

MTK 16.

**TUDOMÁNYOS BIZOTTSÁG/LEKTOROK
SCIENTIFIC ADVISORY BOARD/PEER REVIEWERS**

Abrahám György (Budapest)
Bagyinszky Gyula (Budapest)
Bitay Enikő (Kolozsvár/Marosvásárhely)
Czigány Tibor (Budapest)
Dávid László (Marosvásárhely)
Diószegi Attila (Jönköping, Sweden)
Dobránszky János (Budapest)
Domokos József (Marosvásárhely)
Dusza János (Kassa)
Forgó Zoltán (Marosvásárhely)
Forizs Edit (Kolozsvár)
Gobesz Ferdinánd-Zsongor (Kolozsvár)
Hollanda Dénes (Marosvásárhely)
Ilyés Szilárd (Marosvásárhely)
Kovács Tünde (Budapest)
Máté Márton (Marosvásárhely)
Pokorádi László (Budapest)
Réger Mihály (Budapest)
Réti Tamás (Budapest)
Roósz András (Budapest)
Talpas János (Kolozsvár)

MŰSZAKI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

16.

**Szerkesztette / Edited by
BITAY ENIKŐ – MÁTÉ MÁRTON**



**ERDÉLYI MÚZEUM-EGYESÜLET
Kolozsvár
2022**

A kötet megjelenését támogatta a Magyar Tudományos Akadémia,
a Bethlen Gábor Alapkezelő Zrt., a Communitas Alapítvány,
az EME Műszaki Tudományok Szakosztálya

The publication of this volume was supported by the Hungarian Academy of Sciences,
by the Bethlen Gábor Fund, by the Communitas Foundation,
by the TMS – Department of Engineering Sciences



Copyright © a szerzők/the authors, EME/TMS 2022

*Minden jog a kiadvány kivonatos utánnomására, 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: Erdélyi Múzeum-Egyesület
Felelős kiadó/Responsible Publisher: Biró Annamária
Szerkesztette/Edited by: Bitay Enikő, Máté Márton
Olvasószerkesztő/Proofreader: András Zselyke (magyar), David Speight (English)
Műszaki szerkesztő/DTP: Szilágyi Júlia
Borítóterv/Cover: Könczey Elemér

Nyomdai munkálatok/Printing-work
F&F International Kft. Kiadó és Nyomda, Gyergyószentmiklós
Ügyvezető igazgató/Manager: Ambrus Enikő
Tel./Fax: +40-266-364171

online elérhető/online available at:
<https://eme.ro/publication-hu/mtk/mtk-main.html>
DOI: 10.33895/mtk-2022.16

TARTALOM

Agárdi Anita

RelOntoUML: Relációs modellen, ontológián és UML-en alapuló modell1

András Endre

A bányagépek szerkezeti elemeinek és azok működési folyamatainak modellezése és szimulációja5

András József, Kovács József, András Endre

Új irányok a bányagépek tervezésében 10

Erdőssy Imre, Kerekes László, Szócs István

Stratégiai tervezés és teljesítménymenedzsment a Hargita megyei állampolgárok érdekében a CAF-alapú minőségirányítási eszköz bevezetésével (CAFHR) projekt számára..... 15

Hajnal Petra, Kocsis Dénes László

Közúti zajterhelés változásainak elemzése zajtérképezéssel 24

Hodgyai Norbert, Drăgoi Mircea Viorel, Tolvaly-Roșca Ferenc, Máté Márton

A modul csigamaró homloklapfelületének köszörüléséről 31

Kertész József, Kovács Tünde Anna

Ütközésienergia-abszorpció aktív fékezéssel 36

Kisfaludi-Bak Zsombor, Gobesz F.-Zsongor

A csíkszentkirályi lebombázott Olt-híd tervezésének részleges vizsgálata 43

Pásztor Judit, Tolvaly-Roșca Ferenc, Forgó Zoltán

Talaj-térfogattömeg hatásának vizsgálata ásógép energiaigényére szimulációval 47

Tóth László

A maradék ausztenit mennyiségének csökkentése szerszámacélok esetében 52

Urbin Ágnes, Nagy Balázs Vince

Szindiszkrimináció a konfúziós irányok mentén 58

Dobránszky János

Ha ünnepeljük, talán mégis létezik magyar tudomány 64

SZERZŐK JEGYZÉKE 68

CONTENT

Anita AGÁRDI	
<i>RelOntoUML: Development of a Model Based on Relational Model, Ontology and UML</i>	....1
Endre ANDRÁS	
<i>Modelling and Simulation of the Structural Elements and the Operating Processes of Mining Machines</i>	.....5
József ANDRÁS, József KOVÁCS, Endre ANDRÁS	
<i>New Trends in Mining Equipment Design</i>	..... 10
Imre ERDŐSSY, László KERÉKES, István SZŐCS	
<i>Strategic Planning and Performance Management for the Citizens of Harghita County with the Introduction of the CAF Based Quality Management Tool. (CAFHR) project</i>	..... 15
Petra HAJNAL, Dénes László KOCSIS	
<i>Interpretation of Road Traffic Noise Changes with Noise Mapping</i>	..... 24
Norbert HODGYAI, Mircea Viorel DRĂGOI, Ferenc TOLVALY-ROȘCA, Márton MÁTÉ	
<i>About the Grinding of Gear Hob's Rake Face</i>	..... 31
József KERTÉSZ, Tünde Anna KOVÁCS	
<i>Impact Energy Absorption by Active Braking</i>	..... 36
Zsombor KISFALUDI-BAK, F.-Zsongor GOBESZ	
<i>Partial Examination of the Design of the Bombed Olt Bridge in Sâncrăieni</i>	..... 43
Judit PÁSZTOR, Ferenc TOLVALY-ROȘCA, Zoltán FORGÓ	
<i>Study of the Effect of Soil Volumetric Weight on the Energy Requirement for a Spading Machine by Simulation</i>	..... 47
László TÓTH	
<i>Reduction of Retained Austenite in Tool Steels</i>	..... 52
Ágnes URBIN, Balázs Vince NAGY	
<i>Chromatic Discrimination towards the Confusion Points</i>	..... 58
János DOBRÁNSZKY	
<i>If We Celebrate, Maybe There Exists a Hungarian Science</i>	..... 64
LIST OF AUTHORS	..... 68

RELONTOUML: RELÁCIÓS MODELLEN, ONTOLÓGIÁN ÉS UML-EN ALAPULÓ MODELL

RELONTOUML: DEVELOPMENT OF A MODEL BASED ON RELATIONAL MODEL, ONTOLOGY AND UML

Agárdi Anita

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Informatikai Intézet, agardianita@it.uni-miskolc.hu

Abstract

This paper presents a model that combines ontology, UML modeling, and a relational model. The ontology model (and the Ontology Web Language - OWL), UML, and relational model are first introduced in the article. After a review of the literature, the comparison and conversion of the systems are presented. The created model is then presented and a real ontology is modeled using the presented model.

Keywords: *ontology, OWL, UML, relational model.*

Összefoglalás

Ez a cikk egy olyan modellt mutat be, amely egyesíti az ontológiát, az UML-modellezést és a relációs modellt. Az ontológiai modell (és az Ontology Web Language – OWL), az UML és a relációs modell kerül elsőként bemutatásra. Az irodalmi háttér bemutatása után a modellek összehasonlítását és átalakítását mutatja be a cikk. Ezután a létrehozott modell prezentálása és egy valós ontológia modellezése történik a bemutatott modell segítségével.

Kulcsszavak: *ontológia, OWL, UML, relációs modell.*

1. Bevezetés

A rendszer modellezése és megjelenítése fontos feladat. A szakirodalomban ilyen szabványos modellezési nyelvek az Unified Modeling Language (UML), a relációs adatbázismodell és az ontológiai modell. Az UML (Unified Modeling Language) [1] egy szabványos, általános célú modellező nyelv. A nagyszabású szoftverrendszerek modelljeinek vizuális dokumentálására szolgáló eszköz segítségével szöveges és grafikus modellek hozhatók létre különféle nézőpontokból, ideértve: rendszerek, szervezetek, folyamatok, szoftverek, programok, adatbázisok. Szerkezeti diagramokat és viselkedési/dinamikus diagramokat tartalmaznak. A szerkezeti diagramok a modellezett rendszer elemeire vonatkoznak. Ezen diagramok altípusai az alábbiak: osztálydiagramok, komponens diagramok, összetett szerkezeti diagramok, telepítési

diagramok, objektumdiagramok, csomagdiagramok. Viselkedési diagramok írják le, hogy minek kell történnie a modellezett rendszerben. Ez az alábbi diagramokból áll: tevékenységdiagramok, állapotgép-diagramok, használatieset-diagramok, interakciós diagramok.

Az ontológia [2] egy adott terület tudásának leírása. Szemantikai objektumokat tartalmaz egy adott területen. Az ontológia egyik legismertebb nyelve az Ontology Web Language (OWL). Az OWL osztályokból-álosztályokból építi fel a rendszert. Az egyed egy osztály meghatározott előfordulása. Az osztályok különböző tulajdonságokat tartalmazhatnak. Az egyedhez tartozik domain és range. Az adattípus-tulajdonságnál a domain egy osztály, a range adattípus, míg az objektumtulajdonságnál a domain és a range is egy osztály, tehát az adattípus-tulajdonság egy egye-

det társít egy adattípushoz, míg az objektumtulajdonság egy egyedet egy másik egyeddel társít. Az annotációs tulajdonság egy egyedet, osztályt, tulajdonságot köt össze egy annotációval.

Az OWL-ontológiát az UML-hez és a relációs modellhez hasonlóan sok területen használják, például egészségügy: egészségügyi ontológia-rendszer [3], COVID-19 [4, 5], oktatás: egyetemi ontológia [6], szoftvertechnológia [7].

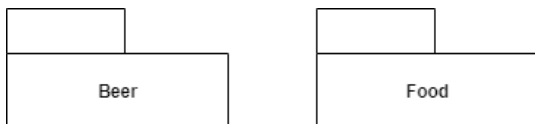
Az adatbázismodellek közül manapság a relációs modell [8] a legelterjedtebb. A reláció egy táblázat. Magát a relációt egyedi névvel látjuk el, sorai az adatokat jelölik. Az oszlopnevek egyedi névvel rendelkeznek a reláción belül, de egy másik reláció is tartalmazhat azonos nevű oszlopot. Egy oszlop és egy sor metszéspontját mezőnek nevezzük.

2. RELONTOUML-modell

A következőkben a kidolgozott modellt mutatom be. A modell a relációs modellen, az ontológián és az UML-modellen alapul, és RelOntoUML-modellnek neveztem el. A cél egy olyan modell kialakítása volt, amely a szoftverfejlesztők szemléletmódjához is közel áll, amelyet a szoftverfejlesztők is könnyen megértenek. A módszer lényege, hogy mind az UML, ontológia- és relációs modellekből merít tulajdonságokat, ezzel is könnyebbé teszi a szoftverrendszerek modellezését.

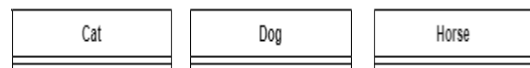
Az átalakítás lépéseit az alábbiakban ismertetem, mely során az ontológiai modellezést konvertálom át a RelOntoUML-modellre.

Az ontológia névteretet használ; egyedi elnevezéseknek kell lennie egy névtéren belül. Az UML-ben a csomagon belüli osztályoknak és az adatbázison belüli tábláknak egyedi nevüknek kell lenniük [9]. Ezt RelOntoUML-modellre konvertálva, csomagként jelenik meg.



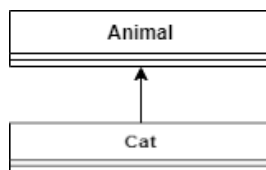
1. ábra. Névtér (RelOntoUML)

Az osztályok a rendszer leírói. Az ontológiai osztályokat egyszerűen UML-osztályokká alakítjuk a RelOntoUML-leírásnál [9].



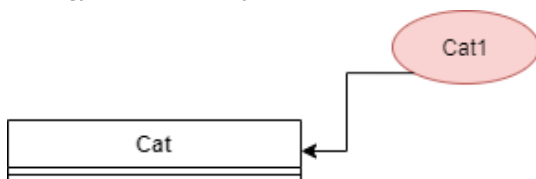
2. ábra. Osztályok (RelOntoUML)

Az osztály-alosztály hierarchia megmarad a RelOntoUML-modellben. Az OWL osztály-alosztály hierarchiáját az alábbi ábra szemlélteti. [9]



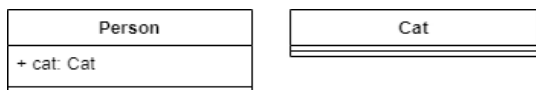
3. ábra. Alosztály (RelOntoUML)

Az egyedek az osztályok előfordulásai [9].



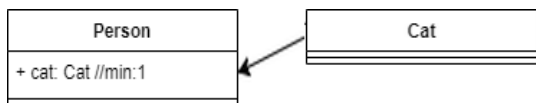
4. ábra. Egyed (RelOntoUML)

Az objektumtulajdonság két objektumot köt össze, így a domain és a range is objektumok. [9]



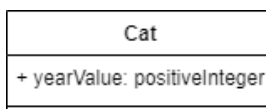
5. ábra. Objektumtulajdonság (RelOntoUML)

A minCardinality, maxCardinality határozza meg, hogy egy osztály hányszor kapcsolódik egy másik osztályhoz vagy adattípushoz [9].



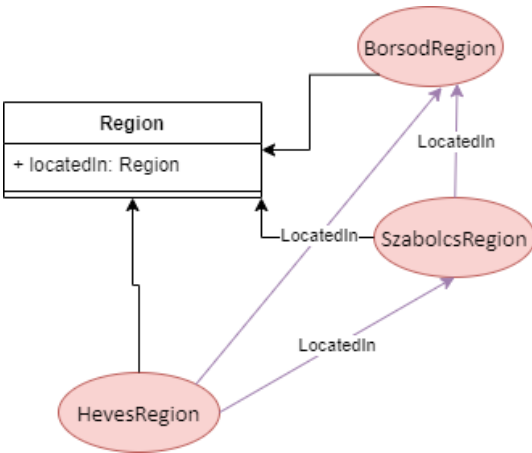
6. ábra. minCardinality, maxCardinality (RelOntoUML)

Az adattípus-tulajdonság egy egyedet társít egy adattípushoz [9].



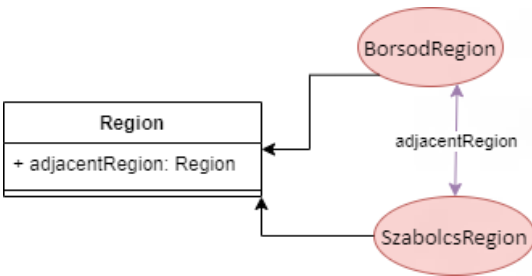
7. ábra. Adattípus-tulajdonság (RelOntoUML)

A tranzitív tulajdonság azt jelenti, hogy ha egy tulajdonság (A,B) és (B,C), akkor valójában (A,C) is [9].



8. ábra. *Tranzitív tulajdonság (RelOntoUML)*

A szimmetrikus tulajdonság az ontológiában azt jelenti, hogy ha egy tulajdonság (A,B), akkor az (B,A) is [9].



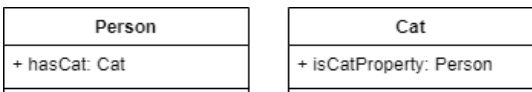
9. ábra. *Szimmetrikus tulajdonság (RelOntoUML)*

A funkcionális tulajdonság azt jelenti, hogy ha egy tulajdonság (A,B) és (A,C), akkor B = C [9].



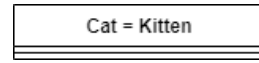
10. ábra. *Funkcionális tulajdonság (RelOntoUML)*

Az inverzobjektum-tulajdonság azt jelenti, hogy az egyik objektumtulajdonság a másik inverze [9].

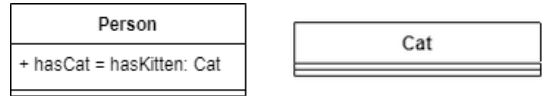


11. ábra. *InverseOf tulajdonság (RelOntoUML)*

Egy ontológiában létrehozhatunk két különböző nevű osztályt, amelyeket ha equivalentClass jelzővel jelölünk, akkor a két osztály valójában azonos. [9].

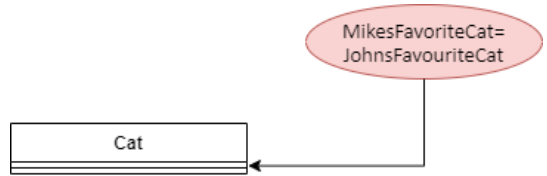


12. ábra. *Equivalent classes (RelOntoUML)*



13. ábra. *Equivalent property (RelOntoUML)*

A sameAs azt jelenti, hogy az ontológiában két különböző nevű egyed megegyezik [9].



14. ábra. *sameAs (RelOntoUML)*

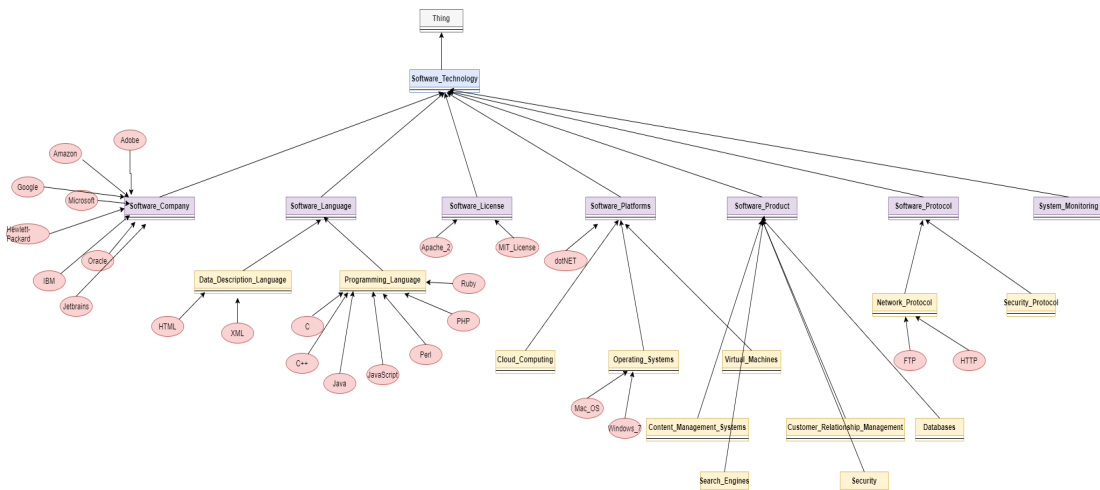
3. RELENTOUML-modell alkalmazása mintarendszeren

A SoftwareTechnology [10] egy nagyobb ontológia, amely szoftvertechnológiát modellez. Modellezi a szoftverfejlesztő cégeket, programozási és adatleíró nyelveket, szoftverliceneket, platformokat (felhő, operációs rendszer), protokollokat (pl. http, ftp), szoftverterméktípusokat (pl. CMS, CRM).

Az ontológia modellezi a szoftvertechnológiát 4 szinten osztályokkal, és egy szinten egyedekkel. Nincsenek tulajdonságai sem egyedeknek, sem osztályoknak.

Az első szinten a „Thing” osztály található, amely az összes osztály őse minden ontológiában. A második szinten a 'Software_Technology' található. A harmadik szinten a következő osztályok találhatóak: Software_Company, Software_Language, Software_License, Software_Platforms, Software_Product, Software_Protocol, System_Monitoring. A negyedik szinten a következő osztályok találhatóak: Data_Description_Language, Programming_Language, Cloud_Computing, Operating_Systems, Virtual_Machines, Content_Management_Systems, Search_Engines, Customer_Relationship_Management, Security, Network_Protocol, Security_Protocol.

Az ontológia számos egyed is tartalmaz. A Software_Company a következő egyedeket tartalmazza: Adobe, Amazon, Google, Microsoft, Hewlett-Packard, IBM, Oracle, JetBrains. A Data_Description_Language a következő egyedeket tartalmazza: HTML, XML. És a következő programozási nyelveket tartalmazza: C, C ++, Java, JavaScript, Perl, PHP, Ruby.



15. ábra. A SoftwareTechnology vizualizálása a RelOntoUML segítségével

4. Összefoglalás

A cikk ontológiai, relációs és UML-modelleket mutat be. A modellkonverzió irodalma után bemutatásra került a RelOntoUML-moddell, valamint az ontológia OWL-átalakítása RelOntoUML-moddellre. A SoftwareTechnology OWL-moddell RelOntoUML-moddellre átalakítása is megtörtént a cikkben. A modell bemutatja a szoftvertechnológiát és annak elemeit, mint szoftvercég, programozási nyelv, licenc, platform, szoftvertermék, protokoll. A kifejlesztett modell előnye, hogy a szoftverfejlesztők számára egy jól kezelhető modellezést nyújt. Az így készített rendszer jól strukturált, könnyen érthető lesz. Jövőbeli kutatási területem az új ontológiák átalakítása az itt bemutatott RelOntoUML-moddellre, és a modell szükség szerinti finomítása.

Köszönetnyilvánítás

Az innovációs és technológiai minisztérium ÚNKP-21-3 kódszámú új nemzeti kiválóság programjának a nemzeti kutatási, fejlesztési és innovációs alapról finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Szakirodalmi hivatkozások

[1] Dobing B., Parsons J.: *Dimensions of UML Diagram Use: a Survey of Practitioners*. Journal of Database Management (JDM), 19/1. (2008) 1–18.

[2] Antoniou G., Van Harmelen F.: *Web Ontology Language: Owl*. In: Handbook on Ontologies (2004) 67–92.

[3] Kiong Y. C., Palaniappan S., Yahaya N. A.: *Health Ontology System*. In: 2011 7th International Conference on Information Technology in Asia (2011) 1–4.

[4] Dutta B., DeBellis M.: *CODO: An Ontology for Collection and Analysis of COVID-19 Data*. arXiv preprint arXiv:2009.01210 (2020).

[5] Kachaoui J., Larioui J., Belangour A.: *Towards an Ontology Proposal Model in Data Lake for Real-Time COVID-19 Cases Prevention*. (2020).

[6] Malviya N., Mishra N., Sahu S.: *Developing University Ontology Using Protégé Owl Tool: Process and Reasoning*. International Journal of Scientific & Engineering Research, 2/9. (2011) 1–8.

[7] Gherabi N., Bahaj M.: *A New Method for Mapping UML Class into OWL Ontology*. Spec. Issue Int. J. Comput. Appl.(0975 8887) Soft. Eng. Databases Expert Syst. SEDEXS, (2012) 5–9.

[8] Codd E. F.: *Relational Database: A Practical Foundation for Productivity*. In: *Readings in Artificial Intelligence and Databases* (1989) 60–68.

[9] OWL Guide: <https://www.w3.org/TR/owl-guide/> (Hozzáférés dátuma: 2021. 11. 09.)

[10] SoftwareTechnology. (Hozzáférés: 2021. 11. 09.) <https://github.com/detnavillus/rdf-owl-ontologies.git>

A BÁNYAGÉPEK SZERKEZETI ELEMEINEK ÉS AZOK MŰKÖDÉSI FOLYAMATAINAK MODELLEZÉSE ÉS SZIMULÁCIÓJA

MODELLING AND SIMULATION OF THE STRUCTURAL ELEMENTS AND THE OPERATING PROCESSES OF MINING MACHINES

András Endre

Petrozsényi Egyetem, Gépész- és Villamosmérnöki Kar, Gépész, Ipari és Szállítmérnöki Tanszék, Petrozsény, Románia, andrei.andras@gmail.com

Abstract

The paper deals with theoretical bases of the implementation in mining equipment design of up-to-date methods using modelling and simulation, supported by examples of personal research. This has become necessary due to the structural complexity of this equipment, and the variety and aggressiveness of their operating environment. The presented examples refer to different kinds of the equipment used in the mechanical extraction of mineral raw materials, from overall system to working part or tool.

Keywords: *mining equipment, modelling, simulation, design.*

Összefoglalás

Jelen tanulmány a bányászatban alkalmazott gépek és berendezések tervezésében alkalmazható, modellezésen és szimuláción alapuló korszerű módszerek illesztésének elméleti alapjaival foglalkozik; ezeket személyes kutatásomból vett példákkal támasztom alá. Ez a megközelítés szükségessé vált, a tárgyalt berendezés szerkezeti összetettsége, működési környezetük változatossága és agresszivitása miatt. A bemutatott példák az ásványi nyersanyagok mechanikai kitermeléséhez használt berendezések különböző típusaira vonatkoznak, az általános rendszertől a végrehajtó elemig vagy a munkaeszközig.

Kulcsszavak: *bányagépek, modellezés, szimuláció, tervezés.*

1. Bevezetés

Jól ismert tény, hogy a bányászatban használt gépek és berendezések szerkezeti összetettsége, működési környezetük változatossága és agresszivitása késedelmet okozott a technológiai fejlődésben, amelyet a modern tudomány eredményei ösztönöztek.

Figyelembe véve a modellezésre és szimulációra szakosodott műszaki szoftverek folyamatos fejlesztését, az ilyen gépek és berendezések mechanikai rendszereinek integrált megközelítésére is széles választék áll rendelkezésre.

Az ásványi nyersanyagok kitermelése, bár egyszerű alapműveletekre épül, célspecifikus gépet és berendezéseket igényel. Mind a mélymű-

veléses, mind a külszíni műveléses alányászati technológia három alapvető műveletből áll – jövesztés-rakodás/eltávolítás –: üregbiztosítás vagy rézsústabilizálás.

A bányagépek ezeknek az alapvető műveleteknek a gépesítését végzik el. Annak érdekében, hogy képet kapjunk a nagy változatosságról, összetettségéről, méretről, súlyról és kifinomultságról, az alábbiakban néhány példát mutatunk be a tipikus, korszerű bányászati berendezésekből, a mélyműveléses vagy külszíni műveléses bányászat különböző műveleteire.

Az **1. ábra** a külszíni műveléses szénbányászat fő berendezését, a marótárcsás kotrógépet mutatja be.



1. ábra. Külszíni műveléses bányákban alkalmazott marótárcsás kotrógép



2. ábra. Hengeres fejtőgép



3. ábra. Folyamatos fejtő



4. ábra. Biztosítópajzs

A **2. ábrán** a hengeres fejtőgép látható, amelyet a mélyműveléses bányászatban a szén jövesztésére használnak, széles homlokú technológia alkalmazásával. A **3. ábra** a continuous minert mutatja be. Ezt a mélyműveléses bányászatban szintén a szén jövesztésére használják, kamrapillér-módszer alkalmazása mellett. A **4. ábrán** a biztosítópajzs látszik, amelyet a széles homlokú fejtések fedő-alátámasztására használnak.

A mélyműveléses bányászatban az ásványi készlet elérése érdekében néhány vágat (alagút, tárna) elővájására az **5. ábrán** bemutatott vágathajtógépet használják, a folyamatos előhajtási technológia keretében, illetve a **6. ábrán** mutatott fúrókocsit, amelyet a fúrási-robbantási technológiában használnak.

A példák alapján a bányászatban alkalmazott gépek és berendezések bizonyos sajátosságait észrevehetjük, mivel a gépesítés követi a technológiai folyamatot, és illeszkedik hozzá, mint például:

- a teljesítmény növelése méret- és súlynövekedést igényel;
- a mozgó munkahely a gép mobilitását a fontos jellemzők közé helyezi;
- minden művelethez külön végrehajtási eszközre van szükség;
- kompromisszumot kell kötni a specializáció és az egyetemesség között.



5. ábra. Vágathajtógép



6. ábra. Fúrókocsi

2. A marótárcsás kotrógépek teherhordó szerkezetének modellezése

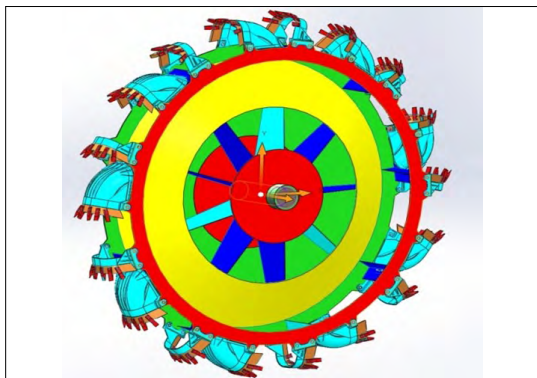
Az alábbiakban a marótárcsás kotrógépek (BWE) teherhordó szerkezetének modellezését és az ennek alapján végzett szimuláció alkalmazását mutatjuk be.

A 7. ábrán látható a teherhordó szerkezet, nevezetesen a gém, amelyre a fő végrehajtó szerv, a marótárcsa illeszkedik. A gém függőleges és vízszintes mozgása valósítja meg a tárcsa előírt kinematikáját. A modellezésre és szimulációra szakosodott műszaki szoftver lehetővé teszi a mechanikai jelenségek tanulmányozását és elemzését.

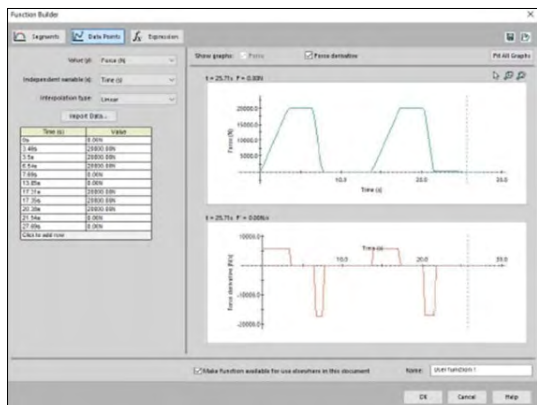
A marótárcsa modelljét a SOLIDWORKS szoftvercsomag segítségével készítettem el (8. ábra).

A kidolgozott modell alapján (9. ábra), és ismerve a forgácsoló- és emelőerők időbeli változásának törvényeit, létrehoztuk a két erő változásának függvényeit, amelyek a 10. ábrán láthatók.

Az eredményül kapott terhelésekkel a további szimulációkban a gémszerkezetet (11. ábra) gerjesztettük (12. ábra) Egyik vizsgálatunk a gémszerkezet rezgéseire irányult. Az eredmények egy részét a 13. és 14. ábrákon szemléltettük. A szimulációk eredményei megegyeznek a mérési eredményekkel.



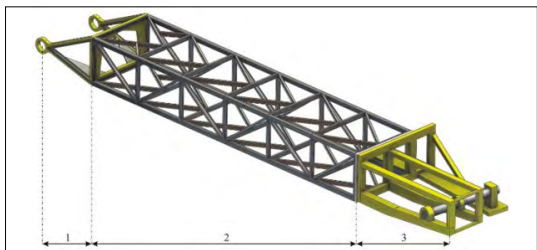
9. ábra. A marótárcsa részletes modellje



10. ábra. A vágási és rakodási erők időbeli változásának generálása a modellen



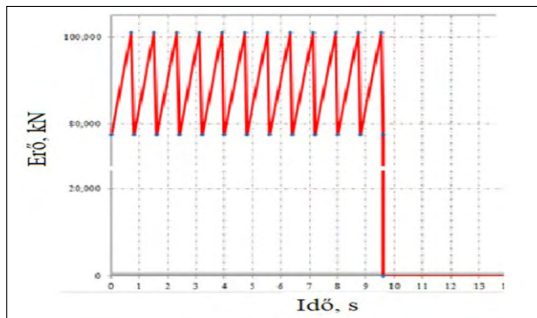
7. ábra. A marótárcsás kotrógépek teherhordó szerkezete



11. ábra. A gém részletes modellje



8. ábra. A marótárcsa



12. ábra. Eredőerő-változás egy vágás során

Mind az elvégzett frekvenciaválaszfüggvény-elemzés, (13. ábra) ahol a Rayleigh csillapítási együtthatót vettük figyelembe, mind a módális elemzés (14. ábra), amelyben globális csillapítási együtthatót alkalmaztunk, azt mutatta, hogy a maximális elhajlás a 2,07 Hz-es frekvenciának felel meg, Mivel a gerjesztő frekvencia 1,25 Hz, nem állhat elő a rezonancia. [1, 2].

3. A marótárcsás kotrógépek erő- és energiaigényének modellezése

A kidolgozott kotrógép modellje alapján új módszert fejlesztettünk ki a marótárcsás kotrógép erő- és energiaszükségletének kiszámítására. [3]

A bemutatott módszerben a CAD szoftver határozza meg a gép egy lengetése során kifejtett közet mennyiségét (15. ábra) Az ismert fajlagos energiaigény ismeretében kiszámítottuk a jövesztésfolyamat várható energia- és teljesítményparamétereit.

Az eredmények eltérése a hagyományos módszerrel kiszámított értékektől elfogadható.

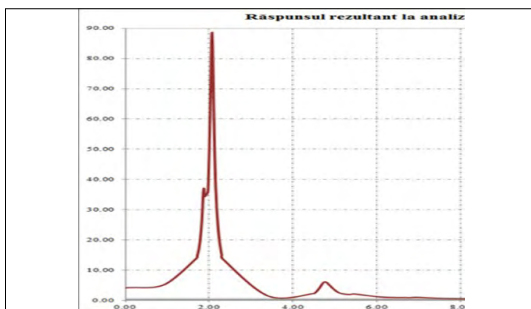
Mivel a javasolt módszer numerikus számításokon alapul, általános, és ezért bármely kotrógépre alkalmazható, a helyzetnek megfelelő közet- és munkahely-paraméterek mellett.

4. A marótárcsás kotrógépek munkaeszközének optimalizálása

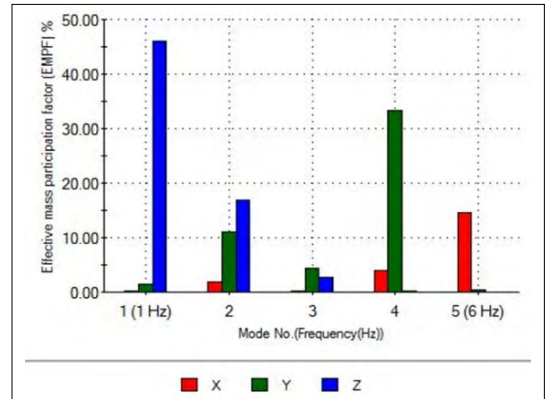
A modellezés előnyei a marótárcsás kotrógép munkaeszközének számítógépes bontófog méretének és alakjának optimalizálásában is kiemelkednek. [4]

Így, a bontófogra ható erők ismeretében, numerikus modellezéssel végeelem- és peremelem-módszer használatával megállapítottuk annak optimális alakját és méreteit, szilárdsági és energiagazdálkodási szempontok figyelembevételével.

