjáték, valamint a bizalom a Z generáció tagjaira a legjellemzőbb.

4. Táblázat: A válaszok átlagai generációk szerint

	X generáció	Y generáció	Z generáció
Rugalmasság	5,07	4,93	5,45
Nyitottság	5,22	5,22	5,20
Csapatjáték	5,09	4,93	5,13
Önálló munkavégzés	5,80	5,51	5,35
Pontosság	5,27	4,98	4,93
Felelősségvállalás	5,82	5,41	5,24
Bizalom	4,91	4,83	5,09
Proaktivitás	5,02	4,90	4,93
Hatékony időmenedzsment	4,91	4,76	4,65
Fókuszált figyelem	5,09	4,73	4,47

Az Y generáció tagjai egyetlen tulajdonság esetében sem érték el a legmagasabb átlagot – a legtöbb esetében ők jelentik a középmezőnyt, az átmenetet.

A további tulajdonságok, azaz a nyitottság, önálló munkavégzés, pontosság, felelősségvállalás, proaktivitás, hatékony időmenedzsment, és fókuszált figyelem mind az X generációba tartozók esetében kapta a legmagasabb átlagot. Ezek közül az önálló munkavégzés, a pontosság, a felelősségvállalás, a hatékony időmenedzsment és a fókuszált figyelem esetében megfigyelhető, hogy a Z generációnál a legkisebb az érték, így a három generációt vizsgálva, azok között sorban haladva a korcsoportok szerint fokozatosan változik az átlag. Ezt szemlélteti a 3. ábra.



3. Ábra: A vizsgált tulajdonságok generációnként (N=141)

A tulajdonságoknál a generációk átlagai közötti különbségeket a szórás értékének segítségével vizsgálva láthatjuk, hogy a nyitottság esetén tapasztalható a legkisebb eltérés, mely olyan minimális, hogy tulajdonképpen azt mondhatjuk, hogy a nyitottság mindegyik generációra egyformán jellemző.

5. Táblázat: A generációk közötti szórás tulajdonságoként

	Szórás
Rugalmasság	0,27
Nyitottság	0,01
Csapatjáték	0,11
Önálló munkavégzés	0,23
Pontosság	0,18
Felelősségvállalás	0,30
Bizalom	0,13
Proaktivitás	0,06
Hatékony időmenedzsment	0,13
Fókuszált figyelem	0,31

Mivel a rugalmasság is azon tulajdonságok közé tartozik, mely a Z generációra a legjellemzőbb (és emellett az egyik legnagyobb (0,27) szórással rendelkezik), ezért a H3 hipotézist elfogadjuk.

5. Következtetések

Az agilis szemlélethez szükséges kompetenciákat, képességeket és készségeket kvalitatív, majd kvantitatív kutatás segítségével vizsgáltuk. Összesen tíz tulajdonságot vizsgáltunk, és arra voltunk kíváncsiak, hogy az online kérdőív segítségével megkérdezett, az agilis szemléletet nap mint nap alkalmazók mennyire tartják azokat magukra nézve jellemzőnek.

A kapott válaszokat elemezve arra a következtetésre jutottunk, hogy a vizsgált tulajdonságok összességében az X generáció tagjaira a legjellemzőbb, illetve külön-külön nézve a legtöbb leginkább rájuk jellemző. Az agilitás egyik legnagyobb erőssége, a rugalmasság azonban a Z generáció esetén bizonyult a legjellemzőbbnek.

6. Hivatkozások

- [1] K. Beck, et al., Manifesto for Agile Software Development, 2001, www.agilemanifesto.org (Letöltve: 2022.01.14)
- [2] Cobb, C. G. (2011). Making sense of agile project management: balancing control and agility. John Wiley & Sons.
- [3] Hass, K. B. (2007). The blending of traditional and agile project management. PM world today, 9(5), 1-8.
- [4] PMI, Agile Practice Guide, Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017
- [5] Conforto, E. C., Salum, F., Amaral, D. C., Da Silva, S. L., & De Almeida, L. F. M. (2014). Can agile project management be adopted by industries other than software development?. Project Management Journal, 45(3), 21-34.
- [6] Sauer, C., & Reich, B. H. (2009). Rethinking IT project management: Evidence of a new mindset and its implications. International journal of project management, 27(2), 182-193.
- [7] Conforto, E. C., & Amaral, D. C. (2016). Agile project management and stage-gate model—A hybrid framework for technology-based companies. Journal of Engineering and Technology

Management, 40, 1-14.

- [8] M. Spundak, „Mixed agile/traditional project management methodology – reality or illusion?”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Issue 119, pp. 939-948., 2014
- [9] R. Owen, L. J. Koskela, G. Henrich and R. Codinhoto, „Is agile project management applicable to construction?”, *Proceedings of the 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Santiago, Chile, Ponteficia Universidad Católica de Chile, pp. 51-66, https://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9369/1/2006_IS_AGILE_PROJECT_MANAGEMENT_APPLICABLE_TO_IGLC14.pdf (letöltés: 2023.02.24.), 2006
- [10] Chin, G. (2004). *Agile project management*. AMACOM, New York.
- [11] Highsmith, J. (2013). *Adaptive software development: a collaborative approach to managing complex systems*. Addison-Wesley.
- [12] Dobos, O., Tóth, I. M., Csiszárík-Kocsir, Á., Garai-Fodor, M., & Kremmer, L. (2022, March). How Generation Z managers think about the agility in a world of digitalization. In *2022 IEEE 20th Jubilee World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)* (pp. 000207-000212). IEEE.
- [13] Parameswaran, H. (2021). “Flexible Work Designs, as a Strategic Tool for Twenty-First-Century Intricacies: A Descriptive Analysis amongst Healthcare Employees in the United Arab Emirates”, *Acta Polytechnica Hungarica*, 2021, 18(11), pp. 135-150
- [14] Varga, J. (2021). “Defining the Economic Role and Benefits of Micro, Small and Medium-sized Enterprises in the 21st Century with a Systematic Review of the Literature” *Acta Polytechnica Hungarica*, 18(11), pp. 209-228
- [15] Garai-Fodor, M. (2021). Food Consumption Patterns, in a Values-based Approach, for Generation Z, *Acta Polytechnica Hungarica* 18 : 11 pp. 117-134. , 18 p.
- [16] Garai-Fodor, M., Jackel, K. (2022). Motivational tools and incentives: different generations, different needs at work. In: Anikó, Szakál (szerk.) *IEEE Joint 22nd International Symposium on COMPUTATIONAL INTELLIGENCE and INFORMATICS and 8th International Conference on Recent Achievements in Mechatronics, Automation, Computer Science and Robotics (CINTI-MACRo 2022) : Proceedings Budapest, Magyarország : IEEE Hungary Section (2022)* 418 p. pp. 167-170. , 4 p.
- [17] Törőcsik, M., Szűcs, K., Kehl, D. „Generációs gondolkodás – A Z és az Y generáció életstílus csoportjai”, *Marketing & Menedzsment*, 48 (különszám 2), pp. 3-15. online: <https://journals.lib.pte.hu/index.php/mm/article/view/861> (letöltés: 2023.03.05.), 2014
- [18] Tari, A., (2010). „Y Generáció: Klinikai pszichológiai jelenségek és társadalomlélektani összefüggések az információs korban”, Budapest, Jaffa Kiadó
- [19] Tari, A. (2011). „Z generáció: Klinikai pszichológiai jelenségek és társadalom-lélektani szempontok az információs korban”, Budapest, Tericum
- [20] Prensky, M. „Digital Natives, Digital Immigrants”, *On the Horizon* (MCB University Press, Vol. 9. No. 5.) online: <https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf> (letöltés: 2023.03.05.), 2001
- [21] Csiszárík-Kocsir, Á., et al. (2021). “What has Become Important during the Pandemic? –

Reassessing Preferences and Purchasing Habits as an Aftermath of the Coronavirus Epidemic through the Eyes of Different Generations”, *Acta Polytechnica Hungarica*, 18(11), 49-74.

- [22] Garai-Fodor, M. (2022)., „The Impact of the Coronavirus on Competence, from a Generation-Specific Perspective”, *Acta Polytechnica Hungarica*, 19(8), pp. 111-125
- [23] Sajtos, L., & Mitev, A. (2007). *SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv*.
- [24] Varga, J. Innovation as a key factor to increasing national competitiveness In: *Annual Research Conference on Advancement in Business, Science and Technology: ARC 2014 Istanbul*. pp. 142-155. 2014
- [25] Varga, J., Csiszárík-Kocsir, Á. Understanding the innovation management system: The CEN/TS technical specification for a better innovation performance. *Journal of international scientific publication: economy and business* 12. pp. 294-302. 2018
- [26] Varga, J., Csiszárík-Kocsir, Á. , The harmony of interests and the strategic behaviour expected from multinational companies. *Journal of international scientific publication: economy and business* 11. pp. 359-366. , 8 p. 2017



Beléptető rendszerek funkciója és jelentősége a futball mérkőzések biztosításában

The function and importance of access control system in the protective security of football matches

¹ Turós Tímea

¹ Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola. Budapest Magyarország,
turos.timea@uni-obuda.hu

Összefoglalás

A futball fejlődése, nemcsak sport szakmai értelemben állítja kihívás elé a mérkőzések rendezését. Az újkori sportágak legnépszerűbbike a biztonsági szakemberek ismereteinek, a technológiáknak és technikai eszközöknek a folyamatos fejlődését is igényli. A technikai eszközök leglátványosabb elemei a beléptető rendszerek, amelyeknek fő feladata az eseményre való belépés jogosultságának ellenőrzése. A beléptető rendszerek fejlődésének eredményei alapján azonban kijelenthető, hogy a belépési jogosultság ellenőrzése önmagában, a mérkőzés biztosítása szempontjából, nem jelent teljes értékű szűrést esetleges jogellenes tevékenység elkövetéséhez szükséges eszközök bevitelének megakadályozására.

Kulcs szavak: Futball, mérkőzés biztonság, beléptető rendszerek

Abstract

The development of football does not mean only a sport professional sense have challenges in the organization of matches. The most popular sport of the modern age also requires the continuous development of the knowledge of security members, technologies, and technical devices. The most spectacular mechanical tools are access control systems, which have the major task of checking authorization. However, based on the results of the development of the access control system, it can be declared that control of authority alone in terms of protection of match does not constitute a full-fledged screening to protect against tools of committing illegal activities.

Keywords: Football, security of the match, system of access control

1. Bevezetés

Publikációm íráskor azt a célt fogalmaztam meg, hogy a futball mérkőzések biztosításának elemeiként alkalmazott beléptető rendszerek vizsgálata által átfogó és a biztonságtechnika több területére kiterjedő információkat kapjak ezen eszközök többcélú alkalmazásának hatékonyságáról. A beléptető rendszerek funkciója nem csak a sportlétesítmény területére történő beléptetés, belépési jogosultság ellenőrzés. Tekintettel arra, hogy a stadionok területén nem kizárólag a sport és a rendezvénybiztosítás rendszabályai érvényesülnek, nem elhanyagolható szempont és mindenképpen nagy figyelmet, tervezést igényel a létesítés során a beléptető rendszerek tűzvédelmi szempontú alkalmazása is, amely legfőképpen a kiürítés során kap fő szerepet.

2. Biztonságtechnikai fogalmak a stadionok vonatkozásában

A kutatói munkám során kiemelt figyelmet fordítok a személy- és vagyonvédelem azon területeinek az analízisére, amelyek szorosan összefüggenek kutatási területem részeivel és egészével. Az alapismeretek feltárása során már korábban is szélesebb körű, új ismeretanyagra tettem szert a személy és vagyonvédelem szegmensein belül. A biztonságtechnika tudomány széles spektrumán belül ezen területek több fajta biztosítási módot foglalnak magukba, amelyek értelmezéséhez nélkülözhetetlen tisztán látni az egyes fogalmak mögötti tevékenység tartalmát a stadionok vonatkozásában.

A személy és vagyonvédelmi célok megvalósulásának kiemelkedő jelentőséggel bíró tevékenységei az őrzés és a védelem. E kétfajta tevékenység értelmezés és gyakorlati megvalósulás szempontjából jól elkülönülő, azonban mégis egymással szorosan összefüggő tevékenységek. A kutatási témám alapjául szolgáló létesítmények, konkrétan a futball stadionok, szempontjából mindkét tevékenység megvalósul és ezen létesítmények igazán megfelelőek arra a célra, hogy könnyen érthetővé váljon számunkra a két tevékenység összefüggősége, ugyanakkor szemléltethető, főként időbeli síkon, a különbözőségük is. A két alaptevékenység végrehajtásához használt eszköztár egészen széles palettán vonul fel. Az írásomban a mechanikai védelmi rendszer alapelemeinek, a beléptető rendszereknek a több célú felhasználását vizsgálom, kiemelve jelentőségüket és feltárva hiányosságait.

2.1 Az őrzés

Az őrzés egy előre látott, biztonságtechnikai elemzések szerint nagy valószínűséggel bekövetkező, jogellenes magatartás tanúsításából adódó tevékenységre történő megelőző és reagáló tevékenységek folyamata. A sportlétesítmények, esetemben stadionok, vonatkozásában gyakorlatilag az objektumbiztonság szerves részeként az őrzés kétséget kizáróan meg kell, hogy valósuljon, hiszen a létesítmények legtöbbször klubok, vagy önkormányzatok tulajdonát képező objektumok. Illetéktelenek létesítményen belüli tartózkodása nem megengedett a mérkőzésnapok és kis számú, szervezett program esetének kivételével. Szándékos, jogellenes magatartás, amely a létesítményben vagy akár azzal összefüggésben bármilyen kár keletkezését vonja maga után, mindenképpen elkerülendő, megelőzendő. [1]

2.2 A védelem

A védelem az őrzés során előre vetített tevékenység bekövetkezése esetén történő reagáló tevékenység, amely a jogellenes tevékenység megszüntetésére, csökkentésére irányul. Az őrzéshez képest, időben nem képez állandóságot. A tevékenység csak a jogellenes esemény felszámolásáig tart. Stadionok esetében a védelem funkció akkor aktivizálódik, amikor a szándékos, jogsértő magatartás megjelenik, kiszélesedik és a mérkőzésen jelen lévő minden személy biztonságát sérti, testi épségét veszélyezteti. [1]

2.3 A mechanikai védelem

A vagyonvédelem kültéri védelmi eszközeit a mechanikai védelem foglalja magába. A létesítés során kiépítésre kerülő elemeket úgy tervezik és helyezik el, hogy valós elrettentő erővel rendelkezzenek, akadályozzák és lehetőleg gátolják meg a létesítménybe való illegális bejutást, illetve mindenképpen nehezítsék meg azt. Stadionok esetében a leglátványosabb mechanikai védelmi elemek a beléptető rendszerek. [1]

3. Stadionok beléptető rendszere

A nagy tömegek vonzásával járó és a népszerűségéből szinte soha nem veszítő futball mérkőzések biztosítása a személy és vagyonvédelem kiemelkedő területéhez, a rendezvénybiztosítás kategóriájához tartozik. A futball mérkőzések szervezése, rendezése és biztosítása sok pilléren nyugvó, komplex feladatvégrehajtást igénylő folyamat, amely az előkészítő munkáktól a jegyértékesítésen át a sportlétesítmény kiürítéséig tartó és párhuzamosan több szervezetet érintő, összehangolt munkát jelent.

3.1 Funkcionalitás

A beléptető rendszerek alapvető feladatait, véleményem szerint, célszerű differenciáltan kezelni, attól függően, hogy a stadionban a vizsgált időpontban kerül-e mérkőzés megrendezésre vagy sem.

Mérkőzésnapokon a látogató az általa megvásárolt jeggyel belépésre való jogosultság ellenőrzésén esik át. A magyarországi stadionok nagy többségében az ellenőrzés komplex végrehajtás keretében valósul meg, ahol is a beléptető rendszer részei a beléptető kapuk, humán erőforrással megerősítve. A Nemzetközi Labdarúgó Szövetség (FIFA) [2] és az Európai Labdarúgó Szövetség (UEFA) [3] a beléptetéssel kapcsolatban is egyértelmű irányelveket fogalmaz meg. A hagyományosnak mondható manuális belépési jogosultság ellenőrzés, a mai kornak megfelelően, önmagában már a helyszínek nagy többségén nem ebben a formában valósul meg. A számlálóval ellátott forgókapus ellenőrzés több helyszínen optimális megoldás. A stadionok létesítése során azonban napjaink legelterjedtebb és leggyakrabban alkalmazott beléptetési formáját, a vonalkódos leolvasóval szerelt forgókaput részesítik előnyben. Ez a komplex megoldás a belépési jogosultság ellenőrzésén és a számláláson túl az eltérő szurkolói csoportokat is képes megkülönböztetni azáltal, hogy az adott kapun csak azon személyek áthaladását engedélyezi, akiknek a belépési okmány kódolása megegyező. A kódolás szektoronként eltérő lehet.