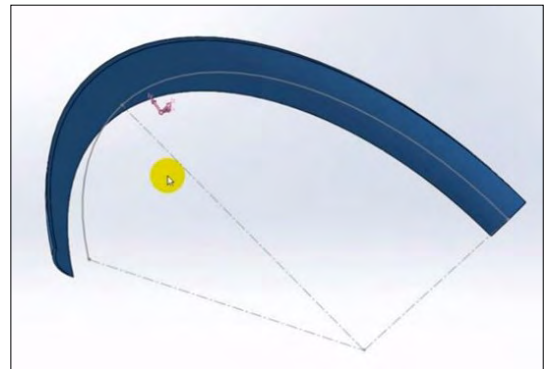
Az eredmények a 16. és 17. ábrákban vannak bemutatva.



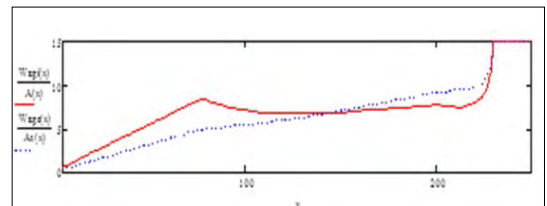
13. ábra. Frekvenciaválasz spektruma



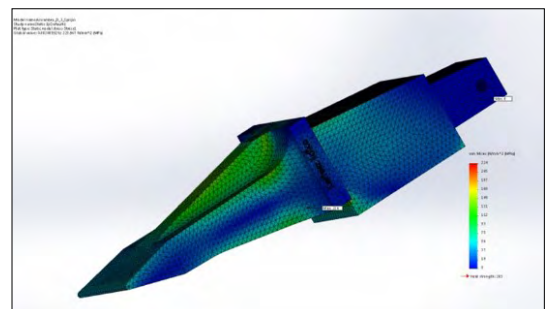
14. ábra. Frekvenciaválasz-diagram



15. ábra. A gép lengetése során kifejtett közet mennyisége



16. ábra. A bontófog hosszanti keresztmetszetének analitikus modellezéssel kapott optimális alakja



17. ábra. Bontófog végeelem-módszerrel való optimalizálása

5. Következtetések

A modellező szoftverek közelmúltbeli fejlődése és alkalmazása megoldások széles skáláját kínálja a bányászatban alkalmazott gépek és berendezések mechanikai rendszereinek tervezéséhez, a modellezéshez és szimulációs úton történő kipróbálásához.

A SOLIDWORKS szoftvercsomag segítségével kifejlesztett marótárcsás kotrógép gémmarótárcsarendszer-modelljének alapján különböző szintű szimulációkat végeztünk.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Popescu F. D., Radu S. M., Andras A., Brinas I.: *The Modal Analysis, Using Simulation And Modelling, of The Boom of The Erc-1400 Bucket-Wheel Excavator During Operation*. Acta Technica Napocensis Series-Applied Mathematics Mechanics And Engineering, 63/4. (2020) 353–362.
- [2] Popescu F. D., Radu S. M., Kotwica K., Andraş A., Brinas I., Dinescu S.: *Vibration Analysis of a Bucket Wheel Excavator Boom Using Rayleigh's Damping Model*. New Trends in Production Engineering, 2/1. (2019) 233–241.
<https://doi.org/10.2478/ntpe-2019-0024>
- [3] Brinas I., Andras A., Radu S. M., Popescu F. D., Andras I., Marc B. I., Cioclu A. R.: *Determination of the Bucket Wheel Drive Power by Computer Modeling Based on Specific Energy Consumption and Cutting Geometry*. Energies, 14/13. 2021.
<https://doi.org/10.3390/en14133892>
- [4] Andraş A., Andraş I., Tomuş O.B.: *Optimization of Geometric and Strength Parameters of Teeth for Bucket Wheel Excavator in View to Increasing the Cutting Efficiency*. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM 2017. 607–612.
<https://doi.org/10.5593/sgem2017/13/S03.077>

ÚJ IRÁNYOK A BÁNYAGÉPEK TERVEZÉSÉBEN

NEW TRENDS IN MINING EQUIPMENT DESIGN

András József,¹ Kovács József,² András Endre³

¹ *Petrozsényi Egyetem, Gépész- és Villamosmérnöki Kar, Gépész-, Ipari- és Szállításmérnöki Tanszék, Petrozsény, Románia, iosif.andras@gmail.com*

² *Petrozsényi Egyetem, Gépész- és Villamosmérnöki Kar, Gépész-, Ipari- és Szállításmérnöki Tanszék, Petrozsény, Románia, kovacsji@mail.com*

³ *Petrozsényi Egyetem, Gépész- és Villamosmérnöki Kar, Gépész-, Ipari- és Szállításmérnöki Tanszék, Petrozsény, Románia, andrei.andras@gmail.com*

Abstract

Mining machinery and equipment have changed little in recent decades, from the point of view of the principle of operation, construction and structure. But in terms of dimensions, performance and stresses they have made a lot of progress, experiencing unprecedented sophistication and complexity. In order to fulfil the new requirements imposed by the increasing productivity and efficiency demands, as well as the economic, environmental and safety constraints, their design and development must comply with the general advance of overall technology. Therefore, recently, modern analytical methods have also been included in the design and development of mining machines. Among other issues, the present paper examines the theoretical and conceptual aspects related to the mining machinery' design requirements involving mechatronics.

Keywords: *mining machinery, engineering design, mechatronics.*

Összefoglalás

A bányagépek és berendezések működési elve, felépítése és szerkezete az utóbbi évtizedekben keveset változott, viszont, a növekvő igénybevétel miatt méretük, teljesítményük, kifinomultságuk és összetettségük példa nélküli fejlődést mutatnak. A termelékenységgel és hatékonysággal, a gazdasági, környezeti, biztonsági korlátokkal kapcsolatos új követelmények teljesítése érdekében a bányagépek tervezése és fejlesztése az általános technológiai fejlődéssel összhangban kell, hogy álljon. Ezért az utóbbi időben a bányagépek tervezésében-fejlesztésében is megjelentek a korszerű elemzési módszerek, melyek nemcsak eszközöket, hanem inkább megközelítési szemléletet jelentenek. A jelen dolgozat többek között a bányagépek azon sajátos elméleti és koncepciós szempontjait vizsgálja, amelyek befolyásolják azok tervezési követelményeit; továbbá a mechatronikai szemléletű mérnöki tervezés elméleti és fogalmi alkalmazhatóságát vizsgálja, a bányagépek tervezésében és fejlesztésében.

Kulcsszavak: *bányagépek, mérnöki tervezés, mechatronika.*

1. Bevezetés

Az emberiség történetében a bányászat hosszú ideig jelentős hatást gyakorolt az általános társadalmi és gazdasági fejlődésre.

Több olyan korszakalkotó technológiai újítás, mint a gőzgép vagy a szivattyúk, a bányászat aranykorában jelentek meg.

A következő korszakban is a bányászat mint nyersanyag-szolgáltató iparág a kor technológiai fejlődésének eredményeit elsőknek alkalmazta: a sűrített levegő, a villanymotor, a hidraulikus hajtás csak pár alkalmazás, amelyek fejlődését a bányai ipar is serkentette.

Függetlenül a bányászatra ható súlyos gazdasági, pénzügyi és környezetvédelmi korlátozásoktól, melynek egyenes következménye a napjainkban észlelhető relatív stagnálás, a bányászat továbbra is az energiaforrások és az alapvető nyersanyagok előteremtésének alapvető eljárása.

Napjainkban a zöldenergia-hisztéria sarokba szorította a szénre alapozott energiatermelést, viszont a megújulóenergia-erőforrások igényei olyan méretű energia- és ásvány szükséglet igényt hordoznak, hogy válsággerjesztőkkel válhatnak, ennek orvoslására pedig még nem vagyunk felkészülve.

Emiatt a bányászat még nem a rekviemére, hanem új fellendülésre számíthat.

A harmadik évezred küszöbén alkalmazott bányászati technológiák, berendezések és műszaki megoldások egy bizonyos fokú érettséget értek el. Ez egy forradalmnak számító ugrás indító elemét jelenti, melynek jelzései nem kerülhetik el figyelmünket.

Az általános gyártási technológiáknak és egyben a jelenlegi technológiai fejlődés hajtóelemeinek – elektronika, finommechanika, automatizálás és a számítástechnika – példátlan haladásával párhuzamosan, a bányagépek fejlődésében lemaradás lett tapasztalható, talán azért, mert az előbbieket eredményeiket egyszerűbben és gazdaságilag indokoltabban lehetett beilleszteni a felhasználó iparágakba.

Mivel, hogy a bányászatban alkalmazott technológiák és berendezések fejlődése, más iparágakhoz viszonyítva, lassabb ütemben haladt, a tervezési-fejlesztési módszerek tudományos alapjait is később fektették le. [1].

Ahhoz, hogy e jelenségek túlszárnyalásának érdekében életképes megoldások születhessenek, szükséges az eddigi technológiai fejlődés ismerete, mert a bányászatban alkalmazott technológia fejlesztése mindig a kreativitás és a hagyományos megoldások szimbiózisából született. A bányászati tevékenységre jellemző innováció külön sajátosságokkal rendelkezik [2].

Tudva azt, hogy a bányászati technológia három alapvető műveleten alapszik – jövesztés, rakodás-szállítás és üregbiztosítás, ezen alpműveletek gépesítése néha egymástól függetlenül, de egymást befolyásolva fejlődött.

Érdeemes megfigyelni a bányászati technológiák fejlődésének azt a sajátosságát, hogy egy komponens ugrásszerű újítása a másik két komponens újítására kényszerít, ami ciklikusan végső soron egy teljesen új technológiához vezet.

Vannak példák arra a jelenségre is, amikor a gépesítés fejlődése igényelt új technológiai eljárást: ilyen az alagúthajtó gépek (TBM) alkalmazása.

A bányagépek egy másik sajátossága abban nyilvánul meg, hogy a gépesítés követi a technológiai eljárást, ahhoz illeszkedik. A teljesítmény növelése méret- és súlynövelést igényel, a mozgó munkahely a gép mobilitását teszi fontossá, a három művelet pedig külön végrehajtó eszközt igényel.

Egy adott gép funkcionalitása az egyes funkcionális elemek összeszerelésének integrálásából és a funkcionalitás korrelációjából ered [3, 4].

A funkcionális elemzés elengedhetetlen a berendezések tervezéséhez. Ezek alapján fontos következtetéseket vonhatunk le a bányagépek és berendezések sajátosságaival és a funkcionalitás-tervezés kölcsönhatással kapcsolatban.

Így, a gép tervezésekor figyelembe kell venni azokat az összekapcsolás-típusokat, amelyeken keresztül a funkcionális elemek a géprendszerhez kapcsolódnak, valamint a gép vagy a funkcionális elem rendszerbe való integrálásának mértékét.

Minél magasabb a berendezést (műszaki rendszert) alkotó elemek integrációja, annál nagyobb a berendezés sajátossága, és a használati lehetőségek ezáltal beszűkülnek; ezáltal csökken a sokoldalúság. Innen is látszik, hogy a szakosítás és univerzalitás között optimális kompromisszumra van szükség.

A rendszerek felépítésében az integráció mértéke újabb szerkezeti korlátokat hozhat létre amelyeket a funkcionális elemek kölcsönös összeegyeztethetősége diktál; az új, másodlagos funkciók elvégzése alkati változásokat vonhatnak maguk után.

Ezért bármely funkcionális elem tervezését, legyen az egyedi gép vagy integrált működő alegység, rendszerszintű kontextusban kell megvalósítani, figyelembe véve az adott elemnek a többivel való kapcsolódásának hatását a funkcionalitására (követelményeknek megfelelő működés).

Ugyanakkor a munkafolyamatok – jövesztés, rakodás, szállítás, biztosítás – véletlenszerű jellegéből fakadóan, a várható igénybevételeknek csak átlagos vagy maximumértékeit ismerjük; ez túlméretezéshez vezet(het).

2. A mechatronika mint tervezési szemlélet

A bányagépek hagyományos tervezése külön-külön kezeli a tervezés alanyának szerkezeti-funkcionális részeit (mechanikus, villamossági, hidraulikus és vezérlőegységeit).

A mechatronika mint tervezési szemlélet innovatív megközelítést ajánlhat a bányászatban alkalmazott gépek és berendezések rendszeres tervezésében.

Ezen gépek többtartományos jellege a hagyományos tervezésben arra vezethet, hogy a külön tartományokhoz tartozó szerkezeti-funkcionális részeinek optimális összehangolása nem lehetséges.

A bányagépek esetében a munkakörnyezettel való kölcsönhatás folyamatában általában a végrehajtó rész előírt mozgásából eredő igénybevételek keletkeznek.

Ezek a szerkezet teherbírását és energiaigényét határozzák meg.

A klasszikus gépészet egyik alapkérdése, hogy egy összetett rendszerre ható erők és nyomatékok hatására milyen lesz a mozgás pályája, az egyes tömegek/tehetetlenségek sebessége és gyorsulása. (1. ábra)

A mechatronikában alapvetően ugyancsak összetett gépészeti rendszerekről van szó, de az előzővel szemben a kérdés arra irányul, hogy egy előírt pályagörbe, sebesség, gyorsulás stb. megtartásához mekkora erőkre, nyomatékokra stb. van szükség, és ezeket folyamatos mérés mellett a szabályozás biztosítja. (2. ábra)

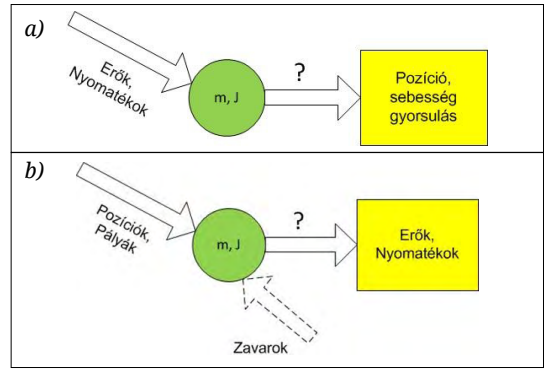
A 3. ábra a mechatronikai szemléletű tervezésben alkalmazott áramlatok (energia, anyag és információ) eloszlására és kezelésére vonatkozik. [5, 6].

Az információfeldolgozás során a bányagépek üzemeltetési paramétereit általában csak átlagértékben ismert kőzetforgácsolási tényezőkhöz kell illeszteni, a mértani – kívánt alakzat elérése –, a termelékenységi és az energiaigényi korlátozások betartásával.

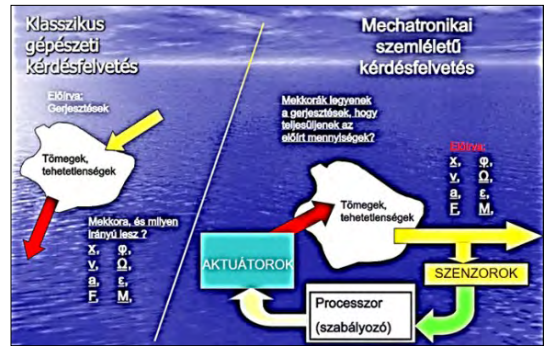
Ez a szemlélet például a vágathajtó gépeknél időszzerű. Ugyanakkor tény, hogy a különböző paraméterek közvetlen érzékelése lehetetlen vagy elvileg bonyolult, emiatt ezeket közvetve, az üzemeltetési paraméterekből csak számítás útján lehet megkapni.

Ezért szükséges az összetett szerkezetű meghajtó-érzékelő, beágyazott elemek beépítése. A számításokhoz esetleg a korszerű mesterséges-intelligencia-módszerekhez (laza logika vagy neurális hálózatok) is lehet folyamodni.

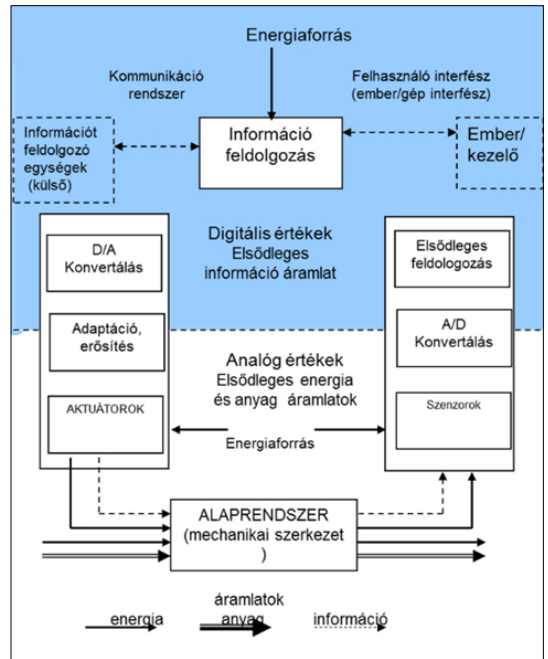
A lengyel kutatók [7] által kidolgozott kísérleti rendszert a 4. ábra mutatja. A gém és a rakodólap helyzetérzékelői által begyűjtött adatsort a vezérlőegység dolgozza fel, és szabályozza a marófej és rakodórendszer paramétereit.



1. ábra. Hagományos (a) és mechatronikaalapú (b) tervezési szemlélet



2. ábra. Hagományos/mechatronikai szemléletű tervezés összehasonlítása

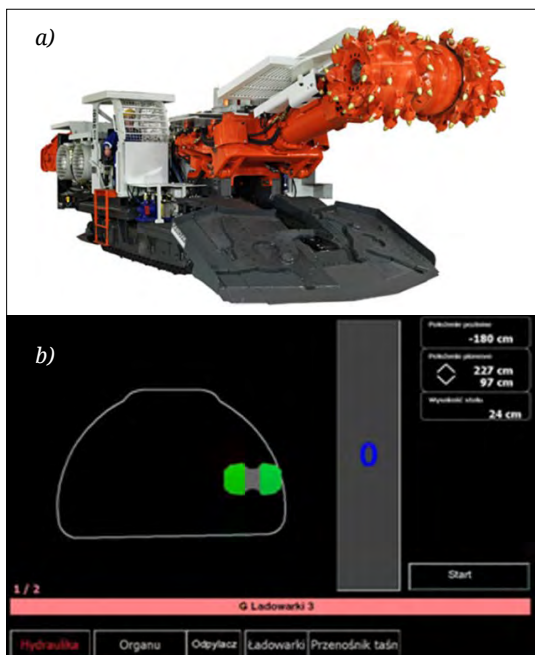


3. ábra. A mechatronikai szemléletű tervezésben alkalmazott áramlatok

A vezérlőrendszer a marófej meghajtó nyomaték és a gép lengésszélesség-érzékelői által begyűjtött adatokat használja fel. A szabályozás célfüggvénye optimális energiahasználatra és termelékenységre összpontosít, a vágatkeresztmetszet alakjának és méretének betartása mellett.

Egy másik példa szintén a vágathajtásnál alkalmazott fúrókocsikra (5. ábra) vonatkozik, amelyek a fúrás – robbantásos technológiák alapvető eszközei.

Ebben az esetben, az előírt fúrési séma (6.a ábra) betartása a lényeges. A fúrórúd elhelyezését és a vezetősín irányát (6.b ábra) Mindegyik furat követése a beépített szenzorok és a hidraulikus aktuá-



4. ábra. Mechatronikai szemlélet alapján tervezett vágathajtó gép (a), megjelenítő képernyő a vágat keresztmetszete alakjának betartásával (b)



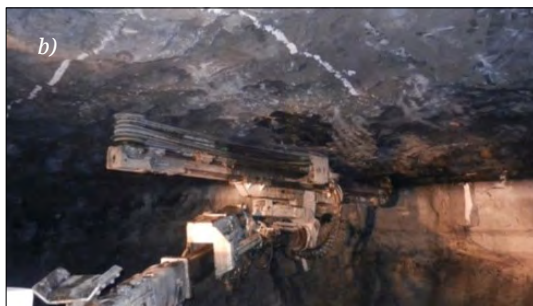
5. ábra. Fúrókocsi

torok szenzorjelek alapján kiszámított elmozdulása segítségével valósul meg.

A folyamat haladását egy beépített szoftver segítségével képernyőn lehet megjeleníteni (6.c ábra).

3. Következtetések

Az utóbbi időben a bányagépek tervezésében-fejlesztésében is alkalmazzák a korszerű elemzési módszereket. Ezek nemcsak eszközöket,



6. ábra. Az előírt fúrési séma (a), a kar a vezető sínrel (b), megjelenítő képernyő (c)

hanem inkább megközelítési szemléletet jelentenek.

A bányagépek sajátosságai ezt bizonyos feltételek keretén belül teszik lehetővé.

Ezen gépek többtartományos jellege a hagyományos tervezésben arra vezethet, hogy a külön tartományokhoz tartozó szerkezeti-funkcionális részek optimális összehangolása nem lehetséges.

A mechatronika mint tervezési szemlélet innovatív megközelítést ajánlhat a bányászatban alkalmazott gépek és berendezések rendszeres tervezésében, amit példákkal támasztottunk alá.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Spies K.: *Limits of Further Development of Technologies of Underground Coal Extraction and the Methodological Procedure in Systematic Search for New Technologies*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo. <https://delibra.bg.polsl.pl/dlibra/publication/46951/edition/42857/content>
- [2] Andraş A., Andraş I.: *Applications of Artificial Intelligence and Mechatronics in Mining Equipment Development*. Annals of the University of Petroşani, Mechanical Engineering, 17. (2015), 5–20.
- [3] Andraş A., Andraş I., Kovacs J., Tomuş O. B.: *Monografia Problemy transportu i przeróbki w górnictwie. Modelowanie procesów. Artificial Intelligence, Mechatronics and Robotics in Mining Equipment Development* (2015). Akademia Górniczo Hutnicza, Krakow, 134–149,
- [4] Andraş A.: *Ingineria proiectării echipamentelor pentru industria extractivă*. Editura Universitat, Petroşani, 2014.
- [5] András J., Kovács J.: *A műszaki innováció sajátosságai a bányászatban (Specificity of Innovation in Mining)*. Műszaki Tudományos Közlemények, 4. (2016) 23–26. <https://doi.org/10.33895/mtk-2016.04.02>
- [6] András J., Kovács J.: *A mechatronika alkalmazása a bányagépek tervezésében (Implementing Mechatronics in Mining Equipment Design)*. Műszaki Tudományos Közlemények 1. (2014) 39–42. <https://doi.org/10.33895/mtk-2014.01.02>
- [7] Cheluszka P. : *Numerical Studies of the Dynamics of the Roadheader Equipped with an Automatic Control System during Cutting of Rocks with Different Mechanical Properties*. Energies, 14(21) (2021) 7353; <https://doi.org/10.3390/en14217353>

STRATÉGIAI TERVEZÉS ÉS TELJESÍTMÉNYSZÁMOLÓZÁS A HARGITA MEGYEI ÁLLAMPOLGÁROK ÉRDEKÉBEN A CAF-ALAPÚ MINŐSÉGIRÁNYÍTÁSI ESZKÖZ BEVEZETÉSÉVEL (CAFHR) PROJEKT SZÁMÁRA

STRATEGIC PLANNING AND PERFORMANCE MANAGEMENT FOR CITIZENS OF HARGHITA COUNTY WITH THE INTRODUCTION OF THE CAF BASED QUALITY MANAGEMENT TOOL (CAFHR) PROJECT

Erdőssy Imre,¹ Kerekes László,² Szócs István³

¹ ConsAct Kft., Budapest, Magyarország, eimre@outlook.hu

² Bogdan Voda Egyetem, Közgazdasági Kar, Menedzsment. Kolozsvár, Románia, kerekes_ladislaui@outlook.com

³ Hargita Megyei Tanács. Csíkszereda, Románia, szocsistvan@hargitamegye.ro

Abstract

The Harghita County Council has decided to carry out a self-assessment to evaluate the adequacy of its processes in the framework of a complex organizational development project using the CAF (Common Assessment Framework). The outcome of the performed self-assessment showed the capabilities and results of the operation, as well as the tasks of ensuring short- and medium-term development. This article aims to point out the need and possibilities for improving administrative processes by presenting the experiences of the project. An important experience of the project is to prove the necessity of taking into account the specific features in addition to the general applicability of the model.

Keywords: *CAF, Quality management, Hargita County Council.*

Összefoglalás

Hargita Megyei Tanácsa úgy döntött, hogy egy komplex szervezetfejlesztési projekt keretében, a CAF (Common Assessment Framework) keretrendszer alkalmazásával, önértékelést végez folyamatai megfelelőségének felmérésére és kiértékelésére. Az irányított önértékelés eredményei között kimutatásra kerültek a működés adottságai és eredményei, valamint a rövid és középtávú fejlődést biztosító feladatok. A cikk a projekt tapasztalatainak bemutatásával rá kíván mutatni a közigazgatási folyamatok fejlesztésének szükségességére és a fejlesztés lehetőségeire. A projekt fontos tapasztalata a modell általános alkalmazhatóságának bizonyításán túl az egyedi sajátosságok figyelembevétele elengedhetetlenségének igazolása.

Kulcsszavak: *CAF, minőségmenedzsment, Hargita Megyei Tanács.*

1. Egy szervezeti szintű teljesítménymérő eszköz – a CAF-modell bemutatása

A Közös Értékelési Keretrendszer (angol megfelelője: Common Assessment Framework, a továbbiakban CAF) egy teljes körű minőségirányítási eszköz (angol megfelelője: Total Quality

Management Tool, továbbiakban: TQM), amelyet a községi képviselők dolgoztak ki a községi számára az Európai Minőségirányítási Alapítvány (angol megfelelője: European Foundation for Quality Management, továbbiakban: EFQM) kiválóságmodelljét alapul véve. A tagállamokban

a közszolgálat fejlesztéséért felelős vezetők (főigazgatók) felkérésére készült el a minőségügyi szakemberekből álló, ún. Innovatív Közszolgálati Munkacsoport közreműködésével. A CAF elősegíti a közigazgatási szerveknél a teljesítmény- és a hatékonyságorientált minőségfejlesztést a korszerű minőségmenedzsment technikák alkalmazásával. A modell egyszerű, könnyen használható és a közigazgatás önértékeléséhez megfelelő módszertani keretet kínál.

A CAF-ot úgy alakították ki, hogy a közigazgatási szektor minden területén használható, alkalmazható valamennyi szervezetben a nemzeti/szövetségi, regionális és helyi szinteken. A körülmények széles változatossága mellett is lehet használni, pl. szisztematikus fejlesztési program részeként vagy egy adott szervezetben belül a fejlesztésre irányuló munka kiindulási alapjaként.

A CAF alkalmazása egy szervezetnek az állandó fejlesztési folyamat beindításához megfelelő keretet nyújt. Így segíti:

- a bizonyítékokon alapuló értékelést, az európai országok közigazgatási szférájában széles körben elfogadott kritériumkészlet alapján;
- az előrehaladás és a teljesítmény kimagasló szintjeinek megállapítását;
- az irányítás következetességének kialakítását, valamint a szervezetfejlesztéshez szükséges tennivalókra vonatkozó konszenzus elérését;
- az elérni kívánt különböző eredmények és a támogató gyakorlati megoldások vagy adottságok közötti kapcsolatot;
- a munkatársak bevonását a fejlesztési folyamatba;
- előmozdítja a jó gyakorlati megoldások felszínre kerülését és e megoldások szervezetben belüli különböző területek közötti, illetve más szervezetekkel történő megosztásának lehetőségét;
- a különböző minőségügyi kezdeményezéseknek a hétköznapi munkafolyamatokba történő integrálását;
- a haladás időbeni mérését az időszakos önértékelések révén.

Azon a feltevésen alapul, hogy a szervezeti teljesítmény, az állampolgárok/ügyfelek, az emberek és a társadalom vonatkozásában mutatkozó kiváló eredményeket a vezetés által működtetett stratégián és tervezésen, a munkatársakon, a partneri kapcsolatokon és az erőforrásokon, valamint a folyamatokon keresztül lehet elérni. Ez az eszköz a szervezetet egyidejűleg több, eltérő szemszögből vizsgálja, a szervezeti teljesítmény

elemzését a teljességre törekvő megközelítésből kiindulva végzi.

A modellel szemben támasztott fő követelmény tehát a fejlesztés során az volt, hogy a keretrendszernek megfelelő, illetve alkalmazható legyen a közigazgatási szervekre, figyelemmel azok sajátosságaira, valamint kompatibilis legyen az európai közigazgatási rendszerekben alkalmazott többi szervezeti modellel.

A felhasználó szemszögből két okból is fontos az előbb említett követelmények teljesülése: egyrészt, mert a minőségügyi rendszerek többsége a gazdasági szférában alakult ki, és a piaci szervezetek működésére dolgozták ki, ezért a CAF-moddal kifejezetten figyelembe veszi a közigazgatási sajátosságokat. Másrészt az is fontos, hogy a magánszektorban használatos minőségügyi rendszerekkel – különösen az EFQM-mel –, illetve módszerekkel legyen összeilleszthető annak érdekében, hogy a közzsférában is bemutathatóak legyenek a minőségmenedzsment területén elért eredmények.

A modell önmagában nem minőségirányítási rendszer, hanem egy olyan vezetői eszköz, amely a szervezet működését eredményesebbé tevő fejlesztési célok meghatározására használható, és az önértékelési folyamatban a szervezeti kultúrát is fejleszti.

A modell szemléletmódjában, alapelveiben rokon az ISO 9001 szabványrendszer követelményeivel, de tartalmában és módszerében jelentősen eltérnek egymástól. Míg az ISO 9001 szabályozáson, állandó fejlesztésen alapuló vezetési eszkörendszer, amely közvetlen hatással bír a szervezet működésére, addig a CAF elsősorban folyamatos szervezeti teljesítményértékelést jelent, s csak közvetett befolyással bír a közigazgatási szervezet tevékenységére. A CAF a működés különböző területeinek vizsgálatában ír elő követelményeket, az elért eredmények értékelését a szervezetre bízta.

A CAF arra az alapelvre épül, hogy a szervezet teljesítményének színvonala, „kiválósága” a működés öt területének megfelelő irányításától függ. Ezek a területek:

1. a vezetés,
2. a stratégiaalkotás és tervezés,
3. a munkatársak,
4. a partnerkapcsolatok és erőforrások,
5. valamint a folyamatok.

A kiválóságot a szervezet eredményei kapcsán is több szemszögből kell értékelni:

6. a szervezet teljesítménye (kítűzött céljai),
7. az állampolgárok/ügyfelek szemszöge,

8. a munkatársak nézőpontja,
9. és a társadalmi hatások alapján.

A CAF-önértékelés a szervezeti teljesítmény elemzése teljességre törekvő, a rendszer egészére, minden elemére kiterjedő megközelítésén alapul, mivel a szervezetet egyazon időben különböző szemszögekből és szempontok szerint kell megvizsgálni mind a működés, mind a szervezet eredményei tekintetében.

1.1. A CAF célja

A CAF könnyen használható eszköz ahhoz, hogy Európa-szerte hozzásegítse a közigazgatási szervezeteket a minőségirányítási módszerek és folyamatok alkalmazásához a teljesítmény javítása érdekében. A CAF olyan önértékelési keretet nyújt, amely koncepcióját tekintve hasonló a nagyobb TQM-modellekhez, különösen az EFQM modelljéhez, de sajátosan a közigazgatási szervezetekre tervezték, figyelemmel a köztük lévő különbségekre.

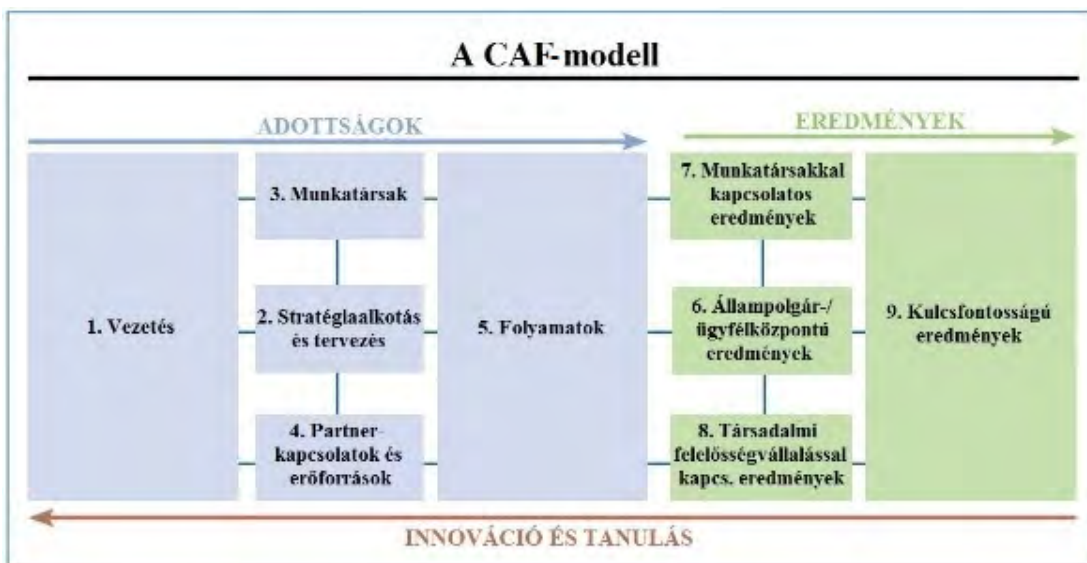
A CAF „közkinccs”, bárki számára térítésmentesen hozzáférhető, könnyen elsajátítható eszköz, amely az európai közszféra szervezeteinek (a továbbiakban: közszolgálati szervezetek) nyújt segítséget olyan minőségirányítási technikák alkalmazásához, amelyek segítik e szervezeteket teljesítményük javításában. A CAF-modellt úgy tervezték, hogy a közszféra minden területén, minden közszolgálati szervezetnél egyaránt alkalmazható legyen európai, nemzetállami, regionális és helyi szinten is.

- A CAF a szervezeten belüli teljes fejlesztési folyamatot támogatja, és öt fő célkitűzést jelöl meg:
- a kiválóság kultúrájának és a TQM alapelveinek bevezetését és elterjesztését a közszolgálati szervezeteknél;
 - a szervezetek fokozatos végigvezetését a teljes PDCA fejlesztési cikluson;
 - a közszolgálati szervezetek önértékelésének elősegítését, hogy azonosítani tudják a hibákat, és meghatározzák a szükséges fejlesztési intézkedéseket;
 - a minőségirányításban használt különféle modellek közötti híd megteremtését a magán- és a közszférában egyaránt;
 - a közszolgálati szervezetek közötti egymástól tanulás (angol megfelelője: benchlearning) lehetővé tételét és támogatását.

Azok a szervezetek kezdik el alkalmazni a CAF-modellt, amelyek célja a kiváló teljesítmény felé törekvés, és amelyek meg kívánják honosítani a kiválóság kultúráját. A CAF eredményes alkalmazása idővel ennek a fajta kultúrának és gondolkodásmódnak a továbbfejlődéséhez vezet a szervezeten belül.