Azokon a napokon, amikor mérkőzés nem kerül megrendezésre, klasszikus vagyonvédelmi elemként jelenik meg a beléptető rendszer. Stadionok esetében a mechanikai védelem egyrészt az építményvédelem elemein (falak, földem, nyílászárók, rácsok), másrészt a beléptető kapukon, mint „kerítések” -en keresztül valósul meg. A stadionok falazata egyértelműen olyan kialakítású, amely az illegális bejutást megakadályozni képes. A forgószárnyas kapuk beépített, fix telepítésű elemek, amelyek a mérkőzés utáni kiürítés érdekében nyitható, egy vagy két szárnyas kapukkal egészülnek ki. A forgókapukon kívül a stadion belsejében, fix telepítésű, de nyitható kapuelemeket is elhelyeznek, többségében a stadion szektorait, különös tekintettel a vendégszektort, leválasztó céllal. A vendégszektor mindkét oldalát ezekkel a nyitható-zárható kapukkal határolják el. Hazai viszonylatban jó megoldást jelent még a vendégszektorok vonatkozásában, a szektor teljes leválasztása, alagút rendszerrel, kizárólag csak a vendégek részére megközelíthető módon. Ezen alagutak szintén a mechanikai védelem elemei, kiépítésük beton alapú.

3.2 Speciális funkció

A bevezetőben már említésre került, hogy a stadionokban nem csupán a sport és rendezvénybiztosítás rendszabályai a mérvadóak. A mérkőzések rendezését olyan eseménynek kell tekinteni, ahol a munka-, tűz-, és környezetvédelmi rendszabályok betartásának és betartatásának is kiemelkedő jelentősége van. A beléptető rendszerek szerepe a nem várt (kockázatbecslés ellenére bekövetkező) események, terrorcselekmények, HAVARIA események tekintetében is megkérdőjelezhetetlen. A gyakorlatban a beléptető rendszer a kiléptetést, kiürítést ugyanúgy hivatott szolgálni, mint a belépési jogosultság ellenőrzést. A kérdés általában csak az, hogy a kiürítést segítő kapuk automata módon, vagy manuális módszerrel nyílnak.

Automata rendszerek esetén a nyitást nem befolyásolja emberi tényező, míg a manuális nyitás megbízhatósága jóval kisebb. Tűzvédelmi szempontból rendkívüli kockázatot jelent, ha a kapuk nyitása nem történik meg vagy nem megfelelő módon történik.

3.3 Beléptető rendszerek hiányosságai

A beléptető rendszerek tekintetében, hazai stadionok esetében, a beléptetés során a mérkőzésen jelen lévő egyénekre vagy a tömegre veszélyes tárgyak bevitelének szűrése nem valósul meg teljes mértékben. A jelenleg leggyakrabban alkalmazott módszer, a biztosítást végző személyek által, motozás formájában valósul meg, annak ellenére, hogy a sportrendezvények biztosításában erre a célra már gyakran alkalmaznak detektorkaput. Amennyiben mindenképpen ragaszkodunk a biztosítást végző személyek munkájához, hatékonyságban a testskenner egyértelmű előrelépést jelentene, azonban ezen eszköz használata sem elterjedt.

A biometrikus azonosításban rejlő lehetőséget hazánkban még nem sikerült a várakozásoknak megfelelően kiaknázni. A szurkolók körében nem túl népszerű megoldás következményeként jelenleg a honi stadionok tekintetében mindösszesen egy létesítmény van vénaszkennerrel szerelve, arcfelismerő és szem diagnosztikai azonosításra alkalmas rendszer pedig ott sincs kiépítve.

4. Konklúzió

A futball mérkőzések helyszínéül szolgáló stadionok biztosításának minden kétséget kizáróan a leglátványosabb elemei, a beléptető rendszerek, amelyek a mechanikai védelmet hivatottak szolgálni. Alapfunkciójuk a belépési jogosultság ellenőrzés mellett a szektorok elválasztása, az őrzés és védelmi feladatok megvalósulása. A beléptető rendszer speciális használata a nem sportszakmai és rendezvénybiztosítási feladatok végrehajtása során adódik. A látogatók biztonságának garantálása az eseményre bevitt eszközök szűrésén is és az előre látott vagy a nem várt eseményekre történő reagáláson is múlik, valamint azon, hogy a beléptető rendszer megfelel e hatékonyan a kiléptetés és/vagy kiürítés céljainak. A jelenleg használt beléptető rendszerek tekintetében a rendelkezésre álló, innovatív eszközök alkalmazásának hiányában a hatékonyság erősen megkérdőjelezhető a szándékosan elkövetett jogsértésekhez használt eszközök előtalálásában.

5. Hivatkozások

- [1] Berek, L., Berek, T., & Berek, L. (2016). Személy-és vagonbiztonság. Óbudai Egyetem.
- [2] Fédération Internationale de Football Association (2013). FIFA Stadium Safety and Security Regulations 112(1) 40-45 p.
<https://digitalhub.fifa.com/m/682f5864d03a756b/original/xycg4m3h1r1zudk7rnkb-pdf.pdf>
(2022.10.16.)
- [3] Union of European Football Associations (2018). UEFA Stadium Infrastructure Regulations, Article 19 Public access, exit and circulation routes, 19.01-19.06
<https://documents.uefa.com/r/qA7fJuXrAU7K42UpVsoDGQ/Y9hxAvB0E1Sm5Xc51HPVA>
(2022.10.12.)



Megaprojektek a világból – metróépítési projektek terjedelmének megítélése primer adatok mentén

Megaprojects to improve public transport from the user side

Varga János¹, Csiszárík-Kocsir Ágnes²

¹ Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, *Magyarország*
varga.janos@kgk.uni-obuda.hu

² Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, *Magyarország*
kocsir.agnes@kgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

A globalizáció, és a felgyorsult világunk új távlatokat nyitott meg a világ minden pontján. A népességnövekedés, az energia árak növekedése, és azok csökkenő mivolta miatt problémák adódnak a közlekedésben is. Az utak túlszűfolttsága, a menetidő drasztikus megnövekedése, az utazás költségeinek növekedése felhívta a figyelmet a tömegközlekedés fejlesztésének fontosságára. Azonban ahhoz, hogy a tömegközlekedés vonzó legyen, mindenképpen az szükséges, hogy a közlekedési alternatíva maga gyors, kényelmes, és korszerű legyen. Jelen tanulmányban két magas népességgel rendelkező város metró építési projekt vizsgáljuk meg a projektmenedzsment szempontjából, kiemelt figyelmet fordítva a projekt fő céljára, annak használhatóságára. A tanulmányban ki kívánjuk emelni a végső felhasználók által megfogalmazott látható célokat, azok visszatükröződését a projektben. Kiemelt hangsúlyt kívánunk fektetni a projektmenedzsment egyes fázisaira, amelyek a projekt sikeréhez vezetnek.

Kulcsszavak: közlekedés, fenntarthatóság, projekt, projektmenedzsment

Abstract

Globalization and our fast-paced world have opened up new horizons all over the world. Population growth, rising energy prices, and their declining nature are creating problems for transport. Road congestion, drastic increases in journey times, and rising travel costs have highlighted the importance of improving public transport. However, for public transport to be attractive, it is essential that the transport alternative itself is fast, comfortable, and modern. In this paper, we examine two metro construction projects in cities with high populations from a project management perspective, with a particular focus on the main purpose of the project: its usability. In this study, we want to highlight the visible goals expressed by the end users and their reflections on the project. We want to focus on the different phases of project management that lead to the success of the project.

Keywords: public transport, sustainability, project, project management

1. Bevezetés

A fenntarthatóság napjaink népszerű kifejezésévé nőtte ki magát. Ha az interneten próbálunk a fenntarthatóság kifejezésre keresni, 0,55 másodperc alatt 2,2 milliárd találatot kapunk. Ez jól mutatja, hogy a fenntarthatóság sokak számára keresett és népszerű téma, de nem csupán amiatt kell ezzel a témával foglalkoznunk. Való igaz, a bolygó jelentős átalakuláson ment keresztül és az elmúlt évtizedek soha nem látott robbanást okoztak több szempontból is. A világ GDP-je vagy a világkereskedelem volumene 1960-at követően soha nem látott mértékben emelkedett, ahogy ez megfigyelhető többe között a népesség számának változása kapcsán is. Igen kis idő alatt nagy horderejű növekedésnek lehettünk szemtanúi, amelyek új megvilágításba helyezték bolygónk véges kapacitásait. A végtelen irányba tartó növekedés mellett véges erőforrásaink és lehetőségeink vannak, így csak idő kérdése, hogy a kettő mikor válik el végleg egymástól. A fenntarthatóság ma már nemcsak divatos kifejezés, de az életünkre is egyre inkább kihatással lévő fogalom lett. Egy jelentős problémáról árulkodik, amely mögött azt feltételezhetjük, hogy valami nem működik igazán jól és jelentős változásra lenne szükség. Eközben a globalizáció és az egyre intenzívebb változások újabb kihívásokat helyeznek az emberiség vállára. Jogosan merül fel a kérdés, hogy milyen formában tudjuk fenntartható módon megőrizni vagy javítani életminőségünket? Napjainkban számos probléma nehezíti meg életünket. Az energiaárak növekedése, a népességnövekedés vagy az erőforrások csökkenő mértéke mind abba az irányba terelnek bennünket, hogy új megvilágításba helyezzük a fenntarthatóság kérdését. Azt is világosan kell látnunk, hogy a fenntarthatóság már nemcsak pusztán a fogyasztásunk kapcsán értelmezendő, hanem olyan területeken is fenntarthatónak kell lennünk, mint például a sokak által használt közösségi közlekedés. A tömegközlekedés vonatkozásában is napi szinten okozhat problémát az egyre több utas, az energiaárak drasztikus emelkedése vagy éppen a közlekedés számára fontos nyers- és alapanyagok hiánya. A fenntarthatóságot ebből a megközelítésből a tömegközlekedés vonatkozásában is értelmezni, sőt vizsgálni kell, tekintettel arra, hogy olyan rendszerről beszélünk, amely az emberiség jelentős számára választási alternatívát és szolgáltatásokat kínál. Miközben fenntarthatóságra törekszünk a közlekedésben, azonban továbbra sem szabad megfeledkezni arról, hogy a szolgáltatást ugyanakkor megfelelő minőségben, korszerűen és az utasok maximális elégedettsége mellett tudjuk biztosítani. Egyszerre kell fenntartható, gazdaságos, hatékony és minőségi szolgáltatást nyújtani, amely sokszor nem egyszerű, de a XXI. század kihívásai ilyen követelményeket támasztottak a közlekedéssel szemben is.

2. Szakirodalmi áttekintés

A fenntarthatóságot a legtöbbször a fogyasztással hozzák összefüggésbe [1], amelyhez gyakran azt gondoljuk, hogy a fenntartható világhoz elegendő annyi, ha tudatosabban vagy kevesebbet fogyasztunk [2], [3]. Ha a közlekedésre szeretnénk a fenntarthatóságot ilyen vetületben értelmezni, akkor azt mondhatnánk, hogy a fenntartható közlekedés azt jelenti, ha kevesebbet utazunk. A legtöbb definíció a bolygónk véges erőforrásaival és lehetőségeivel hozza összefüggésbe a fenntarthatóságot, de ez újfent fogyasztásközpontú megközelítést takar [4], [5]. A fenntarthatóság ugyanakkor nem csupán a fogyasztással kapcsolható össze, ugyanis a fenntarthatóságra való törekvésnek van egy jól meghatározott célja. Nevezetesen az, hogy megóvjuk a környezetünk állapotát és minőségét, így olyan környezetben élhessünk, amely mindenki számára megfelelő életteret biztosít. A fenntarthatóság definiálása mind a mai napig kihívás, hiszen fenntartható sok minden lehet. Fenntartható rendszerek, fenntartható városok, fenntartható költségvetés, fenntartható adórendszer, fenntartható üzleti környezet és sorolhatnánk a végtelenségig, mi minden lehet még fenntartható. Sokat hallhatunk a fenntartható közlekedésről vagy közlekedési rendszerekről is. Bizonyosan kijelenthetjük, hogy mindenhol egy picit más jelentése van a fenntarthatóságnak, hiszen az némileg mást jelent gazdasági, ökológiai vagy éppen közlekedési tekintetben is [6]. Azonban

minden fenntarthatóság definíció megegyezik valamiben. Bárhol is törekszünk a fenntarthatóságra, annak mindig célja a környezetre gyakorolt pozitív hatás. Azért kívánunk fenntartható dolgokra törekedni, hogy azzal pozitív változást és pozitív ráhatást érzünk el a környezetünkben. A tanulmány tárgyát képező közlekedés és a fenntartható közlekedés definíciója ez tökéletesen jól példázza. Az OECD összekapcsolja a fenntarthatóságot és a közlekedést. Megemlíti, hogy a közlekedés számára éppúgy kihívást jelent az erőforrás szűkösség vagy az egyre nagyobb kereslet a szolgáltatások iránt, mint más termelő vagy szolgáltató ágazatokban. A tömegközlekedésre ráadásul sokszor még nagyobb teher is hárul, hiszen gyakran emberek millióinak kell napi szinten fenntartható szolgáltatást biztosítani. A fenntartható közlekedés az OECD szerint olyan, amely nem veszélyezteteti a lakosság egészségét és az ökoszisztémát, de eközben olyan szolgáltatást nyújt, amely kielégíti a közlekedési igényeket a megfelelő minőségben [7]. A fenntartható közlekedéstől elvárják, hogy az lassabb ütemben használja fel a megújuló erőforrásokat, mint amennyi idő azok újraelőállításához szükséges lenne. Azokat az erőforrásokat pedig, amelyek nem megújíthatók, azokat a megújuló erőforrásokhoz képest sokkal lassabban használja fel. Mindez abba az irányba mutat, hogy a közlekedés ilyen értelemben vett fenntartható mibenléte pozitív hatást gyakoroljon az emberek környezetére, de eközben biztosítson egy megfelelő szolgáltatási színvonalat is. A közlekedési rendszerek jelentős pozitív és negatív hatásait már több esetben is kimutatták a városok fenntarthatóságára és az emberek életére egyaránt. A fenntarthatóság elősegítése érdekében számos közlekedést fejlesztő projektet indítanak, amelyek igen sokszor technikai vagy pénzügyi korlátokba is ütköznek. Mindez megnehezíti az ilyen projektek végrehajtását [8]. A fenntartható közlekedés megteremtése nemcsak regionális, állami vagy városi szinten lehet fontos. Maga az Európai Unió is jelentős klímacélokot fogalmazott meg, amelynek egyik leglényegesebb pontja a közlekedési ágazat dekarbonizációja. Az EU vállalta, hogy 2050-re 0%-osra csökkenti a károsanyag kibocsátást és egyfajta klímasemlegességet ér el. Ehhez jelentősen csökkenteni kell az üvegházhatású gázok kibocsátását, de továbbra is olyan szolgáltatást és megoldásokat kell biztosítani a polgárok számára, amelyek megfizethetőek számukra [9]. Az ilyen jellegű kezdeményezések között jelentős átalakulást, számos beruházást és projekt megvalósítását feltételezhetjük. Ahhoz, hogy a közlekedési ágazatban is zéró károsanyagkibocsátást érhessünk el, számos korábbi közlekedési technológiát vagy eszközt el kell cserélni, fejleszteni kell vagy át kell alakítani. A közlekedést azonban nem lehet kihagyni a folyamatos fejlesztésekből és rendszeres beruházásokból. A tömegközlekedést a fenntartható városok építésének kulcsfontosságú elemének tekintik, ezért központi szerepet kell szánni annak a városok és a régiók fenntarthatósága szempontjából (Miller et al, 2016) [10]. A fenntartható közlekedés nem csupán magát az eszközök környezetbarát minőségét szeretné kifejezni. Mindez egyszerre jelenti a környezetileg fenntartható közlekedést, a fenntartható közlekedési rendszert és közlekedési folyamatok fenntarthatóságát [11]. A fenntartható közlekedési rendszernek lehetővé kell tennie a mobilitást minden lakos számára, de olyan formában, hogy az biztonságos és környezetbarát legyen. Mindez nem könnyű feladat, hiszen a különböző jövedelmi csoportba tartozó emberek szükségletei és igényei mások, így ezt nem mindig lehet ugyanolyan szinten biztosítani [12]. Ugyanakkor a közlekedési fenntarthatóság ebben az értelmezésben is erősen kapcsolódik ahhoz, hogy milyen hatással van az a közvetlen környezetre. A közlekedés fenntarthatósága és az életminőség közötti pozitív kapcsolat is egyértelműen megerősítést nyert [13]. A fenntartható közlekedés vonatkozásában is az egyensúly fenntartására igyekeznek törekedni. Ez az egyensúly nem pusztán a közlekedés és az életminőség között kell, hogy megjelenjen, hanem a környezeti, gazdasági és társadalmi szempontokat is előtérbe kell helyezni. A fenntartható közlekedés így módon olyan tulajdonságokat kell felvonultasson, amely egyszerre tud megfelelést biztosítani környezeti, gazdasági és társadalmi szempontból is [14]. A közlekedés és a környezet kapcsolata rendkívül szorosan összefügg és ebbe beletartozik a közlekedési infrastruktúra fejlesztése vagy a közlekedési létesítmények olyan irányú modernizálása, amellyel maga a közlekedés is környezetbarátabbá, környezettudatosabbá válik. A fenntartható közlekedési

programok és projektek megvalósításának kihívásai közé tartozik a városi környezet közlekedési problémák összetettsége, az érdekkonfliktusok vagy a megfelelő erőforrások hiánya [15]. Erőteljes kapcsolat található a fenntartható közlekedés fejlesztése és a projektmenedzsment között is. Miközben alapvető törekvéssé vált, hogy fenntarthatósági kritériumokat érvényesítsünk a közösségi közlekedésben, addig a gazdaságossági szempontokat sem hagyhatjuk figyelmen kívül. A fejlesztési projektek sok esetben jelentős költség és időigénnyel is rendelkeznek azon túl, hogy más erőforrások tekintetében is szűkösség jelentkezik a közlekedési ágazatban. A fejlesztések a legtöbb esetben jelentős projektek vagy programok formájában érhetőek tetten, amelyek minden esetben egy célt szolgálnak: pozitív hatás elérését, amely a környezeti értékek megővését biztosítja anélkül, hogy a polgároknak le kellene mondanunk a közlekedési szolgáltatásokról. A tömegközlekedést fejlesztő projektek ily módon megpróbálják úgy elérni a kívánt hatást, hogy az erőforráskorlátokat maximálisan igyekeznek figyelembe venni, és a költség, idő szűkösség mellett is olyan végeredményt próbálnak előállítani, amely egyszerre felel meg a polgárok elvárásainak, de ugyanakkor pozitív hatással van azok életminőségére és környezetére is.