1.2. A CAF 2013-modell

A CAF-modell kilenc elemből álló felépítése azokat a főbb szempontokat tartalmazza, amelyeket bármilyen szervezeti elemzés során figyelembe kell venni. Az 1–5. kritérium – az úgynevezett „Adottságok” – a szervezeten belüli irányítás (a menedzsment) gyakorlatait veszi számba. E kritériumok



1. ábra. CAF 2013-modell

határozzák meg, hogy mit csinál a szervezet, és milyen módszerekkel oldja meg feladatait a kívánt eredmény elérése érdekében. A 6–9. kritérium az állampolgárok/ügyfelek, a munkatársak, a társadalmi felelősségvállalás és a szervezet kulcsfontosságú teljesítményének területén elért „Eredmények”-et mutatja be egyrészt személyes vélemények, személyes értékelések, másrészt a teljesítményre vonatkozó mérések alapján. Minden kritérium több alkritériumból áll. (A 9 kritérium összesen 28 alkritériumot tartalmaz.)

A 28 alkritérium azokat a fő szempontokat határozza meg, amelyeket a szervezet értékelésekor figyelembe kell venni. Az alkritériumok tartalmát részletesen magyarázó példák illusztrálják, amelyek arra is javaslatot tesznek, hogy milyen lehetséges területek alapján lehet megállapítani azt, hogy a szervezet mennyire felel meg az alkritériumok által támasztott követelményeknek. A példák sok jó gyakorlatot mutatnak be Európa minden részéről, ugyanakkor nem minden szervezet esetében értelmezhetőek, de még így is alkalmasak arra, hogy irányt mutassanak.

A kérdőívben a kritériumok és az alkritériumok megfogalmazása nem változtatható, de a példák szervezetre szabhatók, a jobb megértés miatt bővíthetők és szűkíthetők is. (A Hargita Megyei Tanács önértékelői szervezetre szabott kérdőívet töltötték ki.)

Az eredmények értékelése alapján levont következtetések vezetési gyakorlatba való beépítése biztosítja az innovációs és tanulási ciklusok folyamatosságát, amelyek végigkísérik az adott szervezetet a kiválóság felé vezető úton.

1.3. Hogyan kell a CAF 2013-modellt használni?

Ahogy azt feljebb már kifejtettük, a kritériumok és alkritériumok struktúráját nem szabad átalakítani, mivel ez a struktúra biztosítja, hogy az önértékelés a szervezet működését és eredményeit minden területen és minden szempontból lefedje. Ugyanakkor az alkritériumokhoz kapcsolódó példáknál megengedett és fontos azok értelmezése és a szervezethez igazítása.

A Hargita Megyei Tanácsban a példák által szervezetre szabott kérdőív került kitöltésre, a modellhez kidolgozott, ún. „hagyományos értékelési tábla” alkalmazásával. A „hagyományos” CAF-értékelés általánosságban minden alkritériumot oly módon értékeli, hogy az a PDCA-ciklus mely szintjén található.

1.4. Az „ADOTTSÁGOK” oldali (1–5) kritériumok értékelése

A PDCA-elv szerinti értékelés metódusának alapja, hogy a pontértékeket az alapján határozzák meg, hogy a megvalósítás fázisában hol tartanak az adott intézkedések, nem pedig a megvalósított intézkedések számának vagy súlyának alapján a szubjektív érzéseik szerint pontozzanak a kérdőív kitöltői. Az alkalmazott értékelés:

1. táblázat. Az „ADOTTSÁGOK” oldali (1–5) kritériumok értékelésekor alkalmazott pontszámok

Szint	Adottságokhoz kapcsolódó szintek leírása	Pontszám
–	Ha nem végez a szervezet az alkritériumban megfogalmazott tevékenységet, illetve nem is kívánja bevezetni, akkor 0 pont; ha már felmerült a bevezetés ötlete, de nem indult el a tervezés, akkor 10 pont körüli az adható érték.	0–10
Plan	Még csak a tervek léteznek az alkalmazandó gyakorlat kialakítására.	11–30
Do	A szervezet az alkritériumhoz kapcsolódó területét a tervek szerint működteti, de a tapasztalatokat még nem értékelte.	31–50
Check	Az alkritériumhoz kapcsolódó területen a működés értékelése rendszeresen megvalósul, de az értékelés eredményeit a szervezet még nem ültette át a gyakorlatba.	51–70
Act	Az alkritériumhoz kapcsolódó ellenőrzések és felülvizsgálatok alapján fejleszti a működését a szervezet.	71–90
PDCA	A szervezet szisztematikusan módon (tervezetten és rendszeresen) alkalmazza a folyamatos fejlesztés módszereit az alkritériumhoz kapcsolódó területen. A fejlesztésekbe a benchmarking és az egymástól tanulás eredményeit is beépíti.	91–100

1.5. Az „EREDMÉNYEK” oldali kritériumok (6–9) értékelése

Összefoglalva, a CAF-modell szerinti önértékelés lehetőséget ad a szervezet részére, hogy többet tudjon meg önmagáról. A CAF célja, hogy tükröt tartson a szervezet elé teljesítményének megítéléséhez.

Összehasonlítva egy teljes körű minőségirányítási modellel, a CAF-ot kifejezetten felhasználóbarát modellnek tervezték. Bármely szervezet, amely ennél tovább akar lépni, a részletesebb minőségirányítási modellek egyikét választja ki. A CAF-nak megvan az az előnye, hogy kompatibi-

lis ezekkel a modellekkel, és ezáltal az első lépés lehet egy, a minőségirányítás terén továbbhaladni szándékozó szervezet számára.

2. táblázat. Az „EREDMÉNYEK” oldali kritériumok (6-9) értékelésénél alkalmazott pontszámlódók

Eredmények értékelése	Pontszám
Nincsenek mérhető eredmények, vagy nincs releváns információ az alkritériumhoz kapcsolódóan.	0–10
Az eredmények mérhetőek, azok időbeli alakulása romló tendenciát mutat, és/vagy az eredmények nem érik el a szervezet által kitűzött célokat az alkritériumhoz kapcsolódóan.	11–30
Az eredmények stagnálnak és/vagy néhány esetben elérték a szervezet kitűzött céljait az alkritériumhoz kapcsolódóan.	31–50
Az eredmények javuló tendenciát mutatnak és/vagy a kitűzött célok többsége teljesül az alkritériumhoz kapcsolódóan.	51–70
Az eredmények jelentős javulást mutatnak és/vagy minden kitűzött cél teljesül az alkritériumhoz kapcsolódóan.	71–90
Az eredmények kiválóak, és folyamatosan szinten tartottak, minden kitűzött cél teljesül az alkritériumhoz kapcsolódóan. Az alkritérium vonatkozásában fontos mutatók pozitív eredményt mutatnak más szervezetek eredményeivel összehasonlítva.	91–100

2. Projektterv a Hargita Megyei Tanács által a CAF-módszertannak megfelelően elvégzett 2021. évi szervezeti önértékeléséhez

Hargita Megyei Tanácsa a „Stratégiai tervezés és teljesítménymenedzsment a Hargita megyei állampolgárok érdekében a CAF alapú minőségirányítási eszköz bevezetésével” (CAFHR) projekt keretén belül célul tűzte ki a Tanács szervezetfejlesztését.

Hargita Megyei Tanácsa a projekt végrehajtása során az európai közigazgatásban már hosszú évek óta megbízhatóan működő szervezeti szintű teljesítménymérési és önértékelési eszköz, a CAF szerinti felmérés bevezetése mellett döntött.

A felmérés lebonyolításával a Tanács célja az, hogy a CAF-ban meghatározott kritériumok vizsgálatán keresztül a szervezet tevékenységében rejlő, annak eredményességét és hatékonyságát leginkább befolyásoló problémákat azonosítani és értékelni tudja. Ez alapján a Tanács meghatározhatja saját szervezeti erősségeit és gyengeségeit,

s kidolgozhatja és megvalósíthatja a teljesítményének továbbfejlesztésére irányuló intézkedéseket. A CAF ismételt, évente/kétévente elvégzett vizsgálatai lehetőséget adnak arra is, hogy a szervezeti adottságok és teljesítmények dolgozói megítélésének változásai időben is nyomon követhetőek, illetve összehasonlíthatóak legyenek.

A CAF szerinti önértékelést a Hargita Megyei Tanács idén először végezte el.

2.1. Az önértékelési projekt megtervezése

Hargita Megyei Tanácsa a projekt kapcsán megfogalmazta, hogy szervezetfejlesztést hajt végre, felső vezetői döntés született a CAF szerinti önértékelés elvégzésére.

Ez a döntés tükrözte a vezetők arra irányuló szándékát, hogy aktív részesei lesznek a folyamatnak, azaz elismerik az önértékelés révén kapott hozzáadott értéket, illetve garantálják, hogy nyitott lesz a hozzáállásuk, elfogadják az eredményeket, és készek lesznek azok alapján fejlesztéseket végezni. Mindez magában foglalta azt az elkötelezettségüket is, hogy biztosítják a professzionális önértékelés véghezviteléhez szükséges erőforrásokat is.

A magas fokú elkötelezettség, valamint a felső vezetők és a szervezet munkatársai részéről megvalósuló közös felelősségvállalás az önértékelési folyamat sikerének legfőbb záloga, amely a Tanácsban biztosított volt.

A Tanács a feladat végrehajtásába szakértő közreműködőt vont be, amely szervezetnek az adatok és információk összegyűjtésénél és feldolgozásánál, valamint a jelentés elkészítésénél volt kulcsfontosságú szerepe.

A tervezési munka során a Tanács vezetése meghatározta az önértékelés fókuszát és módszerét. E szerint eldöntötte,

- hogy az önértékelés a szervezet egészére kiterjed,

- a hagyományos pontozótáblát alkalmazza és
- az értékelés online módon zajlik le.

A felső vezetés döntött a projektvezető személyéről, és kinevezte Szócs Istvánt, a Menedzsment Vezérgazgatóság vezérgazgatóját a feladatra, aki többéves szervezeti ismerettel és gyakorlattal rendelkezik. Az ő feladatai közé tartozott:

- az önértékelési projekt részletes megtervezése, a kapcsolódó kommunikációs feladatokkal együtt;

- valamennyi érintettel történő konzultáció és kommunikáció;

- az önértékelési csoport képzésének megszervezése;

- segédanyagok és bizonyítékok gyűjtésének megszervezése az önértékelés támogatásához;
- támogatás nyújtása a fejlesztési prioritások meghatározásában, valamint a fejlesztési programok kidolgozásában.

Mivel a CAF-modellben használt nyelvezet és példák idegenszerűek voltak, és túlságosan messze álltak a napi gyakorlattól ahhoz, hogy közvetlenül használni lehessen, elvégzésre került a kérdőív „Tanácsra szabása”, azaz a szervezetre történő adaptálása.

2.2. Az önértékelési projekt kommunikálása

A kommunikáció elsődlegesen a projektvezető feladatai közé tartozott. A kommunikáció jelentős szerephez jutott, mert a projektben részt vevő valamennyi érdekeltre kiterjedt, különös tekintettel a középvezetőkre, illetve a munkatársakra. A HMT vezetői megértették, hogy ha az önértékelés céljára, illetve az önértékelési tevékenységekre vonatkozó kommunikáció nem egyértelmű, akkor valószínűsíthető, hogy az önértékelést csupán egy újabb, a vezetés által kiadott és „kipipálandó” feladatnak fogják tartani a munkatársak. Ennek pedig az a kockázata, hogy vonakodást vált ki a résztvevők közül, pedig a projekt sikere érdekében nekik teljes mértékben elkötelezettnek és a folyamat aktív részeseinek kell lenniük.

A kommunikáció arra fókuszált, hogy az önértékelési folyamat lebonyolításával pozitív eredmények legyenek elérhetők a szervezet egésze, valamint az állampolgárok és ügyfelek számára. A projektvezető hangsúlyozta, hogy:

- miért számít az, hogy elvégzi-e a szervezet az önértékelést;
- miért most nyert ez jelentőséget a szervezet számára;
- hogyan kapcsolódnak az önértékelés és annak eredményei a szervezet stratégiájához;
- hogyan kapcsolódik az önértékelés a szervezetben folyó egyéb általános fejlesztésekhez, például a szervezetenél folyó átalakítási programhoz.

2.3. Önértékelési csoport/projektcsoport létrehozása

Az önértékelési csoport a hivatalban reprezentatív módon került kialakításra, a szervezet minden egysége, minden funkciója és minden szintje megfelelő mértékben képviseltetve volt. Az önértékelési csoport létszámának meghatározásakor figyelembevételre kerültek a CAF-módszertani ajánlások.

A hivatal összlétszáma 217 fő, szervezete pedig 8 nagyobb egységből áll, ezért az önértékelés elvégzésére 60 fő került felkérésre. Az önértékelés időszakában a szabadságok, betegszabadságok vagy más igazolt hiányzások, illetve az anonimitás és önkéntesség elvének alkalmazása következtében az önértékelést 44 fő végezte el, ezzel biztosítva az adatok értelmezéséhez szükséges válaszokat.

Az önértékelési csoportot/projektcsoportot a projektvezető és egy elnöki rendelettel kinevezett munkacsoport támogatta és segítette, ha fennakadás történt az online bejelentkezés vagy a kérdőív kitöltése, egy-egy kérdés értelmezése során.

2.4. Az önértékelés megvalósítása

A 44 fős önértékelési csoport minden tagjának pontos értékelést kellett adnia a szervezetről minden egyes alkritérium tekintetében, felhasználva a projektvezető által biztosított dokumentumokat, információkat. Ez az értékelés a szervezeten belüli egyéni tudáson és munkatapasztalaton, valamint az ehhez kapcsolódó tényeken alapult. Jellemző volt azonban a kitöltés időszakában az egymás közötti és a többi munkatárssal folytatott rendszeres megbeszélés, kommunikáció.

Első lépésben a feltárt tények tükrében lényegre törően megfogalmazták a meglévő erősségeket és a fejlesztendő területeket, a végén a megállapításaik alapján számszerűen értékelték az egyes alkritériumokat a „hagyományos” pontozótábla alapján.

Az egyéni értékelésekhez indoklást is lehetett hozzáfűzni, amelynek az volt a szerepe, hogy:

- a megállapított erősségeket és fejlesztendő területeket értelmezze,
- értelmezze továbbá a számszerű értékelést, ha a szöveges értékelés alapján az magyarázandó.

A kérdőív kitöltése folyamán a projekt vezetője végig rendelkezésre állt, és az önértékelési csoport tagjaitól az egyéni értékelés alatt érkező kérdéseket kezelte.

3. Az önértékelés eredményeinek bemutatása

Mint tipikus önértékelési jelentés, a Hargita Megyei Tanács önértékelési jelentése is a CAF struktúráját követi, és a következő elemeket tartalmazza: erősségek és fejlesztendő területek az egyes alkritériumok esetén, alátámasztva a hozzájuk kapcsolódó bizonyítékokkal, indoklással.

Ezek az adatok háttér-információként a vezetés rendelkezésére állnak, és kellő mértékben támogatják a továbblépést az önértékelés folyamatá-

ban. Az említett adatok feldolgozását követően vezetői előterjesztés készült, amely:

- összegezi és elemzi az önértékelés szöveges és számszerű eredményeit,
- kiemeli a nagyobb jelentőségű erősségeket és fejlesztendő területeket;
- megjelöli a könnyen és gyorsan megvalósítható erősségeket és fejlesztendő területeket, amelyek gyors sikert hozhatnak;
- javaslatot tesz a kiemelt fejlesztendő területekre vonatkozó intézkedésekre,
- javaslatot tesz az önértékeléshez kapcsolódó további lépésekre.

3.1. A számszerű eredmények bemutatása és azok összehasonlítása benchmark-adatokkal

Ezek a képek jól szemléltetik, hogy a HMT értékei a 4. (Partnerkapcsolatok és erőforrások), a 6. (Ügyfélorientált működés eredményei), a 8. (Társadalmi hatások), és 9. (A teljesítmény eredményessége) kritérium vonatkozásában meghaladták a szervezeti átlagot, a 3. (Humánerőforrás-menedzsment) és a 7. (Személyzeti eredmények/dolgozói elégedettség) esetében alatta maradtak, a többi kritériumnál az átlag közelében voltak.

A kritériumok szervezeti átlaga 65 %-os.

Az alábbi táblázatban összehasonlítjuk a HMT adatainak átlagát 1235 magyarországi felmérés adatainak átlagával. A Hargita Megyei Tanács adatai zárójelben szerepelnek.



2. ábra. Az 1–9. főkritériumok átlagos pontértékei [2]



3. ábra. Az 1–9. főkritériumok pontértékeinek szórása [2]

3. táblázat. A HMT önértékelési eredményeinek összevetése a benchmark-adatokkal [2]

		Kritériumok								
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Alkritériumok	1.	58 (62)	60 (69)	53 (64)	63 (59)	60 (69)	64 (70)	54 (58)	59 (71)	63 (71)
	2.	60 (62)	57 (59)	54 (55)	64 (74)	64 (51)	64 (67)	53 (55)	58 (69)	62 (70)
	3.	56 (56)	56 (60)	55 (50)	65 (69)	60 (70)	-	-	-	-
	4.	61 (72)	56 (53)	-	61 (58)	-	-	-	-	-
	5.	-	-	-	54 (57)	-	-	-	-	-
	6.	-	-	-	58 (77)	-	-	-	-	-
Átlag		59 (63)	57 (60)	54 (58)	61 (71)	61 (62)	64 (69)	54 (57)	58 (71)	62 (70)

A 3. táblázatból láthatjuk, hogy a HMT eredményei minden kritérium esetében felette vannak a magyar országos átlagnak. Szignifikáns eltérés a 4. (Partnerkapcsolatok, erőforrások) és a 8. (Társadalmi hatások) főkritérium esetében mutatkozik.

Az alkritériumok esetében alulteljesítés a 3.3-on, a 4.1-en, a 4.4-en és az 5.2.-n látható.

3.2. Erősségek és fejlesztendő területek

A 2021. évi CAF-felmérés eredményeinek értékelése során – az általános gyakorlatnak megfelelően – a szervezeti erősségek és gyengeségek meghatározásakor a HMT egészére megállapított szervezeti átlagból indultunk ki, azokat az adottságokat és eredményeket soroltuk ebbe a körbe, amelyek középértéke legalább 65%-ponttal eltért ennek 65 %-os értékétől. Ennek során tehát az alábbi formula használható:

$$\text{szervezeti gyengeség} < 58,5\% - 71,5\% < \text{szervezeti erősség}$$

Ez a formula lehetőséget ad arra, hogy mind a fő- és alkritériumok, mind pedig az egyedi indikátorok szintjén azonosítsuk a szervezeti erősségeket és gyengeségeket, ami a CAF szerinti felmérés egyik alapvető célja.

Az önértékelési eredmények alapján látszik, hogy a főkritériumok között mindössze két, a meghatározott feltételnél gyengébben teljesítő terület van.

4. táblázat. A HMT önértékelési eredményein belül a fejlesztendő területek beazonosítása [2]

Főkritérium megnevezése	Átlag
1. Vezetés	63
2. Stratégia és szakmapolitika	60
3. Humánerőforrás-menedzsment	58
4. Partnerkapcsolatok és erőforrások	71
5. Folyamat- és változásmenedzsment	62
6. Ügyfélorientált működés eredményei	69
7. Személyzeti eredmények (dolgozói elégedettség)	57
8. Társadalmi hatások	71
9. A teljesítmény eredményessége	70
Szervezeti átlag	65

A CAF-önértékelés módszertani útmutatója javasolja, hogy a vezetés számára készítendő jelentés már csak a meghatározó erősségeket és fejlesztendő területeket tartalmazza a könnyebb áttekinthetőség és a vezetői döntés elősegítése miatt. Ezért a 3. fejezetben szereplő összes felsorolt erősséget és gyengeséget rangsoroltuk, szűrtük, és így kialakítottuk az alább felsorolt meghatározó „erősségek”, valamint a meghatározó „fejlesztendő területek” körét.

A meghatározó erősségek

5. táblázat. A HMT működésének meghatározó erősségei [2]

1	Hivatali, szakmai értékeket és követendő magatartási szabályokat határoz meg a közsféra általános értékrendjének tiszteletben tartásával.
2	A kölcsönös bizalmat, a lojalitást és a tiszteletet erősíti a munkatársak és a vezetők között.
3	Megfelelő szervezeti struktúrát alakított ki.
4	A HMT vezetőségének tagjai személyes elkötelezettséget és példát mutatnak a hivatali munka színvonalának, valamint saját vezetői tevékenységük fejlesztése iránt.
5	A HMT rendszeres kapcsolatot tart fenn a működése szempontjából fontos partnerszervezetekkel (civil szervezetekkel, más közigazgatási szervekkel, továbbá a polgárokkal).
6	Működésében biztosítja az átláthatóságot.

7	A HMT biztosítja, hogy minden ügyfél ügyével hatékonyan foglalkozzanak, azonosítható legyen az ügygel foglalkozó ügyintéző; egyéni ügykezelések, tanácsadások jellemzik az ügyfélszolgálati tevékenységet, az ügyintézés ügyfélbarát, szolgáltató jellegű, rugalmas, az egyedi helyzetek iránt fogékony.
8	A HMT biztosítja, hogy ügyfelei és partnerei hozzáférjenek a számukra fontos – egyébként nyilvános – információkhoz.
9	A HMT épületének fizikai megközelíthetősége megfelelő.
10	Az egyes folyamatok fő felelősei számára megfelelő hatáskört biztosít.
11	Jól képzett szakembereket alkalmaz, akiknek folyamatos továbbképzéséről, (külföldi) tapasztalatcseré- lehetőségéről gondoskodik.
12	A HMT képviselője rendszeresen megjelenik/hangot ad a helyi médiában a társadalmi felelősségvállalás területén.

A meghatározó fejlesztendő területek

6. táblázat. A HMT működésének fejlesztendő területei [2]

1	A vélemények alapján sok a túlterhelt kolléga, egyenlőtlen a munkamegosztás. Törekvés van a feladatok egyenlő elosztására, de a gyakorlatban ez nem minden területen valósul meg. Szükség lenne a leterheltség felmérésére és a szakmai kompetenciák megalapozott, tervszerű kihasználására.
2	A hatékony belső kommunikáció részeként nagy figyelmet kell fordítani az új munkatársak szervezethez integrálására, pl. új munkatárs felvétele esetén a szervezettel bemutatás tájékoztatást tartani, a társterületek munkáját megismertetni.
3	A személyzet értékelése a vélemények szerint jelenleg sokszor csak formailag valósul meg. Szükség lenne a célkitűzési és értékelési módszertannak a fejlesztésére, ezen belül a területi különbségek figyelembevételére, illetve a vezetők és a munkatársak tárgyi kommunikációjának fejlesztésére.
4	A dolgozói igények, kezdeményezések meghallgatásán túl szükséges azok megvalósítása és/vagy visszajelzés a munkatársak felé a megtett intézkedésekről vagy azok elmaradásának okairól.
5	Rendszeresen elemezni kell saját szervezeti erősségeit és gyengeségeit, ennek érdekében célszerű a CAF-felmérés, önértékelés rendszeres végrehajtása, az eredmények értékelése és kommunikálása.

6	A Task-rendszerben lévő lehetőségek még jobb kihasználásával a stratégiai, illetve az operatív feladatok kiadásánál nagyobb figyelmet kell fordítani a munkatársak párhuzamos leterheltségére.
7	A munkatársakat és az érintett külső érdekelteket célszerűen be kell vonni a folyamatok tervezésébe minden érintett területen.

3.3. Az önértékelés további lépései

Figyelembe véve, hogy ez volt az első, formálisan végigvezetett CAF szervezeti önértékelés a Hargita Megyei Tanácsnál, elmondható, hogy az önértékelés kifejezetten jó eredménnyel zárult. Az értékelés olyan eredményeket hozott, amelyek alkalmasak a további szervezetfejlesztési igények megfogalmazásához.

A felsővezetők által az értékelés alapján meghatározható fejlesztési programok és hozzájuk kapcsolódó intézkedési tervek PDCA-ciklus alapján történő megvalósításának felülvizsgálata újabb CAF-értékelést von maga után. A fejlődés nyomon követése folyamatos feladat, az önértékelés megismétlése egy éven belül esedékes.

4. Következtetések

A projekt eredményei a Hargita Megyei Tanács vezetésével közösen kiértékelésre kerültek, és így közösen került megállapításra, hogy a CAF mint szakmai eszköz a romániai közigazgatási tevékenység fejlesztésében is hatékonyan alkalmazható, ugyanakkor nagy segítséget jelentene a teljesítmény megítélésében, ha objektíven nyilvánított román benchmark-adatok és tapasztalat is rendelkezésre állna a témában.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] *CAF 2013 Model – Methodological Guide to Organizational Self-Assessment* / CAF 2013 modell – Szervezeti önértékeléshez kapcsolódó módszertani útmutató.
<https://www.caf-network.eu>
- [2] Erdőssy I., Kerekes L.: *Jelentés – Stratégiai tervezés és teljesítménymenedzsment a Hargita megyei állampolgárok érdekében a CAF alapú minőségirányítási eszköz bevezetésével (CAFHR) projekt számára*, Csíkszereda, 2021.

KÖZÚTI ZAJTERHELÉS VÁLTOZÁSAINAK ELEMZÉSE ZAJTÉRKÉPEZÉSSEL

INTERPRETATION OF ROAD TRAFFIC NOISE CHANGES WITH NOISE MAPPING

Hajnal Petra,¹ Kocsis Dénes László²

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezetmérnöki Tanszék. Debrecen, Magyarország

¹ hajnalp0429@gmail.com

² kocsis.denes@eng.unideb.hu

Abstract

With the advancement of technology and the drastic increase in the number of noise sources, environmental noise emission is increasing year by year. In the case of urban dwellers, noise from road traffic accounts for the largest share of noise pollution, with a number of negative health effects. The aim of our research is to monitor the road noise emission of the city of Debrecen in detail, using hourly traffic data. After data processing, various situations were modeled according to the MSZ 15036:2002 standard with the help of the IMMI noise mapping program. Overall, it can be said that the studies we have carried out support the high level and increasing trend of noise exposure.

Keywords: *traffic noise, noise exposure, noise mapping.*

Összefoglalás

A technológiai fejlődéssel és a zajforrások számának drasztikus növekedésével a környezeti zajemisszió évről évre növekszik. A városi lakosság esetében elsősorban a közúti közlekedésből származó zajok képezik a zajterhelés legnagyobb hányadát, melyek számos negatív egészségügyi hatással járnak. Kutatásunk célja Debrecen város közúti zajterhelésének figyelemmel követése részletes; óras forgalmi adatok segítségével. Adatfeldolgozást követően az IMMI zajtérképező program segítségével, az MSZ 15036:2002 szabvány alapján különböző szituációk kerültek lemodellezésre. Összességében elmondható, hogy az általunk elvégzett vizsgálatok alátámasztják a zajterhelés nagy mértékét, illetve növekvő tendenciáját.

Kulcsszavak: *közlekedési zaj, zajterhelés, zajtérképezés.*

1. Bevezetés

A zajterhelés a környezetszennyezés olyan formája, mely mindennapi életünket végigkíséri, mégis kevesebb szó esik róla, mint a többi, nagyobb 'kattintásvadász-értékkel' rendelkező szennyezőkről. Ennek valószínűleg az az oka, hogy a nagyvárosokról alkotott kép elválaszthatatlan része a nagy zaj, ezért sokan nem is gondolnak bele, hogy a folyamatos expozíció negatív egészségügyi vonzatokkal is járhat. Egy-egy város

leírására használt zajtérképek általában egy adott évre jellemző állapotot mutatnak be.

Kutatásunk célja az volt, hogy részletesebb képet kapjunk arról, hogy a zajterhelés mértéke hogyan változik egy adott évben, milyen mértékű különbséget mutatnak a nappali és az éjszakai zajkibocsátási értékek, valamint hogy a zajemisszió esetleges szezonális jellegét vizsgálni tudjuk.

Vizsgálatunk során sokrétű információval dolgoztunk, amely megfelelő alapot biztosított számunkra a részletes elemzéshez.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Közúti közlekedési zaj sajátosságai

Közlekedési eredetű zajforráshoz sorolható minden légi; vízi, vasútvonalon, illetve közúton haladó járművek által kibocsátott zaj, amely a közlekedő jármű zaja mellett a jármű működtetése során keletkező zajokat is magában foglalja. A városi lakosság legfőképp a közúti közlekedésből származó zajterhelésnek van kitéve.

A közúti közlekedési zaj számos komponensből tevődik össze, többek közt a motorzajból; a gumibroncsok által keltett zajból és a gépjármű levegővel való érintkezéséből. A járművek által okozott zajterhelések azonban más körülményekkel is szorosan összefüggenek, ilyen például a forgalom nagysága, az útfelület minősége, nehézgépjárművek száma és aránya a forgalomban, valamint a különböző domborzati viszonyok, az időjárás körülmények, és az adott útszakaszra jellemző egyéni tényezők (útkeresztezések, valamint a közlekedési lámpák száma) [1].

A közúti zajterhelésből származó problémák folyamatosan jelentkeznek, a nagy forgalmat lebonyolító útszakaszok környezetében, ezért azok vizsgálata kulcsfontosságú. Egy korábbi publikációban a közlekedési zaj hosszú távú változásait elemeztük számos útszakasz példáján keresztül, és arra a következtetésre jutottunk, hogy a jelenleg is vizsgált útszakasz esetében, illetve általánosan is a személy- és kistehergépjárművek forgalmát tekintve nagyon jelentős növekedés figyelhető meg, ha összevetjük az 1995–1997. időszakra vonatkozó forgalmi adatokat a 2016–2019-es időszak átlagértékeivel [2]. Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) legutóbbi, zajjal kapcsolatos 'Noise in Europe-2020' jelentése szerint a növekvő tendencia továbbra is meg fog maradni a városok terjeszkedése; valamint a mobilitás iránti fokozott igény miatt [3].

2.2. Érintettségi adatok

A 'Noise Observation & Information Service for Europe' interaktív térképe szerint Budapesten 1133500 fő, Debrecenben pedig 104200 fő van kitéve a nagymértékű közúti zajterhelésnek ($L_{den} \geq 55$ dB(A)) [4]. Ezek az adatok nagyobb aggodalmat keltenek, ha a városok összlakosságához viszonyítjuk őket: 2016-os lakossági adatokhoz hasonlítva Budapest körülbelül 64,6%-a, Debrecen város lakóinak pedig több, mint fele: 51,45%-a érintett.

Az EEA megállapítása a következő [5]: „A legtöbb európai országban a városi környezetben élő lakosság több mint 50%-a 55 dB-es vagy magasabb közúti zajszintnek van kitéve a nappali, esti és éjszakai időszakban. Az Egészségügyi Világszervezet szerint ez a zajszint már okozhat egészségügyi problémákat. Az Európai Unió az 55 decibelt meghaladó szintű zajnak való hosszú távú kitettséget magas zajszintnek tekinti.”

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) 2011-es 'Burden of disease from environmental noise' [6] jelentésében a nyugat-európai országok zajterhelésének vizsgálatával foglalkoztak, az adataik 10 éves periódust ölelnek fel. Arra a megállapításra jutottak, hogy legalább egymillió egészséges életév tűnik el Európában a zajemisszió miatt, illetve, amíg a környezetszennyezés többi formája egyre kisebb mértékben van jelen a környezetben; addig a zajexpozíció egyre nagyobb mértékű.

Kutatási eredmények támasztják azt alá, hogy azoknál az embereknél, akik zajos útszakaszok mellett élnek a zajnak való kitettség átmeneti vagy akár krónikus élettani folyamatváltozásokat idézhet elő. Ez a befolyásoló-képesség – ahogy a zajexpozíció is – állandó jellegű lehet, nagymértékű problémákhoz vezethet, ilyen például a magas vérnyomás és az abból következő szívbetegségek, illetve a hallásküszöb megemelkedése [7].

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgálati terület

Vizsgálati területnek a 1039-es kódszámú útszakasz került kijelölésre, amely 4-es főút Debrecenben elhelyezkedő Sámsoni út és Faraktár utca közti szakaszát jelöli. Az 1039-es szakaszon belül a hangsúly a Kassai úti szakaszra és közvetlen környezetére került. Az itt elhaladó forgalom a város tekintetében nagymértékűnek nevezhető, mindegyik jármű-kategória jelentős nagysággal jelenik meg a szakaszon, így jól reprezentálja a város többi, hasonló tulajdonságokkal rendelkező közútját.

A Kassai úti szakasz környezetének vizsgálatára zajtérkép készült. A zajtérképeken a terület szomszédságában található épületek is modellezésre kerültek, melynek segítségével vizsgálható az egyes épületek zajvisszaverő hatásai is. A valós életben az embert nemcsak egy útszakaszról származó zajterhelés érinti, hanem az adott környék összeforgalma által kibocsátott zajemisszió, de a vizsgálati terület esetében a Kassai út dominanciája egyértelmű.

3.2. Forgalmi adatok

3.2.1. Akusztikai jármű-kategóriák

A zajértékelési módszerekhez elengedhetetlen a különböző típusú járművek akusztikai jármű-kategóriákba sorolása, hiszen egy-egy kategória nagyobb arányú jelenléte az utakon jelentősen befolyásolja az út által kibocsátott zajterhelés mértékét. A forgalmi adatok is csak az akusztikai jármű-kategóriákba való besorolás után értelmezhetők. Az osztálybesorolások a 93/2007. (XII. 18) KvVM-rendeletben meghatározott jellemzők szerint az alábbiakban olvashatók: I. kategóriába tartoznak a személy-, és kistehergépkocsik; II. kategória alá esnek a motorkerékpárok és a segédmotoros kerékpárok; a szóló autóbuszok és a könnyű tehergépkocsik (7000 kg össztömeg), III. kategóriába pedig a csuklós autóbuszokat, a szóló nehéz tehergépkocsikat, illetve a tehergépkocsi-szerelvényeket soroljuk.[8]

A magyar jogi szabályozással ellentétben az Európai Unió jogharmonizációs törekvéseinek köszönhetően létrejött CNOSSOS-EU zajértékelési módszer jelenleg 5 fő kategóriával számol, ami annyiban tér el a magyartól, hogy a motorkerékpárok és a mopedek a 4-es kategóriában szerepelnek, valamint létezik egy 5., nyitott kategória is, a jövőbeni szükségletek kielégítésének érdekében [1].

3.2.2. Átlagos napi forgalomnagyság (ÁNF)

A Magyar Közút Nonprofit Zrt. honlapjáról letölthető, *Az országos közutak XY. évre vonatkozó keresztmetszeti forgalma* c. dokumentum tartalmazza az éves átlagos napi forgalomnagyságra (ÁNF) vonatkozó értékeket, ami elengedhetetlen az úgynevezett LAM, 'kő megítélési szint számításához. Az ÁNF-adatok elérése érdekében a keresztmetszeti forgalmi adatokat a forgalmi útkategória, az út megye szerinti elhelyezkedése, a vizsgált szelvényszám, illetve a vizsgált szelvény határszelvényei alapján egy bizonyos kódszámmal látunk el.

A jelenlegi kutatás célja a zajterhelés eloszlásának nyomon követése volt a forgalomváltozás függvényében, emiatt a Magyar Közút Zrt. által évenként kiadott dokumentum nem nyújt számunkra eléggé részletes képet. Azért nem elegendő kutatási célra a jelentésben foglalt információ mennyiség, mert – ahogy a címéből is következtethető – csak az éves helyzetre vonatkozóan tartalmazza az egyes keresztmetszetekre jellemző forgalmi adatokat. A részletes, órás szintű forgalmi adatokhoz a Magyar Közút Zrt.-vel való kapcsolatfelvétel után kaptunk hozzáférést.