3. Anyag és módszer

A jelen tanulmányban bemutatott megaprojektek a Projektmenedzsment Intézet (PMI) által közzétett top 50 projekt lista szereplői [16]. A projektmenedzsment standardok kidolgozásával foglalkozó szervezet minden évben kiválasztja az adott év azon leginspirálóbb, leginkább példaértékű projektjeit, melyek követendő példaként állítandók a jövőbeli hasonló kezdeményezéseknek. Tanulmányunkban két olyan projektet kívánunk bemutatni, melyek a tömegközlekedés fejlesztésére irányulnak, edukáló jelleggel bírnak az autóhasználat és a közlekedés biztonságosságának, időigényének rövidítése célja mellett. A tömegközlekedés modernizálása több embert bír arra, hogy az autózás és a forgalmi dugók generálása helyett inkább a felszíni vagy a felszín alatti megoldásokat válasszák. A két bemutatott projekt egy-egy metróépítést mutat be, melyek igen magas népességszámú városokban (Ryadban és Mumbaiban) valósultak meg. A két vizsgált projektet felhasználói szemszögből vizsgáljuk, így a mintában szereplő válaszadók kiválasztásánál nem alkalmaztunk semmiféle szűrő feltételt, azaz iskolai végzettség, a korábbi projekt menedzsment ismeret nem volt kritérium, azaz az értékelés alapjául szolgáló kérdőívet bárki kitölthette. A válaszadókat arra kértük, hogy értékeljék a kiválasztott projekteket a projekt terjedelmének néhány tényezője alapján. A válaszadók a tényezőket egy 1-től 4-ig terjedő skálán értékelték, ahol az 1-es érték a tényező nagyon gyenge, a 4-es érték pedig a tényező nagyon erős mivoltát jelentette. A projekterjedelem jellemzését szófelhő segítségével mutatjuk be. A mintában szereplő válaszadók 39,5%-a felsőfokú, míg a 60,5%-uk középfokú végzettséggel bír. A válaszadók 12,2%-a az Y, 23,3%-a az X, valamint a 64,5%-uk a Z generáció tagja. Az adatfelvétel 2022 áprilisában és májusában történt meg.

4. Eredmények

4.1 Riyadh-Metró projekt értékelése

Szaúd-Arábia legnagyobb városában, Rijádban korábban nem volt kultúrája a tömegközlekedés használatának. Az évtized végére várhatóan 8,3 milliós lakosságszámmal rendelkező városban az emberek döntő többségében autóval közlekednek, ami hatalmas környezeti károkat, dugókat, és légszennyezést okoz a városban, rontva az ott élő emberek életminőségét. A most bemutatandó metró projekt hat autonóm vonalból áll, amelyek úthossza összesen 176 km-t tesz ki, ezzel a világ legnagyobb tömegközlekedési projektjének mondható. Mindehhez hozzájárul még a kiterjedt autóbuszvonal hálózat is, amelyek még 1150 km-t tesznek ki [16]. A projekt költségvetése 23 milliárd dollár volt, és hét év alatt tervezték annak kivitelezését. A projekt folyamatosan szem előtt

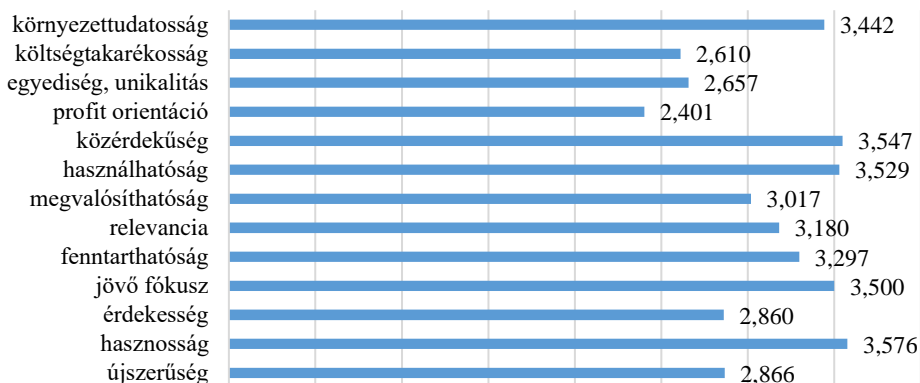
tartja a környezetbarát szemlélet érvényesülését, amely a fenntarthatóbb jövő felé mutat. A tervezés során gondoskodtak a környező területek hűtéséről, és árnyékolásáról is, innovatív megoldásokat alkalmazva (öntözőcsatornák, előtét, külső és belső növényzet).

Első lépésben arra kértük a felmérésben szereplő válaszadókat, hogy értékeljék egy szóval a projekterjedelem lényegét, amit ők, mint felhasználók látnak, és ami a projekt fő mondanivalója számukra. A kapott válaszokból szófelhőt készítettünk, amelyet a lenti ábra mutat. Legtöbben a „tömegközlekedést” jelölték meg, mint fő elem a projekterjedelemben. Itt inkább a projekt fő célját nevesítették a válaszadók. A következő legtöbbet megjelenő kifejezés a „hasznos”, valamint a „metró” szavak voltak, amelyekre 20-20 szavazat érkezett. Ezen kívül kiemelendő még a környezet tudatosság, valamint a fenntarthatóság fogalma is, de többen a megfelelő jelzővel is illeték a projekt lényegét. Tehát elmondható, hogy maga a projekt végeredmény szerepelt döntő súlyban az scope definiálása során.



1. ábra: Az Riyadh-Metró projekt terjedelmének jellemzése
 Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

Ezt követően arra kértük a válaszadókat, hogy a projekterjedelem egy-egy jellemzőjét értékeljék egy négy fokozatú skálán. Itt a legnagyobb átlag értékkel a hasznosságot, a közérdekűséget, a használhatóságot, valamint a jövőfókuszú neveztek meg. A négy jellemzőnek az értékelésre minden esetben 3,5 felett volt. Ezenkívül igen magas arányban tartották a projektet környezettudatosnak, fenntarthatónak, relevánsnak, valamint megvalósíthatónak, amit a 3,0 feletti átlag értékek mutatnak. A projektet legkevésbé tartottak profitorientáltnak, mivel ezt kapta a legkisebb átlag értéknek megfelelő értékelést. Hasonlóképpen a költségtakarékosság is alacsony értékkel bírt, és hátulról a harmadik helyen a projekt egyedisége, unikalitása foglalt helyet. Ez utóbbi azért is nem meglepő, mert a tömegközlekedési infrastruktúra önmagában nem bír különösebb egyediséggel, azonban az alkalmazott technológia, az építészeti megoldások, a környezet védelmét célzó megoldások már ebbe a kategóriába tartoznak. Ezt azonban a projekt jelenlegi szakaszában kívülről nézve még nem láthatták a felmérésben szereplő válaszadók.



2. ábra: A Riyadh-Metró projekt terjedelmének értékelése
 Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

4.2 Mumbai-Metró projekt értékelése

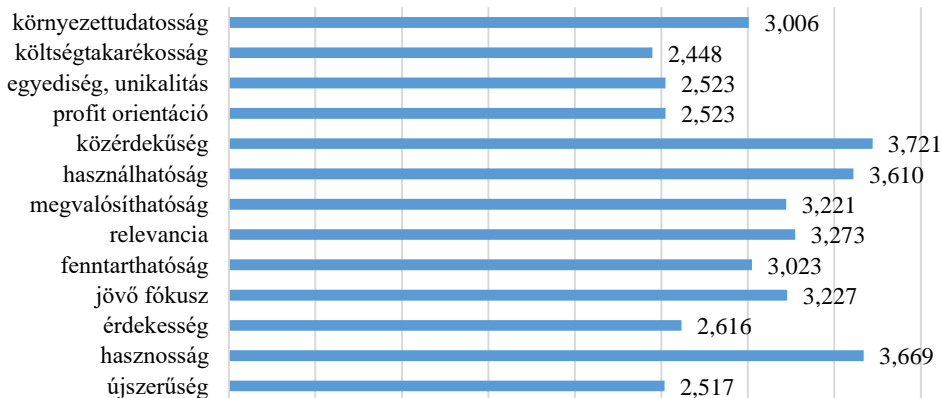
Mumbai a világ egyik legnagyobb népességszámú városának minősül. A város vasúti rendszere több, mint 7 millió, naponta ingázó embert mozgat, ami miatt igen gyakoriak az utasokat veszélyeztető helyzetek. A nagy tömeg miatt gyakran előfordul, hogy egy-egy utas a szerelvények elé esik, avagy a tömegben megsérül. A városvezetés éppen ezért döntött a tömegközlekedési hálózat korszerűsítése mellett. A hármás metróvonal megépítése hatalmas kihívást jelentett a kivitelezők számára. Első lépésként ki kellett alakítani a világ egyik leghosszabb alagút rendszerét, ami 33,5 km felszín alatti alagutat jelent 27 állomással. Ez hatalmas kihívást jelentett, mivel a vonal a város igen sűrűn lakott részein ment keresztül, számos magas, és műemléknek minősülő épület alatt elhaladva, valamint felüljárók, metró viaduktok és vasútvonalak és nehezítették a munkálatokat. Hatalmas kihívás volt az alagútfúrógép kiinduló pontra való eljuttatása is. A kivitelezés során 8000 munkás és 17 fúrógép dolgozott a nap 24 órájában annak érdekében, hogy a terveket tartani tudják. Azonban a koronavírus járvány jelentősen nehezítette a munkák időben történő befejezését. Minden egyes megbetegedés esetén az adott munkáscsapat karanténba került, ami hatalmas csúszásokat eredményezett a projektben. Ráadásul a munkálatok a monszon szezon idejére datálódnak, ami miatt az áradások is veszélyt jelentettek az alagútban dolgozó emberek számára. Jelen projekt is kifejezetten szem előtt tartotta a környezetvédelem fontosságát. A projekt alapkuldetése a város széndioxid kibocsátásának a csökkentése is, amely egyrészt a járműszám csökkentésével érhető el, valamint a projekthez társuló erdő fejlesztéssel egyaránt.

Jelen projektet is leginkább annak látható célja mentén jellemezték a válaszadók. A leggyakrabban emlegetett terjedelem elem a „tömegközlekedés”, valamint a „metró” szavak voltak. Ezek után következett az említések gyakorisága alapján a „hasznos”, a „megfelelő”, valamint a „fontos” kifejezés. Több esetben értelmezték a projekt scope-ot infrastruktúrának, fejlesztésnek, de megjelent a biztonságos, és a kihívás, valamint a közérdekű szó is.



3. ábra: Az Mumbai-Metró projekt terjedelmének jellemzése
 Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

Amikor arra kértük a válaszadókat, hogy jellemezzék a projektterjedelmet a megadott jellemzők mentén, akkor látható volt, hogy az előző projekthez képest sokkal magasabb aránnyal értékelték azt közérdekűnek, hasznosnak, és használhatónak, mivel jelen három jellemző esetén 3,6 felett volt az átlag érték minden esetben. Ezt követően markánsan kisebb átlag értéket (3,2 körüli érték) a kapott a relevancia, a jövőfókusz, valamint a megvalósíthatóság. Legkevesbé tartottak a válaszadók a projektterjedelmet költség takarékosnak, újszerűnek, és itt is hátulról a harmadik helyen a projekt egyedisége, és unikalitása állt.



4. ábra: A Mumbai-Metró projekt terjedelmének értékelése
 Forrás: saját kutatás, 2022, N = 172

5. Összegzés

Ha a két projektet összességében értékeljük, akkor elmondható, hogy mindegyiknek a társadalmi hasznossága kiemelendő. Számos város, köztük Rijád és Mumbai is rájött, hogy az autólól való közlekedés ugyan kényelmesebb és praktikusabb sok esetben, mint a tömegközlekedés, mégis hatalmas terheket ró a városokra, így a bolygóra is. A tömegközlekedés alternatívát nyújt a környezetkárosító autózással szemben azáltal, hogy nagy tömegeket képes hatékony módon eljuttatni a kívánt helyre. Mindez által csökkentve a városok légszennyezettségét, azok zsúfoltságát, valamint a környezetre gyakorolt negatív hatásokat. A projektek értékelése alapján elmondható, hogy azokat nagyon pozitívan fogadták a megkérdezettek attól függetlenül, hogy nem biztos hogy közvetlen használói lesznek annak. A projektek üzenet értéke alapján elmondható, hogy azt leginkább közérdekűnek, hasznosnak, és használhatónak tekintették, hiszen ez a három fő jellemző dominált az első három hely tekintetében a válaszadók véleménye alapján. Költségtakarékosság szempontjából azonban kétségeik voltak a válaszadóknak. Nyilván ez nem véletlen, hiszen egy tömegközlekedés fejlesztését célzó projekt hatalmas költségvetéssel valósul meg, amelynek haszna csak több év, vagy akár évtized múlva érvényesül. A megfelelő minőségű tömegközlekedés, és az arra való edukáció mindenképpen megoldást jelenthet korunk környezeti problémáira. A jelen esetben bemutatott két projekt és azok felhasználók szerinti értékelése mindenképpen üzenetértékű a jövőbeli fejlesztések számára, ami segíthet a hasonló projektek céljának és irányának a meghatározásában.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a Nemzeti Közzolgálati Egyetem Széll Kálmán Állampénzügyi Kutatóműhely támogatásával készült.

6. Felhasznált irodalom

- [1] Tseng, M. L., Tan, K. H., Geng, Y., & Govindan, K. (2016). Sustainable consumption and production in emerging markets. *International Journal of Production Economics*, 181, 257-261.
- [2] Harjoto, M. A., Kownatzki, C., Alderman, J., & Lee, R. (2021). Sustainable Consumption and Production, Climate Change and Firm Performance. *The Journal of Impact and ESG Investing*, 2(2), 8-34.
- [3] Dolan, P. (2002). The sustainability of “sustainable consumption”. *Journal of Macromarketing*, 22(2), 170-181.
- [4] Pogutz, S., Micale, V. (2011). Sustainable consumption and production. *Society and Economy*. Vol. 33. No. 1. (2011) pp. 29-50.
- [5] Wang, C., Ghadimi, P., Lim, M., Tseng, M. L. (2019). A literature review of sustainable consumption and production: A comparative analysis in developed and developing economies' *Journal of Cleaner Production*, vol. 206, pp. 741-754.
- [6] Morell, J. (2011). Environmental sustainability: a definition for environmental professionals. *Journal of environmental sustainability* Volume 1. Issue 1. Article 2.
- [7] OECD Environmental Criteria for Sustainable Transport. <https://www.oecd.org/env/greening-transport/environmentalcriteriaforsustainabletransport.htm>
- [8] Mahmoudi, R., Shetab-Boushehri, S. N., Emrouznejad, A. (2021). Sustainability in the evaluation of bus rapid transportation projects considering both managers and passengers perspectives: A triple-level efficiency evaluation approach, *International Journal of Sustainable*

Transportation, Volume 16, Issue 12, 2022.

- [9] Deakin, E (2003). Sustainable Development and Sustainable Transportation: Strategies for Economic Prosperity, Environmental Quality and Equity. Working Paper 2001-03.
- [10] Miller, P., De Barros, A., Kattan, L., Wirasinghe, S.C. (2016). Public transportation and sustainability: A review. *KSCIE Journal of Civil Engineering* 20(3):1076-1083 DOI: 10.1007/s12205-016-0705-0
- [11] Cheba, K., Saniuk, S. (2016). Sustainable Urban Transport - The Concept of Measurement in the Field of City Logistics. *Transportation research Procedia*, Volume 16, 2016, Pages 35-45. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.005>
- [12] Mohan, D., Tiwari, G. (2000). Sustainable Transport Systems: Linkages Between Environmental Issues, Public Transport, Non-Motorised Transport and Safety. *Transportation Research and Injury Prevention Programme*. Indian Institute of Technology
- [13] Steg, L., & Gifford, R. (2005). Sustainable transportation and quality of life. *Journal of transport geography*, 13(1), 59-69.
- [14] Gilbert, R., Tanguay, H. (2000). Sustainable transportation performance indicators project. Brief review of some relevant worldwide activity and development of an initial long list of indicators. The Centre for Sustainable Transportation, Toronto, Ontario, Canada
- [15] Fernandez-Sanchez, G., Terrón, J.A., Fernandez-Heredia, Á. (2020). Evolution towards a Sustainable Public Transport in the City of Madrid. *Sustainable Mobility* April 22nd, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.90102
- [16] Project Management Institute 2021. Most Influential Projects: 2021 Edition. <https://www.pmi.org/most-influential-projects-2021> (letöltve: 19/03/2022)



A magyar és a román kis- és középvállalkozások változáskezelési gyakorlata a pandémia tükrében

Change management practices of Hungarian and Romanian SMEs in the light of the pandemic

Dr. Varga János¹, Dr. Bíró Báborka Eszter², Dr. Bíbor Boróka Júlia³, Dr. Székely Kinga Katalin⁴,
Dr. habil. Csiszár-Kocsir Ágnes⁵, Dr. habil. Garai-Fodor Mónika⁶

¹ Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, Magyarország,
varga.janos@uni-obuda.hu

² Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Kar, Csíkszereda, Románia
biro.biborka@uni-sapientia.ro

³ Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Kar, Csíkszereda, Románia
biro.boroka@uni-sapientia.ro

⁴ Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Kar, Csíkszereda, Románia
szekely.kinga@uni-sapientia.ro

⁵ Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, Magyarország
kocsir.agnes@uni-obuda.hu

⁶ Óbudai Egyetem, Keleti Károly Gazdasági Kar, Budapest, Magyarország
fodor.monika@uni-obuda.hu

Összefoglalás

A pandémia számos területen gyakorolt hatást, mely fogyasztói és a B2B piacon egyaránt jelentős változásokat eredményezett a preferenciák, a munkaszervezés, az életminőség terén egyaránt. A hazai B2B piacon meghatározó szerepet betöltő kis-és középvállalkozások állnak a tanulmány fókuszában, azon belül is a vállalkozások változáskezelésének mechanizmusát, folyamatát és annak eredményességét vizsgáltuk. A tanulmányban ismertetett primer adatok magyar és román piacon megvalósított kvantitatív kutatás eredményei. Ennek keretében a magyar és román kis-és középvállalkozások változáskezelő folyamatait és gyakorlatát hasonlítjuk össze, az azonosságok és a különbségek feltárása céljából. Az adatfelvétel előtesztelt, sztenderdizált kérdőíves, online megkérdezés formájában zajlott, önkényes mintavétel mellett. A tanulmány eredményei rávilágítanak arra, hogy a kis-és középvállalkozások életében milyen szerepet játszik a változáskezelés, mely technikák tekinthetőek eredményesnek a két vizsgált piacon, melyek azok az eszközök és megoldások, melyek adaptálhatók más, eltérő szocio-kulturális környezetben működő vállalkozások esetében is.

Kulcsszavak: változáskezelés, vállalkozások, kvantitatív adatok

Abstract

The pandemic has had an impact in many areas, leading to significant changes in preferences, work organization, and quality of life in both consumer and B2B markets. The focus of the study is on small and medium-sized enterprises (SMEs), which play a dominant role in the domestic B2B market, and in particular, the mechanisms and processes of change management and its effectiveness. The primary data presented in the study are the results of quantitative research in the Hungarian and Romanian markets. In this context, the change management processes and

practices of Hungarian and Romanian SMEs are compared to identify similarities and differences. The data collection took the form of a pre-tested, standardized online questionnaire with an arbitrary sampling. The results of the study shed light on the role of change management in the lives of SMEs, which techniques are considered effective in the two markets studied, and which tools and solutions can be adapted to other enterprises operating in different socio-cultural contexts.

Keywords: change management, enterprises, quantitative data

1. Bevezetés

A változás folyamatai, azaz a változást lehetővé tevő tevékenységek és a változásvezetés, azaz a változás folyamatainak vezetése (koordinálása) egyaránt befolyásolja a változás sikerét, így ezen keresztül a vállalkozások üzleti eredményeit [1]. A sikeres szervezetek pedig elfogadják a változásokat [2]. A változások vezetése egyenlő az emberek menedzselésével, hiszen alapvetően az egyének viselkedése, magatartása és hozzáállása határozza meg egy változtatás vagy kezdeményezés eredményességét. A változásmenedzsmint olyan területét jelenti a vállalkozói működésnek, amely során képességeket próbálunk megalkotni annak érdekében, hogy a szervezet sokkal sikeresebb válaszreakciót adhasson a környezeti változásokra [3], [4]. Ma már azt mondhatjuk, hogy nincs két ugyanolyan vállalkozás, amely tökéletesen hasonlítani egymásra. Minden vállalkozás más és más, így minden cégnek meg kell tanulnia, hogy hogyan tud a legjobban boldogulni az egyre intenzívebben változó üzleti környezetben [5]. A változások megfelelő kezelését minden egyes vállalkozásnak el kell tudni sajátítani és ehhez nagyon fontossá válik, hogy a cég fogékonyra váljon a változásokra [6]. Egyes cégek nem tudnak megfelelő válaszreakciót adni, nem tudnak megelőzni bizonyos eseményeket és nem tudnak megfelelő stratégiai döntéseket hozni [7]. Mindez azt eredményezi, hogy ezek a vállalkozások kénytelenek felhagyni működésükkel és átadni a piaci lehetőséget olyan cégek számára, amelyek ugyanabban a helyzetben jó döntéseket hoztak és mindezt a megfelelő időben is tették. A változásokat alapvetően pozitív tényezőknek szokás tekinteni [8], de nem minden vállalkozás éli azokat meg minden esetben ilyen tapasztalatokkal. A pozitív hatást eredményező változások mellett előfordulnak negatív következményekkel járó változások is, amelyeket a legtöbb esetben válságoknak nevezünk. A válság és a változás a gazdasági szereplők mindennapjainak része, időközönként vagy rendszeresen visszatérő jelenségek, így azt is mondhatjuk, hogy természetes állapotnak tekinthetjük ezeket az életünkben.

2. Szakirodalom

A változások vezetése (leading change) magában hordozza azt a feladatot, hogy a vállalkozást a lehető leghosszabb időn keresztül motiválttá, felkészültté vagy tetterre készre tudjuk tenni [9], [10]. Nagyon sok szervezetnél nem mindig tudják mi lenne a helyes megoldás és cselekvési akció, amikor a cég környezetében változás következik be. Ez egyrészt a vezetés hibája, de a szervezeti kultúra felelősségét sem szabad figyelmen kívül hagyni [11]. A változtatás sikere nagyban függ attól, hogy az érintettek mennyire támogatták azt és mennyire sikerült vele azonosulniuk [12]. Az emberi tényező a változások sikerre vitelében kulcsmomentumnak bizonyul. A vezetés mellett ki kell emelni a munkatársak elkötelezettségét is [13]. A tettvágy alacsonyabb lehet olyan cégeknél, ahol nem értették meg a változtatás fontosságát, vagy valamilyen oknál fogva nem tudnak azzal azonosulni [10]. A tettvágy azonban nemcsak emiatt lehet alacsony [9]. Korábbi sikereink, eredményeink hajlamosá tehetnek minket arra, hogy elkényelmesedjünk és ilyenkor nehezebb lehet újra mozgósítani a szervezetet. A tettvágy tehát nélkülözhetetlen szervezeti kompetencia ahhoz, hogy a vállalkozás folyamatosan újabb és újabb, kisebb vagy nagyobb változtatásokat tudjon megvalósítani. Egy dolog azonban bizonyos. Megállni sohasem szabad, hiszen a XXI. század üzleti

környezete nem a lassulásról - hanem éppen ellenkezőleg - a felgyorsult folyamatokról és változásokról szól, így egyetlen cég sem engedheti meg magának, hogy a változások követését és menedzselését figyelmen kívül hagyja. Ez igaz a kis- és közepes vállalkozások működésére is. Bár ezek a cégek méretükből adódóan kisebbek, de a környezeti változások és kihívások rájuk is ugyanolyan hatást gyakorolnak [14]. A változások kezelése és menedzselése mögött az a törekvés húzódik meg, hogy folyamatosan szeretnének kedvezőbb helyzetbe kerülni vagy jobb eredményeket elérni. Nem elégedhetünk meg csupán a jóval vagy a közepeserű eredményekkel. Kiválóra kell törekedni, ehhez pedig változtatási projektekre van szükség [15],[16], [17], [18]. Minden esetben a minőségi előrelépés képezi a gazdasági tevékenység mozgatórugóját, amely tevékenységre mind a belső, mind a külső környezet hatással lehet. Ebből kiindulva olyan szemléletet kell magunkénak vallanunk, hogy e gyorsan változó turbulens környezetben mindig a lehető legjobb eredményekre törekedjünk, hiszen ez adja az értelmét minden gazdasági tevékenységnek vagy kezdeményezésnek [19], [15]. A fejlődés nem más, mint valamennyiünk arra irányuló törekvéseinek összessége, amellyel szüntelenül javítani akarjuk életünket. A fejlődést és a jobb eredményeket akarni kell, azért meg kell tenni a megfelelő lépéseket. A megfelelő cselekvés csak olyan környezetben alakítható ki, amely támogatja a változásokat. Egy vállalkozást úgy kell formálni, hogy az a változásokra fogékony legyen, megfelelő szervezeti kultúrával rendelkezzen, az emberek elkötelezettek legyenek a cég és a változások iránt, ne legyen bennük bizonytalanság és félelem, támogassák a vezetőket a változások stratégiájában [14]. Ez önmagában még mindig nem lehet elegendő. Az egyének viselkedésének, hozzáállásának, változtatás és folyamatos fejlődés iránti elkötelezettségének össze kell adódnia a szervezet égisze alatt, amely tulajdonság a kis és közepes vállalkozások vonatkozásában is fontos versenyképességi tényezőnek fog bizonyulni. A legtöbb változtatási kezdeményezés azonban elsősorban a következők miatt bukik meg: a stratégia és a jövőkép hiánya, a vezetői elkötelezettség és támogatás hiánya, a bizalom hiánya, a nem hatékony kommunikáció, a változáskezelési készségek hiánya és a változással szembeni erős ellenállás. Azon vállalkozások számára, amelyek a jövőben is fenn kívánnak maradni, a fenti területekre jelentős hangsúlyt kell fektetni, főleg egy olyan időszakban, amely a COVID-19 világjárvány, az energiaválság és egy komolyabb háborús konfliktus által is erősen terhelt [21].

3. Anyag és módszertan

A tanulmányban ismertetett eredmények hazai és román vállalkozások körében megvalósult kvantitatív kutatás részeredményei. A két mintán azonos kérdőívet alkalmaztunk, előtesztelt sztenderdizált kérdőíves online megkérdezés formájában bonyolítottuk le az adatfelvételt, mindkét esetben önkényes mintavételi technika alkalmazásával. A magyar minta esetében 160, a román kapcsán pedig 50 értékelhető kérdőívet dolgoztunk fel, mindkét esetben alapsokaságnak az adott ország regisztrált vállalkozásait tekintettük. A primer eredmények kiértékelése leíró statisztikai vizsgálatok mellett, a metrikus és nem metrikus skálák összehasonlítására alkalmas One-Way ANOVA variancia-analízis technikájával valósult meg.

A kutatás korlátai közé tartozik az önkényes mintavételből eredő helyi értékű eredmények mivolt. Ezt a kutatás folytatásában kvóta szerinti mintavétel alkalmazására törekszünk az ebbéli korlát kompenzálása érdekében és az eredmények szofisztikáltabb elemzése okán egy poszt-kvalitatív felmérés megvalósítását is tervezzük szakértői interjúk formájában.

4. Eredmények

Megvizsgáltuk, hogy a magyar és a román vállalkozások mely technikákat, megoldásokat érezték, minősítették a változáskezelés szempontjából leginkább megfelelőnek. A két minta ebbéli eredményei nagyban összecsengtek: a magyar vállalkozások szerint a megfelelő kommunikációs

stílus, az együttműködő vezetői stílus és a megfelelő anyagi motiváció a leghatékonyabb eszköztár-
struktúra a változások eredményes kezelésében.

1. táblázat: Magyar vállalkozások véleménye a változáskezelési technikákról²

	Átlag	Szórás
anyagi motiváció a munkatársak részére	3,29	0,869
együttműködő vezetői stílus	3,47	0,725
csökkentett munkaidő	2,48	1,049
stratégiai döntéstámogató eszközök	2,73	0,922
megfelelő kommunikáció stílus	3,52	0,717
megfelelő kommunikációs csatornák	3,26	0,855
agilis magatartás	3,17	0,803

Forrás: saját kutatás, 2022 N=162

A román vállalkozások szintén mérvadónak tartották a megfelelő kommunikációs stílust, az együttműködő vezetői stílust, ez a két technika került a román válaszadók értékítélete szerint is a dobogó első két fokára. A román vállalkozások azonban a megfelelő kommunikációs csatornákat fontosabbnak, hatékonyabbnak ítélték a változások kezelésében, mint a munkatársak részére biztosított anyagi ösztönzőket.

2. táblázat: Román vállalkozások véleménye a változáskezelési technikákról³

	Átlag	Szórás
anyagi motiváció a munkatársak részére	3,24	0,797
együttműködő vezetői stílus	3,46	0,646
csökkentett munkaidő	2,74	1,026
stratégiai döntéstámogató eszközök	2,82	0,919
megfelelő kommunikáció stílus	3,56	0,675
megfelelő kommunikációs csatornák	3,32	0,891
agilis magatartás	3,3	0,839

Forrás: saját kutatás, 2022 N=50

Úgy tűnik a román piacon a hatékony és megfelelő csatornákon működtetett kommunikációnak jóval nagyobb szerepet tulajdonítanak, mint hazánkban. Nálunk az anyagi ösztönzők még mindig a legfontosabb technikák közé tartoznak egy változás eredményes lemenedzselése kapcsán. Szemben a román vállalkozásokkal, ahol az anyagi ösztönzők szerepét nem becsülik le, de nem tartják olyan mértékben fontosnak és eredményesnek a változások dinamikus és a szervezetben belülről eredményesen megvalósított kezelésében, mint hazánkban.

Megvizsgáltuk, hogy a változáskezelési megoldások megítélése a vállalkozások méretével és vagy fennállásának idejével, működési tapasztalatával mutatnak-e összefüggést. A variancia-analízis eredményeként elmondhatjuk, hogy a magyar mintán a vállalkozások méretével egyedül az agilis magatartás, mint változáskezelési módszer mutatott szignifikáns ($\text{sig} \leq 0,05$) kapcsolatot, az összes többi, általunk vizsgált dimenzió esetén nem volt statisztikailag igazolható összefüggés a két változó között ($\text{sig} > 0,05$).