3.2.3. Részletes órás forgalmi adatok

A részletes órás forgalmi adatok négy évre vonatkozólag (2015, 2016, 2017, 2019) álltak rendelkezésünkre. A forgalomszámlálást a vizsgált szakaszon a Miniloop mérőműszer szakaszos üzemben végezte. Egy műszer csak két sávon elhaladó járművek számát tudta mérni. A vizsgált évekre a műszer által szolgáltatott, a két hurok által regisztrált elhaladó járműdarabszámok hónap/nap/óra formátumban voltak megadva. A Magyar Közút Zrt. által küldött nyers forgalomszámlálási adatok rendszerezését és akusztikai kategóriákra történő osztását elvégeztük, hogy a zajtérképek számára szükséges részletes forgalmi adatokat előállítsuk.

3.3. IMMI zajtérképező program

Zajtérképezéshez az egyik piacvezető zajtérképező program, az IMMI került felhasználásra. A német eredetű program számos lehetőséget biztosít a zajtérképezés különböző területein. A vizsgálat során a program a bevitt forgalmi adatokon alapuló zajsámítást (az érvényes magyar szabályozásnak és a CNOSSOS-EU jelenlegi szabályozásának megfelelően) végeztet.

A vizsgált útszakasz zajterhelésre vonatkozó adatait 3 módon lehet bevinni a rendszerbe: órás megoszlási adatokkal; szabadtéri mérés esetén az évre vonatkozó ÁNF - és a mérés időtartama alatt feljegyzett órás forgalmi adatokkal, valamint az előzetesen kiszámított hangnyomáásszintértékek is betáplálhatók a programba. A forgalmi adatok megadása mindig akusztikai jármű-kategóriánként történik meg. Az adatelemzés eredményének feldolgozásához esetünkben az órás megoszlási adatok bizonyultak a legalkalmasabbnak.

Az alaptérképen a Kassai út vonalforrásként van megjelölve, a mérési ponthoz közel eső épületek egyesével modellezésre kerültek Debrecen városrendezési terve alapján (műholdképek alapján a programban az épület magassága, szintjei és tetőszerkezete is modellezhető, emellett, ha ren-



1. ábra. A vizsgálati szakasz modellezett területe

delkezünk speciális falvisszaverődési adatokkal, az is pontosítható), a távolabb eső épülettömbök lakossági övezetként kerültek ábrázolásra. Amiatt, hogy egy pontra ható zajemisszió-értékeket is vizsgálni tudjunk, a Kassai út 16. szám alá mérőpontot vettünk fel, mely mikrofonikkal van a térképen feltüntetve. Ebben a pontban korábban több esetben közúti zajméréseket is végeztünk.

4. Eredmények

4.1. Órás forgalmi adatok feldolgozása

A forgalomszámláló műszer a vizsgálati időszakban órás adatokat szolgáltat, ezért a nappali és az éjszakai forgalomnagyság is megállapítható, mely olyan szempontból előnyös, hogy a 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelete külön határértékeket ad meg a nappali (06–22 óra) és az éjszakai (22–06 óra) megítélési időszakra. A jogszabály szerint az országos közúthálózatba tartozó gyorsforgalmi utak és főutak esetén nagyvárosias beépítésű lakóterületeken az $L_{AM,kö}$ mértéke nem haladhatja meg nappal a 65; éjszaka pedig az 55 decibelel értéket.

Az adatokat feltétlenül szükséges volt akusztikai jármű-kategóriákba sorolni, melyhez a Magyar Közút Kft. által kiadott éves jelentések adták az alapot. A vizsgált években elemeztük az eloszlási adatokat, majd az egyes osztályokba tartozó forgalomnagysági adatokat viszonyítottuk az évben elhaladt összes jármű számával, ezután pedig az összforgalmi számokat elosztjuk az egyes osztályokba esők számával. Így az alábbi arányszámokat kaptuk eredményképp:

1. táblázat. Akusztikai jármű-kategóriák számított arányszámjai

Akusztikai jármű-kategória	Arányszám
I.	0,914
II.	0,0396
III.	0,0462

Az óránkénti, két sávra vonatkozó járműelhaladási adatokat összeadásra kerültek, majd az adott napszakokra (nappalra és éjszakára) összesítettük. Emellett meghatároztuk a havi összforgalmat, a havi forgalmi átlagot, az adott hónap minimum-maximum órás forgalmát és ezen értékek szórását is. Ezeket az értékeléseket minden vizsgált évre elvégeztük, majd adott hónapra évenként összefoglaltuk. Arányosítást követően

az vizsgált évekre, nappali és esti napszakra az alábbi forgalmi adatokat kaptuk eredményképp: (A 2. táblázatban a vizsgált évek mögötti 'N' és 'É' jelölés a nappali, illetve az éjszakai megítélési időszakra vonatkozik.)

2. táblázat. A vizsgált évre vonatkozó átlagos, napszakonkénti (N: nappal, É: éjszaka) órás eloszlási adatok akusztikai jármű-kategóriák szerint (mértékegység: jármű/óra)

	I. kat.	II. kat.	III. kat.
2015N	877,59	38,02	44,39
2015É	156,83	6,79	7,93
2016N	907,82	39,33	45,92
2016É	162,72	7,05	8,23
2017N	867,19	37,57	43,86
2017É	218,28	9,46	11,04
2019N	1068,14	46,27	54,03
2019É	163,49	7,08	8,27

Az adatelemzés során nyert információk már alkalmasak arra, hogy az INMMI zajtérképező program fel tudja dolgozni azokat.

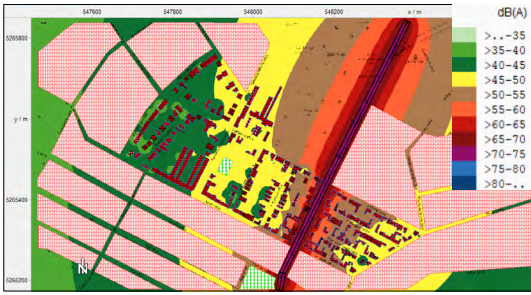
4.2. Vizsgált évek zajtérképezése a feldolgozott forgalmi adatok alapján

A zajtérképező program többnemzeti; illetve az EU-s jogharmonizációjának köszönhetően létrejött CNOSSOS-EU zajértékelési módszert is tartalmazza. A zajtérképezést az MSZ 15036:2002 szabvány és a CNOSSOS-EU alapján is végeztük, azonban fontos kiemelni, hogy az európai módszer jelenleg is adaptálás alatt áll, ezért ezek az értékek a jövőben eltérést mutathatnak.

A négy vizsgált évre vonatkozólag az adatokat betápláltuk a programba, amelynek eredményeképp az útszakaszhoz tartozó L_w hangteljesítmény-értékek kerültek megállapításra.

3. táblázat. A vizsgált évek hangteljesítményszint-értékei

Év/ L_w (dB(A))	MSZ	CNOSSOS	
2015	Nappal	82,23	80,6
	Éjszaka	75,15	73,1
2016	Nappal	82,36	80,7
	Éjszaka	75,33	73,2
2017	Nappal	82,19	80,5
	Éjszaka	76,59	74,5
2019	Nappal	82,95	81,4
	Éjszaka	75,35	73,3



2. ábra. A 2015. évre vonatkozó nappali zajtérkép (órás napszakos átlagokból, MSZ 15036:2002 szerint)

A **3. táblázat** alapján az állapítható meg, hogy az évek során a kibocsátott zajterhelés mértéke hasonló, azonban mind a nappali, mind az éjszakai értékek magasak. A legnagyobb mértékű zajemisszió az utak mellett közvetlenül lakókat és járókelőket érinti. A vonalforrástól távolodva az egy útszakasz által okozott zajemisszió mértéke egyre kisebb, a távolibb területre már nincs hatással, ott már a helyileg közelebb lévő vonalforrások hatásával kell számolni.

Az éves zajterjedési tulajdonságok vizsgálatára zajtérképeket készítettünk, azonban területi korlátok miatt csak egy térképet (**2. ábra**) foglalnunk bele a publikációba.

4.3. Minimum-maximum értékadatok fel- dolgozása

Az óras forgalmi adatok hozzájárultak ahhoz, hogy vizsgálni tudjuk azt, hogy egy éven belül milyen mértékben térhet el a zajterhelés. Az adott évek legmagasabb, illetve legalacsonyabb forgalmi napjait vettük az elemzés alapjául.

A térképen felvettünk egy zajterhelési pontot a korábban már mérési pontként szolgáló Kassai út 16. helyszínén, így pontszámítás segítségével meghatározhatóvá vált, hogy az adott évre vonatkozó minimum-maximum forgalmú napokon történik-e határérték-túllépés, és hogy az értékek milyen különbséget mutatnak.

A mérési pontot a magyar jogi szabályozás szerint a védendő homlokzat elé 2 méterrel, 1,5 méteres értékelési magasságban került kitézésre a térképen. A kapott évek minimum-maximum forgalomnagyságai alapján vizsgált hangteljesítményszint eredményei nagymértékű eltérést mutatnak. Érdemes megfigyelni, hogy az éjszakra vonatkozó L_{Aeq} -hangnyomásszintek a minimális értékek esetén is minden esetben átlélik az 55 dB(A)-s határértéket.

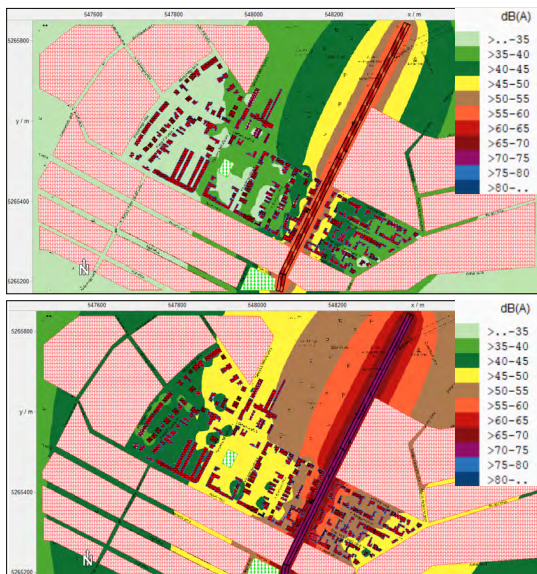
4. táblázat. Adott év minimum-maximum forgalmi napja

Minimum-maximum forgalmú napok (jármű/nap)	2015	Dátum	04.21.
		MIN	4238
		Dátum	06.05.
	MAX	22252	
	2016	Dátum	04.13.
		MIN	2872
		Dátum	06.10.
	MAX	23724	
	2017	Dátum	09.14.
		MIN	5048
		Dátum	12.22.
	MAX	24606	
2019	Dátum	09.18.,	
	MIN	2306	
	Dátum	09.13.	
MAX	27391		

5. táblázat. A minimum-maximum napokra megállapított L_{Aeq} hangnyomásszintek [dB(A)]

	Nappal	Éjszaka
2015 MIN	62,49	56,55
2015 MAX	69,27	61,95
2016 MIN	60,36	57,39
2016 MAX	68,96	66,18
2017 MIN	63,05	58,52
2017 MAX	69,57	63,35
2019 MIN	58,79	58,29
2019 MAX	70,09	62,51
Határérték	65 dB(A)	55 dB(A)

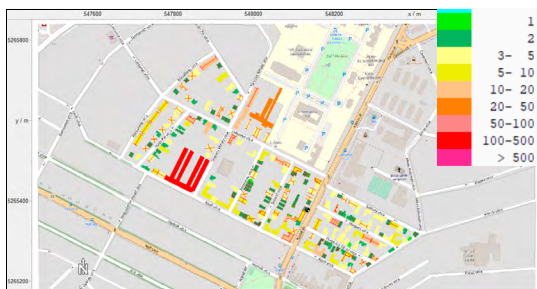
A négy év közül a 2019-es évben található az abszolút minimum-maximum érték; a legalacsonyabb forgalmú napon 2306 darab jármű, míg a legforgalmasabb napon 27391 darab jármű haladt el az 1039-es szakaszon. Az útszakaszon elhaladó járművek által kibocsátott zajemisszió mértékében nagy a különbség: a minimumnapon 72,8 dB(A)-s nappali és 62,3 dB(A)-s éjszakai hangteljesítményszint (L_w) adódott, a maximumnapon pedig 84,1 dB(A)-s nappali és 76,6 dB(A)-s éjszakai hangteljesítményszint (L_w) volt tapasztalható. Különösen nagy az eltérés a két nappali kibocsátás között; 11,3 decibeles a különbség. A két érték közötti kontrasztot jól érzékeltek az alábbi zajtérképek:



3. ábra. A vizsgált tárgyekek abszolút minimum-maximum forgalmi napjainak zajtérképe

6. táblázat. Januárra és augusztusra vonatkozó hangteljesítményszint-értékek [dB(A)]

L_w [dB(A)]		Január	Augusztus
2015	Nappal	82,16	82,44
	Éjszaka	73,53	75,31
2016	Nappal	81,87	82,69
	Éjszaka	73,49	75,51
2017	Nappal	81,58	82,65
	Éjszaka	73,48	75,12
2019	Nappal	82,46	83,04
	Éjszaka	74,23	75,93



4. ábra. Az 1039-es szakasz közvetlen környezetének lakosság száma [fő]

4.4. A zajemisszió periodikus tulajdonságainak vizsgálata

A vizsgált évek téli és nyári hónapokra vonatkozó forgalom nagysága is modellezésre került, amelynek fő célja a zajemisszió esetleges szezonális jellemzőinek vizsgálata volt.

A januári és augusztusi nappali értékek között nincs olyan jelentős különbség, mint az éjszakai terhelési adatoknál, ahol egy ugrás figyelhető meg a nyári hónapok esetében. (6. táblázat) Ez a nyári hónapokban megnövekedett forgalom éjszakai forgalomból adódik.

4.5. Az útszakasz által kibocsátott zajexpozícióban érintettek száma

Az IMMI zajtérképező program segítségével különböző paraméterekre vonatkozó, úgynevezett tematikus térképek is előállíthatók. Az egyik ilyen tematikus térkép segítségével ábrázolhatóvá válik az is, hogy egyes lakóépületekben hány fő él, ezt az adatot az IMMI-program a lakóépületek paramétereire alapján becsléssel határozza meg. Ezen térkép alapján vizsgálhatóvá válik az, hogy az adott útszakasz által előidézett zajterhelés hány főt érint közvetlenül.

A szoftver részletes számításokat tud lefuttatni az érintettség témájában is; azaz meg tudja határozni, hogy a forrástól bizonyos távolságra lévő zajterhelési tartományok mennyi embert is érintenek valójában. A vizsgált szakasz közvetlen környezetében a modellezett területenként – a program analízise alapján – hozzávetőlegesen 1059 lakos érintett az 1039-es szakaszról származó zajterhelésben.

A legtöbb lakóra a 45–50 decibeles tartomány közötti terhelési érték vonatkozik, mintegy 343 fő tartozik bele ebbe a kategóriába. A legnagyobb terhelési tartomány 65–70 dB közé esik, 24 embert érint. Érdemes megjegyezni, hogy azért esik több ember kisebb terhelési osztályokba, mert az útszakasztól távolodva több lakót befogadni képes társasházak találhatók, mint az útszakasz közvetlen közelében.

5. Összefoglalás

A vizsgálatunk tárgyát képező útszakasz környezetében jelentkező zajterhelést vizsgáltuk 2015 és 2019 között az útkezelőtől származó forgalmi adatok alapján. Az éves átlagos forgalmi adatok mellett zajtérképeket készítettünk a legkisebb és legnagyobb forgalmú napokhoz tartozóan is az aktuális magyar szabvány és a CNOSSOS-EU használatával. Egy kitűzött pontra megvizsgáltuk

a közúti zajra vonatkozó határértékek teljesülését. Ez alapján azt kaptuk, hogy az éjszakai időszakot tekintve még az évek legalacsonyabb forgalmú napjain is határérték-túllépés jelentkezik. A januári és augusztusi átlagértékek összehasonlításával jelentős éjszakai zajemisszió-növekedést azonosítottunk az útszakasz nyári értékeire vonatkozóan.

A vizsgálataink eredményeképpen egy nagy forgalmú, városi útszakasz esetében részletes képet kaptunk a zajterhelés alakulásáról, meghatározva az egyes napokhoz tartozó napszaki zajjellemzőket.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Az EU 2015/996 irányelve a 2002/49/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv szerinti közös zajértékelési módszerek meghatározásáról („CNOS-SOS-EU”), 2015.
- [2] Kocsis D., Hajnal P.: *Long-term Road Traffic Noise Changes in an Urban Area*. In: ICSV27 Proceedings. Prága, Csehország. 2021. 5.
- [3] European Environment Agency: *Environmental Noise in Europe-2020*, no. 22/2019, 2020. 47.
- [4] EEA, Noise Observation & Information Service for Europe, EU. <https://noise.eea.europa.eu> (letöltés ideje: 2021. 10. 08)
- [5] EEA, Number of Europeans Exposed to Harmful Noise Pollution, EU. 2020. Number of Europeans Exposed to Harmful Noise Pollution Expected to Increase — European Environment Agency (europa.eu) (letöltés ideje: 2021. 10. 08)
- [6] WHO: *Burden of Disease from Environmental Noise*, 2011. 237.o.
- [7] Koren E.: *Környezettan*. Széchenyi István Főiskola, Győr, 1995. 107.
- [8] 93/2007. (XII. 18.) KvVM statute <https://njt.hu/jogszabaly/2007-93-20-0N>

A MODUL CSIGAMARÓ HOMLOKFELÜLETÉNEK KÖSZÖRÜLÉSÉRŐL

ABOUT THE GRINDING OF GEAR HOB'S RAKE FACE

Hodgyai Norbert,¹ Drăgoi Mircea Viorel,² Tolvaly-Roșca Ferenc,³ Máté Márton⁴

¹ Brassói „Transilvania” Egyetem, Doktori Iskola, Brassó, Románia, hodgyai@ms.sapientia.ro

² Brassói „Transilvania” Egyetem, Gépgyártástechnológiai és Ipari Menedzsment Kar, Brassó, Románia, dragoi.m@unitbv.ro

³ Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Marosvásárhely, Románia, tferi@ms.sapientia.ro

⁴ Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Marosvásárhely, Románia, mmate@ms.sapientia.ro

Abstract

The most simple and robust construction of the monolithic gear hobs present a common helical rake face for a given line of teeth, whose generatrix is a straight-line segment perpendicular to the hob's axis while its directory is a helix, perpendicular to the pitch helix. As a consequence, constructive rake angles are zero on all edges. Total curvatures of such a surface are negative. Thus, it can be grinded only using the conical surface of a platter type grinding wheel, or a grinding bit. Despite this, some industry practices, possibly for reasons of simplicity and cost lowering, involve the plain grinding surface, supposed to a helical motion. This paper deals with the CAD-simulation of the grinding process using the plain wheel surface, and it shows the differences between the theoretical and rake face and the real obtained helical surface.

Keywords: gear-hob, rake face, grinding, meshing, through-cut.

Összefoglalás

A monolit felépítésű modul csigamarók homlokfelülete – adott fogsor számára – közös, állandó emelkedésű csavarfelület. Ennek alkotógörbéje a szerszám tengelyét metsző és rá merőleges egyenes szakasz, míg a vezérgörbéje az osztóhengeri vezércsavarvonalra merőleges csavarvonal. Következésképpen, a konstrukív homlokszög értéke az összes élpontban nulla. Az ilyen csavarfelületek teljes görbületei, illetve negatív értékűek. Emiatt helyesen élezni a felületet kizárólag egy tárgyértípusú köszörútárcsa kúpos részével vagy egy köszörűszárral lehet. Ennek ellenére létezik olyan ipari gyakorlat, amely a köszörútárcsa sík felületét használja, valószínűleg az egyszerűség és költségcsökkentés miatt. Jelen közlemény a köszörútárcsa sík felületével való megmunkálás CAD-szimulációját mutatja be, és elemzi az elméleti és a valós csavarfelület közötti különbségeket.

Kulcsszavak: csigamaró, homlokfelület, köszörülés, burkolás, elmetzés.

Jelölések

m_n – normál modul [mm];

α_o – normál kapcsolószög [°];

p_c – a forgácshorony csavarparamétere [mm];

λ_o – a csigamaró vezércsavarvonalának dőlőszöge [°];

λ_x – a köszörútárcsa síkja és a csigamaró tengelye által bezárt szög [°];

R_o – osztóhenger-átmérő, [mm];

R_a – fejhengerátmérő, [mm];

R_f – lábhengerátmérő [mm];

a_w – tengelytáv, [mm];

ν – a felület normál-egységvektora

1. A csigamaró homlokfelületének matematikai modellje

A csigamaró homlokfelülete egy olyan p_c paraméterű csavarfelület [1, 2], melyet egy, a csigamaró tengelyét metsző egyenes generál (1. ábra). A Σ csavarfelület parametrikus egyenletei a következők:

$$\begin{cases} x_2(u, \varphi) = p_c \varphi \\ y_2(u, \varphi) = u \cos \varphi \\ z_2(u, \varphi) = -u \sin \varphi \end{cases} \quad (1)$$

2. A köszörűtárcsa és a csigamaró relatív mozgása

Tekintsük meg a 2. ábrán megjelenített geometriai elemeket. Három koordinátarendszert alkalmazunk: az S_0 álló, valamint az S_1 és S_2 , a köszörűtárcsához, illetve a csigamaróhoz csatolt rendszereket. A köszörűtárcsa relatív elmozdulása a csigamaróhoz viszonyítva abból adódik, hogy amíg a csigamaró a saját tengelye körül φ szöggel elfordul, a köszörűtárcsa a csigamaró tengelye mentén, a vezércsavarvonal emelkedési irányának megfelelően, a $p_c \varphi$ távolsággal mozdul el. Ennek alapján felírható a következő mátrixegyenlet:

$$\mathbf{r}_2 = \mathbf{M}_{20} \mathbf{M}_{01} \mathbf{r}_1 \quad (2)$$

A (2) egyenletben szereplő mátrixok alakja a következő:

$$\mathbf{M}_{20} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & \sin \varphi & 0 \\ 0 & -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{M}_{01} = \begin{pmatrix} \cos \lambda_x & 0 & \sin \lambda_x & p_c \varphi \\ 0 & 1 & 0 & a_w \\ -\sin \lambda_x & 0 & \cos \lambda_x & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

A tengelytáv a lábhengersugár és a tárcsa legnagyobb sugarának összege:

$$a_w = R_f + R_p \quad (4)$$

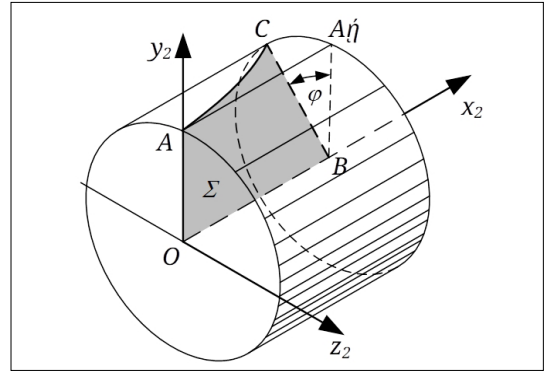
A köszörűtárcsa síkjának egyenleteit polárkoordinátákban adjuk meg:

$$\begin{cases} x_1(\rho, \theta) = \rho \sin \theta \\ y_1(\rho, \theta) = -\rho \cos \theta \\ z_1 = 0 \end{cases} \quad (5)$$

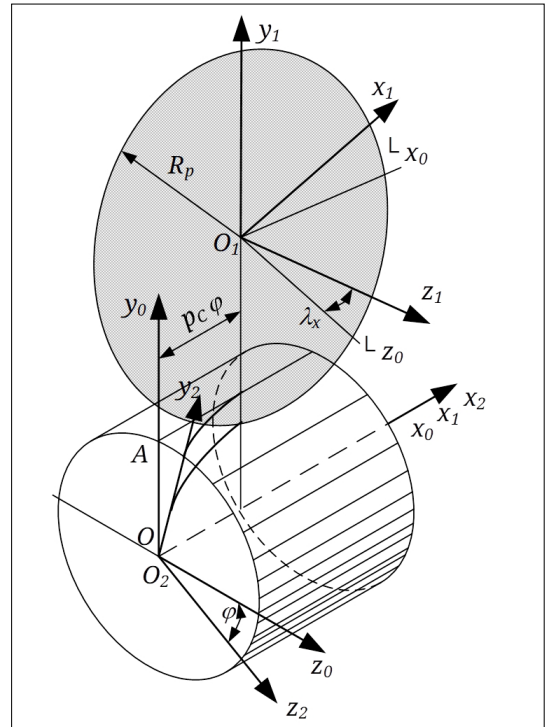
A (2) egyenlet segítségével felírhatjuk a köszörűtárcsa bármely pontjának relatív elmozdulását a csigamaróhoz képest, és ezáltal képet alkothattunk a keletkező forgácsboronnyról.

Elsősorban itt le kell szögeznünk, hogy ez esetben nem burkolásból, hanem elmozdulások végtelen és folytonos sorozatából keletkezik a köszörült felület. Ennek tanulmányozása a Monge-tégla segítségével is lehetséges [3].

Tekintsük az (1) egyenletekkel megadott csavarfelületet. Az ehhez tartozó első-, illetve másodrendű főmennyiségek, a számítások [4] mellőzésével, a következők:



1. ábra. Az elméleti csavar-homlokfelület



2. ábra. A az alkalmazott koordinátarendszerek

$$\begin{cases} E = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial u} \cdot \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial u} = 1 \\ F = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial u} \cdot \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial \varphi} = 0 \\ G = \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial \varphi} \cdot \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial \varphi} = p_c^2 + u^2 \\ L = -\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial u} \cdot \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial u} = 0 \\ M = -\frac{1}{2} \left(\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial u} \cdot \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \varphi} + \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial \varphi} \cdot \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial u} \right) = \frac{p_c}{\sqrt{p_c^2 + u^2}} \\ N = -\frac{\partial \mathbf{r}}{\partial \varphi} \cdot \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial \varphi} = 0 \end{cases} \quad (6)$$

A főgörbületek értékét adó $(EG - F^2)k^2 - (EN - 2FM + GL)k + (LN - M^2) = 0$ [4] másodfokú egyenlet a

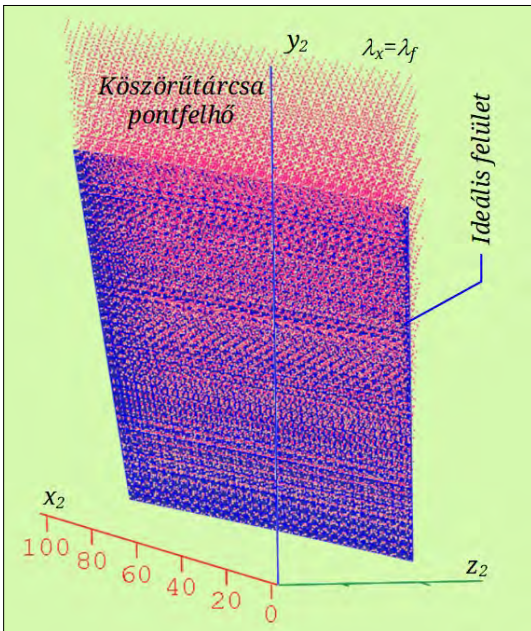
$$(p_c^2 + u^2)k^2 - \frac{p_c^2}{p_c^2 + u^2} = 0 \tag{7}$$

alakot ölti, melynek gyökei

$$k_{1,2} = \pm \frac{p_c}{p_c^2 + u^2} \tag{8}$$

Ákár a (8) képlet értelmezésével, akár az $LN - M^2$ kifejezés előjelének vizsgálatából kiderül, hogy a felület bármely pontja hiperbolikus pont, azaz a teljes vagy Gauss-féle görbület negatív. Ebből az következik, hogy a felület bármely pontjában az érintősík belevág a felületbe, azaz, a pozitív főgörbületnek megfelelő normálgörbe az érintősík egyik, míg a negatív főgörbületnek megfelelő normálgörbe az érintősík másik oldalán helyezkedik el. A köszörűtárcsa sík oldalával nem lehet az (1) egyenletekkel megadott felületet elkészíteni. A gyakorlat viszont azt mutatja, hogy folytonos, sima felület képződik az említett eljárással is. Ennek a modellezésére viszont a burkolási elmélet nem megfelelő.

A kijelentés szimulációval történő felülvizgálatára $m_n = 5$ mm modulú, $\lambda_0 = 3,5^\circ$ vezércsavarvonal-dőlésszögű, egyetlen bekezdésű csigamarót



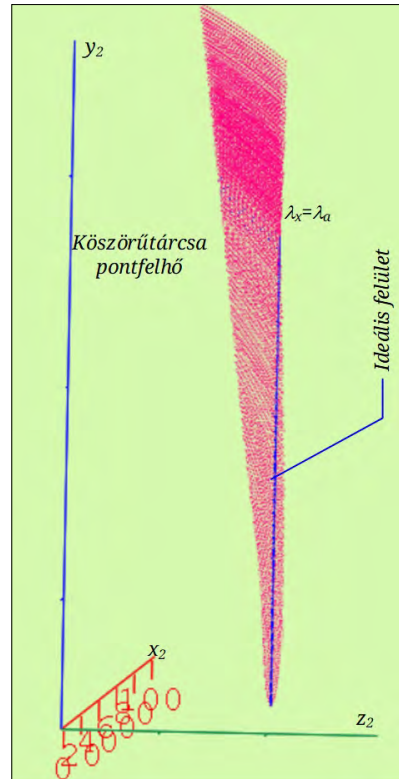
3. ábra. A köszörűtárcsa nyoma és az ideális felület a $\lambda_x = \lambda_f$ - legkisebb köszörűtárcsa tengelykidöntési szög mellett

vettünk. A köszörűtárcsa által létrehozott pontfelhőt rendre a $\lambda_x = \lambda_p$, $\lambda_x = \lambda_0$ és $\lambda_x = \lambda_a$ értékekre generáltuk ki, melyből a láb- és a fejhengerforgácsoló-csavarvonalnak megfelelő beállítások eredményét szemléltetjük, a 3. és 4. ábrán. Észre lehet venni, amint várható volt, hogy minél nagyobb a λ_x tengelykidöntési szög, annál nagyobb lesz a különbség a két felület között.

A tárcsa által generált pontfelhő minden esetben eltakarja az ideális felületet, amiből következtethető, hogy folyamatos elmetszéssel, azaz interferenciával szembesülünk. A valóban generált felületet a CAD-modellek alkalmazása mellett tanulmányozzuk a továbbiakban.

3. A CAD-modell szerkezete

A megfelelő CAD-modell elkészítéséhez a szerző geometriájának ismerete elengedhetetlen [5]. A csigamaró modelljének elkészítéséhez figyelembe kell vennünk a szakirodalomban tárgyalt megoldásokat, a hagyományos szerszámgépekkel történő megmunkálási lépéseket és a technológiai egyszerűsítések hatását.



4. ábra. A köszörűtárcsa nyoma és az ideális felület a $\lambda_x = \lambda_0$ - legnagyobb köszörűtárcsatengelykidöntési szög mellett

3.1. A csigamaró elkészítése

Az evolvens csigahajtás a ferdefogú hengeres, evolvens fogaskerekek egy olyan sajátos esete, amikor a fog dőlésszöge oly nagy, hogy az egyik elem – a csiga – teljes fogazata egyetlen fogból áll.

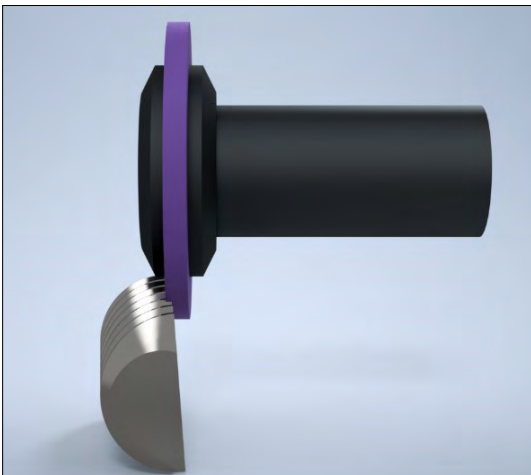
A hagyományos evolvens csigamarót elméletileg egy evolvens csigából származtatják. A csiga csavarfelületének és a csavar-homlokfelületnek a metszéséből jön létre egy fogsor, amelyet majd hátramunkálnak a hátszög biztosítása céljából. Az elméleti homlok-csavarfelület tulajdonsága, hogy az osztóhengeri átmérő minden pontjában merőleges a csiga vezércsavarvonalára. Ebben az esetben a homlokszög értéke 0° .

A csigamaró hagyományos szerszámgépekkel történő elkészítése során azonban bizonyos egyszerűsítéseket végeztek. Mivel az evolvens csiga pontos elkészítése hagyományos szerszámgépekkel bonyolult (a csavarvonalra merőleges szelvényben a profil nem egyenes), ezért a gyakorlatban a fogra merőleges normál szelvényben egyenes profilú, ZN1-típusú csigából indulnak [6].

A homlokfelület-csavarfelület kialakításának szerepe abban áll, hogy a begördülő és kigördülő oldali forgácsoló éleken közel ugyanaz a konstruktív geometria keletkezzen, a fog két oldaléle közel azonos éltartamának biztosítására.

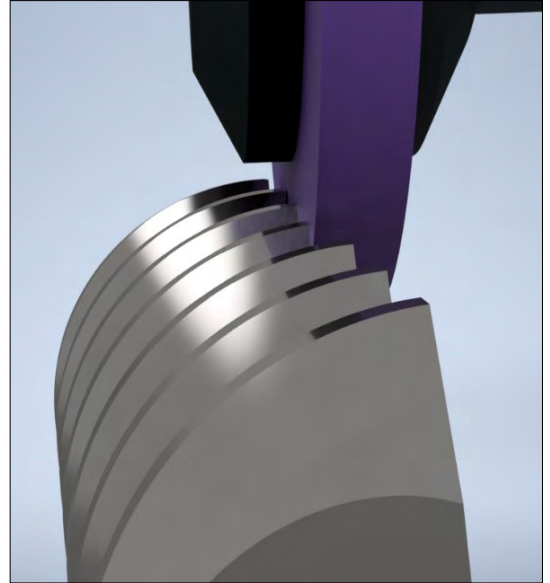
A modellezés során első lépésben a hibával generáló, egyenes homlokfelületű kőszőrűtárcsával való fenést modelleztük, különböző kőszőrűtengely-dőlésszögekre és különböző kőszőrűtárcsa-átmérőkre.