3. táblázat: Magyar vállalkozások változáskezelésének technikái és a vállalkozás mérete szerinti összefüggés

² átlag, ahol 1=egyáltalán nem hatékony, 4 = teljes mértékben hatékony

³ átlag, ahol 1=egyáltalán nem hatékony, 4 = teljes mértékben hatékony

		N	Átlag	Szórás	Sig
agilis magatartás	Mikro vállalkozás (foglalkoztatottak száma < 10 fő, éves nettó árbevétele vagy mérlegfőösszege < 2 millió €,	92	3,27	0,82679	0,007
	Kisvállalkozás (foglalkoztatottak száma < 50 fő, éves nettó árbevétele vagy mérlegfőösszege < 10 millió €,	35	3,29	0,62174	
	Középvállalkozás (foglalkoztatottak száma < 50 fő, éves nettó árbevétele < 50 millió €, mérlegfőösszege < 43 millió €)	34	2,79	0,80827	
	Total	161	3,17	0,80285	

Forrás: saját kutatás, 2022 N=162, One-Way-ANOVA.

Ez eredmények alapján azt láthatjuk, hogy hazánkban leginkább a kisvállalkozásokat jellemzi az agilis magatartás, és annak változáskezelésben betöltött hatékony szerepében leginkább a kisvállalkozások hisznek. Ez az agilis szervezeti magatartás főbb jellemzőinek ismeretében nem meglepő eredmény, hiszen a gyors, a piaci igényekhez igazodó dinamikus magatartás megvalósítása sokkal nehezebb egy nagyobb vállalkozás esetén. Ugyanakkor az ehhez szükséges tudatos tervezés és végrehajtás pedig igényli a szakértelemet, amit a mikrovállalkozások sok esetnem nélkülöznek. A változáskezelés technikáinak megítélése a román minta esetében nem mutatott szignifikáns kapcsolatot a vállalkozások méretével (sig minden vizsgált változó esetében $\geq 0,05$). A román vállalkozások esetén azok működésének időtartama volt mérvadó e tekintetben: az együttműködő vezetői stílus és az agilis magatartás változáskezelési technikák megítélése mutatott statisztikailag igazolható összefüggést (sig $\leq 0,05$).

4. táblázat: Román vállalkozások változáskezelésénektechnikái és a vállalkozás működési tapasztalata közötti összefüggés

		N	Átlag	Szórás	Sig
együttműködő vezetői stílus	5 évnél kevesebb	10	3,60	0,51640	0,042
	5-15 év	27	3,59	0,50071	
	15 évnél több	13	3,08	0,86232	
	Total	50	3,46	0,64555	
agilis magatartás	5 évnél kevesebb	10	3,40	0,84327	0,024
	5-15 év	27	3,52	0,70002	
	15 évnél több	13	2,77	0,92681	
	Total	50	3,30	0,83910	

Forrás: saját kutatás, 2022 N=50, One-Way-ANOVA.

Az eredmények alapján azt tapasztaltuk, hogy az 5 évnél kevesebb működési tapasztalattal bíró vállalkozások, azaz a fiatal vállalkozások hisznek leginkább az együttműködő vezetői stílus hatékonyságában a változások kezelése kapcsán. Míg az agilis magatartást a már tapasztaltabb, 5-15 éves működési idővel bíró vállalkozások tartották leginkább hatékony megoldásnak.

5. Összegzés

Kutatásunk fókuszában a vállalkozások változáskezelési megoldásainak, tapasztalatainak vizsgálata és elemzése állt. Azt gondoljuk, hogy az elmúlt évek komplex makrogazdasági kihívásai még inkább szükségessé tették a vállalkozások tudatos tervezését a változásokhoz való alkalmazkodásban. A reziliencia egyik meghatározó szempontja, hogy a vállalkozás ismerje a releváns, rá ható kihívásokat és helyes becslje meg azok várható hatását és nem utolsó sorban adekvát válaszokkal készüljön az azokhoz való alkalmazkodás tekintetében. A tanulmányban ismertetett primer eredmények rávilágítanak arra, hogy melyek azok a változáskezelési megoldások, melyek a magyar és a román piacon egyaránt hatékonyak, nem hordoznak e tekintetben szocio-kulturális sajátosságokat, elemeket. Ugyanakkor a két mintán nyert eredmények differenciáltsága arra is rávilágít, hogy milyen szervezeti kultúrákban rejlik sajátosságok vannak a változások eredményes kezelése és menedzselése szempontjából.

Köszönetnyilvánítás

A 2019-2.1.11-TÉT-2020-00170 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2019-2.1.11-TÉT pályázati program finanszírozásában valósult meg.

6. Felhasznált irodalom

- [1] Hastings, B. J., & Schwarz, G. M. (2022). Leading Change Processes for Success: A Dynamic Application of Diagnostic and Dialogic Organization Development. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 58(1), pp. 120–148.
- [2] Freeman, H., Barnes, L., & Long, W. (2021). Leading change without formal authority: The ICC model for the 21st century. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 8(11), pp. 335–351.
- [3] Phillips, J., Klein, J.D. (2023). Change Management: From Theory to Practice. *TechTrends*. 67(1), pp. 189-197.
- [4] Farkas, F. (2005). *Változásmenedzsment*, Akadémiai Kiadó
- [5] Van der Voet, J., Kuipers, B. & Groeneveld, S. (2015). Held back and pushed forward: leading change in a complex public sector environment. *Journal of Organizational Change Management*, 28(2), pp. 290-300.
- [6] Peus, C., Frey, D., Gerkhardt, M., Fischer, P., & Traut-Mattausch, E. (2009). Leading and Managing Organizational Change Initiatives. *Management Revue*, 20(2), 158–175.
- [7] Onyeneke, G.B. & Abe, T. (2021). The effect of change leadership on employee attitudinal support for planned organizational change. *Journal of Organizational Change Management*, 34(2), 403-415.
- [8] Nadim, A. & Singh, P. (2019). Leading change for success: embracing resistance", *European Business Review*, 31(4), pp. 512-523.
- [9] Kotter, J. P. (2008). *A Sense of Urgency*. Harvard Business Press
- [10] Kotter, J. P. (2012). *Leading Change*. Boston, Harvard Business Review Press
- [11] Varga, J. & Csiszárík-Kocsir, Á. (2017). The Importance of Better Organisational Culture to

Dr. Varga János, Dr. Bíró Báborka Eszter, Dr. Bíbor Boróka Júlia, Dr. Székely Kinga Katalin, Dr. habil. Csiszárík-Kocsir Ágnes, Dr. habil. Garai-Fodor Mónika – (ESB 2022)

Doing Business: Why Culture is the Key? In: Marko, Kolakovic (edit.) Proceedings of 2nd Business & Entrepreneurial Economics (BEE 2017) Conference: University of Zagreb, Faculty of Economics and Business, pp. 25-33.

- [12] Klein, K.J. & Kozlowski S.W.J. (2000). From Micro to Meso: Critical Steps in Conceptualizing and Conducting Multilevel Research. 3, pp. 211-236.
- [13] Ficara, C., Veronneau, P., & Davis, K. (2021). Leading Change and Transforming Practice: Implementation Guide for Developing a Successful Nurse Manager Residency Program. *Nursing Administration Quarterly* 45(4), pp. 330-337
- [14] Varga, J. (2021). Defining the Economic Role and Benefits of Micro, Small and Medium-sized Enterprises in the 21st Century with a Systematic Review of the Literature. *Acta Polytechnica Hungarica*, 18(11), p
- [15] Collins, J. (2001). Good to great. Random House Business Books.
- [16] Blaskovics, B. (2016). Differences between managing projects in an SME and in a large company. in: Corporate governance: challenges and development. Ljubljana: Slovenian Academy of Management, pp. 159-176.
- [17] Blaskovics, B. (2018). Aspects of Digital Project Management. *Dynamic Relationship Management Journal*, 7(2), pp. 25-37.
- [18] Csiszár, T. (2022). Critical Failure Factors of Process Development by the Lean Office Methodology. *Acta Polytechnica Hungarica*, Volume 19, Issue Number 2, pp. 221-238.
- [19] Kotter, J. P & Rathgeber, H. (2006). Our Iceberg is Melting. New York: Portfolio/Penguin.
- [20] Kaftandzieva, T., & Nakov, L. (2021). Sustainable leadership of change for effective organizational change management. *Knowledge - International Journal*, 45(1), pp. 61–67.



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY



Mérnöki Szimpózium a Bánkiban
(ESB 2022)
<http://bgk.uni-obuda.hu/esb/2022/>



Szabályozási Ciklusidő Kiválasztásának Vizsgálata Fixpont Iteráción Alapuló Adaptív Szabályzás Esetén

¹Varga Bence, ²Tar József, ³Horváth Richárd

¹Óbudai Egyetem, Alkalmazott Informatikai és Alkalmazott Matematikai Doktori Iskola & Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, varga.bence@bgk.uni-obuda.hu

²Óbudai Egyetem, Alkalmazott Informatikai és Alkalmazott Matematikai Doktori Iskola & Bejczy Antal Intelligens Robotikai Központ & Neumann János Informatikai Kar, tar.jozsef@uni-obuda.hu

³Óbuda University, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu

Összefoglalás

A Fixpont Iteráción Alapuló Adaptív Szabályzás alapötlete először 2009-ben került bemutatásra, amióta számos szimuláció alapuló kutatással vizsgálták működését, azonban szisztematikus kísérleti eredmények jelenleg még nagyon korlátozottan érhetők el ebben a témában. Ebben a cikkben egy egyszerű motorszabályozás keretében vizsgáltuk az adaptív szabályozó működését, különböző szabályozási ciklusidő megválasztása mellett. A kísérleti eredményeink előzetes elvárásainknak megfelelően, rámutattak, hogy alacsonyabb ciklusidő esetén nagyobb pályakövetési pontosság érhető el, azonban a sebesség és gyorsulás becslés hibája növekszik és zajos jelek visszacsatolásával a beavatkozó jel is jelentősebb nagyfrekvenciás komponenseket tartalmaz. Ezzel szemben a ciklusidő növelése kedvezőbb, hat az enkóder kvantálási hibájából adód becslési zajok szempontjából, azonban ekkor a szabályozás pontossága csökkenhet, hiszen adott időintervallumba kevesebb adaptív deformációs lépés tehető meg.

Kulcs szavak: Fixpont Iteráció, Adaptív Szabályzás, Ciklusidő, Kísérlet

Abstract

The Fixed Point Iteration-based Adaptive Control was introduced in 2009, and since then, many simulation-based research has been done to investigate some of the properties of this control solution. However, currently, not many systematic experimental-based results are available on this topic. In this paper, the effect of different control cycle time settings is investigated on experimental basis. Our results are in accordance with our preliminary expectations. It was shown that lower control cycle time could result in better trajectory tracking properties; however, it results in higher estimation errors for the speed and acceleration signals, which are fed back in Fixed Point Iteration-based Control solution resulting in noisier controller output. On the other hand, increasing the control cycle time reduces the noise on the estimated speed and acceleration signals caused by the quantization error of the position measurement, however, it results in less accurate trajectory tracking as well since fewer adaptive deformation steps can be made in a given time interval.

Keywords: Fixed Point Iteration, Adaptive Control, Cycle Time, Experiment

1. Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben az adaptív szabályozási módszerek széles figyelmet kaptak mind kutatói és ipari körökben. Az első próbálkozások robusztus adaptív szabályozók fejlesztésére az 1950-es években kezdődtek, nagy teljesítményű repülőgépek autópilotáinak fejlesztésével [1]. Ezek a berendezések igen változó körülmények között üzemelnek (változó magasság és sebesség, kiszámíthatatlan időjárás körülmények, illetve a repülés során fellépő egyéb zavaró hatások), amely nagyon nehezíti a szabályozott rendszer dinamikájának modellezését. A hagyományos, konstans visszacsatolási tényezővel rendelkező szabályozási megoldások nem voltak alkalmasak a teljes működési intervallumban a repülőgép irányítására. A kezdeti lendület ellenére az évtized végére a kutatás lelassult egy katasztrofális tesztrepülést követően [2, 3]. A következő évtizedben, azonban számos az adaptív szabályozások területén fontos matematikai módszertan került kidolgozásra (pl. dinamikus programozás, állapotterez leírás, stabilitás elmélet stb.) [4], amely a kutatási téma újabb fellendüléséhez vezetett. A legnagyobb előrelépést a Lyapunov-féle stabilitás elmélet [5, 6] az adaptív szabályozó tervezés során történő sikeres alkalmazása [7] jelentette. Ezt követően a Lyapunov direkt módszere alapján történő adaptív szabályozó tervezés dominált a különböző metódusok között, pl. Adaptív Inverz Dinamika [8], Slotine Li-féle adaptív szabályozás [9] vagy a napjainkban is széles körbe kutatott visszalepéses módszer (Back-Stepping control) [10, 11]. Ezek az adaptív szabályozó tervezési technikák, azonban megkövetelik a szabályozott rendszer dinamikájának viszonylag pontos ismeretét. Néhány modern szabályozási módszer a rendszer ismeretlen nem lineáris dinamikájának becsléséhez Neurális Hálót vagy Fuzzy Szabályrendszert használ [12, 13]. Azonban ezek a megoldások általában nagy számítási igényűek és csak lassú konvergenciát biztosítanak a szabályozás kezdeti, tranzienz fázis során, habár a számítási igény csökkenthető például ESN ("Echo State Network") [14, 15] alkalmazásával és tranzienz viselkedés is javítható [16, 17].

A Robusztus Fixpont Transzformáción alapuló (RFPT) szabályozás ötlete először 2009-ben került bemutatásra [18]. Ezen adaptív szabályozási módszer a Kiszámított Elvű Nyomatékszabályozás [19] egyszerű módosításával jött létre, ahol egy másodrendű rendszer szabályozása esetén nem csak a q állapotváltozó elsőrendű deriváltja, hanem a másodrendű deriváltja is visszacsatolásra kerül, amint az *1. ábrán* is látható. Ezáltal RFPT szabályozó közvetlen célzó egy adott állapotváltozó hibájának csökkenését a Lyapunov módszerrel szemben, ahol ezen hibatagok egy speciális, legtöbb esetben kvadratikusan szerkezetű Lyapunov függvény elmeiként jelennek meg és ezek csökkenése a szabályozás kezdeti fázisában nem biztosítható. Az RFPT szabályozó működése az alábbiak szerint foglalható össze röviden.

- A nominális trajektória ($\ddot{q}^N(t)$) ismeretében a ($\ddot{q}^{Des}(t)$) az állapotváltozó kívánt értéke kiszámítható, pl. PID (Proporcionális-Integráló-Deriváló) visszacsatolást használva, az alábbi egyszerű kinematikai előírást figyelembe véve,

$$\left(\Lambda + \frac{d}{dt}\right)^3 e_{int}(t) \equiv 0 \quad (1)$$

ahol $e(t) = q^N(t) - q^R(t)$ a pályakövetési hiba, $e_{int}(t) := \int_{t_0}^t e(\xi) d\xi$ az integrált pályakövetési hiba, $\ddot{q}^R(t)$ pedig a megvalósított trajektória. Az (1) differenciálegyenlet általános megoldása felírható a megoldások terét kiegészítő exponenciális bázisfüggvények lineáris kombinációjaként, mint $e_{int}(t) = \sum_{\ell=0}^2 a_{\ell}(t - t_0)^{\ell} \exp(-\Lambda(t - t_0))$, ahol a kezdeti feltételek, az $\{a_0, a_1, a_2\}$ együthetők megfelelő kiválasztásával elégíthetők ki. Tehát a $\ddot{q}^{Des}(t)$ felírható mint,

$$\ddot{q}^{Des}(t) = \ddot{q}^N(t) + \Lambda^3 e_{int}(t) + 3\Lambda^2 e(t) + 3\Lambda \dot{e}(t) \quad (2)$$

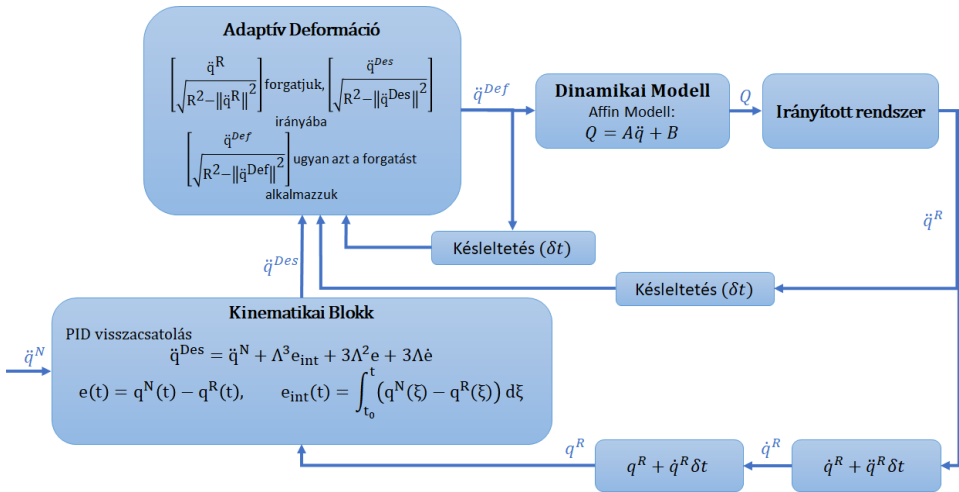
Kiszámított Elvű Nyomatékszabályozás szabályozás esetén a $\ddot{q}^{Des}(t)$ értéket felhasználva, a megfelelő dinamikai modell alapján kerül kiszámításra a szükséges szabályozó erő (Q) nagysága. Azonban az már a 90-es években világossá vált, hogy a gyakorlatilag szinte lehetetlen olyan pontos matematikai modell fejlesztése, amelyet felhasználva a rendszer válasz ($\ddot{q}^R(t)$) a kívánt bemenet szerint megfelelő lenne [20], $\ddot{q}^R(t) = f(\ddot{q}^{Des}(t)) \neq \ddot{q}^{Des}(t)$.