A modellben megjelenő interferencia adja meg az elmetzés számszerű értékét. Az interferenciát a kőszőrűkorong és a csiga közt vizsgáljuk, az

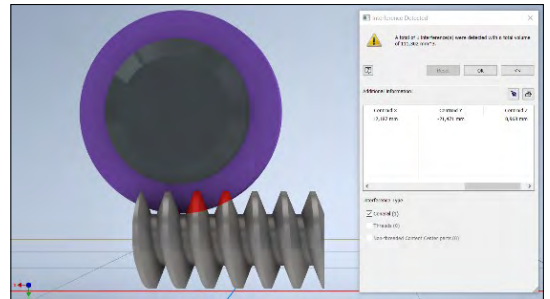


5. ábra. A kőszőrűtárcsa és a csiga homlokfelületének modellje

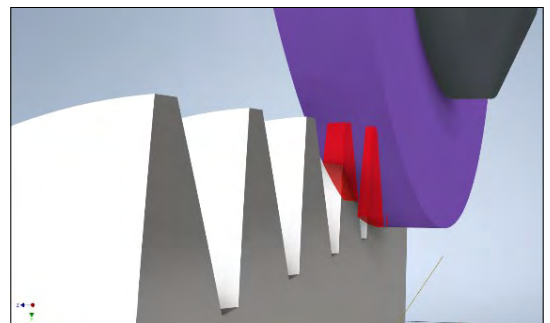
Autodesk Inventor szoftver beépített interferenciavizsgáló moduljával. Az alábbi képeken adott kőszőrűtárcsa-átmérő és tengely dőlésszögének megfelelő interferenciahelyzeteket szemléltetünk.



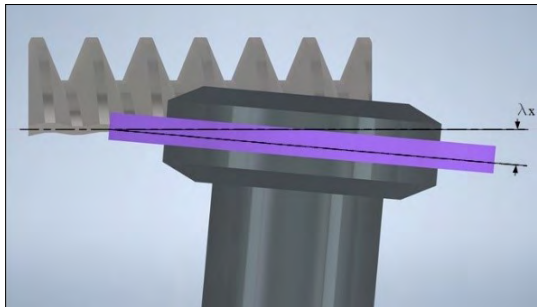
6. ábra. A kőszőrűtárcsa alámetszése



7. ábra. Interferenciaanalízis



8. ábra. Az interferencia térbeni megjelenítése



9. ábra. A köszörűszerszám-tengely dőlésszögének (λ) ábrázolása

4. Numerikus szimuláció

Az előző fejezetben bemutatott interferenciahibák az elméleti homlokfelület elmetszését okozák. A hiba nagysága a köszörűszerszám-tengely dőlésszögétől és átmérőjétől jelentős mértékben függ.

4.1. A köszörűszerszám-tengely dőlésszögének hatása

A köszörűszerszám-tengely dőlésszögét (9. ábra) a lábhengeri, osztóhengeri és fejhengeri csavarvonal-dőlésszögnek megfelelő szögértékekre vizsgáltuk.

A különböző értékű kidöntéseket alkalmazva a szerszámon újabb interferenciavizsgálatokat készítettünk, amelyekből az 1. táblázatban feltüntetett maximális alámetszési értékeket találtuk a köszörűszerszám és az elméleti homlokfelület között, normál irányban értelmezve.

4.2. A köszörűtárcsa átmérőjének hatása

A köszörűtárcsa tengelydőlésszögén kívül a köszörűtárcsa átmérője is nagymértékben befolyásolja az alámetszés értékét; a kapott értékeket szintén az 1. táblázatba foglaltuk. A vizsgált köszörűtárcsa-átmérők rendre 112,5 mm, 160 mm és 200 mm voltak.

5. Következtetések

A köszörűtárcsa-típusú szerszámmal történő csigamarófenés és -újraélezés a gyakorlatban alkalmazott technológia. Számos alkalmazását láthatjuk szerszám-, szerszám-gép-bemutató videók és gyakorlati megvalósítások esetén. A síklapú köszörűtárcsa beállítása jóval egyszerűbb, mint a hagyományos profilozott köszörűtárcsára alkalmazott szerszám-gép-beállítás. Hátránya, hogy a köszörűtárcsa homlokfelületével történő fenés ideális esetben is a fenti táblázatban összegezett mértékű hibát adja, amelyeket kiegészít a be-

1. táblázat. A különböző csavarparaméter-dőlésszög és a köszörűkő-átmérő hatása.

Maximális normál irányú alámetszési méret [mm]				
Ssz.	Köszörűkő-átmérő [mm]	la	lo	lf
1	112.5	1,136	0,965	0,792
2	160	1,268	1,082	0,893
3	200	1,511	1,291	1,064

állításokból és pontatlanságokból adódó hiba. Mindezen hibák összessége a csigamaró homlokfelületének hibás kivitelezéséhez vezet, ami miatt nem megfelelő funkcionális élgeometriát és hibás profilt kapunk. Az említett hibák a szerszáméltartam és a gyártott fogazat pontosságának csökkenését eredményezik.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton fejezik ki köszönetüket Magyarorszag Collegium Talentum programjának támogatásáért.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Máté M.: *Hengeres fogaskerekek gyártószerszámjai*. Erdélyi Múzeum-Egyesület, 2016. <https://doi.org/10.36242/mtf-12>
- [2] Radzevich S. P.: *Gear Cutting Tools: Fundamentals of Design and Computation*. CRC Press, NY, 2010.
- [3] Balajti Zs., Dudás I.: *The Monge Theorem and Its Application in Engineering Practice*. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 91/1-4. (2017) 739-749. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9763-1>
- [4] Atanasiu Gh.: *Algebra liniară, geometrie analitică și diferențială, ecuații diferențiale*. All, București, 1998.
- [5] Tolvaly-Roșca F.: *A számítógépes tervezés alapjai. AutoLisp és Autodesk Inventor alapismeretek*. Erdélyi Múzeum Egyesület, 2009. <https://doi.org/10.36242/mtf-07>
- [6] Hollanda D.: *Așchiere și scule*. Reprografia I.I.S. Tg. Mures, 1982.
- [7] Hodgyai N., Máté M., Tolvaly-Roșca F., Drăgoi M. V.: *Peculiarities of the Grinding Process of a Gear Hob Helical Rake Face*. Acta Universitatis Sapientiae, Electrical and Mechanical Engineering, 13. (2021) 39-51. <https://doi.org/10.2478/auseme-2021-0004>.

ÜTKÖZÉSI ENERGIÁ-ABSZORPCIÓ AKTÍV FÉKEZÉSEL

IMPACT ENERGY ABSORPTION BY ACTIVE BRAKING

Kertész József,¹ Kovács Tünde Anna²

¹ Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, Magyarország
Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Légi- és közúti Járművek Tanszék, Debrecen, Magyarország,
kertes.jozsef@eng.unideb.hu

² Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola, Budapest, Magyarország,
kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Due to urbanization and the significantly increasing number of vehicles, urban roads are becoming more congested day by day, with the result that the rear-end collision has become the third most common type of collision. By developing and integrating active and passive safety systems, car manufacturers are working to prevent accidents and reduce the consequences of an accident. The present study examines a braking procedure and its applicability based on the integration of a passive and active safety system and provides development guidelines for the reduction of personal injuries and property damage in the event of a rear-end accident.

Keywords: *impact energy, brake assistant, rear-end collision, absorption.*

Összefoglalás

Az urbanizáció és a jelentősen növekvő gépjármű darabszám miatt a városok útjai napról-napra zsúfoltabbá válnak, aminek eredménye, hogy a ráfutásos baleset a harmadik leggyakoribb ütközési típusná nőtte ki magát. Az autógyártók aktív és passzív biztonsági rendszerek fejlesztésével és azok integrációjával igyekeznek elkerülni a baleset kialakulását, és csökkenteni az esetlegesen bekövetkezett baleset súlyosságát. Jelen tanulmány egy, a passzív és aktív biztonsági rendszer integrációján alapuló fékezési eljárást és alkalmazhatóságát vizsgálja, továbbá fejlesztési iránymutatást fogalmaz meg a személyi sérülések és anyagi károk csökkentése érdekében, a ráfutásos balesetekre vonatkozóan.

Kulcsszavak: *ütközési energia, fékasszisztens, ráfutásos baleset, abszorpció.*

1. Bevezetés

A szenzorika és a szabályzástechnika elképesztő fejlődésének köszönhetően az autógyártók folyamatosan újabb és újabb biztonsági rendszer megalkotására kapnak lehetőséget. A szenzor-alapú szabályzási rendszert, amely a balesetek bekövetkezésének esélyét csökkenti, aktív biztonsági rendszernek nevezzük. A gépjárművekben utazók testi épségéért a baleset során a passzív biztonsági rendszerek összessége felel. [1] A gépjárművek biztonsági rendszereinek fejlődése elképesztő méreteket ölt, hiszen a mobilitás igényét legszélesebb körben kielégítő gépjármű-közlekedést már a korai kezdetektől végig kísérte a biz-

tonság igénye. [2] A ma alkalmazott technológiák ugyan lehetővé tennék, hogy a közlekedés biztonsági igényét kielégítsék, fokozzák, azonban a közutakon közlekedő járművek számának jelentős növekedése magával vonja a balesetek számának növekedését is, ezért a gépjárművek ütközésbiztonságának fokozása továbbra is fontos feladat a járműfejlesztés területén, hiszen a gépjárműipar minőségi és mennyiségi fejlődése mindig magával vonja a fokozott biztonság igényét. A biztonság fejlesztésekor nem csak a jelenkori igényeket, hanem a jövőbeli fejlődések irányvonalát is szem előtt kell tartani, mint például az autonóm közlekedés kérdése. A biztonság és az autonóm közle-

kedés egymással szorosan összefüggő fogalmak, mivel alkalmazásukkal az emberi felelőtlen közlekedési magatartásra visszavezethető balesetek csökkenthetőek vagy akár meg is szüntethetőek. [3] Ezen közlekedési jövőképet alapul véve, elsősorban a járművek aktív biztonsági rendszereinek kutatásában várható nagy fejlődés, de nem hagyhatjuk figyelmen kívül a passzív biztonság kérdését sem. Ebből kifolyólag jelen tanulmány egy, az aktív és passzív biztonságot ötvöző, integrált biztonsági rendszer bemutatásával és fejlesztési lehetőségével foglalkozik.

2. A balesetek körülményei

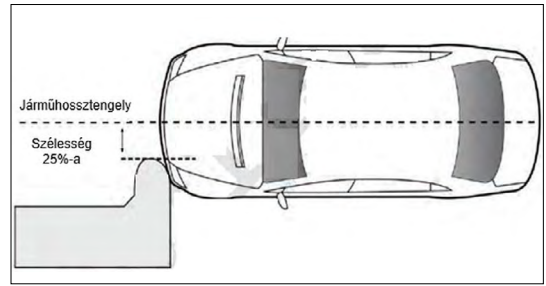
A NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) által készített baleseti statisztikák alapján a közúti balesetek több mint 30%-át a ráfutásos balesetek adják, ezzel a harmadik leggyakoribb balesetről beszélhetünk a frontális és az oldalütközés után. [4] A ráfutásos balesetek közel 80%-át az alábbi forgalmi helyzetek előzik meg: [5]

- többszereplős tömegbaleset
- forgalmi dugóban való araszolás
- forgalmi lámpánál való hirtelen lefékezés,
- hosszabb egyenes szakaszt követő balra/jobbra kanyarodás.

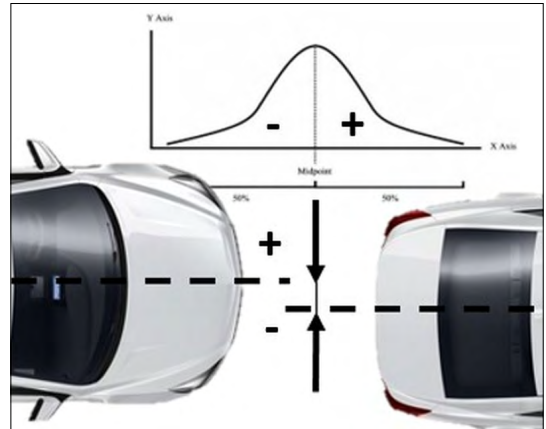
A ráfutásos balesetek következményeinek csökkentése érdekében végzett kutatásfejlesztés szempontjából fontos információ az adott balesettípushoz tartozó átfedési paraméterek statisztikai gyakoriságának ismerete. Ütközésvizsgálat tekintetében átfedési értékek nevezzük a gépjármű középtengelye és az ütközési tárgy százalékosan kifejezett távolságát. Az 1. ábra szemlélteti az átfedésérték értelmezési módját.

Az átfedési érték statisztikai előfordulásának ismerete fontos a fejlesztések során, hiszen ennek figyelembevételével lehetséges az aktív és passzív biztonsági rendszerek optimális fejlesztése. A korábban felsorolt forgalmi helyzeteket figyelembe véve és korábbi tanulmányok alátámasztásával, a ráfutásos balesetek több mint 90%-a tiszta ütközésnek tekinthető, vagyis az első és hátsó járművek középvonalainak távolsága (átfedése) gyakran minimális értéket mutat. [5] Az átfedések előfordulási statisztikája Gauss-eloszlással jellemezhető, ahol a görbe maximumtartománya az ütközés minimum-átfedésiértékét jelöli. (2. ábra)

A ráfutásos balesetek következményeinek mértékét az ütköző járművek mozgási energiájának különbsége határozza meg, vagyis a járművek tömege mellett fontos ismernünk a sebességi értékeket.



1. ábra. Átfedési érték értelmezése [6]



2. ábra. Ráfutásos balesetek átfedési sűrűségfüggvénye [Saját forrás]

Ez alapján a ráfutásos baleseteket két csoportra kell, hogy elkülönítsük. Az egyik csoportba sorolhatjuk azokat az ütközéseket, amelyeknél mindkét jármű mozgásban van. A másik jellemző ütközési forma – ahogy azt az első fejezetben részleteztük – azon forgalmi szituációkból ered, ahol az elől lévő jármű sebessége nulla vagy nagyon alacsony.

3. Aktív és passzív biztonság kérdése

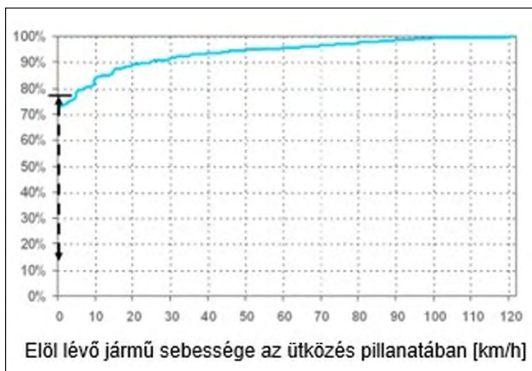
A ráfutásos balesetek elkerülése érdekében alkalmazott aktív biztonsági rendszer az ESP- (Electronic Stability Program), az Active Brake Assistant- és az ACC- (Adaptive Cruise Control) rendszerek szinergikus együttműködésén alapszik. Az ütközés elkerülése a hátulról érkező jármű autonóm fékezésével valósul meg, így ezen rendszerek a járművezetőt felülbírálva avatkoznak be a biztonság érdekében. Ezeknek az autonóm, reflexalapú biztonsági rendszereknek köszönhetően a balesetek jelentős része elkerülhető, vagy az ütközési energia jelentősen csökkenthető. Ütközés esetén a baleset tényleges következményét nemcsak

a hátulról érkező jármű reflexalapú biztonsági rendszere határozza meg, hanem az elől lévő (legjobb esetben vétlen) jármű biztonsági rendszere is. Ezt az összefüggést fejezi ki a Haddon-mátrix, (3. ábra) miszerint a baleset körülményeit nemcsak a balesetet megelőző, de az azalatti és utáni jármű, vezető- és környezeti jellemzők is befolyásolják. Ez azt jelenti, hogy az ütközés pillanatától kezdve már a passzív biztonság mértéke is hatással van a baleset végső következményére.

Célunk, hogy a vétlen, elől lévő járművet már az ütközést megelőzően felkészítsük a becsapódásra, és aktivizáljuk a biztonsági rendszereket az utasok védelme érdekében. Azonban sajnos láthatjuk, hogy az előzőekben felsorolt aktív biztonsági rendszerek integrációja sem elegendő ahhoz, hogy egy ráfutásos balesetre fel tudjon a jármű készülni. Hiszen ahogy a 4. ábra is mutatja, nagyon gyakori az a fajta ütközés, amikor az első jármű áll, így az ESP-rendszer adatait nem tudjuk használni.



3. ábra. Haddon-mátrix [Saját forrás]

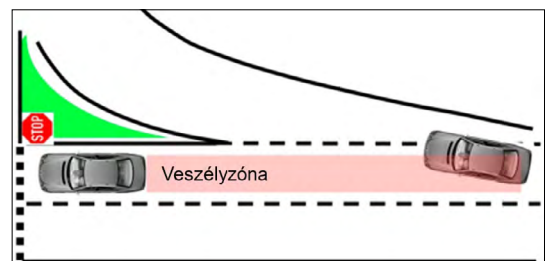


4. ábra. Statisztikai adat az elől lévő jármű ütközés-pillanat-beli sebességéről [5]

A hátulról érkező járművet az ACC-radar szintén nem képes érzékelni, mivel az a jármű elején van telepítve, és korlátozott érzékelési szögteretmánnal működik. A hátsó lökhárító oldalsó részén elhelyezkedő holtterfigyelő szenzorok sem alkalmasak arra, hogy megbízható információt szolgáltatassanak a hátulról közelítő tárgyak tényéről és azok sebességéről. Ezért a ráfutásos baleset következményeinek csökkentésére szánt biztonságrendszer-optimalizáció minden esetben egy plusz, hátsó lökhárítóba integrált radar telepítését igényli. A radar telepítési pozíciójához segítséget nyújt a fent említett átfedési ütközés valószínűsége, amely szerint a radar elhelyezése a jármű középtengelyén a legoptimálisabb.

4. Radarok megbízhatósági korlátai

A statisztikai adatok segítik a radar telepítési pozícióját, azonban nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy működése korlátok közé szorított. Számításba kell vennünk a radar különböző anyagú és alakú tárgyak érzékelésével kapcsolatos megbízhatóságát. A reflexalapú biztonsági rendszer működésére minden időjárás körülmény között számítunk, ugyanakkor a rendszer alapját szolgáló radar működését a lökhárítóra tapadt hó vagy jég réteg befolyásolhatja. Fontos szempont a radar érzékenysége, vagyis a hatótávolságnak pontos definiálása is. A rövid hatótávolságra kalibrált szenzor csökkentheti a téves riasztások számát, ugyanakkor az előbiztonsági elemek aktivizálására nem marad elegendő idő. A túl nagy hatótávolságú radar pedig felesleges téves riasztásokkal terheli a gépjárművezetőt, és olyankor is működésbe léphet a rendszer, amikor az szükségtelen. A kereszteződések, elágazások helyzete is szem előtt tartandó a hatótávolság kalibrálása esetén, ugyanis ezen esetek téves megítélése is eredményezhet feleslegesen aktivizált állapotot (5. ábra). A túl gyakori téves riasztás pedig sokkal inkább ellenérzést vált ki a gépkocsivezetőből, mintsem szimpátiát.

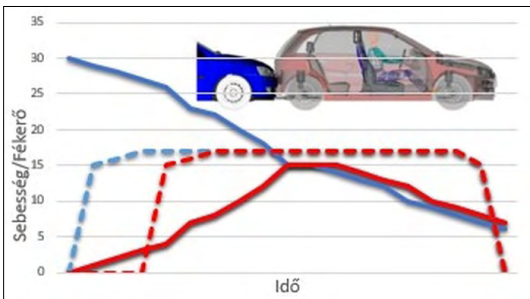


5. ábra. Nagy hatótávra kalibrált radar [5]

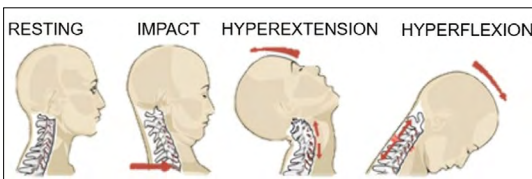
5. Ütközés előfékezetség nélkül

Vezetéstechnikai tanfolyamokon gyakran felhívják a vezetők figyelmét, hogy váratlan fékezés esetén minden esetben kövessék nyomon a mögöttük érkező jármű mozgását annak érdekében, hogy ha szükséges, akkor az ütközésre fel tudjanak készülni. Automata váltós járművek esetén szinte 100%-ban, de a kézi váltóval szerelt jármű esetében is nagyon gyakran a gépjárművezető forgalmi akadálnál vagy lámpánál való várakozás idején nyomva tartja a fékpedált. Ez az előfékezett állapot pedig nagyban befolyásolja a baleset lefolyását és a következmények mértékét. Az **6. ábrán** látható diagram egy olyan ráfutásos baleset sebességviszonyait szemlélteti, amely esetében az elől lévő (piros színnel jelölt) járműben az ütközés pillanatában nincsenek működtetve a fékek. Az első jármű az ütközéskor lökészerű, hirtelen gyorsulást szenved el, melynek eredménye a meredeken emelkedő sebességkarakterisztika. A hátsó (kék színnel jelölt) jármű mozgási sebessége hirtelen nullára redukálódik, vagyis a lassulás nagy méreteket ölt, ami nagy ütközési terhelőerőként jelentkezik a járműben utazókra nézve.

Az elől lévő jármű hirtelen gyorsulása miatt a benne utazók „whiplash”-sérülését eredményezi. Amennyiben az ütközés pillanatában a fej nincs megtámasztva a fejtámlával, a fej annak tehetetlenségéből adódóan hátrabillen, és a fejtávolságától függően akár a maximális negatív megfeszült, úgynevezett „hyperextension”-állapotot is elszenvedheti. (**7. ábra**)



6. ábra. Előfékezés nélküli ütközés [Saját forrás]



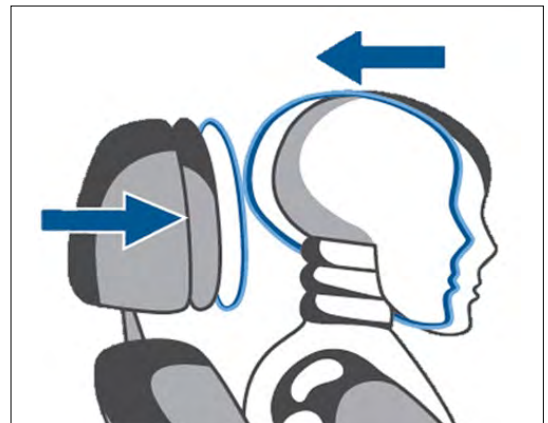
7. ábra. A fej tehetetlenségéből bekövetkező mozgások az ütközés pillanatától [7]

Az ütközést követően, ahogy a **6. ábra** is szemlélteti, a két jármű közös sebességre lassul, majd sebességük nullára csökken. Ez azt jelenti, hogy az elől lévő járműben utazókat az ütközés pillanatában hirtelen gyorsulás, majd a védekező- vagy pánikreflex miatti fékezés miatt hirtelen lassulás terheli. A „hyperextension”-állapotból a fej mozgási tehetetlensége miatt előrebillen, viszont a hirtelen megállás okozta lassulás mértékétől függően akár a „hyperflexion”-állapotot is elérhetjük. Ezt azt jelenti, hogy a nyaki csigolyák és a nyakmerevítő izmok rendkívül rövid időn belül a két anatómiai határállapotot is elszenvedhetik.

6. Whiplash-sérülés mértékének csökkentése aktív fejtámlával

Számos kutatás igazolja, hogy a ráfutásos baleset bekövetkezésének pillanatában a fej-fejtávolságának növelésével arányosan nő a whiplash-sérülés mértéke. [8-11]

A felsorolt tanulmányok szerint az ütközés pillanatában fejtávolság által megtámasztott fej esetén a whiplash-sérülés mértéke rendkívüli módon csökkenthető, a fej hátrabillenése hiányának köszönhetően. Ez alapján megoldást jelenthet, hogy a gépjárművezető indulás előtt a lehető legközelebb állítja a fejtámlát. Ez viszont hosszú távon kényelmetlenséget idézhet elő, ami a további koncentráció csökkenését eredményezheti. Erre a kérdésre jelenthet megoldást az aktív ülés és fejtávolság. A hátulról érkező ütközés pillanatában a fejtávolság egy rugós mechanizmus segítségével automatikusan előremozdul, és megakadályozza a fej hátrabillenését. (**8. ábra**) Ezzel a megoldással egyidejűleg elégíthető ki a kényelmi és a biztonsági igény.



8. ábra. Aktív fejtávolság működése [12]

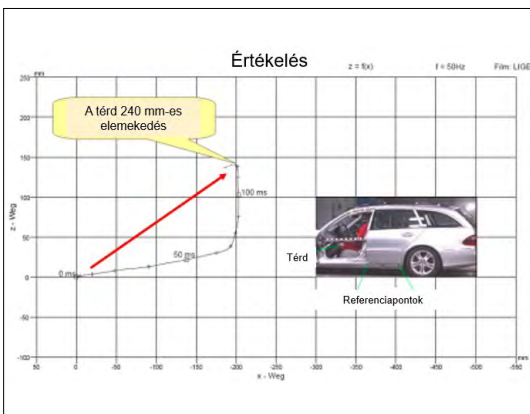
7. Ütközésienergia-abszorpció fékezéssel

Egy mozgásban lévő test tömegétől és sebességétől függően mozgási energiával bír. Egy mozgó jármű esetén a mozgási energia fékezéssel hőenergiává alakítható, így a sebesség nullára redukálódik. Ütközés esetén ez a mozgási energia ütközési energiává alakul át. Az ütközés pillanatában létrejövő erő, a jármű gyűrődő zónájának deformációjára vetített elmozduláson munkát végez, és ütközési energiaként jelentik meg. Ezt az energiát passzív biztonsági elemek segítségével emészthetjük fel, ezzel mérsékelve a járműben utazókra ható ütközési erő mértékét.

Kutatásunk során lehetőséget véltünk felfedezni az aktív biztonsági rendszerek alapját képező fékasszisztens alkalmazásával történő ütközésienergia-abszorpcióban. Ez azt jelenti, hogy egy aktív biztonsági rendszer segítségével kívánunk passzív védelmi feladatokat ellátni.

Pániksituációban a gépjárművezetők gyakran gyorsan, de nem kellő erővel működtetik a féket. Ezt a fékpedálkezelési krízist tovább bonyolítja, hogyha egy ráfutasos balesetről van szó, és egy hátulról érkező ütközést kellene tudni kontrollálni. Ezenfelül kutatások bizonyítják, hogy ráfutasos balesetnél gyakori jelenség, hogy az ütközés pillanatában az elöl lévő járművezetőjének lába eltávolodik a fékpedáltól (9. ábra).

Így az ütközés okozta gyorsulást mérséklő fékerőt nem képes a baleset lefolyása alatt uralma alatt tartani a gépjárművezető, ami ráadásul további indirekt ütközést is eredményezhet egy előtte álló járművel. Ezért a járművekben alkalmazott fékasszisztens fontos szerepet kap mind az aktív, mind a passzív biztonság szempontjából is.



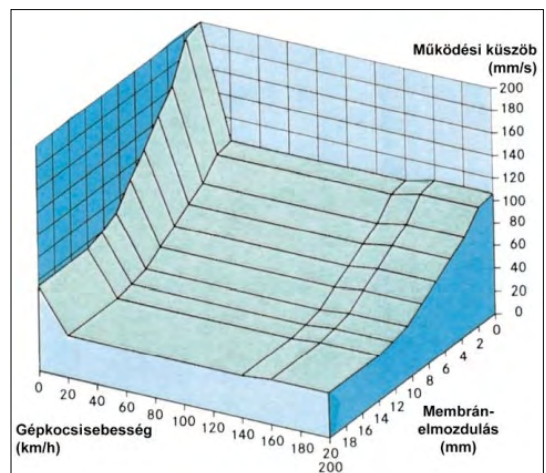
9. ábra. A láb elmozdulása hátulról érkező ütközés esetén [5]

7.1. A fékasszisztens működéséről

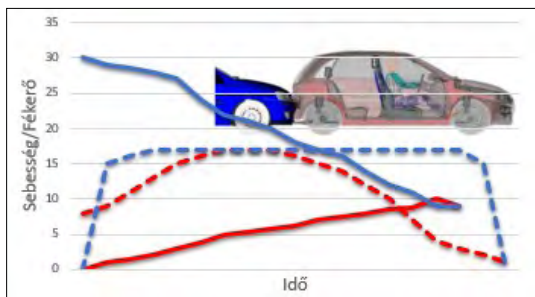
A legfontosabb paraméter a fékasszisztens működése kapcsán a fékpedál működtetési sebessége. A fékrásegítő belső szerkezeti elmozdulása lineáris potenciométerrel mérhető. Az elmozdulás időbeli deriváltjával pedig annak sebessége kifejezhető. Az így kapott pedállen nyomás sebesség-értéket a fékasszisztens elektronikája egy, a jármű mozgási paramétereire hozzászabott küszöbértékkel veti össze (10. ábra). A rendszer logikai működéséhez hozzátartozik egy öntanuló algoritmus, amely minden egyes fékezésnél megállapítja a fékpedál elmozdulásához tartozó lassulást. Ha a fékasszisztens vezérlőelektronikája vészfékezést tapasztal, azonnal aktivizálja a fékrásegítő aktuátort, és az aktuális fékpedállen nyomási pozícióhoz képest nagyobb fékerőt hoz létre. A fékasszisztens alkalmazásával tehát a nem megfelelő reakcióidejű vagy alulfékezetté váló esetekben is olyan dinamikus lassulás valósulhat meg, mint egy erőteljes fékpedállen nyomásnál. [13] Ezt a vezetői magatartást felülbírálni képes fékasszisztens kívánjuk alkalmazni biztonsági céllal a fejlesztésünk során.

7.2. Passzív biztonságra hangolt fékasszisztens

Az előző fejezetben részletezett pedálkezelési krízis miatt fontos, hogy egy ütközés esetén a jármű mozgásának mértékét a jármű önállóan tudja kontrollálni. A passzív biztonságra idealizált fékezés struktúráját a 11. ábra szemlélteti. A folytonos vonal a járművek ütközés pillanatától elszervezett lassulás és gyorsulás alakulását szemlélteti,



10. ábra. Működési küszöbérték [13]



11. ábra. Mérsékeltlen előfékezett ütközés [Saját forrás]

míg a szaggatott vonal az alkalmazott fékerő mértékét. A diagramvonalak színei az ábrán látható járművek színével vannak megfeleltetve.

A működés alapját egy, a hátsó lökhárító-borítás mögé telepített közepes hatótávolságú radar adja. Kereszteződésben vagy forgalmi lámpánál állva ez a radar folyamatosan vizsgálja a jármű mögötti biztonsági zónát, ahogy azt már a 3. fejezetben is kifejtettük. Amennyiben a radar hátulról, nagy sebességgel érkező tárgyat érzékel, biztonsági vezérlőegységeken keresztül felkészíti a járművet az esetleges ütközésre. A központi vezérlőegység az ütközés csillapításához szükséges, a kerekekre kifejtendő fékerőt több szenzor által biztosított adatból tudja megállapítani. Ilyen adat többek között a jármű előtti akadály léte és távolsága. Ugyanis ez a távolság korlátot szab a csillapított fékezéssel történő ütközésienergia-elnyelésnek. Ezen túlmenően fontos információ a fékpedál által aktuálisan kifejtett fékerő ténye és mértéke, továbbá figyelembe kell venni a jármű aktuálisan kapcsolt sebességfokozatát is. Amennyiben a hátsó radar tevékenységet kiegészítve, alak- és méretfelismerést is alkalmazunk a hátulról érkező tárgy paramétereire vonatkozóan, akkor a jármű következtetni képes azon tárgy mozgási energiájára, vagyis pontosabb szabályzás valósítható meg, és az így számított mozgási energiából következtethetünk az ütközés mértékére. Az aktív fékasszisztens a központi vezérlőegység által meghatározott értékek alapján a jármű kerekeire egy részleges fékerőt fejt ki. Ez a kerekekre kifejtett fékerő megakadályozza az ütközés okozta hirtelen, nagymértékű passzív gyorsulást, tehát a whiplash-sérülést negatív, hyperextension-hatása csökkenthető. A jármű passzív gyorsulása és a baleset okozó hátsó jármű lassulása befolyásolható a fékasszisztens által létrehozott fékerő mértékével. Ezáltal a baleset időbeni lefolyása növelhető, ami a lassulásra és gyorsulásra visszavezethető, a járművekben utazókra ható, ütközési erő mérté-

kének csökkenését vonja maga után. A fékasszisztens az ütközés teljes időtartama alatt működésben kell, hogy maradjon. A ráfutásos balesetből eredő sérülés pozitív tartományú, tehát hyperextension-szakaszát a pánikfékezés okozta hirtelen megállás eredményezi. Ezzel szemben az általunk elképzelt fékasszisztens-alapú biztonsági rendszer a baleset kezdeti szakaszában a növekvő fékerőt egyenletesen csökkenti, így a fej tehetetlenségének mozgása kontrollálható. A cél tehát, hogy az hátulról érkező jármű mozgási energiájának és ezáltal az ütközési energiának egy jelentős részét a kontrollált fékezéssel emésszük fel, a gyűrődő zónák deformációja okozta energiaelnyelés mellett. A 10. ábrán látható, hogy az ütközést megelőző pillanatban az elől lévő jármű kerekeire egy mérsékelt fékerő hat a fékasszisztens által (szaggatott piros vonal). Ez a mérsékelt fékerő lehetővé teszi a jármű ütközés miatti előregurulását, azonban a folyamatosan növekvő fékerőnek köszönhetően ennek az előregurulásnak a mértéke és gyorsulása korlátozott, ugyanakkor a hátsó jármű mozgási energiája csillapítható vele. Egy teljesen blokkolt előfékezéshez képest ezzel a megoldással a hátsó jármű lassulása is mérsékelhető, ezáltal a személyi sérülések mértéke csökkenthető.

7.3. Kiegészítő biztonsági eszközök

A mérsékelt előfékezés mellett, az ütközést megelőző pillanatban az övfeszítők előfeszítése is megtörténhet az ülésfoglaltság figyelembevételével, ezzel mérsékelve a test tehetetlenségéből adódó elmozdulás mértékét. Aktív fejtámlák alkalmazásának lehetőségével a fej megtámasztása már az ütközést megelőző pillanatban megtörténhet, megakadályozva ezzel a fej hátrabilenését.