- RFPT szabályozás esetén a $\ddot{q}^{Des}(t)$ trajektória megvalósítása, a dinamikai modell bemenetének megfelelő deformációjával lehetséges úgy, hogy $\ddot{q}^{Des}(t) = f(\ddot{q}^{Def}(t))$, ahol $\ddot{q}^{Def}(t)$ iteratív módon kerül meghatározásra,

$$\ddot{q}^{Def}(t) = \left(K_c + \ddot{q}^{Def}(t - \delta t) \right) \cdot [1 + B_c \tanh(A_c [\ddot{q}^R(t - \delta t) - \ddot{q}^{Des}(t)])] - K_c, \quad (3)$$

ahol A_c , B_c és K_c az adaptív szabályozó hangolható paraméterei, δt pedig a szabályozó ciklusideje. Az egyenlet alapján belátható, hogy amennyiben adott $\ddot{q}^{Def}(t - \delta t) = \ddot{q}_*$ és $f(\ddot{q}_*) = \ddot{q}^{Def}(t)$, akkor $\ddot{q}^{Def}(t) = \ddot{q}^{Def}(t - \delta t)$. Tehát ha \ddot{q}_* a feladat megoldása az egyben a függvényünk fixpontja is. Lényegében a szabályozási feladatot egy fixpont problémává alakítjuk, egy kontraktív leképezés segítségével $\Phi: \mathcal{B} \mapsto \mathcal{B}$ (ahol \mathcal{B} egy Lineáris Metrikus Teret (Banach Tér) jelöl [21]) $\{x_0, x_1 = \Phi(x_0), \dots, x_{n+1} \stackrel{\text{def}}{=} \Phi(x_n), \dots\}$, amely a szabályozási feladat megoldásához konvergáló sorozatot állít elő. A szabályozás során minden egyes szabályozási ciklusban egyetlen iteratív lépés történik, a sorozat konvergenciája pedig a A_c paraméter megfelelő hangolásával biztosítható. Továbbá az első szabályozási ciklus során a $\ddot{q}^{Def}(t_0) = \ddot{q}^{Des}(t_0)$ kezdeti feltétel teljesül.

- A deformált értékek kiszámítását követően $\left(\ddot{q}^{Def}(t) = G \left(\ddot{q}^{Des}(t), \ddot{q}^R(t - \delta t), \ddot{q}^{Def}(t - \delta t) \right) \right)$ a rendelkezésre álló, legtöbb esetben pontatlan dinamikai modell alapján kiszámítható a szükséges szabályozó erő (Q).



1. ábra Fixpont Iteráción Alapuló Adaptív Szabályozás Blokkdiagramja

Az évek során különböző deformációs függvényeket javasoltak a szabályozó továbbfejlesztéséhez, pl. a megoldás általánosítása MIMO (Multiple Input - Multiple Output) rendszerekre [22, 23] vagy a zajérzékenység csökkentése egy megfigyelő alapú állapotbecslés segítségével [24]. Továbbá kidolgozásra került a Fixpont Iteráción Alapuló Modell Referenciás Adaptív Szabályozás ötlete is, amely egy hasonló iterációt nem az általános koordináták terében,

hanem a szabályozó erők terében valósít meg [25]. Az adaptív szabályozó egyszerű hangolását biztosító, geometria interpretáción alapuló megoldás került bemutatásra [26] közleményben, ahol az adaptív deformációt az eredeti $\ddot{q}^{Def}(t - \delta t)$, $\ddot{q}^{Des}(t)$, $\ddot{q}^R(t - \delta t)$ tömbök helyett, $\widehat{\ddot{q}}^R(t - \delta t) = [\dot{q}^R(t - \delta t) \quad \sqrt{R^2 - |\dot{q}^R(t - \delta t)|^2}]$, $\widehat{\ddot{q}}^{Des}(t) = [\dot{q}^{Des}(t) \quad \sqrt{R^2 - |\dot{q}^{Des}(t)|^2}]$, illetve $\widehat{\ddot{q}}^{Def}(t - \delta t) = [\dot{q}^{Def}(t - \delta t) \quad \sqrt{R^2 - |\dot{q}^{Def}(t - \delta t)|^2}]$ azonos normával rendelkező vektorok segítségével határozhatjuk meg, ahol $R \in \mathbb{R}$. Az általánosított Rodrigues formulát használva [27] képezhetünk egy olyan rotációs mátrixot, amely a $\widehat{\ddot{q}}^R(t - \delta t)$ vektort, $\widehat{\ddot{q}}^{Des}(t)$ vektorba transzformálja, majd $\widehat{\ddot{q}}^{Def}$ vektor esetében is hasonló deformációt alkalmazhatunk egy λ_a faktor bevezetésével. Amennyiben a transzformációs függvény irántartó, tehát tetszőleges kicsi Δx esetén, a $\Delta f := f(x + \Delta x) - f(x)$ a skaláris szorzat $\Delta x^T \Delta f > 0$, a $\widehat{\ddot{q}}^{Def}(t - \delta t)$ vektor $\ddot{q}^{Def}(t - \delta t)$ vetülete hasonló módon transzformálható $\ddot{q}^{Des}(t)$ irányába, így kapva a konvergens iterációt. Megoldás egyszerűsége, abból ered hogy mindössze a λ_a adaptív paraméter hangolását igényli, mivel az R paraméter közel szabadon választható. A megoldási módszer egyszerű algoritmikus leírása a [28] közleményben található.

Mindezek alapján látható, hogy a Fixpont Iteráción (FPI) Alapuló Szabályozási módszer nem igényli, a szabályozott rendszer matematikai modelljének pontos identifikációját, sőt egy primitív affín modell segítségével (lásd 1. ábra) is megfelelő szabályozási teljesítmény érhető el [29]. Azonban a [30, 31, 32] közleményekben bemutatásra került, hogy ez a szabályozási módszer könnyedén kombinálható különböző algoritmusokkal a modell paraméterek identifikációjához, ezzel is növelve a szabályozási rendszer megbízhatóságát (robustusság) és az irányítás pontosságát.

2. Fixpont Iteráción Alapuló Adaptív Szabályozások Kísérleti Vizsgálata

Az évek során számos szimuláción alapuló vizsgálattal tesztelték az Fixpont Iteráción Alapuló Adaptív (FPI) szabályozók különböző területeken való alkalmazhatóságát [33, 34, 35], illetve a bementi zajos jelek, jelkimaradások vagy késleltetések hatását [36, 37, 38]. Mindezek ellenére, kísérleti eredmények a témában még nem elérhetők, habár néhány kezdetleges próbálkozás bemutatásra került [39, 40, 41] közleményekben.

Látható, hogy a tekintett módszer kísérleti vizsgálata a szimulációs vizsgálatok számához mérve elenyésző, és csupán két szélsőséges területen történt meg. Egyszer egy igen egyszerű esetben (Faitli Tamás villanymotorja [41]), amelyben a rendszert nem terhelték hatalmas zajok, késleltetések, és kimaradó mérési eredmények, valamint jelentős modell-nemlinearitások sem. Továbbá egy meglehetősen komplikált alkalmazási környezetben (Varga Árpád "aeromechanikus tesztelő rendszere" [39, 40]), amelyet a csapágyazás mechanikai tulajdonságai miatt bizonytalan nemlinearitások, óriási mérési zajok, hatalmas késleltetések terheltek, és a vizsgálható mozgás "dinamikája" is meglehetősen korlátozott volt.

Jelen közlemény célja egy egyszerű kísérleti berendezés és néhány kísérleti eredmény bemutatása. A kísérletek során a szabályozási ciklusidő (δt) megváltoztatásának hatását vizsgáljuk. A szabályozó ciklus idejének megváltoztatása esetén a következő fontos szempontokat kell figyelembe vennünk (az alkalmazott hardver miatt fellépő megkötések mellett):

- Fontos, hogy a ciklusidőt úgy kell megválasztani, hogy a követendő pálya "dinamikája" és a rendszermodell nemlinearitásai mellett, a rendszer "kitanulására" felhasznált, az megelőző ciklusban végzett megfigyelés eredménye egy ciklusidőnyi késleltetés ideje alatt "ne avuljon el";
- Mivel a szabályozó minden ciklusában egyetlen iteratív lépés történik, így a ciklusidő csökkentése legtöbb esetben javítja a szabályozás minőségét, hiszen adott időintervallum alatt több adaptív deformációs lépés érhető el;

- A napjainkban alkalmazott hajtások, igen jelentős része valamilyen elektromotorral van szerelve, amely pontos irányításhoz a zárthurkúszabályozás enkóder jelek visszacsatolásával valósul meg. Azonban az inkrementális enkóderekre jellemző kvantálási hibából adódóan a numerikus deriválással becsült gyorsulás és sebesség jelek,

$$\dot{q}^R(t) = \frac{q^R(t) - q^R(t - \delta t)}{\delta t} \quad (4a)$$

$$\ddot{q}^R(t) = \frac{q^R(t) - 2q^R(t - \delta t) + q^R(t - 2\delta t)}{\delta t^2} \quad (4b)$$

zajtartalma a mintavételezési idő (szabályzó ciklusideje is egyben) csökkenésével nő. A becsült sebesség értékek hibakorlátja $\dot{q}^{err} = \frac{q^{Res}}{\delta t}$, ahol q^{Res} az enkóder felbontása [42].

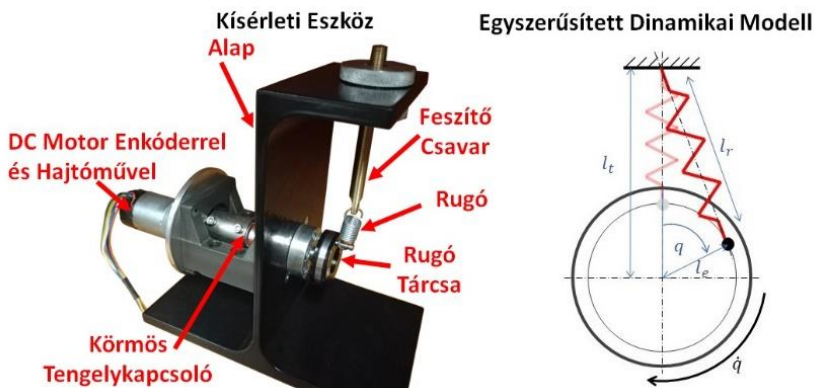
Látható, hogy a követelmények ellentmondanak egymásnak, hiszem a pontos irányításhoz alacsony ciklusidőre van szükség, mivel így több iteratív lépés érhető el. Ezzel szemben a ciklusidő csökkenésével nő a visszacsatolt jelek zajtartalma, amely viszont a beavatkozó jelre is hatással van és nagyfrekvenciás rezgéseket idézhet elő.

2.1 Kísérleti elrendezés bemutatása

A kísérletekhez használt eszköz fő egysége egy egyszerű DC motor (típus: FIT0185) a hozzátartozó hajtóművel és enkóderrel. A motor terhelését egy speciális illesztő tárcsán keresztül, egy rugóval biztosíthatjuk, amint a 2. ábrán is látható. A motor terhelése az Euler-Lagrange [43] mozgásegyenletet használva felírható mint,

$$Q_L = \theta_w \ddot{q}^R + D_s l_e l_t \sin q^R \left(1 - \frac{l_{r0}}{\sqrt{l_e^2 + l_t^2 - 2l_e l_t \cos q^R}} \right) \quad (5)$$

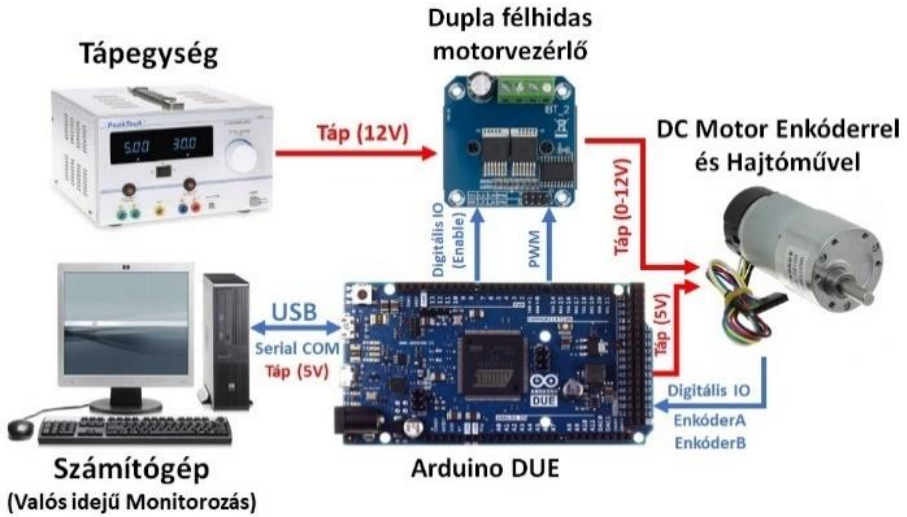
ahol θ_w a rugóillesztő tárcsa tehetetlenségi nyomatéka, D_s a rugóállandó, l_e nyomatékkar, amin a rugó által kifejtett erő hat, l_t a rugó felfogatási pontjának és a motor tengelyének távolsága és végül l_{r0} a rugó hossza nyugalmi állapotban.



2. ábra Kísérleti eszköz felépítése (balra) és egyszerűsített dinamikai modellje (jobbra)

A motor zárt hurkú szabályozása az enkóder jelek visszacsatolásával történt meg. Az enkóder 16 CPR (Count Per Revolution (Impulzus/körbefordulás)) felbontású, azonban a motorra szerelt nagy áttételű (131:1) hajtóműnek köszönhetően a kimeneti tengely pozícióját nagy pontossággal tudtuk

mérni (enkóder felbontás a kimeneti tengelyre vetítve 2096 CPR). A szabályozó algoritmust egy Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 32-bit processzorral szerelt Arduino DUE lapon valósítottam meg. A motor meghajtása pedig egy BTS7960-M dupla félhidas motor meghajtóval történik. A szabályozás során a vezérlő PWM kimenetét adaptívan deformáltam. A kísérleti elrendezés a 3. ábrán látható.