7.4. Passzív biztonságra hangolt fékasszisztens korlátai

Természetesen a fékezéssel történő ütközésienergia-elnyelésnek lehetnek alkalmazási korlátai. Ilyen korlát lehet a jármű előtt lévő akadály érzékelése vagy túl közeli állapota. Hiszen az ütközésienergia-elnyelés a jármű kontrollált elmozdulásán alapszik, amelyhez elmozdulási szakaszra van szükség. A rendelkezésre álló elmozdulási szakasz mértékéről az előző fejezetben már említett ACC-radar ad információt. Az általa érzékelt távolságot figyelembe kell venni, hiszen egy közeli akadály részlegesen vagy akár teljesen szabotálhatja az elmozdulás lehetőségét, viszont egy távoli vagy akadálymentes pálya nagyobb elmozdulást tesz lehetővé. Túl közeli akadály érzékelése esetén megoldást jelenthet a kerekek teljes mér-

tékű fékezése, és ezzel a további indirekt ütközés elkerülése. A fékasszisztens működésén alapuló ütközésienergia-elnyelés másik korlátja lehet a véten jármű mozgása. Hiszen kis sebességeltérés esetén, az elöl lévő jármű ütközésienergia-elnyelési célzatú fékezése pontosan annak az ellenkező hatását válthatja ki, és bekövetkezhet az ütközés. Ilyen szempontból az általunk megfogalmazott biztonsági rendszer alkalmazása elsősorban álló járműbe való ütközés szituációjára korlátozódik. Vasúti átjárónál való várakozás esetén az elöl lévő jármű, akár csak a gyalogátkelőhelynél vagy a kereszteződésben, érzékeli, hogy előtte nem áll jármű, ezért a maximálisan előblokkolt fékezés helyett a mérsékelt fékezési módszert alkalmazhatja. Ez lehetőséget ad a hátulról esetlegesen becsapódó jármű mozgási energiájának csillapítására, és egyidejűleg elkerülhető, hogy az ütközés miatt az elöl lévő jármű az éppen áthaladó vonat elé guruljon.

8. Következtetések

Kutatásunk érdeklődésének középpontjában gépjárművek ütközésbiztonságának fokozása áll, aktív és passzív biztonsági rendszer egyidejű alkalmazásával. Vizsgálatunk a fékasszisztens által végzett fékezéssel történő ütközésienergia-elnyelésre koncentrálódik. A ráfutásos balesetek legjellemzőbb, tehát whiplash-sérülése az ütközés okozta rendkívüli gyorsulásra és hirtelen megállásra vezethető vissza. A sérülések mértéke csökkenthető, ha az ütközés időbeli lefolyását meg tudjuk növelni. A jármű radartechnológiájára alapozva, a kerekeket egy mérsékelt fékerővel fékezzük már az ütközést megelőző pillanatban. Ennek köszönhetően az elöl lévő jármű elmozdulása megengedett, de kontrollált, vagyis az ütközési energia egy részét a fékrendszer segítségével kívánjuk felemészteni, és az ütközés időbeli lefolyását elnyújtani. Az ezzel egyidejűleg aktivizált övfeszítőkkal és aktív fejtámlával a sérülések mértéke még tovább csökkenthető. A kutatás során fontosnak tartjuk, hogy olyan biztonsági technológiát alkossunk meg, amellyel nemcsak az elöl lévő járműben utazók testi épségét óvjuk, hanem

az adott baleset valamennyi résztvevőjét biztonságban tudjuk. A fent részletezett technológia megoldást jelenthet erre a célkitűzésre.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Kófalvi Gy. Ignác F.: *Utasmozgás vizsgálata gépjárművek ütközésénél*. Biomechanica Hungarica IV/1. (2011) 19–29. <https://doi.org/10.17489/biohun/2011/1/03>
- [2] Kófalvi Gy.: *A gépjárművek aktív és passzív biztonsága*. IbB Hungary.
- [3] Tettamanti T., Varga I.: *Az autonóm járművek formai hatásai: a jármű- és forgalomirányítás kihívásai*. A Magyar Tudomány Ünnepe, 2018. <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2019.1.4>
- [4] NHTSA report – *Crashes, by First Harmful Event, Manner of Collision, and Crash Severity*. 2019
- [5] Bogenrieder R., Fehring M., Bachmann R.: *Pre-Safe® In Rear-End Collision Situations*. Germany Paper 09-0129
- [6] Haight S. H., Haight R.: *Analysis of Event Data Recorder Delta-V Reporting in the IIHS Small Overlap Crash Test, Collision*. The International Compendium for Crash Research, 2013.
- [7] Brownlee R.: *Whiplash - Neck Injury*. Welcome Back Clinic - MRI and Pain Management Centre <https://www.welcomebackclinic.com/blog/Whiplash---Neck-Injury.htm> (2021.11.16).
- [8] Ruedemann Jr. A. D.: *Automobile Safety Device-Headrest to Prevent Whiplash Injury*, 1957, JAMA. 164/17. (1957) 1889. <https://doi.org/10.1001/jama.1957.62980170001006>
- [9] Viano D. C., Gargan M. F.: *Headrest Position during Normal Driving: Implication to Neck Injury Risk in Rear Crashes*. Accident Analysis & Prevention, 28/6. (1996) 665–674
- [10] Giorgetta F., Gobbi M., Mastinu G., Ravicino R.: *Developing a 'No-Whiplash' Headrest*. International Journal of Vehicle Systems Modelling and Testing. 4/3.
- [11] Diem W.: *Anti-Whiplash Systems*. AutoTechnol, 1. (2001) 44–45. <https://doi.org/10.1007/BF03246590>
- [12] CBT, *What is An Active Headrest & How Does It Work?* (2021.11.16) <https://carbiketech.com/active-headrest>
- [13] Kófalusi P.: *Fékasszisztenssel rövidebb a fékút – a fejlesztések kezdete*. Autótechnika 2004/10. 24–27.

A CSÍKSZENTKIRÁLYI LEBOMBÁZOTT OLT-HÍD TERVEZÉSÉNEK RÉSZLEGES VIZSGÁLATA

PARTIAL EXAMINATION OF THE DESIGN OF THE BOMBED OLT BRIDGE IN SÂNCRĂIENI

Kisfaludi-Bak Zsombor,^{1,2} Gobesz F.-Zsongor³

¹ Erdélyi Múzeum-Egyesület, Műszaki Tudományok Szakosztálya, Kolozsvár, Románia, kisfaludi.zsombor@eme.ro,

² Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezet Mechanikai Tanszék, Kolozsvár, Románia, zsombor.kisfaludi@mecon.utcluj.ro

³ Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Tartószerkezet Mechanikai Tanszék, Kolozsvár, Románia, go@mecon.utcluj.ro

Abstract

Throughout Transylvania, the ruins or remains of many engineering structures and buildings can be observed, and this allows us to draw a lot of interesting conclusions. This research seeks to shed some light on the design process of older bridges in Transylvania through a case study. Hydraulic calculations based on field measurements show the hydraulic requirements used in the original design of the bridge. The obtained data was compared to the current requirements of the Romanian design standards.

Keywords: *technical history, bridge design, flood.*

Összefoglalás

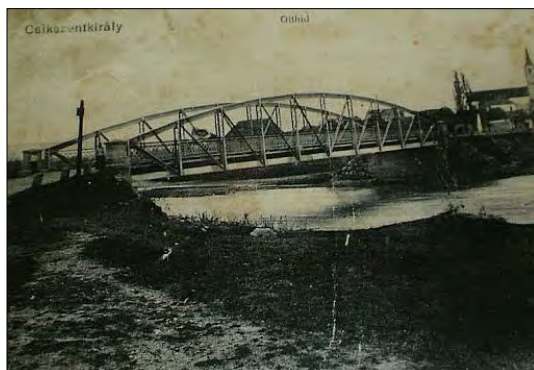
Erdély területén számos pontban figyelhetünk fel építmények romjaira/maradványaira, melyekből sok érdekes következtetést vonhatunk le. Jelen kutatás a régebbi erdélyi hidak tervezési eljárására kíván némi fényt deríteni egy esettanulmány segítségével. A terepen történő mérések alapján elvégzett hidraulikai számítások kimutathatják a híd eredeti tervezésénél használt vízpítési követelményeket. Az így kapott adatok össze lettek hasonlítva a romániai tervező szabványokban megfogalmazott jelenlegi követelményekkel.

Kulcsszavak: *technikatörténet, hidtervezés, árvíz.*

1. Bevezetés

Témánk alanya a régi csíkszentkirályi Olt-híd, mely 1916 szeptemberében lett felrobbantva a visszavonuló osztrák–magyar hadsereg által. A híd eredeti tervei nem ismertek, de a szerkezet nem egyedülálló az Olt folyón, hasonló hidak épültek Csíkszentimrén, Sepsiszentgyörgyön és más helyeken. A híd eredeti állapotáról készült postai képeslap az **1. ábrán** látható.

Habár a híd felszerkezete a hídpályával és az áthidaló szerkezettel együtt megsemmisült, a két hídfőben nem keletkezett kár (**2. ábra**), így egy rögtönzött gyalogoshidat alakítottak ki segítségükkel (**3. ábra**).



1. ábra. A volt csíkszentkirályi Olt-híd ábrázolása egy 1916 előtti képeslapon [1]



2. ábra. A híd fő jelenlegi állapotában

A település egyetlen közúti hídja 200 méterre helyezkedik el a régi híd maradványaitól, a 123A jelzésű megyei úton. A közeljövőben esedékes az új híd műszaki felülvizsgálata és javítási munkálatainak kezdete, így a lebombázott híd maradványainak árvízvédelmi vizsgálata fokozott fontosságot nyert.

2. Folyószakasz vizsgálata

Jelen elemzés tárgya az Olt folyó csíkszentkirályi szakaszának azon pontja, melyen az 1. ábrán megfigyelhető híd helyezkedett el.

A volt híd keresztmetszete előtti 180 méteres távolságban helyezkedik el egy hidrometriai állomás, melynek ismert adatai nagymértékben segítettek a számítás pontosságát.

1. táblázat. Sokéves átlaghozam a vizsgált területen [2]

Folyó	Kataszteri szám	Sokéves átlaghozam
Olt	VIII.1	5,74 m ³ /s

2. táblázat. Az Olt folyó paraméterei a számítási keresztmetszethez [3]

Paraméter	Érték
Hossz	58 km
Átlagos lejtés	1,5%
Színúozítás	1,26
Gyűjtőmedence területe	902 km ²
Tengerszint feletti átlagmagasság	644 m

Ezen adatokat felhasználva az elvégzett hidrológiai számítások alapján a folyó a híd szelvényében a 3. táblázatban feltüntetett maximális hozamokkal rendelkezik.



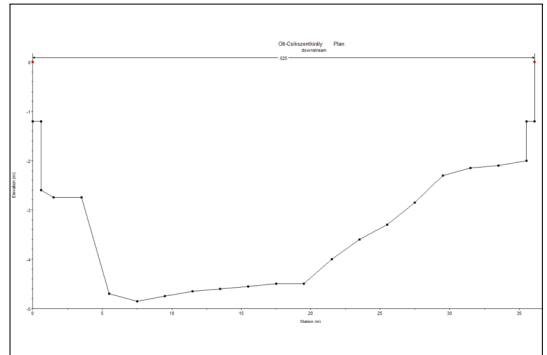
3. ábra. Gyalogoshíd az eredeti alépítményen

3. táblázat. Az Olt folyó maximális hozamai a híd metszetében

Q _{max}	
%	m ³ /s
1	406
5	219

2.1. Jelenlegi keresztmetszet

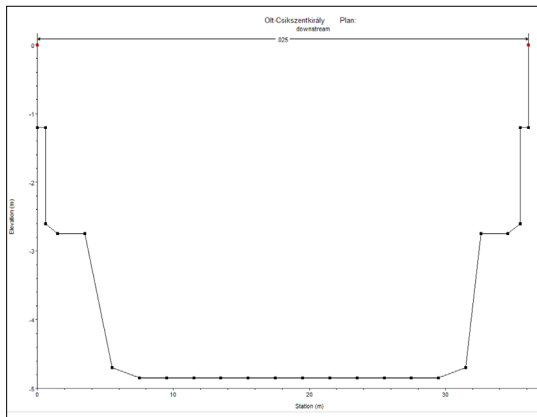
A terepen végzett mérések alapján a folyómeder jelenlegi keresztmetszete a volt híd alatt a következőképpen néz ki, ahogy a 4. ábra mutatja.



4. ábra. Az Olt folyó jelenlegi keresztmetszete a néhai hídnál

2.2. Regenerált eredeti keresztmetszet

A meder jelenlegi keresztmetszetén nagymértékű mederhordalék lerakódása észlelhető, mely a volt híd előtti folyószakasz beépítésének tudható. A sértetlen hídfők geometriája, illetve a mederszint alapján, a híd tervezésénél feltételezhetően számításba vett keresztmetszetet az 5. ábra mutatja.



5. ábra. Feltételezett eredeti folyókeresztmetszet

3. Tervezési előírások

A romániai szabványozás alapján a hidak tervezésénél használt hozam kiválasztása az építmény fontossági besorolásának függvényében történik, a 4068/2-es szabvány szerint [4]. Az általunk vizsgált híd a 4273-as szabvány értelmében 4-es fontossági osztályba tartozik [5], így a számítási hozam az 5%-os valószínűségű árvízi vízhozam.

Egy 2010-es kormányhatározat előírja, hogy a jövőre vonatkozó nemzeti stratégia alapján kitűzött cél, hogy a vidéki településeken a tervezési hozam az 1%-os valószínűségű árvízi vízhozam legyen [6].

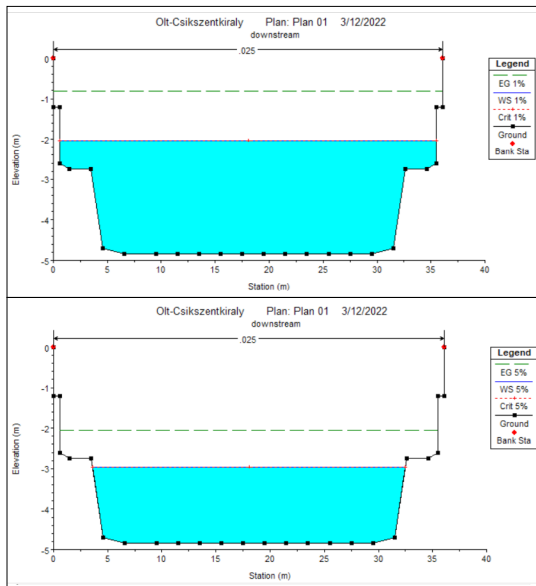
A hidak átfolyási szelvényének meghatározásánál figyelembe kell még venni egy bizonyos szabad magasságot, amely a romániai PD-95-ös szabvány értelmében, esetünkben 1,5 méteres magasságot jelent [7].

4. Hidraulikai számítások

A végzett modellezések az Amerikai Katonai Mérnökség HEC-Ras programja segítségével valósultak meg, mely Chézy–Manning hidraulikai modellt alkalmaz.

Egy első modell segítségével megvizsgáltuk, hogy a több mint 100 évvel korábban tervezett híd megfelel-e a 2010 előtti romániai szabványoknak, illetve megfelel-e a jelenleg érvényes szabványoknak.

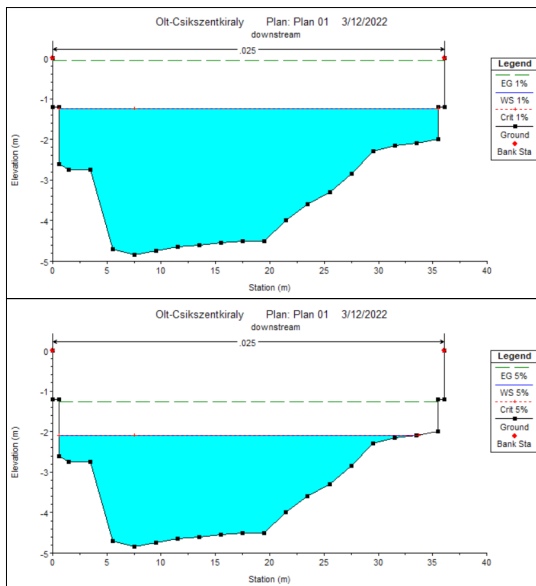
Az eredmények alapján kijelenthetjük, hogy az eredeti keresztmetszet megfelel mind a 2010 előtti, mind a 2010 utáni romániai tervezési szabványok követelményeinek. 1%-os valószínűségű maximális hozam esetén a szabad magasság 2,03 méter (6. ábra).



6. ábra. Feltételezett eredeti folyókeresztmetszet 1%, illetve 5%-os árvízi hozammal

Egy második modell segítségével a folyó jelenlegi keresztmetszetét vizsgáltuk, a már említett maximális hozamok esetén.

Amint a 7. ábrán feltüntetett eredményeken megfigyelhető, a jelenlegi keresztmetszet 1%-os maximális hozam esetén már nem biztosítja az előírt szabad magasságot.



7. ábra. Jelenlegi folyókeresztmetszet 1%-os és 5%-os valószínűségű árvízi hozammal

5. Következtetések és további tervek

A csíkszentkirályi lebombázott híd maradványai alapján elvégzett hidraulikai számítások egyértelműen kimutatják, hogy az eredeti híd tervezésekor használt szabványok szigorúbbak voltak, nemcsak a 2010-ig érvényes romániai előírásoknál, de még a jelenlegi szabványoknál is, így 1%-os maximális hozam esetén is biztosítja a szükséges szabad magasságot, tehát a hídfőkből kialakított, új felszerkezettel ellátott híd hidraulikai szempontból megfelel a jelenlegi romániai tervezési szabványok követelményeinek.

Második következtetésünk, hogy a jelenlegi keresztmetszet nem biztosítja a szabványok szerint előírt szabad magasságot, ezért szükséges a **8. ábrán** szemléltetett lerakódott mederhordalék eltávolítása és a folyómeder stabilizálása.

További tervekhez tartozik hasonló tönkrement erdélyi hidak maradványainak a felkutatása, vizsgálata az eredeti tervezési követelmények meghatározása céljából.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti az Erdélyi Múzeum-Egyesület Műszaki Tudományok Szakosztályát a jelen publikáció megjelenéséhez nyújtott támogatásért. Ugyancsak köszönet illeti Kisfaludi-Bak Zsuzsannát a terepen végzett mérések során nyújtott segítségért.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Helyi lakos magángyűjteménye.
- [2] Ministerul Mediului și Dezvoltării Durabile - Studii pentru cunoașterea resurselor de apă în vederea fundamentării planurilor de amenajare ale bazinelor / spațiilor hidrografice, Bazinul hidrografic Olt. 2008.
- [3] Ministerul Mediului – Atlasul cadastrului apelor



8. ábra. Folyómederi lerakódás okozta szigetetek

din România, Partea 1 – Date morfo-hidrografice asupra rețelei hidrografice de suprafață. 1992.

- [4] STAS 4068/2-87: Debite și volume maxime de apă. Probabilități teoretice ale debitelor maxime în condiții normale și speciale de exploatare.
- [5] STAS 4273-83: Construcții hidrotehnice. Încadrare în clase de importanță.
- [6] HG 846-2010: Strategia națională de management al riscului la inundații pe termen mediu și lung.
- [7] PD 95-2002: Normativ privind proiectarea hidraulică a podurilor și podetelor.

TALAJ-TÉRFOGATTÖMEG HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA ÁSÓGÉP ENERGIAIGÉNYÉRE SZIMULÁCIÓVAL

STUDY OF THE EFFECT OF SOIL VOLUMETRIC WEIGHT ON THE ENERGY REQUIREMENT FOR A SPADING MACHINE BY SIMULATION

Pásztor Judit,¹ Tolvaly-Roşca Ferenc,² Forgó Zoltán³

¹ Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Románia, pjudit@ms.sapientia.ro

² Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Románia, tferi@ms.sapientia.ro

³ Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Románia, zforgo@ms.sapientia.ro

Abstract

In this paper, we simulate the operation of a spading machine on three soil types; easy to work, medium to work and heavy, using a previously validated SimuLink model of an MSS-1.40M spading machine. We determine the forces during spading. We explore the physical and mechanical properties of the soil that play a role in the spading process. By simulation of the spading process with the MSS-1.40M spading machine, we determine the torque on the drive shaft and the required mechanical work on the three soil types.

Keywords: *spading machine, soil volumetric weight, simulation.*

Összefoglalás

A dolgozatban egy MSS-1,40-típusú ásógép már korábban érvényesített, SimuLink-modellje segítségével szimuláljuk az ásógép működését három talajtípus esetében, könnyen megmunkálható, közepesen megmunkálható és nehéz talajon. Meghatározzuk az ásás során jelentkező erőket. Feltárjuk a talaj azon fizikai, mechanikai tulajdonságait, amelyek szerepet kapnak az ásás folyamatában. Szimulációval meghatározzuk az MSS-1,40M-ásógéppel való ásás során a hajtótengelyen megjelenő nyomatékot és a mechanikai munkáigényt a három talajtípuson.

Kulcsszavak: *ásógép, talaj-térfogattömeg, szimuláció.*

1. Bevezetés

A talaj fizikai, mechanikai tulajdonságai befolyásolják a talajmegmunkáló gép energiafelvételét, energiaigényét, ugyanakkor a munkagép munkája változást hoz a megmunkált talaj fizikai, mechanikai tulajdonságaiban.

A talajmunkák során forgatás, lazítás, aprítás, keverés, tömörítés, felszínalakítás történik. A talajmunkák alapmunkára és magágy-előkészítésre oszthatóak.

Az alapművelés forgatási művelet, a legmélyebb talajmunka. Ez a folyamat nagy energiafelhasználással jár.

Az alapmunkát természetközvetlenül ásógéppel végzik [1], [2]. Az ásógép a kézi ásás munkáját utánozza, forgatás mellett a talajt aprítja, lazítja, keveri is.

Az ásógép aktív talajmegmunkáló gép. A munkaeszközei az ásók, amelyek a vontatás mellett a traktor TLT-tengelyéről is kapnak hajtást. Emiatt nagy az energiaigényük, miközben kevesebb a vonóerőigényük. A TLT-hajtású talajművelő gépek területteljesítménye nem előnyös, de üzemanyag-fogyasztásban és talajaprításban jobb eredményt adnak [3].

A talajmunkák energiaigényének meghatározása az energetika és az agrártudományok határterületén mindig időszzerű [4], [5].

A talaj összetett, nyitott dinamikus rendszer, amely a talajképző tényezők kölcsönhatásának és a talajmunkáknak az eredménye. A talaj hatást gyakorol a munkagépekre, ugyanakkor a gépek hatást gyakorolnak a talajra [6]. A dolgozatban különböző talajtípuson végzendő ásás energiaigényét vizsgáljuk. Az ásás energiaigényét szimulációval határozzuk meg három talajtípus esetében.

A szimuláció olyan vizsgálat, amely során a folyamatot számítógépes modell segítségével tanulmányozzuk. A tudományos modellezés egyre fontosabb szerepet játszik a talajművelési folyamat vizsgálatában és a talajművelési folyamat tudományos megközelítésében [7].

2. Munka és módszer

Felhasználunk egy, valós adatokkal megalkotott, kilökö-elemes ásógépet, az MSS-1,40M szerelési modellt, és a már korábban érvényesített Simu-Link-szimulációt [8].

Feltárjuk a talaj azon fizikai, mechanikai tulajdonságait, amelyek szerepet kapnak az ásás folyamatában. Meghatározzuk szakirodalom alapján az értékeiket könnyen megmunkálható, közepesen megmunkálható és nehezen megmunkálható talaj esetében [8].

Szimuláljuk az ásógép működését a három talajtípuson.

Meghatározzuk az ásás során jelentkező nyomtatók nagyságát és az ásásmechanikai munka igényét a vizsgált talajokon.

2.1. MSS-1,40M kilökö-elemes ásógép szerelési modellje

A szerelési modellt Autodesk Inventor szoftver segítségével építettük, MSS-1,40M kilökö-elemes típusú ásógép valós méretei alapján [8].

Az egyszerűsített szerelési modellen (1. ábra) láthatóak az ásók, az ásók karjai, a gép kerete, a hajtótengely részei, a két csúszka, amely a munkamélység állításában vesz részt.

Mozgásszimulációval meghatározható az ásóél csúcspontjának pályája (2. ábra).

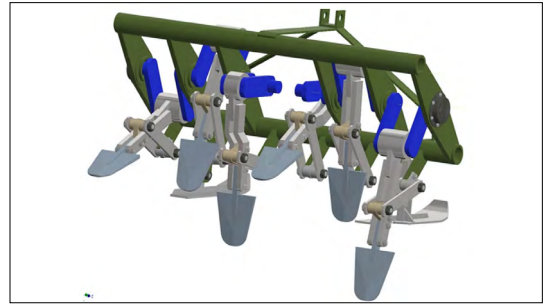
A mozgáspálya lehetőséget ad az ásó talajban való mozgásának szemléltetésére és az ásó munkájának tanulmányozására.

Az ásó munkájának négy folyamata (2. ábra) [9]:

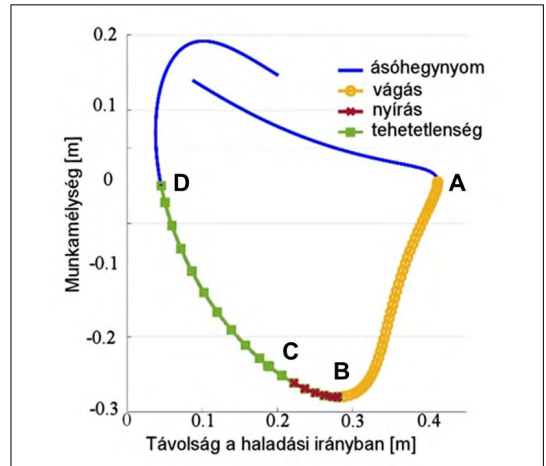
- az ásó behatol a talajba, és levágja a talajszeletet, A–B;
- a talajszelet elválik a talajtól, B–C;

- az ásó megemeli a talajszeletet, C–D;
 - az ásó új helyzetbe vonul, miközben a megemelt talajszelet a borítólemezeknek ütközik, D–A.
- A mozgáspályája segítségével azonosíthatóak az ásón megjelenő erők (3. ábra) [8]:

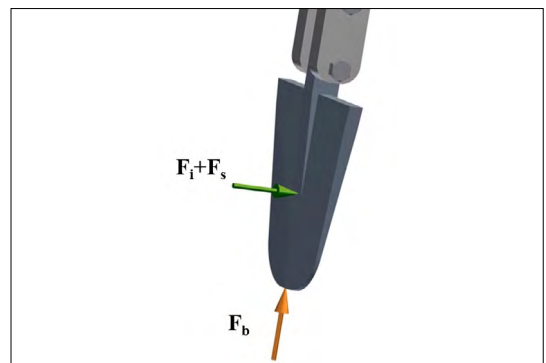
- A–B részen vágóerő: F_b ;
- B–C szakaszon nyíróerő: F_s ;
- C–D szakaszon tehetetlenségi erő: F_p , nyilvánul meg.



1. ábra. MSS-1,40M-ásógép szerelési modellje



2. ábra. Egy ásóél csúcspontjának pályája



3. ábra. Az ásón megjelenő erők

Az erők összefüggései az alábbiak [8], [10]:

$$F_b = 2k_1 A_1 [\sin \beta/2 + \mu \cos \beta/2] + 2\mu k_2 A_2 \text{ [N]}, \quad (1)$$

$$F_s = s l \tau = s l (c + \sigma \tan \varphi) \text{ [N]}, \quad (2)$$

$$F_i = V \rho a_s \text{ [N]}, \quad (3)$$

ahol:

- A_1 az ásóél felülete [m²];
 A_2 az ásó felülete [m²];
 β a vágóél élezési szög [°];
 μ talaj-acél közti súrlódási együttható;
 φ belső súrlódási szög [°];
 k_1, k_2 talajdeformáció-ellenállások [N/m²];
 c kohézió [N/m²];
 σ a talaj felületi feszültsége [N/m²];
 τ nyírószilárdság [N/m²];
 s az ásógép lépése [m];
 l az ásóél hossza [m];
 V a kivágott talajszelet térfogata [m³];
 ρ a talaj-térfogattömeg [kg/m³];
 a_s a kivágott talajszelet gyorsulása [m/s²].

2.2. Az ásást befolyásoló fizikai, mechanikai talajjellemzők

A talaj fizikai, mechanikai jellemzői, amelyek szerepet kapnak az ásás folyamatában, azonosíthatók az (1÷3) egyenletekből:

$$F_b = f(\mu, \phi, k_1(\varphi), k_2(\varphi)) \quad (4)$$

$$F_s = f(\phi, c, \sigma, \tau), \quad (5)$$

$$F_i = f(\rho). \quad (6)$$

Az ásás dinamikájára hatással vannak: a μ talaj-acél közti súrlódási együttható; a ϕ belső súrlódási szög; k_1, k_2 talajdeformáció-ellenállások; a c kohézió; a σ felületi feszültség; a τ nyírószilárdság; a ρ talaj-térfogattömeg.

1. táblázat. A szimulációban alkalmazott talajjellemzők értékei

Talajtípusok	μ	φ [°]	k_1 [N/m ²]	k_2 [N/m ²]	c [N/m ²]	σ [N/m ²]	ρ [kg/m ³]
Homokos vájog	0,54	29	11,14 · 10 ⁵	23943,31	800	20000	1300
Vájog	0,61	32	10,96 · 10 ⁵	24362,71	1000	20000	1500
Vájogos agyag	0,64	38	10,57 · 10 ⁵	25353,17	1500	20000	1600

A talaj fizikai, mechanikai jellemzői függenek a talaj típusától. Az általunk vizsgált talajtípusok:

- könnyen megmunkálható, homokos vályog;
- közepesen megmunkálható vályog;
- nehezebben megmunkálható vályogos agyag.

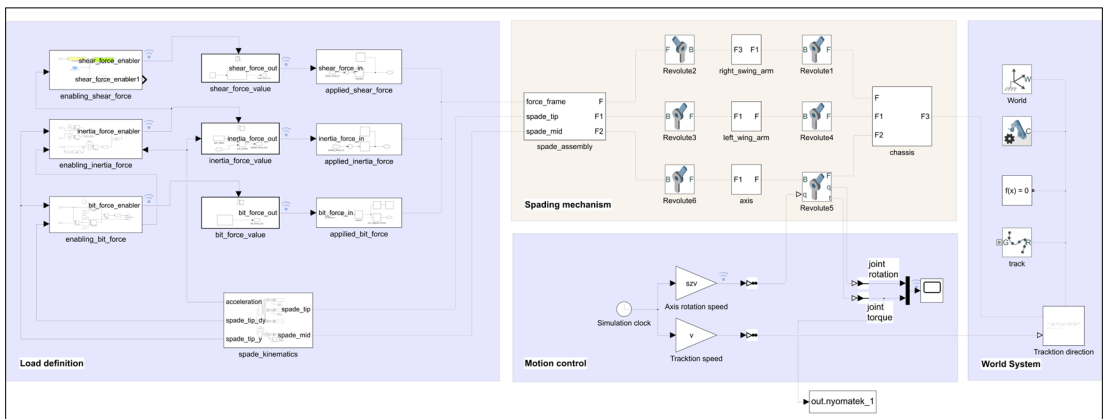
A szakirodalomban megtalálható, talajtípusok jellemzésére alkalmazott fizikai, mechanikai jellemzők értékei az 1. táblázatban találhatóak [11].

Megjegyzés: Könnyen használható, mérhető munkaközeg-jellemző a ρ , talaj-térfogattömeg. A talaj térfogattömege az egységnyi térfogatú természetes szerkezeti állapotú talaj tömege. Mértékegysége: kg/dm³, kg/m³, t/m³. Ezt fogadjuk el fő jellemzőnek.

A szakirodalomban nem találtunk a σ felületi feszültség értékére eltérő adatokat a talajtípusokhoz.

2.3. Ásásmechanikai munka igényének szimulálása

Az ásásmechanikai munka igényét a Simulink-szimuláció segítségével határoztuk meg. Egy ásó Matlab ® Simscape™-modellje a 4. ábrán látható [8].



4. ábra. Egy ásó Matlab ® Simscape™-modellje

A szimuláció az alábbi adatokkal történt:

$v_m = 0,35\text{m/s}$ munkagép haladási sebessége;
 $\omega = 17,7$ ford/min, hajtótengely-fordulatszám;
 $s = 0,124$ m ásolépés;

$a = 0,3$ m maximális munkamélység mellett a három talajtípusnak megfelelő talajjellemzőket alkalmazva (1. táblázat).

Meghatároztuk az ásás nyomatékigényét a három talajtípusra. A nyomatékok alakulása az 5. ábrán látható.

A vályogos agyag, a nehezebben megmunkálható talaj ásásának nagyobb a nyomatékigénye.

A szimulációval meghatároztuk a hajtótengely egy fordulata alatt az ásásra fordítandó mechanikai munka értékeit a hat áson. Az adatokat a 2. táblázat tartalmazza:

A táblázat adatait a 6. ábra jeleníti meg.

A különböző talajtípusok ásása során változó a mechanikai munkaigény (6. ábra). A vályogos-agyagos talaj ásása nagyobb energiaigénnyel valósul meg.

A grafikonon látható $R^2=0,9833$ korrelációs-együttható-érték igen erős korrelációt mutat a talaj térfogattömege és az ásás energiaigénye között.

A 6. ábrán megjelenített regressziós egyenes egyenlete lehetőséget ad az MSS-1,40M-típusú ásógéppel való ásás energiaigényének meghatározására a talaj-térfogattömeg függvényében:

$$L = 0,12 \rho - 8,92 \text{ [J/ford]}. \quad (7)$$

3. Következtetések

A meghatározott modell leírja a szakirodalomban fellelhető mozgáspályát, így alkalmasnak tekinthető az elméleti vizsgálatok elvégzéséhez.

A valós adatokkal megalkotott ásógép-szerelési modellre épülő, érvényesített SimuLink-szimulációval meghatározott ásás-energiaigény a termelési technológia kialakításában és a technológiai költségek meghatározásában hasznosítható.

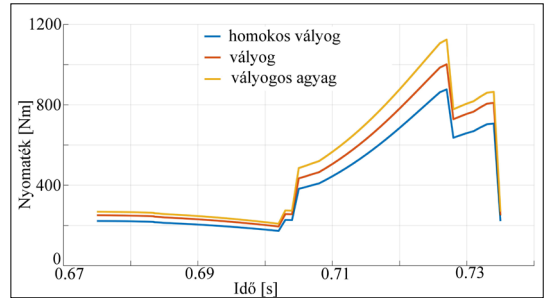
A bemutatott módszert szeretnénk alkalmazni szabadföldön meghatározható fizikai-mechanikai talajjellemzőre is. Így adott talaj megmunkálhatóságának energiaigénye megbecsülhető lehetne szabadföldi talajjellemző-mérés alapján.

Szakirodalmi hivatkozások

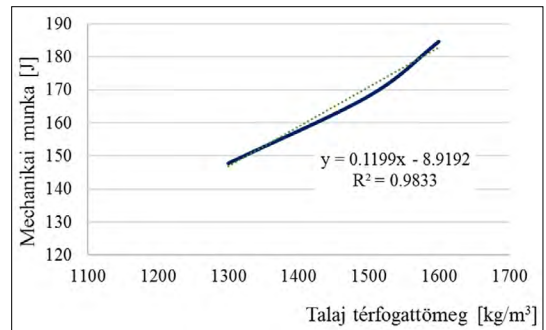
- [1] Giordano D. M., Facchinetti D., Pessina D.: *Te Spading Machine as an Alternative to the Plough for the Primary Tillage*. Journal of Agricultural Engineering, 46/1. (2015) 36–40. doi.org/10.4081/jae.2015.445.
- [2] Cardei P., Nuţescu C., Matache M., Cristea O.: *Optimum Working Conditions for Variable Width Ploughs*. INMATEH Agricultural Engineering,

2. táblázat. Ásók mechanikai munkaigénye

Talajtípusok	ρ (kg/m ³)	Mechanikai munka igény (J/ford)
Homokos vájog	1300	147,7895
Vájog	1500	168,1577
Vájogos agyag	1600	184,6458



5. ábra. Egy ásó nyomatékszükséglete egy fordulat alatt



6. ábra. Ásásmechanikai munka igénye és a talaj térfogattömegének összefüggése

65/3. (2021)248–254.