3. ábra Kísérleti elrendezés blokkdiagramja

3. Kísérleti eredmények

1. táblázat Vizsgált Paraméter Beállítások

Ciklusidő (δt) [s]	Visszacsatolási Tényező (Λ) [s^{-1}]	Adaptív Paraméter (λ_a)	Vágási Frekvencia (f_c) [Hz]
0.002	12	1	10
0.005	12	1	10
0.01	8	1	10
0.02	7	1	25
0.05	4	1	25

A kísérletek során, a motort egy szinuszos trajektória szerint vezéreljük,

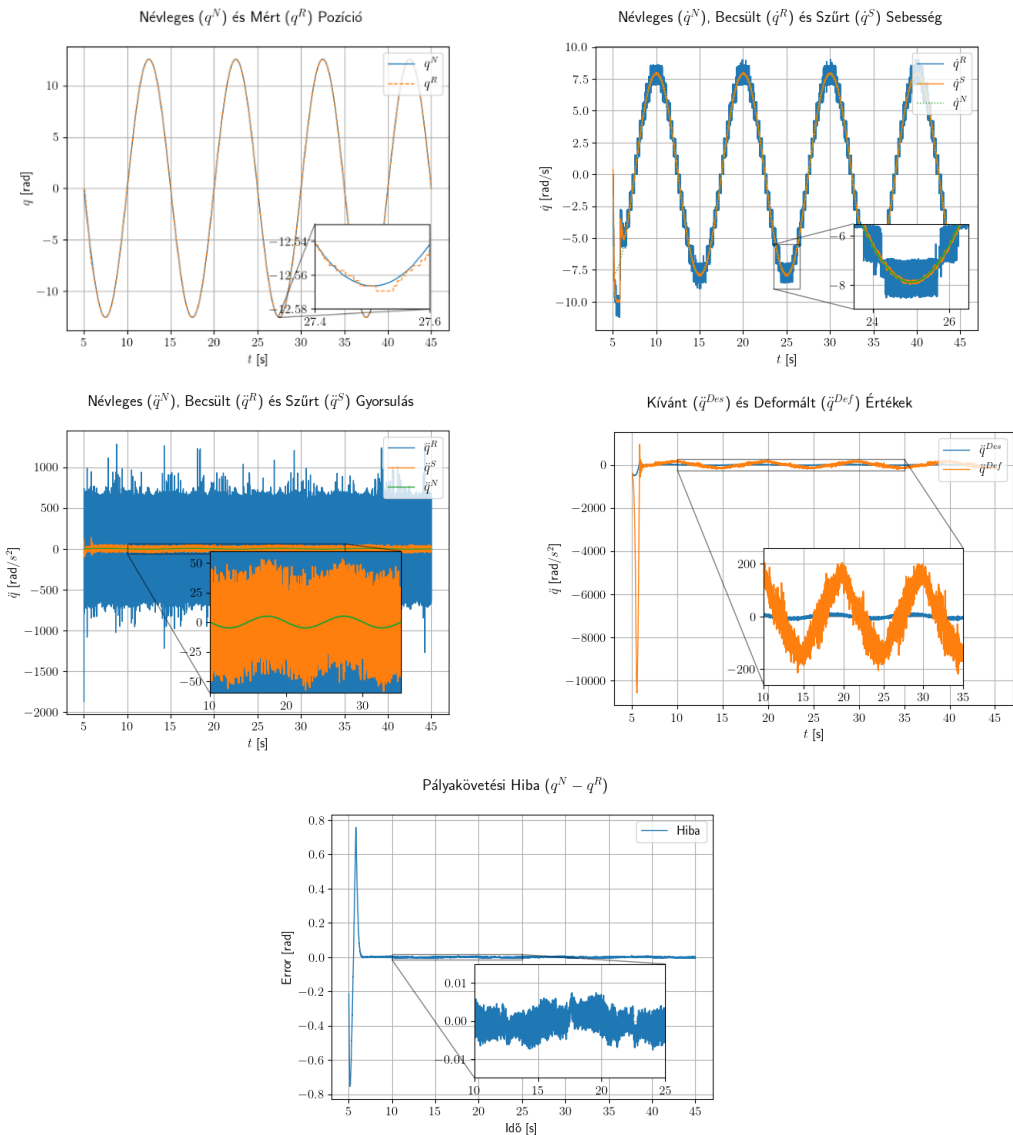
$$q^N(t) = A \sin(\omega t), \quad (6a)$$

$$\dot{q}^N(t) = A\omega \cos(\omega t), \quad (6b)$$

$$\ddot{q}^N(t) = -A\omega^2 \sin(\omega t) \quad (6c)$$

ahol $\omega = 2\pi f = 2\pi 0.1$, illetve $A = 4\pi$. A szabályozás a zajos sebesség ($\dot{q}^R(t)$), illetve gyorsulás ($\ddot{q}^R(t)$) jelek helyett, a szűrt $\dot{q}^S(t)$ és $\ddot{q}^S(t)$ értékek visszacsatolásával valósul meg. A szűrés egy egyszerű végtelen impulzus válasz (IIR – Infinite Impulse Response [44]) alul-áteresztő szűrővel történik (az f_c vágási frekvencia az egyes mérések során különböző). Az affín dinamikai modell

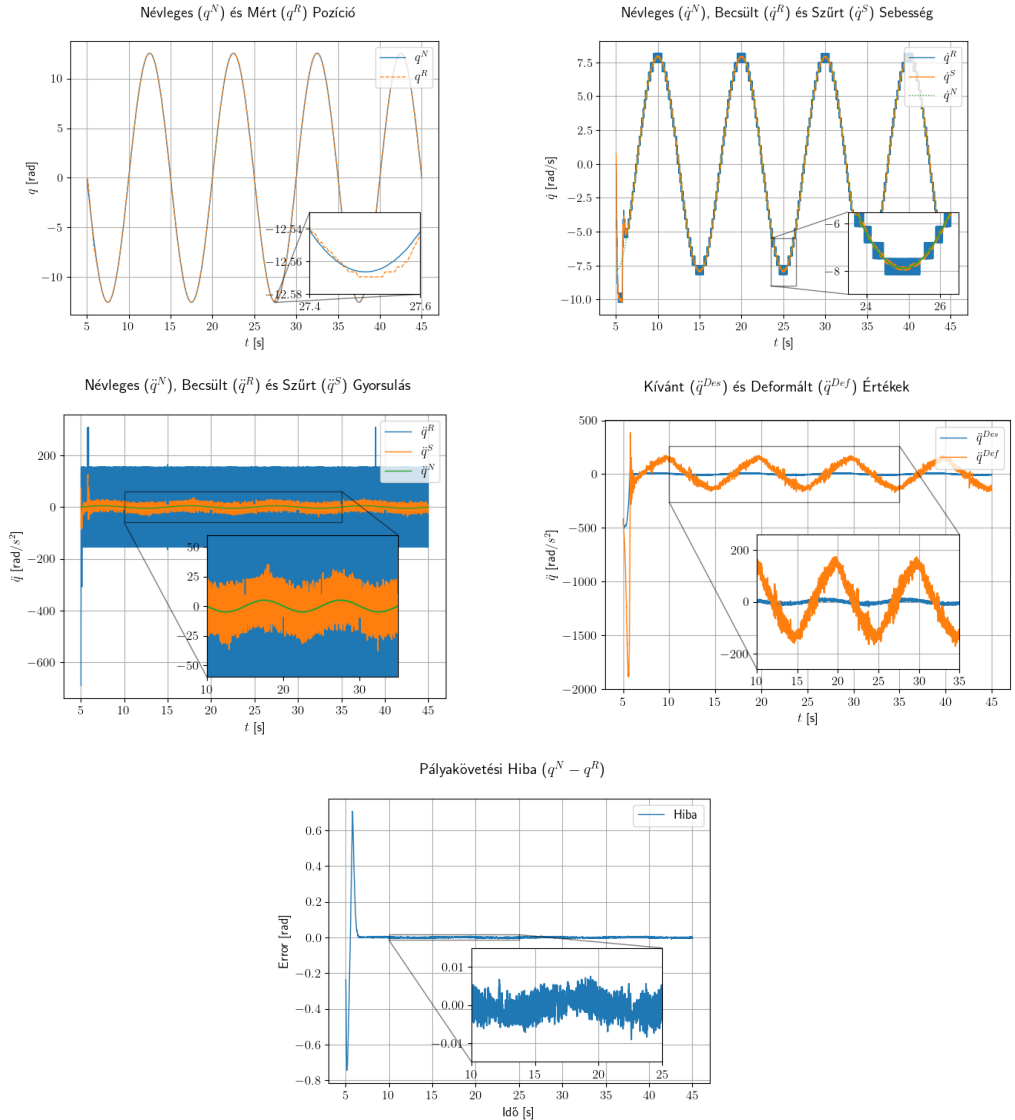
paramétere minden mérés esetében megegyező, $A = 1$ és $B = 0$. A szabályozó paraméterek és a vizsgált ciklusidő beállítások az 1. táblázatban láthatók. Az adaptív deformációt az 1. fejezetben bemutatott absztrakt rotációs módszerrel valósítottuk meg, $R = 1000000$ paraméterrel. A szabályozó paramétere heurisztikus módon kerültek meghatározásra. A mérési eredmények az 4-8. ábrákon láthatók. A kísérleteket terheletlen motorral végeztük.



4. ábra Mérési Eredmények - $\delta t = 0.002s$

A kísérleti eredmények az előzetes várakozásaink szerint alakultak. Az 4. ábrán látható az enkóder kvantálási hibájából származó pozíció mérési hiba (az egyes enkóder lépések a mért pozíció jel alakján jól észrevehető). Továbbá a hátrafelé mutató differenciaformulával becsült sebesség és gyorsulás jelek alakján is megfigyelhető a kvantálási hibából származó nagyfrekvenciás zaj

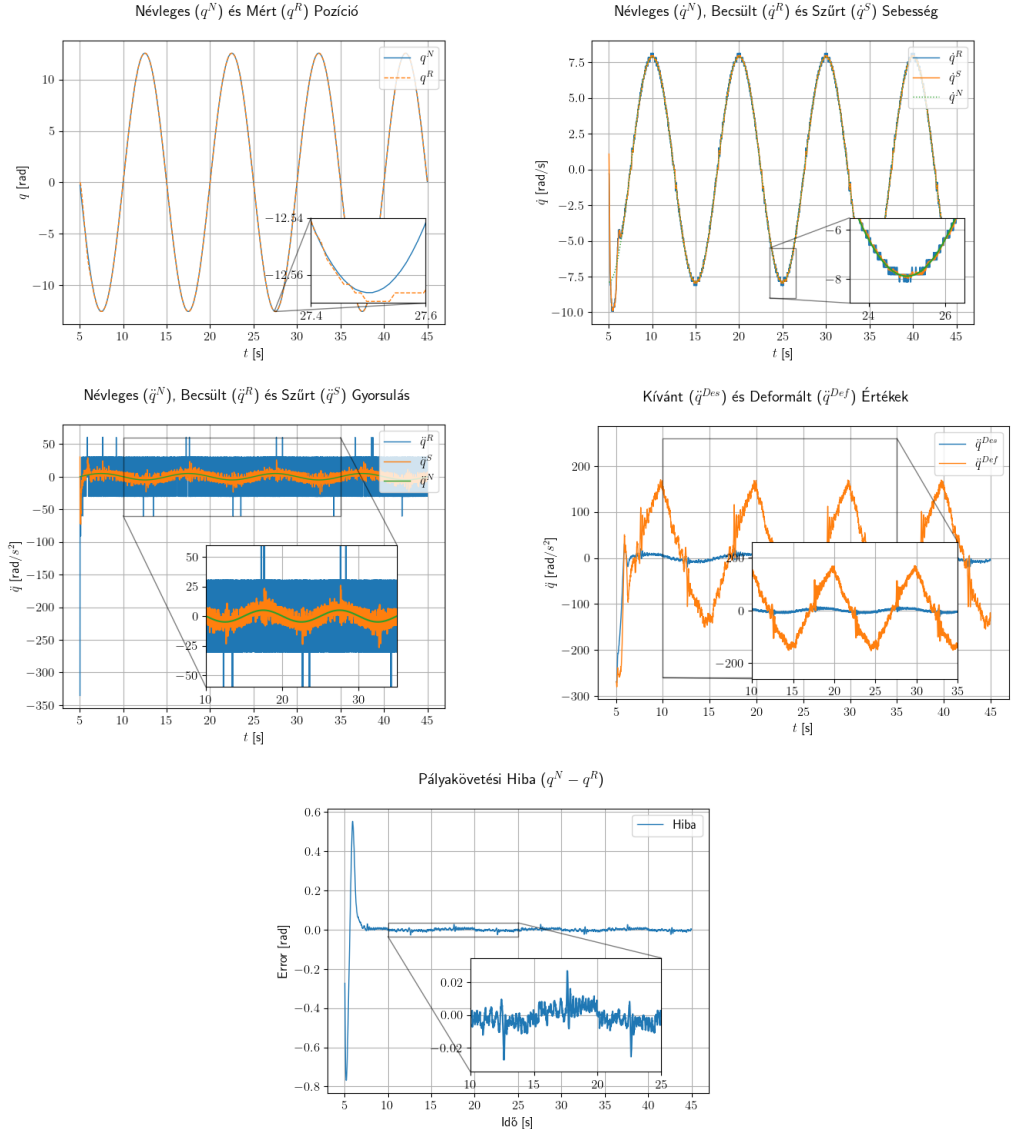
komponensek. Az 1. ábrán az FPI szabályozás lényege is jól látható, hiszen az adaptív deformáció következtében a $\ddot{q}^{Des}(t)$ és a $\ddot{q}^{Def}(t)$ jelek jelentősen különböznek egymástól. Azonban mivel FPI szabályozás esetén egy másodrendű rendszer esetében nem csak az állapotváltozó első deriváltja, de a 2. derivált is visszacsatolásra kerül, a beavatkozó jel zajtartalma is jelentős. Mindezek ellenére azonban a szabályozó pontos trajektória követést tett lehetővé, hiszen a pályakövetési hiba maximuma kisebb mint $|q^R(t) - q^N(t)| < 0.01 \text{ rad}$, $\forall t \in \mathbb{R}$ esetén, azonban a zajos beavatkozó jel következtében a hibajelen is megfigyelhetők a nagyfrekvenciás komponensek (motor tengelyen érezhető rezgés nem tapasztalható).



5. ábra Mérési Eredmények - $\delta t = 0.005s$

A szabályozási ciklusidő kis mértékű növelésével is jelentősen csökken a becstelt és a

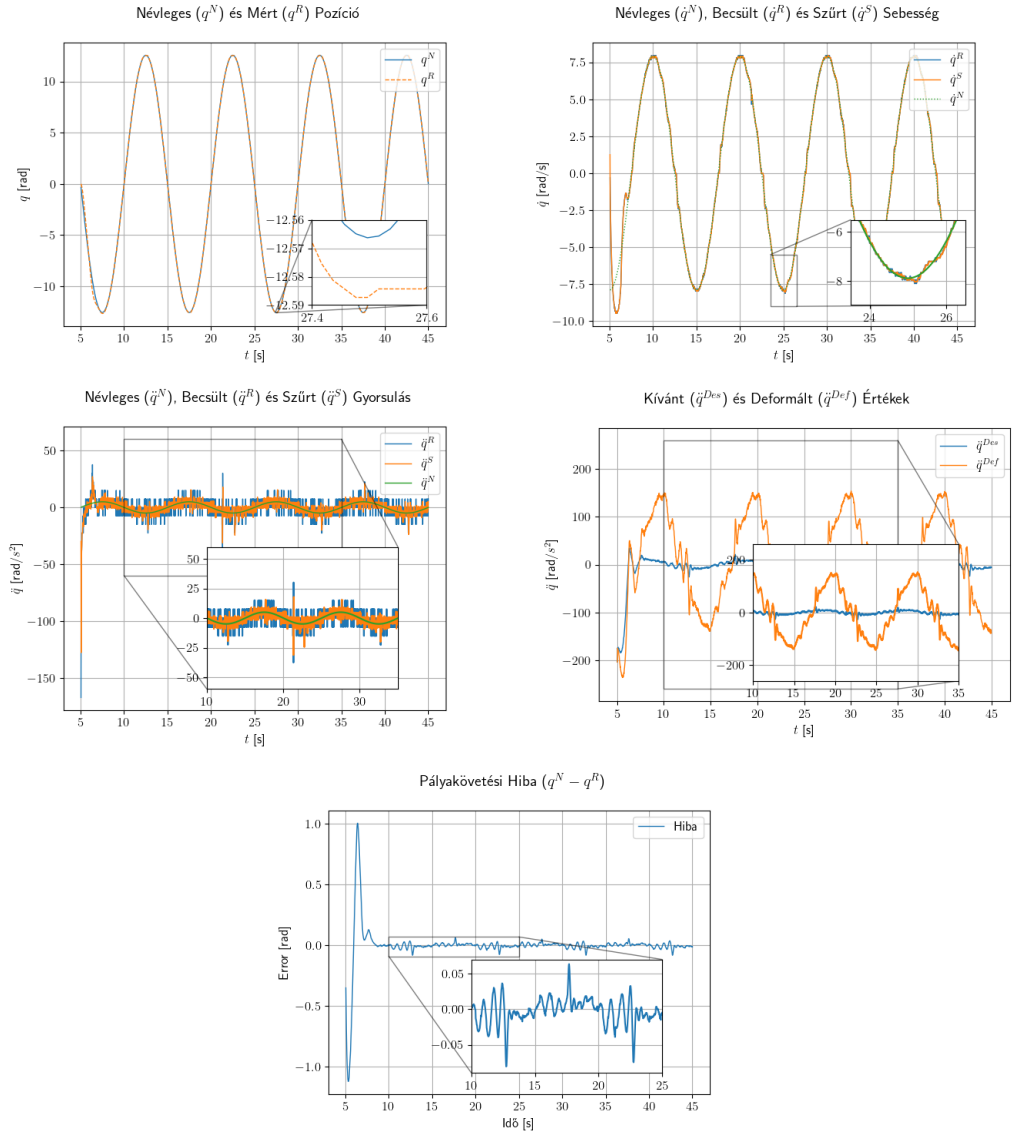
beavatkozó jelek zajtartalma is. Már $\delta t = 0.005s$ -os ciklusidő esetén is nagy különbség tapasztalható a jelalakokban, a pályakövetési pontosság csökkenése nélkül, azonban a hibajel továbbra jelentős nagyfrekvenciás komponenseket tartalmaz (5. ábra). A $\delta t = 0.005s$ -os ciklusidő a szabályozó paramétereinek megváltoztatása nélkül is elérhető, azonban a ciklusidő további növelésével a szabályozó paraméterek módosítása is szükséges volt, a stabilitás érdekében.