<https://inmateh.eu/volumes/volume-65--no-3--2021/article/optimum-working-conditions-for-variable-width-ploughs>.

- [3] Pezzi F.: *Traditional and New Deep Soil Tillage Techniques in Italy*. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 48/1. (2005) 13–17. <https://doi.org/10.13031/2013.17935>.
- [4] Abbaspour-Gilandeh M., Shahgoli G., Abbaspour-Gilandeh Y., Herrera-Miranda M., Hernández-Hernández J., Herrera-Miranda I.: *Measuring and Comparing Forces Acting on Moldboard Plow and Para-Plow with Wing to Replace Moldboard Plow with Para-Plow for Tillage and Modeling It Using Adaptive Neuro-Fuzzy Interface System (ANFIS)*. Agriculture, 10/12. (2020) 633. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120633>.

- [5] Dogra R. Dogra B., Gupta P. K., Sharma B. D., Kumar A.: *Effect of Spade Angle and Spading Frequency of Spading Machine on Specific Soil Resistance and Pulverization*. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 19/1, (2017) 65–73.
- [6] Kokieva E. G., Voinash S. A., Sokolova V. A., Gorbachev V. A., Fedyayev A. A.: *The Study of Soil Mechanics and Intensification of Agriculture*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 548/6. (2020) 1–6.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/6/062036>.
- [7] Saimbhi V., Wadhwa D., Grewal P.: *Development of a Rotary Tiller Blade Using Three-dimensional Computer Graphics*. Biosystems Engineering, 89/1. (2004) 47–58.
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2004.05.011>.
- [8] Forgó Z., Tolvaly-Roşca F., Pásztor J., Kovari A.: *Energy Consumption Evaluation of Active Tillage Machines Using Dynamic Modelling*. MDPI Applied Sciences, 11/14. 6240. (2021).
<https://doi.org/10.3390/app11146240>.
- [9] Brătucu Gh., Pásztor J., Căpăţână I.: *Comparative Researches Regarding the Quality and Efficiency of Germinating Bed Preparing in Greenhouses Through Hoeing and Cutting*. INMATEH - Agricultural Engineering, 31/2. (2010) 63–72.
https://inmateh.eu/INMATEH%20II_2010/9_Bratucu%20Gh.pdf
- [10] Máté M.: *Műszaki mechanika – kinematika*, EME Kiadó, Kolozsvár, 2010. 155–163.
- [11] Sitkei G.: *Soil Mechanics Problems of Agricultural Machines*. Franklin Book Programs, New York, USA, 1976. 22–62.

A MARADÉK AUSZTENIT MENNYISÉGÉNEK CSÖKKENTÉSE SZERSZÁMACÉLOK ESETÉBEN

REDUCTION OF RETAINED AUSTENITE IN TOOL STEELS

Tóth László

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

Abstract

Tools are devices for machining materials which must have different properties depending on their intended application. These properties are determined by the chemical composition and microstructure of the tool steel. The desired steel microstructure can be achieved with suitable heat treatment technology. During this heat treatment, the microstructure of the tool steel may develop various lattice structural transformations which in turn can cause internal stresses, cracks and distortions. One possible reason for these undesirable results may be the retained austenite. These effects are most pronounced in tool steels. In this study, the possibilities for reducing the amount of residual austenite during the heat treatment of tool steel is investigated.

Keywords: *tool steel, heat treatment, retained austenite, high tempering temperature, subzero treatments.*

Összefoglalás

A szerszámok az anyagok megmunkálására szolgáló eszközök, melyeknek a felhasználásnak megfelelően különböző tulajdonságokkal kell rendelkezniük. E tulajdonságokat a szerszámacél vegyi összetétele és a szövetszerkezete határozza meg. Egy adott összetételű acél szövetszerkezetét a megfelelő hőkezelésekkel tudjuk elérni. A hőkezelési műveletek során a szerszámacél különböző fázisátalakulásokon mehet keresztül, melyek az alkatrészben belső feszültségeket, alakjára nézve pedig vetemedéseket, torzulásokat okozhat. E káros folyamatok egyik oka a hőkezelések során az anyag belsejében keletkezett maradék ausztenit lehet. A maradék ausztenit káros hatása leginkább a szerszámacélok esetében figyelhető meg. Tanulmányomban vizsgáltam a maradék ausztenit mennyiségének csökkentési lehetőségeit szerszámacélok hőkezelése során.

Kulcsszavak: *szerszámacél, hőkezelés, maradék ausztenit, megeresztés, mélyhűtés.*

1. Bevezetés

A szerszámacélok szabályozott összetételű, erősen ötvözött nemesacélok, melyek kifejlesztésénél arra törekednek, hogy olyan tulajdonságokat lehessen kihozni belőlük, hogy különböző anyagok megmunkálására és alakítására alkalmasak legyenek [1, 2]. A szerszámacélok karbontartalma 0,1-től 2,0%-ig változhat. Különböző ötvözőelemeket tartalmazhat, mint pl. Cr, Mo, V, W, Co, Ni, de mikroötvözőként jelen lehet pl. a Nb is. A szerszámacélokat felhasználásuk alapján az alábbiak szerint csoportosítják: hidegalakító szerszámacélok, melegalakító szerszámacélok, műanyagforma acélok, gyorsacélok. E csoportok anyagai más-

más tulajdonságokkal kell, hogy rendelkezzenek, pl. a hidegalakító szerszámok nagy keménységet, éltartóságot, kopásállóságot, de bizonyos esetekben még jó szívósságot is kell, hogy biztosítsanak. A melegalakító szerszámacéloknak, mivel tartósan 200 °C fölötti hőmérsékleten üzemelnek, még jó melegszilárdsággal, melegszívóssággal, melegkopás-állósággal és jó megeresztésállósággal is kell rendelkezniük. E tulajdonságok eléréséhez a megfelelő ötvözőelemek összehangolása mellett kulcsfontosságú a minőségi hőkezelési technológia alkalmazása [3, 4, 5].

A szerszámacél alapanyag a szerszám gyártását megelőzően lágyított hőkezelési állapotban van,

ami azt jelenti, hogy szövetszerkezetileg egyensúlyi állapotú. Szerszámgyártás során belső feszültségek keletkeznek az anyag belsejében, melyeket feszültségcsökkentő hőkezeléssel lehet orvosolni. Ezt a következő hőkezelési műveletek előtt mindenképp érdemes elvégezni, mivel az edzés során végbemenő szerkezeti átalakulások is feszültségeket produkálnak az anyag belsejében, és ha ezek összeadódnak az előző műveletek során keletkezett feszültségekkel, repedésekhez vagy szerszámtöréshez is vezethetnek.

Az edzés auszteniítéséből és a kritikus hűtési sebességnél gyorsabb hűtésből áll. Az auszteniítés lépcsős hevítésből áll az auszteniítés hőmérsékletére, és hőtartásból a homogén ausztenit kialakulásáig. A hevítési sebesség, az auszteniítés hőmérséklet és a hőtartási idő pontos megtervezése nagyon fontos paraméterek, mivel ezek együttesen befolyásolják a kialakult ausztenit szemcseméretét és homogenitását. Az ausztenit szemcsemérete azért fontos, mert meghatározó lehet a belőle kialakuló fázisok, illetve szövetelemek méreteire, amelyek viszont befolyásolják a termék tulajdonságait. A nem helyesen meghatározott paraméterek nagymértékben hozzájárulnak a maradék ausztenit mennyiségének növeléséhez [6, 7, 8].

Egy másik tényező, mely a maradék ausztenit mennyiségét meghatározza, az a martenzites átalakulás kezdeti (M_s) és befejezési hőmérséklete (M_f), ami a szerszámacél szénttartalmától és vegyi összetételétől függ [9]. Mivel a szerszámacélok általában nagy szénttartalmú, erősen ötvözött acélok, az ausztenit-martenzit átalakulási hőmérsékletük kicsi: hidegalakító acélok, gyorsacélok, illetve porkohászati szerszámacélok esetében általában 180°C alatti, ami azt jelenti, hogy a martenzites átalakulás befejezési hőmérséklete szobahőmérséklet alatti, tehát a maradék ausztenit jelenléte elkerülhetetlen.

A maradék ausztenit a legnagyobb okozója az anyagban keletkező feszültségeknek, mivel sűrűség-, illetve térfogatváltozást idéz elő. A szerszámgyártás során az acél belsejében háromféle feszültség keletkezik: megmunkálás okozta feszültség, mely csökkenthető az edzés előtti feszültségcsökkentő hőkezeléssel, hő okozta feszültség, melyet felfűtés, illetve lehűtés során az anyag keresztmetszetétől függően a hőmérsékleti eltérés okoz (hőntartási lépcsők alkalmazásával csökkenthető), illetve a hőkezelések (edzés) során végbemenő fázisátalakulások okozta térfogatváltozás miatti feszültségek. Edzés után háromféle fázis képződhet: a ferrit, a martenzit és a mara-

dék ausztenit. Ezek mind más térfogatúak. Azért, hogy a feszültségek nagyobb kárt, például repedést vagy törést ne okozzanak, edzés után mielőbb meg kell eresztetni a szerszámot [10, 11].

Megeresztés során a martenzit elbomlik, de a maradék ausztenit egy része martenzitté alakul, miközben a megeresztési hőmérséklet függvényében az acél keménysége csökken. A karbidképző ötvözőket tartalmazó acéloknál nagy hőmérsékletű edzés alkalmazása esetében a második megeresztést nagy hőmérsékleten végezhetjük, ami karbidkiválást eredményezhet, ez pedig ún. szekunder keményedéshez vezet, beállítva a végső keménységet. Ez esetben a martenzit szferoidizálódik, a maradék ausztenit átalakul martenzitté. A kivált, diszperz, másodlagos karbidok homogenebbé teszik a szövetszerkezetet, és szívós anyagot eredményeznek. Egy harmadik megeresztés alkalmazásával már minimálisra csökkenthető a maradék ausztenit mennyisége és a szerszám feszültségi állapota.

A maradék ausztenit minimalizálására azonban a leghatékonyabb eljárás a mélyhűtés. A mélyhűtés során a szerszám hűtése nem áll meg normál hőmérsékleten, hanem valamilyen hűtőközeg segítségével negatív hőmérsékleteken folytatódik [12, 13, 14].

Erre többféle módszer terjedt el. Az egyik az, amikor a lehűlt anyagot kivesszük az edzőkemencéből, és egy hideg kamrába tesszük, amelybe nitrogéngőzt fúvatnak be, lehűtve így a légtért mínusz 80°C-ra.

Egy másik módszer a „cool plus”-technika, amikor a lehűtés az edzőkemencében folytatódik, úgy, hogy folyékony nitrogént fecskendeztetnek be a kemence kamrájába, lehűtve így a munkadarabot mínusz 150°C-ig.

A harmadik módszer az, amikor a mínusz 196°C-os folyékony nitrogénbe helyezve történik a mélyhűtés.

Mélyhűtés hatására növekszik a szekunder karbidok kiválása, diszperz, homogén eloszlásként javítva ezáltal a munkadarab szívósságát, és természetesen befejeződik az ausztenit martenzites átalakulása, biztosítva ezáltal a termék méretretartóságát.

Tanulmányomban az Uddeholm Sverker 21-típusú, nagy karbon- és króm-tartalmú hidegalakító szerszámacélon végeztem vizsgálatokat. A vizsgálandó próbatesteket háromféle hőkezelésnek vettem alá, keménységmérési vizsgálatokat végeztem minden hőkezelési művelet után, és optikai mikroszkóp segítségével vizsgáltam a különböző szövetszerkezeteket.

2. Az alkalmazott anyagok, eszközök és módszerek

Az Uddeholm Sverker 21 hidegalakító szerszám-acél lédeburitos szerkezetű, nagy szénttartalmú, Cr, Mo és V karbidképző ötvözőket tartalmazó alapanyag, melynek kiváló a kopásállósága, nyomószilárdsága, átedzhetősége és a megeresztésállósága. Jól nitridálható vagy karbonitridálható. Felhasználják hajlító-, mélyhúzó, lyukasztó-, kivágószerszámok gyártására, de kés és pénzverő szerszám alapanyaga is lehet. Az edzés utáni keménysége elérheti a 64 HRC-t is. A gyakorlatban a megeresztés után a szokásos használati keménysége 54–60 HRC.

A próbatest pontos vegyi összetételét Hitachi PMI spektrométerrel (1. ábra) elemeztük. A vizsgált Sverker 21-szerszám-acél vegyi összetételét az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat. A Sverker 21-jelű acél vegyi összetétele (tömegszázány, %)

	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
Sverker 21	1,56	0,33	0,39	11,28	0,78	0,76

A próbatest alapanyaga lágyított hőkezelési állapotban volt, keménységét HPO 250-típusú (2. ábra) gépen mértem, mely átlagos értéke 212 HB lett.

A hőkezeléseket IU72/1F 2RV 10bar CP-típusú Schmetz-vákuumkemencében (3. ábra), illetve Muhel-típusú (4. ábra), nitrogén-védőgázos megeresztőkemencében végeztem.



2. ábra. HPO 250-típusú keménységmérő



3. ábra. Vákuumkemence



1. ábra. HITACHI spektrométer



4. ábra. Megeresztőkemence

Edzés és megeresztés után a keménységet Rockwell C-módszerrel mértem, ERNST AT 130D-típusú keménységmérő gépen (5. ábra).

A célnak megfelelően előkészített próbatetek mikroszkópos vizsgálatait Olympus DCX1000 (6. ábra) optikai mikroszkóp segítségével végeztem.

A próbatetekken háromféle hőkezelést alkalmaztam. Az edzéseket a Schmetz-típusú vákuumkemencében míg a megeresztéseket a Muhel-típusú, nitrogén-védőgázos kemencében hajtottam végre. Első esetben kis hőmérsékletű (1020 °C) edzést és kis hőmérsékletű (190 °C) megeresztést, második esetben nagy hőmérsékletű (1075 °C) edzést és háromszori, nagy hőmérsékletű megeresztést (525, 535, 515 °C) (7. ábra), míg harmadik esetben nagy hőmérsékletű edzést (1075 °C) követően folyékony nitrogénnel történő mélyhűtést (mínusz 150 °C) (8. ábra) alkalmaztam, amit háromszori, nagy hőmérsékletű megeresztés (525, 535, 515 °C) követett (2. táblázat).

A háromszorosan nagy hőmérsékleten megeresztett minta hőkezelési diagramját a 7. ábra szemlélteti.

2. táblázat. Hőkezelési paraméterek

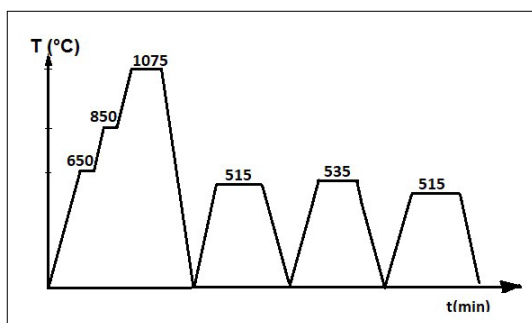
Próbatest	Auszténítésés (°C/min)	Mélyhűtés (°C/min)	Megeresztés (°C/min)
1	650/15 850/15 1020/20	-	190/120
2	650/15 850/15 1075/20	-	525/120 535/120 515/120
3	650/15 850/15 1075/20	- 150/50	525/120 535/120 515/120



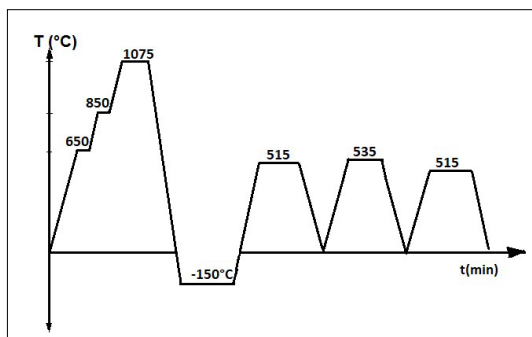
5. ábra. Rockwell C-keménységmérés



6. ábra. Olympus DCX 1000 optikai mikroszkóp



7. ábra. A 2-es számú minta hőkezelési diagramja



8. ábra. A 3-as számú minta hőkezelési diagramja

3. Mérési eredmények

A hőkezelések közben és után keménységméréseket végeztem. A keménységmérések eredményeit a 3. táblázat szemlélteti.

A keménységmérési vizsgálatok eredményei alapján megállapítható, hogy a 2-es és 3-as számú próbatetek keménységi értékei kisebbek, mint a kis edzési hőmérsékleten végzett 1-es próbatestet. Ez annak tulajdonítható, hogy a nagy hőmérsékleten végzett edzés után a primer króm-, molib-

3. táblázat. Keménységmérési eredmények

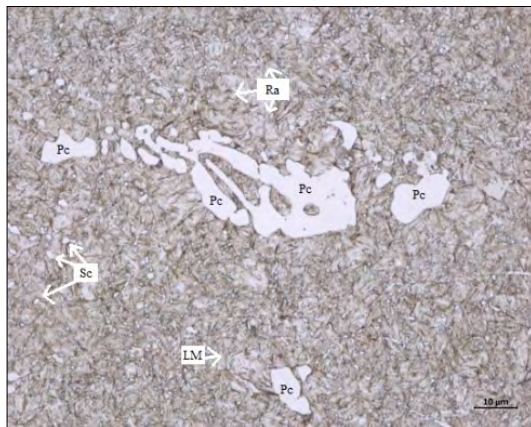
Próbatest	Lágyítva (HB)	Edzés után (HRC)	Megeresztések után (HRC)
1	212	62	60
2	212	61	60
3	212	61	60

dén-, vanádium-karbidok és ezek komplex karbidjainak egy része oldatba ment, illetve több a maradék ausztenit mennyisége.

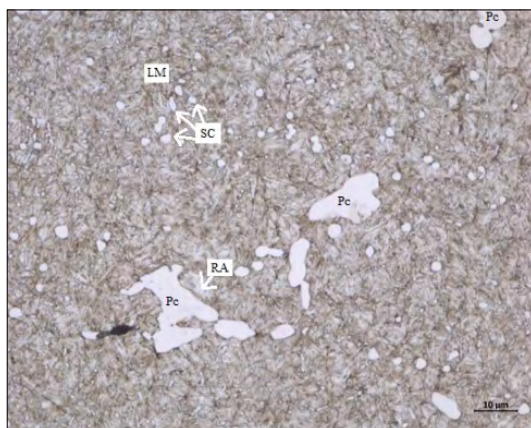
A csiszolással, polírozással és 2%-os Nital-oldattal előkészített próbatestek szövetszerkezeti képeit a 9.a–c ábrák szemléltetik. A 9.a ábrából kitűnik, hogy a kis hőmérsékleten edzett és kis hőmérsékleten megeresztett szerszámacél szövetszerkezetében elég nagy a primer karbidok mennyisége, nagyságuk eléri a 60 µm-t, a maradék ausztenit mennyisége pedig eléri a 8–10%-ot. A nagy hőmérsékleten edzett, illetve háromszor nagy hőmérsékleten megeresztett, 2-es számú próbatest szövetszerkezeti képe azt mutatja, hogy a maradék ausztenit egy része átalakult megeresztett martenzitté, illetve a primer karbidok mennyisége és nagysága több mint felére csökkent, viszont láthatók a nagy megeresztési hőmérsékleten az oldatból kivált, apró, szekunder karbidok. A 9.c. ábra a nagy edzési hőmérsékletről –150 °C-ig hűtött és nagy megeresztési hőmérsékleten háromszor megeresztett, 3-as számú próbatest mikroszkópos képét mutatja 1000-szeres nagyításba. Itt látható, hogy a mélyhűtéssel a maradék ausztenit mennyisége minimálisra, 1% körülire csökkent, és szövetszerkezetét a finom, diszperz szekunder karbidok jellemzik.

4. Következtetés

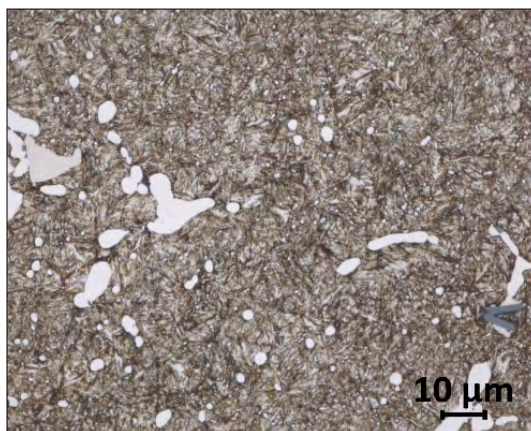
A Sverker 21-típusú, lédeburitos szövetszerkezetű hidegalakító szerszámacélnak jók a kopási tulajdonságai és a keménysége; a belőle készült szerszámoknál a megfelelő hőkezelési technológia alkalmazásával jó szívósságot és mérettartósságot lehet elérni. A kis hőmérsékletű edzés és egyszeri megeresztés után jó keménységi értéket kaptam, viszont a szövetszerkezet inhomogenitást mutatott: nagy méretű primer karbidok jelenléte mellett sok maradék ausztenit és martenzites szövet jellemezte. A 2-es próba, mely nagy hőmérsékleten volt ausztenitesítve és háromszor nagy hőmérsékleten megeresztve, szövetszerkezetében kisebb, homogénebb, egyenletesebb karbideloszlást láthatunk. A maradék ausztenit mennyisége is 4% körülire csökkent, és végső keménysége



9.a. ábra. Az 1-es számú próbatest mikroszkópos képe



9.b. ábra. A 2-es számú próbatest mikroszkópos képe



9.c. ábra. Az 3-as számú próbatest mikroszkópos képe

is megfelelő lett. A 3-as minta mélyhűtve volt, a mélyhűtés hatására még diszperzebb, finomabb szekunder karbidok jelentek meg a szövetszerkezetben, és a maradék ausztenit szintje nem is észlelhető; így a hőkezelés utáni méretváltozás nem feltételezhető. Ezzel a hőkezelési technológiával érhető el ennek az összetételű anyagnak a legjobb szívóssági tulajdonsága, valamint az ebből gyártott termék leghosszabb élettartalma.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak a támogatásért a magyar államnak és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatalnak a támogatásért a TÉT-2019-00093 számú projekt megvalósításában.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Swamini A. Chopra, V.G. Sargade: *Metallurgy behind the Cryogenic Treatment of Cutting Tools: An Overview*. 4th International Conference on Materials Processing and Characterization. Materials Today: Proceedings, 2/4-5. (2015) 1814–1824. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2015.07.119>
- [2] Daniel Tobola, Witold Brostow, Kazimierz Czechowsky, Piotr Rusek: *Improvement of Wear Resistance of Some Cold Working Tool Steels*. Wear, 382–383 (2017) 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2017.03.023>
- [3] A. Oppenkowski, S. Weber, W. Theisen: *Evaluation of Factors Influencing Deep Cryogenic Treatment That Affect the Properties of Tool Steels*. Journal of Materials Processing Technology, 210/14. (2010) 1949–1955. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2010.07.007>
- [4] Tóth L., Fábíán E. R., Huszák Cs.: *Heat Treatment Effects on Properties of K110 Böhler Steel*. Abstracts Book of 10th International Engineering Symposium at Bánki, (2018) 85.
- [5] Martin Kurik, Jakub Lacza, Tomas Vlach, Jana Sobotova: *Study of the Properties and Structure of Selected Tool Steels for Cold Work Depending on the Parameters of Heat Treatment*. Materials and Technology, 51/4. (2017) 585–589. <https://doi.org/10.17222/mit.2016.120>
- [6] Yaowen Xu, Fei Chen, Zhen Li, Gengwei Yang, Siquian Bao, Gang Zhao, Ximping Mao, Jun Shi.: *Kinetics of Carbon Partitioning of Q&P Steel: Considering the Morphology of Retained Austenite*. MDPI, Metals, 12/2. (2022) 344. <https://doi.org/10.3390/met12020344>
- [7] Muneo Yaso, Shuhei Hayashy, Shigekazu Morito, Takuya Ohba.: *Characteristics of Retained Austenite in Quenched High C-High Cr Alloy Steels*. Materials Transactions, 50/2. (2009) 275–279. <https://doi.org/10.2320/matertrans.MRA2008161>
- [8] M. Perez, C. Rodriguez, F.J. Belzunce.: *The Use of Cryogenic Thermal Treatments to Increase the Fracture Toughness of a Hot Work Tool Steel Used to Make Forging Dies*. Procedia Materials Science, 3. (2014) 604–609. <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.06.100>
- [9] Gavrilyuk V. G, Theisen W., Sirosh V.V.: *Low-temperature Martensitic Transformation in Tool Steels in Relation to Their Deep Cryogenic Treatment*. Acta Materiala, 61/5. (2013) 1705–1715. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2012.11.045>
- [10] Das D., Dutta A.K., Toppo V., Ray K.K.: *Effect of Deep Cryogenic Treatment on the Carbide Precision and Tribological Behaviour of D2 Steel, Materials Manufacturing Processes*, 22/4. (2007), 474–480. <https://doi.org/10.1080/10426910701235934>
- [11] Molinari A., Pellizzari M., Gialanella S., Straffelini G., Stiasny K. H.: *Effect of Deep Cryogenic Treatment on the Mechanical Properties of Tool Steels*. Journal of Materials Processing Technology, 118/1–3. (2001) 350–355. [https://doi.org/10.1016/s0924-0136\(01\)00973-6](https://doi.org/10.1016/s0924-0136(01)00973-6)
- [12] Das D, Sarkar A.K., Dutta A.K., Ray K.K.: *Influence of Sub-zero Treatments on Fracture Toughness of AISI D2 Steel*. Materials Science and Engineering: A, 528/2. (2010). 589–603. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2010.09.057>
- [13] Patricia Jovicevic-Klug, Matic Jovicevic-Klug, Tina Sever, Darja Feizpour, Bojan Podgornic: *Impact of Steel Type, Composition and Heat Treatment Parameters on Effectiveness of Deep Cryogenic Treatment*. Journal of Materials Research and Technology, 14/5. (2021) 1007–1020. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.07.022>
- [14] D. Senthilkumar: *Effect of Deep Cryogenic Treatment on Residual Stress and Mechanical Behaviour of Induction Hardened En 8 Steel*. Advances in Materials and Processing Technologies, 2/4.(2016) 427–436. <https://doi.org/10.1080/2374068X.2016.1244326>

SZÍNDISZKRIMINÁCIÓ A KONFÚZIÓS IRÁNYOK MENTÉN

CHROMATIC DISCRIMINATION TOWARDS THE CONFUSION POINTS

Urbin Ágnes,¹ Nagy Balázs Vince²

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék. Budapest, Magyarország, urbin@mogi.bme.hu

² Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék. Budapest, Magyarország, nagyb@mogi.bme.hu

Abstract

In this paper chromatic discrimination thresholds of normal colour-observers are analysed. Measurements were obtained with the Cambridge Colour Test, in different reference points. The results show differences in terms of the reference chromaticities. Reference points within the gamut of a CRT display were found where thresholds of normal colour observers measured towards the confusion points exceeded the normative upper threshold limit of normal colour observers. The discrimination thresholds estimated towards the confusion lines based on Trivector measurements exceeded the thresholds estimated by the Ellipse tests. Our results indicate that in case of determination of discrimination ellipses, measurements towards the confusion points are recommended.

Keywords: *chromatic discrimination, confusion point, just noticeable difference, Cambridge Colour Test.*

Összefoglalás

A publikációban bemutatott kutatás során épszínlátó személyek színdiszkriminációs küszöbértékei kerültek összehasonlításra. A küszöbértékek a Cambridge Colour Test Ellipszis és Trivector moduljaival kerültek meghatározásra, különböző referenciapontokhoz képest. Az eredmények különbséget mutatnak a referenciapontok elhelyezkedésének függvényében. A konfúziós irányokban mért küszöbértékek esetén egy CRT-monitor gamutján belül találhatóak olyan referenciapontok, amelyek körül épszínlátó személyek eredményei is meghaladhatják az épszínlátó személyek küszöbértékeinek felső határértékét. A konfúziós irányok mentén, Trivector mérések alapján becsült küszöbértékek meghaladták az ellipszistesztek által a konfúziós irányokban meghatározott küszöbértékeket. Az eredményeink alapján színdiszkriminációs ellipszisek meghatározásakor javasolt a konfúziós irányok mentén is méréseket végezni.

Kulcsszavak: *színdiszkrimináció, konfúziós pont, legkisebb észlelhető küszöbérték, Cambridge Colour Test.*

1. Bevezetés

A színlátás vizsgálatának egyik alapvető tárgya a színdiszkriminációs képesség vizsgálata, mely alapján fény derülhet veleszületett színlátásproblémákra, mint pl. a szintévesztés valamely formájára [1], betegségek korai stádiumának jelzésére, mint pl. a cukorbetegség [2], ártó környezeti hatások eredményeképp bekövetkező problémák kimutatására [3, 4] vagy akár életkor függvényében történő változásokra [5].

Mindemellett, a színdiszkriminációs képesség vizsgálata és feltérképezése fontos lépés a színkülönbségek és az egyenletes színrendszerek definíciói felé vezető úton, illetve azok ellenőrzésében [6–8].

A mérési módszernek, illetve a kísérleti tervnek természetesen összhangban kell lennie az aktuális kutatás céljával, ezért a színlátáskutatás történetének évtizedei alatt számos vizsgálati módszer fejlesztettek és alkalmaznak a mai napig különböző klinikai és kutatási célokra [9, 10].

A színlátás kutatásának egyik legnagyobb szépsége egyben annak nehézsége is, nevezetesen, hogy a színek a megfigyelő nélkül nem léteznek. A színérzékelés és a színészlelés méréséhez és tanulmányozásakor a mérőrendszer szerves része az emberi látórendszer, így a mérési módszerek egy nagy kihívása az emberi hibatényező minimalizálása.

Épp ezért, habár a szakirodalom foglalkozik a nagy színkülönbségek meghatározásával és összehasonlításával [11, 12], a szindiszkrimináció mérendő mennyisége jellemzően a legkisebb észlelhető küszöbérték, vagyis az a legkisebb színkülönbség, amelyet a megfigyelő még meg tud különböztetni.

Ennek mérésére több módszerrel találkozhatunk a szakirodalomban. A színegyeztetés során jellemzően egy osztott látómező egyik felében megjelenő színingert kell megvalósítani a másik félben, adott alapszínekből. Itt a fő paraméterek a referencia színinger, valamint a keveréshez használható alapszínek. Erre általános gyakorlati példa az anomaloszkóp, de ilyen módszerrel végezte MacAdam is azt a szindiszkriminációs mérést, amely a mai napig egy meghatározó adatbázis (az ún. MacAdam-féle ellipsziseket) nyújt a színtan világának [13].

Egy szintén elterjedt módszer a színsorokból álló teszt, ahol a mintákat valamilyen szintani paraméterük (jellemzően színezetük) alapján sorba kell rendezni. Itt a sorban egymást követő minták között észlelhető különbség nagysága a meghatározó paraméter, legyen az a világosság, színezet, telítettség vagy ezek valamely kombinációjának értelmében definiálva. Ilyen tesztre példa az FM-100HUE- vagy a D15-teszt, de ilyen vizsgálatot ajánl az érzékszervi szakértő bírálók kiválasztásához útmutatásul szolgáló szabvány is [14].

A klinikai gyakorlatban elterjedtek a pseudoizokromatikus tesztek, amelyek alapelemei olyan ábrák, amelyeken adott tartományon belül véletlenszerű méretű és elhelyezkedésű foltokból áll össze egy kép. A képen belül a foltok világossága véletlenszerűen változik, míg a foltok színezete alapján elkülöníthető egy háttér és egy minta. A feladat a minta kiolvasása, ami csak akkor lehetséges, ha a minta és a háttér színezete között észlelhető színingerkülönbség meghaladja a megfigyelő legkisebb észlelhető küszöbértékét. Ennek egyik legelterjedtebb változata az Ishihara-teszt, amelyet kifejezetten a szintévesztés deuteranómia- és protanómia típusainak detektálására használnak klinikai gyakorlatban [15]. A módszer alapja, hogy a pseudoizokromatikus ábrák hát-

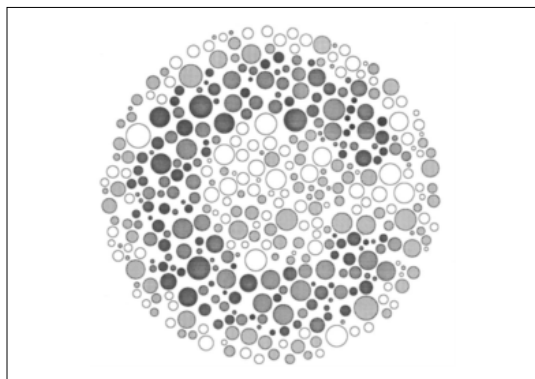
terei és a kiolvasandó minták olyan színpárokat alkotnak, amelyek a protan- vagy a deutan-konfúziósirányok mentén helyezkednek el, így a szintévesztő személyek számára a színkülönbség nem vagy csak nagyon nehezen érzékelhető.

Az Ishihara-teszthez hasonló, színlátáskutatásban elterjedt pseudoizokromatikus teszt a Cambridge Colour Test (CCT), amelynek előnye a nyomtatott Ishihara-teszttel szemben, hogy monitoron végezhető, így a szintévesztés meghatározásán túl adott kutatásokhoz illesztett beállításokkal végezhető [16, 17]. A tesztábrákon egy Landolt C mintát kell kiolvasni (ld. 1. ábra), és annak orientációját megadni egy távirányító segítségével. A teszt fő paraméterei a pseudoizokromatikus ábrák háttérének (a referenciapontnak) és mintájának színe, valamint az ábrákon megjelenő fénysűrűségzaj tartománya.

A teszt adaptív, a résztvevő válaszai alapján folyamatosan növeli vagy csökkenti a különbséget a teszt során változatlan referencia-színpont és az aktuálisan felismerendő minta színei között. Ez az adaptivitás, valamint a kalibrált CRT-monitor és a ViSaGe MkII színingergenerátor alkalmazása nemcsak sérült szindiszkriminációs képességű személyek vizsgálatára, hanem akár épszínlátó személyek színlátása közötti különbségek kimutatására is lehetőséget nyújt.