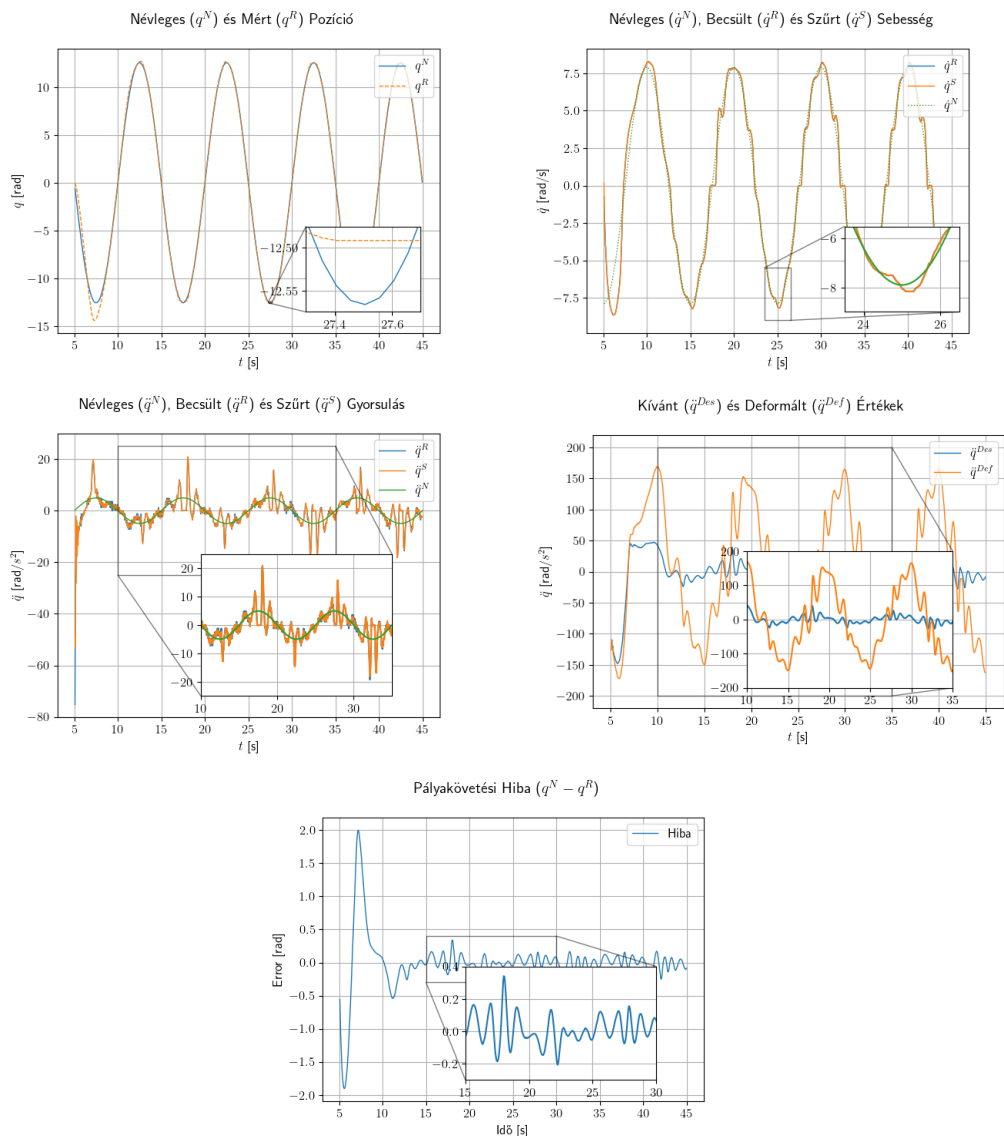
6. ábra Mérési Eredmények - $\delta t = 0.01s$

A 6. ábrán látható mérési eredmények $\delta t = 0.01s$ szabályozási ciklusidő mellett készültek. Ezen esetben már a pályakövetési hiba maximuma számottevően növekedett, $|q^R(t) - q^N(t)| < 0.025 rad, \forall t \in \mathbb{R}$ esetén, azonban a hiba, beavatkozó és a becsült sebesség és gyorsulás jelek zajtartalma jelentősen csökkent, a magasabb vágási frekvencia ($f_c = 25Hz$) ellenére. A szabályozási

ciklusidő további növelésével a Fixpont Iteráción Alapuló Adaptív Szabályozó teljesítménye jelentősen csökken, $\delta t = 0.02s$ esetén a pályakövetési hiba maximuma is közel kétszer akkor (7. ábra), $\delta t = 0.05s$ -nál a hiba maximum már egy nagysárenddel nagyobb (8. ábra), mint az előző mérés esetén. Tehát $\delta t = 0.05s$ esetén a pálya dinamikája „*túl gyors*” a választott ciklusidőhöz képest, így a pontos trajektória követés nem valósítható meg (természetesen amennyiben az adott szabályozási feladatt specifikációi megengednek ekkora hibát, a $\delta t = 0.05s$ is megfelelő lehet).



7. ábra Mérési Eredmények - $\delta t = 0.02s$



8. ábra Mérési Eredmények - $\delta t = 0.05s$

4. Konklúzió

Jelen közlemény célja egy egyszerű kísérleti berendezés és néhány kísérleti eredmény bemutatása volt, amely egy Fixpont Iteráción Alapuló Adaptív Szabályozó pályakövetési tulajdonságait mutatja be különböző szabályozási ciklusidők esetén. A kísérleti eredményeink előzetes elvárásainknak megfelelően rámutattak arra, hogy alacsonyabb ciklusidő esetén nagyobb pályakövetési pontosság érhető el, azonban a sebesség és gyorsulás becslés hibája növekszik és zajos jelek visszacsatolásával a beavatkozó jel is jelentősebb nagyfrekvenciás komponenseket tartalmaz. Ezzel szemben a ciklusidő növelése kedvezőbben, hat az enkóder kvantálási hibájából adódó beszélt zajok szempontjából, azonban ekkor a szabályozás pontossága csökkenhet. Látható, hogy a

követelmények ellentmondanak egymásnak, hiszen a pontos irányításhoz alacsony ciklusidőre van szükség, mivel így több iteratív lépés érhető el, viszont a ciklusidő csökkenésével nő a visszacsatolt jelek zajtartalma, amely a beavatkozó jelre is hatással van és nagyfrekvenciás rezgéseket idézhet elő. A jövőbeli kutatásaink célja, hogy magasabb mintavételezési idő alkalmazzunk a motor pozíció méréséhez, úgy hogy két mintavételezés között több adaptív deformációs lépés történjen megfelelő állapotbecslést alkalmazva.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az UNKP-22-3-as számú, Új Nemzet Kiválósága Program pályázat keretében, Magyarország Emberi Erőforrások Minisztériuma támogatta.

5. Hivatkozások

- [1] Åström, Karl J., and Björn Wittenmark. *Adaptive control*. Courier Corporation, 2013.
- [2] Dydek, Zachary T., Anuradha M. Annaswamy, and Eugene Lavretsky. "Adaptive control and the NASA X-15 program: a concise history, lessons learned, and a provably correct design." *2008 American Control Conference*. IEEE, 2008.
- [3] Åström, Karl Johan. "Theory and applications of adaptive control—a survey." *Automatica* 19.5 (1983): 471-486.
- [4] Ioannou, Petros, and Barış Fidan. *Adaptive control tutorial*. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2006.
- [5] Lyapunov, A. M. "A general task about the stability of motion." *Ph. D. Thesis, University of Kazan, Tatarstan (Russia)* (1892).
- [6] Liapunov, Aleksandr Mikhailovich. *Stability of motion*. Elsevier, 2016.
- [7] Parks, Patric. "Liapunov redesign of model reference adaptive control systems." *IEEE Transactions on Automatic Control* 11.3 (1966): 362-367.
- [8] Wang, Hanlei, and Yongchun Xie. "Adaptive inverse dynamics control of robots with uncertain kinematics and dynamics." *Automatica* 45.9 (2009): 2114-2119.
- [9] Slotine, Jean-Jacques E., and Weiping Li. *Applied nonlinear control*. Vol. 199. No. 1. Englewood Cliffs, NJ: Prentice hall, 1991.
- [10] Zouari, Farouk, Kamel Ben Saad, and Mohamed Benrejeb. "Adaptive backstepping control for a class of uncertain single input single output nonlinear systems." *10th International Multi-Conferences on Systems, Signals & Devices 2013 (SSD13)*. IEEE, 2013.
- [11] Zouari, Farouk, Kamel Ben Saad, and Mohamed Benrejeb. "Adaptive backstepping control for a single-link flexible robot manipulator driven DC motor." *2013 International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)*. IEEE, 2013.
- [12] Zouari, Farouk, et al. "Neural network controller design for fractional-order systems with input nonlinearities and asymmetric time-varying Pseudo-state constraints." *Chaos, Solitons & Fractals* 144 (2021): 110742.
- [13] Na, Jing, et al. "Adaptive finite-time fuzzy control of nonlinear active suspension systems with input delay." *IEEE Transactions on Cybernetics* 50.6 (2019): 2639-2650.
- [14] Jaeger, Herbert. "Adaptive nonlinear system identification with echo state networks." *Advances*

in *neural information processing systems* 15 (2002).

- [15] Wang, Shubo, et al. "Neural-network-based adaptive funnel control for servo mechanisms with unknown dead-zone." *IEEE transactions on cybernetics* 50.4 (2018): 1383-1394.
- [16] Wang, Shubo, et al. "Extended-state-observer-based funnel control for nonlinear servomechanisms with prescribed tracking performance." *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* 14.1 (2016): 98-108.
- [17] Chen, Lepeng, et al. "Adaptive neural network control of underactuated surface vessels with guaranteed transient performance: Theory and experimental results." *IEEE Transactions on Industrial Electronics* 67.5 (2019): 4024-4035.
- [18] Tar, József K., et al. "Robust Fixed Point Transformations in adaptive control using local basin of attraction." *Acta Polytechnica Hungarica* 6 (2009): 21-37.
- [19] Armstrong, Brian, Oussama Khatib, and Joel Burdick. "The explicit dynamic model and inertial parameters of the PUMA 560 arm." *Proceedings. 1986 IEEE international conference on robotics and automation*. Vol. 3. IEEE, 1986.
- [20] Corke, Peter I., and Brian Armstrong-Helouvry. "A search for consensus among model parameters reported for the PUMA 560 robot." *Proceedings of the 1994 IEEE International Conference on Robotics and Automation*. IEEE, 1994.
- [21] Banach, Stefan. "Sur les opérations dans les ensembles abstraits et leur application aux équations intégrales." *Fundamenta mathematicae* 3.1 (1922): 133-181.
- [22] Dineva, Adrienn, József K. Tar, and Annamária Várkonyi-Kóczy. "Novel generation of Fixed Point Transformation for the adaptive control of a nonlinear neuron model." *2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*. IEEE, 2015.
- [23] Dineva, Adrienn, et al. "Generalization of a sigmoid generated fixed point transformation from SISO to MIMO systems." *2015 IEEE 19th International Conference on Intelligent Engineering Systems (INES)*. IEEE, 2015.
- [24] Issa, Hazem, and József K. Tar. "Noise sensitivity reduction of the fixed point iteration-based adaptive control." *2021 IEEE 19th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)*. IEEE, 2021.
- [25] Tar, József K., János F. Bitó, and Imre J. Rudas. "Replacement of Lyapunov's direct method in model reference adaptive control with robust fixed point transformations." *2010 IEEE 14th International Conference on Intelligent Engineering Systems*. IEEE, 2010.
- [26] Csanádi, Bertalan, et al. "A novel, abstract rotation-based fixed point transformation in adaptive control." *2018 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*. IEEE, 2018.
- [27] Rodrigues, Olinde. "Des lois géométriques qui régissent les déplacements d'un système solide dans l'espace, et de la variation des coordonnées provenant de ces déplacements considérés indépendamment des causes qui peuvent les produire." *Journal de mathématiques pures et appliquées* 5 (1840): 380-440.
- [28] Issa, Hazem, and József K. Tar. "Improvement of an Adaptive Robot Control by Particle Swarm Optimization-Based Model Identification." *Mathematics* 10.19 (2022): 3609.
- [29] Varga, Bence, Richárd Horváth, and József K. Tar. "Adaptive control of a nonlinear system avoiding state estimation." *2022 IEEE 20th Jubilee World Symposium on Applied Machine*

Intelligence and Informatics (SAMI). IEEE, 2022.

- [30] Issa, Hazem, and József K. Tar. "Improvement of an Adaptive Robot Control by Particle Swarm Optimization-Based Model Identification." *Mathematics* 10.19 (2022): 3609.
- [31] Varga, Bence, József K. Tar, and Richárd Horváth. "Tuning of dynamic model parameters for adaptive control using particle swarm optimization." *2022 IEEE 10th Jubilee International Conference on Computational Cybernetics and Cyber-Medical Systems (ICCC)*. IEEE, 2022.
- [32] Varga, Bence, József K. Tar, and Richárd Horváth. "Fixed Point Iteration-Based Adaptive Control Improved with Parameter Identification." *International Conference on Robotics in Alpe-Adria Danube Region*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023.
- [33] Csanádi, Bertalan, József K. Tar, and János F. Bitó. "Fixed point transformation-based adaptive control of the Furuta Pendulum." *2016 IEEE 17th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI)*. IEEE, 2016.
- [34] Rudas, I., J. Tar, and T. Várkonyi. "Novel adaptive synchronization of different chaotic Chua circuits." *Proc. of the Special International Conference on Complex Systems: Synergy, of Control, Communications and Computing (ETAI COSY 2011)*. 2011.
- [35] Tašić, Jelena, Márta Takács, and Levente Kovács. "Control engineering methods for blood glucose levels regulation." *Acta Polytechnica Hungarica* 19.7 (2022).
- [36] Redjimi, Hemza, József K. Tar, and János F. Bitó. "On function extrapolation by fixed point iteration for time-delayed systems." *2019 IEEE 17th World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI)*. IEEE, 2019.
- [37] Varga, Árpád, György Eigner, and József K. Tar. "A simple fixed point iteration-based digital noise filter for control applications." *2019 IEEE 19th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics and 7th IEEE International Conference on Recent Achievements in Mechatronics, Automation, Computer Sciences and Robotics (CINTI-MACRO)*. IEEE, 2019.
- [38] Redjimi, Hemza, and József K. Tar. "On the effects of time-delay on precision degradation in fixed point transformation-based adaptive control." *2017 IEEE 30th Neumann Colloquium (NC)*. IEEE, 2017.
- [39] Varga, Árpád, György Eigner, and József K. Tar. "Simple aeromechanical test bed for preliminary performance evaluation of robust nonlinear control methods." *2018 IEEE 18th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI)*. IEEE, 2018.
- [40] Varga, Árpád, György Eigner, and József K. Tar. "Numerical simulations for an experimental test bed for adaptive control methods." *2019 IEEE 17th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY)*. IEEE, 2019.
- [41] Árpád Varga. „Investigation of Control Methods for a Speed-controlled Electric Motor“, BSC Szakdolgozat- Konzulens Tar József, Óbuda University, Donát Bánki Faculty of Mechanical and Safety Engineering, Institute of Mechatronics and Autotechnics, Budapest, Hungary, 2018
- [42] Lorenz, Robert D., and Keith W. Van Patten. "High-resolution velocity estimation for all-digital, ac servo drives." *IEEE transactions on industry applications* 27.4 (1991): 701-705.
- [43] Lagrange, Joseph Louis. *Mécanique analytique*. Vol. 1. Mallet-Bachelier, 1853.
- [44] Roberts, Richard A., and Clifford T. Mullis. *Digital signal processing*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1987.



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