A teszt natív színrendszere a CIE 1976 UCS szín-diagram, így a színkoordinátákat (u^* ; v^*) koordináttákként, a mérés eredményeül szolgáló küszöbértékeket pedig $\Delta E_{u^*v^*}$ színkülönbségként adja meg.

A CCT két modulja az ellipszisteszt és a Trivector-teszt. Az ellipszisteszt esetében a küszöbértékeket a referenciapontból egyenközű irányokban



1. ábra. A Cambridge Colour Test egy tesztábrája. A sötétebb pontok jelölik a felismerendő mintát, a világosabb pontok a háttérrel. A valóságban a pseudoizokromatikus ábrán ez a két terület nem világosságban, hanem színezetben tér el egymástól [18].

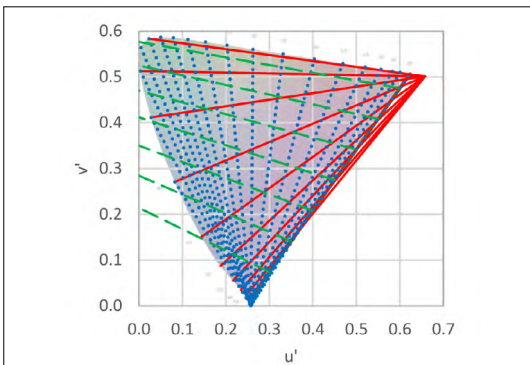
felvett mérési irányokban határozza meg, majd az így kapott küszöbértékek és a referenciapont ismeretében legkisebb négyzetek módszerével egy ellipszist illeszt be az adatokra, amellyel az a terület becsülhető meg, amelyen belül a megfigyelő nem lát különbséget a színek között.

A Trivector-teszt adott referenciapontból a három konfúziós irányban ad eredményt. A konfúziós irányok a CIE 1931 vagy 1976 UCS színdiagram bármely színpontjából a három konfúziós pont egyikébe mutató irányok. A **2. ábra** a CIE 1976 UCS színdiagramban ábrázolja a protan- (0.6579;0.5013), a deutan- (1.2174;0.7826) és a tritan- (0.2573;0.0000) konfúziós pontok felé tartó konfúziós irányokat.

A CCT hivatalos útmutatója alapján [17] a Trivector-teszten protan- és deutan-konfúziósirányban $100 \cdot 10^{-4}$, tritan-konfúziósirányban pedig $150 \cdot 10^{-4}$. $\Delta E_{u'v'}$ -színkülönbséget meghaladó küszöbérték esetében színtévesztésről beszélhetünk. Az ellipszisteszt kiértékelésekor jellemzően 2.0 alatti tengelyarány esetében tekintendő normálisnak a színlátás. A szakirodalomban fellelhető [19], mérések alapján meghatározott normatív felső és alsó Trivector-teszteredmény-határértékek épszínlátó személyek esetén a (0.197;0.469) referenciapontban mérve a következők:

- protan: $25.2 \cdot 10^{-4}$; $69.3 \cdot 10^{-4}$;
- deutan: $24.7 \cdot 10^{-4}$; $82.4 \cdot 10^{-4}$;
- tritan: $37.3 \cdot 10^{-4}$; $113.4 \cdot 10^{-4}$.

Az ellipszistesztről a következő 3 referenciapontban ismertek normatív értékek épszínlátó személyek esetén: Field 1: (0.197;0.469), Field 2: (0.193;0.509), és Field 3: (0.204;0.416). A normatív értékek a nagytengely hossza, valamint a nagy- és kistengelyek aránya:



2. ábra. Protan- (folytonos piros vonalak), deutan- (szaggatott zöld vonalak) és tritan- (pöttyözött kék vonalak) konfúziós irányok a CIE 1976 UCS színdiagramban ábrázolva.

- Field 1: $127.7 \cdot 10^{-4} \pm 35.8 \cdot 10^{-4}$; 1.6 ± 0.3 ;
- Field 2: $142.1 \cdot 10^{-4} \pm 38.7 \cdot 10^{-4}$; 1.6 ± 0.4 ;
- Field 3: $174.9 \cdot 10^{-4} \pm 47.7 \cdot 10^{-4}$; 2.2 ± 0.5 .

Míg a szakirodalomban fellelhető CCT-mérések célja jellemzően különböző csoportok összehasonlítása a CCT-kézikönyvben megadott referenciapontokban [5, 20, 21], arról kevés adat található, hogy a semleges szürkétől erősen eltérő referenciapontokban milyen küszöbértékek várhatóak eredményül. Jelen cikk szerzői által publikált tanulmányban [22] egy CRT-monitor teljes gamutját lefedő referenciapont-hálóban végzett Trivector-tesztsorozat alapján megállapítható, hogy a referenciapontokat a semleges ponttól valamely konfúziós irány felé eltolva, az eltoló referenciaponttól a fenti konfúziós irány felé mért küszöbérték nagymértékben növekszik, és ez a növekedés matematikai modellel becsülhető.

Jelen cikkben bemutatott kutatásunk célja annak vizsgálata, hogy a konfúziós irányok felé mért küszöbérték-növekedés kimutatható-e az ellipszistesztek esetében is.

2. Módszerek

A méréseket épszínlátó egyetemi hallgatók végezték binokulárisan, egy sötétített szobában, ahol csak a tesztet megjelenítő monitor volt látható. A tesztábrakon $5 \pm 3 \text{ cd/m}^2$ fényssűrűségű biztositotta, hogy csak színekülönbség legyen észlelhető, világosságkülönbség ne.

A kísérleti terv illeszkedik a korábbi kutatásához [22]: a (0.2024; 0.4689) koordinátájú színpont volt a semleges pontként definiálva, a referenciapontokat ettől a ponttól távolítottuk 8 egyenlően elosztott irány mentén.

A kísérleti tervben az alábbi definíciókkal éltünk: a referenciairány a semleges pontból a referenciapont felé mutató irány (jelölése: δ); a mérési irány az az irány, amely mentén a referenciaponthoz képest a felismerendő Landolt C ábra színezete változik; valamint ϑ jelöli az ellipszisek nagytengelyének irányát. Az irányok minden esetben az u' abszcisszatengelyhez képest értendők.

A referenciairányokat (k) formában jelöljük, ahol $k = \delta / (\pi/4)$. A referenciapontokat a referenciairányok mentén, referenciátávolságok függvényében jelöljük. A referenciátávolság a **3. ábra** jobb alsó sarkában látható nyílak mentén növekszik úgy, hogy a semleges pont minden referenciairány mentén a 0 értéket kapja. Egysége: $\Delta E_{u'v'} = 0.027$. A **3. ábra** jelöli a (3) referenciairány mentén a -5,(3), valamint a 3,(3) referenciapontokat.

Míg a korábbi Trivector-teszteket egyenközű lépésekkel, összesen 66 db referenciapontban, az ellipsziszteszteket ugyanazon referenciapontok közül összesen 23 db pontban végeztük el. A referenciapontokat a **3. ábra** mutatja.

3. Eredmények és kiértékelés

Az ellipsziszteszteket 8 db mérési iránnyal végeztük. Ugyan a CCT minden egyes mérés eredményeképp megadja egy, a mért küszöbértékekre illesztett ellipszis paramétereit, a kiértékelés során a referenciapontként mért küszöbértékek átlagértékeire legkisebb négyzetek módszerével illesztett ellipsziseket vizsgáltuk. Az eredményül kapott színdiszkriminációs ellipsziseket a **4. ábra** mutatja. Az ellipszisek 3-szoros nagyítással szerepelnek az ábrán.

A Trivector-tesztek részletes kiértékelése a szerzők korábbi publikációjában olvasható [22]. A jelen kutatásban használt eredmény a konfúzi-

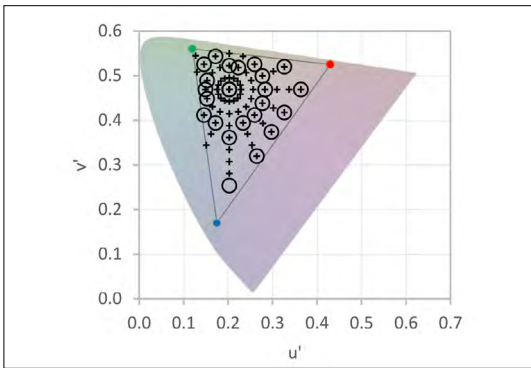
ós irányok felé mért küszöbértékek (Δ) másodfokú polinomokkal történő becslése a referenciairány és a referenciátávolság függvényében (1), (2) és az **1. táblázat** alapján, ahol x a referenciátávolság.

$$\Delta_{P,D,T} = c_2 \cdot x^2 + c_0 \tag{1}$$

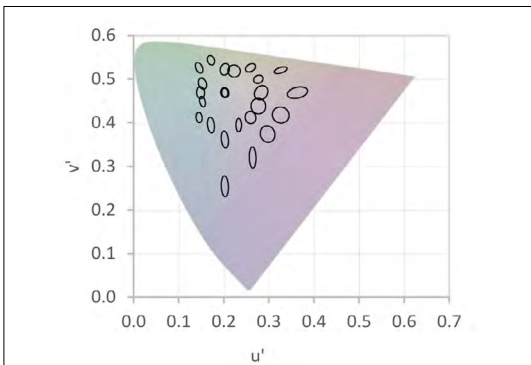
$$c_2(\delta) = \sqrt{\frac{a^2 \cdot b^2}{a^2 \cdot \sin^2(\delta - \vartheta) + b^2 \cdot \cos^2(\delta - \vartheta)}} \tag{2}$$

1. táblázat. Az (1) és (2) egyenlet paramétereit [22]

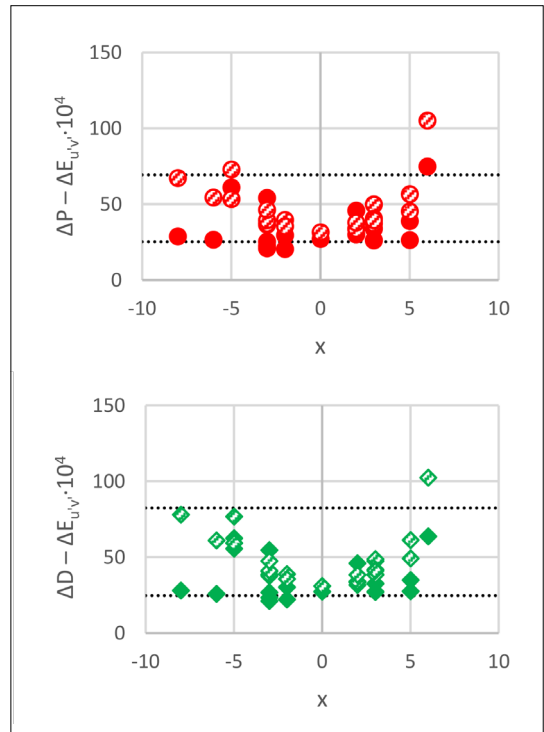
	Protan	Deutan	Tritan
a	2.3810	2.1872	4.6203
b	0.5549	0.7265	0.5507
ϑ	171.84°	170.62°	95.57°
c_0	31.4695	31.0190	50.2427



3. ábra. Referenciairányok, valamint a referenciapontok a Trivector-tesztek (+), illetve az ellipszisztesztek (o) esetében a CIE 1976 UCS színdiagramban.



4. ábra. Színdiszkriminációs ellipszisek a CIE 1976 UCS színdiagramban. Az ellipszisek 3-szoros nagyítással szerepelnek az ábrán.



5. ábra. Protan- (fent) és deutan- (lent) konfúziós irány mentén becsült színdiszkriminációs küszöbértékek (ΔP és ΔD) a Trivector- (sraffozott) és az ellipszis- (kitöltött) tesztek eredményei alapján, a referenciátávolság függvényében. A szaggatott vonalak a küszöbértékeknek a szakirodalomban publikált várható terjedelmét jelzik.

A konfúziós irányokban a Trivector-mérések alapján meghatározott (1) és (2) egyenletek és az **1. táblázat** alapján becsült küszöbértékeket és az ellipsziszteszt eredményeképp kapott ellipszisek megfelelő irányú sugarait az **5. ábra** és a **6. ábra** mutatja. Az ábrákon a sraffozott pontok a Trivector, a kitöltött pontok az ellipsziseredményeket jelölik rendre a protan (●), deutan (◆) és a tritan (▲) konfúziós irány esetében. Mindhárom grafikonon az abszcissza a referenciátávolság, az ordináta pedig a küszöbérték.

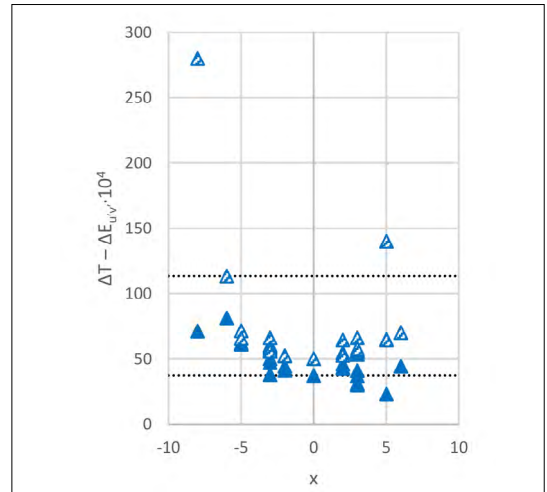
Az ellipszisek nagytengelyének iránya erős, lineáris korrelációt mutat a referenciáiránynyal (Spearman-korrelációs együttható: 0.82; $p = 1.73 \cdot 10^{-6}$, ld. **7. ábra**), tehát a színdiszkriminációs képesség jellemzően a mérések referenciaszínei mentén romlott.

4. Összegzés, konklúzió

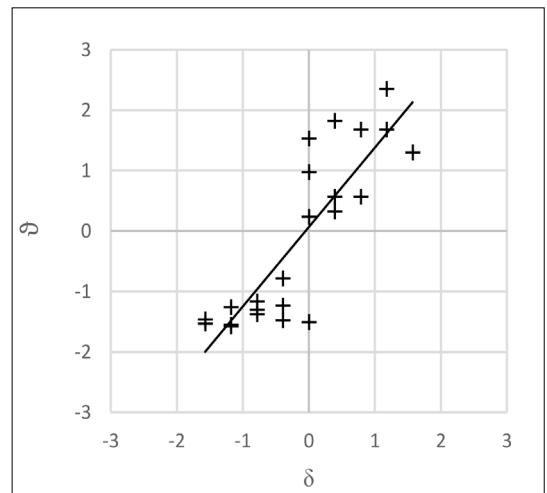
Az **5. ábra** és a **6. ábra** illusztrálja, hogy a protan-, illetve deutan-konfúziósirányokban mért küszöbértékek hasonló és a tritanértékektől eltérő eloszlást mutatnak mindkét metrika szerint. Mindhárom konfúziós irány esetében láthatóak olyan küszöbértékek, amelyek meghaladják a normál színlátók küszöbértékének felső határát.

A **7. ábra** és a hozzákapcsolódó korrelációvizsgálat azt mutatja, hogy az ellipszisek megnyúlásának irányára erős hatással van az, hogy a referenciapont milyen irányban van eltolva a semleges színponthoz képest az 1976 UCS diagramon. Mindemellett maguk az ellipszisek (ld **4. ábra**) azt mutatják, hogy az ellipszisek a protan- és a tritan-konfúziós pont felé nyúltak, viszont a deutan-konfúziós pont irányában nem tapasztaltunk ilyesmit. Ennek oka lehet, hogy a monitor gamutja a semleges ponttól a deutan-konfúziósirány felé lényegesen szűkebb megjeleníthető színtartományt foglal magában, emiatt a deutan-irányban kevesebb referenciapontot is tudtunk megjeleníteni, és a megvalósult mérések esetén is kisebb tartományon változhatott a pseudoizokromatikus ábra mintaszíne. Ennek a hatásnak a vizsgálatára további mérések elvégzése szükséges, egy bővebb gamuttal rendelkező kijelzővel.

Az **5. ábra** és a **6. ábra** grafikonjai alapján megállapítható, hogy a Trivector-bebecslések szinte minden esetben meghaladják az azonos referenciapontban felvett ellipszismérés alapján becsült küszöbértéket, tehát a becsült színdiszkriminációs ellipsziseken kívül is voltak olyan színek, amelyeket a megfigyelők nem tudtak megkülönböztetni.



6. ábra. Tritan-konfúziósirány mentén becsült színdiszkriminációs küszöbértékek (ΔT) a Trivector- (sraffozott) és az ellipszis- (kitöltött) tesztek eredményei alapján, a referenciátávolság függvényében. A szaggatott vonalak a küszöbértékeknek a szakirodalomban publikált várható terjedelmét jelzik.



7. ábra. Az ellipszisek nagytengelyének iránya (θ) a referenciáirányok (δ) függvényében.

Ez arra enged következtetni, hogy az ellipsziszteszt megbízhatósága függ attól, hogy a 360°-ot egyenlően felosztó mérési irányok valamelyike(i) egybeesnek-e vagy megközelítik-e valamelyik konfúziós irányt. Ennek kiküszöbölésére ajánlott a kísérleti terv elkészítésekor a konfúziós irányoknak kiemelt szerepet biztosítani épszínlátó személyek vizsgálata esetében is.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] B. L. Cole: *Assessment of Inherited Colour Vision Defects in Clinical Practice*. Clin. Exp. Optom., 90/3. (2007)157–175.
- [2] M. Gualtieri, C. Feitosa-Santana, M. Lago, M. Nishi, D. F. Ventura: *Early Visual Changes in Diabetic Patients with No Retinopathy, Measured by Color Discrimination and Electroretinography*. Psychol. Neurosci. 6/2. (2013) 227–234.
- [3] D. F. Ventura et al.: *Colour Vision and Contrast Sensitivity Losses of Mercury Intoxicated Industry Workers in Brazil*. Environ. Toxicol. Pharmacol., 19/3, (2005) 523–529.
- [4] D. F. Ventura et al.: *Color Vision Loss in Patients Treated with Chloroquine*. Arq. Bras. Oftalmol., 66/5. SUPPL.(2003) 9–15.
- [5] G. V Paramei, B. Oakley: *Variation of Color Discrimination across the Life Span*. J. Opt. Soc. Am. A Opt. Image Sci. Vis., 31/4, (2014) A375–A384.
- [6] S. Wen: *A Color Difference Metric Based on the Chromaticity Discrimination Ellipses*. Opt. Express, 20/24. (2012) 26441.
- [7] D. L. MacAdam: *Uniform Color Scales*. J Opt Soc Am, 64/12, (1974)1691–1702.
- [8] Q. Xu, B. Zhao, G. Cui, and M. R. Luo: *Testing Uniform Colour Spaces Using Colour Differences of a Wide Colour Gamut*. Opt. Express, 29/5. (2021) 7778.
- [9] S. J. Dain: *Clinical Colour Vision Tests*. Clin. Exp. Optom., 87/4–5. (2004) 276–293.
- [10] N. Hasrod, A. Rubin: *Colour Vision: A Review of the Cambridge Colour Test and Other Colour Testing Methods*. African Vis. Eye Heal., 74/1. (2015) 1–7.
- [11] M. R. Pointer, G. G. Attridge: *Some Aspects of the Visual Scaling of Large Colour Differences*. Color Res. Appl., 22/5. (1997) 298–307.
- [12] S. Abasi, M. Amani Tehran, M. D. Fairchild: *Distance Metrics for Very Large Color Differences*. Color Res. Appl., 45/2. (2020) 208–223.
- [13] D. L. MacAdam: *Visual Sensitivities to Color Differences in Daylight*. J. Opt. Soc. Am., 32,/5. (1942) 247–274.
- [14] ISO 8586:2012 *Sensory Analysis — General Guidelines for the Selection, Training and Monitoring of Selected Assessors and Expert Sensory Assessors*. 2012. 28.
- [15] S. Ishihara: *Tests for Color Blindness*. Tokyo, Kyoto: Kanehara Shuppan Co. Ltd., 1972.
- [16] B. C. Regan, J. P. Reffin, J. D. Mollon: *Luminance Noise and the Rapid-Determination of Discrimination Ellipses in Color Deficiency*. Vision Res., 34/10. (1994) 1279–1299.
- [17] J. D. Mollon, B. C. Regan: *Handbook of the Cambridge Colour Test*. London, UK, 2000.
- [18] B. C. Regan, J. D. Mollon: *Discrimination Ellipses in the MacLeod-Boynton Diagram: Results for Normal and Colour-deficient Subjects Obtained with a CRT Display*. Drum, B. Colour Vis. Defic., XII. (1995) 445–451.
- [19] D. F. Ventura et al.: *Preliminary Norms for the Cambridge Colour Test*. In: J. D. Mollon, J. Pokorny, K. Knoblauch: *Normal and Defective Colour Vision*, Eds. Oxford, 2010.
- [20] G. V. Paramei: *Color Discrimination across Four Life Decades Assessed by the Cambridge Colour Test*. J. Opt. Soc. Am. A, 29/2. (2012) A290.
- [21] M. F. Costa, D. F. Ventura, F. Perazzolo, M. Murakoshi, L. C. D. L. Silveira: *Absence of Binocular Summation, Eye Dominance, and Learning Effects in Color Discrimination*. Vis. Neurosci., 23/3–4. (2006) 461–469.
- [22] Á. Urbin, B. V. Nagy: *Chromatic Discrimination Thresholds as a Function of Color Differences and Cone Excitations*. Period. Polytech. Mech. Eng., 65/4. (2021) 385–397.

HA ÜNNEPELJÜK, TALÁN MÉGIS LÉTEZIK MAGYAR TUDOMÁNY

IF WE CELEBRATE, MAYBE THERE EXISTS A HUNGARIAN SCIENCE

Dobránszky János^{1,2}

¹ Eötvös Loránd Kutatási Hálózat, ELKH, MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport, Budapest, Magyarország, Dobranszky.Janos@elk.bme.hu

² Anyagtudomány és Technológia Tanszék, BME Gépészmérnöki Kar, Budapest, Magyarország

Abstract

The article is a textual description of the author's presentation given at the conference of the Hungarian Science Day in Transylvania 2021 - XXII: Technical Scientific Session on November 20, 2021. The lecture draws attention to the worrying phenomenon that is becoming more and more prevalent in the research evaluation system of the Hungarian Academy of Sciences. Even at the level of management declarations, the suitability of the Hungarian language as a language of scientific research is openly questioned. The appendix contains the text of a letter sent by the author to the heads of 16 Hungarian university faculties, asking the deans to cultivate the Hungarian technical language by engaging in standardization work.

Keywords: *Hungarian science, Hungarian language, Hungarian standardization, leader's responsibility.*

Összefoglalás

A cikk a szerző azon előadásának a szöveges leírata, amely a Magyar Tudomány Napja Erdélyben 2021 – XXII: Műszaki Tudományos Ülésszaka konferencián hangzott el, 2021. november 20-án. Az előadás arra az aggasztó jelenségre hívja fel a figyelmet, amely egyre erősebben érvényesül a Magyar Tudományos Akadémia tudományoskutatás-értékelési rendszerében. Már vezetői deklarációk szintjén is nyíltan megkérdőjelezik a magyar nyelvnek a tudományos kutatás nyelveként való alkalmasságát. A függelékben a szerző által 16 magyarországi egyetemi kar vezetőjének küldött levél szövege olvasható, amely a magyar szaknyelvnek az ápolására kéri fel a dékánokat a szabványosítási munkába való bekapcsolódás révén

Kulcsszavak: *magyar tudomány, magyar nyelv, magyar nyelvű szabványosítás, vezetői felelősség.*

Tisztelt Elnök Úr, Hölgyeim és Uraim!

Elnézést kérek azért, hogy nem egy „valódi” kutatási témáról beszélek, amelyik adott esetben rajtam kívül talán mást is érdekelhetne, hanem egy ideje a régi rögeszmém – a magyar tudományos nyelv, a magyar tudományos kutatás aggasztó példái – azok, amelyek motiváltak az előadás témájának kiválasztásánál. A címe az előadásomnak az, hogy ha egyszer ünnepeljük, akkor talán biztos létezik még magyar tudomány. De azért ebben nem csak egy ilyen pesszimista kétely van,

hanem bizony nagyon figyelmeztető jelek, amelyeket én észlelek az elmúlt időszakban, az elmúlt néhány évben. Méghozzá egyre erősödő jellel, amely jelek ezt az aggodalmaskodást részemről, úgy érzem, hogy talán indokoltan tartják fenn. Az idei évben [az előadás 2021-ben hangzott el] viszonylag sok konferencián megpróbáltam ennek az aggodalomnak hangot adni, és mindazonkon a fórumokon, ahol módom nyílik rá, én ezt meg is teszem. Egyben persze biztatni igyekszem minden olyan, különösen felelős pozícióban lévő magyar tudóst, kutatót és kollégát, hogy ezt az

aggodalmat gondolják végig, és a maguk területén próbálják meg elősegíteni azt, hogy azok a veszélyek, amelyeket én érzékelek, minél inkább tompuljanak, és ne jussunk el abba a helyzetbe, amikor adott esetben azzal szembesülünk, hogy egy konferencia nyelvét is angolban határozzák meg.

Az aggodalmaknak néhány példáját hadd mondjam el. Az egyik példa az, hogy a magyar tudományos kutatásban is megjelentek olyan, nagyon határozott és szinte már uralkodó helyzetbe került vélemények, hogy igazából a tudomány nyelve az angol. Magyar nyelvű tudományos kutatás talán nem is létezik, gondolhatják adott esetben sokan. Van, aki ezt állítja, mégpedig nem igazán kis pozícióban levő emberek, hanem igen komoly, meghatározó, vezető személyiségek. Természetesen ennek meglehet a maga létjogosultsága akkor, amikor a nemzetközi tudománnyal kapcsolatos teljesítményeket mérlegelik, mérlegeljük, értékeljük. De azért önmagában a Kárpát-medencében magyar emberek által végzett tudományos kutatásnak talán még mindig a munkanyelve a magyar, és addig, amíg ez így is lesz, csak lehet bízni meg reménykedni abban, hogy ez a nyelv képes megőrizni a tudományos kutatásban is a maga fejlődőképességét.

A probléma az, hogy amikor valaki a tudományos kutatási eredményeit elsősorban nem magyarul mutatja be és osztja meg a tudós kutatói közösséggel, és ezt nem magyar nyelven vitatják meg a témában szintén hozzáértő és valamilyen szinten együttműködő kutatói közösségek, akkor az nem szolgálja a magyar tudományos nyelv fejlődését, hanem sajnos az elsovadását, illetve a visszafejlődését vetíti előre. Nagyon fontos dolog az, hogy a tudományos kutatói műhelyekben ezzel kapcsolatban milyen gondolkodásmód irányul vagy épül fel.



Természetesen óriási jelentőségű az, amiről Dávid professzor úr beszélt, hogy létrejött Erdélyben is egy egyértelmű és ma már évtizedes múltra visszatekintő magyar nyelvű felsőoktatás, ezen belül műszaki felsőoktatás is. Ez talán az egyik legfontosabb garanciája annak, hogy ha ehhez tisztelettel és kellő felelősséggel közelít az anyaország számos egyeteme és kutatói közössége, akkor ebből egy nagyon komoly megtartó erő is származhat. Azt gondolom, hogy igen fontos beszélni arról, hogy a tudományos kutatási eredményeket a kutatók és az ő kutatói közösségeik milyen szinten igyekezzenek magyar nyelven megosztani a nemzetközi, beleértve a magyar és a nemzetközi térben dolgozó magyar kutatókkal.

Ebből a szempontból óriási jelentőségűnek tartom azt, hogy még léteznek magyar nyelvű tudományos kiadványok. Ezek közül kifejezetten hatalmas jelentőségűnek tartom az EME által létrehozott és gondozott magyar nyelvű tudományos folyóiratokat a mi szakterületünkön, amelyben Szabó professzorral, Mertinger professzorral magam is dolgozom; ez a technológia, az anyag-tudomány. Ezen a téren egy nagyszerű, kiváló, új folyóirat bontotta ki a szárnyait ezelőtt néhány évvel. Most már a negyedik évfolyam kiadványai vannak napirenden. Rettenetesen fontosnak tartom azt, hogy akik tehetnek azért, hogy ez a folyóirat erősödjön, azok tegyenek!



A tettek mezejére úgy lehet leginkább rálépni, hogy részt vesznek a hazai, tehát a magyarországi kutatói műhelyek vezetői és munkatársai is ennek a kiadványnak a tartalommal való megtöltésében, és adott esetben besegítenek abba a munkába, amely a minőség garanciája lehet, tehát a lektorálás, a szerkesztés és a folyamatos bővítés feladataiban, ami csak tőlük telik, igyekeznek elvégezni.

A problémákat bizonyos értelemben az gerjeszti, hogy a magyar tudomány formálisan legfőbb őrének számító Magyar Tudományos Akadémia belső terében és értékrendjében, megítélés szerint, nagyon kellemetlen és nagyon figyelmeztető jelenségek terjedtek el és erősödnek, amelyek sajnos pontosan oda hatnak, hogy a magyar nyelvű tudományművelés, a magyar nyelven való publikálás egyre kevésbé válik értékessé. Nagyon jó, hogy most a konferencia jelenlegi résztvevői között doktori iskolák vezetői is jelen vannak, és olyan vezető professzorok, akiknek van szavuk még más egyetemeken folyó doktori képzéseket illetően is. Én nagy tisztelettel kérem őket, hogy a doktori iskolájuk működésének a rendszerében próbálják meg megerősíteni azt a szemléletmódot – vagy ha nincs ilyen, akkor legalább megfontolni a kialakítását –, amely a magyar nyelvű publikálást és a magyar nyelvű tudományos kutatást nem tekinti alábbvalónak, mint az idegen nyelven, angolul végzett kutatómunkát, illetve az azon a nyelven való publikálást. Hanem – adott esetben talán még pozitív diszkriminációval – értékeli, és biztatásokat is ad erre vonatkozóan az ifjú kutatóknak.

Sajnos ez a jelenség, mármint hogy a magyar tudományos nyelv és a magyar tudományos kutatás hazai magyar erőforrásainak a jelentőségét szem előtt tartjuk, ez nem új keletű aggodalom. Ezzel kapcsolatban megpróbáltam felkutatni azt, hogy



az elmúlt évtizedekből vagy akár évszázadból visszanezve hogyan volt ez valamikor régen, és talán a legnagyobb aggodalomra az ad okot, hogy ez mindig is jelen volt a hazai problémák között. Erről Schmidt Sándor A Magyar Tudományról címmel írt cikkéből értesültem nem is olyan régen, amely 1887-ben jelent meg a Természettudományi Közönyben. Zárásképpen hadd idézzek az ő cikkéből: „Vannak olyanok is, akik csak tudományt, tudós munkásságot akarnak, akiknek a nyelv, a nemzeti szellem igazán mellékes valami. Tagadhatatlan, hogy valami igazuk van. De elfeledik-e, hogy ha csak tudóst akarnak, önként elejtik a magyart? Vagy talán az olyannyira mindegy, hogy magyarok legyünk, avagy csak legyünk?” Akit a cikk teljes egésze érdekel, megtalálja a Természettudományi Közöny 1887. évi kötetei között [www.matarka.hu].

Tisztelt kollégák, még egyszer nagy szeretettel köszönöm Bitay Nikőnek a meghívást, és mindannyiunknak kívánom azt, hogy ezek a gondolatok ne zaklassák föl, hanem inkább sarkallják önöket és mindannyiunkat arra, hogy a magyar tudomány és a magyar tudományos nyelv megérdemli a gondozást. Ez a közös felelősségünk. Köszönöm, elnök úr, a figyelmet!

Függelék

A függelék annak a 2021. május 28-i levélnek a szövegét tartalmazza, amelynek a címzettje tizenhat olyan, magyarországi egyetemi kar dékánja volt, ahol gépészmérnöki vagy anyagmérnöki képzés folyik.

„Az Erdélyi Magyar Műszaki Társaság április végén rendezte a XXIX. Nemzetközi Gépészeti Konferenciát. A konferencia egyik plenáris előadásának megtartására felkért előadóként ígéretet tettem arra, hogy az ott elmondottakra külön is fel fogom hívni mindazon egyetemi vezetőknek a figyelmét, akiknek komoly lehetőségük – s egyben felelősségük is – van a helyes és szép magyar szaknyelv sajnálatosan felerősödött pusztulásának megállításában.

Önöket, az egyetemi oktató-kutató munkát közvetlenül irányító felső vezetőket, tisztelettel arra kérem, hogy tekintsék át az intézményük szakterületéhez kapcsolódóan a *Magyar Szabványügyi Testület* műszaki bizottságainak munkájában való részvétel érdemi fejlesztésének lehetőségeit. Ennek legegyszerűbb módja képviselők delegálása (amit szükség esetén az MSZT-be való belépésnek meg kell előznie).

Ha a magyar egyetemek oktatói érdemlegesen bekapcsolódnának a nemzeti szabványosítási munkába, az nemcsak a magyar szaknyelv ápolását szolgálná, de az oktatás minőségi javulását is. Különösen akkor, ha ez a tevékenység az oktatók

és a szervezeti egységek oktatási-kutatási teljesítményének értékelésében is helyet kapna.

Nagyon köszönöm, hogy figyelmet szentelnek a felhívásomnak, és őszintén reménykedem abban, hogy felvállalhatóan fogják találni a fenti kérésemet.”

A levél a következő egyetemi karok vezetőinek küldetett: BME, Gépészmérnöki Kar; BME, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar; Debreceni Egyetem, Műszaki Kar; Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar; Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus; Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar (ME-GÉIK); Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar (ME-MAK); Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar; Neumann János Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar; Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar; Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar; Pannon Egyetem, Mérnöki Kar; Pécsi Tudományegyetem, Műszaki és Informatikai Kar; Széchenyi István Egyetem, AUDI Hungaria Járműmérnöki Kar; Széchenyi István Egyetem, Gépészmérnöki Informatikai és Villamosmérnöki Kar; Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar.

Záró megjegyzés: a felhívás címzettjei, a tizenhat dékán közül mindössze egy fő reagált a levélre.

SZERZŐK JEGYZÉKE**LIST OF AUTHORS****A, B, C**

AGÁRDI ANITA 1
ANDRÁS ENDRE 5, 10
ANDRÁS JÓZSEF 10

D, F

DOBRÁNSZKY JÁNOS 64
DRÁGOI MIRCEA VIOREL 31
ERDŐSSY IMRE 15
FORGÓ ZOLTÁN 47

G, H

GOBESZ F.-ZSONGOR 43
HAJNAL PETRA 24
HODGYAI NORBERT 31

K

KEREKES LÁSZLÓ 15
KERTÉSZ JÓZSEF 36
KISFALUDI-BAK ZSOMBOR 43
KOC SIS DÉNES LÁSZLÓ 24
KOVÁCS JÓZSEF 10
KOVÁCS TÜNDE ANNA 36

M, N, P

MÁTÉ MÁRTON 31
NAGY BALÁZS VINCE 58
PÁSZTOR JUDIT 47

S, T, U

SZŐCS ISTVÁN 15
TOLVALY-ROȘCA FERENC 31, 47
TÓTH LÁSZLÓ 52
URBIN ÁGNES 58